المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية
الحاصلة على شهادة الجودة
ISO 9002
Certificate No.: 82210
03/05/2001

UKAS
QUALITY
MANAGEMENT

2020
EGYPT

Third World Forum
Foro Del Tercer Mundo
Forum Du Tiers Monde
منتدى العالم الثالث

التطور التكنولوجى فى مصر

الآفاق والإمكانات المستقبلية حتى عام ٢٠٢٠

obeikandl.com

obeikandl.com

التطور التكنولوجى فى مصر

الآفاق والإمكانات المستقبلية حتى عام ٢٠٢٠

د . محمد أديب رياض غنيمى

د . محمد قدرى سعيد

د . محمد تاج الدين أحمد كمال

د . محمد رؤوف حامد

د . أحمد شوقى حسن

الناشر

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠٠٤

obeikandl.com

obeikandl.com

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٤م - ١٤٢٤هـ

حقوق الطبع والنشر © جميع الحقوق محفوظة للناشر :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ٩,٩٧٣,٨٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير — الدقى — الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

لا يجوز استنساخ أى جزء من هذا الكتاب بأى طريقة
كانت إلا بعد الحصول على تصريح كتابى من الناشر .

توطئة

بقلم : د . إسماعيل صبرى عبد الله
المنسق العام لمشروع مصر ٢٠٢٠
ورئيس منتدى العالم الثالث

بدأ الحديث عن العلم والتكنولوجيا فى مصر غداة هزيمة ١٩٦٧. وأحسب أنه بدأ بمقال البحاثة النابه الدكتور رشدى سعيد يفسر فيه الهزيمة (جزئيا على الأقل) بقصور جهد مصر فى مجال العلم والتكنولوجيا. وقد أضفى على هذا المقال أهميته من حيث تنبه الجمهور لهذه القضية أن الكاتب ضرب مثلا تاريخياً شهدته مصر فى عام ١٨٠٠ قبل ميلاد السيد المسيح حين غزا "أمراء الرعاة" أى الهكسوس مصر وهزموا جيشها قادمين من أرض فلسطين. وكان هذا الغزو مفاجأة ليس لها سابقة فى الأربعة عشر قرنا الماضية منذ توحيد مصر فى ٣٢٠٠ قبل الميلاد. وقد أبرز كثير من علماء المصريات أن الهكسوس انتصروا لأنهم جاءوا على مركبات حربية تجرها الخيل فى حين كان جيش مصر كله من المشاة. ولم يكن المصريون يعرفون العجلة Wheel التى كان صنعها علامة فاصلة فى تاريخ البشر، وذلك لأن النيل بفروعه المتعددة (آنذاك) وترعه جعل من الممكن الاعتماد على النقل النهرى للوصول من أى بقعة على الأرض المأهولة إلى أى نقطة أخرى. ومعروف أن النقل المائى أسرع بوضوح من النقل على ظهور المواشى. ولم يكن الدكتور رشدى سعيد يغفل ما حققته ثورة يوليو فى نشر التعليم بالمجان بما فى ذلك التعليم الجامعى والعالى، وأنشأت وزارة للبحث العلمى وأسست العشرات من مراكز البحث العلمى، ولكنه كان يريد أن يجعل هدف بناء قاعدة علمية وتكنولوجية وطنية مطلباً شعبياً يتحمس له الجماهير وليس صانعو القرار وحدهم، كما كان الشأن مع بناء السد العالى.

وبالفعل شاع الأمر فى وسائل الإعلام وفى الخطاب السياسى. وتكلم فيه الأكاديميون ورجال الصناعة وعدد من المثقفين.

ثم جاء السادات فغيّر الاسم والهدف حين جعل شعاره "العلم والإيمان". وكان لهذا التغيير خلفياته السياسية التى لا محل لذكرها فى هذا المقام. ومع سياسة الانفتاح تحول موضوع التكنولوجيا إلى استجلابها من الغرب، وأساساً من الولايات المتحدة الأمريكية. وأصبح المطلب هو "نقل التكنولوجيا" وهذا تعبير مضلل لأن ما يجرى فى الواقع أننا نتلقى مع الآلات المستوردة كراريس تعليمات مثل تلك التى يحصل عليها من يشترى سيارة جديدة. فهى تعلم المشترى كيف يستخدم الآلة ولكنها لا تعلمه هندسة الآلة وصنعها. كما أنها تربط المشترى بالبائع لتوفير الصيانة وإصلاح الأعطال والحصول على قطع الغيار... الخ. ولما كان البائع فى هذه الحالة هو الطرف الأقوى فإن المشترى يقع فى تبعيته. ومن المؤلم أن الافتتان بالغرب والتسليم باحتكاره للمعرفة صرف المجتمع المصرى حكومة وقطاعات أعمال عن طلب العون من مراكز البحث العلمى الوطنية التى أنفق عليها المجتمع الكثير ولم يطلب منها شيئاً. وندرة الطلب على البحث العلمى التكنولوجى تعطل الباحثين عن العمل الجاد وتحرمهم عن متابعة التطورات الخارجية ولا توفر لهم اللازم من معدات ومراجع. وكل هذا يجرى فى الفترة التى تميزت بتسارع التجديد العلمى والتكنولوجى، أى فى زمن "الثورة العلمية والتكنولوجية". وتتحدث الحكومة عن أقمار صناعية مصرية مع أن مصر لم تشارك فى صنعها ولو بخبير واحد ولم تورد لها مسماراً. ويفرح الكثيرون منا بما يملكون من ثمرات تلك الثورة: "الدش" القنوات الفضائية، والهاتف المحمول الذى يوفر لصاحبه أن "يدردش" مع الأهل والأصدقاء من أى مكان.

ولهذا كله أولى مشروع "مصر ٢٠٢٠" هذا الموضوع عناية خاصة. فليس من المقبول أن تظل مصر فى موضع "المتفرج" ومستخدم مخلفات الآخرين. وذلك يقتضى التعرف بالدقة على مجالات العلم والتكنولوجيا التى تشهد "فتوحات" حقيقية، تغير فى حياة البشر بالمزيد من البؤس والحرمان لمن لا يعرفها، وبالتنمية السريعة والمطردة وارتفاع مستوى المعيشة وتحسن نوعية الحياة لمن يسهم بنصيب وافر فيها. وكان لدينا هدف أساسى هو اقتراح المجالات التى يمكن أن تحقق مصر فيها أداءً مميزاً، إذ أننا لا يمكن أن نخوضها كلها فى آن واحد. وقد يكون ذلك ممكنا فى إطار تكامل تنموى يضم كل الدول العربية. وثمة دول أصغر منا شقت طريقها بالتركيز على فرع واحد. فكوبا مثلا ركزت على التكنولوجيا الحيوية وبالذات الأدوية الحيوية ونجحت فى ذلك بدليل أنها مخترعة دواء "أنترفيرون". وثمة دول فقيرة "بمقياس نصيب الفرد من الناتج المحلى الإجمالى" اخترقت السوق العالمية لمنتجات التكنولوجيا الرفيعة High tech مثل الهند التى أعطت أولوية للمعلوماتية. وهى الآن تأتى مصدر عالمى لبرمجيات الحاسوب بعد الولايات المتحدة. وقد قرأت مؤخراً أن البنك الدولى تعاقد مع شركة هندية مقرها فى بومباى لإدارة الجزء الأكبر من حساباته.

وكان من حسن الطالع أن تعاقدنا مع الأستاذ الجليل الدكتور محمد أديب رياض غنيمى وفريق العمل المتميز الذى اختاره. لقد عرضوا كل جوانب القضية بمعرفة واقتدار وبأسلوب سلس يتيح قراءة الكتاب لكل مثقف أيا كان مجال تخصصه. وفى صدر الكتاب نظرة عامة هى مسح لكل جوانب الثورة العلمية والتكنولوجية. ويليها سبعة أبواب خصص كل منها لمجال علمى وتكنولوجى تناوله أستاذ خبير واسع الإطلاع. وفى كل منها عرض لأبرز ما تحقق فيها وكذلك المنتظر تحققه فى المستقبل القريب والمدى المتوسط واقتراحات بما يمكن أن تفعله مصر فيه وفقا لاحتياجاتها وإمكانياتها.

ويسعدنى كل السعادة أن أقدم للقراء هذا السفر الفريد الذى يتطلع لقراءتـــه كل مهتم بمستقبل مصر وشعبها واطراد التنمية الشاملة على أرضها بمعـــدلات عالية حتى نخلص شعبنا من الفقر والجهل والحرمان والاعتماد المـــتزايد علـــى الغير وتدهور البيئة. وتلك مهام ليست سهلة المنال ولكن نور العلم يهدينا إلـــى خير السبل لتحويلها من طموحات إلى وقائع ملموسة.

obeikandl.com

تقديم

تتعلق هذه الدراسة بآفاق وإمكانات التطور التكنولوجى فـــى مصـــر مـــع التركيز على التكنولوجيا المتقدمة. وقد تم اختيار عدد محدد من التكنولوجيـــات حتى يمكن أن تكتسب الدراسة عمقاً كافياً يزيد من فائدتها. وهذه التكنولوجيـــات هى:

* تكنولوجيا الدواء كجزء من المنظومة الصحية ودراسة تحديات العولمة.
* تكنولوجيا الفضاء لأهميتها الاستراتيجية.
* تكنولوجيا المواد الجديدة لتأثيرها الكبير فى معظم التطبيقات المستقبلية.
* تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات والشبكات لتأثيرها العميق فى معظـــم المجالات.
* الدعم المطلوب من العلوم الأساسية التى تمثل ركيزة هامة للتكنولوجيـــات العلمية المختلفة.
* التكنولوجيا الحيوية وعلى الأخص تأثيرها فى مجال الزراعة.

وستشتمل الدراسة على عرض مكونات كل تكنولوجيا والسياسات الخاصـــة بها وحالتها الراهنة وتطوراتها المستقبلية والتحديات التى تواجه مصر والبنيـــة الأساسية المطلوبة لكل منها.

وفى النهاية سيتم دراسة السيناريوهات المختلفة اللازمة لإحـــداث التطـــور التكنولوجى وعرض بعض المقترحات الخاصة بأحد السيناريوهات التى تتناسـب وروح العصر الحالى وهو السيناريو الابتكارى المعرفى علـــى ضـــوء مزايـــا وعيوب كل من السيناريوهات الأخرى.

وقد ساهم فى هذه الدراسة كل من:

أ. د. محمد أديب رياض غنيمى – الباحث الرئيسى.

أ. د. محمد تاج الدين أحمد كمال.

أ. د. محمد رؤوف حامد.

أ. د. محمد قدرى سعيد.

أ. د. أحمد شوقى حسين.

كما تجدر الإشارة إلى مشاركة الدكتور حمدى أبوالنجا خلال الفترة الأولـــى للدراسة.

أ. د. محمد أديب رياض غنيمى

أستاذ الحاسبات المتفرغ بكلية الهندسة

جامعة عين شمس

obeikandl.com

قائمة المحتويات

الموضـــــوع	الصفحة
مقدمة	X
الباب الأول: نظرة عامة	
١. مقدمة عامة	٣
٢. الإطار العام للدراسة	٤
٣. ملخص الدراسات التى تمت فى المجالات المختارة	٦
(١) التكنولوجيا الحيوية	٦
(٢) الدواء	٨
(٣) تكنولوجيا الفضاء	١١
(٤) تكنولوجيا المواد الجديدة	١٩
(٥) تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات	٢٨
(٦) العلوم الأساسية ودعم التطوير التكنولوجى	٣٢
(٧) تكنولوجيا الليزر	٣٥
(٨) تكنولوجيا النانو	٣٦
(٩) تكنولوجيا الفمتو	٣٨
الباب الثانى: الدواء (أ. د. محمد رؤوف حامد)	
١. الأوضاع العالمية الراهنة والملامح المستقبلية	٤٣
أولاً : تعريف "الدواء"	٤٣

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
ثانياً : الـــزوايـــا الرئيسية فى الاهتمام بالدواء علـــى المســـتويات الدولية القومية	٤٣
ثالثـــاً : مقدمة عن الصناعة الدوائية	٤٣
رابعاً : الملامح العالمية للمتغيرات الجارية فى صناعة الدواء	٤٥
خامساً: الوضع الدولى الراهن بخصوص أنشطة البحوث والتطوير التكنولوجى فى مجال الدواء	٦١
سادساً: ملامح التطورات المستقبلية للدواء والعلاج الدوائى	٦٣
٢. التحديات التى تجابه التطور التكنولوجى فى الصناعة الدوائية المصرية	٦٥
أولاً : خلفية تاريخية وموجز للوضعية الحالية	٦٥
ثانياً : التحديات الذاتية	٧٠
ثالثاً : التحديات الخارجية	٧٦
٣. مستقبل التطوير التكنولوجى فى الصناعة الدوائية المصرية	٧٧
أولاً : ملاحظات عامة (أو أخطاء إستراتيجية قاتلة)	٧٨
ثانياً : الحاجات والضرورات والفرص	٨٠
ثالثاً : الإمكانيات	٨١
رابعاً : المسارات الممكنة	٨٢
خامساً: المتطلبات والآليات والشروط	٨٤
سادساً: ملاحظات بشأن الهيكل العام للبنية المطلوبة لمنظومة العلم والتكنولوجيا فى صناعة الدواء المصرية	٨٦
المراجع	٨٨

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
الباب الثالث: تكنولوجيا الفضاء (أ. د. محمد قدرى سعيد)	
١. مقدمة	٩١
٢. **المفاهيم الفكرية والعلمية للنشاط الإنسانى فى الفضاء**	٩٤
٣. **الإطار العام للبرنامج العالمى فى مجال الفضاء وأهدافه**	٩٦
٤. **تكنولوجيا الفضاء : النظم الفضائية والتكنولوجيات الأساسية**	٩٨
٤-١ وسائل الانتقال الفضائية	٩٨
٤-٢ الأقمار الصناعية	٩٩
٤-٣ المركبات الفضائية	١٠٤
٤-٤ المراصد الفضائية	١٠٤
٤-٥ المحطات الفضائية	١٠٥
٤-٦ التكنولوجيات الأساسية	١٠٥
٥. **استكشاف المجموعة الشمسية والبحث فى الظواهر الكونية**	١٠٦
٥-١ استكشاف كواكب المجموعة الشمسية	١٠٦
٥-٢ حماية الأرض من اصطدام الأجسام الفضائية بها	١٠٨
٥-٣ مشروع البحث عن مخلوقات عاقلة (حضارة تكنولوجية) فى الكون	١٠٩
٥-٤ مشروع المجال الحيوى	١٠٩
٦. **مشاريع الفضاء الكبرى فى القرن القادم**	١١٠
٧. **الدول الرئيسية الفاعلة فى مجال الفضاء-حجم الإنفاق الحالى ومجالاته**	١١٢

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
٨. القوى الصاعدة فى مجال الفضاء	١١٦
٨-١ اليابان	١١٦
٨-٢ الصين	١١٧
٨-٣ الهند	١١٨
٨-٤ البرازيل	١١٩
٨-٥ إسرائيل	١٢٠
٨-٦ الدروس المستفادة من تجربة الدول الصاعدة	١٢٢
٩. النشاط المصرى فى مجال الفضاء - التحديات	١٢٣
١٠. الظروف والشروط اللازمة لإحداث تقدم فى مجال تكنولوجيا الفضاء	١٢٤
١١. المشروع المصرى الحالى للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء	١٢٦
١١-١ بداية الاهتمام المصرى	١٢٦
١١-٢ البنية العلمية والبحثية والتكنولوجية والصناعية المتوفرة	١٢٧
١١-٣ تشكيل مجلس أعلى لبحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء	١٢٨
١١-٤ قمر الإعلام المصرى	١٢٩
١٢. المراحل المتوقعة لنطور تكنولوجيا الفضاء فى مصر حتى سنة ٢٠٢٠	١٣٠
خاتمة	١٣٢
المراجع	١٣٢

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
الباب الرابع: تكنولوجيا المواد الجديدة (أ. د. محمد قدرى سعيد)	
١. مقدمة	١٣٧
٢. التقسيم الهندسى للمواد	١٣٩
٣. ماذا نعنى بالمواد الجديدة ؟	١٤٣
٤. الموقف الحالى للتطور فى تكنولوجيا المواد على المستوى العالمى	١٤٥
٥. تكنولوجيا المواد : تحديات المدى القريب	١٥٣
٦. تكنولوجيا المواد : تحديات المدى البعيد	١٥٤
٧. الموقف الحالى لتكنولوجيا المواد فى مصر	١٥٦
٨. الظروف المحلية المؤثرة وإمكانية إحداث طفرة تكنولوجية فى مجال المواد	١٥٩
٩. المجالات ذات الأولوية لإحداث تطور فى تكنولوجيا المواد	١٦٢
١٠. السياسات والآليات اللازمة لإحداث تطوير تكنولوجى فى مجال المواد	١٦٤
١١. المعالم الرئيسية لتطور تكنولوجيا المواد فى مصر حتى سنة ٢٠٢٠	١٦٧
خاتمة	١٧١
المراجع	١٧٣

obeikandi.com

الموضـــــوع	الصفحة
الباب الخامس: تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات (أ. د. محمد أديب رياض غنيمى)	
١. مقدمة عامة	١٧٧
٢. **الإطار العام للمعلوماتية وتكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة**	١٧٩
٢-١ المعلوماتية	١٧٩
٢-٢ تكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة	١٨٢
٣. **السياسات العامة لبعض التجمعات الدولية فى عصر الشبكات**	١٨٤
٣-١ خطة البنية القومية الأساسية للمعلومات بالولايـــات المتحـــدة الأمريكية	١٨٤
٣-٢ خطط الاتحاد الأوروبى بالنسبة للعولمة ومجتمع المعلومات	١٨٨
٣-٣ البنية الكوكبية للاتصالات فى مجتمع المعلومات	١٨٩
٤. **عرض موجز للتطورات المستقبلية فى تكنولوجيا المعلومـات والإلكترونيات**	١٩١
٤-١ المكونات الإلكترونية والضوئية والحيوية	١٩١
٤-٢ الحاسبات والنظم المدمجة والأجهزة المساعدة	١٩٣
٤-٣ شبكات المعلومات	١٩٤
٤-٣-١ انتشار الشبكات فى العالم	١٩٤
٤-٣-٢ الجيل الجديد من شبكة الإنترنت	٢٠١
٤-٣-٣ بعض تطبيقات الشبكات	٢٠٥
٤-٣-٤ الهيكل التنظيمى الجديد للمؤسسات	٢٠٩

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
٤-٤ البرمجيات أو المكونات اللينة	٢١٢
٥. الوضع فى بعض الدول	٢١٣
٥-١ الصين	٢١٣
٥-٢ الهند	٢١٦
٥-٣ إسرائيل	٢١٧
٦. التحديات التى تواجه مصر	٢٢٢
٦-١ الاعتبارات الخاصة بوضع السياسة التفصيلية	٢٢٢
٦-٢ المقومات المطلوبة لدعم التنافسية	٢٢٤
٧. اعتبارات تطوير تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات فى مصر	٢٢٥
٧-١ مقدمة عامة	٢٢٥
٧-٢ المجالات الأساسية المختارة	٢٢٦
٧-٢-١ المعلوماتية شاملة نظم الاتصالات والشبكات	٢٢٦
٧-٢-٢ النظم والنبائط والمواد الإلكترونية والضوئية	٢٤٩
٧-٢-٣ الحاسبات المتقدمة مثل الحاسبات الكمية والحيوية	٢٥٠
٨. البنية المطلوبة لمنظومة العلم والتكنولوجيا	٢٥١
٨-١ مقدمة عامة	٢٥١
٨-٢ الاعتبارات الخاصة بهيكل البنية المطلوبة	٢٥٢
٨-٣ الهيكل العام للبنية المطلوبة	٢٥٢
٨-٤ التفاصيل الخاصة بتكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات	٢٥٤
٨-٤-١ الخطة التجريبية لتكنولوجيا المعلومات	٢٥٤

obeikandl.com

٨-٤-٢ خطة تكوين الكوادر البشرية لتنفيذ الخطة التجريبية ٢٥٥
٨-٤-٣ إنشاء كيان قومـــى لتصميـــم وتنفيـــذ البرمجيـــات الأساسية ٢٥٦
٨-٤-٤ إنشاء معهد قومى لتطوير تكنولوجيا المعلومات ٢٥٦
٨-٤-٥ خطة تكنولوجيا شبكات الحاسبات ونقل المعلومات ٢٥٦
٨-٤-٦ نظم المعلومات والمعرفة ٢٥٧
٨-٤-٧ البحث العلمى والتطوير ٢٥٨
٨-٤-٨ التعليم والتدريب المستمر والتوعية ٢٥٩

٩. النموذج المتكامل للإستراتيجية القومية ومتابعة تنفيذها فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات ٢٦١

٩-١ مقدمة عامة ٢٦١
٩-٢ أهمية وضع إستراتيجية مصرية ٢٦٢
٩-٢-١ النواحى المرتبطة بالسياسات العلمية والتكنولوجية ٢٦٢
٩-٢-٢ النواحى الاقتصادية والاجتماعية ٢٦٢
٩-٣ الأهداف العامة للإستراتيجية المصرية ٢٦٣
٩-٣-١ تأكيد سيادة الدولة ٢٦٣
٩-٣-٢ تكامل القطاعات فيما بينها ومن داخلها ٢٦٣
٩-٣-٣ حق الحصول على المعلومات وتأمينها ٢٦٣
٩-٣-٤ تحديد الآفاق الجديدة وكيفية متابعتها ٢٦٣
٩-٣-٥ تكامل نظم المعلومات فـــى الـــهيكل الاجتمـــاعى والإقتصادى ٢٦٤
٩-٣-٦ وضع أسس التنفيذ والمتابعة والتمويل ٢٦٤

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
٩-٤ تشكيل جهاز صياغة الإستراتيجية	٢٦٤
٩-٥ الإمكانيات المادية والبشرية	٢٦٥
٩-٥-١ حصر الإمكانيات المادية ومدى الاستفادة منها	٢٦٥
٩-٥-٢ حصر الإمكانيات البشرية ومدى الاستفادة منها	٢٦٦
٩-٦ تقييم تنفيذ الإستراتيجية	٢٦٦
٩-٦-١ تحديد أسس التقييم	٢٦٦
٩-٦-٢ التأثير على المستوى الاقتصادى والاجتماعى العلم والبنية الأساسية	٢٦٦
٩-٦-٣ التأثير على المستوى الحضارى	٢٦٦
المراجع	٢٦٧
الباب السادس: العلوم الأساسية ودعم التطوير التكنولوجى (أ. د. محمد تاج الدين أحمد كمال)	
١. الحالة الراهنة والتطور المستقبلى للعلوم والتكنولوجيا	٢٨٣
١-١ مقدمة عامة	٢٨٣
١-٢ الإطار العام للحالة الراهنة "مشروع العلم التكنولوجيا"	٢٨٧
١-٣ أساسيات ضرورية للسياسات العلمية والتكنولوجية	٢٩١
أولاً: ضمان تدفق الأفكار الجديدة	٢٩١
١-٣-١أ الاستثمار فى البحوث الأساسية	٢٩٤
١-٣-٢أ دور الباحث الفرد فى مشروع البحث	٢٩٥
١-٣-٣أ تحفيز الابتكار فى البحوث الأساسية	٢٩٥
١-٣-٤أ الحفاظ على التنوع فى حقيبة البحوث الأساسية	٢٩٥

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
١-٣-٥أ العلم للمجتمع	٢٩٧
١-٣-٦أ زيادة كفاءة وفعالية المراكز البحثية القومية	٢٩٧
١-٣-٧أ زيادة المحاسبية للحكومة	٢٩٨
١-٣-٨أ ازدياد النجاح من خلال الشراكة البحثية	٢٩٨
١-٣-٩أ الشراكة بين الجامعة والصناعة	٢٩٩
١-٣-١٠أ التعاون الدولى	٣٠٠
١-٣-١١أ قواعد ومسئوليات جديدة للعلم	٣٠١
ثانيا: دور القطاع الخاص فى المشروع العلمى	٣٠٢
١-٣-١ب تمويل الشركات الصغيرة	٣٠٤
١-٣-٢ب الشراكة لتنمية التكنولوجيا	٣٠٤
١-٣-٣ب العلاقات العلمية بين الجامعات	٣٠٥
١-٣-٤ب إعلام القطاع الخاص بنتائج البحوث الممولة حكوميا	٣٠٥
١-٣-٥ب حماية الملكية الفكرية	٣٠٦
١-٣-٦ب نتائج تخص قطاع الصناعة	٣٠٦
ثالثا: ضمان أن القرارات التكنولوجية المتحدة من رجال الحكومة قـــد تأسست فى إطار رؤى العلم	٣٠٧
١-٣-١ج العلم واتخاذ القرارات	٣٠٨
١-٣-٢ج كشف المستور	٣٠٩
١-٣-٣ج أهمية الفحص والتنقيح	٣٠٩
١-٣-٤ج قبول اللايقينية العلمية	٣٠٩
١-٣-٥ج حساب المخاطر	٣١٠

obeikandi.com

الموضـــــوع	الصفحة
رابعاً: مؤازرة مشروع البحث	٣١٠
١-٣-١د تطوير تعليم العلوم والرياضيات فى المدارس	٣١١
١-٣-٢د مناهج العلوم والرياضيات المطورة	٣١٢
١-٣-٣د تدريب المعلمين وإمدادهم واستبقائهم	٣١٣
١-٣-٤د العملية التعليمية وتكنولوجيا المعلومات	٣١٤
١-٣-٥د الكلية والرياضيات - برامج العلوم والهندسة	٣١٤
١-٣-٦د المرونة فى برامج التدريب فـــى العلـــوم والهندســـة للجامعيين	٣١٥
١-٣-٧د اتصالية العلم	٣١٥
١-٣-٨د بناء الجسور بين العلماء والإعلاميين	٣١٦
١-٣-٩د أهمية الاتصال للحفاظ على دعم العلم	٣١٧
١-٤ المؤشرات العالمية الحالية للعلم	٣١٨
١-٤-١ مؤشرات العلم والتكنولوجيا فى العالم	٣١٨
١-٤-١أ نظرة عامة على مدخلات العلم والتكنولوجيا "الموارد المالية"	٣١٨
١-٤-١ب مخرجات العلم والتكنولوجيا	٣٢١
١-٤-١ب١ النشاط العلمى مقاس بإنتاج البحوث المنشورة	٣٢١
١-٤-١ب٢ النشاط التكنولوجى وبراءات الاختراع	٣٢٢
١-٤-١ب٣ مقارنة بين الاتحاد الأوروبى والولايات المتحـــدة واليابان	٣٢٤
١-٤-٢ مؤشرات العلم والتكنولوجيا فى الدول العربية	٣٣٢
١-٤-٢-١ الدور المتزايد للقطاع الخاص	٣٣٣

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
١-٤-٢-٢ الطلبة المسجلون فى العلم والتكنولوجيا	٣٣٤
١-٤-٢-٣ الإنفاق على البحث والتنمية	٣٣٥
١-٤-٢-٤ مجموع العاملين فى البحث والتنمية	٣٣٦
١-٤-٢-٥ توزيع الأبحاث فى المجالات المختلفة	٣٣٧
١-٤-٢-٦ السياسات للبحث والتنمية	٣٣٨
١-٤-٢-٧ اتجاهات فى البحث والتنمية صناعياً	٣٣٩
٢. التحديات التى تجابه التطور التكنولوجى فى مصر	٣٣٩
٢-١ مقدمة	٣٣٩
٢-٢ التحديات	٣٤٠
٣. المجالات المختارة لإحداث تطوير تكنولوجى	٣٤٣
٣-١ مقدمة	٣٤٣
٣-٢ الليزر	٣٤٤
٣-٢-١ تطبيقات الليزر الصناعية والعلمية	٣٤٦
٣-٢-٢ أجهزة الليزر للاتصالات بواسطة الألياف الزجاجيـــة (الألياف الضوئية)	٣٥٦
٣-٢-٣ تطبيقات الليزر الطبية	٣٥٩
٣-٢-٤ الليزر فى التصوير الشبحى (الهولوجراف)	٣٦٧
٣-٣ تكنولوجيا النانو	٣٦٩
٣-٣-١ عرض للحالة الراهنة	٣٧٢
٣-٣-٢ طب النانو	٣٧٨
٣-٣-٣ دراسة قسم التكنولوجيا العالمية	٣٨٢

obeikandl.com

الموضـــــوع	الصفحة
٣-٤ الفمتو ثانية – العلم والتكنولوجيا	٣٨٩
٣-٤-١ نشأة كيمياء الفمتو	٣٩٠
٣-٤-٢ تكنولوجيا الفمتو ثانية فى اليابان	٣٩٦
▪ مقدمة	٣٩٧
▪ توقعات لتكنولوجيا الفمتو ثانية (تكنولوجيا ليزر الفمتو ثانيـة، تكنولوجيا مواد الفمتو ثانيـــة، إلكترونيـــات الفمتـــو ثانيـــة والإلكترونيات البصرية).	٣٩٨
▪ المشروع الوطنى اليابانى " تكنولوجيا الفمتو ثانية".	٤٠٤
٣-٤-٣ النشاط البحثى لمشروع تكنولوجيا الفمتو ثانية	٤٠٦
٣-٤-٤ بحوث الفمتو ثانية فى الجامعات والمؤسسات الأخرى	٤٠٧
٣-٤-٥ المعمل المتفوق لتكنولوجيا الفمتو ثانية "اليابان"	٤١٠
٣-٤-٦ مشروع "بحث وتنمية تكنولوجيا الفمتو ثانية"	٤١٩
٤. البنية المطلوبة لمنظومة العلم والتكنولوجيا	٤٢١
٤-١ مقدمة عامة	٤٢١
٤-٢ الاعتبارات الخاصة بهيكل البنية المطلوبة	٤٢١
٤-٢-١ حكوميا	٤٢٢
٤-٢-٢ مؤسساتيا	٤٢٢
٤-٢-٣ القوات المسلحة	٤٢٢
٤-٢-٤ القطاع الخاص	٤٢٣
٤-٣ الهيكل العام للبنية المطلوبة	٤٢٣
٤-٣-١ المجلس الأعلى للعلم والتكنولوجيا	٤٢٣

obeikan.com

الموضـــــوع	الصفحة
٤-٣-٢ ـ ٤-٣-١٤ يحتوى على الآتى: وزارة التعليم العـالى والدولة للبحث العلمى والهيئات ومراكـز ومعـاهد البحوث التابعـة لـها، أكاديميـة البحـث العلمـى والتكنولوجيـا ومجـالس البحـوث المتخصصـة، الجامعات ومراكز البحوث التابعـة لـها، مراكـز البحوث التابعة للوزارات المختلفة، معامل البحـوث فى شركات ومصانع القطاع الخاص، المعلومـات، شبكات ربط الجسور العلمية، الإعلام التكنولوجـى، إدارة التكنولوجيـا، مكـاتب بـراءات الاخـتراع، الحضانات التكنولوجية، وحدات طابع خاص.	٤٢٤-٤٢٦
٥. النموذج المتكامل للتطوير التكنولوجى	٤٢٦
٥-١ مقدمة عامة	٤٢٦
٥-٢ مكونات النموذج	٤٢٧
أولاً : الإرادة السياسية وصانعى القرار	٤٢٧
ثانياً : التعليم	٤٢٨
ثالثاً : البحوث الأساسية والتطبيقية	٤٢٩
رابعاً: الحضانات التكنولوجية	٤٣٠
خامساً: القطاع الخاص	٤٣١
المراجع	٤٣٢

الباب السابع: التكنولوجيا الحيوية الحديثة (أ. د. أحمد شوقى حسن)

١. مقدمة ٤٣٩

٢. **التكنولوجيا الحيوية الحديثة كنموذج للتكنولوجيات المتقدمة – نظرة تاريخية مقارنة** ٤٤٢

٣. **تطبيقات التكنولوجيا الحديثة : الحاضر والمستقبل** ٤٥٠

٣-١ التكنولوجيا الحيوية –علم تقنى ٤٥٠

٣-٢ الإطار الإجرائى لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى الحاضر والمستقبل ٤٥٢

٣-٣ التطبيقات الحالية والمتوقعة للتكنولوجيا الحيوية حتى عام ٢٠٢٠ ٤٥٤

٣-٤ التوجهات التى تحكم المستقبل وتؤثر على التطبيقات الحالية والمتوقعة ٤٥٩

٣-٥ تطبيقات التكنولوجيا الحيوية : المشهد العالمى ومؤشرات النمو ٤٦٤

٤. **الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية فى مصر** ٤٧٨

٤-١ مقدمة ٤٧٨

٤-٢ ملامح الخريطة المصرية لأنشطة التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية. ٤٧٩

٤-٣ الإستراتيجية القومية والبرنامج القومى لتطبيقات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية. ٤٨٤

obeikandl.com

الموضـــوع	الصفحة
ملحق رقم (١): الاســـتراتيجية القوميـــة للهندســـة الوراثيـــة والتكنولوجيا الحيوية	٤٩٠
ملحق رقم (٢): البرنامج القومى لتطبيقات الهندســـة الوراثيـــة والتكنولوجيا الحيوية	٥٠٢
ملحق رقم (٣): برامج الاستراتيجية القومية للتكنولوجيا الحيويـة والهندسة الوراثية	٥٠٤
الباب الثامن: السياسات والآليات اللازمة لإحداث تطوير تكنولوجى فى ظل السيناريوهات المختلفة	
١. مقدمة عامة	٥١١
٢. الظروف والشروط اللازمة لإحداث الطفرات التكنولوجية المطلوبة	٥١٢
٣. القرار السياسى فى ظل السيناريوهات المختلفة وعلاقة ذلك بالتطور التكنولوجى	٥١٤
٤. السيناريو المقترح (السيناريو الإبتكارى)	٥١٧
٥. آفاق وإمكانات التطوير التكنولوجى فى ضوء السيناريوهات المختلفة	٥١٨
السيناريو الابتكارى (١) الدولة الإسلامية	٥٢٢
السيناريو الابتكارى (٢) الرأسمالية الجديدة	٥٢٦
السيناريو الابتكارى (٣) الاشتراكية الجديدة	٥٣١
السيناريو الشعبى (التآزر الاجتماعى)	٥٣٤

obeikandl.com

الباب الأول

نظـــرة عـــامة

obeikandl.com

obeikandl.com

نظـــرة عـــامة

١ – مقدمة عامة

لكى تتم دراسة آفاق وإمكانات التطوير التكنولوجى فى مصر يجـــب فـــى البداية استعراض الحالة الراهنة والمستقبلية لمنظومة العلم والتكنولوجيـــا علـــى المستوى العالمى. وقد تم التركيز منذ البداية على التكنولوجيا المتقدمة حيث أنها أصبحت عنصراً أســـاسياً فى التنمية، كما أنها تؤثر بشكل كبير على المجـــالات المختلفة. هذا بالإضافة إلى أن الدخول فى هذه التكنولوجيات يتطلب إعادة النظر فى هيكل المؤسسات المختلفة سواء كانت تعليمية أو بحثيـــة أو تكنولوجيـــة أو صناعية (الإنتاجى والخدمى منها) مع ضرورة تطوير نظرة سياسية واقتصاديـــة واجتماعية جديدة.

ولكى يمكن ضمان عمق معقول للدراسة تم اختيار عدد من التكنولوجيـــات مع التركيز على الأبعاد الجديدة فيها مع تحديد مجالات معينة لتطبيقها فى بعض الحالات. وقد كانت اختياراتنا كالتالى:

- تكنولوجيا الدواء كجزء هام من المنظومة الصحية مع الأخذ فـــى الاعتبـــار التحديات التى تواجهنا فى سياق العولمة.

- تكنولوجيا الفضاء لأهميتها الإستراتيجية بالنسبة لمتطلبات الأمن القومى ولكونها أحد الركائز الأساسية فى تكنولوجيا الاتصالات ونقل المعلومات والاستشعار عن بعد وغيرها.
- تكنولوجيا المواد الجديدة التى تمثل نقلة جديدة فى تاريخ البشرية وتفتح آفاقاً جديدة لجميع مجالات التطبيقات.
- تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات وما يرتبط بها من تقدم فى شبكات المعلومات والتى أصبحت مطلباً ضرورياً للتقدم فى المجالات الأخرى بالإضافة إلى تأثيرها الثقافى والاجتماعى والاقتصادى والسياسى.
- دعم العلوم الأساسية للتطوير التكنولوجى والذى لا يمكن بدونه ضمان استمرارية التطور فى المجالات التكنولوجية السابقة أو حتى مجرد البدء فيها.
- التكنولوجيا الحيوية وتأثيرها فى مجال الزراعة.

إن هذه الدراسة لن تكون فى معزل عن الدراسات الأخرى التى يتم تنفيذها فى إطار مشروع مصر ٢٠٢٠ وستوضح هذه الدراسة متطلباتها من المجالات الأخرى والشروط الابتدائية اللازمة للنجاح فى تطوير هذه التكنولوجيات.

٢- الإطار العام للدراسة

الجزء الأساسى فى هذه الدراسة وهو الجزء الثانى يتعلق بعرض دراسة تفصيلية لكل من الاتجاهات المختارة التى سبق عرضها. ويتضمن بالنسبة لكل تكنولوجيا أو اختيار ما يلى:

(١) تحديد المكونات الأساسية لكل تكنولوجيا حسب ما هو متفق عليه عالمياً وتحديد علاقاتها بالتكنولوجيات الأخرى وتأثيرها فى المجالات والأنشطة

obeikandl.com

الإنسانية المختلفة. كذلك ما تتطلبه من دعم فى البحوث الأساسية أو التطبيقية.

(٢) تحديد ما إذا كانت هناك سياسات عامة فى هذا المجال سواء بالنسبة للدول أو التجمعات الدولية المختلفة وعرض الملامح الأساسية لهذه السياسات.

(٣) عرض للحالة الراهنة والتطورات المستقبلية بالنسبة لكل مجال على المستوى العالمى بالنسبة للفترة الزمنية التى حددتها الدراسة.

(٤) عرض نماذج لتطور هذه التكنولوجيات فى بعض الدول حتى يمكن الاسترشاد بها عند وضع تصور بالنسبة لمصر.

(٥) عرض التحديات التى تواجه مصر سواء فيما يتعلق بوضع السياسات التفصيلية لكل مجال من المجالات أو بالنسبة لوضع المقومات المطلوبة لدعم التنافسية على المستوى العالمى.

(٦) عرض تفصيلى لاعتبارات تطوير التكنولوجيات المختلفة فى مصر ويتضمن ذلك المجالات الفرعية لكل تكنولوجيا والتى يجب التركيز عليها. كذلك يجب مناقشة المكون البشرى المطلوب والبنية الأساسية التى يجب توافرها. هذا بالإضافة إلى النواحى الاقتصادية والإيكولوجية والاعتبارات الخاصة بنقل التكنولوجيا.

(٧) عرض تفصيلى للبنية المطلوبة بالنسبة لكل مجال من المجالات ويتضمن ذلك بعض تفاصيل تنفيذ بعض الخطط بأبعادها المختلفة شاملة إعداد الكوادر البشرية أو التعاون الدولى فى بعض المجالات.

(٨) عرض إطار نموذج متكامل على المستوى الإستراتيجى أخذا فى الاعتبار الظروف المحلية وكيفية المتابعة للتنفيذ والتطوير المستمر حسب المتغيرات الدولية.

إن النقاط الموضحة أعلاه قد تختلف تفاصيلها بالنسبة لكل مجال من المجالات التكنولوجية موضوع الدراسة ولكنها تشكل إطاراً عاماً لما سيتم عرضه.

٣- ملخص الدراسات التى تمت فى المجالات المختارة

(١) التكنولوجيا الحيوية:

نشأت الأشكال القديمة من "التكنولوجيا الحيوية" كتعبير عن التفاعل بين الإنسان والمحيط الحيوى، وقامت على أكتافها علوم تربية الحيوان والنبات والصناعات الغذائية والطب. ومع تقدم الدراسات البيولوجية ودعمها بالكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية، صار من الممكن التعامل مع ظواهر الحياة على المستوى الجزيئى، والتعرف على مادة الوراثة (DNA) وظهر مفهوم "التكنولوجيا الحيوية الحديثة"، الذى يعنى فى أحد تعريفاته العديدة" أى تقنية تستخدم الكائنات الحية أو أجزاء منها لتصنيع أو تحديث بعض المنتجات، أو تقوم بتحسين النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة لصالح استخدامات خاصة". ومع تزايد إمكانيات التتابع الوراثى "الهندسة الوراثية" للكائنات وقرب الانتهاء من مشروع الجينوم البشرى، تزايد الاهتمام بالأبعاد التطبيقية "للتكنولوجيا الحيوية الحديثة" وانعكاساتها الاقتصادية والأخلاقية والقانونية والاجتماعية.

وفى الوقت الحالى تأخذ التكنولوجيا الحيوية الحديثة، وتكنولوجيا الوراثة بالذات، وضعا متميزا وسط التكنولوجيات المتقدمة والبازغة، التى ستشكل ملامح حياة ونشاط البشر فى القرن الحادى والعشرين، بجانب تكنولوجيات الطاقة والمواد الجديدة والمخ والمعلومات، مع الاهتمام بالبعد البيئى فى كل تطبيقاتها. لقد أحدثت هذه التكنولوجيات نقلة فى العلاقة بين العلم والتكنولوجيا،

أفرزت مفهوم "العلم التقنى"، كما أن علاقات التفاعل تؤثر بشكل كبير على طبيعة الأنشطة البشرية وتنظيمها، خصوصاً وأنها تتميز بتطبيقاتها المتعددة متجاوزة القطاعات. فالتكنولوجيا الحيوية موضوع حديثنا تشهد طيفاً واسعاً من التطبيقات فى مجالات الرعاية الصحية والإنتاج الزراعى والحيوانى والصناعات الحيوية وصون البيئة. لذلك يصف البعض القرن الحادى والعشرين بقرن "التكنولوجيا الحيوية".

والراصد للتوجهات التى تحكم مستقبل هذه التكنولوجيا وتطبيقاتها يمكن أن يستنتج أهمية الإيقاع المتسارع للتقدم العلمى والتكنولوجى، الذى يوسع من دائرة الممكن وزيادة الطلب كمياً ونوعياً، وكذلك القبول المجتمعى بمستوياته المحلية والإقليمية والعالمية فى ضوء الجدال الدائر حول أخلاقيات الكثير من التطبيقات ومستوى الأمان الحيوى والاعتبارات القانونية والاجتماعية المختلفة، وأخيراً الإدارة العالمية للأنشطة التى تحكمها قدرات الشركات الكبرى عابرة القوميات وأثر ذلك على قطاعات كبيرة من البشر فى الدول النامية بالذات، التى تمثل لها تطبيقات التكنولوجيا الحيوية مجالاً يضمن الكثير من الفرص والمخاطر. إن إمكانات نمو سوق التكنولوجيا الحيوية بالنسبة لعام ٢٠٠٠ قدرت بما يتجاوز ٥٨ بليون دولار. كما أن ما يسمى بتكنولوجيات التمكين فى هذا المجال (الجينوميات – البروتيومات – العقاقير الجينوية – البيومعلوماتية) ستضيف الكثير إلى آفاق نمو هذا السوق. لقد قدر سوق هذه التكنولوجيات فى عام ٢٠٠٠ بما قيمته ١٢٥ بليون دولار، مع توقع النمو بمعدل سنوى ما بين ١٩٣% و٢٢٨% ليصل إلى حوالى ٣٤ بليون دولار عام ٢٠٠٥.

وقد بدأ الاهتمام فى مصر بالتكنولوجيا الحيوية فى وقت يواكب هذا الاهتمام العالمى فى عقد السبعينات، لكن تطور الاهتمام الذى تعرضه الدراسة لم ينعكس فى استراتيجية وطنية للمجال إلا فى منتصف التسعينات، ولم يتوفر

لإنجاز أهداف مرحلتها الأولى التى قاربت على الانتهاء التمويل الكافى. لذلك يقترح إعادة النظر فى البرنامج التنفيذى للمرحلة الثانية بتحديد أكبر للأولويات والقدرات الفنية والبشرية والمادية لإنجازها، وتشجيع القطاع الخاص للمشاركة الأوسع فى التنفيذ. وهذا لا يقلل من الجهود التأسيسية التى بذلت فى الجامعات ومراكز البحوث، وبعض الجهود المتوافقة خارج هذه المؤسسات، لأنها ستكون الركيزة التى يمكن على أساسها الانطلاق فى استكمال أهداف الإستراتيجية المذكورة.

(٢) الدواء:

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم رؤية لمستقبل التطوير التكنولوجى لصناعة الدواء المصرية، وذلك بالأخذ فى الاعتبار الأوضاع العالمية الراهنة لهذه الصناعة، وكذلك باكتشاف واستعراض التحديات الذاتية التى تجابه تقدم صناعة الدواء الوطنية فى مصر.

ويمكن تصنيف الملامح العالمية للمتغيرات الخاصة بصناعة الدواء كما يلى:

٢-١ متغيرات خاصة بالسياسات

وتتضمن هذه المتغيرات ما يلى :

- التحالفات الإستراتيجية بين الشركات وبعضها البعض وبين الشركات ومراكز (وشركات) البحوث.
- الإندماجات بين الشركات الكبرى.
- تزايد الاهتمام بالأدوية الجنيسة (وهى المستحضرات الدوائية التى زالت عنها حماية براءات الاختراع).

- توافق المواصفات وتطوير مستويات التوافق طبقاً للتقدم العلمى التكنولوجى للشركات الكبرى.
- اتفاقيات التجارة العالمية وانعكاساتها المحتملة على الدواء.
- تطوير عمليات إدارة أنشطة البحث والتطوير فى الشركات الكبرى.
- قيام الحكومات بأدوار إيجابية محددة بشأن دفع وتطوير الصناعات الوطنية (والإقليمية).

٢-٢ متغيرات خاصة بالعلم والتكنولوجيا

وتتضمن المتغيرات الرئيسية التالية:

- تطوير تقنيات التوصل إلى أدوية جديدة.
- استحداث منتجات دوائية جديدة باستخدام التكنولوجيات الحيوية.
- تطوير التشكيل الصيدلى.

هذا وتجدر الإشارة إلى أن السوق العالمية للدواء تتطور بسرعة متزايدة، وأنه بالرغم من وجود قدر كبير من الاستحواذ على مقدرات صناعة الدواء العالمية بواسطة الولايات المتحدة وأوروبا واليابان، إلا أن العديد من البلدان الأخرى قد بدأت تظهر بدرجات تنافسية واضحة على الساحة الدولية، ومن هذه البلدان الصين وكوريا الجنوبية والهند وإسرائيل والأرجنتين. كما أن البلدان المتقدمة بالفعل فى صناعة الدواء، أو تلك التى بدأت تحقق تنافسية فى هذه الصناعة تمارس جميعها اهتماما كبيراً بالتكنولوجيات الحيوية كمكون مستقبلى رئيسى فى تكنولوجيات الصناعة الدوائية.

وأما عن التحديات التى تجابه صناعة الدواء فى مصر فمن أبرزها عدم وجود سياسة دوائية وطنية متكاملة، وعدم إدراك أن صناعة الدواء هى من نوع

obeikandl.com

الصناعات التى تقوم أساساً بالاعتماد على أنشطة البحث والتطوير، وكذلك تدهور المعايير الرسمية الخاصة بتقييم مخرجات صناعة الدواء الوطنية. ذلك بالإضافة إلى خاصية شديدة السلبية وهى غيبة التوجهات الخاصة بإقامة تحالفات وتكتلات وطنية فى مجالات هذه الصناعة.

إن إدراك خطورة هذه التحديات (أو المعوقات) الذاتية يشتد أكثر وأكثر بالأخذ فى الاعتبار المتغيرات العالمية فى صناعة الدواء باعتبارها تمثل تحديات فى البيئة الخارجية لصناعة الدواء المصرية.

هذا، ويمكن القول بوجود أخطاء إستراتيجية قاتلة بالنسبة لصناعة الدواء المصرية، وتتمثل فى اقتصار تطور صناعة الدواء المصرية إلى حد كبير على التطور الأفقى (بزيادة عدد المصانع والشركات)، ونشأة القطاع الخاص الدوائى كامتداد (أو كبديل) للقطاع العام (مما حصر المنافسة فى إطار محلى وتحت سقف مستويات تكنولوجية متشابهة) وكذلك غيبة دور إيجابى من الحكومات المصرية المتعاقبة تجاه ضرورات التطور الرأسى فى صناعة الدواء باعتبارها صناعة تعتمد على العلم.

ورغم العديد من السلبيات فى وضعية صناعة الدواء المصرية، إلا إن هناك إمكانيات بشرية ومؤسسية وكذلك موارد طبيعية قائمة يمكن من خلال تغييرات جذرية فى سياسات الدواء وفى إدارة صناعة الدواء أن تكون هذه الإمكانات ركيزة لإحداث تطورات إيجابية حقيقية فى صناعة الدواء المصرية تصل بها إلى إحداث اختراقات تنافسية محسوسة.

إن هذه التطورات الإيجابية الممكنة تعتمد على حزمة من المسارات والمتطلبات والآليات والتغييرات الهيكلية والتى تشير إليها الدراسة الحالية بقدر من التفصيل.

(٣) تكنولوجيا الفضاء:

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف موقف مصر من التطور التكنولوجى فى مجال الفضاء حتى سنة ٢٠٢٠، من خلال عرض الحالة الراهنة والتطور المستقبلى المحتمل لتلك التكنولوجيا على المستوى العالمى، وموقفها الحالى فى مصر، والظروف التى تؤهل مصر لإحداث تقدم حقيقى فى هذا المجال، والتحديات التى تواجهها، والسياسات والآليات اللازمة لإحداث هذا التطور، وطبيعة البنية المادية والبشرية الضرورية لتنفيذ هذه السياسات، والمراحل المتوقعة لتطور العمل.

ينقسم النشاط الإنسانى فى الفضاء إلى قسمين: الأول يتصل باستخدام الأقمار الصناعية والمحطات الفضائية فى المدارات القريبة من الأرض، لتطوير الحياة فوقها وزيادة قدرة الجنس البشرى على الاتصال والإنتاج. لقد أصبح الوجه النفعى لهذا النشاط واضحا، ولم يعد ممكنا الاستغناء عنه نظرا لأهمية ما يتم من خلاله من مهام ووظائف أصبحت جوهرية بمنطق العصر. ومع السنوات الأولى للتسعينات دخل هذا النشاط فى عملية ترتيب ومراجعة على المستوى العالمى، هدفها الدخول بصناعة الأقمار الصناعية مرحلة "التوحيد القياسى" لخفض التكلفة وتحقيق "التوافق" بين أنظمة الدول المختلفة، والاهتمام بتطوير الأقمار الصناعية صغيرة الحجم، والعمل على خفض تكلفة وضع الأقمار فى مدارها بتطوير تكنولوجيا صواريخ الإطلاق بأنواعها المختلفة، وكذلك التحول إلى نظام الشبكات الموحدة العالمية فى مجال الاتصالات والملاحة والاستشعار عن بعد..الخ. أما القسم الثانى، فيركز على استكشاف المجموعة الشمسية، ودراسة الظواهر الكونية، والبحث عن إجابات لأسئلة مبدئية عن نشأة الكون ومصيره، وعن الحياة وتطورها واحتمالات وجودها فى أماكن أخرى من الكون. هذا النوع من النشاط أحاط به ومازال جدل واسع،

بسبب تكلفته الباهظة، ولاسيما عندما يخرج من إطاره الفكرى إلى مجال التطبيق العملى.

٣-١ الإطار العام لبرنامج الفضاء العالمى وأهدافه

يركز البرنامج العالمى للبحوث والتطوير فى مجال الفضاء على عدد من المهام والأهداف الأساسية:

- مهمة إلى كوكب الأرض Mission to Planet Earth: تركز على مراقبة كوكب الأرض، وملاحظة التغيرات التى تطرأ على بيئته الحيوية، وتسجيل كل ما يتعلق بهذه البيئة من قياسات، بواسطة شبكة من الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية.
- مهمة بعيدة عن كوكب الأرض: وتركز على مهام الاستكشاف البعيد فى الفضاء وخاصة كوكب المريخ، بإرسال المركبات الأتوماتيكية فى البداية بدون الإنسان، وعمل الدراسات اللازمة عن سطحه وبيئته، واختيار أفضل المواقع لهبوط الرواد عليه فى المستقبل.
- بناء محطة دائمة فى الفضاء لعمل الأبحاث اللازمة للحياة فى ظروف الفضاء لفترات طويلة وتدريب الرواد عليها، وتطوير التكنولوجيات اللازمة للحياة على الكواكب البعيدة.
- العودة للقمر للبقاء والإقامة عليه.
- تطوير تكنولوجيا الأقمار الصناعية ووسائل الدفع والإطلاق إلى الفضاء ، مع التركيز على التكنولوجيات المؤدية إلى زيادة أمان هذه النظم وخفض تكلفتها.
- تطوير القاعدة التكنولوجية اللازمة لمواجهة التحديات السابق ذكرها بمحاورها المختلفة.

obeikandi.com

٣-٢ مشاريع الفضاء الكبرى فى القرن الحادى والعشرين

مع بداية القرن الواحد والعشرين سوف يركز برنامج الفضاء الدولى على مشروعين أساسيين:

أ- إقامة مستوطنة بشرية على سطح القمر: هناك أكثر من برنامج أمريكى ويابانى وأوربى لاستكشاف القمر بواسطة المركبات الفضائية بغرض تسجيل معلومات شاملة عن تربته، ودرجة حرارة سطحه، والرياح الشمسية، والأشعة الكونية. وينسق الأمريكيون واليابانيون معا لعمل تصميمات من مواد جديدة لبناء مستعمرات قمرية فى المستقبل.

ب- استكشاف المريخ وهبوط الإنسان على سطحه: ويرتبط ذلك بقضية البحث عن الحياة خارج الأرض، فهناك احتمال معقول أن الماء والحياة قد وجدت على سطح المريخ فى وقت ما. وتمتلك الولايات المتحدة وأوربا واليابان رؤية واضحة لما يجب عمله بصورة منفردة أو جماعية بالنسبة للمريخ.

٣-٣ الدروس المستفادة من تجارب الدول الصاعدة فى مجال الفضاء

يأتى بعد الولايات المتحدة وروسيا وأوروبا مجموعة من الدول الصاعدة فى مجال الفضاء تتكون من اليابان والصين والهند والبرازيل وإسرائيل. ويمكن أن نستخلص من تجارب تلك المجموعة الأخيرة عددا من الدروس المستفادة والخطوط الإرشادية لفهم الكيفية المناسبة للدول النامية لاقتحام ذلك المجال الصعب والمكلف:

- وجود وعى مرتفع بأهمية تكنولوجيا الفضاء ودورها فى دعم عملية التنمية وتحقيق الأمن العسكرى.
- الاهتمام بإعداد الكوادر الفنية والعلمية فى معاهد ومؤسسات الدول المتقدمة، ثم الاستفادة منهم بعد ذلك من خلال برنامج واضح على المستوى القومى.

- التركيز على التعاون الخارجى مع الدول ذات الخبرة فى مجال الفضاء ووضع استراتيجية لنقل التكنولوجيا من خلال المشاريع المشتركة.
- وجود هيكل تنظيمى للمؤسسات التى تعمل فى مجال تكنولوجيا الفضاء فى صورة وكالة أو مراكز بحثية متخصصة مع وجود خطة عامة تحكم عمل هذه المؤسسات وتمويل مناسب.
- ضمان استمرارية العمل فى مواجهة دورات النجاح والفشل التى تواجه عادة مشاريع الفضاء.
- خلق قاعدة عريضة من المتخصصين والارتفاع بمستوى الجانب التعليمى والبحثى ونشر الثقافة الخاصة بالفضاء على مستوى التعليم الثانوى والجامعى.
- إنشاء مراكز تجريب واختبار قومية للمساعدة فى تطوير التكنولوجيات الأساسية الضرورية لبناء النظم الفضائية.
- مشاركة العالم فى برامجه ومشاريعه الفضائية، والتواجد النشط فى المؤتمرات والمنتديات الدولية.

٣-٤ النشاط المصرى فى مجال الفضاء-التحديات

يواجه النشاط المصرى فى مجال الفضاء خمسة تحديات رئيسية: التحدى الأول مرتبط بقضية البحث العلمى والتطور التكنولوجى وتخلف مصر بشكل عام عن كثير من الدول النامية فى هذا المضمار برغم المطالب الاقتصادية والأمنية. التحدى الثانى ينشأ من ضعف الوعى العام بما يجرى على مستوى العالم فى مجال الفضاء. التحدى الثالث مرتبط بأولويات التمويل والإنفاق، والنظر إلى مجالات أخرى على أنها أولى بالاهتمام إذا ما قورنت بالإنفاق على هذا النشاط المكلف. التحدى الرابع متصل بضعف التنسيق العربى والإقليمى فى

obeikandi.com

مجال التعاون التكنولوجى الذى يتطلب حشدا بشريا وإنفاقا ماليا عاليا، مع وجود تهديد حقيقى ناشئ من وجود فجوة واسعة بيننا وبين إسرائيل فى مجال الفضاء وتطبيقاته العسكرية. التحدى الخامس يتمثل فى الحظر التى تفرضه الدول المتقدمة على تكنولوجيا الصواريخ والأقمار الصناعية وباقى التطبيقات الفضائية.

٣-٥ البنية العلمية والبحثية والتكنولوجية والصناعية المتوفرة

يوجد فى مصر بنية علمية وبحثية وتكنولوجية وصناعية مناسبة يمكن أن تمثل بداية جيدة لإقامة مشروع طموح فى مجال الفضاء:

- على المستوى العلمى والأكاديمى يمكن أن تشارك كليات الهندسة والمعاهد التكنولوجية وكليات العلوم وكثير من الكليات الأخرى المتخصصة فى كثير من الأبحاث الأساسية المتخصصة فى مجال الفضاء. وبشكل خاص نشير إلى الكلية الفنية العسكرية حيث تغطى تخصصات الدراسة داخلها مجالات الصواريخ والطيران والوقود الصاروخى والتوجيه والتحكم والرادار والطاقة وغير ذلك من التخصصات التى يمكن أن تساهم بشكل مباشر فى بحوث الفضاء. وهناك أيضا قسم الطيران والفضاء بكلية الهندسة جامعة القاهرة.
- على المستوى البحثى هناك قاعدة واسعة لإجراء البحوث الأساسية فى وزارة البحث العلمى، وفى القوات المسلحة، وبعض المراكز التابعة لوزارة الصناعة، وفى وزارة الإنتاج الحربى، والهيئة العربية للتصنيع. وفى مجال البحوث الفلكية يوجد فى مصر "معهد البحوث الفلكية والجيوفيزيقية" التابع لأكاديمية البحث العلمى ويتبعه مراصد فلكية فى حلوان والقطامية.
- على المستوى الصناعى يوجد فى مصر قاعدة جيدة من الإمكانات الصناعية المتنوعة والمتقدمة فى كل من الهيئة العربية للتصنيع والإنتاج الحربى

وبعض الوحدات الصناعية التابعة للقوات المسلحة. والصناعة الحربية فى مصر تمتلك خبرة جيدة فى الصناعات الدقيقة والصناعات الميكانيكية، والإلكترونية، وصناعة وقود ومحركات الصواريخ، وكثير من المعامل المتخصصة وقواعد الاختبار.

وبشكل عام فإن تلك القاعدة مع بعض الدعم والتطوير المخطط يمكن أن تستجيب للتحديات التى يمكن أن يطرحها مشروع مصرى متوازن للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء.

٣-٦ تشكيل مجلس أعلى لبحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء

قامت مصر مؤخرا فى سنة ١٩٩٨ بتشكيل "مجلس لبحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء" تحت مظلة أكاديمية البحث العلمى بهدف "امتلاك القدرة العلمية والتكنولوجية فى مجالات علوم الفضاء، واستخدام التطبيقات الفضائية لأغراض التنمية بشكل مكثف". وتستهدف استراتيجية مصر فى مجال الفضاء، طبقا لقرار إنشاء المجلس، والتى تمت مناقشته بوزارة البحث العلمى فى ديسمبر ١٩٩٦ بتكليف من مجلس الوزراء، تصنيع وإطلاق قمر صناعى للاستشعار عن بعد مع المشاركة فى عمليات التطوير والتصنيع ونقل تكنولوجيا الفضاء والأقمار الصناعية. ويضم مجلس بحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء أربع شعب:

- شعبة الاستخدام السلمى للفضاء والدراسات الاستراتيجية.
- شعبة تكنولوجيا الفضاء والمركبات الفضائية
- شعبة تكنولوجيا الاستشعار وتطبيقات التقنيات الفضائية
- شعبة علوم الأرض والتغييرات المناخية

ويهدف مجلس بحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء إلى تحقيق عدد من الأهداف القومية:

(١) إنشاء وكالة مصرية للفضاء الخارجى.

(٢) تصنيع وإطلاق منظومة من الأقمار الصناعية (قمر للاستشعار، قمر للاتصالات، قمر للإذاعة والتليفزيون).

(٣) تنمية الكوادر البشرية والبحثية والصناعية والمعلوماتية فى مجال الفضاء.

وقد قامت مصر فى ٢٨ إبريل ١٩٩٨ بإطلاق قمر الإعلام المصرى الأول "نايل سات" بعد أن تم التعاقد مع شركات "ماترا-ماركونى" الفرنسية المتخصصة فى بناء الأقمار الصناعية لبناء قمرين أطلق أحدهما بواسطة الصاروخ الأوربى "إيريان ٤" من قاعدة "كورو" فى جزيرة جوايانا الاستوائية، وقد أطلق الثانى "نايل سات ١٠٢" فى ١٤ أغسطس ٢٠٠٠.

٣-٧ المراحل المتوقعة لتطور تكنولوجيا الفضاء فى مصر حتى سنة ٢٠٢٠

من المتوقع أن يمضى المشروع المصرى للفضاء من خلال المراحل الآتية:

- **من سنة ٢٠٠٠ إلى سنة ٢٠٠٥**

- إقرار استراتيجية عامة للعمل فى مجال الفضاء وتحديد الأهداف ووضع برنامج زمنى للتنفيذ.

- وضع وتنفيذ برنامج لتطوير التكنولوجيات الأساسية محليا فى مجال الفضاء.

- وضع وتنفيذ برنامج لنقل بعض التكنولوجيات الحرجة من الخارج.

- وضع استراتيجية للتعاون الدولى فى مجال الفضاء للأغراض السلمية.
- وضع الهيكل التنظيمى لوكالة فضاء المصرية وتأهيل كوادرها الفنية.
- استكمال وبناء بعض المعامل المتخصصة التابعة لوكالة الفضاء.
- وضع المواصفات الفنية لمشروع قمر صناعى تجريبى للاستشعار عن بعد.
- البدء فى أعمال التصميم والتصنيع واختبار المكونات.
- البدء فى تنفيذ مشروع فضائى (قمر صناعى للاستشعار أو الاتصالات) للأغراض التجارية بالتعاقد مع طرف أجنبى مع وجود طاقم عمل مصرى فى كل التخصصات.

- **من سنة ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٠**

- يمكن أن تشهد هذه الفترة إطلاق أول قمر صناعى بمشاركة مصرية بواسطة صاروخ إطلاق أجنبى.
- امتلاك القدرة على تعميق التصنيع للمكونات الأساسية الداخلة فى تصنيع الأقمار الصناعية.
- إطلاق أول قمر صناعى تجريبى مصمم ومصنع فى مصر بواسطة وسيلة إطلاق أجنبية.
- العمل فى تطوير وسيلة إطلاق مصرية.
- الاشتراك فى بعض المشروعات الفضائية مع بعض المنظمات الإقليمية الخارجية.
- تشكيل منظمة عربية فى مجال الفضاء.

obeikandl.com

- **من سنة ٢٠١٠ إلى ٢٠٢٠**

- دخول مصر مجال التعاون الدولى والإقليمى الواسع فى مجال الفضاء واشتراكها فى بعض المشروعات الدولية.
- امتلاك مصر لوسيلة إطلاق للمركبات الفضائية أو اشتراكها فى تطوير تلك الوسيلة على المستوى الإقليمى.
- قيام صناعة للتطبيقات الفضائية فى مجال الاتصالات والاستشعار عن بعد على المستوى الإقليمى مع وجود مشاركة مصرية ملموسة.

(٤) تكنولوجيا المواد الجديدة :

تهدف هذه الدراسة إلى استشراف آفاق وإمكانات تطور تكنولوجيا المواد فى مصر. لقد تحقق خلال الربع الأخير من القرن العشرين طفرة هائلة فى تكنولوجيا المواد نتيجة للنشاط البحثى المستمر فى مجال "هندسة المواد"، أدت إلى تطوير مواد هندسية جديدة تتصف بمستويات أداء عالية، استجابة للمتطلبات المتزايدة لصناعات الطيران والفضاء، ولبناء أجيال جديدة من الأسلحة المتطورة، ثم انعكس أثرها بعد ذلك على معظم أنشطة الإنتاج المدنية المتنوعة.

٤-١ التطور الحالى فى تكنولوجيا المواد على المستوى العالمى

يعكس الموقف الحالى على المستوى العالمى تقدما واضحا فى تكنولوجيا المواد، يتمثل فى تخليق مواد جديدة لم تكن موجودة من قبل، ساهمت فى تحقيق قفزات ملموسة فى أداء النظم وقدرتها على العمل بدون مشاكل، وتقليل إضرارها بالبيئة؛ وفى السنوات الأخيرة تركز الاهتمام على خفض تكلفة الحصول على تلك المواد. سوف يشهد القرن القادم إمكانية تخليق المواد حسابيا على الكومبيوتر، والتدخل على المستوى الذرى والجزيئى لبناء مواد تلائم

تطبيقات ووظائف محددة. المواد الجديدة سوف تكون قابلة للبرمجة لتأدية وظائف متعددة، وسوف تكون قادرة على تغيير الشكل والخصائص الميكانيكية والكهربية والمغناطيسية والضوئية والصوتية حسب الطلب.

بالنسبة للمواد المعدنية أدى التطور إلى ظهور سبائك جديدة ذات كثافة منخفضة، ولها قدرة على العمل فى ظروف تشغيل غير عادية، كما فى محركات الطائرات والمركبات الفضائية، والأنواع الحديثة لمحركات السيارات، ووحدات توليد الطاقة. ويتجه البحث حاليا إلى سبائك تستطيع العمل مع الهيدروجين والأكسوجين فى حالتهما السائلة والذرية لفترات طويلة، بالإضافة إلى قدرتها على تحمل الأحمال الميكانيكية والحرارية المرتفعة. وبالنسبة للمواد السيراميكية اتجهت أنشطة التطوير إلى معالجة جوانب القصور الموجودة فيها مثل قابليتها للكسر وصعوبة إحداث تغيير فى شكلها باستخدام أدوات القطع أو الثقب، وكذلك تطوير طرق للتصنيع يمكن من خلالها الوصول إلى الشكل النهائى للأجزاء بدون استخدام طرق الصب التقليدية. وبالنسبة للمواد المركبة تتجه البحوث الحالية إلى محاولة خفض تكلفة تصنيعها.

ولقد تحقق من خلال البحوث الجارية تطوير مواد جديدة للعمل فى درجات الحرارة العالية، مثل المواد المركبة ذات الوسط السيراميكى أو المعدنى، ومادة الكربون-كربون، وأنواع جديدة من الطلاء لحماية أجزاء المحركات الداخلية، ومواد التزييت والتشحيم الصلبة المقاومة للاحتكاك عند درجات الحرارة العالية، والمواد الذكية التى تحتوى بداخلها على مستشعرات ومشغلات ونظم تحكم إلكترونية أو ذاكرات مغناطيسية، وكذلك المواد القابلة للنفخ أو الطى والفرد لاستخدامها فى نظم الاتصالات والطاقة والتصوير فى الأقمار الصناعية. كما حدثت طفرة فى "التصنيع الذكى" للمواد، واستخدام تكنولوجيا "النانو"، والمواد المخلقة حسابيا. ومن المتوقع أن يشهد القرن الواحد والعشرون موادا جديدة يتم

تخليقها بواسطة تكنولوجيا "البيوميمتك" محاكية فى تركيبها وطريقة تخليقها للمواد الموجودة فى النظم البيولوجية الحية.

٤-٢ الموقف الحالى لتكنولوجيا المواد فى مصر

تعتبر مصر بصفة عامة دولة مستوردة للمواد الهندسية ذات الخصائص والمواصفات العالية. ويتركز الإنتاج المحلى فى المواد المعدنية مثل الحديد والنحاس والرصاص والألومنيوم من النوعية المناسبة لأعمال البناء وتصنيع بعض أنواع الأدوات المنزلية. أما المواد اللازمة لبناء النظم الهندسية المعرضة لأحمال ميكانيكية وحرارية عالية فيتم استيرادها من الخارج لصالح قطاع الصناعة والنقل (السكة الحديد، وترسانات السفن، وورش السيارات) والبترول وقناة السويس ..الخ. ولقد ظهر الاحتياج للمواد المتقدمة تكنولوجيا والقادرة على العمل فى ظروف تشغيل خاصة عندما تبنت مصر عددا من برامج الطاقة النووية والتسليح المتطور خلال فترة الستينات وما بعدها، وفى إطار تلك البرامج تم استيراد الخامات المعدنية ذات المواصفات الخاصة مثل سبائك الحديد-النيكل، وسبائك الألومنيوم من الخارج. وفى إطارها أيضا ظهر الاهتمام بشكل محدود بالمواد المركبة المتقدمة خصوصا المعتمدة على الألياف الزجاجية، وتكونت بعض الخبرات المحلية صغيرة العدد فى مجال التصنيع والاختبار. وبالنسبة لمواد البلاستيك فقد انتشر إنتاجها على نطاق واسع لتغطية تطبيقات تجارية ذات مستوى تكنولوجى منخفض مع استيراد معظم الخامات الأولية من الخارج. وبالنسبة للمواد السيراميكية فقد انتشر إنتاجها منذ زمن بعيد، وتوجد لها صناعات قديمة مقارنة بباقى أنواع المواد الأخرى. وتنتج المواد السيراميكية فى صورة زجاج ومواد بناء ومواد حرارية لصناعة الأفران وصهر المعادن.

٤-٣ الظروف المحلية المؤثرة وإمكانية إحداث طفرة تكنولوجية فى مجال المواد

لا يوجد حتى الآن على المستوى القومى برنامجا متكاملا لتطوير تكنولوجيا المواد والخامات الهندسية المتقدمة محليا لتقليل استيرادنا لها، وتعميق التصنيع المحلى، وتحسين نوعية المنتج المصرى وقدرته على المنافسة؛ برغم تزايد الاحتياج لتلك النوعية من المواد للتطبيقات العسكرية والبرامج الخاصة بالفضاء. وهناك عدد من الاعتبارات تجعل من تكنولوجيا المواد الجديدة أحد المجالات المرشحة لإحداث طفرة تكنولوجية محلية فيها:

أ- المواد الجديدة تعتبر لبنة أساسية للتطور التكنولوجى فى مجال الفضاء، والطاقة النووية والتقليدية والمتجددة، والإلكترونيات، والبحوث البيولوجية والطبية، والاتصالات والمواصلات ..الخ.

ب- الأهمية المتزايدة للمواد الجديدة فى مجال الدفاع والأمن القومى.

ج- تزايد الاعتماد بدرجة كبيرة على المواد الجديدة فى الصناعات المدنية.

د- وجود ثروة كبيرة من الخامات الأساسية فى مصر يمكن الاعتماد عليها فى قيام برنامج طموح لتطوير مواد جديدة تغطى احتياجاتنا المحلية المختلفة والتصدير إلى الخارج.

هـ- وجود مشاريع قومية طموحة فى مصر للتوسع الجغرافى سوف تتطلب نشاطا بحثيا مكثفا فى مجال الطاقة والمياه والبناء والتعمير معظمها سوف يحتاج إلى مواد لها خصائص متميزة من ناحية الأداء و التكلفة.

و- التحول التدريجى للاعتماد على الغاز كوقود فى الصناعة وفى السيارات والاحتياج المتزايد لمواد خاصة تناسب هذا التحول.

ط- الجهد المصرى فى مجال المواد الجديدة يجب ألا يصب فقط فى اتجاه الوفاء بالاحتياجات المحلية، ولكن من المهم أيضا أن يعكس قدرا من المشاركة فى النشاط العالمى فى هذا المجال.

٤-٤ المجالات ذات الأولوية فى تطوير تكنولوجيا المواد

أ- المواد المركبة بأنواعها المختلفة ذات الوسط المعدنى والسيراميكى والبوليمرى.

ب- المواد المعدنية: توجد حاليا وحدة جديدة فى مرحلة الإنتاج الابتدائى ملحقة بمصنع ١٠٠ الحربى التابع للهيئة القومية للإنتاج الحربى، تنتج كميات صغيرة من الصلب عالى الجودة للاستخدامات الهندسية والعسكرية. ومن المتوقع أن يتطور ذلك إلى تنشيط البحوث فى مجال تطوير السبائك المعدنية بأنواعها المختلفة وإنتاجها بكميات تناسب الاحتياجات الداخلية.

ج- المواد السيراميكية : للاستخدامات الحرارية، وتصنيع الإلكترونيات، والزجاج المستخدم فى صناعة البصريات والليزر، والمواد المستخدمة فى صناعة أدوات القطع بأنواعها المختلفة Cutting Tools.

٤-٥ السياسات والآليات اللازمة لإحداث تطوير تكنولوجى فى مجال المواد

فى هذا الإطار تتضمن الدراسة استراتيجية عمل لتطوير تكنولوجيا المواد فى مصر تقوم على المحاور الآتية:

أ- عمل الدراسات اللازمة عن الخامات الأساسية المتوفرة محليا والمطلوبة لصناعات المواد الجديدة.

ب- تطوير المؤسسات العاملة فى مجال المواد الجديدة والتنسيق بينها، وإنشاء معامل للقياس والفحص والاختبار، ومعاهد للتدريب.

جـ- التخطيط لإقامة صناعات أساسية تخدم برامج تطوير المواد الجديدة، مثل صناعة الألياف، والراتنجات، والمواد الأساسية للخلايا الشمسية، والسبائك المعدنية الجديدة، وعمل دراسات للتكلفة الاقتصادية وحجم السوق ومتطلباته.

د- تبنى حزمة من المشاريع التطبيقية الرائدة فى مجال المواد الجديدة Technology Demonstration Projects يمكن تمويلها بواسطة القطاع الخاص وبدعم من الدولة مثل:

المكونات الإلكترونية، والخلايا الشمسية، هياكل ومحركات السيارات، هياكل الطائرات الخفيفة، أوعية الضغط العالى للغاز الطبيعى، مواد البناء، تحلية وتنقية المياه، المواد الطبية والبيولوجية، توليد الطاقة، التطبيقات العسكرية..الخ

هـ- التعليم والتدريب: تطوير برامج التعليم العام والفنى والجامعى بالنسبة لعلوم المواد، وتأهيل القوة البشرية اللازمة فى الصناعة والخدمات، واستكشاف إمكانات التعاون الدولى فى نقل التكنولوجيا، والتعليم والتدريب، والبحوث ومشاريع الاستثمار المشتركة.

٤-٦ المعالم الرئيسية لتطور تكنولوجيا المواد فى مصر حتى سنة ٢٠٢٠

هناك درجة عالية من الوعى بأهمية تطوير تكنولوجيا المواد يمكن أن نلحظه على مستوى الحكومة، وأكاديمية البحث العلمى، والإنتاج الحربى، والصناعة، والجامعات:

- بالنسبة **لأكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا** يتم إجراء بحوث متنوعة فى مركز بحوث الفلزات والمركز القومى للبحوث.
- تحت مظلة أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا تشكلت فى عام ١٩٩٥ "**اللجنة القومية لتكنولوجيا المواد الجديدة والمتقدمة**" من مجموعة من علماء الجامعات ومراكز البحوث والصناعة والمتخصصين فى مختلف فروع المواد الجديدة والمتقدمة.
- على **مستوى الهيئة العربية للتصنيع** هناك اهتمام بإنتاج وتطوير المواد المركبة القائمة على الألياف الزجاجية، مع توفر وحدات إنتاج ووسائل تقييم وقياس.
- على مستوى **وزارة الإنتاج الحربى** هناك مصنع للصلب المخصوص بمصنع ١٠٠ الحربى بدأ إنتاجه بالفعل بشكل محدود وسوف يتطور فى المستقبل ليصبح مركزا لإنتاج أنواع متنوعة من السبائك المتطورة.
- **فى الجامعات** هناك اهتمام على المستوى التعليمى والبحثى بالمواد الجديدة وتطبيقاتها المختلفة مع التركيز على الجانب النظرى لعدم توفر الإمكانات المعملية المناسبة لتلك النوعية من التطبيقات.
- بالإضافة إلى ما سبق يعكس مشروع "**معهد تكنولوجيا المواد الجديدة والتطبيقات التكنولوجية**" الجارى إنشاؤه حاليا داخل مدينة مبارك للأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية اهتمام الدولة ووزارة البحث العلمى بوجود مركز لتكنولوجيا المواد.
- **وعلى مستوى الحكومة** : تضمن قرارها الخاص فى يوليو ١٩٩٩ بتشكيل مركز تنفيذى لنقل التكنولوجيا يتبع مجلس الوزراء على تكنولوجيا المواد من بين ستة مجالات أخرى تكون موضع اهتمام المركز المذكور.

فى إطار ما سبق، يمكن تصور المعالم الرئيسية لمراحل التطور المتوقع فى تكنولوجيا المواد على المستوى القومى كالآتى:

- **الفترة من سنة ٢٠٠٠ إلى سنة ٢٠٠٥ :**

- وضع استراتيجية عامة وبرنامج عمل قومى لتطوير تكنولوجيا المواد فى مصر على المستوى البحثى والصناعى والتعليمى والاقتصادى يحدد فيها دور الدولة والقطاع الخاص والاستثمار فى مصر.
- وضع استراتيجية للتنسيق على المستوى الإقليمى والعربى للبحث والتطوير والتصنيع بالنسبة للمواد الجديدة.
- الانتهاء من إنشاء "معهد تكنولوجيا المواد" بمدينة مبارك العلمية وتزويده بالباحثين المؤهلين والمعامل، ووحدات الإنتاج البحثية.
- عمل قواعد البيانات الضرورية للتخطيط فى مجال تكنولوجيا المواد وخصوصا ما يتعلق بالإمكانات البشرية والمعملية والطاقات المتوفرة فى مراكز البحوث والصناعة.
- التوسع فى وحدات إنتاج المواد المعدنية المتقدمة على مستوى الإنتاج الحربى والقطاع الخاص.
- إنشاء معامل مركزية متطورة للمواد مهمتها خدمة البحث والتطوير والصناعة.
- تطوير مناهج التعليم فى الجامعات فى مجال تكنولوجيا المواد، وتوجيه الدراسات العليا للبحث فى تطوير مواد جديدة والتطبيقات المرتبطة بها.
- النهوض بأنشطة التأليف والكتابة والترجمة وتبسيط العلوم فيما يختص بعلم وهندسة المواد بهدف زيادة الوعى بالدور الاستراتيجى والاقتصادى للمواد الجديدة والمتقدمة.

- الانتهاء من الدراسات الخاصة بالخامات المحلية وبدء تنفيذ خطط الاستثمار لاستغلال تلك الخامات.
- بدء عدد من الصناعات الأساسية المغذية لإنتاج المواد الجديدة فى إطار الاحتياجات العامة للدولة فى المجالات المختلفة وإمكانات التصدير للخارج.

- **الفترة من سنة ٢٠٠٥ إلى سنة ٢٠١٠**

- ربط الإنتاج المحلى البحثى والصناعى من المواد الجديدة ببرامج التطوير التكنولوجى الأخرى (الفضاء – الطاقة – صناعات النقل – التوسع العمران – تحلية وتنقية المياه–..الخ).
- الإسهام بشكل فعال على المستوى البحثى والصناعى فى مجالات تكنولوجيا النانو، والمواد الذكية، والمواد فائقة التوصيل للكهرباء، والخلايا الضوئية، والمواد ذات التطبيقات الطبية والبيولوجي.
- تنفيذ عدد من المشاريع التطبيقية للعرض التكنولوجى Technology Demonstration Projects فى مجال المواد المتقدمة طبقا للاحتياجات القومية العامة.

- **الفترة من سنة ٢٠١٠ إلى سنة ٢٠٢٠**

من المتوقع أن يتوقف طبيعة النشاط خلال تلك الفترة على ما تم تحقيقه خلال العشر سنوات الأولى من القرن القادم، وطبيعة العلاقات السياسية والاقتصادية والتكنولوجية السائدة، والمدى الذى وصل إليه التنسيق والتعاون على المستوى العالمى والإقليمى.

(٥) تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات :

٥-١ مقدمة عامة

يتسم عقد التسعينات والعقود التى تليه فى بداية القرن الواحد والعشرين بظهور صيغ جديدة تحكم عمل المؤسسات المختلفة والتى يمكن تلخيصها فى الآتى:

زيادة إنتاجية العاملين فى تكنولوجيا المعرفة وتكنولوجيا الخدمات - أهمية التركيز على الجودة - المرونة وسرعة الاستجابة - العولمة - إمكانية الاعتماد على مصادر خارج المؤسسة سواء داخل الوطن أو خارجه - الشراكه بين المؤسسات المختلفة - الاهتمام بالمسئولية الاجتماعية والبيئة.

٥-٢ إطار تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات

تشتمل تكنولوجيا المعلومات على نظم الحاسبات بأنواعها وشبكات الحاسبات ومكوناتها وهياكلها المختلفة سواء كانت شبكات محلية أو عالمية. هذا بالإضافة إلى أجهزة تخزين البيانات والأجهزة المساعدة الأخرى. وتعتبر برمجيات نظم التشغيل وإدارة قواعد البيانات وإدارة الشبكات ولغات البرمجة المختلفة جزءا أساسيا من هذه التكنولوجيا.

وتطبيقات تكنولوجيا المعلومات والتى تركز أساسا على نظم المعلومات والمعرفة تشتمل على: نظم المعلومات الموزعة - نظم الإنتاج المتكاملة الذكية - النظم المبنية على المعرفة وعلى الأخص الترجمة الآلية - نظم الحقيقة الظاهرية - نظم التفاعل مع الحاسبات والشبكات وعلى الأخص استخدام اللغة العربية نصا ونطقا.

وتشتمل تكنولوجيا الإلكترونيات وعلى الأخص الإلكترونيات الدقيقة على ما يلى: النظم المدمجة – النظم الإلكترونية والضوئية – الأجهزة الإلكترونية – الوحدات البنائية الأساسية – الدوائر المتكاملة والمكونات الإلكترونية الدقيقة – تكنولوجيا المواد.

٥-٣ السياسات العامة لبعض التجمعات الدولية

ركزت خطة البنية القومية الأساسية للمعلومات بالولايات المتحدة الأمريكية على خمسة محاور أساسية هى: إتاحة الاتصال العالمى والوصول إلى الخدمات – الخصوصية والأمان – الملكية الفكرية – التعليم والتعلم مدى الحياة – التجارة الإلكترونية.

كذلك ركز الاتحاد الأوروبى على محورين رئيسيين هما التجارة الإلكترونية والتعاون الدولى الذى يمكن أن يصاحب ذلك. وقد حدد عشرة تطبيقات تكون ركيزة لإنشاء مجتمع المعلومات وهى: العمل عن بعد – التعلم عن بعد – إنشاء شبكة متطورة للجامعات والمراكز البحثية – تكامل خدمات الاتصالات والمعلومات لدول الاتحاد – إنشاء طرق المعلومات للمدن الأوروبية المختلفة.

هذا بالإضافة إلى وجود إطار سياسات لتجمعات دولية أخرى.

٥-٤ التطورات المستقبلية فى تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات

اشتملت هذه التطورات على الموضوعات التالية: المكونات الإلكترونية والضوئية والحيوية – الحاسبات والنظم المدمجة والأجهزة المساعدة – شبكات المعلومات وعلى الأخص شبكة الإنترنت ومشروع إنترنت -٢ – بعض تطبيقات الشبكات فى التعليم والتعلم والمكتبات الإلكترونية ونظم الرعاية الصحية – الهيكل التنظيمى الجديد للمؤسسات – البرمجيات أو المكونات اللينة.

٥-٥ الوضع فى بعض الدول

تم استعراض سياسات بعض الدول وتقدمها فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات وهى الصين والهند وإسرائيل. وقد أشتمل هذا الجزء على بعض الإحصائيات التى تشتمل على الإنفاق على البحوث والتطوير - تطور الإنتاج فى بعض المجالات - الموارد البشرية المتاحة - الإنفاق على تكنولوجيا المعلومات مقارنا ببعض الدول الأخرى.

٥-٦ التحديات التى تواجه مصر

أشتمل هذا الجزء على الاعتبارات الخاصة بوضع سياسة تفصيلية فى هذا المجال والمقومات المطلوبة لدعم التنافسية مثل مستوى التدريب والبحث والتطوير ودور الجامعات.

٥-٧ اعتبارات تطوير تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات فى مصر

حظى هذا الجزء بقدر كبير من التفصيل نظرا لأهميته القصوى وقد تم التركيز على ثلاثة مجالات أساسية هى : المعلوماتية شاملة نظم الاتصالات والشبكات - النظم والنبائط والمكونات والمواد الإلكترونية والضوئية - الحاسبات المتقدمة مثل الحاسبات الكمية والحيوية. ونظرا لأهمية المجال الأول وعلى الأخص فى بداية فترة الدراسة من القرن الحادى والعشرين فقد تم عرضه بالتفصيل حيث تم تقسيمه إلى عدة مجالات فرعية هى:

المكون المنظومى - المكون الجامد - المكون اللين - المكون الشبكى - المكون المعلومات والمعرفى - المكون البشرى - البنية الأساسية - التطبيقات القومية - النواحى الإيكولوجية - النواحى الاقتصادية - اعتبارات نقل التكنولوجيا.

وقد تمت مناقشة المكون المنظومى والمكون اللين والمكون البشرى بإسهاب كبير نظرا لأهميتها الكبيرة.

٥-٨ البنية المطلوبة لمنظومة العلم والتكنولوجيا

أشتمل هذا الجزء على عرض للاعتبارات الخاصة بهيكل البنية وبعد ذلك تم عرض الهيكل العام لها. وتلى ذلك التفاصيل الخاصة بمجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات والتى اشتملت على الآتى:

- الخطة التجريبية لتكنولوجيا المعلومات.
- خطة تكوين الكوادر البشرية المطلوبة لتنفيذ الخطة التجريبية.
- إنشاء كيان قومى لتصميم وتنفيذ البرمجيات الأساسية.
- إنشاء معهد قومى لتطوير تكنولوجيا المعلومات.
- خطة تكنولوجيا شبكات الحاسبات ونقل المعلومات.
- نظم المعلومات والمعرفة.
- البحث العلمى والتطوير.

٥-٩ النموذج المتكامل للإستراتيجية القومية ومتابعة تنفيذها فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات

يتعلق هذا الجزء بالإطار العام للنموذج المتكامل للإستراتيجية القومية فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات ويشتمل على الآتى:

- أهمية وضع إستراتيجية مصرية للمعلوماتية.
- الأهداف العامة للإستراتيجية المصرية.
- تشكيل جهاز صياغة الإستراتيجية.

obeikandl.com

- متابعة تنفيذ الإستراتيجية.
- الأماكن التى ستساهم فى المراحل المختلفة من تنفيذ الإستراتيجية.
- الإمكانيات المادية والبشرية المطلوبة للتنفيذ.
- تقييم تنفيذ الإستراتيجية.

(٦) العلوم الأساسية ودعم التطوير التكنولوجى:

٦-١- الإطار العام للحالة الراهنة - مشروع العلم والتكنولوجيا

هناك أساسيات ضرورية للسياسات العلمية والتكنولوجية. كما أن هناك أربع محصلات أساسية للمشروع العلمى تتطلب التقوية إذا كان لنا أن نؤكد نجاحها فى القرن الحادى والعشرين وعليه تحقق الأهداف لتحسين الحياة والصحة لكل الناس وهى:

أولا : ضمان تدفق الأفكار الجديدة - فالأفكار العلمية الجديدة تشكل أساس المشروع البحثى وبدونها تختنق التنمية وينهار الاقتصاد .

وتشمل العناصر التالية :

١- الاستثمار فى البحوث الأساسية.

٢- دور الباحث الفرد فى مشروع البحث.

٣- تحفيز الابتكار فى البحوث الأساسية.

٤- الحفاظ على التنوع فى حقيبة البحوث الأساسية.

٥- العلم للمجتمع.

٦- زيادة كفاءة وفعالية المراكز البحثية القومية.

٧-زيادة المحاسبية للحكومة: المراكز البحثية الحكومية خصوصا تلك التى تتابع مهمات البحوث الموجهة - يجب أن تستنبط نظام معيارى معين كأداة لوضع الأولويات والحصول على أكبر عائد من برامج بحوثهم.

٨-ازدياد النجاح من خلال الشراكة البحثية.

٩-الشراكة بين الجامعة والصناعة.

١٠-التعاون الدولى.

ثانيا : دور القطاع الخاص فى المشروع العلمى

إن مشروعا للبحث الأساسى يتسم بالقوة والديناميكة والاستمرارية هو بالقطع أساس للتقدم. ولتحقيق أهداف المجتمع يتوجب على القطاع الخاص القادر على ترجمة الاكتشافات العلمية إلى منتجات وتطور وتنمية أن يتقدم وأن يكون شريكا نشطا فى مشروع العلم والتكنولوجيا. ويجب على شركات التكنولوجيا الحالية أن تعبر فجوة البحث بين العلوم الأساسية وتنمية المنتج إذا أرادت أن تظل على الحد القاطع للصناعة. وهذا النوع من البحوث يسمى "مستوى- بينى mid-level". وهو ضرورى لتحويل نتائج البحوث الأساسية إلى تكنولوجيا بازغة ومن ثم إلى منتج للتسويق. المستوى- البينى من البحوث يجب أن يستمر تنفيذه فى القطاع الخاص. ثمار هذا البحث تكون ملكية خاصة وعليه فالشركة تكون المستفيد الأول أو الوحيد لمنافع أى تكنولوجيات جديدة.

ويمكن أن تبلور مشاركة القطاع الخاص فى النقاط التالية:

١-تمويل الشركات الصغيرة - هذه الشركات يعول عليها على أنها أحد الآمال المرجوة لعبور الفجوة البحثية بين البحوث الأساسية الممولة من الحكومة وتنمية الإنتاج المتابع من الصناعة.

٢- الشراكة لتنمية التكنولوجيا بين الجامعة والصناعة. الشراكة تعنى استحضار عناصر كثيرة لحصة تنمية التكنولوجيا تستهدف اشتقاق نتائج البحوث.

٣- إعلام القطاع الخاص بنتائج البحوث الممولة حكوميا.

٤- حماية الملكية الفكرية.

٥- أهمية الاستثمار على المدى البعيد حيث البحث على المستوى البينى لا يمثل ببساطة تنمية المنتج.

ثالثا : ضمان أن القرارات التكنولوجية المتخذة من رجال الحكومة قد تأسست فى إطار رؤى العلم. العلم والتكنولوجيا يقدمان كثيرا من الأفكار لمنتجات المستقبل ويعملان على التطوير والتحسين فى التصنيع. هما أيضا يمثلان القاعدة لاتخاذ القرارات كمجتمع أو شركات أو كأفراد. يجب أن تكون القرارات المتخذة بواسطة المسئولين والحكام والتى تختص بمواضيع تكنولوجية وتؤثر على المجتمع قد اتخذت بعد استزادة صاحب القرار باستشارة ونصيحة المجتمع العلمى والهندسى.

رابعا : أهمية التعليم. ليس هناك عنصر يوازى أهمية العنصر البشرى فى مشروع البحث والتنمية. التقدم الذى يحمى ويحسن نوعية الحياة أو يساعد فى الأمن ضد قوى العدوان ببساطة لا يقفز صاعدا من الأرضية الفسيحة للاكتشافات العلمية الجديدة. يجب أن توضع نماذج لهذه الاكتشافات وأن تنقى وتوجه بواسطة تنوع غير عادى ومتكامل من البشر المتخصصين الموهوبين. هذا يتأتى من خلال التعليم. الاعتماد على المدارس والكليات والجامعات ليس فقط لتخريج علماء ومهندسين ولكن أيضا لتخريج البشر الذين يلعبون أدوارا لا تحصى ولا تعد فى المشروع العلمى وعلى نفس القدر من الأهمية.

يلى ذلك إلقاء نظرة على المؤشرات العالمية الحالية للعلم فى العالم تشمل الإنفاق العالمى على البحث والتنمية ونسبة إجمالى الإنفاق المحلى على البحث والتنيمة إلى إجمالى الإنتاج المحلى لمجموعات من الدول. بعد ذلك نصل إلى مخرجات العلم والتكنولوجيا وتحتوى النشاط العلمى مقاسا بإنتاج البحوث المنشورة والنشاط التكنولوجى وبراءات الاختراع ثم مقارنة بين الاتحاد الأوروبى والولايات المتحدة واليابان.

بعد ذلك نلقى الضوء على مؤشرات العلم والتكنولوجيا فى الدول العربية حيث مصر هى الدولة المحورية مشيرين إلى الدور المتزايد للقطاع الخاص، والطلبة المسجلين فى العلم والتكنولوجيا، والإنفاق على البحث والتنمية، ومجموع العاملين فى البحث والتنمية، وتوزيع الباحثين فى المجالات المختلفة، والسياسات للبحث والتنمية.

٦-٢ التحديات التى تجابه التطور التكنولوجى فى مصر:

يشتمل على ثلاثة وعشرين نقطة لخصنا فيها هذه التحديات.

٦-٣ المجالات المختارة لإحداث تطوير تكنولوجى :

أولا : تكنولوجيا الليزر

لتكنولوجيا الليزر تطبيقات صناعية وعلمية وتطبيقات فى الطب والنواحى العسكرية نوجزها فيما يلى:

(١) التطبيقات الصناعية والعلمية فى مجالات الصناعات الكهربية، غزو الفضاء، التفاعلات النووية، المدى والتلوث، النطاق الهندسى، نسخ المعلومات، القياسات، علم الطيف، الصناعات الإلكترونية الدقيقة،

السباكة، المواصفات والمقاييس، الاتصالات اللاسلكية، ذاكرة الحاسبات الآلية، الزراعة، الأنواء الجوية، علم الفلك، علم طبقات الأرض.

(٢) أجهزة الليزر للاتصالات بواسطة الألياف الزجاجية.

(٣) تطبيقات الليزر الطبية، الليزرات الطبية، الليزر لجراحات القلب، الأخطار العامة لأشعة الليزر فى الجراحة، الحماية من الأخطار.

(٤) الليزر فى التصوير الشبحى (الهولوجراف).

ثانيا : تكنولوجيا النانو

تكنولوجيا النانو هى ببساطة عبارة عن معالجة بارعة للمادة على المستوى الجزيئى لخلق منتج جديد بالغ الدقة فى أوضاع الذرات المكونة للجزىء. فالمنتجات المصنعة تتكون من ذرات – خواص هذه المنتجات تعتمد على كيفية ترتيب هذه الذرات، فإذا أعدنا ترتيب الذرات فى الفحم الحجرى يمكننا الحصول على الماس.

وتكنولوجيا النانو أو أحيانا تسمى تكنولوجيا النانو الجزيئية أو التصنيع الجزيئى يجب أن تقودنا إلى الآتى:

(١) وضع كل ذرة فى المكان الصحيح.

(٢) عمل أى تركيب بحيث يكون متوافقا مع قوانين الفيزياء والكيمياء.

(٣) أن تكون تكاليفه الصناعية لا تتعدى تكاليف المواد الخام والطاقة.

تكنولوجيا النانو تمثل الثورة التكنولوجية القادمة التى سيكون لها تأثيرات على كل مناحى حياتنا. ويزداد الإجماع من متخصصى البيئة ومخططى النواحى العسكرية إلى أن البناء من الجزيئات إلى التصنيع الجزئى سيغير من عالمنا المعاصر.

وهناك ثلاثة أنواع من تكنولوجيا النانو:

الأول : وهو تكنولوجيا النانو الرطبة – وتختص بدراسة بيولوجيا الكائنات الحية مثل الإنزيمات والأغشية الحيوانية أو النباتية.

الثانى: هو تكنولوجيا النانو الجافة – والتى قاعدتها الكيمياء الفيزيائية وعمل تركيبات فى الكربون ومواد غير عضوية أخرى وهدف آخر من تكنولوجيا النانو الجافة هو تطوير تركيبات تكون لها خصائص التجميع الذاتى (التركيب الذاتى) لعمليات تكنولوجيا النانو الرطبة.

الثالث: هو تكنولوجيا النانو الحسابية التى تسمح بعمل تركيبات قياس نانو ذات قدرات حسابية.

استخدامات متوقعة لتكنولوجيا النانو سوف تكون فيما يلى:

(١)الطاقة الشمسية: تكنولوجيا النانو يمكن أن تجمع الخلايا الشمسية بشكل أكثر كفاءة وتجعل تكاليف صنعها أقل.

(٢) الرعاية الطبية – ابتكار أجهزة طبية حديثة.

(٣) تطهير التربة.

(٤) تطهير الجو.

(٥) تصميم حواسب آلية مما يطلق عليها سوبر كمبيوتر فى أحجام صغيرة جدا.

مجال علم وتكنولوجيا التركيب النانومترى قد نما بسرعة فى السنوات القليلة الماضية حيث تحقق خلق مواد وأجهزة جديدة ذات مقياس نانومترى يمكن لها أن تكون ذات خواص جديدة ومحسنة.

obeikandl.com

بينما كثير من مظاهر هذا المجال كانت موجـــودة قبـــل أن يصبـــح علـــم وتكنولوجيا التركيب النانومترى كيانا محددا فى العقد الماضى فلقد أصبح مجـــالا مترابطا من خلال السعى لحشد ثلاثة تيارات تكنولوجية مهمة:

(١) ضبط جديد ومحسن لحجم ومعالجة بناء كتل ذات مقياس نانو.

(٢) توصيف جديد ومحسن للمواد ذات المقياس النـــانو (الانحـــلال المكـــانى، الحساسية الكيميائية).

(٣) فهم جديد ومحسن للعلاقات بين التركيب النانو والخواص وكيفية هندستهم.

ثالثا : تكنولوجيا الفمتو ثانية

مع النبضات شديدة القصر لشعاع الليزر أصبـــح مـــن الممكـــن ملاحظـــة التغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية بقياس الفمتو ثانية. تجميد الزمن هـــذا قاد إلى اختراعـــات فتحـــت الطريـــق إلـــى زيـــارات جديـــدة داخـــل العـــالم الميكروسكوبى.

التوقعات المرتقبة لتكنولوجيا الفمتو ثانية التى ســـوف تمدنـــا بتكنولوجيـــا صناعية مبتكرة جديدة قائمة على إلكترونيات فائقة السرعة وضوئيـــات كميـــة تحدث فى المدى الزمنى للفمتو ثانية نوجزها فيما يلى:

١- تكنولوجيا ليزر الفمتو ثانية

تشمل تولد النبضة أحادية الدورة، طول موجى جديد لمصدر نبضى فمتـــو ثانية، وتكنولوجيا ضبط وتنظيم نبض فمتو ثانية.

٢- تكنولوجيا مواد الفمتو ثانية

علم المواد والتكنولوجيا المشاركة المتصلة بالمدى الزمنى للفمتـــو ثانيـــة سوف تشكل قاعدة عامة لتكنولوجيا الفمتو ثانية لأنه توجد هناك إمكانيـــات

obeikandl.com

لتحسين نوعية مواد الإلكترونيات والإلكترونيات الضوئية ولتطوير الفيزياء لأجهزة جديدة.

إلكترونيات أشباه الموصلات يجب أن تكون متوافقة ومنسجمة مع تكنولوجيا الإلكترونيات البصرية لكى نحقق ونندرك ونفهم بوضوح الإلكترونيات البصرية للفمتو ثانية. التحليل الديناميكى الإلكترونى والتفاعل الديناميكى بين الفوتونات والإلكترونات فى مواد أشباه الموصلات سوف تجهز القواعد الجديدة لأجهزة إلكتروضوئية فائقة السرعة.

٣- البحث والتنمية لتكنولوجيا النبضات شديدة القصر للإلكترونيات البصرية

٤- البحث والتنمية لتكنولوجيا القياس التطبيقية لنبضات ضوء شديد القصر

٥- مجالات تطبيق متوقعة لتكنولوجيا الفمتو ثانية

تأثير تكنولوجيا الفمتو ثانية سوف يكون فى مدى واسع من الصناعات التكنولوجية. تنمية تكنولوجيا شبكة العمل الضوئية فائقة السرعة سوف تسهم فى تأسيس قاعدة تكنولوجية عامة لمجتمع المعلومات فى القرن الواحد والعشرين. تولد نبضات ضوئية فائقة السرعة سوف يكون مفيدا كوسيلة إمداد مصادر ضوء لشبكات عمل الإرسال. توقع تنمية معلومات البرمجيات المتقدمة المؤسسة على عملية بناء إشارة فائقة السرعة ونظم عمليات. فى علم المواد يتوقع ابتكارات فى التكنولوجيا الأساسية لتقويم ومعالجة الذرات والجزيئات وعمليات المواد غير الحرارية وضبط الـ DAN وخلق مواد جديدة. تنمية نظم تشخيص جديدة للعناية الطبية باستخدام تكنولوجيا نبضة الفمتو ثانية والموجة الكهرومغناطيسية المؤسسة على تكنولوجيا الفمتو ثانية سوف يغطى مدى الطول الموجى بين الضوء

والموجات الراديوويه وسوف يغطى مدى الطول الموجى بين الضوء والموجات الراديوويه وسوف يقدم تكنولوجيا جديدة للاستشعار عن بعد.

٦-٤ البنية المطلوبة لمنظومة العلم والتكنولوجيا :

أوضحنا فى الهيكل العام للبنية المطلوبة المنشآت الموجودة حاليا واقتراح بإنشاء المجلس الأعلى للعلم والتكنولوجيا تحت رئاسة السيد رئيس الجمهورية. إضافة إلى ذلك تكنولوجيا المعلومات والإعلام التكنولوجى والشبكات الوطنية القادرة على ربط الجسور وبناء العلاقات العلمية والتكنولوجية مع البلدان الأخرى والمنظمات الدولية والإقليمية والشركات متعددة الجنسيات. كذلك مكاتب براءات الاختراع والحضانات التكنولوجية. وأخيرا اقتراح بإنشاء بعض الوحدات ذات الطابع الخاص فى تخصصات تكنولوجية حديثة.

٦-٥ النموذج المتكامل للتطوير التكنولوجى:

مكونات هذا النموذج هى:

١- الإرادة السياسية وصانعى القرار.

٢- التعليم.

٣- البحوث الأساسية والتطبيقية.

٤- الحضانات التكنولوجية.

٥- القطاع الخاص.

openkandil.com

الباب الثانى

الـــــدواء

obeikandl.com

obeikandl.com

الـــدواء

١- الأوضاع العالمية الراهنة والملامح المستقبلية

أولاً : تعريف "الـــدواء"

يعرف الدواء بأنه "أى مادة فى منتج صيدلى تستخدم لتغيير أو استكشـــاف نظم فسيولوجية أو حالات مرضية لصالح متلقى هذه المادة".

ثانياً : الزوايا الرئيسية فى الاهتمام بالدواء على المستويات الدولية والقومية:

يجرى الاهتمام بالدواء من زاويتين يكملان بعضهما البعض:

أ- الصناعة الدوائية.

ب- السياسة الدوائية.

هذا وسيكون التعامل الرئيسى للورقة الحالية موجهاً للصناعة الدوائية.

ثالثاً : مقدمة عن الصناعة الدوائية

بدأت صناعة الدواء العصرية من خلال التحويل الكيميائى للمادة الكيميائيـــة المستخلصة من النبات، وكان ذلك عام ١٨٨٧، حيث مثل التوصل إلى الأسبرين بالتحويل الكيميائى لمادة مستخلصة من قلف شجرة الصفصاف علامة تاريخيـــة

obeikandl.com

فى مسيرة صناعة الدواء. وعلى مدى الأربعينات والخمسينات تسارع التقدم التقانى العلمى فى مجال اكتشاف أدوية جديدة (حيث ظهرت موجة الأدوية المعجزة مثل أدوية السلفا والبنسلين)، وكذلك فى مجال التشكيل الصيدلى (تحضير الأدوية فى أشكال صيدلية مثل الأشربة والأقراص) بحيث تحول التوجه الرئيسى لشركات الدواء إلى مجموعة من الاهتمامات المتكاملة (والتى تضم: المواد الخام – إجراء البحوث – إنتاج أشكال صيدلية – التسويق والدعاية)، وقد تميزت هذه المرحلة بارتفاع القيمة المضافة وببزوغ "الابتكار" كعامل حرج وهام بالنسبة لاستمرار ونمو شركات الدواء.

ونتيجة لذلك فقد شهدت الخمسينات والستينات من القرن العشرين فترة تغيير وتجديد جوهرى لصناعة الدواء، وصار للتنافسية آليات ومسارات خاصة (التحوير فى المنتجات – براءات الاختراع – الأسماء التجارية...). ومع تعاظم التحولات الصيدلانية المحدثة لقيمة مضافة عالية نمت حاجة شركات الدواء إلى أسواق جديدة، وظهرت الحركية الدولية لصناعة الدواء internationalization وأخذت شركات الدواء تمد عملياتها خارج حدود البلدان الأم إلى جميع أنحاء العالم.

لقد أصبحت صناعة الدواء صناعة تقوم على العلم Science-based industry وبالتالى يرتكز تقدمها على أنشطة البحوث والتطوير. وقد تطورت ميزانية البحوث والتطوير بالنسبة للمبيعات (فى المتوسط) من ٣,٧% عام ١٩٥١ إلى ٨,٨٦% عام ١٩٦٠ و١٢,٥٣% عام ١٩٨٥. ومن المعروف أن هذه النسبة قد تعدت حالياً ٢٠% فى بعض الشركات. هذا، وتجدر الإشارة إلى أن قائمة أعلى مائة شركة فى العالم من حيث الميزانيات المخصصة للبحث والتطوير تتضمن عدد ٢٩ شركة لصناعة الأدوية.

رابعاً : الملامح العالمية للمتغيرات الجارية فى صناعة الدواء

يشهد العالم نوعين رئيسيين من المتغيرات بخصوص صناعة الدواء:

(أ) متغيرات خاصة بالسياسات:

وتتضمن هذه المتغيرات ما يلى:-

١-التحالفات الاستراتيجية بين الشركات وبعضها البعض وكذلك بين الشركات ومعاهد البحوث على مستويات قومية ودولية.

بدأت ظاهرة التحالفات الاستراتيجية فى مجال صناعة الدواء تسترعى الانتباه منذ منتصف الثمانينيات، وقد وجد أن هذه التحالفات تزداد سنوياً بمعدل حوالى ٢٨%، ومازالت هذه التحالفات فى ازدياد مستمر حتى الآن. وينشأ أغلب هذه التحالفات من أجل أهداف بحثية تطويرية فى مجال تصميم الأدوية الكيميائية، أو فى مجال إنتاج أدوية بواسطة التكنولوجيا الحيوية، أو التوصل إلى أشكال صيدلية جديدة. أنظر جدول رقم (١) والذى يوضح مجالات التحالف بين عدد من الشركات، وكذلك جدول رقم (٢) والذى يشير إلى عدد من التحالفات البحثية لشركة واحدة - وكذلك مجالات هذه التحالفات. غير أن هناك تحالفات موقوتة reversible بحيث تنتهى فى فترة محددة، وقد تكون موقوتة عكسية double reversible حيث يكون الشريكين فى مكانين مختلفين (مثلا)، ويتحالفان فى إنشاء مؤسستين جديدتين فى البلدين، وبعد انتهاء التحالف تؤول ملكية كل مؤسسة إلى الشركة التى فى البلد الأخرى. والجدير بالإشارة أن حجم التحالفات الاستراتيجية الخاصة بالمنتجات الدوائية

obeikandi.com

النـــاتجة من التكنولوجيا الحيوية يصل إلى حوالى ٥٠% (أو يزيد) من حجم التحالفات الكلية فى كافة المجالات الصيدلية [١].

٢- اندماجات بين الشركات الكبرى(mega mergers) ومن أهم هذه الاندماجات تلك التى حدثت بين شركتى جلاكسو وويلكوم عـــام ١٩٩٥، وبيـــن ســـيبا وساندوز عام ١٩٩٦، وبين أسترا وزينيكا عام ١٩٩٨. وكذلك قيام بعـــض الشركات باكتساب ملكية شركات أخرى.

٣- تزايد الاهتمام بالأدوية الجنيسة generic المستحضرات إلى يكون قد زالت عنها فترة حماية البراءة).

---

[١] من الجدير بالانتباه هنا أن شركات الدواء المصرية لا تمارس "التحالف الإستراتيجى" مع بعضـــها البعض أو مع جهات بحثية أخرى، وربما يمكن الإشارة إلى أن فترة النصف الثانى من الثمانينـــات وبداية التسعينيات قد شهدت قدراً من التعاون بين شركة النصر للخامات الدوائية وجـــهات بحثيـــة خارجها [الجامعات ومراكز البحوث] وهو تعاون حقق بعض النجاحات فى مجال تخليق وتصنيـــع المواد الدوائية الخام، ولكنه لم يتواصل ويتطور بالقدر الكافى، وربما يرجع السبب الرئيسى إلـــى تدهور فى درجة الحرص الوطنى بخصوص الاعتماد على (وتشجيع وتطوير) صناعة الخامـــات الدوائية (خاصة مع التحول إلى قطاع الأعمال ومع تزايد حجم القطاع الخاص). وعموماً، يمكـــن القول بوجود شبه مقاومة عند القائمين على شركات الدواء المصرية لفكرة التحالف الاســـتراتيجى فى مجال البحوث والتطوير. وفى هذا الصدد كانت فكرة تحالف وطنى فى مجال البحث والتطويـــر (من خلال مؤسسة تعمل بآليات القطاع الخاص) قد طرحت عام ١٩٩٣ (أنظر الملحـــق الخـــاص بهذه الدراسة)، غير أن البعض من رؤساء كبرى شركات الدواء الوطنية لـــم يستحســـنوا فكـــرة التحالف عبر الشركات. ومؤخراً (عام ٢٠٠٠) طرحت نفس الفكرة مرة ثانية بواســـطة مســـؤول حكومى كبير (وزير الصناعة) ولكن لم يطرأ تغيير على استجابة قيادات شركات الدواء كما أنـــهم لم يطرحوا بديلاً على طريق تنمية أنشطة البحث والتطوير الدوائى الوطنى.

obeikandl.com

جدول رقم (١)

مجالات التحالف بين عدد من الشركات

م	الشركات المتحالفة	مجال التحالف (علاج أو تعبئة)
.١	Astra/Centaur	الزهايمر
.٢	Warner-Lambert/ Biochem	تجلط الدم
.٣	Elan/ Ethical	ضبط إتاحة الأدوية
.٤	Astra/ Albany	بحوث القلب والأوعية الدموية
.٥	Biochem/ XTL Biotherapeutics	التهاب الكبد الوبائى
.٦	Pfizer/ Neuroaen	السمنة – الخلل فى تناول الطعام
.٧	Ciba/ Chiron	الكيمياء التوافيقية
.٨	Lilly/ Allelix	بحوث الجهاز العصبى المركزى
.٩	Sb/ Ligand	نضج خلايا الدم
.١٠	Houghter/ Ribogen	عدوى الفيروسات
.١١	Pfizer/ Oxford Asymmetry	التنوع فى الجزئيات
.١٢	Genetech/ Seneus	مضادات هورمون النمو

المصدر : أمثلة مأخوذة عن Scrip Magazine, Jan., 1996, P. 46

جدول رقم (٢)

التحالفات البحثية لشركة واحدة [١]

GW's Strategic Research Alliances		
Partner	***Field of Interest***	***Therapeutic area***
Gilead	Genetic blockers	Cancer & others
Glycan	chemokine binding	inflammation
ICOS	phosphodiesterase inhibitors	CV & others
Ligand	Intracellular recepters	CV
Megabios	gene therapy	Cystic Fibrosis
NeuroSearch	Ca-activated membrance K channel blockers	CNS disorders
Regeneron	Nenurotrophins	Neurological & Psychiatric
Sequana	genetics	Type II diabetes
Spectra	genetics	migraine
Vertex	protease	HIV disease
Universities & Institutes	inhibitors	
Action TB	--	tuberculosis
Alberta Uni	--	infection
Cambridge Uni	--	CNS &inflammation
CNPR, Singapore[1]		natural product screening
Harvard	--	CV
ICR (UK)[2]	--	cancer
Inst pasteur	--	Diabetes
Melbourne Universi ty	--	HIV disease
Oxford University	--	HIV disease
Scripps Institute	--	Cancer
UCL[3]	--	CV
California University	--	Cancer
Wisconsin University	--	diabetes

[1] CNPR = Centre for Natural Product Research; [2] Institue of Cancer Research; [3] University College London.

الجدول منقول من: Scrip No. 2080 November 24.th, 1995, P. 8

[١] هذه التحالفات تختص فقط ببحوث اكتشاف أدوية جديدة وهى لا تضم المشروعات البحثية الخاصة باختيار وتجريب الأدوية على الحيوانات وعلى الإنسان.

obeikandl.com

والدواء الجنيسى generic يسوق تحت أسم ليس له براءة (أى انتهت فترة سريان براءة اختراعه) بعكس الاسم المسجل أو الاسم التجارى. فمثلاً أسم "أسبرين" هو الاسم التجارى، الذى تملكه شركة باير الألمانية، وتسمى به منتجها من أقراص acetyl salicylic acid التى تعالج الصداع وارتفاع الحرارة... الخ. الاسم الجنيسى هنا هو acetyl salicylic acid وتملك أية شركة تعبئة هذا المنتج تحت هذا الاسم الجنيسى (ملحوظة البعض يطلق تعبير الاسم "النوعى" للدواء بدلاً من الاسم "الجنيسي"). وعادة ما يكون الدواء الذى يحمل الاسم الجنيسى مكافئاً علاجياً للدواء ذى الاسم التجارى، وأرخص فى الوقت نفسه. وتمثل الأدوية الجنيسة فرصة لتخفيض تكلفة العلاج، كما تمثل تهديداً لتقليص مكاسب الشركات الكبرى صاحبة الاسم التجارى. فمثلاً أعلنت إحدى النشرات الصيدلية فى ١٩ يناير ١٩٩٦ أن الشركة العالميةSB فقدت ٨٣% من عائداتها على مستحضر Tagament المضاد للقرحة لصالح المستحضر الجنيسى، وذلك خلال أول عام من حياة مستحضر تاجاميت بعد انقشاع البراءة عنه، والاسم الجنيسى لهذا المستحضر هو "سيميتيدين". ذلك بينما اضطرت جلاكسو مؤخراً إلى تخفيض سعر مستحضرها Zantac فى السوق الألمانية بنسبة ٣٠% وذلك لمواجهة المستحضرات الجنيسة المقابلة له هناك.

٤- توافق المواصفات وتطوير مستويات التوافق طبقاً للتقدم العلمى التكنولوجى للشركات الكبرى، ويشكل هذا الاتجاه قدراً من التهديد للمنتجين والدول الأقل نمواً، ويصف البعض ذلك بتعبير .Harmon imperialism أو الاستعمار القائم على عملية التوافق فى المواصفات. حيث من المتوقع - على الدوام - ارتقاء المواصفات التى يتفق عليها عالمياً باستمرار طبقاً لاستيعاب وتمكن اللاعبين الكبار [الشركات العالمية الكبرى] من هذه المواصفات (سواء فى الإنتاج أو

البحوث). هذا، ويهمنا هنا جذب الانتباه إلى أن ممثلـــى صناعـــة الأدويـــة الجنيسة فى كل من أوربا. والولايات المتحدة وكنـــدا قـــد حـــاولوا مـــراراً المشاركة الكاملة فى المفاوضات الجارية (منذ عام ١٩٩١) بخصوص توافق المواصفات International Conference on Harmonization Process جنبـــاً إلى جنب مع ممثلى الشركات الكبرى متعددة الجنيسة، ولكن دون جدوى.

٥- ظهور اتفاقيات منظمة التجارة العالمية (الجات سابقاً) وبدء سريانها بما لـــها من انعكاسات على الدواء (وعلى وجه الخصوص اتفاقيـــة حقـــوق الملكيـــة الفكرية .TRIPS).

٦- التغيير فى أنشطة البحث والتطوير فى الشركات الكبرى.

تمثل أنشطة البحوث والتطوير بالنسبة للصناعة الدوائية القلب الذى يدفع الـدم فى جسم هذه الصناعة، والدم هنا هو الأدوية الجديدة والمستحضرات الجديـدة والمعارف الجديدة عن الأدوية الموجودة. وهناك – فى تقديرى – تغـــيرات وتطورات مهمة جداً فى إدارة البحوث الدوائية قـــد حدثـــت فـــى الســـنوات الأخيرة ومازالت تحدث، ومن معالم هذه التغيرات ما يلى:

- إعادة هيكلة أنشطة البحوث والتطوير داخل الشركات.
- إنشاء مراكز بحثية تابعة فى أماكن مختلفة من العالم.
- التحالف مع شركات أخرى أو مع معامل بحثية، من أجل التوصل إلـــى أدوية أو مستحضرات محددة فى زمن محدد.
- إنشاء شبكة بحثية فى المشروع البحثى نفسه، مع عدة مراكـــز بحثيـــة (مثال: تجريب سلسلة من مركبات تحت البحث للشركة نفســـها علـــى بكتيريا مقاومة للأدوية, يتم فصلها فى عدد من المعامل والمستشفيات فى دول مختلفة).

obeikandl.com

- وإذا كانت التحالفات فى مجال البحوث تحمى الكيانات الصغيرة فى صناعة الدواء من مخاطر اقتصاديات البحوث، فإن الشركات الكبرى العملاقة لا تستطيع الاكتفاء بالبحوث التى تجريها داخل منشآتها، حيث إنها تحجب نفسها هنا عن "تنوع" غير محدود فى المجالات والقدرات البحثية خارجها، يكون من شأن حسن استغلاله تقصير وقت الاكتشاف العلمى وتقليل تكلفته والحفاظ على درجة كبيرة من حرية العلماء (من حيث تراكم المعرفة فى المجال البحثى الدقيق). وبالإضافة إلى ذلك فقد اتجهت الشركات الدوائية الكبرى مؤخراً إلى الاستعانة بوحدات بحثية صغيرة خارجها فى إجراء جزئيات (مقطوعيات) بحثية صغيرة ومحددة يتم بها استكمال أو تغطية أجزاء معينة من المشروعات البحثية الكبرى التى تجرى داخل الشركات نفسها حيث تقوم الوحدات البحثية الصغيرة خارج الشركات بإجراء المطلوب منها (والذى يعد فى معظم الأحيان بمثابة خدمات بحثية) باقتدار وسرعة، ويطلق على هذه الظاهرة research and development outsourcing، أو الاستعانة بأطراف خارجية فى إجراء بعض الأنشطة البحثية والتطويرية.
- ومن الجدير بالذكر أن هذا السلوك الجديد فى إدارة البحوث يناظر إلى حد كبير المبدأ اليابانى (just in time) (وهو مبدأ ذائع الانتشار فى أدبيات جودة الإنتاج والتخزين والقصد منه التخلص من أى فاقد أثناء عمليات التشغيل، وطبقا له يتم فقط الإمداد بـ – أو إنتاج – الأجزاء المطلوبة بالكميات المطلوبة وفى الوقت والمكان المطلوبين مع استخدام أقل ما يمكن من وسائل وتكلفة وموارد بشرية). وهكذا تكون النتيجة – باستخدام مبدأ الـ – outsourcuing تعظيم كفاءة قدرات ومخرجات

المشروعات البحثية الضخمة التى تجرى فى معامل بحـــوث الشـــركات الدوائية الكبرى.

- تطوير أنشطة التسويق وممارسة التســـويق الدقيـــق micromarketing والذى يعتمد على تصميم وتوصيل الرسالة التسويقية طبقا للخصـــائص الفردية للفرد المستقبل.

٧- دور الحكومات

تشهد الساحة العالمية دورا نشطا للحكومات فى تحضير وتوجيه وضبط توجهات صناعة الدواء. ومن الأمثلة والنماذج على دور الحكومات نورد ما يلى:

- تنبيه الصناعة الدوائية إلـــى أهميـــة التكنولجيـــات الجديـــدة (خاصـــة التكنولوجيا الحيوية) وتشجيعها على التعامل البحثى والصناعى مع هـــذه التكنولوجيات، ومن أمثلة ذلك:
- تخصيص حكومة المملكة المتحدة ١٠ ملايين جنيـــه اســـترلينى عـــام ١٩٩٥، لزيادة انتباه الصناعات الوطنية (ومنـــها الصناعـــة الدوائيـــة) بأهمية التكنولوجيا الحيوية، وكذلك مساعدة هذه الصناعات على اكتشاف طريقها.
- إدارة الحكومة الهندية لبحوث التكنولوجيا الحيوية من خلال قسم حكومى للتكنولوجيا الحيوية، يقوم بنفسه بإجراء البحوث وبتوزيع منح لإجـــراء بحوث بواسطة باحثين فى أماكن أخرى داخل الهند، وتصرف الحكومـــة على هذا القسم (والبحوث التى يديرها) ٣٠ مليون دولار سنويا.
- قيام حكومة سنغافورة على مدى خمسة أعوام (١٩٩٠ – ١٩٩٤) بإقامة بنية أساسية خاصة بالتكنولوجيا الحيوية كصناعة، ثم البدء عـــام ١٩٩٥

obeikandl.com

فى برنامج ترويج استثمارى لتشجيع الاستثمار المحلى والأجنبى فى مجال التكنولوجيا الحيوية، ويعتمد هذا البرنامج على:

- جذب شركات التكنولوجيات الحيوية من الدول المتقدمة لتستثمر فى سنغافورة.
- تشجيع شركات الدواء التى تعمل فى سنغافورة (مثل جلاكسو) على التعاون البحثى مع الشركات المحلية فى التكنولوجيا الحيوية.
- تشجيع الاستثمار المحلى فى التكنولوجيا الحيوية وإنشاء (بواسطة الحكومة) شركة فى هذا الخصوص Singapore-Bio-innovations.
- الاستثمار فى مشروعات تكنولوجيا حيوية خارج البلاد (١١ فى أمريكا – ٣ فى أوروبا – ٢ فى الصين). بعض هذه المشروعات قد أدى فعلا إلى تعاونات بحثية وعقود تصنيع.

- تحفيز الصناعة الدوائية على تمويل وتوسيع أنشطة البحوث والتطوير فيها، ومن أمثلة ذلك اتجاه الهند إلى الإعفاء من التسعير فى حالة رفع المخصصات المالية للبحوث إلى نسبة معينة من المبيعات (الهند).
- تحفيز شركات الصناعة الدوائية المحلية، وكذلك مراكز البحوث المحلية على الدخول فى تحالفات بحثية وإنتاجية مع بعضها البعض ومع الشركات العالمية، ومن أمثلة ذلك قيام حكومة البرتغال عام ١٩٨٩ بإنشاء معهد بحثى حكومى لهذا الغرض (المعهد البرتغالى للبيولوجيا التجريبية والتكنولوجيا)، والذى أقام تحالفات ومشروعات مهمة مع معاهد وشركات أخرى فى إنجلترا وبلجيكا، وعلى مستوى الاتحاد الأوروبى. وقد أمكن فعلا لهذا المعهد التوصل من خلال هذه الأنشطة إلى اكتشافات دوائية ذات أهمية صناعية.

- تشجيع التواصل بين البحوث الأساسية والتطبيقية فى مجال الدواء. وفى هذا الخصوص منح الاتحاد الأوروبى عام ١٩٩٥ مـــا مجموعـه ٩٦ مليون دولار لعدد ٦٠ مشروع بحث وتطوير، تشترك فيها ٥٢٨ شـركة ومعمل بحثى، وتهدف جميعها إلى الاستفادة التطبيقيـــة مـن البحـوث الأساسية.
- مقاومة ما يمكن أن يطلق عليه مافيا الدواء، ومالها من تأثير على فرص نمو الصناعة الوطنية، ومن أهم الأمثلة فى هذا الخصوص الدور الـذى لعبته الحكومة الإيطالية من خلال البوليس الإيطالى (مارس ١٩٩٥) فى متابعة قضايا فساد فى مجال الدواء، حيـث داهـم البوليـس المكـاتب الرئيسية لثلاث شركات دوائية عابرة الجنسيات للحصول علـى ٤٠٠٠ وثيقة فى إطار اتهام أستاذ طب بمعاملة تفضيلية لـهذه الشـركات فـى عطاءات تختص بإمدادات من الأدوية نظير رشاوى تقاضاهـا تحـت مسمى استشارات.
- التزام الحكومة بالسعى الحثيث لدفع الصناعة الدوائية الوطنية لتطويـر مواصفات منتجاتها، ومن أهم الأمثلة فى هذا الخصوص مبادرة حكومـة كوريا الجنوبية بتشكيل لجنة تقصى حقائق (عام ١٩٩٥) تجوب الـدول المتقدمة، بغرض التوصل إلى تحرير تقرير حكومى، يهدف إلى تحسين مواصفات المواد الدوائية الخام المنتجة فى المصانع الكورية.

(ب) المتغيرات الخاصة بالعلم والتكنولوجيا

وتتضمن هذه المتغيرات ما يلى:

١- **تطوير تقنيات التوصل إلى أدوية جديدة**، والتوصل مؤخرا إلى تكنولوجيـة الكيمياء التوافيقية combinatorial chemistry والتى يمكـن عـن طريقـها

تسريع عمليات تشييد أدوية جديدة لتكون بمعدل أكثر من أن يقارن بـالطرق التقليدية (ملحوظة: تهدف الكيمياء التوافيقية إلى التوصـل إلـى مركبـات دوائية جديدة من خلال التشييد التوافيقى لكم هائل من المركبات – بالمئـات والألوف وذلك بالاعتماد على التوليف التقانى بين تقنيـات متقدمـة مثـل النمنمـة والأتمتـة والمعلوماتيـة والبيولوجيـا الجزيئيـة والمـواد الجديـدة، بالارتكـاز علـى المفـهوم الحسـابى الخـاص بـالتوافيق combinations).

٢- استحداث منتجات دوائية باستخدام التكنولوجيا الحيوية, وذلك من خـلال التقنيات التالية:

- Recombinant DNA Technology وتعنى تقنية الـ (دنـا) المولـف وبهذه التقنية يمكن استخدام البكتريا- مثلا – كعـائل لإنتـاج جزيئـات حيوية كبيرة الحجم ينتجها جسم الإنسان (مثـل الأنسـولين وهرمـون النمو... الخ).
- Monoclonal antibodies أى الأجسام المضادة وحيدة الاستنساخ. فـى هذه التقنية يستخدم حيوان صغير (مثل الفأر mouse) لإنتـاج أجسـام مضادة وحيدة الاستنساخ بغرض علاج بعض الحالات المرضية (مثـل السرطان – بعض الأمراض المعدية... الخ). وقد يربط الجسم المضـاد بمصدر مشع radio labelled monoclonal antibody ويسـتخدم فـى التصوير التشخيصى Diagnostic Imaging. كما يمكن اسـتخدام هـذه الأجسام المضادة فى توجيه المادة العلاجية (سواء كانت مادة كيماوية أو مادة مشعة) إلى مكان محدد داخل الجسم Drug Targeting.
- Gene therapy أى العلاج بالجينات، وينتظر أن تؤدى هذه التقنية إلـى ثورة فى علاج الأمراض الوراثية والأمراض المستعصية، حيـث يتـم

obeikandl.com

إدخال جينات صحيحة فى الخلايا (خلايا الإنسان) لتحل محل الجينـــات المعيبة. وتجدر الإشارة إلى أن كشـــف الخريطـــة الوراثيـــة للإنســـان Human Genome سيؤدى إلى كشف آفاق جديدة تماما للبحث والتجريب بخصوص العلاج بالجينات.

- ذلك بالإضافة إلى تقنية التكبير الأسى التكرارى لعامل وراثـــى معيـــن والتى تعرف بتفاعل بوليميريز PCR المتسلسل وتســـتخدم أساســـا فـــى مجالات التشخيص، وتقنية منع أو تقليل التعبير (النشاط) الجينى الخاص بجين معين وتسمى تقنية النيو كليوتايدات معطلات التعبير الجينى.

٣- **التوصل إلى تخليق المادة الدوائية فى أنقى صـــورها الفعالـــة والأكـــثر مأمونية** (حيث قد ثبت فى حوالى ٤٠% من الأدوية أن المادة تتكون مـــن مركبين (مغايرين enantiomers) متماثلين كيميائيا ومختلفين فيزيائيا ذلـــك بينما – فى معظم الأحيان – يكون أحدهما فقط هو الأكثر فعاليـــة و/ أو الأكثر مأمونية وهى ظاهرة تسمى الأيدية chirality).

٤- **تطوير التشكيل الصيدلى:**

ولهذا المنحى جانبان من الأهمية: الأول اقتصادى حيث يوفر ربحا سريعا وتكلفة أقل بالمقارنة بعمليات اكتشاف مواد كيميائية دوائية جديـــدة new chemical entities. وأما الجانب الثانى فهو تقنى بحت, حيث أن تطويـــر المستحضر الصيدلى أمر ضرورى من أجل تحقيق الفائدة القصوى مـــن المادة الدوائية. والمستحضر الصيدلى يكون فى شكل قرص أو كبسولة أو مرهم... الخ. وداخل الأشكال الصيدلية المختلفة يوضع الـــدواء المـــراد استخدامه، وهكذا يهدف الشكل الصيدلى إلى توصيل الـــدواء بالشـــروط المناسبة (التركيز – الزمن) إلى المكان المقصود داخل الجســـم target

organ بحيث تزيد الفاعلية وتقل الآثار الجانبية، ويتم تحقيق هذا الهدف بواسطة ثلاث طرق رئيسية هى:-

- **تطوير الشكل الصيدلى واستحداث أنظمة جديدة لتوصيل الدواء إلى المكان المقصود فى الجسم new delivery systems:** وقد تستعمل هذه الأنظمة مثلا بطريق الفم أو الحقن أو الجلد أو توضع فى مكان فى الجسم (مثل الرحم) ومن أمثلة هذه الأشكال والأنظمة الجديدة ما يلى:

١. حوصلة الدواء داخل جزيئات دقيقة من مواد دهنية أو بروتينية أو بوليمرات صناعية بحيث تخرج منها المادة الفعالة فى مكان معين داخل الجسم.

٢. أنظمة الانطلاق المنضبط مثل القرص المغطى بغشاء لا تؤثر فيه سوائل القناة الهضمية إلا من خلال ثقب دقيق فى الغشاء يصنع بأشعة الليزر بحيث تخرج منه المادة الفعالة بسرعة ثابتة.

٣. وضع خزان للدواء فى شكل خيط رفيع داخل الجفن الأسفل للعين بحيث يخرج منه الدواء بسرعة ثابتة وعلى مدى زمنى طويل.

- **هندسة السواغات:**

تطوير خواص السواغات excipients المستخدمة فى التشكيل الصيدلى وهذه السواغات قد يطلق عليها مواد مضافة، وهى مواد غير فعالة، ولكنها تستخدم فى الأشكال الصيدلية المختلفة (أقراص-مراهم... الخ) بحيث تحوى فى داخلها المادة الفعالة، واستخدام هذه السواغات يعود إلى حاجات تختص بالتصنيع أو تخزين الدواء أو استعماله. هذا, ويهدف تطوير خواص السواغات إلى تحسين أداء الدواء داخل الجسم (التركيز – الزمن – الفاعلية – الأمان).

- **تطبيق مبادئ (أو قواعـــد) الأمثليـــة (أو الأفضليـــة) principles of optimization على التشكيل الدوائى وعمليات التصنيع :**

نمت هذه المبادئ من خلال صناعات الفضاء للتأكد الريـــاضى مـــن أداء المكونات والأنظمة المختلفة للصاروخ أو ســـفينة الفضـــاء. والمقصـــود بتطبيق هذه المبادئ فى تطوير المستحضرات الصيدلية هو التوصل إلـــى الأكثر مناسبة, من مكونات ونسب وصفات الشكل الصيدلـــى وعمليـــات التصنيع.

هذا ومن الملاحظ أن حجم السوق العالمية للدواء يتطور بسرعة مـــتزايدة مع مرور الزمن ، فقد تزايد حجم السوق من عام ١٩٧٦ إلى عـلم ١٩٨٥ بحوالى الضعف (من ٤٣,٥ بليون إلى ٩٤,١ بليون)، وبعد ذلك تعدى هذا الازدياد الثلاثة أضعاف من عام ١٩٨٥ إلى ١٩٩٨ (حيث وصـــل إلـــى ٣٠٢ بليون دولار). ولإعطاء فكرة عن الفروق النسبية فى أحجام أسـواق الدواء فى العالم نشير فى جدول (٣) إلى حجم السوق فـــى دول بعينـــها (بالمليون دولار أمريكى).

إن النوعين من المتغيرات السابق الإشارة إليـــهما بخصـــوص صناعـــة الدواء, وهما المتغيرات الخاصة بالسياسات وتلك الخاصة بالعلم والتكنولوجيـــا يوضحان ما يلى:-

١- أنه فى صناعة الدواء يجرى بنشاط تطويع الوسائل والتوجهات الجديدة فى الإدارة (إعادة الهيكلة – إستراتيجيات التحالف – الاعتماد على الخارج فـــى البحوث... الخ) من أجل تعظيم كفاءة عمليات التســـويق والبيـــع والبحـــث والتطوير. كل ذلك فى سياق مـــــن التوافـــق والتنـــاغم مـــع الاعتبـــارات

الاقتصادية والتجارية (والسياسية والدبلوماسية أيضا، كما هو جـــارى الآن بشأن تنفيذ ومتابعة خطوات تطبيق اتفاقيات التجارة العالمية).

٢- أن صناعة الدواء هى صناعة بلا حدود فى طموحات التغيير التكنولوجـــى والاستكشاف العلمى، وذلك باعتبارها تختص بحاجة أساسية للإنسان وهـــى الصحة، وبالأخذ فى الاعتبار أن تقدمها - كصناعة - يرتكز على أنشـــطة البحث والتطوير. وعلى ذلك فإن من المتوقع استمرار تحقيق صناعة الدواء لقيمة مضافة عالية جدا. وربما ازدياد هذه القيمة مع الوقت أو بالأحرى مع تواصل التطور العلمى التكنولوجى.

٣- أن صناعة الدواء ربما تعد أول صناعة يمارس فيها التوليف التكنولوجـــى بين التكنولوجيات الراقية ويتطور المجـــال البحثـــى فيـــها (فـــى التشـــييد الكيميائى) من مستوى العمل البحثى الدقيق المتمهل ذى الطابع شبه اليـدوى Crafting إلى مستوى الإنتاج البحثى الكبير ass production in research الأشبه بالإنتاج الصناعى على مدى واسع large scale حيث يحدث كل ذلـك من خلال استخدام صناعة الدواء وبحوثـــها لتقنيـــات الكيميـــاء التوافيقيـــة والغربلة البيولوجية السريعة.

٤- أن صناعة الدواء تتحول الآن بسرعة فى بنيتها الأساسية لترتكز فى ٥٠% منها - على الأقل - مستقبلا على التكنولوجيا الحيوية.

جدول رقم (٣) أحجام أسواق الدواء فى بعض دول العالم[١]

بالمليون دولار

الدولة	حجم السوق (١٩٩٩ – حتى نوفمبر)
الولايات المتحدة	٨٤ ١٢٤
فرنسا	١٥ ٩٧٩
إيطاليا	٩ ٤٩٥
المملكة المتحدة	٨ ٩٢٩
أسبانيا	٥ ٦٤٧
اليابان	٤٦ ٤٣٣
البرازيل	٤ ٩٥٠
المكسيك	٣ ٩١٤
الأرجنتين	٣ ٤٤٤
تركيا	٢ ٩٠٠
السعودية	١ ٢٣٠
إيران	٨٧٠
إسرائيل	٥٤٠
الإمارات العربية	١٩٠
الكويت	١٢٠
سوريا	١٢٠
مصر	٨٦٠
جنوب أفريقيا	٨٠٠
الجزائر	٥٥٠
المغرب	٤٩٠
نيجريا	٢١٠
تونس	١٩٠
كينيا	١٣٠
ليبيا	١٢٠
ساحل العاج	١١٠

المصدر : World Market Data, Scrip magazine, February 2000, P.34

---

[١] بالنسبة لحجم سوق الأدوية فى الوطن العربى فقد وصل إلى ٣١٤١ مليون دولار عـــام ١٩٩٣، طبقا لبيانات الاتحاد العربى لمنتجى الأدوية – يعتقد أن هذا الحجم يتعدى ٥ بليـــون دولار عـــام ٢٠٠٠.

obeikandl.com

خامسا : الوضع الدولى الراهن بخصوص أنشطة البحوث والتطوير التكنولوجى فى مجال الدواء

يمكن فى هذا الإطار ملاحظة ما يلى :

- أن متوسط الصرف فى أنشطة البحث والتطوير الدوائى على مستوى العالم هو ١٧,٣ % من جملة المبيعات. أن هذه النسبة ترتفع فى الولايات المتحدة الأمريكية لتبلغ ٢٠,٣% من جملة البيع المحلى والتصدير والتى كان يقدر أنها ستبلغ عام ٢٠٠٠ ما قدره ١٩٢,٢ بليون دولار (المصدر: رابطة صناع وباحثى الدواء فى أمريكا – SCRIP, 2508, 2000, p.15).
- أن نسبة الصرف على البحث والتطوير فى صناعة الدواء (بالنسبة للمبيعات) تبلغ ثلاثة أضعاف المتوسط الخاص بجميع الصناعات (فيما عدا صناعة الدواء) [المصدر: Standard & Poor's Compustat – SCRIP, 2508, 2000, P.15]
- أن مجموعة الولايات المتحدة الأمريكية وأوربا (الغربية) واليابان تعتبر الكتل الدولية المستحوذة على القوة الفاعلة فى أنشطة البحث والتطوير الدوائى (Scrip Magazine, Jan, 1995, P.42).
- أن النوعين الرئيسيين للمواد الدوائية الجديدة (المواد المنتجة بالتشييد الكيميائى وتلك المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية) ينجمان أساسا عن أنشطة البحث والتطوير فى المناطق الرئيسية الثلاث المشار إليها سابقا. (المرجع السابق).

- أن هناك بلدان أخرى قد بدأت بالفعل دخول مجال إنتاج مواد دوائية جديـــدة بالتشييد الكيميائى، ومن أهم هذه البلدان الصين وكندا وإسرائيل والأرجنتين والهند.

- أن "كوبا" قد تميزت على جميع بلدان الدول النامية فى مجال التوصل إلـــى إنتاج مواد دوائية بالتكنولوجيا الحيوية عن طريق الهندسة العكســـية حيـــث تصدر بعض منتجاتها الآن إلى حوالى ١٢٤ دولة، والجدير بالإشـــــارة أن الإنجاز الكوبى تم من خلال إنشـــاء مركـــز لبحـــوث الهندســـة الوراثيـــة والتكنولوجيا الحيوية CIGB بدأ نشاطه عام ١٩٨٦، وهو مركـــز متكـــامل للبحوث والإنتاج فى مجالات الزراعة والدواء والبيئة.

- أن صناعة الأدوية الجنيسة generics تغطى نسبة حوالى ٣% إلـــى ٢٥% من حجم استهلاك الدواء فى الدول المتقدمة، وأن هذه النسبة تصـــل إلـــى حوالى ٩٠% فى معظم الدول النامية.

- أن حجم السوق الدوائية الخاصة بالمواد الفعالة يصل إلى حوالى ٩ بليـــون دولار (١٩٩٦) منها بليون دولار فقط مواد خام تخضع لبراءات اختـــراع (Scrip magazine, Sept. 1977)[1].

- أن حجم صادرات الدول النامية من المواد الدوائية الخام قد وصل إلـــى ٢ بليون دولار (١٩٩٦)، وأن هذه الدول هى فى الأســـاس الصيـــن والـــهند والأرجنتين وكوريا.

- أن العديد من الحكومات تلعب أدوارا هامة بخصوص تطوير صناعة الدواء النامية فى بلدانها وكذلك دفعها إلى قدر من التنافسية على المستوى الدولى،

(١) Scrip Magazine, April 1993, P.40.
Scrip 2295, 1997, 1997, P.8.

ومن هذه الحكومات نذكر على وجه الخصوص كوريا الجنوبية – سنغافورة – الهند – البرتغال.

سادسا : ملامح التطورات المستقبلية للدواء والعلاج الدوائى

ينتقل الإنسان حاليا بخصوص التطور الدوائى من مرحلة بذل الجهد فى استيعاب الطبيعة nature كمصدر عام للأدوية، وهى مرحلة استمرت بطول التاريخ البشرى وازدهرت على وجه الخصوص فى النصف الأول من القرن العشرين، إلى مرحلة استيعاب الإنسان لإمكانياته الذهنية العظيمة، وعلى وجه الخصوص تلك الإمكانيات الخاصة بمتابعة التغيرات البيولوجية والتدخل فى تتابعاتها مكانيا وزمانيا، وذلك بالاستفادة المستمرة من المعارف العلمية والتكنولوجية الجديدة. هذا ومن المتوقع أن يتوصل الإنسان على مدى العشرين عاما القادمة إلى تحقيق ما يلى:

أ- بدء العلاج قبل ظهور المرض: حيث يتوقع أن يحدث ذلك من خلال ما يلى:

- تطور الاختبارات التشخيصية بحيث يمكن ملاحقة متغيرات متناهية فى الصغر تكون مقدمة لخلل قادم بعد فترة زمنية طويلة نسبيا (عدة سنوات).
- تطور المعرفة الإنسانية عن الوراثة والأمراض الوراثية (خاصة بعد التعرف على خريطة الجينوم البشرى).

إن بدء العلاج قبل ظهور المرض يعنى بزوغ مجال جديد فى الطب (يختص بعلاج أمراض لم تحدث بعد) وظهور أنواع جديدة من الأدوية.

ب- العلاج بضمان كفاءة المستحضر الصيدلى

إن فكرة ممارسة الضمان gaurantee بالنسبة للدواء (بأن يكون الدواء فعالا بالتأكيد بالنسبة للمريض الذى يتناوله ولا يسبب له أضرارا رئيسية)، وذلك على

غرار ضمان كفاءة جهاز ما (مثل المكواة أو التليفزيون)، هو أمر خيـالى فـى الزمن الحالى. لكن التطورات الجارية وتلك التى يمكن توقعـها فـى مجـالات الاختبارات التشخيصية وآليات تفاعل الدواء مع الجسم وأسباب الاختلافات بيـن الأفراد فى التفاعل مع الأدوية individual variability وهى معرفة ترتكز علـى فرع – جديد نسبيا – من فروع علـم الـدواء وهـو علـم الـدواء الوراثـى (Pharmacogenetics)، كل ذلك يجعل من الطبيعى توقع التوصل إلـى معرفـة يقينية (أو على درجة عالية من اليقينيـة certainty) بخصـوص تصميـم دواء مناسب لنوع محدد جدا من البشر (خاصة من منظور الخصـائص الوراثيـة). وفى هذا الإطار يتوقع أن تغير الشركات من أساليبها فى الدعاية لأدويتها بحيث تقوم الشركة صاحبة الدواء بعمل تحديد دقيـق جـدا للمواصفـات البيولوجيـة للمريض الذى يمكنه استعمال هذا الدواء. وسيكون على الشركات أن تفعل ذلـك حتى لا تقع فى مصيدة التعويضات.

جـ– خفض كميات الأدوية المستخدمة بواسطة الإنسان الفرد

من المتوقع أن يحث ذلك نتيجة للتوقعين السابقين، وذلك بالإضافة إلى مـا يلى:–

- توقع تحجيم استخدام المواد الدوائية الكيميائية فى علاج السـرطان وذلـك كنتيجة لتوقع آخر يختص بتطور تقنيات الاكتشاف المبكر للسرطان، ومـن ثم التدخل بآليات أخرى (مثل الجراحة).
- توقع تطور كبير فى المعارف والطرق الخاصة بالوقاية من الأمراض.

د – تطور منطق العلاج الدوائى treatment algorithm

وذلك باستخدام تقنيات المعلوماتية، وخاصة ما يمكن أن تتضمنه برمجيـات النظم الخبيرة expert systems. وبالإضافة إلى تلـك التطـورات أو الملامـح

المستقبلية المتوقعة والتى سبق الإشارة إليها، فإن الكتابات المتخصصة تتضمن أيضا التوقعات التالية:

- تطور القدرة الذاتية للإنسان الفرد على العناية الطبية بنفسه وذلك باستخدام آليات وتقنيات المعلوماتية والاتصال.
- بزوغ المنظور الكلى فى الرعاية الصحية holistic health care والذى تتكامل فيه العناية الصحية النفسية مع الرعاية الطبية الجسمانية.
- شيوع العلاج الجينى.
- إحلال الأعضاء بأعضاء جديدة organ replacement سواء أعضاء مهندسة بيولوجيا أو أعضاء مشيدة كيميائيا وفيزيائيا.
- علاج أمراض رئيسية مستعصية مثل الإيدز.

٢- التحديات التى تجابه التطور التكنولوجى فى الصناعة الدوائية المصرية

يمكن تصنيف هذه التحديات إلى مجموعتين. التحديات الذاتية، والتحديات الخارجية. غير أنه من المفضل قبل التعرف على هذه التحديات الإشارة - بإيجاز شديد - إلى صناعة الدواء المصرية من حيث الخلفية التاريخية والوضعية الحالية ، وذلك حتى يمكن النظر إلى هذه التحديات من خلال التغيرات فى الأوضاع الوطنية لهذه الصناعة.

أولا: خلفية تاريخية وموجز للوضعية الحالية

يرجع الفضل إلى بنك مصر فى إنشاء صناعة دواء وطنية بالمفهوم الحديث. وذلك عندما أنشأ شركة مصر للمستحضرات الطبية (١٩٤٠/٣٩). وقد تبع ذلك إنشاء شركتى ممفيس (١٩٤٠) ثم تنمية الصناعات الكيماوية (سيد) عام ١٩٤٧. وقد وصلت قدرة هذه الشركات (مع عدد من المعامل الدوائية مثل

معمل حجازى والذى تأسس عام ١٩٣٣) إلى تغطية ١٠% من حاجات البـــلاد عام ١٩٥٢.

ومع تأميم صناعة الدواء عام ١٩٦١، وإنشاء المؤسسة المصريـــة العامـــة للأدوية عام ١٩٦٢، تم إنشاء شركات القاهرة والإسكندرية والنيـــل والعربيـــة للأدوية وتختص جميعها بإنتاج المستحضرات الدوائية. وقد تـــم كذلـــك إنشـــاء شركة لإنتاج الخامات الدوائية (شركة النصر للكيماويات الدوائية بأبى زعبـــل- ١٩٦٣) وشركتين لتجارة الأدوية (شركة الجمهورية ١٩٦٢، والشركة المصرية ١٩٦٥). وقد شهدت هذه الفترة إنشاء مركز لأبحاث ورقابة الدواء كـــان الأول من نوعه على المستويات الإقليمية والعالم ثالثية.

لقد قفزت نسبة تغطية الاحتياجات المحلية مـــن المســتحضرات الدوائيـــة بواسطة الإنتاج الوطنى لتصل إلى ٨٢% عام ١٩٧٠ (وكانت قد بلغت ٢٨,٩% عام ١٩٦٢/٦١). وقد ارتفعت هذه النسبة بعد ذلك لتصـــل إلـــى ٩٣% عـــام ١٩٩٥. والجدير بالإشارة هنا أن أعلى نمو فى هذه النسبة قد تحقق فى الفـــترة من ١٩٦٣ إلى ١٩٧٠. ومع الانفتاح الاقتصادى حدثت بعض التأثيرات الســلبية مما جعل الحكومة تبادر إلى إعادة البنى الإدارية بقدر الإمكان إلى مـــا كـــانت عليه (خاصة عودة المؤسسة المصرية العامة للأدوية فى ديسمبر ١٩٨٣، وذلـك باسم هيئة القطاع العام للأدوية، بعد أن كانت قد ألغيت مع الانفتاح). وفى الفترة من ١٩٨٤ حتى ١٩٩١ (صدر قانون قطاع الأعمال الجديد رقـــم ٢٠٣ لســـنة ١٩٩١) كان قطاع الدواء فى مصر قد ازداد حجمه، فقد أضيف إليه (فى القطاع الخاص والاستثمارى) عشر شركات إنتاج دوائى (تشـــكيل صيدلـــى) وشـــركة لإنتاج الخامات الدوائية (تحولت إلى ملكية أجنبية بعد ذلك)، وأخـــرى لإنتـــاج الكبسولات الجيلاتينية، وثلاث شركات لإنتاج العبوات الدوائيـــة والمســتلزمات الطبية وشركتين لإنتاج الأغذية والأعشاب الطبية، بالإضافة إلى شركتين لإنتـــاج

obeikandl.com

الأدوية البيطرية وإضافات الأعلاف وشركة للتوزيع، وصار العدد الكلى لشركات الدواء يقترب من ثلاثين شركة. وقد وصل الإنتاج المحلى عام ١٩٩١/٩٠ إلى حد تغطية ٩٠% من الاستهلاك الدوائى، والذى بلغ ١٧٦٧ مليون جنيه مصرى.

وجدير بالذكر أنه كانت قد تأسست فى القاهرة (١٩٧٦) الشركة العربية للصناعات الدوائية والمستلزمات الطبية (أكديما) برأسمال ٦٠ مليون دينار كويتى، وذلك بمساهمة ١٤ حكومة عربية، وقد قامت أكديما (بقيادة المرحوم الدكتور عبده سلام) بإنشاء عدد من الشركات السابق الإشارة إليها فى مجالات التشكيل الدوائى والأعشاب الطبية والتعبئة الدوائية. وفى عام ١٩٩٤/٩٣ وصل العدد الكلى للشركات الدوائية إلى ٣٨ شركة (١١ قطاع أعمال +٢٤ قطاع خاص + ٣ قطاع مشترك (فايزر- سويس فارما- هوكست)، ووصل الإنتاج المحلى إلى حد تغطية ٩٢,٥% من الاحتياجات المحلية والتى تبلغ ٢٧٧٠ مليون جنيه مصرى، هذا وقد بلغت الصادرات عام ٩٣/ ١٩٩٤ حجم ٩٣ مليون جنيه.

وبخصوص نوعية التصنيع من حيث اعتماده على أصناف خاصة بالشوكة أو على اتفاقيات التصنيع (بترخيص أجنبى) فالجدير بالملاحظة أن شركات القطاع المشترك (مصرى/ أجنبى) تعتمد فى إنتاجها بالكامل- تقريبا - على اتفاقيات تصنيع (مع الشركات الأم فى الغالب)، هذا ويزيد حجم الإنتاج المعتمد على الخبرة الوطنية (أى الأصناف الخاصة بالشركة فى القطاع العام عنه فى القطاع الخاص، بينما يحدث العكس بالنسبة للمنتجات المعتمدة على اتفاقيات التصنيع (أى الإنتاج بناء على اتفاق مع شركة أجنبية)، وقد كانت نسبة الإنتاج المعتمد على اتفاقيات تصنيع عام ١٩٩٠/٨٩ تبلغ ٣٣,٦% و ٩٧,٤% و ٥٨% وذلك فى القطاعات العام والمشترك والخاص على الترتيب.

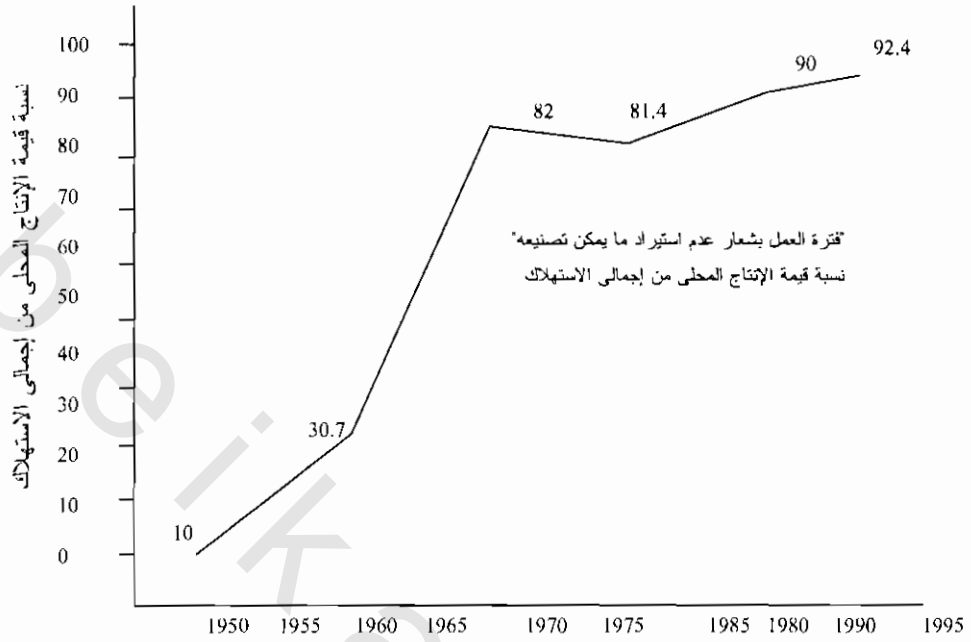
وبالنسبة لاحتياجات صناعة الدواء من الخامات الدوائية فقد بلغت عام ١٩٩٤/٩٣ ما قيمته ٥٩٠ مليون جنيه، أمكن للإنتاج المحلى الوفاء بنسبة ١٥,٥% منها. وأما عن مواد التعبئة والتغلف، فإنها تمثل فى المتوسط ١٦,٥% من قيمة المستحضر الدوائى ، ويفى الإنتاج الوطنى بما يعادل ٢٦,٣% من قيمة احتياجات الدواء من هذه المواد.

وعن حجم الأسواق الخارجية للدواء المصرى فقد كانت هذه الأسواق تكاد لا تكون موجودة حتى بداية الثمانينات. وقد طرأ على صادرات الدواء المصرى تحسن نسبى كبير فى الثمانينات والتسعينات، حيث ارتفع حجمها من ٣,٥ مليون جنية مصرى عام ١٩٨١/٨٠ إلى ٩٣ مليون جنيه مصرى عام ١٩٩٤/٩٣. ومن المتوقع أن يكون هذا الحجم قد تضاعف بنسبة تتعدى ١٠٠% عام ٢٠٠٠/٩٩. ولكن من المهم الإشارة إلى أن القدرة التصديرية لصناعة الدواء المصرية تتضاءل أمام القدرة التصديرية لصناعة الدواء المشابه فى الأردن والتى تخطت قيمتها ٩٠ مليون دولار أمريكي عام ١٩٩٣، فضلا عن القدرة التصديرية لكبرى شركات الدواء الإسرائيلية (شركة تيكا) والتى بلغت ٦٠٠ مليون دولار عام ١٩٩٦.

وبخصوص الإنجازات العلمية لقطاع الدواء المصرى توجد ثلاث اكتشافات مهمة (جرت منذ عشرات السنين، فترة الخمسينات والستينات) لمواد من أصل نباتى أمكن استخلاصها واستخدامها فى مستحضرات صيدلية، وهذه المواد هى الأمويدين ويستخدم فى علاج البهاق، والخللين والحلفا بارول ويستخدمان فى العلاج من آلام حصاوى الكلى والتقلصات العضلية فى مجرى البول.

وكختام لهذا الجزء نجذب الانتباه إلى ما يلى:

- أن صناعة الدواء فى مصر عريقة وهى الأولى من حيث النشأة على المستوى الإقليمي (الأفريقي ــ العربى ــ الشرق أوسطى).
- أن هذه الصناعة استطاعت أن تحقق الهدف التقليدى فى التنمية فى فترة الخمسينات والستينات وهو "الحلول محل الواردات".
- إنها قد بزغت فى إطار حركة اقتصادية وطنية (بنك مصر ــ طلعت حرب)، وحققت قفزتها فى إطار التنمية الوطنية فى الخمسينات والستينات.
- أن تنمية الصناعة الدوائية فى فترة بداية الستينات قد أخذت فى الاعتبار تنمية متكاملة (المستحضرات ــ المواد الخام ــ الرقابة والبحوث التعاون مع شركات أجنبية)، وقد كانت هذه الصناعة فى أواخر الستينات فى طليعة صناعات الدواء فى العالم الثالث.
- أن هذه الصناعة قد فقدت مكانتها القيادية بين دول العالم الثالث (منذ السبعينيات) حيث تقدمت عليها صناعة الدواء فى دول كثيرة مثل الهند والأرجنتين والصين وكوريا الجنوبية.
- أن الصناعات الدوائية الناشئة فى بعض البلدان العربية قد بلغت نفس المستوى النوعى للصناعة المصرية (فى مجال التشكيل الصيدلى) وأحيانا تتفوق عليها (مثلما الحال فى الأردن والإمارات والمغرب والعراق وفلسطين). وقد تفوقت الأردن فى مجال التصدير (كما أشرنا من قبل).
- أن القدرة الوطنية فى صناعة الدواء قد وصلت إلى سقف منحنى تطورها فى إطار السياسات والآليات القائمة (أنظر الشكل رقم ١) .



شكل رقم (١)

تطور نصيب الإنتاج الوطنى من المستحضرات الصيدلية كنسبة من جملة الاستهلاك المحلى

ثانيا : التحديات الذاتية

أ – عدم وجود سياسة دوائية وطنية متكاملة

يشكل هذا التحدى (أو هذا العامل) معوقا رئيسيا ضد تطوير أية مجال مـــن مجالات الدواء، وليس فقط التطور التكنولوجى. وتبلغ خطورة الموقف فى هـــذا الشأن أن القيادات التنفيذية المسئولة فى مجالات الصحة والدواء لا تـــدرك أو لا تعترف بحقيقة الوضع وهو ضعف السياسة الدوائية أو عدم وجود سياسة دوائيـــة وطنية متكاملة. ومما يؤكد خطورة الموقف أنه بينما كانت القيـــادات التنفيذيـــة العليا فى مجالات الصحة والدواء لا تبالى بنداءات فى هذا الخصوص من بينـــها

على سبيل المثال مقال "السياسة الدوائية المفقودة" – الأهرام الاقتصادى – ١٩٩٨/٣/٢١، وندوة "نحو سياسة دوائية أكثر تكاملا" –النقابة العامة للصيادلة– سبتمبر ١٩٨٨، فضلا عن حوارات ومناقشات مع العديد من المسئولين وأولى الأمر، بل وتدعى وجود سياسة وطنية للدواء على أعلى مستوى ؛ فإن حقيقة الموقف قد اتضحت بعد ذلك من خلال استقراء بيانات هامة صدرت فى نهاية عام ١٩٨٨ عن منظمة الصحة العالمية فى كتابها وضعية الدواء فى العالم (Drug Situation in the World-WHO-1988).

لقد وصفت منظمة الصحة العالمية الأوضاع الدوائية فى بلدان العالم من خلال أحد عشر مؤشرا indicator تتعلق بالتشريع والإنتاج والأدوية الأساسية والمعلوماتية والرقابة والتوزيع والتنمية البشرية والترشيد الدوائى... الخ، وذلك باستعمال مدى من الدرجات لكل مؤشر يصف حالة البلدان فيما يتعلق بأوضاعها المتعلقة بهذا المؤشر. وبفحص أوضاع الدواء فى العالم حسب مؤشرات وبيانات الصحة العالمية، وبالكشف على عدد المؤشرات التى تحقق فيها البلدان المختلفة الحد الأعلى من الدرجات، يتضح لنا أن مرتبة مصر فى السياسة الدوائية عام ١٩٨٨ كانت مكانة منخفضة جدا ولا تتناسب أبدا مع تاريخها وامكانيتها. لقد كان مستوى السياسة الدوائية فى مصر حسب المعيار المشار اليه لايسبق من الدول العربية غير موريتانيا والصومال، ولا يسبق من دول مجموعة الـ ١٥ غير نيجيريا والسنغال. ذلك بينما كانت العراق تحقق أعلى مستوى فى مجموعة البلدان العربية (تليها الجزائر)، وكانت الجزائر (بالاشتراك مع البرازيل وشيلى وإندونيسيا والمكسيك) تحقق أعلى مستوى بين مجموعة دول الـ ١٥ (أنظر الجدولين (٤) و (٥)). ذلك كله فى الوقت الذى كانت الدولة فى مصر ممثلة فى قياداتها المسئولة ترفض – ولا تبالى بنداءات ودراسات وطنية تنبه وتحذر بخصوص ضعف مستوى السياسة الوطنية

للدواء[1]. والجدير بالانتباه هنا أن السيد ــ وزير الصحة كان قد تفضـــل عـــام ١٩٩٢ بالترحيب باقتراح بإنشاء مجلس أعلى للدواء (نشر فـــى الأهـــرام- ١٢ مارس ١٩٩٢) من أجل وضع سياسة وطنية للدواء ومتابعة تنفيذها وتطويرهـــا. غير أن الكيان الذى أنشئ بعد ذلك بالفعل كان- ولا يزال - يختـــص بأعمـــال إجرائية (مثل تسجيل الأدوية وتسعيرها وسحبها من السوق... الخ) وقد أطلـــق عليه "لجنة الخدمات" ، ثم تغير اسمه بعد ذلك إلى "مركز تخطيـــط وسياســـات الدواء".

ب- عدم استيعاب صناعة الدواء الوطنية من خـــلال منظوماتـــها القائمـــة لطبيعة صناعة الـــدواء باعتبارها من النوع الـــذى يعتمد فيه التقدم التكنولوجـــى -فى الأساس- على أنشطة البحث والتطوير. ويعد استمرار هذا الأمـــر بمثابـــة خطأ استراتيجى مزمن ومدمر لصناعة الدواء الوطنية.

جـــ- تدهور المعايير الخاصة بتقييم الصناعة الدوائية ومخرجاتها، حيـــث ترتكز هذه المعايير – حتى الآن – على حجم تغطية احتياجات السوق المحلـــى، كما تتداخل اعتبارات وتوجهات ذاتية (تتمثل فـــى الـــرؤى الشـــخصية وغلبـــة "البروباجندا") مع أى جهود لتقويم هذه المعايير.

د-غيبة التحالفات والتكتلات الوطنية الفعالة فى المجالات البحثية والتسويقية والتجارية الخاصة بالدواء المصرى. ومن الأحداث الجاذبة للانتباه فى صناعـــة الدواء المصرية أن هذه الصناعة تشهد -فى عصر التحالفات والتكتلات- نشأة ثلاثة مصانع دوائية لثلاثة أفراد من أسرة واحدة (مصنع لكل منهم)، وهو أمـــر جدير بالتمعن من المنظورين الاقتصادى والصناعى (؟!). هذا، وقد نشر مؤخرا

[1] لا توجد سياسة وطنية دوائية مكتوبة National Drug Policy وعلى أرض الواقع تمـــارس شـــئون الدواء من خلال قرارات وإجراءات جرى التعارف عليها ويجرى تطويرها أو تعديلها مـــن وقـــت لآخر من منظور القيادات الحكومية المعنية وطبقا للأحداث والمتغيرات وفى نطاق الأطر المرعية.

خبر يفيد بقيام تحالف تسويقى بين بعض شركات قطاع الأعمال وشركة قطاع خاص.

هـ- وجود حاجز نفسى أمام الابتكار الدوائى الوطنى. وتعود العوامل الرئيسية المسببة لهذا الحاجز النفسى إلى سلبيتين رئيسيتين. السلبية الأولى تتعلق بضعف قدرة الأجهزة الدوائية القائمة (فى الصناعة والبحوث) على استقراء وفهم سياسات واقتصاديات التطورات العالمية فى صناعة الدواء. وأما السلبية الثانية فتتعلق بسوء حال "إدارة" أنشطة البحث والتطوير الدوائى فى مصر، وكذلك ضعف قدرة القيادات والأنظمة القائمة (فى مؤسسات الدواء) بخصوص استيعاب وتسيير الإمكانات الوطنية.

هذا وقد نتج عن السلبيات الذاتية السابق الإشارة إليها ما يلى:

- هدر إمكانيات البحث والتطوير الدوائى فى مؤسسات الدولة (الجامعات ومراكز البحوث).
- تأخر صناعة الدواء المصرية، حيث قد لحقت بها صناعات دوائية ناشئة فى دول مجاورة، وحيث أنها لم تحقق أية خصوصية على المستوى الدولى (مثل التفوق فى إنتاج الخامات فى الهند، أو إنتاج مواد دوائية جديدة فى الصين وإسرائيل والأرجنتين أو حتى تصدير المستحضرات الجنيسة أى التى زالت عنها براءات الاختراع.
- تأخر إنشاء بنية أساسية للتكنولوجيا الحيوية داخل الصناعة الدوائية المصرية وذلك فى ظل استمرار غياب رؤية قومية وجهد وطنى لتنمية الصناعة الدوائية تكنولوجيا.

- دخول بعض الشركات العالمية لشراء شركات قائمة حيث يجرى ذلك فـــى إطار توجه يختص فى الأساس بالاستحواذ على السوق المحلى أكثر ممـــا يختص بنقل التكنولوجيا.

والجدير بالانتباه هنا أن فرع شركة جلاكسو العالمية فى مصـــر يســتحوذ حاليا على أكثر من ٩% من حجم السوق المصرية.

جدول رقم (٤)

ترتيب دول مجموعة الـــ ١٥ حسب عدد المؤشرات التى تحصل فيها الدولة على الدرجات الأعظم*

(١) **دول تحقق الدرجات الأعظم فى "٥" مؤشرات :**
الجزائر – البرازيل – شيلى – إندونيسيا – المكسيك

(٢) **دول تحقق الدرجات الأعظم فى "٣" مؤشرات:**
الأرجنتين – الهند – ماليزيا

(٣) **دول تحقق الدرجات الأعظم فى مؤشر واحد:**
مصر – جاميكا – فنزويلا

(٤) **دول لا تحقـق الدرجـات الأعظـم فـــى أى مؤشرات:**
نيجريا – السنغال – زيمبابوى

المصدر: م . ر. حامد، محاضرة أمام اجتماع خبراء مجموعة الـــ ١٥ فى المعايير والجـــودة – نيودلهى – يناير ١٩٩٨.

جدول رقم (٥)

ترتيب الدول العربية حسب عدد المؤشرات التى تحصل فيها الدولة على الدرجات الأعظم*

(١) دول تحقق الدرجات الأعظم فى "٨" مؤشرات :

العراق

(٢) دول تحقق الدرجات الأعظم فى "٥" مؤشرات :

الجزائر

(٣) دول تحقق الدرجات الأعظم فى "٤" مؤشرات :

ليبيا – سوريا

(٤) دول تحقق الدرجات الأعظم فى "٣" مؤشرات:

الكويت

(٥) دول تحقق الدرجات الأعظم فى مؤشرين فقط :

البحرين – الأردن – جيبوتى

(٦) دول تحقق الدرجات الأعظم فى مؤشر واحد فقط

مصر – اليمن الديمقراطى – عمان – لبنان – السودان – السعودية

(٧) دول لا تحقق الدرجات الأعظم فى أى مؤشرات

الصومال – موريتانيا

المصدر: م . ر. حامد، محاضرة أمام الاجتماع الإستشارى فى الصناعة الدوائية – مجموعة دول شرق المتوسط – منظمة الصحة العالمية – الإسكندرية – أبريل ١٩٩٨.

ثالثا : التحديات الخارجية

- التقدم المتسارع فى علوم وتكنولوجيا الدواء.
- اتفاقيات منظمة التجارة العالمية، وخاصة اتفاقية حقوق الملكيـــة الفكريـــة. ومن الجدير بالذكر أن صناعة الدواء الوطنية لم تصل حتى الآن إلى تبنـــى عملى لصياغة أو لسياسة تختص بالتفاعل الإيجابى مع اتفاقيـــات منظمـــة التجارة العالمية، علما بأن الانعكاسات السلبية لهذه الاتفاقيات ستكون – من وجهة نظرنا – أكثر تأثيرا على الإمكانيات الخاصة بتطور صناعة الـــدواء الوطنية وذلك بالمقارنة بالتأثير على أسعار الدواء. وفى هذا الصدد فإن هذه الانعكاسات تتضمن الجوانب التالية:

- إمكانية قدوم منافسين أجانب لصناعة الدواء المصرية، ومزاحمتهم لـــهذه الصناعة فى السوق المصرية بمنتجات مثيلة وأسعار أقل، ومواصفـــات أحسن، وذلك فى إطار مبادئ منظمة التجارة العالمية (فتـــح الأســـواق والالتزام بالموصفات العالمية).
- توصل صناعة الدواء المتقدمة إلى مواد دوائية جديدة ومنتجات صيدليـــة جديدة ، يكون للمواطن المصرى حاجة إليها، ولا يمكن تصنيعها مصريا (فى ضوء حماية العملية الابتكارية، طبقا لتعليمات قانون حماية الملكيـــة الفكرية) إلا بالإتاوة التى يطلبها المحتكر، وبعد موافقته أو مـــن خـــلال الشراء بالأسعار العالمية التى يفرضها محتكر المنتج الدوائى، على مدى عشرين عاما من تاريخ الاكتشاف.
- إحباط قدرات البحوث والتطوير الوطنية، والتى لن تتمكن من تقديم جديد ذى فائدة لصناعة الدواء، حيث تستحيل (فى إطار اتفاقية حقوق الملكيـــة الفكرية) الاستفادة الصناعية بأى اكتشاف يكون قد سبق اكتشافه وتسجيله

بواسطة الغير, ولمدة عشرين عاما على الأقل. وبالتالى فإنه لن يمكن الاستفادة من اكتشافات بحثية أو تطويرية يكون اكتشافها أمرا محتوما فى سياق تقدم الزمن، مما قد يعنى للبعض أن الخيار أمام أنشطة البحوث الدوائية يكون إما التفوق على بحوث الشركات العالمية أو التوقف(!).

- وبالإضافة إلى ما سبق الإشارة إليه من تحديات وانعكاسات نشير إلى أن تطورا تكنولوجيا كبيرا يحدث فى صناعة الدواء الإسرائيلية، حيث قد توصلت هذه الصناعة إلى مواد دوائية جديدة، وإلى تطور كبير فى حجم الصادرات (حيث وصلت صادرات شركة تيفا – وهى أكبر شركة دواء فى إسرائيل إلى ٦٠٠ مليون دولا عام ١٩٩٦). والجدير بالإشارة هنا أن شركتين إسرائيليتين (وهما تيفا وآجث) قد وصلتا فى تحالفهما إلى مستوى التحالف فى إنشاء معهد بحثى دوائى إسرائيلى على أرض الولايات المتحدة الأمريكية.

٣- مستقبل التطوير التكنولوجى فى الصناعة الدوائية المصرية

رغم المظاهر السلبية والأخطاء الاستراتيجية المتعلقة بمناخ ومسيرة صناعة الدواء المصرية منذ أواخر الستينات، وهى سلبيات وأخطاء تمثل تحديات ذاتية (أشرنا إليها من قبل)، إلا أننا على يقين بأن فرص صناعة الدواء المصرية فى النمو والتطور والوصول إلى المدار العالمى لا تزال موجودة، وهى لا تقل فى تقديرنا عن فرص الصناعة الدوائية فى البلدان التى بدأت تنجز قدرا من الاختراقات الدوائية على مستوى عالمى (مثل كوريا والهند والأرجنتين وإسرائيل). إن التعامل الإيجابى مع مستقبل صناعة الدواء المصرية يجب أن يأخذ فى الاعتبار (من المنظور التكنولوجى) ما يلى:

أولا : ملاحظات عامة (أو أخطاء استراتيجية قاتلة)

إن الممارسات التالية تمثل أخطاء استراتيجية أضعفت مسيرة صناعة الدواء المصرية طوال العقود الثلاث الماضية، ومن شأن استمرار هـــذه الممارســات القضاء على الفرص الباقية لتطوير هذه الصناعة ودفعها إلى مـــدار التنافســية العالمية.

١. الاقتصار على التطور الأفقى، بمعنى زيادة عدد المصانع دون الانتباه إلى التطور الرأسى (تطوير المنتجات والعمليات الإنتاجية والخدمية وقـــدرات البحث والتطوير)، وذلك بينما التطور الرأسى فى صناعة تعتمد على العلم مثل صناعة الدواء هو الطريق الرئيسى لتعظيم القيمة المضافة وللتنافسية.

٢. غيبة دور إيجابى للحكومات المصرية المتعاقبـــة (ربمـــا منـــذ أواخـــر الستينات) تجاه ضرورات التطور الرأسى للصناعة الدوائية. لقد ركـــزت الحكومات المصرية طلباتها من القطاع العام الدوائى ثم القطاع الخـــاص بعد ذلك فى تغطية الاحتياجات المحلية، ولم تشأ أيا منها (أى الحكومـــات) تحمل مسؤولية الترشيد الايجابى أو إدارة الدفة لصناعة الدواء المصريـــة من خلال استخدام الآليات المالية والتشريعية والاستثمارية المناسبة مـــن أجل دفع هذه الصناعة إلى التطوير الرأسى (التطور القائم علـــى أنشـــطة البحث والتطوير). وفى المقابل فقد قامت (وتقوم) حكومات الدول المتقدمة واللاحقة – على السواء – بأدوار إيجابية هامـــة فـــى ترشـــيد وتطويـــر الصناعات الوطنية للدواء (أنظر الفصل الأول من هذا الجزء بخصـــوص دور الحكومات).

٣. نشأة القطاع الخاص الدوائى – فى الأساس – كامتداد مـــوازى (وربمـــا بديل) للقطاع العام الدوائى مما حصر المنافسة فـــى إطار محلى وتحت

سقف مستويات تكنولوجية متشابهة إلى حد كبير. ونتيجة لذلك لم تتطور القدرات النوعية النسبية لصناعة الدواء المصرية (ولا القدرات الإدارية لقياداتها) عن أوضاع ما قبل العولمة، بل عن أوضاع سنوات الستينات. وقد ساهم ذلك فى تعطيل مسيرة تقدم صناعة الدواء المصرية. وكنتيجة للأخطاء الثلاث السابق ذكرها، والتى تشترك فى جوهر رئيسى واحد، وهو عدم الانتباه إلى التطور الرأسى المعتمد على أنشطة البحث والتطوير، فقد تعطلت مسيرة صناعة الدواء المصرية عن دول بدأت معها المسيرة (مثل الهند)، كما لحقت بها دول حديثة العهد بصناعة الدواء (مثل بعض الدول العربية الشقيقة)، فضلا عن السبق الذى حققته كيانات دوائية حديثة لم تكن موجودة وقت أن بدأت مصر صناعتها الدوائية (نقصد الصناعة الدوائية الإسرائيلية).

وبينما تتمسك قيادات الصحة والدواء فى مصر بمعيار تغطية الاستهلاك المحلة كدليل قوة لهذه الصناعة (وهو معيار خاطئ فى صناعة تعتمد على العلم مثل صناعة الدواء)، حيث دأبت هذه القيادات الإعلان أن الصناعة الدوائية المصرية تغطى ٩٥% من احتياجات الاستهلاك المحلى كدليل قوة هذه الصناعة، فإن تقريرا حديثا صدر عن اتحاد الصناعات المصرية أغسطس ١٩٩٩ قد أوضح أن هذه النسبة قد انخفضت مؤخرا إلى ٨٥%. وفى تقديرنا أن ارتفاع أو انخفاض هذه النسبة ليس له علاقة مباشرة بالقدرات العلمية والتكنولوجية الأصيلة لصناعة الدواء الحديثة (ملحوظة: صناعات الدواء فى بلدان مثل سويسرا وإنجلترا لا تغطى أكثر من ٦٠% من الاحتياجات المحلية بينما لها أنصبة كبيرة فى السوق العالمى).

ثانيا : الحاجات والضرورات والفرص

تعود الحاجات والضرورات بشأن وجوب الاهتمام بإنقاذ صناعـــة الـــدواء المصرية من "شرنقة" التطور الأفقى والابتعاد عن التطور الرأسى إلى أمور عدة نوجزها فيما يلى:

١. أن صناعة الدواء صناعة تلزم وجود الإنسان حيث هى صناعة لم تندثر منذ نشأتها عبر التاريخ البعيد.

٢. أن الاعتبار السابق يتسبب فى رفع درجة تركـــيز الاهتمـــام الانســـانى والبحثى التطويرى بالدواء وبصناعته. وهو أمر يؤدى إلى قيمة مضافـــة عالية فى هذه الصناعة.

٣. أن القيمة المضافة العالية التى تتميز بها صناعة الدواء يـــترتب عليـــها أثرين رئيسيين. أولهما ربح وفير للصانع، وثانيهما تنامى فـــى صعوبـــة حصول محدودي الدخل (من دول و/ أو أفراد) على الأدوية الجديدة.

٤. أن للدخول (أو الاختراق) النشط للصناعة الدوائية على المستوى العـــالمى له منافذ وفرص عديدة (مثل التشكيل الصيدلى، وصناعة الأدوية الجنيسة، والمواد الدوائية الخام، والأدويـــة مـــن أصـــول طبيعيـــة والتكنولوجيـــا الحيوية...الخ)، ولا يتطلب الأمر بالضرورة الدخول مـــن أعلـــى قمـــة التكنولوجيا [تخليق مادة دوائية جديدة والوصول بها إلى السوق]. وذلـــك مع اعتبار أن هذه المنافذ والفرص تقود إلى بعضها البعض.

٥. يوجد فى مصر وفى المنطقة العربية كذلك إمكانـــات بشـــرية ومصـــادر طبيعية تحتاج إلى تفعيل إدارى واستثماري لإحداث تراكم فـــى قدراتـــها ودفع لإمكانياتها.

٦. أن فرص استغلال الموارد الطبيعية والتنوع البيولوجى فى إنتاج الأدوية هى فرص وطنية فى الأساس لكنها تصبح متاحة للأقدر والأكثر اهتماما على مستوى العالم (طبقا للمتغيرات العالمية المرتبطة بالتجارة)، ومن الأولى استغلال هذه الفرص (بالاكتشاف والحماية) بواسطة صناعات الدواء الوطنية.

ثالثا : الإمكانيات

(١) الموارد البشرية

توجد فى مصر موارد بشرية طيبة تمثل كفاءات علمية وتقانية يمكن الاعتماد عليها فى إحداث تقدم تكنولوجى فى صناعة الدواء المصرية شريطة وجود تنظيم أمثل لهذه الكفاءات. وتوجد هذه الكفاءات فى الوحدات والمؤسسات التالية:

- وحدات الصناعة الدوائية (الشركات فى القطاعين العام والخاص).
- المؤسسات البحثية (المركز القومى للبحوث – الهيئة القومية للرقابة والبحوث الدوائية – معهد الهندسة الوراثية بجامعة المنوفية – مركز البحوث الزراعية – الهيئة المصرية للأمصال واللقاحات).
- كليات الصيدلة والعلوم والزراعة والطب والهندسة فى جميع الجامعات المصرية.

وفى تقديرنا أن الكفاءات البشرية الموجودة يمكن أن تغطى المخططات الممكنة للاستنهاض التكنولوجى فى صناعة الدواء، وحتى فى أكثر المتطلبات ندرة وصعوبة فإن الأمر لا يحتاج إلا إلى العمل الجماعى وقدر من التنظيم والتأهيل.

(٢) الموارد الطبيعية

تمثل الموارد الطبيعية (نباتات وحيوانات وحشرات) مصادر هامة للتنـــوع المطلوب فى البنى الكيميائية أثناء إجراء بحوث تشييد وتصميم الأدويـــةdesign drug والمواد المضافة (أى المواد الدوائية غير الفعالة excipients). وبينما تظل الصحراء والبحار والأنهار على المستوى الوطنى (فى مصـــر) وكذلـك علـى المستوى الإقليمى (عربيا وأفريقيا) تمثل مصادر خصبة للبحوث والاكتشـــافات الدوائية، فإن المؤسسات العلمية والصناعية المصرية يقع عليها دور ريادى فـــى التخطيط والتنفيذ بشأن استيعاب الاستفادات الممكنة للتنوع البيولوجى فى إطـــار استنهاض صناعات الدواء الوطنية والإقليمية.

رابعا : المسارات الممكنة

١. تنشيط البحوث الاستراتيجية الهادفة للتوصل إلى اكتشافات دوائية وبـراءات تعتمد على مصادر الطبيعية المحلية والإقليمية (بالتعاون مع دول المنطقة).

٢. تنظيم وتطوير صناعة الأدوية الجنيسة أى الأدوية التى زالت عنـــها فـــترة حماية براءات الاختراع، بحيث تحصل هذه الأدوية على القبول فـــى ظـــل تنافسية السوق العالمى. وهنا يحتاج الأمر ليس فقط إلـــى أنشـــطة بحـــث وتطوير ورقابة لضمان تفوق المنتج المصرى فى النوعية والســـعر، بـــل توجد حاجة أيضا إلى تنظيم المنافسة بين المنتجين المصريين والإقليميـــن، وإلى تطوير أنشطة التسويق، وكذلك اللجوء إلى عمل تحالفات تجارية مـــع شركات أخرى فى الأسواق الأجنبية.

٣. تنشيط الاستفادة العلمية من براءات الاختراع المسجلة فى مصر، حيث تعـد هذه البراءات (إذا ما تم تسجيلها بما يلزم من شروط الإفصـــاح) مصـــدرا خصبا لتنشيط القدرات الوطنية فى البحث والتطوير.

obeikandi.com

٤. تنظيم أنشطة بحث وتطوير تهدف إلى إحداث تطويرات بسيطة متصاعدة incremental changes فى المواد الدوائية والعمليات الإنتاجية، وهو مسار يمكن أن يكون بمثابة التفاف إيجابى حول اتفاقية حقوق الملكية الفكرية TRIPS.

٥. الدخول المنظم فى مجال إنتاج أدوية بالتقانات الحيوية Biotechnology، حيث تمثل هذه التقانات وسائل رئيسية لإنتاج الأدوية فى المستقبل (وكذلك وسائل رئيسية فى تطوير العلاج بالأدوية). وفى هذا الإطار يمكن الاعتماد على باحثين من أقسام الميكروبيولوجيا والكيمياء الحيوية فى مراكز البحوث وفى جميع كليات الصيدلة والعلوم والزراعة والطب من أجل تحقيق هذا الهدف. والجدير بالإشارة هنا أن إحدى شركات القطاع العام الدوائى (شركة النيل للأدوية) قد تمكنت مؤخرا من إنتاج مواد دوائية بالاعتماد على تقنيات التكنولوجيا الحيوية، وذلك بالاعتماد على الخبرة الصينية [فى إطار اتفاقيات عقدت برعاية الرئيس مبارك]. هذا، ومن الضرورى هنا التنويه إلى أنه من المطلوب فى هذا الصدد بذل جهد فى الاستيعاب التكنولوجى بالاعتماد على أنشطة البحث والتطوير وذلك بالقدر الذى يمكن من توطين قدرات وطنية تكون قادرة على السير فى هذا المجال، بذاتها وبالتعاون التطويرى مع الإمكانات الأجنبية.

٦. تنشيط استيعاب الباحثين فى العلوم الأساسية للتطورات العلمية العالمية فى مجالات الدواء، حيث أن تحقق هذا الاستيعاب يرشد المسارات الخمسة السابقة.

خامسا : المتطلبات والآليات والشروط

يوجد خليط لقائمة من المتطلبات والآليات والشروط الخاصة بتصحيح مسار صناعة الدواء المصرية. وفيما يلى نسرد هذه القائمة (ملحوظة: بعض بنود هـذه القائمة قد جرت الإشارة إليها بشكل غير مباشر فى مواضع سابقة):

١. تصحيح معايير تقويم الصناعة الدوائية المصرية وذلك من خلال الاحتكـام إلى معايير مثل القيمة المضافة – البراءات ذات المردود التجارى – تقديـم مواد دوائية جديدة – تقليص نسبة الإنتاج بتراخيص أجنبية – التقويم المالى لأنشطة البحث العلمى والتطوير التكنولوجى... الخ.

٢. تنظيم المنافسة بحيث تأخذ فى الاعتبار تكامل المسار التكنولوجى (المـواد الخام – التشكيل الصيدلى المتطور – التكنولوجيا الحيوية... الخ) مع تحفيز التنافسية داخل كل اتجاه.

٣. استخدام وسائل صريحة للتحفيز على التطوير التكنولوجى (مثل الضرائـب – التسعير – الجوائز... الخ).

٤. تصنيف الصناعة القائمة إلى مستويين، أحدهما خاص بصناعـة الأدويـة الجنيسة، والآخر صناعة تقوم على التطوير العلمى والتكنولوجى المباشر.

٥. إدخال إدارة التغيير التكنولوجى فى شركات الدواء، وفى المنشآت البحثيـة الدوائية.

٦. تطوير إدارة القيمة المضافة من خلال التنسيق بين سلاسل القيـم العلميـة والتكنولوجية والصناعية والاقتصادية فى المجال الدوائى على المسـتويين الوطنى والقطاعى.

obeikandi.com

٧. استيعاب المتغيرات العالمية فى إدارة واقتصاديات الصناعة الدوائية (مثل العملقة والتحالفات وشبكات البحوث والخصخصة البحثية)، مع استحداث تحويرات موازية أو مناظرة لها تبعا للظروف الوطنية.

٨. دراسة وتشجيع وتنظيم التعامل الرشيد مع الشركات والتحالفات العالمية بهدف اكتساب معارف وتقنيات جديدة.

٩. إنشاء مركز بحثى وطنى فى مجال الدواء من خلال "تحالف" بين الشوكات الدوائية الوطنية والبنوك ويكون بمثابة شركة قطاع خاص تهدف إلى عمل اختراقات علمية وتكنولوجية وتقديم منتجات وعمليات إنتاجية جديدة تحتكرها الشركات المصرية (أنظر: تحالف وطنى فى صناعة الدواء – الأهرام الاقتصادى – ١٢/٢٧/ ١٩٩٣ والأهرام ١٩٩٤/٣/٣٠).

١٠. استغلال براءات الاختراع من الناحية العلمية (وليست التجارية) فى تعميق القدرة الوطنية على عمل هندسة للمنتجات والعمليات الدوائية.

١١. الالتفاف الإيجابى حول حقوق الملكية الفكرية من خلال استراتيجية التطويرات البسيطة المتصاعدة، incremental changes والتى يمكن أن تكون ذات عائد تطويرى وتجارى مهم.

١٢. التواصل الأفقى مع الموارد المحلية والإقليمية القائمة (الصناعات البتروكيميائية والتعدينية – النباتات والحيوانات فى البر والبحر).

١٣. استخدام التعليم كآلية رئيسية فى التغيير التكنولوجى الدوائى، وذلك من خلال "التحالف" بين الدراسات العليا فى الكليات ومراكز البحوث من ناحية، وشركات الدواء من ناحية أخرى، وكذلك تحفيز الإعارة المتبادلة بين الكليات العملية وشركات الدواء.

١٤. إنشاء مجلس أعلى للدواء يكون هدفه إدارة "الدفة" بشأن تطويـــر صناعـــة وسياسات الدواء.

سادسا : ملاحظات بشأن الهيكل العـــام للبنيـــة المطلوبـــة لمنظومـــة العلـــم والتكنولوجيا فى صناعة الدواء المصرية.

١. نظرا لأن تقدم صناعة الدواء يعتمد – فى الأساس – على أنشطة البحـــث والتطوير، ونظرا لأن هذه الأنشطة تحتاج إلى تكلفة مادية عالية، فإن هناك حاجة لإنشاء تكتل وطنى Consortium بين شركات الدواء الوطنية (عـــام وخاص) بالتعاون مع البنوك والحكومة، وذلك من أجـــل تنشـــيط وتعظيـــم الإمكانات الوطنية للبحث والتطوير (راجع: تحالف وطنـــى فـــى صناعـــة الدواء – الأهرام الاقتصادى ١٩٩٣/١٢/٢٧ – الأهـــرام ١٩٩٤/٣/٢٤)، بالإضافة إلى التنسيق بين إمكانات ومخططات وحـــدات صناعـــة الـــدواء الوطنية، وكذلك تعضيد قدراتها التنافسية.

٢. الحاجة الماسة إلى تنظيم وتنسيق التعاون بين وحدات البحث والتطوير فـــى الجامعات ومراكز البحوث وشركات الدواء فى إطار يجعل لهذه الوحـــدات مهام بحثية تطويرية تتكامل مع بعضها البعض. إن الحاجة إلـــى التنظيـــم والتنسيق فى هذا الخصوص ترتكز على حقيقة هامة وهى استحالة قيام أيـــة مجموعة بحثية واحدة بنشاط بحثى دوائى منفرد يكون له صفة الاكتمـــال. وبالتالى فإن وجود أنشطة بحثية فى الوحدات المشـــار إليـــها دون تنظيـــم وتنسيق بين بعضها البعض يعنى أن جميع هذه الوحـــدات تقـــوم بأعمـــال ناقصة ليست لها تراكمات رأسية تحولها إلى مخرجات ذى شأن من الناحية الاقتصادية.

٣. الحاجة إلى وجود خدمات استشارية فى مجـــالات التكنولوجيـــا والتســـويق تكون بمثابة جسر بين الإمكانات والقدرات الوطنية وبعضها البعض وكذلك بين الأنشطة الوطنية والتطورات العالمية.

٤. استخدام التقنيات الحديثة (مثل بناء الأنظمة والانترانيت) فى التشبيك بيـــن القدرات الوطنية وبعضها البعض.

٥. ضرورة أن تكون هناك أدوار محددة لكـــل مـــن الحكومـــة والاتحـــادات والمنظمات الأهلية (مثل اتحاد الصناعات والغرفة التجارية) فى إدارة دفـــة تقدم صناعة الدواء.

obeikandl.com

المراجع

- WHO **The World Drug Situation**, WHO, Geneva, 1988.
- Richards, A., **Out-sourcing Pharmaceutical R&D**, Pharmaceutical Manufacturing Inter-national, 1996, p.49.
- م.ر. حامد – **مستقبل صناعة الدواء فى مصر والمنطقـــة العربيـــة** – كراسات مستقبلية – المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ١٩٩٧.
- م.ر. حامد – "تكنولوجيا صناعة الدواء: الوضعية والاستنهاض" – فـــى: **بديل للتقدم** – تحرير د. محمد السيد سعيد – مركز الدراسات السياســية والاستراتيجية – الأهرام . ١٩٩٨.
- م.ر. حامد – "التقسيم الدولى للعمل فى صناعة الدواء وموقع مصر فيه" – فى **الاقتصاد العالمى الجديد وموقع مصر فيه** – تحرير د. مصطفـــى كامل السيد – مركز دراسات وبحوث الدول النامية – القاهرة ١٩٩٨.

obeikandl.com

الباب الثالث

تكنولوجيا الفضاء

obeikandl.com

obeikandl.com

تكنولوجيا الفضاء

١- مقدمة

منذ أن دار القمر الصناعى الروسى "سبوتنيك" لأول مرة حول الأرض فى سنة ١٩٥٧ معلنا بداية عصر الفضاء، توالت الإنجازات مع زيادة الطموح الإنسانى إلى ارتياد المجهول والانطلاق فى دورة استكشاف جديدة داخل مجموعته الشمسية وفى أرجاء الفضاء السحيق الذى تتحرك فيه. وفى أقل من نصف قرن حقق الإنسان إنجازات مذهلة: فاستطاع الهبوط على سطح القمر والعودة منه عدة مرات من خلال البرنامج الأمريكى "أبوللو"، وقام ببناء وتشغيل ترسانة من صواريخ الإطلاق العملاقة لوضع الأقمار الصناعية بأنواعها المختلفة فى المدارات المناسبة لها حول الأرض، وأرسل المركبات الفضائية إلى معظم كواكب المجموعة الشمسية، وقام ببناء وتشغيل أول أسطول من المركبات الصاروخية (مكوك الفضاء) للسفر إلى الفضاء والعودة منه ثانية إلى الأرض حاملة طاقما كبيرا من البشر وحمولة ثقيلة من الأقمار الصناعية والمعدات والأجهزة، كما نجح فى تشييد أكثر من محطة فضائية دائمة لإقامة الإنسان فى المدار القريب من الأرض، وشرع مؤخرا فى إقامة محطة فضائية دولية من المتوقع أن يكتمل بناؤها فى مطلع القرن الواحد والعشرين.

لم يعد ممكنا فى الحقيقة تخيل الحضارة الإنسانية الحديثة فى صورتها الحالية خلال الربع الأخير من القرن العشرين بدون الفضاء. فمراكز التحكم فى العمليات الحيوية الأساسية للجنس البشرى وحضارته من حركة واتصال ونظر ورؤية وغذاء وحرب وسلام آخذة فى الانتقال بمعدل متسارع من الأرض إلى الفضاء. فالأرض يدور حولها بشكل منتظم حاليا حوالى ٥٠٠ قمر صناعى لأغراض الملاحة والاتصالات والطقس والتصوير وأيضا لمراقبة كل أحوالها البيئية ومجالاتها الطبيعية. من بين تلك الأقمار تمتلك الولايات المتحدة ٢٠٠ قمر بينهم ١٠٠ قمر للأغراض العسكرية. كل ذلك يواكبه صناعة فضاء عالمية مزدهرة، وصل إجمالى عائدها السنوى إلى ٧٧ بليون دولار، ٥٣% من هذا العائد أصبح من نصيب القطاع التجارى الخاص بعد أن خرج هذا النشاط من تحت سيطرة القطاع الحكومى فى معظم الدول الصناعية الكبرى. ويتزايد فى نفس الوقت أهمية الفضاء للعمل العسكرى، فأصبح يمثل المسرح الرابع للعمليات الحربية بعد المسرح البرى والبحرى والجوى، ومن خلاله صار من الممكن تنفيذ كثير من المهام مثل التجسس والاستطلاع والإنذار المبكر ورصد الصواريخ الباليستية والملاحة والاتصالات والتنبؤ بالطقس.

ويتضح مما سبق، أن حضارتنا "التكنولوجية" قد أوصلتنا إلى حقبة جديدة يعيش فيها الإنسان "عصر الكونية" بمعناه المباشر والحقيقى بعد أن تحقق لتلك الحضارة بالفعل بنية مادية وفكرية غنية ومتطورة، شيدتها بدأب خلال العقود القليلة الماضية كوكبة قليلة من دول الصف الأول والثانى وأنفقت عليها أموالا طائلة، وأصبحت أمورها وبرامجها تحتل موقعا مرموقا فى مداولات رؤساء الدول الصناعية الكبرى والاتحاد الأوربى والمنظمات الإقليمية المختلفة. إن تواجد الإنسان خارج محيطه الأرضى صار جزءا مهما ومثيرا من مجمل حركته العامة. كما أن أنباء الكون نفسه، حركته ومصيره، قد انزاح عنها بفضل

التقدم التكنولوجى كثيرا من الغموض والضباب، وأصبحنا نرى ما يجرى من تصادم على سطح كوكب المشترى، بمثل الوضوح الذى نرى به تصادما بشريا أرضيا فى منطقة الخليج.

وفى إطار بحثنا عن "آفاق التطور التكنولوجى فى مصر" نحاول فى هذه الدراسة استكشاف موقف مصر من التطور التكنولوجى فى مجال الفضاء حتى سنة ٢٠٢٠، من خلال عرض الحالة الراهنة والتطور المستقبلى الممكن لتلك التكنولوجيا على المستوى العالمى وموقفها الحالى فى مصر، والظروف التى تؤهل مصر لإحداث تقدم حقيقى فى هذا المجال، والتحديات التى تواجهها، والسياسات والآليات اللازمة لإحداث هذا التطور، وطبيعة البنية المادية والبشرية الضرورية لتنفيذ هذه السياسات، والمراحل المتوقعة لتطور العمل من خلال الآتى:

- المفاهيم الفكرية والعلمية للنشاط الإنسانى فى الفضاء.
- الإطار العام للبرنامج العالمى فى مجال الفضاء وأهدافه.
- تكنولوجيا الفضاء: النظم الفضائية والتكنولوجيات الأساسية.
- استكشاف المجموعة الشمسية والبحث فى الظواهر الكونية.
- مشاريع الفضاء الكبرى فى القرن القادم.
- الدول الأساسية الفاعلة فى مجال الفضاء –حجم الإنفاق الحالى ومجالاته.
- القوى الصاعدة فى مجال الفضاء.
- النشاط المصرى فى مجال الفضاء–التحديات.
- الظروف والشروط اللازمة لإحداث تقدم فى مجال تكنولوجيا الفضاء.
- المشروع المصرى للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء.
- المراحل المتوقعة لتطور تكنولوجيا الفضاء فى مصر حتى سنة ٢٠٢٠.

٢- المفاهيم الفكرية والعلمية للنشاط الإنسانى فى الفضاء

ينقسم النشاط الإنسانى فى الفضاء إلى قسمين:

القسم الأول : يتصل باستخدام الأقمار الصناعية والمحطات الفضائية فى المدارات القريبة من الأرض لتطوير صورة الحياة عليها وزيادة قدرة الجنس البشرى على الاتصال والإنتاج. لقد تجاوز هذا النوع من النشاط الأسئلة التى عادة ما تطرح فى البدايات عن الجدوى العملية ومبررات الإنفاق الباهظ، وأصبح الوجه النفعى فيه ظاهرا لا يحتاج إلى تبرير. فلم يعد ممكنا الاستغناء عن التواجد فى الفضاء القريب من الأرض لأداء مهام ووظائف أصبحت جوهرية بمنطق العصر لحركة الحياة فوقها. ومع السنوات الأولى للتسعينات، وبعد انتهاء الحرب الباردة، دخل هذا النشاط فى عملية ترتيب ومراجعة على المستوى العالمى كان هدفها تحقيق الآتى:

- الدخول بصناعة الأقمار الصناعية مرحلة "التوحيد القياسى" والخروج بها من نطاق الإنتاج الخاص بهدف تقليل التكلفة وتحقيق "التوافق" بين أنظمة الدول المختلفة.
- الاهتمام بتطوير الأقمار الصناعية صغيرة الحجم للتطبيقات المختلفة. ومن الأمثلة على ذلك إطلاق الولايات المتحدة القمر "تريس Trace " (٢١٠ كجم)، وشروع اليابان فى برنامج لتطوير سلسلة من الأقمار لا يزيد وزنها عن ٢٥ كجم.
- تقليل تكلفة حمل الأقمار إلى مدارها حول الأرض بتطوير تكنولوجيات صواريخ الإطلاق بأنواعها المختلفة.

- التحول إلى نظام الشبكات الموحدة العالمية فى مجال الاتصالات والملاحة والاستشعار عن بعد...الخ والتخلص من فوضى المشاريع الوطنية والإقليمية التى لم تعد تتفق مع طبيعة الأمور وتشابك العالم (تاريخيا حدث ذلك من قبل فى مجال النقل الجوى والنقل البحرى والاتصالات السلكية...الخ).

- تبنى مشاريع مختلفة لمراقبة الأرض وبيئتها الحيوية بواسطة شبكة من الأقمار الصناعية ونظام عملاق لتسجيل المعلومات والبيانات عن تطور هذه البيئة والتعرف على القوانين التى تحكم تطورها.

القسم الثانى: يتصل بالنشاط الخاص باستكشاف المجموعة الشمسية، ودراسة الظواهر الكونية، والبحث عن إجابات لأسئلة مبدئية عن نشأة الكون ومصيره، وعن الحياة وتطورها واحتمالات وجودها فى أماكن أخرى من الكون. هذا النوع من النشاط أحاط به ومازال جدل واسع بسبب تكلفته الباهظة ولاسيما عندما يخرج من إطاره الفكرى إلى مجال التطبيق العملى. فعلى سبيل المثال نجد تكلفة المركبة الفضائية الأمريكية كاسينى (فى طريقها الآن إلى كوكب زحل) قد بلغت ٤ بلايين دولار، كما أن "مراقب المريخ أو مارس أوبزرفر" قد وصلت تكلفته إلى حوالى بليون دولار. لكن النتيجة التى فرضت نفسها فى النهاية كانت فى صالح استمرار هذا النشاط منذ البدايات الأولى لعصر الفضاء استنادا إلى عدد من المبررات الجوهرية:

- أن البيئة الحيوية التى تحتضن الحياة على سطح الأرض هشة للغاية ويحكم استمرارها عدد من العوامل المعقدة التى لو اختل واحد منها يمكن أن يؤدى إلى انطفاء شمعة الحياة بلا رجعة. ولهذا السبب يجب أن يكون للجنس البشرى ملجأ بديل علينا أن نبدأ من الآن البحث عنه.

- أن اصطدام الأجرام السماوية مثل الكواكب والمذنبات والكويكبات والشهب بالمقياس الفلكى يعتبر أمرا عاديا ويتكرر باستمرار داخل المجموعة الشمسية وأصبح رصده ممكنا كما حدث فى حالة اصطدام المذنب "شوميكر ليفى" بالمشترى. والأرض يمكن أن تتعرض لمثل هذا الاصطدام أو أكبر منه فيقضى على الحضارة الإنسانية التى أخذت آلاف القرون لتصل إلى مستوى تطورها الحالى. فلا يوجد حتى الآن دليل واحد مقبول على وجود الحياة (عاقلة أو غير عاقلة) فى مكان آخر من الكون.
- استكشاف المجهول غريزة كامنة فى العقل البشرى ومقدرة بصورة ما فى نسيج المكان–الزمان الذى يعيش ويتحرك فيه الإنسان. وبرغم أن ذلك الدافع قد يخبو لبعض الوقت إلا أنه يبعث من جديد ليستأنف البحث عن مكاننا فى الكون وعن وجود مخلوقات أخرى عاقلة فيه. وهذه الرغبة المبهمة فى البحث عن إجابات لأسئلة مبدئية عن أصل الكون والحياة والإنسان تتغلب دائما على كثير من الاتجاهات النفعية التى ترى أن يوجه الإنسان جهده وماله إلى القضاء على الفقر والمرض والجهل والحفاظ على البيئة.
- أننا قد نكتشف فى كواكب المجموعة الشمسية ما يساعد على تجنيب الأرض مصيرا معينا واجهته تلك الكواكب وأدت إلى اختفاء الماء والحياة من فوقها (كما يعتقد فى حالة المريخ).

٣- الإطار العام للبرنامج العالمى فى مجال الفضاء وأهدافه

يمكن القول أن برنامج الفضاء الأمريكى الذى تم إقراره فى ١٩٩١ يمثل حاليا الإطار العام الذى تدور فى فلكه كل الدول العاملة فى مجال الفضاء. فقد تبنى البرنامج فى أعقاب الحرب الباردة مبادرة للتعاون الدولى هدفها التصدى

للتحديات الكبرى المتوقعة فى مجال الفضاء والتى لا يمكن مواجهتها إلا بشكل جماعى. والمحاور الأساسية للبرنامج الأمريكى هى:

- **مهمة إلى كوكب الأرض Mission to planet Earth** ويركز هذا المحور على مراقبة كوكب الأرض، وملاحظة التغيرات التى تطرأ على بيئته الحيوية، وتسجيل كل ما يتعلق بها من قياسات بواسطة شبكة من الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية. الهدف من تلك المهمة الوصول إلى فهم لأثر النشاط البشرى المتزايد على البيئة الحيوية الحاضنة للحياة على الأرض، وتحديد الأسس الصحيحة التى يمكن على أساسها وضع السياسات اللازمة لإصلاح الأضرار الحالية والمحافظة على البيئة فى المستقبل.
- **مهمة بعيدة عن كوكب الأرض:** وتركز على مهام الاستكشاف البعيد فى الفضاء وخاصة كوكب المريخ بإرسال المركبات الأتوماتيكية فى البداية بدون الإنسان، وعمل الدراسات اللازمة عن سطحه وبيئته، واختيار أفضل المواقع لهبوط الرواد عليه فى المستقبل.
- **بناء محطة دائمة فى الفضاء** لعمل الأبحاث اللازمة للحياة فى ظروف الفضاء لفترات طويلة وتدريب الرواد عليها وتطوير التكنولوجيات اللازمة للحياة على الكواكب البعيدة ، مع الأخذ فى الاعتبار المرونة فى تصميم المحطة واستجابتها للمتغيرات والتطورات المتوقعة فى البرنامج الفضائى .
- **العودة للقمر للبقاء والإقامة عليه.**
- **تطوير القاعدة التكنولوجية** اللازمة لمواجهة التحديات السابق ذكرها بمحاورها المختلفة.
- **تطوير تكنولوجيا الأقمار الصناعية ووسائل الدفع والإطلاق إلى الفضاء** مع التركيز على التكنولوجيات المرتبطة بأن تصبح تلك النظم أكثر أمانا، وأقل

تكلفة، وأكثر قدرة على تحقيق رحلات فضائية لمسافات بعيدة ولأزمنة طويلة.

٤- تكنولوجيا الفضاء : النظم الفضائية والتكنولوجيات الأساسية

تقوم هندسة الفضاء على قاعدة واسعة من التكنولوجيات الأساسية تهدف فى الأساس إلى بناء حزمة متنوعة من النظم الفضائية. ويتحقق التطور التكنولوجى فى مجال الفضاء استجابة للمطالب الفنية الجديدة لمشاريع الفضاء وما تطرحه من أهداف وتحديات. وتنقسم النظم الفضائية إلى العناصر الآتية:

٤-١ وسائل الانتقال الفضائية Space Transportation

مثل صواريخ الإطلاق متعددة المراحل ومكوك الفضاء. ويتجه التطوير فى هذا المجال إلى بناء مركبات جديدة متكررة الاستخدام (مثل حالة المكوك) للوصل إلى الفضاء والعودة منه، تتكون من مرحلة واحدة One stage to orbit، ويمكنها الإقلاع والهبوط أفقيا مثل الطائرة، والالتحام مع المحطة الفضائية الدولية. ويركز العمل البحثى على تقليل تكلفة التصنيع والإطلاق وضمان سلامة الرواد. ومن أمثلة ذلك المشاريع X-34, X-38, X-40 بالولايات المتحدة الأمريكية، والمشروع اليابانى "هوب HOPE"، وبعض المشاريع المماثلة فى أوربا والصين.

وتتكون مجموعة الدول التى تمتلك صواريخ إطلاق من: الولايات المتحدة وروسيا وأوروبا والصين والهند واليابان وإسرائيل، الجدول رقم (٦):

جدول (٦)

صواريخ إطلاق الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية

الدولة	اسم صاروخ إطلاق الأقمار الصناعية
الولايات المتحدة الأمريكية	Atlas(E, I, II, IIA, IIAS), Delta, Pegasus, Taurus, Scout, Spacc shuttle (Columbia, Discovery, Atlantis, Endeavour), Titan (II, III, IV).
روسيا	Kosmos, Tsyklon, Vostok, Molniya, Soyuz, Proton, Zenit, Energia
أوربا	Arian 4, Arian 5
الصين	CZ-1D CZ-2C, CZ-3, CZ-4, CZ-2E, , CZ-3A, CZ-2E/HO
اليابان	H-1, H-2, M-5
الهند	ASLV, PSLV, GSLV
إسرائيل	Shavit

المصدر: (International Reference Guide to Spacc Launch Systems, AIAA 1997)

٤-٢ الأقمار الصناعية

أطلق أول قمر صناعى يدور حول الأرض (سبوتنيك) بواسطة الاتحاد السوفيتى السابق فى الأول من أكتوبر ١٩٥٧، ثم أطلقت الولايات المتحدة قمرها الأول (إكسبلورر-١) فى الأول من يناير ١٩٥٨. وفى البداية استخدمت الأقمار الصناعية فى إجراء أبحاث مختلفة عن البيئة الفضائية المحيطة بالأرض وقياس خصائصها المختلفة، ومع استمرار النشاط وتطوره وضعت أسس للتصميم والتطوير لأقمار الاتصالات والملاحة والاستطلاع والأبحاث العلمية والتنبؤ بالطقس. ومنذ إطلاق القمر الأول دار حول الأرض عدة آلاف من الأقمار معظمها تم تصنيعه وإطلاقه بواسطة الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا ووكالة الفضاء الأوربية وكندا والصين والهند وإيطاليا واليابان وإسرائيل، وبعض الدول

قامت ببناء أقمار صناعية واستخدمت صواريخ الدول أخرى فى وضع أقمارها حول الأرض. وبشكل عام يمكن تقسيم الأقمار التى تدور حول الأرض إلى الأنواع الآتية:

- **أقمار الأبحاث العلمية Scientific Research Satellites:** تقوم تلك الأقمار بدراسة البيئة الفضائية المحيطة بالأرض، ودراسة الشمس والنجوم والمجرات. وتركز تلك الأقمار على رصد الظواهر الفيزيائية والإشعاعية فى الفضاء والكون مثل "المستكشف الدولى للأشعة فوق البنفسجية" International Ultraviolet Explorer، وأقمار رصد الأشعة السينية X-ray astronomy satellites، والأشعة تحت الحمراء Infrared astronomy satellites.
- **أقمار الملاحة Navigation Satellites:** تستخدم أقمار الملاحة فى تحديد المكان على سطح الأرض بدقة عالية. وتقدم تلك الأقمار خدماتها للملاحة البحرية والجوية، كما تستخدم فى توجيه الصواريخ والمقذوفات الحديثة إلى أهدافها أثناء العمليات العسكرية. وتقوم الولايات المتحدة حاليا بتشغيل نظام الملاحة الفضائى العالمى Global Positioning System GPS المكون من ٢٤ قمرا صناعيا تدور بصفة دائمة حول الأرض وتقدم خدماتها بشكل تجارى على المستوى العالمى.
- **أقمار الاستطلاع Reconnaissance Satellites:** تقوم هذه الأقمار بأعمال التصوير والاستطلاع الإلكترونى والكشف عن التفجيرات النووية وتجارب الصواريخ لأغراض الحد من التسلح ومراقبة الاتفاقيات الدولية.
- **أقمار التنبؤ بالطقس Weather Satellites:** أطلق قمر الأرصاد الأول "تيروس-١" فى الأول من إبريل ١٩٦٠، ومنذ ذلك الحين أطلقت أقمار

openkandil.com

أخرى كثيرة وأصبحت الأرض تصور بكاملها يوميا بواسطة أقمار الطقس. وتقوم أقمار الطقس بجانب التنبؤ بالأحوال الجوية التقليدية بأنشطة الإنذار المبكر بالعواصف والأعاصير وسقوط الثلوج بالإضافة إلى مراقبة أحوال المحيطات. ويستخدم فى ذلك أقمار تدور فى المدارات القريبة من الأرض أو أقمار المتزامنة مع حركة الشمس.

- **أقمار الاستشعار عن بعد Remote Sensing Satellites:** تقوم أقمار الاستشعار عن بعد بالكشف عن الثروات الأرضية والبحرية باستخدام مستشعرات الموجات القصيرة والأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء، كما تستخدم تلك الأقمار فى التخطيط العمرانى ومراقبة المناطق الزراعية والصحراوية. تمتلك الولايات المتحدة سلسلة أقمار "لاندسات" LANDSAT وتستعملها فى تقدير الإنتاج العالمى من الحبوب ومراقبة الغابات والكشف عن المعادن والبترول. وكذلك تقوم سلسلة أقمار "سبوت" SPOT الفرنسية المجهزة بأجهزة تصوير دقيقة بأنشطة مماثلة، كما تقدم روسيا خدمات للاستشعار عن بعد على المستوى الدولى. وتستخدم بعض الأقمار أجهزة رادار دقيقة لقياس ارتفاع أمواج البحر لأقرب عشرة سنتيمترات، كما تقيس سرعة تيارات المحيط لأقرب ٢ متر/ثانية، وهناك أجهزة أخرى لقياس درجة حرارة مياه المحيط ونسبة وجود بخار الماء فى الجو وحركة الثلوج الموجودة فى مياه البحار والمحيطات.

ومنذ إطلاق القمر الصناعى الأول فى ١٩٥٧ أطلقت أعداد كبيرة من الأقمار الصناعية معظمها بواسطة الوكالات الحكومية مثل وزارة الدفاع فى الاتحاد السوفيتى السابق ووزارة الدفاع ووكالة الفضاء فى الولايات المتحدة الأمريكية، وكانت تغطى تطبيقات متنوعة للأغراض العلمية والاتصالات ومراقبة الأرض والاستطلاع والإنذار المبكر وأغراض التطوير التكنولوجى

بوجه عام. وخلال العشرين سنة الماضية لم تكن الأقمار التجارية (التى يتكفل القطاع الخاص بتطويرها وإطلاقها لأغراض تجارية) تمثل أكثر من ١٠% من مجمل ما يطلق من أقمار والباقى كان يتكفل به الحكومات. وبدءا من عام ١٩٩٤ تغيرت هذه الصورة وارتفع عدد الأقمار التجارية فى تلك السنة إلى ٢٠% ثم زاد فى ١٩٩٥ إلى أكثر من ٣٠% حتى وصل فى ١٩٩٦ إلى حوالى ٤٥%. ويرجع هذا التغير فى جزء منه إلى انخفاض أعداد الأقمار التى تطلقها روسيا فى الفترة ١٩٩٦-١٩٩٧ بنسبة ٨٠% من أعدادها السنوية المعتادة، وأيضا إلى تزايد أعداد أقمار الاتصالات التجارية. ففى سنة ١٩٩٤ أطلق ١٧ قمر اتصالات، وفى ١٩٩٥ أطلق ١٧ آخرين، وزاد العدد فى ١٩٩٥ إلى ٢٥. وتعتبر سنة ١٩٩٧ علامة مميزة على الطريق حيث وصلت نسبة الأقمار التجارية التى يتولاها القطاع الخاص إلى ٧٥% من إجمالى ما أطلق فى هذه السنة. ففى تلك السنة أطلقت شركة موتورولا الأمريكية ٤٦ قمرا للاتصالات فى إطار مشروع "إريديوم" Iridium، وأطلقت شركة أوربيتال ساينس ٨ أقمار أيضا للاتصالات. الحقيقة المهمة فى هذا الصدد أن السنوات الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين قد عكست زيادة مفاجئة فى استخدام الإنسان لخدمات الأقمار الفضائية خاصة فى مجالات التليفزيون والإذاعة والاتصالات باستخدام التليفون المحمول.

هناك عاملان ساهما معا فى تلك الزيادة فى استخدام الفضاء لأغراض الحياة على الأرض: العامل الأول زيادة الطلب واقتناع الإنسان بفوائد تلك الخدمات، والعامل الثانى ظهور تكنولوجيات جديدة فى مجال صناعة الأقمار الصناعية أثرت بشكل مباشر فى جودة واقتصاديات الخدمة المقدمة. فالمجتمع العالمى فى ظل اشتعال التنافس السلمى الذى ميز فترة ما بعد الحرب الباردة أصبح يبحث عن وسائل أفضل وأسرع وأقوى للاتصال والعمل فضلاً عن النهم

المتزايد لاستغلال ثورة المعلومات. كل ذلك أتاح للتكنولوجيات البازغة فى مجال الأقمار أن تأخذ طريقها للتطبيق فى ظروف مواتية سياسيا واقتصاديا، كما فتح الباب لحزم من التطبيقات الجديدة من خلال الفضاء مثل استخدام الإنترنيت وملاحة المركبات والعلاج الطبى عن بعد والتطور السريع فى إمكانيات الاتصال بالتليفونات المحمولة. ولقد صاحب تلك الثورة فى استخدام الأقمار الصناعية ظهور عدد كبير من الشركات والوظائف والصناعات والمؤسسات المالية للتمويل والاستثمار والتأمين والدعاية..الخ.

التقديرات الحالية تشير إلى أن ٧٠% من العدد الكلى للأقمار التى سوف تطلق خلال الفترة من ١٩٩٩-٢٠٠٨ سوف تكون من النوع التجارى منها ٦٧% للاتصالات و٣% للاستشعار والتصوير عن بعد. ومن المتوقع أيضا أن يطلق إلى الفضاء حوالى ١٠١٧ قمراً للاتصالات فى الفترة من ١٩٩٩-٢٠٠٨ منها ٤٤% للاتصالات المحمولة و٣٨% للوسائط المتعددة و١٠% للإذاعة و٨% للتليفزيون، وسوف تصل التكلفة الكلية لتلك المجموعة من الأرقام إلى حوالى ٥٠ بليون دولار. النتيجة المهمة فى هذا التطور أن ارتفاع المستوى التكنولوجى فى الأقمار التجارية سوف يشجع الوكالات الحكومية العاملة فى المجالات المدنية والعسكرية على استخدام واستئجار جزء من الخدمات التى تقدمها الشركات التجارية بدلا من أن تقوم بإطلاق أقمار مخصصة لها وحدها مما سوف يقلل التكلفة والإنفاق لحد بعيد.

تتجه الآن صناعة الأقمار الصناعية نحو الأقمار الصغيرة نتيجة توظيف العديد من التكنولوجيات الجديدة التى سوف تجعل من الأقمار اقل حجما ووزنا وأكثر قدرة على أداء وظيفتها. من أجل هذا الهدف أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية فى ١٩٩٧ برنامجا أسمته "برنامج الألفية الجديدة" لتطوير التكنولوجيات الجديدة اللازمة ليس فقط لصناعة الأقمار الصناعية الصغيرة

ولكن لجعل تلك الصناعة أقل تكلفة مع تقليل الوقت اللازم للتصميم والتطوير والاختبار. وسوف يؤدى تقليل وزن وحجم الأقمار إلى خفض تكلفة الإطلاق الكلية والتى تصل حاليا إلى حوالى ٥٠٠٠ دولار/كجم للوصول إلى مدار قريب من الأرض. وفى كل الأحوال فإن التكنولوجيا الحاكمة فى عملية التصغير هى تكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة ونظم الحساب والمعلومات، يضاف إلى ذلك تصغير الهوائيات ووحدات الملاحة والمستشعرات والطاقة.

٤-٣ المركبات الفضائية

تستخدم المركبات الفضائية بأنواعها المختلفة فى الرحلات الفضائية لاستكشاف الشمس والكواكب داخل المجموعة الشمسية أو خارجها. وتحمل تلك المركبات مستشعرات وأجهزة علمية وحاسبات وفى بعض الأحيان عربات صغيرة، ويمكنها أن تحمل فى المستقبل روادا من البشر.

٤-٤ المراصد الفضائية

تدور المراصد الفضائية حول الأرض وتقوم برصد الكون وتصوير مكوناته وكشف مصادر الطاقة المختلفة المنبعثة داخله. ومن المتوقع أن يتم إقامتها فى المستقبل فوق القمر وعلى سطح الكواكب الأخرى. ومن أهم المراصد الفضائية التى تدور حاليا حول الأرض التلسكوب الفضائى "هابل" الذى تم إطلاقه فى ١٥ أبريل سنة ١٩٩٠ بواسطة مكوك الفضاء ديسكفرى، ويعطى صورا أكثر وضوحا بمقدار ١٠ مرات مما يمكن الحصول عليه بواسطة التليسكوبات الأرضية. وقد أحدث التلسكوب "هابل" زلزالا فى علوم الفلك، وفى رؤية الإنسان للكون، كما أن كثيرا من صوره تعتبر فتحا فى العلوم الفلكية. ويعتقد البعض أن هذا التلسكوب قد أعاد كتابة علم الفلك من جديد. أعطى التلسكوب أعمق صورة للكون، وأول صورة "لثقب أسود" داخل المجرة، وسجل

مولد نجم جديد داخل سحابة كونية هائلة، وسجل صورة نجم فى مرحلة الاحتضار، وأتاح تصوير اصطدام مذنب بالمشترى، كما قدم أول صور واضحة وتفصيلية لسطح الكوكب "بلوتو" أبعد كواكب المجموعة الشمسية. ولأول مرة أيضا أمكن عن طريق التلسكوب إثبات وجود كواكب أخرى خارج النظام الشمسى تدور حول نجوم فى المجرات المجاورة.

٤-٥ المحطات الفضائية

تدور المحطات الفضائية حول الأرض ، وتعمل كقاعدة خارجية لإقامة الرواد وإجراء التجارب العلمية، والتعرف على أثر البيئة الفضائية على حياة الإنسان، وسوف تستخدم فى المستقبل كقاعدة للانطلاق فى رحلات فضائية بعيدة.

٤-٦ التكنولوجيات الأساسية

تعتمد النظم الفضائية فى بنائها وتطورها على حزمة من التكنولوجيات الأساسية تمثل بالنسبة لها اللبنات الأساسية Technological Building Blocks الضرورية لعملية التكوين. وتتعرض تلك المجموعة من التكنولوجيات فى تطورها إلى عملية تفاعل بينها وبين النظم الفضائية نتيجة ما تطرحه تلك النظم من مطالب فنية وتحديات مستقبلية. ومصطلح تكنولوجيا الفضاء مصطلح فضفاض يطلق على مجال واسع جدا من التكنولوجيات المتقدمة التى تضاف إليها كل يوم أشياء جديدة، وبرغم أن النظم الفضائية قد انفردت ببعض الصور والأشكال التى لم يصنعها الإنسان قبل عصر الفضاء (مثل القمر الصناعى، والمكوك، والمحطة الفضائية،..الخ) إلا أن كثيرا من التكنولوجيات الأساسية الفضائية تقع فى المساحة المشتركة بينها وبين التكنولوجيا العسكرية والتكنولوجيات المتقدمة المستخدمة فى التطبيقات المدنية وفى مجال الطيران.

وهناك برغم ذلك مجموعة بارزة من التكنولوجيات الأساسية المستخدمة فى مجال الفضاء يمكن أن نشير إليها فى الآتى:

تكنولوجيا المحركات الصاروخية، الدفع الكهربى، الدفع بمحركات الوقود السائل، محركات الوقود الصلب، المحركات الهجين (وقود صلب/وقود سائل)، محركات الدفع النووى ووسائل الدفع غير التقليدية، تكنولوجيا هياكل الصواريخ والأقمار والمركبات الفضائية، تكنولوجيا المواد، الوقود الصاروخى السائل، الوقود الصاروخى الصلب، تكنولوجيا الطاقة الفضائية، الاتصالات، التصميم والتصنيع بالكومبيوتر، الحاسب وبرامج التحكم، التوجيه والملاحة والتحكم، النظم الذكية، تكنولوجيا المستشعرات، علوم الحياة فى الفضاء، إدارة المشروعات الفضائية، تصنيع المواد فى ظروف انعدام الوزن، المحاكاة والنمذجة، تكنولوجيا الليزر والبلازما، الديناميكا الهوائية وميكانيكا الطيران ونظم الكبح الهوائية ونظم البالونات.

٥- استكشاف المجموعة الشمسية والبحث فى الظواهر الكونية

ذكرنا سابقا أن البعد الثانى لحركة الإنسان فى الفضاء قد اتجه نحو استكشاف المجموعة الشمسية، والبحث عن كيفية تكونها، ومكانها فى الكون، والبحث عن الحياة فى الكواكب الأخرى، ومحاولة استكشاف المخاطر التى يمكن أن تتعرض لها الأرض فى المستقبل. وفى هذا المجال تحققت إنجازات مذهلة على أكثر من صعيد:

٥-١ استكشاف كواكب المجموعة الشمسية

تقوم الولايات المتحدة بالجهد الأكبر فى تنفيذ برنامج استكشاف كواكب المجموعة الشمسية بالتعاون مع وكالة الفضاء الأوروبية وروسيا واليابان. والموقف الحالى لهذا النشاط يمكن تلخيصه فى الآتى:

- **المركبة كاسينى Cassini** : بدأت رحلتها لاستكشاف زحل فى أكتوبر ١٩٩٧، وسوف تسقط على أكبر أقماره "تيتان" الكبسولة "هيوجين" Huygen التى طورت بواسطة وكالة الفضاء الأوربية، وسوف تصل إلى زحل وتدور حوله فى يوليو ٢٠٠٤.
- **المركبة جاليليو Galilio** : تم إطلاقها فى أكتوبر ١٩٨٩ بواسطة المكوك أتلانتس، وتدور حاليا حول المشترى وحول أقماره.
- **ماجيلان Magellan** انتهت مهمتها فى استكشاف الزهرة بعد أن دارت حوله لفترة طويلة.
- **بايونير ١٠،١١ "Pioneer 10 , 11"** : تم إطلاق المركبتين فى سنة ١٩٧٢، ١٩٧٣ على التوالى، وكانتا أول من مر بالمشترى وزحل، وأصبح القمران الآن خارج المجموعة الشمسية وتوقف استقبال معلومات منهم.
- **فويدجر ٢،١ "Voyager 1,2"** : القمران أصبحا الآن خارج المجموعة الشمسية، وما زالا يرسلان معلومات إلى الأرض، ومن المتوقع أن يتوقف هذا الإرسال فى سنة ٢٠٢٠ تقريبا.
- **أوليسيس Ulysses**: مشروع مشترك بين الناسا ووكالة الفضاء الأوربية لاستكشاف الشمس.
- **المركبة "نير" Near Earth Asteroid Rendezvous NEAR"** : أول مركبة ترسل من الأرض لاستكشاف أحد الكويكبات. وقد مرت بالكويكب "ماتيلدا" فى يونيو ١٩٩٧، فى طريقها إلى الكويكب "أريس".
- **لونار بروسبكتور "Lunar Prospector"**: وتدور حاليا حول القمر لتحدد بصورة دقيقة عن طريق أجهزتها وجود الماء من عدمه فى المنطقة القطبية منه.

- **ستاردست "Stardust"** : أطلقت فى فبراير ١٩٩٩ للحصول على عينات من الغبار المحيط بأحد المذنبات والعودة بها إلى الأرض.
- **مارس جلوبال سيرفيور "Mars Global Surveyor"**: وصلت إلى المريخ فى ٣ ديسمبر ١٩٩٩.
- **باثفيندر " Pathfinder"** : هبطت المركبة "باثفيندر" فى ٤ يوليو ١٩٩٧ على سطح المريخ، ونزلت منها العربة سوجورنر "Sojourner" وأرسلت كل من المركبة والعربة صورا لسطح المريخ إلى الأرض.

٥-٢ حماية الأرض من اصطدام الأجسام الفضائية بها

الدراسات الجارية فى هذا المجال تؤكد أن هناك حوالى ٢٠٠٠ جسم فضائى طوله أكبر من كيلومتر واحد يدور فى مدار قريب من الأرض وأن ٧% فقط من هذه الأجسام قد تم رصدها. وهناك أكثر من حادثة مؤكدة لاصطدام جسم بالأرض، مثلما حدث فى "تونجوسكا" بسيبيرا عام ١٩٠٨ عندما ضرب مذنب طوله ٦٠ مترا تلك المنطقة ودمر فيها حوالى ٢٠٠٠ كيلومتر مربع من الغابات. وهناك أكثر من مشروع فى هذا المجال يركز فى الأساس على رصد وتسجيل تلك النوعية من الأجسام مثل مشروع "مسح الكويكبات العابرة لمدار الأرض " Planet Crossing Asteroid Survey" فى مرصد بالومار بكاليفورنيا ويشاركه العمل مراصد متعددة أخرى على مستوى العالم، وكذلك مشروع سبيس جارد" Space Guard" الذى تموله الناسا لتسجيل كل جسم فضائى قريب من الأرض يتعدى طوله كيلو متر واحد. وفى سبتمبر ١٩٩٤ عقد فى روسيا مؤتمر "لتقييم خطر الكويكبات والأجسام الفضائية على الأرض" وحضره علماء الأسلحة النووية فى كل من الولايات المتحدة وروسيا، ومن بينهم إدوارد تيلر

obeikandi.com

العالم الأمريكى الشهير فى الأسلحة النووية لدراسة ما يمكـــن أن تفعلـــه تلـــك الأسلحة لدرء هذا الخطر عن الأرض.

٥-٣ مشروع البحث عن مخلوقات عاقلة (حضارة تكنولوجية) فى الكون
The Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI)

يتبنى المشروع ويديره جمعية الكواكـــب الأمريكيـــة Planetary Society وهدفه البحث عن الحضارات المتقدمة فى الكون. المشروع عبارة عن نظـلمين: الأول "ميتا" META وهو عبارة عن مستقبل لاسلكى عملاق سعته ٨,٤ مليـــون قناة يعمل طول الوقت ويبحث فى كل اتجاهات السماء، والثـــانى "بيتـــا" BETA وسعته بليون قناة. ويعمل النظامان من موقعين: جامعة هارفـــارد بالولايـــات المتحدة، والثانى من موقع قرب مدينة بوينس أيرس بالأرجنتين. الجهاز يمكنـــه التقاط أية إشارات لاسلكية مرسلة من أية حضارة مماثلة لنا فى درجـــة التقـــدم وتدور حول أحد الشموس الموجودة بين أقرب ألف شمس للكرة الأرضية. ومنذ بدء العمل فى سنة ١٩٩٥ والمشروع ينفذ برنامجه فى البحث ويصدر تقـــارير سنوية عن نتائجه.

٥-٤ مشروع المجال الحيوى ٢ "BIOSPHERE 2"

المشروع أنشأ فى توكسون بولاية أريزونا بالولايات المتحدة وهدفه اختبـــار إمكانية إنشاء مجال حيوى مستقل مكتفى بذاته (مماثل لـــلأرض التـــى تعتـــبر المجال الحيوى رقم ١ الوحيد المعروف فى الكون). تم عمـــل المشـــروع فـــى صورة قبة ضخمة عاش بداخلها فى انعزال كامل عن الخارج تحـــت شـــروط معينة فريقان متتابعان فى الفترة ١٩٩١-١٩٩٣، وحاليا تشرف على المشـــروع جامعة كولومبيا.

٦- مشاريع الفضاء الكبرى فى القرن الجديد

بعد الانتهاء من إقامة المحطة الفضائية الدولية فى بداية القرن الحالى سوف يركز البرنامج الفضائى الدولى على مشروعين أساسيين:

- **إقامة مستوطنة بشرية على سطح القمر**

فقد عاد الاهتمام مرة أخرى بالقمر بعد أن توقف استكشافه بنهاية مشروع أبوللو الذى حقق هبوط الإنسان على سطحه أكثر من مرة. فاستأنف الأمريكيون (المركبة بروسبيكتور) والأوربيون (أيرومون) واليابانيون برامجهم لاستكشاف القمر. هذه المركبات تحاول أن تجمع كل شئ عن بيئة القمر: درجة الحرارة، التربة، الرياح الشمسية، الأشعة الكونية. وينسق الأمريكيون واليابانيون معا فى عمل تصميمات من مواد جديدة لبناء مستعمرات قمرية. ومؤخرا قامت جمعية المهندسين الأمريكية بعمل مسابقة بين المعماريين لتصميم أول مستعمرة على القمر ليتم بناؤها فى المستقبل بواسطة الإنسان الآلى (الروبوت) ومزودة بوسائل حماية ضد الأشعة الكونية والشهب.

- **استكشاف المريخ وهبوط الإنسان على سطحه**

يرتبط استكشاف المريخ ووصول الإنسان إليه بقضية البحث عن الحياة خارج الأرض، فهناك احتمال معقول أن الحياة قد وجدت على سطحه فى وقت ما. فى سنة ١٩٧٦ قامت المركبة الأمريكية "فايكنج" التى هبطت على سطحه باختبار عينة من تربة المريخ للبحث عن أثر للحياة بداخلها وكانت النتائج سلبية. لكن المريخ فى الحقيقة طبقا لكثير من الشواهد كان يمتلك فى الماضى كل مقومات الحياة. فهناك اعتقاد قوى أن الماء قد وجد على سطحه لفترة ما من تاريخه، كذلك توفر الطاقة الشمسية والعناصر الأخرى اللازمة

لتكوين مواد عضوية مثل الكربون والنيتروجين والأكسوجين والهيدروجين، بالإضافة إلى وجود طقس وبيئة مستقرة لاحتضان الحياة والمحافظة عليها. وتمتلك الولايات المتحدة وأوروبا واليابان رؤية واضحة لما يجب عمله بصورة منفردة أو جماعية بالنسبة للمريخ ، كما تبحث وكالة الفضاء الأمريكية نشر شبكة استشعار ومعلومات فوق سطح الكوكب يتم نقلها بواسطة الصاروخ الأوروبى أيريان ٥، وهناك رحلة مخططة لزيارة الكوكب والعودة بصخور من أعماق بعيدة تحت سطحه، وتجرى بحوث أساسية هدفها استخدام الخامات الموجودة على سطحه لإنتاج الوقود اللازم للدفع والأكسيجين الضرورى للتنفس والحياة.

وثمة كثير من الدلائل على أن المريخ قد مر بعصور مطيرة وتغيرات جيولوجية يمكن أن تساعد فى فهم مستقبل الأرض. ماذا حدث للغلاف الجوى للمريخ؟، وأين ذهبت كل تلك المياه؟، وهل نمت الحياة على سطحه؟، وهل مازالت هناك آثار باقية لتلك الحياة مختبئة تحت هذا السطح؟!. كل هذه الأسئلة تمثل الهدف التى تركز عليه الخطة الحالية لمحاولة العثور على إجابات مرضية عن طريق القيام بمسح الكوكب من كل نواحيه المختلفة: الطبوغرافية، الغلاف الجوى، المجال المغناطيسى، بخار الماء ..الخ. وطبقا لما أعلنه مدير برنامج البيولوجيا الخارجية EX-BIOLOGY PROGRAM فى وكالة "ناسا" الأمريكية أن الحفر بعمق تحت سطح المريخ سوف يكشف عن كثير من المفاجآت، مثل طبقات من المواد العضوية، أو تجمعات من الماء أو الجليد. لقد انتهت الناسا بالفعل من وضع خطة لاستكشاف المريخ بواسطة الإنسان. يقول دانيل جولدن رئيس وكالة الفضاء الأمريكية فى مؤتمر "**خطوات استكشاف المريخ**" الذى عقد فى واشنطن فى يوليو ١٩٩٥ "من الممكن أن يصل أول إنسان إلى المريخ فى ٢٠١٨. سوف نذهب مع

الفرنسيين واليابانيين والروس والألمان. وباستكشاف المريخ سوف يعرف الإنسان الآثار المترتبة على احتمالات وجود حياة فى مكان آخر من الكون، وسوف يبحث عن الكيفية التى يمكن بها جعل الكوكب قابلا للسكنى بواسطة الإنسان".

٧- الدول الرئيسية الفاعلة فى مجال الفضاء -حجم الإنفاق الحالى ومجالاته

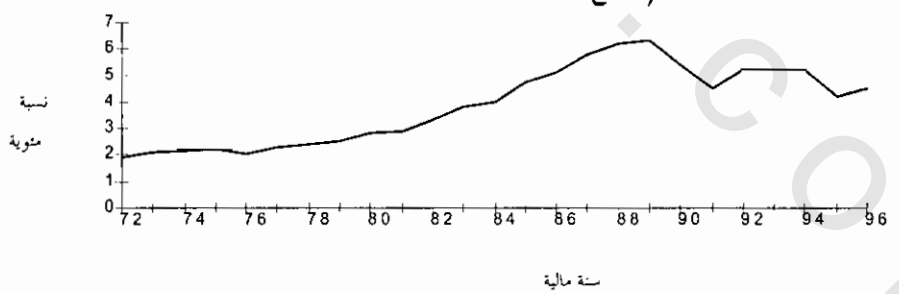
يبين الجدول رقم (٧) الدول التى لها برامج متكاملة فى مجال الفضاء والمرتبطة معا بقدر من التعاون الدولى والتنسيق، كما يبين الجدول إجمالى الإنفاق فى سنة ١٩٩٧ وحجم الإنفاق لكل نشاط. الجدول يقسم الأنشطة إلى بحوث أساسية فى مجال الفضاء، ونقل فضائى (وسائل الإطلاق والدفع إلى الفضاء)، المحطات الفضائية، أقمار مراقبة ورصد الأرض، أقمار الاتصالات، ومتنوعات أخرى تشمل الأمور الإدارية. ولا يشتمل الجدول على عدد من الدول المعروفة بنشاطها الفضائى مثل الصين والأرجنتين وإسرائيل، لعدم توفر البيانات أو لصغر حجم نشاطها أو لعدم ارتباطها بإطار تعاون دولى أو إقليمى (تستعرض الدراسة أنشطة تلك الدول فى الفصل الثامن).

ومن خلال الجدول رقم (٧) يمكن القول أن الولايات المتحدة تقع فى المقدمة بالنسبة للإنفاق فى مجال الفضاء، ويتلوها كل من وكالة الفضاء الأوروبية واليابانية اللتان تنسقان مع الولايات المتحدة فى إطار العديد من المنظمات الإقليمية والدولية. ويركز البرنامج الياباني على استكشاف القمر بوصفه أقرب الأجرام الفضائية إلى الأرض. وتمتلك اليابان صواريخ الإطلاق إتش-١، إتش-٢، إم-٥، وقامت فى ١٩٨٥ بإرسال المركبتين "سويزى" و"ساكيجيك" لاستكشاف المذنب هالى. كما أرسلت فى ١٩٩٠ المركبة "هايتن"

للدوران حول القمر ، ثم أرسلت فى ١٩٩٢ "جوتيل" لاستكشاف النظام الشمسى. وفى ١٩٩٧ أرسلت المركبة "لونار-إيه" للدوران حول القمر وإنزال أجهزة لقياس الزلازل على سطحه كجزء من برنامجها لاستكشاف القمر. أما وكالة الفضاء الأوروبية فقد أنشئت فى سنة ١٩٧٤، وفى سنة ١٩٨٦ أرسلت أولى مركباتها جيوتو Giotto إلى المذنب هالى. وفى سنة ١٩٨٩ بدأت التفكير فى استكشاف القمر من خلال برنامج دولى، وتشترك كل من أوروبا واليابان مع الولايات المتحدة وروسيا حاليا فى إقامة المحطة الفضائية الدولية. وفى المجال العسكرى يمكن اعتبار البرنامج الأمريكى لاستخدام الفضاء فى الشئون العسكرية من أكبر البرامج اكتمالا من ناحية الأهداف والعناصر والتخطيط المستقبلى. ويوضح الجدول رقم (٨) ملامح التخطيط الأمريكى لاستخدام الفضاء فى الشئون العسكرية الذى يعتمد على شبكات عالمية متطورة تخدم قضايا الحرب ومراقبة انتشار الأسلحة ومنع المنازعات فى آن واحد. كما يوضح الشكل رقم (٢) تطور الإنفاق السنوى فى مجال الفضاء العسكرى فى الولايات المتحدة.

الشكل رقم (٢)

الميزانية السنوية لأنشطة الفضاء لأغراض الأمن القومى (النسبة المئوية من ميزانية وزارة الدفاع)



جدول (٧)

الإنفاق الدولى فى مجال الفضاء (بالمليون دولار) فى عام ١٩٩٧

الدولة	بحوث فضاء	نقل فضائى	محطة فضائية	أقمار لمراقبة الأرض	أقمار اتصالات	متنوعات (إدارة.إلخ)	إجمالى الميزانية
الولايات المتحدة	٢١٦٤	٣٥٦٤	٢٥٤٦	١٤٠٠	٧٦٥	٢٢٩١	١٢٧٣٠
الوكالة الأوربية	٤٦٨	٧٨٠	٤٠٥	٥٩٣	٣٧٤	٤٩٩	٣١١٩
اليابان	١٦٠	٥٢٠	٣٢٠	٢٨٠	١٤٠	٥٨٠	٢٠٠١
فرنسا	٩٣	٥٢٥	٧٧	٢٤٧	١٧٠	٤٣٢	١٥٤٤
إيطاليا	٢٠٦	٦٩	١٩٨	٧٦	٧٦	١٣٧	٧٦٢
ألمانيا	١٣٥	١١٤	١٢٨	١١٤	١٠٧	١١٤	٧١٢
روسيا	١٢٧	١٥٨	١٠١	٣٤	٢٣	١٢٧	٦٩٧
إنجلترا	٨٦	١٠	–	١٧٦	١٩	٢٩	٣٢٠
الهند	٦	١١٨	–	٦٤	١٠٠	١٥	٣٠٣
كندا	٢٨		٦٨	٣٧	١٣	٣٩	١٨٥
بلجيكا	٢٧	٤١	٨	٤١	٤٢	١٠	١٦٩
أسبانيا	٤١	٢٠	٦	٣٣	٣٤	٢٢	١٥٦
هولندا	٢٦	١٤	٣١	٢٦	٧	١٣	١١٦
البرازيل	٤	٢١	–	٢٤	١٠	٣٧	٩٦
السويد	٢٣	١٧	٢	٢٧	٥	١٤	٨٨
سويسرا	١٩	١٢	١٠	١٧	١٢	٩	٧٨
أستراليا	١٥	٣	–	١١	١٠	٥	٤٤
النرويج	٦	١٠,٥	١,٢	٦,٣	٢,١	٣,٩	٣٠
فنلندا	٧,٤٤	٠,٢٤	–	٨,٨٨	٥,٧٦	١,٦٨	٢٤

المصدر : Aerospace America Magazine, July 1998

جدول (٨)

نظم الفضاء الحالية والمستقبلية لأغراض الأمن القومى فى الولايات المتحدة

		نظم حالية	إضافة أو إحلال
المساندة الفضائية	قواعد إطلاق	* قاعدة كاب كانافرال * قاعدة فاندنبرج	
	صواريخ إطلاق أحادية الاستخدام	دلتا، أطلس، تيتان، توروس، بجاسوس	برنامج صواريخ الإطلاق المطورة
	صواريخ الإطلاق متعددة الاستخدام	مكوك الفضاء	
	نظم التحكم فى الأقمار الصناعية	* شبكة التحكم للقوات الجوية * شبكة عمليات البحرية	
دعم القوة العسكرية	الاستطلاع	أقمار سرية فى مدارات مختلفة تابعة لمكتب الاستطلاع القومى	
	المراقبة	* نظام المساندة العسكرى * الشبكة الفضائية للمراقبة	نظام الأشعة الحمراء الفضائى
	رصد الانفجارات النووية	النظام المتكامل لرصد الانفجارات النووية	
	الطقس	البرنامج العسكرى للأرصاد	نظام الأقمار القومى القطبى للبيئة
	الاتصالات	*النظام العسكرى "ملستار" *نظام UHF	*الخدمة العالمية للإذاعة *النظام المطور للترددات العالية جدا *نظام الإرسال المطور واسع المجال *أقمار الاتصالات التجارية
	الملاحة	النظام العالمى لتحديد المكان	

المصدر: (Gill I. Klenger, "Military Space Activities: The next" Aerospacc America, Vol. 36, Jan. 1998)

٨- القوى الصاعدة فى مجال الفضاء

سوف نستعرض فى هذا الفصل مسار التطور التكنولوجى فى مجال الفضاء لليابان والصين والهند والبرازيل وإسرائيل، والدروس المستفادة التى يمكن استخلاصها من تجربة هذه المجموعة من الدول.

٨-١ اليابان

تنظر اليابان إلى الفضاء بطموح أبعد كثيرا من الأرض فاهتمامها يمتد إلى القمر وكوكب المريخ. بالنسبة للقمر تتبنى اليابان خطة طويلة المدى لإرسال حفارين إلى سطحه لتسجيل النشاط الزلزالى واستكشاف وجود قلب من الحديد المنصهر داخله. يتصل بذلك عدد من مشاريع الاستكشاف القمرية عبارة عن وضع مركبتين فى مدار حول القمر وإنزال حزمة من الأجهزة العلمية على سطحه. وتخطط وكالة الفضاء اليابانية "ناسدا" National Space Development Agency NASDA لتطوير عربة لمسح سطح القمر استعدادا لإرسال رواد فضاء إليه وإقامة قاعدة قمرية.

يشارك وكالة الفضاء اليابانية فى مشروع استكشاف القمر Selene Mission "المعهد الياباني للفضاء وعلوم الفلك" Institute of Space and Astronautical Science ISAS الذى بدأ بالفعل نشاطه بإرسال المركبة "نوزومى" Nozomi إلى المريخ فى يوليو ١٩٩٨. أطلق اليابان المركبة "نوزومى" بواسطة صاروخ الإطلاق "نيسان إم-٥" على متنها حمولة دولية من الأجهزة العلمية، على أن تصل إلى المريخ فى أكتوبر ١٩٩٩. الصاروخ "نيسان إم-٥" يمكنه وضع حمولة تزن ١٨٠٠ كجم فى مدار دائرى حول الأرض ارتفاعه ١٨٥ كم. وتقوم "ناسدا" حاليا بتطوير الطائرة التجريبية المدارية "هوب إكس" H-II Orbiting Plane-Experimental or HOPE-X للاستخدام المتكرر بين الأرض والفضاء،

وسوف يتم وضعها فى المدار بواسطة صاروخ الإطلاق "إتش-٢"، ومن المتوقع أن تبدأ تجارب الطيران فى مطلع القرن الجديد. الطائرة أيضا مجهزة للالتحام بالمحطة الفضائية الدولية لتنفيذ مهام الإمداد للمحطة والقيام بمهام أخرى، وتتطلع "ناسدا" فى المستقبل لبناء صاروخ من مرحلة واحدة فقط يمكنه الوصول إلى مدار حول الأرض Single Stage-to-orbit rocket. تركز أيضا على تطوير تكنولوجيا الأقمار الصناعية واستخدام الفضاء لإنتاج المواد الخاصة مثل المواد فائقة التوصيل للكهرباء وغير ذلك من التطبيقات التكنولوجية والتجارية.

٨-٢ الصين

بدأ البرنامج الصينى "لونج مارش" Long March فى السنوات الأخيرة من الخمسينات بالحصول على بعض مكونات الصواريخ الروسية، وركز البرنامج على تطوير صواريخ "دونج فينج" Dong Feng الباليستية مقلدا لحد كبير الصاروخ السوفيتى "آر-٢" R-2، وأطلق الصاروخ لأول مرة فى نوفمبر ١٩٦٠. وفى نهاية الستينات كان صاروخ الإطلاق "سى زد-١" CZ-1 جاهزا لوضع أقمار صناعية حول الأرض. وخلال العقود الثلاثة التالية أصبح للصين منظومة كبيرة من صواريخ الإطلاق تستطيع وضع حمولة وزنها حوالى ٩٢٠٠ كجم فى مدار قريب من الأرض، وتستطيع الوصول إلى المدار الانتقالى Geostationary Transfer Orbit GTO للمدار المتزامن بحمولة تصل إلى ٤٨٠٠ كجم. تقدم الصين أسعارا منافسة فى سوق إطلاق الأقمار الصناعية، وشاركت فى مشروع "إريديوم" Iridium للاتصالات بإطلاق ثمانية أقمار صناعية.

تعتبر المؤسسة الصينية للطيران والفضاء China Aerospace Corporation مسئولة عن الأنشطة الخاصة بالصواريخ والفضاء منذ إنشائها فى ١٩٩٣. وتقوم شركة مؤسسة "سور الصين العظيم" China Great Wall Industry بتسويق

خدمات إطلاق الأقمار الصناعية على المستوى العالمى وبدأت نشاطها بـإطلاق قمر صناعى لشركة "ماترا" الفرنسية فى ١٩٨٧. تمتلك الصين مركزين لإطلاق الصواريخ فى "تايويان" Taiyuan و"زيتشانج" Xichang بالإضافة إلـى شـبكة للمتابعة والتحكم فى "زيان" Xian. وتخطط الصين حاليا لإطلاق شبكة من سـتة أقمار لأغراض الطقس ومراقبة الكوارث الطبيعية.

٨-٣ الهند

منذ سنة ١٩٧٢ بدأت "المنظمة الهندية لبحوث الفضاء" The Indian Space Research Organization التابعة "لإدارة الفضاء" Department Of Spacc DOS تطوير سلسلة من صواريخ إطلاق الأقمار الصناعية ذات القـدرات المختلفـة. بدأت أولا بالصاروخ "إس إل فى-٣" Satellite Launch Vehicle SLV-3 ثـم تبعته بالصاروخ Augmented SLV استخدم فى إطلاق القمر "سـروس-سـى" و"سروس-سى٢" SROSS-C2 فى مدار قريب متزامن مع الشمس فـى ١٩٩٢ و١٩٩٤. آخر هذه السلسلة الصاروخ Polar SLV الذى يمكنه وضـع حمولـة قدرها ١٢٠٠ كجم فى مدار متزامن مع الشمس، واستخدم هذا الصاروخ مؤخرا فى إطلاق القمر الهندى للاستشعار IRS-P3 فى مارس ١٩٩٦ والقمر IRS-1D فى سبتمبر ١٩٩٧. وكانت الهند قد أطلقت من قبل القمرين IRS-1C , IRS-1B بواسطة صواريخ روسية. وسوف تستأنف الهند نشاطها فى هذا المجال بالتركيز على الدراسات الخاصة بمياه المحيط والتطبيقات الزراعية. وتقوم الهيئة القوميـة للاستشعار عن بعد بتسويق الصور والبيانات التى يتم الحصول عليها عن طريق مجموعة الأقمار IRS. السلسلة الجديدة من الأقمـار الهنديـة INSAT سـوف تخصص لأغراض الاتصالات والإعلام والتنبـؤ بـالطقس والإنـذار المبكـر

بالكوارث الطبيعية. ولقد استخدمت الهند أيضا صواريخ الإطلاق الأمريكية والأوروبية فى وضع أقمارها الصناعية فى مدارها المحدد حول الأرض.

٨-٤ البرازيل

تستثمر البرازيل كثيرا فى مجال الفضاء ويظهر ذلك فى مجال الأقمار الصناعية وحديثا فى مجال صواريخ الإطلاق. وتعود محاولاتها الأولى فى مجال صواريخ الإطلاق إلى ٢ نوفمبر ١٩٩٧ عندما أطلقت صاروخها الأول VLS من مركز "ألكانتارا" على الساحل الشمالى الشرقى للبرازيل. والصاروخ يتكون من أربعة مراحل ويصل وزنه إلى ٥٠ طن. ولم تكن المحاولة ناجحة وفقدت البرازيل فيها قمرها الصناعى SCD-2 الذى قام بتطويره المعهد القومى لأبحاث الفضاء National Institute for Space Research INPE.

من جهة أخرى تشارك البرازيل فى كثير من أنشطة التعاون الدولى فى مجال الفضاء مثل استخدام رحلات مكوك الفضاء الأمريكى فى إجراء بحوث وتجارب بيولوجية. ويعتبر هذا النشاط مع وكالة الفضاء الأمريكية مقدمة لتعاون أكبر فى أنشطة المحطة الفضائية الدولية. كما اشتركت البرازيل والصين فى إطلاق القمر البرازيلى-الصينى لرصد الثروات الطبيعية. وتضمنت التجربة نفسها إطلاق قمر لأغراض البحث العلمى تم تطويره بواسطة INPE باشتراك الجامعات البرازيلية. وتعمل البرازيل حاليا فى بناء القمر SDC-3 وقمرين آخرين للاستشعار عن بعد، كما تتعاون مع الأرجنتين فى بناء القمر SABIA للرصد البيئى ومع فرنسا فى مجال الأقمار الصغيرة (الميكرو) Microsatellites. وبصورة عامة تعتبر دول أمريكا اللاتينية فى مرحلة بناء قدراتها الفضائية وتعلم كيفية تطوير الأقمار الصناعية وتطوير صواريخ الإطلاق ونقل تكنولوجيا الفضاء من الخارج.

٨-٥ إسرائيل

بدأ الاهتمام الإسرائيلى بتكنولوجيا الفضاء عندما أحضر بن جوريون -رئيس وزراء إسرائيل الراحل- فى سنة ١٩٥٨ البروفيسور سيدنى جولدستين من إنجلترا لينشئ من ١٢ طالبا قسما لهندسة الطيران والفضاء فى معهد التخنيون Technion Israel Institute of Technology بحيفا. ومنذ ذلك التاريخ تخرج من القسم أكثر من ١٥٠٠ مهندس ذهب معظمهم إلى الولايات المتحدة لاستكمال دراساتهم العليا. وفى نهاية الخمسينات بدأت إسرائيل تطوير صواريخ محدودة المدى للأغراض العسكرية، وفى أعقاب صدمة الصواريخ المصرية فى الستينات بدأت تعاونا سريا مع شركة "مارسيل داسو" الفرنسية لبناء الصاروخ أرض-أرض (جيركو) يصل مداه إلى حوالى ٤٠٠ كم. وحينما توقف دور الشركة الفرنسية فى سنة ١٩٦٧ انفردت إسرائيل بتطوير أجيال من هذا الصاروخ إلى مدى ٧٥٠ كم و١٤٥٠ كم وربما إلى أبعد من ذلك. ثم استغلت فى النهاية هذا الجهد فى تطوير صاروخ الإطلاق "شافيت" للأقمار الصناعية وأصبحت إسرائيل بذلك الدولة الثامنة على مستوى العالم التى تمتلك صاروخ إطلاق للأقمار الصناعية.

وفى عام ١٩٨٣ أنشأت إسرائيل وكالة الفضاء الإسرائيلية، ومنذ ذلك التاريخ ألقت إسرائيل بثقل واضح وراء الحصول على تكنولوجيا الفضاء لعلمها بالعائد الأمنى والسياسى والاقتصادى الضخم للنجاح فيه. وشرعت إسرائيل بعد ذلك فى إطلاق سلسلة من أقمار التجسس العسكرية بدأتها بالقمر "أفق-١" فى ١٩ سبتمبر ١٩٨٨، وكان الهدف الأساسى منه اختبار التكنولوجيات المستخدمة وعمليات الإطلاق والقدرات المحلية على التحكم ومتابعة القمر، وكذلك تقييم قدرة المؤسسة الصناعية والبحثية الإسرائيلية على التصميم والتصنيع والاختبار. وفى ٣ أبريل ١٩٩٠ أطلقت قمرها الثانى "أفق-٢" وهو تصميم محسن من

القمر "أفق-١"، ثم أطلقت فى سنة ١٩٩٥ قمرها الثالث "أفق-٣". وفى مجال أقمار الاتصالات أطلقت قمرها الأول "عاموس" بوسيلة إطلاق خارجية.

ومع تدفق الهجرة اليهودية من دول الاتحاد السوفيتى السابق اهتمت إسرائيل بالاستفادة من هؤلاء العلماء فى مجال تكنولوجيا الفضاء وقامت بإنشاء معهد "أشر" لبحوث الفضاء Asher Space Research Institute ASRI فى ١٩٨٦ بهدف "تطوير العلم والتكنولوجيا فى كل مجالات الفضاء وتقوية التعاون بين المؤسسات الإسرائيلية العاملة فى المجال والدول الخارجية". ويعمل بالمعهد عدد من أساتذة كليات "التخنيون" فى الفيزياء وهندسة الفضاء والطيران، والهندسة الكهربية، وعلوم الكومبيوتر، ويصل عددهم إلى حوالى ٢٠ من العلماء المتميزين معظمهم من المهاجرين من الاتحاد السوفيتى السابق. ويركز المعهد على أنشطة البحوث والتطوير فى مجال "الأقمار الصناعية الصغيرة". ومن بين مشاريع هذا المعهد القمر الصغير "جيروين" الذى بدأ كمشروع لطلبة "التخنيون" ثم احتضنه معهد "أشر". وفى ١٠ يوليو ١٩٩٨ أطلق "جيروين-٢" Gurwin-II من قاعدة "بيكونور" فى كازاخستان على متن صاروخ روسى "زينيث" Zenith. وكانت المحاولة الأولى فى سنة ١٩٩٥ قد فشلت "جيروين-١" ثم أعيد بناء القمر وأطلق بنجاح بعد عمل استمر سبع سنوات من بداية المشروع. والقمر يعتبر من أقمار الأبحاث والتدريب ويحمل أجهزة استشعار علمية ويتم التحكم فيه من وحدة تحكم داخل "التخنيون".

وتحاول إسرائيل الدخول إلى سوق الأقمار الصناعية على المستوى العالمى من خلال مشاريع الاستثمار المشترك بين المؤسسة الإسرائيلية لصناعات الطائرات Israel Aircraft Industries وشركة "كور سوفتوير" Core Software الأمريكية لتطوير التكنولوجيات المستخدمة فى مجموعة أقمار "أفق" فى بناء سلسلة جديدة من أقمار الاستشعار ذات الدقة العالية (١,٥ متر).

٨-٦ الدروس المستفادة من تجربة الدول الصاعدة

يمكن أن نستخلص من تجارب الدول الصاعدة فى مجال الفضاء عددا من الدروس المستفادة والخطوط الإرشادية لفهم الكيفية المناسبة للدول النامية لاقتحام ذلك المجال الصعب والمكلف:

- هناك بشكل عام فى هذه الدول وعى مرتفع بأهمية تكنولوجيا الفضاء فى دعم موقف الدولة على المستوى الإقليمى والدولى ودفع عملية التنمية وتحقيق الأمن العسكرى.
- اهتمام معظم هذه الدول بإعداد الكوادر الفنية والعلمية فى الدول المتقدمة ثم الاستفادة منهم بعد ذلك من خلال برنامج واضح على المستوى القومى.
- التركيز على التعاون الخارجى مع الدول ذات الخبرة فى مجال الفضاء ووضع استراتيجية لنقل التكنولوجيا من خلال المشاريع المشتركة.
- وجود هيكل تنظيمى للمؤسسات التى تعمل فى مجال تكنولوجيا الفضاء فى صورة وكالة أو مراكز بحثية متخصصة مع وجود خطة عامة تحكم عمل هذه المؤسسات وتمويل مناسب.
- ضمان استمرارية العمل فى مواجهة دورات النجاح والفشل التى تواجه عادة مشاريع الفضاء.
- خلق قاعدة عريضة من المتخصصين والارتفاع بمستوى الجانب التعليمى والبحثى ونشر الثقافة الخاصة بالفضاء على مستوى التعليم الثانوى والجامعى.
- إنشاء مراكز تجريب واختبار قومية لدعم تطوير التكنولوجيات الأساسية الضرورية لبناء النظم الفضائية.
- مشاركة العالم فى برامجه ومشاريعه الفضائية والتواجد النشط فى المؤتمرات والمنتديات الدولية.

openkanal.com

٩- النشاط المصرى فى مجال الفضاء - التحديات

تعتبر مصر بشكل عام بعيدة عن أن تصنف ضمن الدول التى تعمل فى مجال الفضاء. حاليا هناك نوع من الارتباط الاستهلاكى فى مجال الإعلام والاتصالات والاستشعار عن بعد، بمعنى أن المنتجات والخدمات الفضائية قد أضيفت بحكم مطالب العصر إلى قائمة الاستيراد الطويلة من الخارج. وبعيدا عن ذلك الجانب المادى فإن الإسهام الفكرى المصرى فى رسم السياسة العالمية المرتبطة بالفضاء ما زال هامشيا إن لم يكن معدوما. ويواجه النشاط المصرى فى مجال الفضاء خمسة تحديات رئيسية:

١. تحدى مرتبط بقضية البحث العلمى والتطور التكنولوجى وتخلف مصر بشكل عام عن كثير من الدول النامية فى هذا المضمار برغم التحديات الاقتصادية والأمنية المتزايدة التى تواجهها على المستوى الإقليمى والدولى.

٢. تحدى ينشأ من تخلف الوعى العام والرسمى منه على وجه الخصوص بما يجرى فى مجال الفضاء والإطار الذى يتحرك فيه، وغياب المعرفة بالمشاكل الكلية التى تواجه العالم والجنس البشرى، وما يرتبط بكل ذلك من إيمان بأهمية التعاون الدولى ومشاركة العالم مخاطره وتحدياته.

٣. تحدى مرتبط بأولويات التمويل والإنفاق، والنظر إلى مجالات أخرى على أنها أولى بالاهتمام إذا ما قورنت بالإنفاق على هذا النشاط المكلف. وبشكل عام فإن الخيار المصرى لأسباب سياسية وحضارية قد تأخر فى بناء قاعدة تكنولوجية عصرية. وإذا نظرنا إلى الجدول رقم (٢) نجد أن إنفاق دولة مثل النرويج أو فنلندا فى مجال الفضاء لا يتعدى ٣٠ مليون دولار سنويا، إلا أن هذا الإنفاق المتواضع المستمر قد أتاح لهما فى زمن معقول بناء قاعدة تكنولوجية مناسبة فى تخصصات معينة ومتكاملة مع التوجهات الكبرى

لمشاريع الفضاء العالمية، الأمر الذى أتاح لقطاع الاستثمار فى تلك الدول العمل فى مجالات ذات عائد مرتفع، واحتفاظها بمقعد قريب من مراكز التفكير واتخاذ القرار العالمية فى مجال الفضاء.

٤. تحدى متصل بضعف التنسيق العربى والإقليمى فى مجال التعاون التكنولوجى الذى يتطلب حشدا بشريا وإنفاقا ماليا عاليا، مع وجود تهديد حقيقى ناشئ من وجود فجوة واسعة بيننا وبين إسرائيل فى مجال الفضاء وتطبيقاته العسكرية.

٥. تحدى ناتج عن الحظر التى تفرضه الدول المتقدمة على التكنولوجيا الخاصة بالصواريخ والأقمار الصناعية وباقى التطبيقات الفضائية.

١٠- الظروف والشروط اللازمة لإحداث تقدم فى مجال تكنولوجيا الفضاء

من أجل أن تصبح دولة ما عضوا كاملا فى نادى الفضاء الدولى يجب أن تحقق ثلاثة شروط أساسية:

- أن تكون قادرة على تصميم وتصنيع واختبار مركبة إطلاق صاروخية.
- أن تكون قادرة على تصميم وتصنيع قمر صناعى ووضعه فى مدار حول الأرض.
- أن يكون بها منطقة للتجارب والإطلاق ومحطات للرصد والتتبع.

لكن تلك الشروط لا تمنع أن يكون للدولة إسهام فى مجال الفضاء يتكامل بصورة ما مع النشاط القائم على المستوى الإقليمى أو الدولى. فدول غرب أوروبا قد تعاونت فى بناء صاروخ الإطلاق "إريان" مع وجود قدرات متفاوتة لتلك المجموعة من الدول فى تكنولوجيا الصواريخ. كما أن العديد من الدول

يقتصر إسهامها فى مجال الفضاء على المشاركة فى بعض الأنشطة الجارية مثل مشروع المحطة الفضائية الدولية، أو إرسال أجهزة علمية على متن بعض المركبات الفضائية فى رحلات استكشاف الكواكب، أو إجراء بعض التجارب داخل مكوك الفضاء أثناء حركته حول الأرض، أو تقديم بعض الإسهامات النظرية فى بعض المشاكل العلمية أو التكنولوجية المتصلة بالفضاء. وفى كل الأحوال لابد أن يتوفر مناخ عام وعدد من الشروط والظروف الجوهرية لامتلاك مشروع قومى فى مجال الفضاء، ومن بين تلك الشروط:

- ارتفاع وعى المجتمع والقيادة بمسار التقدم العلمى والتكنولوجى فى مجال الفضاء وأهميته المتزايدة على المستوى المدنى والعسكرى.
- الوعى بالدور الإقليمى الواسع والمؤثر للدولة، وهنا يبرز أهمية الدور المصرى فى مجال الفضاء على المستوى العربى والإفريقى.
- وضع استراتيجية متكاملة للعمل وتحديد واضح للأهداف.
- إنشاء هيكل تنظيمى يسمح بنمو العمل وتراكم الخبرة وربطه بالمراكز العلمية والصناعية المناسبة.
- ربط النشاط المصرى فى مجال الفضاء بأهداف التطور الاقتصادى والاجتماعى ومتطلبات الأمن القومى بمعناه الشامل.
- إنشاء علاقات تعاون واسعة مع المؤسسات العلمية والمراكز البحثية فى الدول المختلفة المتقدمة والنامية فى مجال الفضاء.
- المتابعة الواعية للنشاط الدولى فى مجال الفضاء والمساهمة بالرأى والتخطيط فى الهيئات المتخصصة على المستوى الإقليمى والدولى.
- الاهتمام بالبحوث فى مجال العلوم والتكنولوجيا الأساسية بجانب الاهتمام بالبحوث التطبيقية.

- إعداد الكوادر البشرية اللازمة لتطوير التكنولوجيات الأساسية الضرورية لمشاريع البرنامج المصرى فى مجال الفضاء.

١١- المشروع المصرى الحالى للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء

١١-١ بداية الاهتمام المصرى

بدأ الاهتمام المصرى بالفضاء مع بداية الستينات وقبل دول أخرى كثيرة فى منطقة الشرق الأوسط وآسيا وأمريكا اللاتينية. وقد ظهر ذلك الاهتمام فى المشروع المصرى لتطوير تكنولوجيا الصواريخ بمساعدة مجموعة من العلماء الألمان، وأثمر البرنامج عن تطوير الصاروخ القاهر (٣٥٠ كم) والصاروخ الظافر (١٤٠كم) حتى مراحل اختبارات الطيران. ونتيجة للضغوط الدولية، والنشاط الإسرائيلى المضاد، وبعض العقبات الفنية والتكنولوجية، تباطأ العمل فى البرنامج، ثم أجهزت عليه الهزيمة تماما فى يونيو ١٩٦٧. لقد تضمن البرنامج فى ذلك الوقت مشاريع لصواريخ أضخم يمكن تطويرها فى المستقبل لتصبح صواريخ إطلاق للأقمار الصناعية (الصاروخ الرائد). ومن الإنجازات المهمة التى حققها برنامج تطوير الصواريخ رغم توقفه أنه تسبب فى إقامة قاعدة صناعية متقدمة لمكونات الصواريخ، وأتاح الفرصة لتدريب كوادر بشرية فى كثير من التخصصات الحرجة، كما أنشئ بسببه مركز وقاعدة متخصصة لاختبارات الصواريخ فى الصحراء. لقد كان أسلوب التفريط فيما يتعلق بهذا البرنامج من خبرات خطأ كبيرا. ولو أن سياسة ما قد اتبعت للحفاظ على هذا الكيان لاستئناف العمل فى الوقت المناسب للأغراض السلمية على الأقل لأصبح الموقف الآن أكثر اختلافا.

١١-٢ البنية العلمية والبحثية والتكنولوجية والصناعية المتوفرة

يوجد فى مصر بنية علمية وبحثية وتكنولوجية وصناعية معقولة يمكن أن تمثل بداية جيدة لإقامة مشروع طموح فى مجال الفضاء:

- على المستوى العلمى والأكاديمى يمكن أن تشارك كليات الهندسة والمعاهد التكنولوجية وكليات العلوم وكثير من الكليات الأخرى المتخصصة فى كثير من الأبحاث الأساسية المتخصصة فى مجال الفضاء. وبشكل خاص نشير إلى الكلية الفنية العسكرية حيث تغطى تخصصات الدراسة داخلها مجالات الصواريخ والطيران والوقود الصاروخى والتوجيه والتحكم والرادار والطاقة وغير ذلك من التخصصات التى يمكن أن تساهم بشكل مباشر فى بحوث الفضاء. وهناك أيضا قسم الطيران والفضاء بكلية الهندسة جامعة القاهرة. تلك المعاهد والكليات يمكنها أن توفر قاعدة علمية واسعة لدعم بحوث وتكنولوجيا الفضاء فى مصر.
- على المستوى البحثى هناك قاعدة واسعة لإجراء البحوث الأساسية فى وزارة البحث العلمى وفى القوات المسلحة وبعض المراكز التابعة لوزارة الصناعة وفى وزارة الإنتاج الحربى والهيئة العربية للتصنيع. وفى مجال البحوث الفلكية يوجد فى مصر "معهد البحوث الفلكية والجيوفيزيقية" التابع لأكاديمية البحث العلمى ويتبعه مراصد فلكية فى حلوان والقطامية.
- تقوم أيضا "الهيئة القومية للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء" بدور متميز على المستوى العملى باستخدام تطبيقات الفضاء فى مجال الاستشعار عن بعد وتحليل الصور الفضائية فى عمل قواعد بيانات عن الثروات الطبيعية المصرية والمياه وغير ذلك من المجالات التى تخدم خطة التنمية، كما تقوم

بنشاط واضح فى تبادل المعلومات والخبرة الفنية مع كثير من المؤسسات والهيئات المماثلة على المستوى الإقليمى والدولى.

- على المستوى الصناعى يوجد فى مصر قاعدة جيدة من الإمكانات الصناعية المتنوعة والمتقدمة فى كل من الهيئة العربية للتصنيع والإنتاج الحربى وبعض الوحدات الصناعية التابعة للقوات المسلحة. والصناعة الحربية فى مصر تمتلك خبرة جيدة فى الصناعات الدقيقة والصناعات الميكانيكية والإلكترونية وصناعة وقود ومحركات الصواريخ، وكثير من المعامل المتخصصة وقواعد الاختبار.

وبشكل عام فإن تلك القاعدة مع بعض الدعم والتطوير المخطط يمكن أن تستجيب للتحديات التى يمكن أن يطرحها مشروع مصرى متوازن للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء.

١١-٣ تشكيل مجلس أعلى لبحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء

قامت مصر مؤخرا فى سنة ١٩٩٨ بتشكيل "مجلس لبحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء" تحت مظلة أكاديمية البحث العلمى بهدف "امتلاك القدرة العلمية والتكنولوجية فى مجالات علوم الفضاء واستخدام التطبيقات الفضائية لأغراض التنمية بشكل مكثف". وتستهدف استراتيجية مصر فى مجال الفضاء، طبقا لقرار إنشاء المجلس والتى تمت مناقشته بوزارة البحث العلمى فى ديسمبر ١٩٩٦ بتكليف من مجلس الوزراء، تصنيع وإطلاق قمر صناعى للاستشعار عن بعد مع المشاركة فى عمليات التطوير والتصنيع ونقل تكنولوجيا الفضاء والأقمار الصناعية. ويضم مجلس بحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء أربع شعب:

- شعبة الاستخدام السلمى للفضاء والدراسات الاستراتيجية
- شعبة تكنولوجيا الفضاء والمركبات الفضائية

- شعبة تكنولوجيا الاستشعار وتطبيقات التقنيات الفضائية
- شعبة علوم الأرض والتغييرات المناخية

ويهدف مجلس بحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء إلى تحقيق عدد من الأهداف القومية:

١. إنشاء وكالة مصرية للفضاء الخارجى.
٢. تصنيع وإطلاق منظومة من الأقمار الصناعية (قمر للاستشعار، قمر للاتصالات، قمر للإذاعة والتليفزيون).
٣. تنمية الكوادر البشرية والبحثية والصناعية والمعلوماتية فى مجال الفضاء.

١١-٤ قمر الإعلام المصرى

أطلق فى ٢٨ إبريل ١٩٩٨ قمر الإعلام المصرى "نايل سات ١٠١" بعد أن تم التعاقد مع شركات "ماترا-ماركونى" الفرنسية المتخصصة فى بناء الأقمار الصناعية لبناء قمرين أطلق أحدهما بواسطة الصاروخ الأوروبى "إيريان ٤" من قاعدة "كورو" فى جزيرة جوايانا الاستوائية، وأطلق الثانى "نايل سات ١٠٢" فى ١٩ أغسطس ٢٠٠٠. تكلف المشروع ١٥٩ مليون دولار وسوف يعمل بالنظام الرقمى المضغوط ويوفر ٨٤ قناة يستخدم بعضها كقنوات متخصصة للأخبار والتعليم والصحة والرياضة..الخ. واشتمل المشروع على بناء محطات توجيه وتحكم للقمر فى القاهرة والإسكندرية. وبرغم أن مشروع القمر لم يكن يهدف إلى نقل تكنولوجيا الأقمار الصناعية إلى مصر ولم تشارك أية مجموعات علمية فى عملية بنائه، إلا أن المشروع بصفة عامة قد أتاح بشكل محدود متابعة مصرية لتلك النوعية من المشروعات، كما أتاح تدريب العديد من المهندسين والفنيين على أعمال التحكم والمتابعة للقمر أثناء مراحل التشغيل. وبصفة عامة فإن تلك النوعية من العلاقات مع الشركات الكبرى المصنعة للأقمار الصناعية

obeikandi.com

يمكن أن تمثل مدخلا جيدا لنقل التكنولوجيا والخبرة والحصول على المكونات الحرجة والتدريب والاستشارات لأي مشروع تطوير تكنولوجي في مجال الفضاء على المستوى القومى.

١٢- المراحل المتوقعة لتطور تكنولوجيا الفضاء فى مصر حتى سنة ٢٠٢٠

من أهم العوامل التى يمكن أن تؤثر على مسار البرنامج الفضائى المصرى: التمويل المادى المتاح، وحجم التعاون الدولى، وطبيعة التطورات السياسية فى المنطقة وعلى مستوى العالم، ثم كفاءة الإدارة الداخلية للمشروع ومدى اتصالها بالبيئة البحثية والصناعية والأمنية فى مصر. وفى ضوء ذلك يمكن أن نتصور المراحل المستقبلية الآتية لتطور تكنولوجيا الفضاء فى المستقبل:

- **من سنة ٢٠٠٠ إلى ٢٠٠٥**

- إقرار استراتيجية عامة للعمل فى مجال الفضاء وتحديد الأهداف ووضع برنامج زمنى للتنفيذ.
- وضع وتنفيذ برنامج لتطوير التكنولوجيات الأساسية محليا فى مجال الفضاء.
- وضع وتنفيذ برنامج لنقل بعض التكنولوجيات الحرجة من الخارج.
- وضع استراتيجية للتعاون الدولى فى مجال الفضاء للأغراض السلمية.
- وضع الهيكل التنظيمى لوكالة فضاء المصرية وتأهيل كوادرها الفنية.
- استكمال وبناء بعض المعامل المتخصصة التابعة لوكالة الفضاء.
- وضع المواصفات الفنية لمشروع قمر صناعى تجريبى للاستشعار عن بعد.

- البدء فى أعمال التصميم والتصنيع واختبار المكونات.
- البدء فى تنفيذ مشروع فضائى (قمر صناعى للاستشعار أو الاتصالات) للأغراض التجارية بالتعاقد مع طرف أجنبى مع وجود طاقم عمل مصرى فى كل التخصصات.

- **من سنة ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٠**

- يمكن أن تشهد هذه الفترة إطلاق أول قمر صناعى بمشاركة مصرية بواسطة صاروخ إطلاق أجنبى.
- امتلاك القدرة على تعميق التصنيع للمكونات الأساسية الداخلة فى تصنيع الأقمار الصناعية.
- إطلاق أول قمر صناعى تجريبى مصمم ومصنع فى مصر بواسطة وسيلة إطلاق أجنبية.
- العمل فى تطوير وسيلة إطلاق مصرية.
- الاشتراك فى بعض المشروعات الفضائية مع بعض المنظمات الإقليمية الخارجية.
- تشكيل منظمة عربية أو شرق أوسطية فى مجال الفضاء.

- **من سنة ٢٠١٠ إلى ٢٠٢٠**

- دخول مصر مجال التعاون الدولى والإقليمى الواسع فى مجال الفضاء واشتراكها فى بعض المشروعات الدولية.
- امتلاك مصر لوسيلة إطلاق للمركبات الفضائية أو اشتراكها فى تطوير تلك الوسيلة على المستوى الإقليمى.
- قيام صناعة للتطبيقات الفضائية فى مجال الاتصالات والاستشعار عن بعد على المستوى الإقليمى مع وجود مشاركة مصرية ملموسة.

obeikandl.com

خـاتمـة:

من الواضح أن القرن الواحد والعشرين سوف يشهد عصرا جديدا يقوم فيه الإنسان بدعم حضوره الفعال خارج المجال الحيوى للأرض. إن تحقيق تلك القفزة التاريخية يعتمد فى الأساس على توفر تعاون دولى عريض ينعم بالسلام والثقة ويؤمن بالعمل الإنسانى المشترك. لقد شيد الإنسان بالفعل بنية مادية وفكرية عملاقة لدعم انطلاقته نحو الفضاء، وربط ذلك بمصيره ودوره المقدر فى هذا الكون، واكتمل وعيه بأن تلك الانطلاقة ضرورية لضمان تطور حياته وحل مشاكله على الأرض. وفى هذا الإطار يبرز أهمية وجود مشروع مصرى للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء لتوظيفه فى مشروعات التنمية وتأكيد دور مصر فى التعاون الدولى ومشاركة العالم آفاق الاستكشاف والتحديات الكونية التى تواجهه. لقد أوضحت الدراسة أن العناصر الأساسية اللازمة لدخول مجال الفضاء متوفرة وأن هناك بداية مشجعة بتشكيل مجلس بحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء، وأن الاستراتيجيات الموضوعة حتى الآن فى هذا المجال يمكن أن تؤمن لمصر موقعا مناسبا بين الدول الصاعدة فى مجال الفضاء خلال السنوات العشر القادمة.

المراجـع :

(1) Bill Sweetman, "Spy Satellites: The Next Leap Forward. Exploiting Commercial Satellite Technology", **International Defence Review**, Vol. 30, Jan. 1, 1997, p. 27.

(2) Gil I. Klenger, Teodore R. Simpson, "Military Space Activitics: The Next decade", **Aerospace America**, Vol. 36, Jan. 1998.

(3) Steven J. Isakowitz, "**International Reference Guide to Space Launch Systems**", AIAA, 1997.

(4) George Ojalehto, Henry Hertzfeld, "Growth, Cooperation Mark 1997 Space Activities", **Aerospace America**, July 1998, p. 6.

(5) Dave Doody, "Where Are They Now?", The Planetary Report, Jan.-Feb. 1998, p. 16.

(6) Francois Monier, "On va vivre sur la Lune", L'EXPRESS, N0. 2437, 19-25 Mars 1998, p. 64.

(7) Leonard David, "Hubble's New View of the Cosmos", Aerospace America, May 1996, p. 20.

(8) Leonard David, "Assessing the Threat from Comets and Asteroids", Aerospace America, Aug. 1996, p. 24.

(9) Thereasa M. Foley, "Engineering the Space Station", Aerospace America, October 1996, p. 26.

(10) David W. Mittlefehldt, "Uncovering Martians Hidden Among Us: The source of ALH84001", **The Planetary Report**, Jan.-Feb. 1997, p.8.

(11) R.M. Bonnet, " Taking the Next Step: The European Moon program", **The Planetary Report**, Jan.-Feb. 1995, p. 8.

(12) Thomas R. McDonough, "A quantum leap for SETI: Project BETA goes On-line", **The Planetary Report**, March-April 1996, p. 4.

(13) Roy Gibson, "The EuropeanSpace Agency faces the future", The **Planetary Report**, March-April 1996, p. 8.

(14) Carl Sagan, "Why Mars?" **The Planetary Report**, Sept.-Oct. 1996, p. 10.

(15) Paul Weissman, "The crash on Jupiter: Looking for answers in the impact" **The Planetary Report**, March-April 1995, p. 12.

(16) Tamiya Nomura, "Japan looks to future: A long-term Lunar plan", **The Planetary Report**, Sept.-Oct. 1995, p. 4.

(17) Robert Farquhar and Joseph Veverka, "Romancing the stone: The Near-Earth Asteroid Rendezvous", **The Planetary Report,** Sept.-Oct. 1995, p. 8.

(18) "Steps to Mars II: A conference Report", **The Planetary Report**, Nov.-Dec. 1995, p. 6.

(19) Donald I. Devincenzi, "Protecting our planet. Preserving other worlds", **The Planetary Report**, Jul.-Aug. 1994, p. 4.

(20) Daniel S. Goldin, "NASA today, and a vision for tomorrow", The Planetary Report Nov.-Dec. 1994, p. 4.

(21) Keith Noll, "The crash at last: Comet Shoemaker-Levy 9 collides with Jupiter", **The Planetary Report**, Nov.-Dec. 1994, p. 8.

(22) Paul Horowitz, "Project META: What have we found", The **Planetary Report**, Sept.-Oct. 1993, p. 4.

(23) John Pike, "The sky is falling: The Hazard of Near-Earth Asteroids", The Planetary Report, Nov.-Dec. 1991, p. 16.

(24) Norman R. Augustine, "The Future of the US Space Program", The **Planetary Report**, March-April 1991, p. 4.

(25) Carl Sagan, "Humans to Mars: Can we Justify the Cost?", The **Planetary Report**, Jan.-Feb. 1991, p. 4.

(26) Thomas O. Paine, "TO settle the red planet: A decade-by-decade look at Martian History, 1990 to 2090", **The planetary Report**, Sept.-Oct. 1992, p. 8.

(27) Bruce C. Murray, "Exploring the Limits: Humanity's Future in Space", **The Planetary Report**, Sept.-Oct.1992, P.12.

(28) Hitoshi Mizutani, "Japan Sets Out to the Moon and Mars", The **Planetary Report**, July-Aug. 1992, P. 12.

(29) Bernard Fitzsimons, "Asia's Growing Space Capability", **Aerospace America**, May 1999, p. A17.

(30) G.R. Wilson, "Latin America's rising aerospace prospects", **Aerospace America**, Aug. 1998, P.38.

(31) Marco Caceres, "Commercial satellites surge ahead", **Aerospace America**, November 1998, p.24-26.

(32) Leonard David, "Incredible Shrinking Spacecraft", Aerospace **America**, January 1996, P. 20-21.

(33) Alan H. Epstein, "The Inevitability of Small", **Aerospace America**, March 2000, P.30-37.

الباب الرابع

تكنولوجيا المواد الجديدة

obeikandl.com

obeikandl.com

تكنولوجيا المواد الجديدة

١ – مقدمة

بدأ التطور فى مجال تكنولوجيا المواد يجذب الاهتمام على مستوى الصناعة وفى دوائر الرأى العام مع بداية الثمانينات عند إطلاق أول مكوك أمريكى للفضاء (كولومبيا)، حين شاهد الناس على شاشات التليفزيون سطح المكوك الخارجى مغطى بحوالى ٣١٠٠٠ قطعة من مواد السيراميك الخاص، استخدمت لحماية هيكله المعدنى الداخلى من الحرارة الناشئة عن احتكاك المكوك مع الغلاف الهوائى أثناء عودته إلى الأرض، والتى تصل فى بعض النقاط على سطحه إلى حوالى ١٣٠٠ درجة مئوية. ولم يقتصر الأمر على استخدام مواد السيراميك لحماية المكوك، ولكن استخدمت أيضا مواد مصنعة من الألياف الكربونية لحماية بعض أجزائه الطرفية المعرضة لدرجات أعلى من الحرارة. وبرغم أن الأبحاث الحديثة الخاصة بتطوير تلك المواد كانت قد بدأت منذ بداية السبعينات، إلا أن استخدامها الفعلى فى أحد التطبيقات المهمة مثل المكوك –أول مركبة فضائية متكررة الاستخدام يقودها الإنسان بين الأرض والفضاء– قد أشعل الاهتمام بثورة فى تكنولوجيا المواد، هدفها تحقيق مستويات أداء جديدة فى درجات الحرارة العالية، والأحمال الميكانيكية المرتفعة، والعمل والبقاء فى ظروف بيئية خاصة، بالإضافة إلى خفة الوزن لمواجهة المتطلبات المتزايدة لصناعات الطيران والفضاء التى كانت من البداية المجال المؤثر وراء تلك

الثورة، بالإضافة إلى مطالب الصناعات العسكرية من المواد الجديدة لبناء أجيال من الأسلحة المتطورة.

والهدف من هذه الدراسة استشراف آفاق وإمكانات التطـــور فـــى مجـــال تكنولوجيا المواد فى مصر، من خلال استعراض موقفها الحالى على المســـتوى العالمى، والآفاق والتحديات المستقبلية التى تنتظرها، وطبيعة الطلب والاحتيـــاج لتلك النوعية من المواد فى مصر، والتحديات التى تواجه تطورها على المستوى المحلى، والمسار المتوقع لذلك التطور. وتتكون الدراسة من الأجزاء الفرعيـــة الآتية:

- التقسيم الهندسى للمواد
- ماذا نعنى بالمواد الجديدة ؟
- الموقف الحالى للتطور فى تكنولوجيا المواد على المستوى العالمى
- تحديات المستقبل القريب
- تحديات المستقبل البعيد
- الموقف الحالى لتكنولوجيا المواد فى مصر
- الظروف المحلية المؤثرة وإمكانية إحداث طفرة تكنولوجيـــة فـــى مجـــال تكنولوجيا المواد
- المجالات ذات الأولوية لإحداث تطور فى تكنولوجيا المواد
- السياسات والآليات اللازمة لإحداث تطوير تكنولوجى فى مجال المواد
- المعالم الأساسية لمراحل تطور تكنولوجيا المواد فى مصر حتـــى ســـنة ٢٠٢٠

obeikandl.com

٢- التقسيم الهندسى للمواد

تحقق التطور فى تكنولوجيا المواد خلال الربع قرن الأخير من خلال النشاط البحثى المستمر فى مجال "هندسة المواد" مدعوما بإنجازات مهمة تحققت فى علوم الفيزياء والكيمياء وعدد آخر من العلوم الأساسية. الهدف من "هندسة المواد" يتمثل فى تطوير مواد ذات خواص تلائم تطبيقات عملية معينة من خلال تغيير التركيب الداخلى للمادة Microstructure والطرق المستخدمة فى التصنيع Processing. ولقد وضعت العلاقة بين الخواص وطرق التصنيع الأساس "لهندسة المواد" وباقى العلوم المتعلقة بها مثل "الميتالورجى". وقبل أن نستعرض الموقف الحالى لتكنولوجيا المواد على المستوى العالمى، سوف نستعرض أنواعها المختلفة من وجهة النظر الهندسية والعملية. تنقسم المواد الهندسية إلى الأفرع الآتية:

- **الفلزات Metals**

تتميز الفلزات بشكل عام بالمرونة Elasticity والقدرة على تحمل الإجهادات الميكانيكية Strength، كما تتميز بجودة التوصيل الكهربى Electrical Conductivity والحرارى Thermal Conductivity، وسهولة التشكيل Ductility ومقاومة الصدمات Toughness. ومن خليط الفلزات المختلفة يمكن تصنيع السبائك Alloys التى تتكون من خليط بنسب معينة من العناصر الفلزية لتحقيق مواصفات مطلوب الوصول إليها. وعلى سبيل المثال، فإن إضافة نسبة معينة من السيليكون إلى الألومنيوم يمكن أن يحسن من قدرة الخليط على الصب فى قوالب، كما أن إضافة نسبة من النحاس يمكن أن ترفع من قدرة سبيكة الألومنيوم على مقاومة الأحمال. وفى مجال الفلزات يؤدى التطور إلى تخليق سبائك جديدة للحديد والألومنيوم والتيتانيوم وغير ذلك من سبائك الفلزات التى

يمكنها تحمل أضعاف ما يمكن أن تتحمله السبائك التقليدية، ويطلق على بعض أنواعها "السبائك السوبر" Super alloys.

- **مواد السيراميك Ceramics**

تتكون معظم مواد السيراميك من ذرات لمواد معدنية متصلة بذرات مواد غير معدنية مثل الأكسوجين، وتشتمل على الزجاج والصينى والبورسالين والمواد الحرارية refractories والمواد القادرة على البرى abrasives. تتصف مواد السيراميك بسهولة الكسر وانخفاض التوصيل الحرارى والكهربى ، ومع استخدام طرق تصنيع جديدة أمكن إنتاج مواد سيراميك أكثر مقاومة للصدمات وتحمل درجات الحرارة العالية تستخدم فى تصنيع أجزاء المحركات النفاثة وغيرها من التطبيقات الخاصة. تصنف الأنواع عالية التقنية من مواد السيراميك High Technology Ceramics والتى حققت طفرة عالية فى الخواص ضمن المواد الجديدة، وتتفوق على الأنواع التقليدية فى خفة الوزن ومقاومة الأحمال والصدمات وقدرتها على العزل الحرارى والكهربى بجانب سهولة التصنيع.

- **البوليمرات Polymers**

البوليمرات، مثل المطاط والبلاستيك وأنواع كثيرة من المواد اللاصقة، عبارة عن مواد عضوية ذات هيكل جزيئى معقد وضخم. تتصف البوليمرات بأنها رديئة التوصيل للحرارة والكهرباء، وذات قدرة ضعيفة على مقاومة الأحمال، ولا تصلح للاستخدام فى درجات الحرارة العالية. وفى المقابل نجد البوليمرات خفيفة الوزن، مقاومة للصدأ ، وثمنها منخفض نسبيا، ويمكن تشكيلها بسهولة لأشكال مختلفة. معظم البوليمرات عازلة للكهرباء، ومع ذلك فقد تم تطوير أنواع منها موصلة للكهرباء، وأنواع شفافة مثل الزجاج، وأنواع أخرى يمكنها تحويل الضوء إلى كهرباء، كما أمكن تطوير بعض الأنواع لاستخدامها

فى تصنيع الأدوات المنزلية التى لا يلتصق بها الطعام. ومن مواد بوليمرية لها هيكل داخلى معين أمكن إنتاج مواد أخرى لها مواصفات ميكانيكية عالية مثل "الكيفلار" Kevlar أو الكريستال السائل المستخدم فى الحاسبات الإلكترونية.

تنقسم البوليمرات إلى فصيلتين: مواد "الثرموبلاستيك" Thermoplastic، ومواد "الثيرموسيت" Thermoset. "الثيرموبلاستيك" تتميز بالمرونة وسهولة التشكيل، وتصنع عادة عند درجات حرارة عالية نسبيا، ويمكن تسخينها وإعادة تشكيلها بدون أن يتغير هيكلها الداخلى كما يمكن إعادة استخدامها وإعادة تدويرها بسهولة. أما مواد "الثرموسيت" فيتكون هيكلها الجزيئى الداخلى من سلاسل من الجزيئات التى تشكل شبكة متماسكة ثلاثية الأبعاد. هذه النوعية من المواد أكثر قدرة على المقاومة ولكنها أكثر قابلية للكسر، ولا يمكن إعادة تشكيلها أو إعادة تدويرها recycling بسهولة.

- **أشباه الموصلات Semiconductors**

تستخدم هذه المواد فى صناعة المكونات الكهربية. من بين مواد أشباه الموصلات السيليكون silicon والجيرمانيوم germanium وعدد آخر من المركبات مثل فوسفيد الجاليوم gallium phosfidc، وزرنيخ الجاليوم galliume arsenide. تتميز أشباه الموصلات بإمكانية التحكم فى قدرتها على التوصيل الكهربى، لذلك تستخدم فى صناعة "الترانزيستور" transistors و"الدايودات" diodes والدوائر المتكاملة integrated circuits.

- **المواد "البين-فلزية" Intermetallics**

توجد المواد "البين-فلزية" عادة داخل السبائك الفلزية فى صورة حبيبات دقيقة موزعة داخل النسيج الفلزى. هذه الحبيبات تعطى السبيكة خصائص

إضافية، مثل القدرة على مقاومة الأحمال المختلفة. تستطيع المركبات compounds البين-فلزية مقاومة الأحمال فى درجات الحرارة العالية، لكنها تكون هشة عند درجات الحرارة المنخفضة.

- **المواد المركبة Composites**

تمثل المواد المركبة (ويطلق عليها أيضا المتراكبات) قطاعا مهما ومتنوعا داخل إطار منظومة "المواد الجديدة" بسبب أنها تجمع فى نسيجها عناصر من معظم المواد المعروفة، فهى فى الحقيقة خليط من تلك المواد فى صورة ألياف أو حبيبات أو قشور أو شعيرات (مواد التدعيم أو Fillers or reinforcing materials) داخل وسط (أو حشوة أو قاعدة وفى بعض الأحيان تستخدم كلمة "كنان") Matrix فلزى أو بوليمرى أو سيراميكى. فالمواد المركبة يتم تصنيعها عن طريق الجمع بين مادتين: الأولى عبارة عن وسط متجانس Matrix يحتضن داخله المادة الثانية التى تقوم بعملية التدعيم Reinforcement، وعادة ما تأخذ شكل الألياف العضوية أو غير العضوية، ويؤدى ذلك إلى إنتاج مادة جديدة لها مواصفات لا يمكن الحصول عليها باستخدام إحدى المادتين بصورة منفردة. وعادة ما تتصف المادة الجديدة ببعض الخصائص المتميزة مثل الصلابة والقوة والوزن المنخفض، ومقاومة الأكسدة، وقدرات خاصة للتوصيل الحرارى والكهربى. المواد المركبة عادة ما تكون خليطا من فلز- فلز، فلز -سيراميك، فلز -بوليمر ، سيراميك-بوليمر، سيراميك-سيراميك، أو بوليمر-بوليمر. فعلى سبيل المثال المادة المركبة "الكربون-إيبوكسى" Carbon-epoxy composite أو Carbon-reinforced epoxy تتكون من وسط بوليمرى من الإيبوكسى مدعم بشعيرات أو ألياف أو نسيج من الكربون. الخرسانة المسلحة والخشب والألياف

الزجاجية أيضا تعتبر أمثلة بسيطة للمواد المركبة. وتتغير خصائص المواد المركبة بتغير مادة الوسط Matrix وكذلك وضع واتجاه المواد الداعمة. معظم المواد المدعمة بالألياف يتم تحديد اتجاهات الألياف بها طبقا للمواصفات المطلوبة. تعتمد الطائرات الحديثة والمركبات الفضائية على المواد المركبة مثل البوليمرات المدعمة بألياف الكربون carbon-reinforced epoxy. ويتميز جناح الطائرة المصنع من الإيبوكسى المدعم بألياف الكربون بوزن منخفض ومعامل مرتفع للمقاومة بالنسبة للوزن Strength to weight ratio.

٣- ماذا نعنى بالمواد الجديدة ؟

"المواد الجديدة" عبارة عن مواد لم تكن موجودة من قبل تحقق خصائصها طفرة واضحة مقارنة بالمواد التقليدية المعروفة. بعض تلك المواد الجديدة يعتبر تطويرا لمواد تقليدية أمكن الارتفاع بخصائصها عدة مرات أو تم إكسابها خصائص جديدة. فعلى سبيل المثال تصل قدرة التحمل Strength لسبيكة "الحديد الماريجى" Maraging steel وهو من عائلة السبائك السوبر Super alloys إلى حوالى ثلاثة أضعاف قيمة نفس الخاصية لسبائك الحديد التقليدية، وقد تم تحقيق تلك الطفرة عن طريق إضافة نسب معينة من النيكل والكوبالت والألومنيوم، واتباع أسلوب معين فى التصنيع. وتستخدم تلك السبيكة الجديدة فى بناء هياكل الصواريخ وفى بعض تطبيقات الطاقة النووية. وداخل إطار المواد الجديدة يتم أيضا تخليق مواد لم تكن موجودة من قبل للوفاء بمتطلبات تطبيقية معينة فى مجالات متعددة بازغة مثل تكنولوجيا الفضاء والمعلومات والتكنولوجية الحيوية. ومثال ذلك مادة البلاستيك الإيبوكسى المدعم بألياف الكربون Carbon-reinforced epoxy فتصل قيمة تحملها النوعى (قدرة التحمل/الكثافة Specific

strength) إلى حوالى أكثر من ضعف نفس القيمة للأنواع المتميزة من سبائك الصلب بالإضافة إلى قدرتها على تحمل درجات الحرارة العالية. الجدول رقم (٩) يوضح مقارنة بين خواص مادة الكربون-إيبوكسى المركبة وعدد من سبائك الفلزات المتقدمة للحديد والألومنيوم والتيتانيوم.

وعادة ما يطلق مصطلح المواد المتقدمة Advanced materials على الأشكال المطورة من المواد التقليدية، ويستخدم مصطلح المواد الجديدة New materials فى أغلب الأحيان على المواد المخلقة والتى ليس لها أصل تقليدى واضح فى الماضى. وبشكل عام فإن إطلاق صفة "متقدمة" أو "جديدة" على أية مادة مطورة يعتمد على كثير من الأمور النسبية فى الحكم على طبيعة تلك المواد، ومجالات استخدامها، والبيئة التكنولوجية والصناعية الموجودة فيها. ومن المؤكد أن المواد الجديدة أصبحت ضرورية لتغطية الاحتياجات المتزايدة للصناعات الهندسية، والنقل، والدواء، والطب، والأجهزة المنزلية، والرياضة، والبيئة، والطاقة، والإلكترونيات. ولا يقتصر النشاط الدائر فى مجال تطوير المواد على مجرد النجاح فى الوصول إلى مادة معينة، لكنه يمتد ليشمل البحث فى عناصر التكلفة، والأداء، وعمر التشغيل، والاعتمادية reliability ..الخ، بجانب جوانب أخرى تستحوذ على الاهتمام منها استقرار أسلوب الإنتاج وسرعة وصوله إلى مستوى نمطى يمكن الاعتماد عليه، بالإضافة إلى مدى التزام طريقة الإنتاج المتبعة بقواعد البيئة.

جدول رقم (٩)

مقارنة بين خصائص بعض المواد المركبة والمواد المعدنية المتقدمة

المـــــادة	القوة strength (ميجاباسكال)	القوة/الكثافة specific strength	معامل المرونة Modulus of elasticity (جيجاباسكال) x 10-3	المرونة/الكثافة specific modulus x 10-3
كربون-إيبوكسى (مادة مركبة) carbon-epoxy compsite	٥٢٠	٣٧	٥١	٣,٤
سبيكة ألومنيوم Al-alloy AK-4-1	٤٥٠	١٧	٧٢	٢,٧
سبيكة تيتانيوم Ti-alloy Yt-8	١٠٠٠	٢٧	١٢٠	٢,٦
سبيكة حديد	١٢٦٠	١٦	٢١٥	٢,٧٥

المصدر: (Composite Manufaeturing Technology, Chapman Hall, 1995, p.2)

٤- الموقف الحالى للتطور فى تكنولوجيا المواد على المستوى العالمى

يمكن تقسيم مستقبل التطور العام فى تكنولوجيا المواد إلى مرحلتين: الأولى خاصة بالتطور فى المدى القريب، والثانية للتطور فى المدى البعيـــد. ويعكـــس الموقف الحالى علـــى المستوى العالمى تقدما واضحا فى تكنولوجيا المواد تمثـل فى تخليق مواد جديدة لم تكن موجودة من قبل، وصاحب ذلك ظـــهور مفـــاهيم حديثة فى استخدام تلك المواد لبنـــاء هيـــاكل المركبـــات الأرضيـــة والجويـــة

obeikandi.com

والفضائية، وفى استعمالها لكثير من التطبيقات الأخرى المتنوعة. كان الهدف من استخدام المواد الجديدة تحقيق قفزات فى مستوى أداء النظم وقدرتها على العمل بدون مشاكل، وعدم إضرارها بالبيئة، مع تخفيض الثمن وتكلفة الإصلاح والصيانة، وفى السنوات الأخيرة تركز الاهتمام على تخفيض كلفة الحصول على المواد الجديدة affordability. ومن المتوقع أن تأخذ تكنولوجيا المواد فى المستقبل مسارا "تطوريا" بدون طفرات evolutionary مفاجئة، مع التركيز على أساليب للتصنيع تتفق مع الحفاظ على البيئة وخفض تكلفة الإنتاج. ويمكن أن نتبين حجم ما تحقق حتى الآن من تطور فى استخدام المواد الجديدة من حقيقة احتواء الطائرة إف-١٥ على ١% فقط من وزنها (١٠٢ كجم) من المواد المركبة، ثم احتواء الطائرة التى تلتها أف/إيه-١٨ على ١٠% من وزنها (٦١٠ كجم) من المواد المركبة، ثم ارتفاع تلك النسبة فى حالة الطائرة إيه فى-٨ إيه إلى حوالى ٣٠%؛ والطائرات الثلاثة من إنتاج شركة ماكدونال دوجلاس الأمريكية.

من المتوقع خلال القرن الواحد والعشرين أن تتكون النظم الهندسية من أجزاء كل منها يستطيع القيام بوظائف متعددة. كما سوف يشهد هذا القرن إمكانية تخليق المواد حسابيا على الكومبيوتر والتدخل على المستوى الذرى والجزيئى لبناء مواد تلائم تطبيقات ووظائف معينة. المواد الجديدة سوف تكون قابلة للبرمجة وذات وظائف متعددة وقادرة على تغيير الشكل والخصائص الميكانيكية والكهربية والمغناطيسية والضوئية والصوتية حسب الطلب.

- **المواد الفلزية Metals**

مازالت المواد الفلزية تحتل مكانة خاصة فى بناء النظم نتيجة لمميزاتها الميكانيكية والخبرة الطويلة فى استخدامها، بالإضافة إلى انخفاض تكلفة إنتاجها

مقارنة بالمواد المركبة. ويظهر التطور الحالى فى تكنولوجيا المواد الفلزية فى صورة سبائك جديدة ذات كثافة منخفضة، ولها قدرة على العمل فى ظروف تشغيل غير عادية، كما فى محركات الطائرات والمركبات الفضائية، والأنواع الحديثة لمحركات السيارات ووحدات توليد الطاقة. ويتجه البحث حاليا إلى سبائك تستطيع العمل مع الهيدروجين والأكسوجين فى حالتهما السائلة والذرية لفترات طويلة، بالإضافة إلى قدرتها على تحمل الأحمال الميكانيكية والحرارية المرتفعة. إن التطوير فى الحقيقة يتم على محورين:

(١) تطوير أنواع جديدة من سبائك المعادن مثل :

الألمنيوم–ليثيوم، سبيكة الحديد–نيكل السوبر أحادية البلورة Single crystal Nickel-based Super Alloy، سبائك التيتانيوم الألومينى، وسبائك النحاس والنبيوم، سبائك الألمنيوم المصنعة بتكنولوجيا "النانو". أصبح لسبائك التيتانيوم أهمية خاصة فى بناء النظم خلال سنوات التسعينات، وركزت البحوث على حل مشاكل التشغيل والتكلفة والخبرة الصناعية والبيئية الخاصة بها.

(٢) تطوير طرق تصنيع جديدة مثل :

- التحكم فى معدل تبريد الفلز والسبيكة من حالتها الساخنة السائلة إلى حالتها الجامدة النهائية ("التجميد السريع" rapid solidification أو "التجميد البطئ") للحصول على بناء بللورى مختلف وخواص ميكانيكية عالية ومقاومة للصدأ.
- "الدمج بمعدلات عالية للطاقة" high-energy-rate compaction الذى يتيح الحصول على كميات تجارية من الخامة بتكلفة اقتصادية.

- تصنيع الأجزاء بشكلها النهائى مباشرة عند تصنيع المادة الأساسية بدون المرور بمراحل وسيطة net-shape processing لخفض التكلفة والطاقة.
- تصنيع الأجزاء من "مسحوق الفلزات" powder metallurgy لتخليق مواد جديدة.

- **مواد السيراميك**

حدث تطور كبير فى الأبحاث الخاصة بمواد السيراميك فى اتجاه معالجة جوانب القصور الموجودة فيها وخصوصا قابليتها للكسر وصعوبة إحداث تغيير فى شكلها باستخدام أدوات القطع أو الثقب، وعدم قابليتها للثنى..الخ. فى السنوات الأخيرة من التسعينات تم تطوير العديد من مواد السيراميك ذات الخصائص الميكانيكية العالية التى تتسم بالمرونة. ومن أمثلة ذلك "سيراميك التيتانيوم –سيليكون الكربيدى Titanium Silicon Carbide و Titanium Silicon Nitride. هذه النوعية من السيراميكيات الجديدة يمكن ثنيها وقطعها بطرق التشكيل المعروفة المستخدمة مع المعادن، فهى تتميز بقدرة التحمل والصلابة والمرونة وتحمل الحرارة حتى ١٧٠٠ درجة مئوية. وتتركز الأبحاث حاليا للوصول إلى مواد سيراميكية يمكن أن تتحمل حرارة حتى ٢٧٠٠ درجة مئوية. الأبحاث الحالية تركز أيضا على استخدام مسحوق الزركونيا بالغ النعومة ultrafine zirconia powders لإنتاج مواد سيراميك مقاومة للصدمات high-strength high-toughness ceramics، كما تهتم أنشطة التطوير بمواد سيراميك خاصة للاستخدامات البيولوجية والطبية. وبالنسبة لتطوير طرق التصنيع ينصب الجهد فى محاولة الوصول إلى الشكل النهائى للأجزاء بدون استخدام طرق الصب التقليدية، ومحاولة بناء الجزء بالترسيب الدقيق عن طريق استخدام الحاسب robocasting.

- **المواد المركبة Composites**

برغم ارتفاع أسعار المواد المركبة إلا أن مستوى أداءها المتميز كان وراء الاستمرار فى تطويرها. فى السنوات الأخيرة بدأ التركيز على عنصر التكلفة، ولما كان الجزء الأكبر من تكلفة تلك المواد يرجع إلى تكلفة التصنيع وليس الخامات الأساسية، بدأ البحث عن طرق تصنيع منخفضة النفقات خصوصا فى مجال المواد المركبة البوليمرية polymeric composite materials. والطرق المرشحة لتحقيق نتائج جيدة بالنسبة لتكلفة التصنيع هى: resin transfer molding، resin film infusion، diaphragm forming، pultrusion، advanced tow placement، nonautoclave processing. وبالنسبة لتكلفة الخامات الأساسية مثل الألياف fibers انخفضت تكلفتها مع الاتجاه لتصنيع خيوط tow من الألياف أكبر سمكا. وهناك أكثر من برنامج كبير لتطوير المواد المركبة فى الولايات المتحدة مثل: برنامج أبحاث السرعات العالية High Speed Research Program، ومبادرة نشر المواد المركبة للاستخدام الأوسع The composite affordability initiative (CAI). وبشكل عام يأخذ التطور فى مجال تكنولوجيا المواد المركبة عدة اتجاهات:

- **تطوير مواد جديدة لتطبيقات الحرارة العالية**

وتركز على تطوير مواد مناسبة للتطبيقات الهندسية التى تتطلب تحمل درجات حرارة عالية مثل محركات المركبات فائقة السرعة hypersonic vehicles. من أجل ذلك تم تطوير مواد مركبة ذات وسط سيراميكى Ceramic Matrix Composites (CMC) أو وسط معدنى Metal Matrix Composites (MMC). ولقد أصبح الكثير من تلك المواد متاحا وأخذ طريقه بالفعل للاستخدام

فى تصنيع أجزاء الأقمار الصناعية وهياكل الطائرات والصواريخ وهياكل السيارات الحديثة والدرجات والأدوات الرياضية.

- **مادة الكربون-الكربون :**

وهى مادة مركبة من ألياف الكربون داخل وسط كربونى أو جرافيتى. تستطيع تلك المادة تحمل الحرارة الشديدة التى تتعرض لها مقدمات الصواريخ، والأجزاء الداخلية للمحركات الصاروخية، كما تستطيع مقاومة تآكل الأجزاء بسبب تيار الغازات مرتفعة الحرارة والسرعة. فى هذا الإطار يتم تطوير أنواع من المواد الرغوية الكربونية ذات الخصائص العالية structural graphitic foams (SGF)؛ هذه النوعية من المادة الرغوية يمكن دفعها داخل قوالب معينة لإنتاج مكونات معقدة فى الشكل تستخدم فى صناعة أجنحة الطائرات، والطائرات بدون طيار، وهياكل الأقمار الصناعية.

- **دهانات العزل الحرارى Thermal barrier coating**

تستخدم تلك الأنواع من الطلاء الخاص لحماية الأجزاء المعدنية داخل المحركات النفاثة من الأكسدة والصدأ والتآكل. هذه النوعية من المواد يمكن تصنيفها إلى "ألومونيد"، و"كروميد"، وتعتمد على الألومنيوم والكروم والماغنسيوم. يستخدم أيضا أنواع من "الزركونيا" لحماية أجزاء التوربينات الغازية التى تعمل فى درجات حرارة عالية.

- **مواد التزييت والتشحيم الصلبة Solid Lubricants**

يصاحب تطور المحركات ارتفاع فى درجات الحرارة، وارتفاع فى نسبة الغازات المؤكسدة، مما يؤثر على حالة الزيوت ومواد التشحيم السائلة التى لا تتحمل فى صورتها الحالية أكثر من ٢٥٠-٣٥٠ درجة مئوية. لذلك يتم تصنيع

obeikandl.com

مواد جديدة تمتلك خاصية ذاتية على مقاومة الاحتكاك من الجرافيت أو كبريتيد الموليبدينوم. كذلك جرى تطوير نوعيات من الطلاء قادرة على مقاومة الاحتكاك مثل أكسيد الرصاص الأحادى والكالسيوم كلورايد.

- **المواد القابلة للنفخ أو الفرد**

هذه المواد مرشحة للاستخدام مع ألواح الطاقة الشمسية، والعواكس، وكطلاء للتحكم فى الحرارة داخل وخارج الأقمار الصناعية، وهوائيات الرادار، ونظم الاتصالات، والتصوير الضوئى. بعض المواد يتم تطويرها لتكون مقاومة للإشعاعات أو الأكسوجين الذرى، أو أن تكون شفافة وتتميز بالثبات الحرارى. وتجرى أيضا الأبحاث لتطوير نوعية من الأغشية البوليمرية ذات سطح عاكس معدنى مع توفر إمكانية تغيير خصائص الغشاء من منطقة إلى أخرى للتحكم فى الشكل بعد النفخ.

- **المواد الذكية Smart Materials**

تحتوى هذه المواد فى تركيبها الداخلى على مستشعرات ومشغلات ونظم تحكم إلكترونية لأداء وظائف جديدة مثل استشعار حالة البيئة المحيطة بالمادة والاستجابة لهذا الاستشعار. هناك أيضا اهتمام بمواد السيراميك ذات الخصائص الإلكترونية النشطة Piezoelectric and electrostrictor materials والألياف الضوئية، وفى حالة المواد المعدنية يتجه الاهتمام إلى التطبيقات المغناطيسية (الذاكرات المغناطيسية). هذه المواد يتم استخدامها فى إخماد اهتزازات مراوح الطائرات والتحكم فى معدلات لي الأجنحة Twist Control وتصنيع أسطح التحكم adaptive control surfaces للطائرات والمركبات الجوية بدون طيار.

- **التصنيع الذكى للمواد**

هذه النوعية من التكنولوجيا هدفها فى الأساس إنتاج المواد الجديدة بتكلفة أقل مع التحكم فى الجودة وتوسيع مجالات الاستخدام، ويتم ذلك عن طريق التحكم فى طريقة التصنيع ومتغيرات الإنتاج. يستخدم فى عملية الإنتاج مجموعة من المستشعرات لقياس خصائص المادة مع توصيلها مباشرة بنموذج للتحكم فى طريقة الإنتاج فى وجود قاعدة بيانات ذكية Expert System.

- **تكنولوجيا التصغير "نانو تكنولوجى Nanotechnology"**

الهدف المستقبلى من استخدام "النانو تكنولوجى" فى تطوير المواد هو التحكم فى هيكل المادة على المستوى ثلاثى الأبعاد، والتأثير فى مراحل التصنيع، والتدخل على المستوى الذرى. هذه الأهداف تحدد مجال "النانو تكنولوجى Nanotechnology" الذى يفتح الطريق إلى إنتاج مواد مناسبة لكل تطبيق بمرونة عالية، وإعطاء المواد قدرات ذكية، والتدخل فى تخليقها إلى حد وضع كل ذرة فى مكانها المحدد لتحقيق المواصفات المطلوبة. وعلى هذا الأساس فإن كل مادة يمكن تخيلها وتحديد مواصفاتها بدقة يمكن الوصول إلى هيكلها الذرى إذا لم يكن تحقيق ذلك يتعارض مع قوانين الفيزياء المعروفة. النانو تكنولوجى تقوم على مفهومين أساسيين: التحكم الوضعى أو المكانى Positional Control (العمل على وضع المجموعات الجزيئية molecular parts فى مكانها الصحيح)، ومفهوم التكرار الذاتى self-replication لخفض التكلفة.

- **المواد المخلقة حسابيا Computationally driven materials**

ويمثل تخليق المواد حسابيا أحد المفاهيم الجديدة فى علم تخليق المواد. ويقوم على تطوير نماذج حسابية متعددة المستويات بدءا من المستوى الذرى

اعتمادا على قوانين ميكانيكا الكم، وانتهاء بالنماذج التقليدية لتمثيل المادة فى صورتها "المتصلة" continuum. وسوف تركز البحوث المستقبلية على تمثيل المادة حسابيا على الحاسب، وتمثيل طريقة تصنيعها، ثم الامتداد بعد ذلك إلى المنظومة الهندسية التى سوف تشارك فى بنائها.

٥- تكنولوجيا المواد: تحديات المدى القريب

يتمثل التحدى الحالى الذى يواجه استخدام المواد الجديدة فى محاولة الوصول إلى تكلفة مناسبة لها (ثمن الخامات الأساسية، وتكلفة تصنيع المادة الجديدة نفسها، وتكلفة تحويلها إلى أجزاء، ثم تكلفة الاختبارات وتكلفة صيانتها خلال العمر الافتراضى أو دورة الحياة). يعتبر عدم الفهم الكامل للكيفية التى تنهار بها المادة الجديدة تحت وطأة الأحمال وظروف التشغيل "ميكانيزم الفشل أو الانهيار" failure mechanism أحد التحديات الأساسية التى تواجه استخدام المواد الجديدة، الأمر الذى دفع فى اتجاه التحفظ والبعد عن اتخاذ مخاطرات تكنولوجية واسعة والالتزام بسياسات تصميمية وتصنيعية متحفظة. بشكل عام هناك أربعة عوامل أساسية يمكن أن تؤثر فى تحقيق النجاح عند استخدام المواد الجديدة:

- التغلب على الحاجز الثقافى المتمثل فى التمسك بالمواد والأساليب التصنيعية التقليدية.
- وجود فرصة استخدام مناسبة للمادة الجديدة.
- تطوير كل الجوانب التكنولوجية المتعلقة بالمادة الجديدة.
- إثبات صلاحية تلك المادة للتطبيق العملى.

٦- تكنولوجيا المواد: تحديات المدى البعيد

سوف يشهد القرن الواحد والعشرون الكثير من المواد الجديدة التى يتم تخليقها حسابيا داخل الكومبيوتر على المستوى الذرى والجزيئى لتلائم تطبيقات ومهام محددة. وهذه المواد الجديدة سوف تكون قابلة للبرمجة وذات وظائف متعددة وقادرة على تغيير شكلها وخصائصها الميكانيكية والكهربية والمغناطيسية والضوئية والصوتية حسب الطلب. وعموما فإن التكنولوجيات الآتية سوف تشكل محاور للبحوث فى مجال تكنولوجيا المواد على المدى الطويل:

- **مواد ذات وظيفة متغيرة Functionally graded materials**

تطوير طرق تصنيع تكسب المواد القدرة على تغيير تركيبها وخواصها مع الزمن والبيئة المحيطة بها، بحيث يمكن لنفس الجزء تحمل ظروف خارجية مختلفة. هذه المواد سوف تتيح للباحثين بناء أجسام وهياكل معقدة بدون اللجوء لتوصيل أكثر من جزء معا. ومن أهم التطبيقات الحالية المرشحة لتلك المواد: المركبات البيزوكهربية، والكهروحرارية، والأجهزة المغناطيسية والأجزاء المكونة من مواد معدنية وسيراميكية.

- **مواد مزودة بقدرات وظيفية خاصة Function-Integrated Materials**

تعتبر هذه النوعية من المواد امتدادا للمواد الذكية، حيث تحتوى على قدرات وظيفية خاصة وتمتلك القدرة على استشعار المجالات الكهربية والمغناطيسية..الخ. ومن التطبيقات المحتملة لتلك المواد: "الطلاء البطارية أو البطارية فى صورة طلاء" sprayable and adhesive batteries، الخلايا الضوئية لأجنحة الطائرات، مواد مركبة فى صورة طلاء تقوم بوظيفة هوائى الإرسال أو الاستقبال فى أجهزة الرادار أو الراديو.

- **مواد "النانو" Nanophase material**

يتم إنتاج هذه المواد بدمج حبيبات ناعمة جدا من نفس المادة وتكوين عناقيد من ذرات داخل مستويات من الأبعاد فى حدود النانومتر (١/بليون من المستر). هذه الحبيبات هى الأساس الذى تبنى منه المادة الجديدة. والحبيبة فى المادة العادية تصل أبعادها إلى عدة ميكرونات (١/مليون من المتر) إلى ميليمتر وتحتوى على عدة بلايين من الذرات، أما المواد فى حالة "النانو" فلا تصل فى أبعادها لأكثر من ١٠٠ نانومتر، ولا تحتوى إلا على أقل من عدة آلاف من الذرات. الخصائص الميكانيكية والضوئية والكيماوية والمغناطيسية والكهربية لمواد "النانو" يمكن تحقيقها من خلال التحكم فى حجم الحبيبات الأساسية. بالإضافة إلى ذلك فإن تقليل حجم الحبيبات فى حالة المواد السيراميكية يؤدى إلى خفض الحرارة المطلوبة لتصنيع تلك المواد. وتستخدم مواد السيراميك المصنعة بتكنولوجيا "النانو" كعازل حرارى لمحركات الطائرات والصواريخ. المواد المعدنية-السيراميكية المركبة بتكنولوجيا "النانو" من المحتمل أن تساعد فى إنتاج هوائيات عالية الكفاءة، ذات أبعاد صغيرة للغاية لاستخدامها فى الطائرات.

- **المواد المحاكية للمواد البيولوجية " البيوميمتك" Biomimetic**

تهدف تكنولوجيا "البيوميمتك" إلى تطوير مواد محاكية فى تركيبها وطريقة تخليقها للمواد المستخدمة فى النظم البيولوجية. من المزايا الفريدة لتلك المواد تعدد الوظائف، "هيراركية" التنظيم"، القدرة على استعادة الخصائص بعد فقدها "إصلاح ذاتى"، التأقلم مع الظروف المختلفة، القدرة على التحمل. أضف إلى ذلك أن النظم البيولوجية لا تفرق بين "المواد" و "الهياكل" التى تبنى منها تلك المواد. عملية التصميم والبناء فى النظم الحية تتحقق بشكل متكامل وتؤدى إلى

إنتاج أجزاء متعددة الوظائف متوازنة من ناحية الكفاءة والثمن، قادرة على التحمل، أداؤها متوافق مع احتياجات الكائن الحى. وتشتمل المواد البيولوجية المركبة على العظام والأسنان، وتتكون من مواد بوليمرية كنسيج مدعم بمواد غير عضوية. ويمكن أن يؤدى فهم الآليات المستخدمة فى نمو المواد العضوية مع وجود خبرة مستفادة من تخليق المواد المركبة إلى مواد وتركيبات أعلى فى مستواها من المستخدمة حاليا فى النظم الفضائية.

٧- الموقف الحالى لتكنولوجيا المواد فى مصر

تعتبر مصر بصفة عامة دولة مستوردة للمواد ذات الخصائص والمواصفات الهندسية العالية. ويتركز الإنتاج المحلى من المواد فى المواد الفلزية مثل الحديد والنحاس والرصاص والألومنيوم من النوعية المناسبة لأعمال المعمار والبناء ولإنتاج بعض أنواع الأدوات المنزلية. أما المواد اللازمة لبناء النظم الهندسية والمعرضة لأحمال ميكانيكية وحرارية عالية فيتم استيرادها من الخارج لصالح قطاع الصناعة والنقل (السكة الحديد، وترسانات السفن، وورش السيارات) والبترول وقناة السويس ..الخ.

ولقد ظهر الاحتياج للمواد المتقدمة تكنولوجيا والقادرة على العمل فى ظروف تشغيل خاصة عندما تبنت مصر عددا من برامج الطاقة النووية والتسليح المتطور خلال فترة الستينات وما بعدها، وما تلا ذلك من إنتاج بعض النظم العسكرية داخل المصانع المصرية بتصريح من الشركات الأجنبية المنتجة والمطورة لتلك النظم. وفى إطار تلك البرامج تم استيراد الخامات الفلزية ذات المواصفات الخاصة مثل سبائك الحديد-النيكل، وسبائك الألومنيوم من الخارج. وفى إطارها أيضا ظهر الاهتمام بشكل محدود بالمواد المركبة المتقدمة خصوصا المعتمدة على الألياف الزجاجية وتكونت بعض الخبرات المحلية

المحدودة فى مجال التصنيع والاختبار. وبالنسبة لمواد البلاستيك فقد انتشرت على نطاق واسع لتغطية تطبيقات تجارية ذات مستوى تكنولوجى تجارى مع استيراد معظم خاماتها الأولية من الخارج. وبالنسبة للمواد السيراميكية هناك صناعة قديمة مقارنة بباقى أنواع المواد تركزت فى صناعات الزجاج والبناء والمكونات الحرارية اللازمة لصناعة الأفران والصناعات الفلزية. ومع ذلك لم يصل مستوى تلك الصناعات إلى الحد الذى يمكنها من إنتاج مواد متقدمة تصلح للاستخدام فى بناء المحركات أو أية استخدامات أخرى تتعرض لأحمال ميكانيكية أو حرارية عالية لفترة تشغيل طويلة. ويمكن أن نلخص الموقف الحالى لإنتاج المواد الهندسية الأساسية فى مصر فى الآتى:

أ- الألومنيوم:

تنتج مصر حاليا حوالى ٢٣٠ ألف طن من خامات الألومنيوم مقسمة كالآتى: ١٨٥ ألف طن بواسطة مصنع نجع حمادى، والباقى من إنتاج شركة السعد والشركة العربية وشركات أخرى. ويعتمد إنتاج الألومنيوم على خامة "البوكسيت" المستوردة من الخارج. وتنتج مادة الألومنيوم فى صورة قطاعات وأقراص وألواح ولفائف ورقائق وبلاطات واسطوانات ومسبوكات وأسلاك.

ب- الحديد والصلب:

يصل الإنتاج المحلى إلى حوالى ٤ مليون طن سنويا مقسمة إلى: مليون طن من مصنع الحديد والصلب بحلوان، واحد ونصف طن من مصنع الدخيلة، وثلاثة أرباع الطن من مصنع العز، وثلاثة أرباع الطن من مصانع أخرى. وينتج مادة الحديد فى صورة قطاعات وألواح وشرائط ولفائف وحديد تسليح ومسبوكات وأسلاك.

ج- النحاس:

تنتج معظم خامات النحاس بواسطة شركة النحاس المصرية ويصل إنتاجها السنوى إلى حوالى٥٠ ألف طن. وتنتج مادة النحاس فى صورة أسلاك ومدرفلات وأقراص وألواح.

د- الرصاص:

ينتج بكميات صغيرة ويستخدم الجزء الأكبر منه فى صناعة البطاريات.

هـ- الحراريات:

وتنتج فى صورة خامات حرارية ومنجزيت (حوالى ٨٤٠٠٠ طن) وزجاج مسطح شفاف ومنقوش (٢٣٩٥١ طن)، وزجاج سيارات، وعبوات زجاجية ومنتجات عزل حرارى للاستخدامات الصناعية، ومرايا وكريستال (حوالى ٦٠٠٠ طن)، وبورسالين وبلاط قيشانى وطوب رملى وأسمنتى ورخام وجرانيت..الخ.

اعتمدت البيانات السابقة على وثيقة "إجمالى الإنتاج الصناعى موزعا حسب الصنف عام ١٩٩٦-١٩٩٧" الصادرة عن الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء، وكذلك بعض البيانات المتوفرة الأخرى لدى "مركز بحوث الفلزات" بالتبين- حلوان. وطبقا لبيانات الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء يصل إجمالى قيمة الإنتاج المحلى للصناعات المعدنية خلال عام ١٩٩٦-١٩٩٧ إلى حوالى ٤٥١٧ مليون جنيه (٣٥٥٥ مليون جنيه قيمة إنتاج قطاع الأعمال العام و٩٦٢ مليون جنيه قيمة إنتاج القطاع الخاص)، وبالنسبة لإجمالى قيمة الإنتاج المحلى لقطاع التعدين والحراريات عن نفس الفترة فيصل إلى حوالى ٤١٠٨ مليون جنيه (٣٠١٩ مليون جنيه قيمة إنتاج قطاع الأعمال العام و١٠٨٧ مليون جنيه قيمة إنتاج القطاع الخاص).

٨- الظروف المحلية المؤثرة وإمكانية إحداث طفرة تكنولوجية فى مجال المواد

لا يوجد حتى الآن على المستوى القومى برنامج متكامل لتطوير تكنولوجيا المواد والخامات الهندسية بهدف تقليل الاستيراد وتعميق التصنيع المحلى وتحسين نوعية المنتج وقدرته على المنافسة؛ وذلك برغم تزايد الاحتياج المحلى للمواد الجديدة المتقدمة وأهمية توفير تلك المواد للتطبيقات العسكرية الخاصة فى مجال الصواريخ والمقذوفات وفى دعم البرامج المحلية المتصلة بالفضاء. ومما يزيد من ضرورة الاهتمام على المستوى القومى بتكنولوجيا المواد وجود كثير من الخامات الأولية المناسبة لتصنيعها وتطويرها داخل البلاد، مثل المواد المشتقة من زيت البترول والألياف العضوية بأنواعها المختلفة وكذلك المواد الأخرى المتوفرة فى الصحراء المصرية والتى يمكن أن تستغل فى تطوير مواد سيراميكية متطورة عالية القيمة للتطبيقات المدنية والعسكرية. ولقد بدأ الاهتمام بالمواد الجديدة والمتقدمة عندما قررت الدولة إنشاء "معهد المواد الجديدة والتكنولوجيا المتقدمة" فى إطار "مدينة مبارك للأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية" كمركز متخصص لتطوير تكنولوجيا المواد وتبنى برنامج قومى فى هذا المجال.

وفى الحقيقة هناك عدد من الاعتبارات تجعل من تكنولوجيا المواد الجديدة أحد المجالات المرشحة لأن تحدث مصر فيها طفرة تكنولوجية. هذه الاعتبارات تتصل فى مجملها بحجم "الحاجة" لتلك المواد أمنيا وتنمويا، وكذلك توفر الخامات الأساسية المطلوبة للدخول فى تلك التكنولوجيا الحرجة، كذلك وجود الفرصة المتاحة لأن يتصل الجهد الداخلى فى مجالات البحث والتطوير بالجهد العالمى نظرا لحداثة هذا المجال نسبيا، ويتضح ذلك من الآتى:

أ- هناك ارتباط وثيق بين معظم المجالات التكنولوجية التى بدأت مصر فى الآونة الأخيرة التخطيط للنهوض بها على المستوى القومى، والتطور الكبير الحادث حاليا فى مجال المواد على المستوى العالمى. فالمواد الجديدة تعتبر لبنة أساسية للتطور التكنولوجى فى مجال الفضاء، والطاقة النووية والتقليدية والمتجددة، والإلكترونيات، والبحوث البيولوجية والطبية، والاتصالات والمواصلات ..الخ. ولذلك فإن أية خطة قومية فعالة للتطوير التكنولوجى فى المجالات السابقة لن تكتمل إلا فى وجود قاعدة أساسية للبحوث والتطوير فى مجال المواد الجديدة.

ب- الأهمية المتزايدة للمواد الجديدة فى مجال الدفاع والأمن القومى، فالتطور الحادث فى مجال المحركات الصاروخية بأنواعها المختلفة، وهياكل المقذوفات، وتكنولوجيا "الاختفاء" من الرادار Stealth Technology ووسائل الكشف الأخرى، وحماية المدرعات، وتكنولوجيا البصريات والليزر وغيرها كلها تعتمد فى تطورها على المواد الجديدة.

ج- تزايد الاعتماد بدرجة كبيرة فى الصناعات المدنية على المواد الجديدة مع تغير كثير من المفاهيم الأساسية المرتبطة بتلك الصناعات نتيجة التطور الحادث فى المواد الهندسية. فالمواد الجديدة قد أصبحت تمثل عصب التطور فى المجالات الآتية: صناعة السيارات، مواد العزل الحرارى والكهربى، مواد الاحتكاك، المواد المستخدمة فى المجالات الكهرو مغناطيسية، صناعة السفن واليخوت، صناعات السكك الحديدية، صناعة الأدوات الرياضية.

د- وجود ثروة كبيرة من الخامات الأساسية فى مصر يمكن الاعتماد عليها فى تنفيذ برنامج طموح لتطوير مواد جديدة تغطى احتياجات الصناعة والأمن القومى وتخلق مجالا واسعا للتصدير إلى الخارج.

هـ- وجود مشاريع قومية طموحة فى مصر للتوسع الجغرافى فى بيئة معظمها صحراوية. ومن المتوقع أن يرتبط بتلك المشاريع أنشطة بحثية وتكنولوجية موازية فى مجال الطاقة المتجددة والتوسع العمرانى والزراعى؛ والمواد الجديدة تمثل عصبا مهما لهذه المجالات.

و- من الواضح أن المياه والتكنولوجيات المرتبطة بها سيكون لها أهمية محورية بالنسبة لمستقبل التطور والنمو فى مصر. والمواد الجديدة لها استخدامات متعددة فى محطات تحلية مياه البحر ومعالجة المياه العسرة وأعمال التنقية وغير ذلك من الأنشطة المتصلة بقضية توفير المياه الصالحة للزراعة والاستخدام الآدمى.

ز- التحول التدريجى للاعتماد على الغاز كوقود فى الصناعة وفى السيارات سوف يخلق صناعة واسعة لخزانات الضغط العالى ذات المواصفات الهندسية الخاصة، بالإضافة إلى الاهتمام المتزايد بسلامة البيئة كل ذلك سوف يزيد من أهمية توفر قاعدة تكنولوجية متميزة فى مجال المواد الجديدة.

ح- تزايد الطلب الداخلى على المواد الجديدة لأغراض الصناعة والدفاع والاستخدامات الأخرى المدنية سوف يدفع بأنشطة البحث والتطوير ناحية الاهتمام بتخليق وتصنيع تلك المواد محليا، والاهتمام بتكلفتها الاقتصادية، وطرق تحديد خواصها، وأسلوب "خدمة" هذه المواد بعد الاستخدام (إصلاح،

صيانة، وتخزين، إعادة استخدام،..)، وكيفية تصنيع أجزاء ومكونات ونظم منها، وكذلك أثرها على البيئة فى كل مراحل التعامل معها.

ط- إن الجهد المصرى فى مجال المواد الجديدة يجب ألا يوجه فقط فى اتجاه الوفاء بالاحتياجات المحلية ولكن من المهم أيضا أن يعكس هذا الجهد قدرا من المشاركة فى النشاط العالمى لتطوير تكنولوجيا المواد والذى يدور فى إطاره العام حول تحقيق القدرة على تخليق المواد الجديدة حسابيا داخل الكومبيوتر على المستوى الذرى والجزيئى لتلائم تطبيقات معينة، وكذلك تخليق مواد ذات وظائف متعددة وقادرة على تغيير الشكل والخصائص الميكانيكية والكهربية والمغناطيسية والضوئية والصوتية حسب الطلب ومحاكاة وظائف الأعضاء الموجودة فى الإنسان أو الحيوان. إن هذا الجهد سوف يكون له عائده الاقتصادى بصرف النظر عن مدى وصوله داخل مصر إلى المستوى التطبيقى أو الصناعى.

٩- المجالات ذات الأولوية لإحداث تطور فى تكنولوجيا المواد

أ- المواد المركبة Composite Materials:

هذه النوعية من المواد والتى تعتمد فى الأساس على تكنولوجيا الألياف والبوليمرات مرشحة لاحتلال موقع الأولوية فى تطوير المواد الجديدة نظرا لأهمية استخدامها فى الصناعة وفى أعمال البناء والمعمار والأدوات الرياضية والسيارات والسكك الحديدية بالإضافة إلى أهميتها المحورية فى تطبيقات الفضاء والطيران ونظم الدفاع وغير ذلك من التطبيقات التى أخذت فى التحول من استخدام الخامات المعدنية التقليدية إلى المواد المركبة بأشكالها المختلفة. وهناك عدد من المجالات تعتبر ضرورية لتطوير المواد المركبة منها تكنولوجيا تصنيع

الألياف والبوليمرات بأنواعها المختلفة، وكذلك تطوير طرق التصنيع والاختبار. ويتضمن العمل فى هذا المجال الأنواع الآتية من المواد المركبة:

- المواد المركبة ذات الوسط الفلزى Metal Matrix Composites
- المواد المركبة ذات الوسط السيراميكى Ceramic Matrix Composites
- المواد المركبة ذات الوسط البوليمرى Polymer Matrix Composites

ب- المواد الفلزية

صناعة سبائك الصلب المخصوص صناعة ناشئة فى مصر، وتوجد حاليا وحدة جديدة فى مرحلة الإنتاج الأولى ملحقة بمصنع ١٠٠ الحربى التابع للهيئة القومية للإنتاج الحربى، وتنتج الوحدة حاليا كميات صغيرة من الصلب عالى الجودة للاستخدامات الهندسية والعسكرية. ومن المتوقع أن يفتح هذا الجهد الطريق لتنشيط الأبحاث فى مجال تطوير السبائك المعدنية بأنواعها المختلفة وإنتاجها بكميات تناسب الاحتياجات الداخلية. ومثال ذلك سبائك الألومنيوم – ليثيوم وتطوير تكنولوجيا تصنيع الأجزاء من التيتانيوم والمواد المستخدمة لتخزين الهيدروجين، واستخدام تكنولوجيا "النانو" فى تخليق مواد معدنية جديدة وسبائك الحديد–نيكل السوبر والسبائك المغناطيسية Magnetic Alloys، والمواد فائقة التوصيل للكهرباء Super conducting materials.

ج- المواد السيراميكية

ويشمل هذا المجال تطوير المواد التالية:

- السيراميك المقاوم لدرجات الحرارة العالية High Temperature Ceramics
- المواد المستخدمة فى تصنيع الإلكترونيات لأغراض التصنيع والتصدير.
- مواد الزجاج الخاص المستخدم فى صناعة البصريات والليزر.

- مواد سيراميكية سهلة التشكيل وذات خصائص ميكانيكية وحرارية عالية.

Titanium Silicon Carbide ، Titanium Silicon Nitride.

- الدخول فى مجال تصنيع أدوات القطع والتشكيل الصناعية بأنواعها المختلفة Cutting tools

١٠- السياسات والآليات اللازمة لإحداث تطوير تكنولوجى فى مجال المواد

يتضح مما سبق أن مصر فى حاجة إلى استراتيجية متكاملة لإحداث تطوير فى مجال تكنولوجيا المواد بالصورة التى تؤدى إلى إحداث تحول حقيقى من مجرد الاقتصار على إنتاج المواد التقليدية إلى دخول مجال المواد الجديدة التى أصبحت الصناعة الحديثة أكثر اعتمادا عليها. والاستراتيجية المطلوبة يجب أن تقوم على عدد من المحاور لتنفيذ مجموعة من المهام بعضها يقع على عاتق الدولة خاصة فى مجال البحوث والصناعة والتعليم وبعضها يقع على عاتق القطاع الخاص من ناحية توجيه الاستثمارات اللازمة لإحداث التطور المطلوب. وفى هذا الإطار يمكن الإشارة إلى استراتيجية عمل لتطور تكنولوجيا المواد فى مصر تقوم على المحاور الآتية:

أ- دراسات عن الخامات الأساسية :

١. التعرف على الاحتياجات الحالية والمستقبلية من المواد الجديدة ومستوى الطلب الحالى عليها، وحجم ومصادر الاستيراد من الخارج.

٢. تحديد مصادر الخامات الأولية المتوفرة محليا والممكن استخدامها لتصنيع المواد الجديدة فى المستقبل.

٣. معرفة مواصفات الخامات الأولية المتوفرة محليا ومعرفة مدى صلاحيتها للاستخدام فى مجال تطوير المواد الجديدة.

٤. وضع مواصفات محلية لتلك النوعية من المواد.

ب- تطوير مؤسسات وبرامج البحوث فى مجال المواد الجديدة

١. معهد بحوث المواد الجديدة بمدينة مبارك للأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية:

تخطيط برامج البحوث والتطوير فى هذا المركز على أساس أنه مركز قومى متخصص فى مجال المواد الجديدة وتزويده بالإمكانات البشرية والبحثية التى تمكنه من تحقيق هذا الهدف.

٢. التنسيق بين مراكز البحوث المتخصصة فى مجال المواد مثل مركز بحوث الفلزات، والمركز القومى للبحوث، والأقسام المتخصصة فى الجامعات، ومراكز البحوث فى الإنتاج الحربى والقوات المسلحة لوضع برنامج عمل لمبادرة موحدة فى مجال المواد.

٣. إنشاء معامل للقياس والفحص والاختبار وتدريب القوة البشرية اللازمة لذلك.

ج- التخطيط لإقامة صناعات أساسية تخدم برنامج تطوير المواد الجديدة

١. صناعة الألياف المستخدمة فى تصنيع المواد المركبة Fiber Technology.

٢. صناعة الراتنجات Resins.

٣. صناعة المادة الأساسية للخلايا الشمسية من المواد المحلية.

٤. إنشاء مركز صناعى لإنتاج وتطوير السبائك المعدنية المتطورة.

٥. عمل دراسات للتكلفة وحجم السوق.

obeikandl.com

د- تبنى حزمة من مشـــاريع "جـدوى وعـرض التكنولوجيـة" فـى مجـال المواد Technology Demonstration projects التى يمكن تمويلها بواسطة القطاع الخاص وبدعم من الدولة فى المجالات الآتية:

- الإلكترونيات والخلايا الشمسية.
- صناعة هياكل ومحركات السيارات.
- هياكل الطائرات الخفيفة لأغراض الاســـتخدام الشـخصى والأغـراض الزراعية.
- أوعية الضغط العالى للغاز الطبيعى.
- الهندسة المدنية والتعمير والبناء فى المناطق الصحراوية.
- تحلية المياه وتنقيتها.
- الصناعات الطبية والبيولوجية.
- توليد الطاقة بأنواعها.
- التطبيقات العسكرية.
- غير ذلك من المشاريع المقترحة.

هـ- التعليم والتدريب

(١) تطوير برامج التعليم العام والفنى والجامعى لتغطية المتغيرات المتزايدة فى مجال تكنولوجيا المواد.

(٢) تأهيل القوة البشرية اللازمة للعمل فى مجال المـــواد الجديـدة علـى المستوى البحثى والصناعى والإنتاجى وخدمات الصيانة والإصلاح.

(٣) استكشاف محاور التعاون الدولى على مستوى نقل التكنولوجيا والتعليم والتدريب والبحوث ومشاريع الاستثمار المشتركة.

obeikandl.com

١١- المعالم الرئيسية لتطور تكنولوجيا المواد فى مصر حتى سنة ٢٠٢٠

كما أشرنا من قبل، لا توجد حتى الآن خطة عامة على المستوى القومى فى مصر تعكس استراتيجية محددة لتطوير تكنولوجيا المواد استجابة للاحتياجات المتزايدة فى الصناعة والدفاع والطاقة وباقى مجالات التطوير التكنولوجى الأخرى. ومع ذلك هناك درجة عالية من الوعى بأهمية التطور فى تكنولوجيا المواد يمكن أن نلحظه على مستوى أكاديمية البحث العلمى والإنتاج الحربى والصناعة والجامعات:

- بالنسبة **لأكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا** يتم إجراء بحوث متنوعة فى مركز بحوث الفلزات والمركز القومى للبحوث لتحضير بعض أنواع المواد المركبة البوليمرية والسيراميكية وبعض أنواع السيراميك للأغراض البيولوجية والمواد المستخدمة فى تصنيع الخلايا الضوئية وإنتاج السبائك المعدنية بالتبريد المفاجئ، وأبحاث أخرى خاصة باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى والأشعة السينية فى توصيف المواد (أنظر ملخصات بحوث ندوة استعراض نماذج من حصاد خطة المركز البحثية الثالثة ١٩٩٥-١٩٩٨، فى الفترة من ٨-١٣ مايو ١٩٩٩).
- تحت مظلة أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا تشكلت فى عام ١٩٩٥ "**اللجنة القومية لتكنولوجيا المواد الجديدة والمتقدمة**" من مجموعة من علماء الجامعات ومراكز البحوث والصناعة والمتخصصين فى مختلف فروع المواد الجديدة والمتقدمة. يشارك فى اللجنة أعضاء من المركز القومى للبحوث ومركز بحوث وتطوير الفلزات وهيئة الطاقة النووية والهيئة القومية للإنتاج الحربى وجامعة القاهرة والإسكندرية وقناة السويس والجامعة

الأمريكية. ويهدف عمل اللجنة إلى وضع تصور لاستراتيجية قومية متكاملة للمواد الجديدة والمتقدمة على مستوى البحث العلمى والتطبيق التكنولوجى والعمل على زيادة الوعى بأهمية التقدم فى مجال المواد فى نطاق التعليم والبحث العلمى وفى الصناعة، ودعم التعاون بين الهيئات والمؤسسات المختلفة فى هذا المجال.

- على **مستوى الهيئة العربية للتصنيع** هناك اهتمام بإنتاج وتطوير المواد المركبة القائمة على الألياف الزجاجية، مع توفر وحدات إنتاج ووسائل تقييم وقياس.

- على مستوى **وزارة الإنتاج الحربى** هناك مصنع الصلب المخصوص بمصنع ١٠٠ الحربى الذى بدأ إنتاجه بالفعل بشكل محدود وسوف يتطور فى المستقبل ليصبح مركزا لإنتاج أنواع متنوعة من السبائك المتطورة. ومع توفر وسائل إنتاج من أفران خاصة ووحدات درفلة من الممكن أن تتحول تلك الوحدة فى المستقبل إلى ذراع صناعى لوحدات البحوث والتطوير فى مجال المعادن على المستوى القومى.

- **فى الجامعات** هناك اهتمام على المستوى التعليمى والبحثى بالمواد الجديدة وتطبيقاتها المختلفة مع التركيز على الجانب النظرى لعدم توفر الإمكانات المعملية المناسبة لتلك النوعية من التطبيقات.

- بالإضافة إلى ما سبق يعكس مشروع "**معهد تكنولوجيا المواد الجديدة والتطبيقات التكنولوجية**" الجارى إنشاؤه حاليا داخل مدينة مبارك للأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية اهتمام الدولة ووزارة البحث العلمى بوجود مركز متميز للبحث والتطوير ومخصص نشاطه لتكنولوجيا المواد. ولقد

obeikandl.com

افتتحت مدينة مبارك رسميا فى أغسطس ٢٠٠٠ ووضعت العديد من اللجان المتخصصة أهداف ووظيفة وإطار عمل معهد تكنولوجيا المواد الجديدة.

- **وعلى مستوى الحكومة** ممثلة فى رئاسة مجلس الوزراء فقد تضمن قرارها الصادر فى يوليو ١٩٩٩ تشكيل مركز تنفيذى لنقل التكنولوجيا يتبع مجلس الوزراء وأن تكون تكنولوجيا المواد ضمن ستة مجالات أخرى موضع عمل واهتمام هذا المركز.

فى إطار ما سبق، يمكن تصور المعالم الرئيسية لمراحل التطوير المتوقعة فى مجال تكنولوجيا المواد على المستوى القومى كالآتى:

- **الفترة من سنة ٢٠٠٠-٢٠٠٥ :**

- وضع استراتيجية عامة وبرنامج عمل قومى لتطوير تكنولوجيا المواد فى مصر على المستوى البحثى والصناعى والتعليمى والاقتصادى يحدد فيها دور الدولة والقطاع الخاص والاستثمار فى مصر.
- وضع استراتيجية للتنسيق على المستوى الإقليمى والعربى للبحث والتطوير والتصنيع بالنسبة للمواد الجديدة.
- الانتهاء من إنشاء "معهد تكنولوجيا المواد" بمدينة مبارك العلمية وتزويده بالباحثين المؤهلين والمعامل، ووحدات الإنتاج البحثية.
- العمل قواعد البيانات الضرورية للتخطيط فى مجال تكنولوجيا المواد وخصوصا ما يتعلق بالإمكانات البشرية والمعملية والطاقات المتوفرة فى مراكز البحوث والصناعة.
- التوسع فى وحدات إنتاج المواد المعدنية المتقدمة على مستوى الإنتاج الحربى والقطاع الخاص.

- إنشاء معامل مركزية متطورة للمواد مهمتها خدمة البحث والتطوير والصناعة.
- تطوير مناهج التعليم فى الجامعات فيما يخص تكنولوجيا المواد، وتوجيه الدراسات العليا للبحث فى مجالات المواد الجديدة وتطبيقاتها.
- النهوض بأنشطة التأليف والكتابة والترجمة وتبسيط العلوم فيما يختص بعلم وهندسة المواد بهدف زيادة الوعى بالدور الاستراتيجى والاقتصادى للمواد الجديدة والمتقدمة.
- الانتهاء من الدراسات الخاصة بالخامات المحلية وبدء تنفيذ خطط الاستثمار لاستغلال تلك الخامات.
- بدء عدد من الصناعات الأساسية المغذية لإنتاج المواد الجديدة فى إطار الاحتياجات العامة للدولة فى المجالات المختلفة وإمكانات التصدير للخارج.

- **الفترة ٢٠٠٥-٢٠١٠**

- ربط الإنتاج المحلى البحثى والصناعى من المواد الجديدة ببرامج التطوير التكنولوجى الأخرى (الفضاء – الطاقة – صناعات النقل – التوسع العمران – تحلية وتنقية المياه–..الخ).
- الإسهام بشكل فعال على المستوى البحثى والصناعى فى مجالات تكنولوجيا النانو، والمواد الذكية، والمواد فائقة التوصيل للكهرباء، والخلايا الضوئية، والمواد ذات التطبيقات الطبية والبيولوجي.
- تنفيذ عدد من المشاريع التطبيقية للعرض التكنولوجى Technology demonstration projects فى مجال المواد المتقدمة طبقا للاحتياجات القومية العامة.

obeikandi.com

- **الفترة ٢٠١٠-٢٠٢٠**

من المتوقع أن يتوقف طبيعة النشاط خلال تلك الفترة على ما تم تحقيقه خلال العشر سنوات الأولى من القرن القادم، وطبيعة العلاقات السياسية والاقتصادية والتكنولوجية السائدة، والمدى الذى وصل إليه التنسيق والتعاون على المستوى العالمى والإقليمى.

خاتمة

يعتبر التطور فى تكنولوجيا المواد أحد المجالات الأساسية المطلوبة للتطوير التكنولوجى فى مصر. فالمواد بطبيعتها تعتبر عنصرا رئيسيا فى بناء النظم التكنولوجية الحديثة، وبدون مواكبة التطور العالمى الذى تحقق فيها خلال العقدين الأخيرين من القرن العشرين لن يكون ميسورا الدخول فى كثير من المجالات التكنولوجية المحورية التى تعتمد فى تطورها على استخدام المواد الجديدة. وفى إطار هذه الدراسة تم استعراض آفاق التطور الحالى فى تكنولوجيا المواد على المستوى العالمى وما تحقق فيه من طفرة هائلة فى خصائص المواد الجديدة استجابة لمتطلبات صناعات الفضاء والدفاع والمواصلات والاتصالات والطاقة وغير ذلك من التطبيقات ذات المجال الاقتصادى والتجارى الواسع.

ومصر فى الحقيقة تمتلك المقومات اللازمة لإحداث تطور تكنولوجى فى مجال المواد على المستوى المحلى نظرا لتوفر كثير من العناصر المطلوبة لإحداث هذا التطور، لاسيما أن الإنتاج الصناعى فى مصر مازال يقتصر فى غالبيته حتى الآن على المواد التقليدية والاعتماد على الخارج فى استيراد المواد المتقدمة لأغراض الصناعات المدنية والعسكرية ولكثير من التطبيقات المتنوعة الأخرى.

وفى إطار الاحتياجات الوطنية، عرضت الدراسة لمستوى الوعى المتوفر بأهمية تكنولوجيا المواد على المستوى القومى فى مصر، والمؤسسات العاملة فى هذا المجال، كما قدمت توقعاتها بالنسبة للسياسات والآليات المقترحة لإحداث تطوير تكنولوجى واسع فى مجال المواد. وأوضحت الدراسة أنه من خلال أولويات محددة يمكن الوصول إلى استراتيجية متكاملة لتنفيذ مبادرة وطنية فى مجال تكنولوجيا المواد لخدمة مشاريع النهضة فى مصر. وفى كل الأحوال فإن التطور فى تكنولوجيا المواد لا يمكن أن يتم بمعزل عن التطور التكنولوجى العام فى مصر، كما لا يمكن أن يتحقق بعيدا عن التنسيق على المستوى الإقليمى والعالمى.

obeikandl.com

المراجع

(1) Ahmed K. Noor; S. Mark Spearing, W. Wade Adams; Samuel L. Venneri, "Frontier Of the material world", **Aerospace America**, April 1998, p. 24-31.

(2) Eduard D. Flin, "Stretching the uses of titanium", **Aerospace America**, June 1998, P. 20.

(3) Alan S. Broun, "Mctal matrix composites: The next generation", **Aerospace America**, June 1998, p. 26.

(4) Ahmed K. Noor; Samuel L. Venneri, Donald B. Paul, James C.I. Chang, "New Structures for aerospace systems", **Aerospace America**, November 1997, p. 26- 31.

(5) Douglas C. Ruhmann, William F. Bates, Jr., H. Benson Dexter, Raid R. June, "New materials drive high-performance aircraft", Aerospace **America**, August 1992, p. 46- 49.

(6) "Heat's on to develop high-temperature materials", Aerospace **America**, May 1987, p.12-33.

(7) "Forecasting the 80s, Material Technology", Astronautics & **Aeronautics**, July/August 1981, p. 78.

(8) J.F. Schier and R.J. Juergens, "Design impact of composites on fighter aircraft: They force a fresh look at the design process",
Aeronautics & Astronautics, January 1984, p.44.

(9) Robert F. Hammar, "The advanced-composites Hurdle for 767 Production",**Astronautics & Aeronautics**, October 1980, p. 40.

(10) Richard Piellisch, "OTMCs: Blending the best of fiber and mctal", **Aerospace America**, July 1995, p. 20.

(11) Jay G. Baetz, "Metal-matrix composites: their time has come", **Aerospace America**, Novembcr 1988, p. 14.

(12) A.G. Bratukhin, V.S. Bogolyubov, "Composite Manufacturing Technology", **Soviet Advanced Composite Series**, Chapman & Hall, 1995.

(13) Edward D. Flinn, "Building ceramic parts layer by layer", **Aerospace America**, April 1999, p. 26.

(١٤) ملخصات بحوث **ندوة استعراض نماذج من حصاد خطة المركز البحثية الثالثة** (١٩٩٥-١٩٩٨)، من ٨- ١٣ مايو، ١٩٩٩ – المركز القومى للبحوث – القاهرة.

(١٥) توصيات **ندوة "المواد الجديدة والمتقدمة فى مصر: الوضع الراهن والتطوير فى مجالات البحوث والتنمية التكنولوجية والصناعة"**، أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا، ١٧-١٨ مارس ١٩٩٨.

obeikandl.com

الباب الخامس

تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات

obeikandl.com

obeikandl.com

تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات

١- مقدمة عامة

إن عقد التسعينات يعتبر عقداً انتقالياً تتبلور فيه الصيغ الجديدة لعمل المؤسسات المختلفة ويمكن تلخيص المحركات الأساسية كالآتى:

١- زيادة إنتاجية العاملين فى تكنولوجيا المعرفة وتكنولوجيا الخدمات.

٢- أهمية التركيز على الجودة.

٣- المرونة وسرعة الاستجابة.

٤- العولمة أو الكوكبية.

٥- الاعتماد على مصادر خارجية فيما يتعلق ببعض أوجه الإنتاج والتوزيع والخدمات والدعم الفنى حتى لايتم تشتيت جهد المؤسسة.

٦- الشراكة مثل النظام اليابانى المسمى (Keiretsu) والذى يعتمد على قيام رابطة بين بعض الصناعات والبنوك والمؤسسات البحثية والجامعية من شأنها خلق تنافسية طويلة المدى.

٧- الاهتمام بالمسئولية الاجتماعية والبيئية.

وفى هذا الإطار بدأت الحقبة الثانية من تكنولوجيا المعلومات والتى حدثت فيها التحولات الأساسية الثلاثة التالية [Tapscott, 1993]:

١- التحول من الحاسبات الشخصية إلى الحاسبات الجماعية (والتى ساهم فيها التطور الكبير فى الاتصالات ونتج عن ذلك النظم المتطورة لشبكات الحاسبات والمعلومات).

٢- التحول من الجزر المنعزلة للأنظمة إلى المنظومات المتكاملة.

٣- التحول من الحسابات الداخلية إلى الحسابات ما بين المؤسسات (Interenterprise Computing).

ولقد ساعد على هذه التحولات الأساسية التحولات التكنولوجية الثمانية التالية:

١- التحول من الاعتماد على الأنظمة الإلكترونية التقليدية إلى الأنظمة المعتمدة على المعالجات الدقيقة (Microprocessors).

٢- التحول من الاعتماد على الحاسبات المركزية الكبيرة إلى المنظومات المعتمدة على الشبكات.

٣- التحول من البرمجيات المرتكزة على منتج واحد إلى البرمجيات المفتوحة التى تنتج حسب مواصفات عالمية.

٤- الاتجاه إلى الوسائط المتعددة للبيانات التى تشمل النصوص والصوت والصورة والفيديو.

٥- ظهور مبدأ الشراكة بين المنتج والمستخدم فى ظل أنظمة الحاسبات المفتوحة.

٦-ظهور نظم التفاعل مع المستخدم المعتمدة على الرسومات GUI (Graphical User Interface).

٧- التحول من التطبيقات المنفصلة إلى التطبيقات المتكاملة والبرمجيات الخاصة بها.

٨- ظهور نظم تطوير البرمجيات المتكاملة والتى تعتمد على نظم هندسة البرمجيات المتكاملة المرتكزة على الحاسبات Integrated (ICASE) Computer Aided Software Engineering.

٢- الإطار العام للمعلوماتية وتكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة

٢-١ المعلوماتية (Informatics)

يمكن تقسيم المعلوماتية إلى اتجاهين أحدهما هو تكنولوجيا المعلومات والآخر نظم المعلومات والمعرفة. وسنوضح فيما يلى مجال كل منهما [غنيمى، ١٩٩٧]:

أ) تكنولوجيا المعلومات

يمكن تقسيم هذا الاتجاه إلى الأجزاء الآتية:

١- الحاسبات بأنواعها سواء المحمول منها أو الحاسبات العملاقة.

٢- نظم شبكات الحاسبات ومكوناتها المختلفة. ويشتمل هذا الجزء على جميع أنواع الشبكات سواء الشبكات المحلية أو الشبكات العالمية.

٣- أجهزة تخزين البيانات شاملة الوحدات الممغنطة بأنواعها أو الضوئية أو المغناطيسية - الضوئية (magneto-optical).

٤- الوحدات المساعدة الأخرى مثل الشاشات والطابعات ووحدات الوسائط المتعددة المختلفة ووحدات الحقيقة الظاهرية (Virtual Reality).

٥-برمجيات أنظمة الحاسبات مثل نظم التشغيل المختلفة ونظم الحصول على المعلومات من الشبكات ونظم إدارة قواعد البيانات والنظم الأساسية للغات الذكاء الإصطناعى.

ب) نظم المعلومات والمعرفة

يمكن تقسيم هذا الاتجاه إلى الأجزاء الآتية :

١-نظم المعلومات الموزعة وعلى الأخص المرتبطة بشبكات الحاسبات والمكتبات الإلكترونية والتى تستخدم الوسائط المتعددة.

٢-نظم الإنتاج المتكاملة الذكية.

٣-النظم المبنية على المعرفة مثل الترجمة الآلية ونظم الخبرة ونظم الذكاء الاصطناعى الأخرى.

٤-نظم التعليم والتعلم الذكية والمبنية على الوسائط المتعددة ونظم الحقيقة الظاهرية.

٥-نظم التفاعل المختلفة الخاصة باستخدام أنظمة المعلومات وعلى الأخص استخدام اللغة العربية نصا ونطقا.

ويبين الجدول رقم (١٠) المنشور فى تقرير "فرص ازدهار الصناعات الإلكترونية فى مصر" والمقدم لشعبة الصناعة والثروة المعدنية بالمجالس القومية المتخصصة عن وضع صناعة تكنولوجيا المعلومات بالنسبة لبعض التكنولوجيات الأخرى.

obeikandl.com

جدول رقم (١٠)

حجم الإنتاج العالمى فى صناعة تكنولوجيا المعلومات

وبعض التكنولوجيات الأخرى مقدرة بالمليار دولار.

	١٩٩٢	٢٠٠٢	معدل النمو السنوى
١- صناعة تكنولوجيا المعلومات Informatics	٣٤٠	١٠٩٠	%١٠
٢- صناعة الاتصالات Communication	١١٥,٩	٣٢٠	%١٠,٧
٣- صناعة أشباه الموصلات Semiconductors	٥٧,٥	١٤٩	%١٠
٤- صناعة تكنولوجيا البيئة Environment	٢٠٩	٣٤٠,٤	%٥
٥- صناعة الإلكترونيات الاستهلاكية Consumer Electronics	٥,٧	١٤,٨	%١٠
٦- صناعة الفضاء Aerospace	١٥٠	٥٩٠	%١٤,٦
٧- صناعة المعدات الدقيقة High Precision Machinery	٤٧٨,١	٩٢٢	%٦,٧
٨- صناعة المعدات الطبية Medical Equipment	٧٠,٨	١٣٩,٢	%٧

المصدر: Industrial Development Bureau, Ministry of Economic Affairs, Taiwan, 1994.

ويبين الجدول رقم (١١) حجم إنفاق الدول العشر الكبرى فى العالم من حيث الإنفاق على تكنولوجيا المعلومات.

الجدول رقم (١١)

أكبر ١٠ دول فـــى الإنفاق على تكنولوجيا المعلومات فى عام ١٩٩٨

الدولة	الإنفاق (مليار دولار)
الولايات المتحدة الأمريكية	٣٢٠
اليابان	١٠٧,٥٢
ألمانيا	٥٠,١١
فرنسا	٣٨,٨٤
المملكة المتحدة	٣٨,٧٦
كندا	٢٠,٨٩
ايطاليا	١٨,٢٦
كوريا الجنوبية	١٢,٣٣
أستراليا	١١,٧٤
هولندا	١١,٥٦

المصدر: [Fox, 1998]

٢-٢ تكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة

إن الإلكترونيات الدقيقة تدخل فى الـــتركيب الأساســى لجميــع الأنظمــة والصناعات والقطاعات الأخرى بالإضافة إلى كونها صناعة فــى حــد ذاتــها. ولذلك يمكن تقسيم هذه التكنولوجيا إلى عدة مستويات هى [غنيمى، ١٩٩٧]:

١-النظم المدمجة Embedded Systems.

٢-النظم الإلكترونية والضوئية.

٣-الأجهزة الإلكترونية.

obeikandl.com

٤-الوحدات البنائية الأساسية.

٥-الدوائر المتكاملة والمكونات الإلكترونية الدقيقة.

٦-تكنولوجيا المواد.

والجداول الآتية رقم (١٢) إلى رقم (١٤) تبين بعض الإحصائيات الخاصة بمجال الإلكترونيات بوجه عام.

جدول رقم (١٢)

حجم الصناعة الإلكترونية فى الولايات المتحدة الأمريكية

الصناعة	المعدنية	السيارات	الإلكترونيات	
عام ١٩٩٠	١٢٠	٢٠٠	٢٦٨	مليار دولار
عام ٢٠٠٠	٢٥٠	٤٠٠	٥٨٠	مليار دولار

كما أن الإنتاج العالمى فى مجال الصناعات الإلكترونية تغير من ٦٨٠ مليار دولار عام ١٩٩٠ إلى ٢٥٦٥ مليار دولار عام ٢٠٠٠.

جدول رقم (١٣)

توزيع إنتاج الإلكترونيات فى الولايات المتحدة الأمريكية

الاسم	النسبة المئوية عام ١٩٩٠	النسبة المئوية عام ٢٠٠٠
• الحاسبات والأجهزة المكتبية	٢٦	٣٢
• أجهزة الاتصالات	٢٩	٣١
• أجهزة القياس والتحكم	١٩	١٨
• المكونات الإلكترونية	٢١	١٦
• أجهزة أخرى (راديو تليفزيون)	٥	٣

جدول رقم (١٤)

توزيع إنتاج الإلكترونيات على مستوى العالم

المنطقة	النسبة المئوية للإنتاج	
	عام ١٩٩٠	عام ٢٠٠٠
اليابان والشرق الأقصى	٣٢	٣٧
أمريكا الشمالية	٢٩	٢٣
أوروبا الغربية	٢٣	٢٢
بقية العالم	١٦	١٨

٣- السياسات العامة لبعض التجمعات الدولية فى عصر الشبكات

٣-١ خطة البنية القومية الأساسية للمعلومات بالولايات المتحدة الأمريكية

استهدفت هذه الخطة إعداد المجتمع الأمريكى للدخول إلى مجتمع القرن الواحد والعشرين المبنى أساسا على المعرفة وعلى الأخص بالنسبة للنواحى الاقتصادية والسياسية والاجتماعية وغيرها.

وقد ابتدأت الخطة من منطلق أن المعلومات تشكل **موردا إستراتيجيا** نظرا لأن المجالات والقطاعات المختلفة قد ابتدأت تعتمد عليها بشكل كبير وعلى الأخص الشق **المعرفى** منها. وقد وضعت الخطة فى الاعتبار النقاط التالية [NII, 1995]:

١. إمكانية التنفيذ واستفادة جميع شرائح المجتمع.
٢. الاهتمام بوصول الخدمات للمستفيد النهائى بشكل مباشر.
٣. تحديد أدوار كل من الحكومة والقطاع الخاص والأفراد.

٤. التركيز على المزايا الاجتماعية فى المجالات المختلفة وعلى الأخص التعليم بكافة مراحله والرعاية الصحية والنواحى الثقافية.

٥. التكامل مع البنية الأساسية الكوكبية أو العالمية للمعلومات (Global Information Infrastructure) (GII).

وقد ركزت هذه السياسة على خمسة محاور أساسية نوجزها فيما يلى :

١- **إتاحة الاتصال العالمى والوصول إلى الخدمات:** ويشتمل ذلك على النقاط التالية:

* تحقيق الهدف القومى بإتاحة الاتصال لجميع أفراد المجتمع بالنسبة لشبكات المعلومات العالمية وخدماتها، وذلك فى حدود عام ٢٠٠٥. ويتضمن ذلك ضرورة وجود البنية الأساسية التى تتيح لكل فرد التفاعل مع أنظمة الوسائط المتعددة التى تتاح على هذه الشبكات.
* كهدف مرحلى يجب إتاحة مجموعة أساسية من الخدمات إلى المؤسسات المختلفة مثل المدارس والمستشفيات والمكتبات وغيرها فى حدود عام ٢٠٠٠.
* يجب أن تتاح الفرصة لجميع الأفراد للمساهمة فى توليد واستهلاك المعلومات والخدمات.
* ضرورة مراعاة الأفراد ذوى الحاجات الخاصة.
* يجب إتاحة المعلومات الحكومية على شبكات المعلومات وتسهيل الوصول إليها.

٢- **الخصوصية والأمان:** ويشتمل ذلك على الآتى:

* يجب مراعاة حماية الخصوصية الشخصية فى إطار متطلبات الأمن القومى.

* توعية الأفراد بحدود حماية الخصوصية وتدريبهم على التعامل مع شبكات المعلومات المختلفة.
* إتاحة الفرصة للأفراد لتشفير بياناتهم ومعاملاتهم المشروعة.

٣- **الملكية الفكرية** : تشتمل على الآتى :

* يجب تشجيع المبدعين على إثراء القاعدة المعرفية وذلك عن طريق حماية أعمالهم.
* العمل على مرونة وتطوير قوانين حماية الملكية الفكرية لتواكب التطورات العلمية والتكنولوجية.
* يجب أن يظل مبدأ الاستخدام العادل والمشروع للأعمال الواقعة تحت الحماية الفكرية الموجودة فى ظل القانون الحالى قائماً فى ظل شبكات المعلومات الجديدة. كما تظل المزايا التى تحصل عليها الجهات غير الربحية والتعليمية كما هى.
* ضرورة التنسيق مع البنية الأساسية الكوكبية للمعلومات والتشجيع على توزيع المعلومات والمعارف فى هذا المحيط العالمى الجديد.

٤- **التعليم والتعلم مدى الحياة:** ويشتمل على الآتى:

* إتاحة الفرصة لجميع الأفراد من جميع الأعمار فى التعلم مدى الحياة وتطوير مهاراتهم فى أماكن عملهم .
* بحلول عام ٢٠٠٠ يجب أن تستطيع التجمعات المختلفة الوصول إلى المعلومات والمعارف المرتبطة بالتعليم فى إطار الشبكات الجديدة .
* يجب أن تشتمل المواد المستخدمة فى التعليم على مدى واسع من التخصصات بحيث تغطى اهتمامات شريحة كبيرة من المجتمع.

* إن الاقتصاد العالمى الجديد المبنى على المعرفة سيتطلب وظائف تعتمد على سهولة الوصول إلى المعلومات والمعارف واكتساب الخبرات فى تقييم مصداقية ما هو متاح منها. لذلك يجب الاهتمام بالمحافظة على مستوى هذه المعارف وإتاحة الوسائل لتقييمها.

٥- التجارة الإلكترونية:

* إن التطورات التكنولوجية فى هذا المجال ستنعكس على الشكل العام لأماكن العمل وطرق إنجاز الأعمال مما سيتطلب إعادة تدريب وتعليم العاملين بالإضافة إلى إعادة النظر فى الهياكل المؤسسية القائمة . لذلك يجب البدء فى دراسة تأثير أنظمة التجارة الإلكترونية والتى ستعتمد بشكل كبير على شبكات المعلومات سواء المحلية أو العالمية.
* يجب أن تحظى المجالات الآتية باهتمام كبير وهى: حماية الملكية الفكرية – تأمين التعاملات – تكامل البيانات – حماية المستهلك – الخصوصية.
* يجب على جميع المستويات الحكومية الاستعداد لمتابعة ومراقبة وطلب التشريعات الملائمة لهذا المجال واستيعاب أبعاده وتأثيراته المختلفة.
* نظراً لأن هذا المجال سيعمل على تشجيع التجارة الدولية يجب الاهتمام بطبيعة الأسواق العالمية ودراسة خصائصها من جميع النواحى سواء كانت لغوية أو ثقافية أو اجتماعية أو غيرها.
* ضرورة مساهمة القطاع الخاص بشكل كبير فى الدراسات والأبحاث الخاصة بهذا المجال الجديد.

٣-٢ خطط الاتحاد الأوروبى بالنسبة للعولمة ومجتمع المعلومات

ركز الاتحاد الأوروبى على محوريـــن رئيســيين همــا ســوق التجــارة الإلكترونية العالمى البازغ وإطار التعاون الدولى المصاحب لذلك. وقـــد ابتــدأ التقرير المعد لهذا الشأن بعــرض بعــض الحقــائق كمــا يلــى [EC, 1998, Bangeman, 1994]:

- ازدياد حجم المكالمات التليفونية الدولية من ٤ بليون دقيقة عام ١٩٧٥ إلى ما يقرب من ١٠٠ بليون دقيقة فى بداية عام ٢٠٠٠.
- بالنسبة للاتصالات الرقمية المتحركة يوجد حوالى ٢٠٠ شبكة تعمل بنظـــام GSM على مستوى العالم تعمل فى أكثر من ١٠٠ دولة وتخدم حوالــى ٥٥ مليون مشترك.
- سيكون هناك دور كبير للاتصالات عن طريـــق الأقمــار الصناعيــة فــى المستقبل. ويتوقع أن تزداد سوق اتصالات الوسائط المتعددة التــى تتطلــب نطاقا عريضا لنقل البيانات من ١٠٠ مليون مســتخدم إلــى حوالــى ٣٣٠ مليون مستخدم عام ٢٠١٠ سيكون نصيب اتصالات الأقمار الصناعية منــها حوالى ١٦%. وستكون العوائد من هذا المجال خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلــى ٢٠١٠ حوالى ١١٠ مليار (يورو).
- بالنسبة للاتصالات عن طريق الشبكة العالمية (الإنترنت) يوجد حاليا أكـــثر من ١٠٠ دولة تتصل بها. وعدد الحاسبات المتصلة وصل إلى أكثر من ٤٠ مليون وعدد المستخدمين يقدر بحوالى١٠٠ مليون يتوقع أن تصل إلى أكـثر من ١٣٠ مليون بحلول عام ٢٠٠٠.
- أوضح التقرير أن الوضع الحالى يسمح بالبدء فى التركيز على التنظيمـــات التجارية الخاصة بموضوع التجارة الإلكترونية علـــى أن يعقبــه دراســة

obeikandl.com

التشريعات والقوانين الخاصة بهذا الموضوع سواء فيما يتعلق بالنواحى الضريبية أو حماية محتويات المعلومات أو حماية المستهلك أو غيرها من الموضوعات الأخرى.

* البدء فى التنسيق على المستوى الدولى.
* حددت بعض التقارير الأخرى على المستوى الأوروبى عشرة تطبيقات مطلوبة لبدء مجتمع المعلومات هى:

التطبيق الأول : العمل عن بعد.

التطبيق الثانى : التعلم عن بعد.

التطبيق الثالث : إنشاء شبكة معلومات متطورة للجامعات والمراكز البحثية.

التطبيق الرابع : خدمات الاتصالات والمعلومات لدول الاتحاد الأوروبى.

التطبيق الخامس : إنشاء شبكة معلومات لإدارة الطرق عبر دول الاتحاد.

التطبيق السادس : نظم التحكم فى المرور الجوى.

التطبيق السابع : شبكات الرعاية الصحية.

التطبيق الثامن : تقديم العطاءات المختلفة إلكترونيا.

التطبيق التاسع : إنشاء شبكة إدارة حكومية عبر دول أوروبا كلها.

التطبيق العاشر : إنشاء طرق المعلومات للمدن الأوروبية المختلفة.

٣-٣ البنية الكوكبية للاتصالات فى مجتمع المعلومات

هناك دراسات أخرى تقوم بها بعض الهيئات الدولية مثل الاتحاد الدولى للاتصالات. وهناك وجهات نظر متعددة فى هذا المجال بالنسبة للبنية الأساسية المطلوبة لمجتمع المعلومات مثل:

obeikandi.com

* شبكة حاسبات عالية الأداء .
* شبكة وسائط متعددة .
* شبكة لدعم التليفزيون المتفاعل .

وأى بديل من البدائل الثلاثة أعلاه يتطلب دعم الشبكات الأرضية مثل شبكات الألياف الضوئية، أو الشبكات الفضائية وعلى الأخص التى تستخدم الأقمار الصناعية ذات المدار الأرضى المنخفض. ويرى الاتحاد الدولى للاتصالات أن تؤخذ فى الاعتبار قاعدة المشتركين الحالية فى الخدمات التليفونية والتى تقدر بحوالى ٧٠٠ مليون مشترك، أو الخدمات التليفزيونية والتى تقدر بحوالى ١,٢ مليار مشترك، وخدمات الإنترنت التى تقدر حاليا بحوالى ١٠٠ مليون مشترك ولكنها تنمو بشكل أسى.

كما تقوم بعض التجمعات الدولية مثل مجموعة الدول الصناعية السبع بنشاط فى مجال المشروعات المشتركة التى تهدف إلى إرساء البنية الأساسية لمجتمع المعلومات. وقد اتفقت الدول على تنفيذ أحد عشر مشروعا مشتركا فى المجالات التالية:

(١) النظم العالمية لمراقبة المخزون.
(٢) التشغيل العالمى المتكامل لشبكات النطاق الترددى الواسع.
(٣) التعليم والتدريب عبر الثقافات المختلفة.
(٤) المكتبات الإلكترونية.
(٥) المتاحف الإلكترونية.
(٦) إدارة الموارد الطبيعية والبيئية.
(٧) إدارة الطوارئ على المستوى العالمى.

obeikandl.com

(٨) تطبيقات الرعاية الصحية العالمية.

(٩) الأنظمة الحكومية واتصالها المباشر بالشبكات.

(١٠) السوق العالمية للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة.

(١١) نظم المعلومات البحرية.

وتركز هذه التجمعات الدولية على أهمية المواصفات القياسية فى المجالات المختلفة المرتبطة بالمعلوماتية.

٤- عرض موجز للتطورات المستقبلية فى تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات

٤-١ المكونات الإلكترونية والضوئية والحيوية

منذ أن تم اختراع (الترانزيستور) من حوالى ٥٠ عاما، واختراع الدوائر المتكاملة منذ حوالى ٤٠ عاما مازالت صناعة (أشباه الموصلات) تشكل العمود الفقرى لصناعة الحاسبات والشبكات وأجهزتها المساعدة. وتتعاون الآن مجموعة من الدول هى الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا واليابان وكوريا وتايوان فى صياغة خريطة إرشادية عالمية لتكنولوجيا أشباه الموصلات. وعصب المكونات الإلكترونية فى صناعة أشباه الموصلات هما المعالج الدقيق (Microprocessor) ووحدات الذاكرة التى تسمى (Dynamic RAMs). وتقاس كثافة التكامل فى هذه الدوائر المتكاملة بعدد الترانزستورات التى يمكن تجميعها فى شذرة (chip) واحدة. وبالنسبة لوحدات الذاكرة فقد تعددت منذ سنوات حاجز البليون ترانزستور. ولكن المعالجات الدقيقة ستصل إلى ٧٦ مليون ترانزستور عام ٢٠٠٢ و٢٠٠ مليون ترانزستور عام ٢٠٠٥، وذلك باستخدام تكنولوجيات ١٣٠ نانومتر و١٠٠ نانو متر على التوالى [Geppert, 1999]. ولن يتوقف الأمر عند

ذلك الحد بل سيتم استخدام تكنولوجيا ٥٠ نانومتر مع حلول عام ٢٠١٢. وبالطبع ستكون هناك مشاكل تكنولوجية كبيرة يجب التغلب عليها بالإضافة إلى التكلفة الباهظة للمصانع التى تقوم بإنتاج مثل هذه الشذرات.

وإلى الآن يتم إنتاج المعالجات الدقيقة ووحدات الذاكرة بشكل منفصل. ولكن البعض يتوقع أن يتم التوصل إلى دمج هاتين الوحدتين فى شذرة واحدة مع حلول عام ٢٠٢٠[Patterson, 1995] و [Patterson, 1998]. كما أن هناك توقعات بأن بعض المعالجات الدقيقة ستحتوى على ٨٠٠ مليون ترانزستور عام ٢٠١٠ وتحتوى على مليار ترانزستور عام ٢٠١٢[Burger, 1997]. ولكن توجد بالطبع بعض العوائق المالية والإقتصادية التى يجب التغلب عليها والتى قد تضع حدا لما يمكن الوصول إليه [Bohr, 1998]. كما أن هناك اتجاها فى الوقت الحالى لوضع منظومة كاملة على شذرة واحدة وتسمى "System on chip (SOC)" [Birnbaum, 1999]. ولكن هناك حدودا لذلك التصغير عند استخدام التكنولوجيات الحالية. ومع ذلك فقد يمكن استخدام تكنولوجيات أخرى للتغلب على ذلك واختراع نبائط جديدة هى النبائط الكمية Quantum devices).

ولذلك فقد ابتدأت الأبحاث فى إنتاج نبائط كمية. ومن المتوقع أن تكون هذه إحدى التكنولوجيات الأساسية فى القرن الواحد والعشرين [Scabaugh, 1999]. وتقوم بعض الشركات الآن بإنتاج نماذج معملية للحاسبات تعتمد على النبائط الكمية مثل شركة HP التى أنتجت نموذجا يسمى Teramac أسرع بلايين المرات من الحاسبات الشخصية الحالية [UNIDO, 1999]. وتجرى الآن بحوث عديدة فى مجال الحاسبات الكمية [Milburn, 1998]، [Lloyd, 1995]، [Bennet, 1992].

ويوجد تطور كبير فى النبائط الضوئية مثل الليزر أو الألياف الضوئية والتى تستخدم بشكل كبير فى تكنولوجيا المعلومات وعلى الأخص فى تنفيذ الشبكات السريعة لنقل المعلومات. وهناك أحد الاستخدامات الهامة فى مجال تخزين المعلومات وهو التخزين "الهولوجرافى" والذى يتميز بسرعة الاسترجاع التى تصل إلى ١ جيجابت / ثانية، والكم الهائل من البيانات المخزنة والذى يصل إلى "تيرابايت" وكل ذلك فى حيز صغير [Psaltis, 1998] و [Psaltis, 1995]. ومن المحتمل أن يكون هذا النوع من التخزين هو الاتجاه السائد ابتداء من عام ٢٠١٠ نظرا للبحوث المكثفة بشأنه فى الوقت الحالى.

كما تجرى الآن ومنذ فترة بحوث مكثفة فى النبائط الحيوية [Adleman, 1998] أو المختلطة التى تجمع ما بين البروتينات[Birge, 1995] والمواد الأخرى تمهيدا لإنتاج ما يسمى الحاسبات الحيوية [Kaminuma, 1991] و [Hameroff, 1987] و[Rifkin, 1998]. كما توجد أيضا أبحاث فى الوقت الحالى لمحاكاة "التطور الطبيعى" وإنتاج شذرات "تطورية" يمكن أن تغير بنيتها لتلائم التطبيقات المختلفة ويطلق عليها فى بعض الأحيان "المكون الداروينى" [Sipper, 1999] (Darware) و [Yao, 1999]. وبالنسبة للنوع الأخير يحتمل أن يستخدم فى التطبيقات المختلفة قبل عام ٢٠١٠. ولكن النبائط الحيوية أو المختلطة يحتمل أن تدخل حيز التطبيق الفعلى بعد عام ٢٠١٠.

٤-٢ الحاسبات والنظم المدمجة والأجهزة المساعدة

يتصور البعض أنه فى نهاية النصف الأول من القرن الواحد والعشرين ستكون هناك شبكات جسدية (Body networks) من الحاسبات يحملها الإنسان ويستطيع من خلالها أن يقتنص ويسترجع كل ما يسمعه وما يقرأه وما يراه [Denning, 1997]. وستصل هذه الحاسبات فى سرعة معالجتها للبيانات إلى

مليون بليون (بتا) عملية فى الثانية الواحدة وذاكرة سعتها ١٠ تيرا (ألف بليون) بايت[Bell, 1997]. وتتطلب هذه التطورات الإهتمام بنظم الربط بين الإنسان والحاسبات والتى تهدف إلى تسهيل استخدامها[Raskin, 1997]، [Lusted, 1996]. والاتجاهات الأخرى التى يتم تطوير الحاسبات فيها هى: الحاسبات الضوئية [Irakliotis, 1998] والحاسبات متغيرة البنية [Villasenor, (Configurable Computers) [1997] والحاسبات الملبوسة [Mann, 1997] (Wearable Computer) [Billinghurts, 1998]. كما يتم تطوير الحاسبات الشخصية بحيث تصبح جزءا أساسيا ضمن الأدوات المنزلية المعلوماتية (Information Appliances) [Lewis, 1998].

ونظرا للاهتمام بالنظم المدمجة والتى تستخدم فى جميع النبائط والمنظومات المختلفة تزايد الاهتمام بالمحسات (Sensors) والتى يتوقف عليها كفاءة الربط بين المنظومة والحاسب[Saffo, 1997]. كما أن الأجهزة المساعدة للحاسبات وعلى الأخص أجهزة تخزين البيانات تحظى باهتمام كبير ويتوقع أن يصل حجم التخزين المتاح للحاسبات الشخصية على القرص الصلب فى عام ٢٠٠٥ إلى حوالى ٢٨٠ جيجابايت. هذا بالإضافة إلى الاهتمام بزيادة سعة الأقراص الضوئية وعلى الأخص عندما يصبح استخدام الليزر الأزرق متاحا بشكل عملى [Gunshor, 1996].

٤-٣ شبكات المعلومات

٤-٣-١ انتشار الشبكات فى العالم

يعتبر عقد التسعينات بداية لتطور كبير فى تكنولوجيا المعلومات والحاسبات والاتصالات أدت إلى التفكير بجدية فى شكل مجتمع المعلومات الجديد. وقد واكب هذا التطور تطورات أخرى فى الأنظمة الاقتصادية والسياسية والتنظيم

العام للمؤسسات المختلفة. وقد كانت السمات الأساسية لهذا التطور تتلخص فيما يلى [Tapscott, 1993]:

١- الاهتمام بتكنولوجيا المعرفة والخدمات نظرا لتأثيرها الكبير على جميع القطاعات سواء فى الزراعة أو الإنتاج الصناعى أو التجارة أو التعليم أو الرعاية الصحية وغيرها.

٢- التركيز على الجودة والمرونة وسرعة الاستجابة فيما يتعلق بالمنتجات أو الخدمات.

٣- العولمة وتأثيراتها السياسية والاقتصادية والثقافية والاجتماعية.

٤- التعاون بين المؤسسات المختلفة سواء داخليا أو خارجيا، وقد تطلب ذلك ظهور ما يسمى بالمؤسسات "الظاهرية" (Virtual).

٥- زيادة الاهتمام بالمسئولية الاجتماعية والبيئية كجزء رئيسى من ميثاق أخلاقى جديد.

ومن الناحية التكنولوجية ساهم التقدم الكبير فى شبكات المعلومات إلى إرساء دعائم هذا المجتمع الشبكى وما صاحبه من تأثيرات اجتماعية كبيرة وعلى الأخص بالنسبة للشباب. وقد برز ذلك فى دراسات عديدة حول هذا "الجيل الشبكى" من بينها المرجع [Tapscott, 1998]. وتشتمل شبكات المعلومات على مستويات مختلفة تبدأ من الشبكات التى تربط أنشطة مؤسسة واحدة حتى تصل إلى الشبكات العالمية التى تربط جميع الشبكات فى جميع الدول فى شبكة واحدة من أبرزها شبكة الإنترنت.

وترجع جذور شبكة الإنترنت إلى عام ١٩٦٩ حينما تم إنشاء شبكة "أربانت" (ARPANET) التى أشرفت عليها وكالة مشروعات البحوث المتطورة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية. وقد اشتملت هذه الشبكة فى ذلك الوقت على أربعة حاسبات فقط. وفى عام ١٩٨٦ تولت الهيئة القومية للعلوم National Science Foundation (NSF) الإشراف على الشبكة الرئيسية للإنترنت. وفى إبريل من عام ١٩٩٥ تم تحويل الإشراف إلى القطاع الخاص وأتيحت لأول مرة الخدمات التجارية وغيرها على شبكة الإنترنت. ومنذ ذلك الوقت حدثت زيادة بصورة أسية سواء فى عدد الحاسبات المتصلة بالشبكة أو عدد المستخدمين كما هو مبين فى الجدول رقم (١٥).

جدول رقم (١٥)

عدد الحاسبات المتصلة بشبكة الإنترنت وعدد المستخدمين

العام (*)	عدد الحاسبات (١) المتصلة بالشبكة (بالمليون)	عدد المستخدمين (٢) (بالمليون)
١٩٩٥	٥و٨	٢٢
١٩٩٦	١٤و٤	٣٧و٨٤
١٩٩٧	٢١و٨	٥٨
١٩٩٨	٢٩و٧	٨٧و٧٥
١٩٩٩	٤٣و٢	١١٠و٢٥
٢٠٠٠	٧٢و٤	١٣٠

(*) إحصائية عدد الحاسبات تعكس الوضع فى يناير من كل عام

(١) Network Wizard(http://www.Nw.com/zone/WWW/report.html)

(٢) CommerceNet (http://www.commerce.net/research/stats/wwwpop.html)

جدول رقم (١٦)

وتوزيع الحاسبات المتصلة بشبكة الإنترنت على التجمعات الدولية المختلفة

المنطقة	المستخدمون (النسبة المئوية)
الولايات المتحدة وكندا	٦٥
أوروبا	١٩
آسيا وحافة المحيط الهادى	١٢
أمريكا الجنوبية	٢
أفريقيا	أقل من ١
الشرق الأوسط	أقل من ١

المصدر: CommerceNet/Nielsen Media Research Survey, 1998

ويوضح الجدول رقم (١٦) توزيع العدد الكلى للحاسبات المتصلة بالشبكة على بعض الدول والمناطق أو القارات، والذى قدر عددها فى يناير ٢٠٠٠ بنحو ٧٢,٤ مليون حاسب حسب ما هو موضح فى جدول (١٧). ويجب ملاحظة أن هذه الأرقام تعكس عدد الحاسبات التى يتم تسجيلها فى كل دولة لأنه من الممكن أن تسجل المؤسسات المختلفة فى دول معينة أرقام اتصالها بالشبكة فى دولة أخرى.

ونظرا لتعدد الخدمات المقدمة على شبكة الإنترنت سواء خدمات البريد الإلكترونى أو نقل الملفات أو البحث عن المعارف والمعلومات وغيرها، فقد أصبح لكل نوع من الخدمة متطلبا ت معينة خاصة بمستوى الخدمة.

جدول رقم (١٧)

عدد الحاسبات المسجلة موزعة على مجموعات الدول

الفئة والدولة	عدد الحاسبات المسجلة
١- دول عدد تسجيلات الحاسبات بها أكثر من مليون حاسب	
الولايات المتحدة الأمريكية	٥٣١٦٧٢٢٩
اليابان	٢٦٣٦٥٤١
المملكة المتحدة	١٩٠١٨١٢
ألمانيا	١٧٠٢٤٨٦
كندا	١٦٦٩٦٦٤
٢- أوروبـــــــا	
هولندا	٨٢٠٩٤٤
فرنسا	٧٧٩٨٧٩
إيطاليا	٦٥٨٣٠٧
فنلندا	٦٣١٢٤٨
السويد	٥٩٤٦٢٧
٣- أفـريقـــــــيا	
جنوب أفريقيا	١٦٧٦٣٥
مصر	٤٦٤٠
بتسوانا	٢٢٢٦
زيمبابوى	٢٠٧٣
ناميبيا	٢٠٤٣
٤ - آســـــــــيا	
تايوان	٥٩٧٠٣٦
كوريا الجنوبية	٢٨٣٤٥٩
روسيا	٢١٤٧٠٤
سنغافورة	١٤٨٢٤٩
إسرائيل	١٣٩٩٤٦
٢ - أمريكـــا اللاتينيـــــة	
البرازيل	٤٤٦٤٤٤
المكسيك	٤٠٤٨٧٣
الأرجنتين	١٤٢٤٧٠
شيلى	٧١٧٦٩
كولومبيا	٤٠٥٦٥
٦- نيـــوزيلـــــندا	٢٧١٠٠٣
٧- الدول العربيـــــــة	٣٦٩١٠

العدد الكلى للحاسبات المتصلة بالإنترنت فى يناير ٢٠٠٠ : ٧٢٣٩٨٠٩٢

المصدر: http://www.nw.com/zone/WWW/dist-bynum.html

obeikandi.com

وفيما يلى التطورات التى حدثت فيما يتعلق بموضوع مستوى الخدمات المختلفة:

١) فى البداية لم تكن هناك تفرقة بين الخدمات سواء بريد إلكترونى أو نقل ملفات أو غيرها وعوملت الرسائل معاملة واحدة.

٢) بعد ذلك تم إضافة بيانات فى كل رسالة توضح Type of Service (TOS) نوع الخدمة ، بحيث يمكن التفرقة مثلا بين رسائل نقل الملفات والرسائل الخاصة بخدمات تفاعلية مثل (Telnet).

٣) عندما تم إدخال تطبيقات World Wide Web على نطاق واسع واستخدم فيها أحد البروتوكولات المسماة HTTP (Hypertext Transport Protocol) بالإضافة إلى التطبيقات الأخرى التى كانت قائمة، ظهرت الحاجة إلى إدخال نظام لضمان النصيب العادل للمستخدمين المتعددين للشبكة. وقد تم ذلك عن طريق التحكم فى الإختناقات فى طبقة (Transport Control Protocol). وقد أدى ذلك أيضا إلى تعديل محاسبة المشتركين حيث لم يعد وقت الاتصال فقط هو أساس الحساب ولكن أضيف إلى ذلك عدد مرات الاتصال.

٤) عندما برزت ضرورة اتصال مجموعة من المستخدمين فى إطار مؤتمرات الصوت أو الفيديو Audio or Video Conferencing تم إدخال ما يسمى Multicast backbone (Mbone). ويتم حاليا تصميم وتنفيذ هذا النوع من البروتوكولات بطريقة تسمح باستخدام الإنترنت بصورة أفضل.

٥) نظرا لزيادة الأحمال على الإنترنت بشكل عام وضرورة إعطاء خدمات متنوعة لعدد كبير من المستخدمين، يتم التركيز على أحد بدائل تنفيذ ذلك وهو ما يسمى resource reservation بحيث يمكن لكل مستخدم تحديد الخدمة المطلوبة ويتم حجز الموارد المطلوبة له مسبقا مع الالتزام بهذا المستوى

طول فترة استخدام الشبكة وذلك عن طريق ما يسمى Resource Reservation Protocol (RSVP) سواء فى حالة البث unicast الواحد أو البحث المتعدد multicast. هذه التطبيقات هى: تليفونات الإنترنت – التليفون المرئى – مؤتمرات الفيديو – العمل التعاونى المدعم بالحاسب Computer Supported Cooperative Work والتى تتطلب قيودا صارمة بالنسبة لحدود تأخير الرسائل. وتضطلع بهذه المهمة حاليا IETF Working Group on Integrated Services.

وأحد القضايا الأساسية للإنترنت هى كيفية حماية حقوق الملكية الفكرية؛ وهى من القضايا التى تثير جدلا كبيرا. لقد أصبح الإنترنت وسيلة أساسية فى توزيع البرمجيات والمعلومات والمعارف بصورها المختلفة. وسنعرض فيما يلى النقاط الأساسية فيما يتعلق بحقوق النشر:

١ . تعامل البرمجيات معاملة المصنفات الأدبية بحيث يتم حماية نص البرنامج نفسه ضد النسخ أو التوزيع أو التأجير بدون الرجوع إلى صاحب البرنامج. وهناك بعض الآراء التى ترى أن البرنامج يقوم بمهمة معينة عند تنفيذه ويعتبرون أن سلوك البرنامج ومدى تأديته للمهمة هى التى يجب حمايتها ولو لفترة محدودة. ولكن هناك آراء أخرى ترى أن تكون معظم البرامج متاحة مجانا وتكون إعطاء خدمة تشغيل هذه البرامج بحيث تحقق للمستخدم أهدافه هى التى تتم بمقابل.

٢ . إن التطور السريع فى إنشاء نظام التجارة الإلكترونية باستخدام الإنترنت بالإضافة إلى ما يسمى الحسابات الموزعة سينعكس على طرق استخدام البرمجيات وحماية حقوق المؤلف. إن نظام إنشاء برنامج معين سيتم باستخدام مكونات أساسية متاحة على أجهزة خادمة على الشبكة يتم تجميعها

لتحقيق الهدف المطلوب. فى هذه الحالة سيتم محاسبة المستخدم عند الاستخدام الفعلى للبرنامج. ويمكن فى هذه الحالة إضافة أسماء وبيانات الحسابات البنكية لمؤلفى مكونات هذه البرامج وعن طريق معرفة حساب البنك للجهة المستخدمة ستتم هذه التعاملات بطريقة أوتوماتيكية.

٣ . بالنسبة للمعلومات والمعارف على الشبكة وعلى الأخص فى حالة الوسائط المتعددة تتم الحماية بالنسبة لكل وسيط على حدة، ولكن مع زيادة حجم ومحتوى الصفحات واشتمالها على معلومات ومعارف من جهات متعددة على الشبكة وتنظيمها فى هذه الصفحات بطرق متعددة، فإن هذا الأسلوب لا يلقى قبولا فى الوقت الحالى ويجرى البحث عن بديل آخر.

٤-٣-٢ الجيل الجديد من شبكة الإنترنت

عندما تم تحويل الإشراف على الشبكة الرئيسية للإنترنت إلى القطاع الخاص فى عام ١٩٩٥ وأتيح الاشتراك فيها للأغراض التجارية، حدثت زيادة كبيرة فى نشاطها مما كان له أيضا أثر سلبى على التطبيقات العلمية والتعليمية. لذلك سارعت المؤسسات التعليمية فى الولايات المتحدة الأمريكية إلى البحث عن حل لهذه المشكلة. وفى أكتوبر ١٩٩٦ اتفقت ٣٤ جامعة أمريكية بالإجماع على البدء فى مشروع جديد للشبكات يسمى "إنترنت-٢". كذلك أعلنت الحكومة الأمريكية أنها ستبدأ فى تنفيذ مشروع جديدي سمى "مبادرة الجيل الجديد من الإنترنت". وستعمل هذه المشروعات على زيادة السرعة المتاحة على الشبكات لتصل فى النهاية إلى ألف ضعف مما كان متاحا فى عام ١٩٩٥. هذا بالإضافة إلى مشروعات أخرى على مستوى العالم أو فى الولايات المتحدة الأمريكية لدعم التطبيقات الجديدة والمتعددة والتى تشمل جميع مجالات الأنشطة الإنسانية.

٤-٣-٢-١ مشروع إنترنت -٢

يهدف هذا المشروع إلى زيادة الإمكانيات الشبكية للجامعات والمراكز البحثية لكى يتيح لها **تكامل الوسائط والتفاعل مع نظم الحاسبات وقواعد المعلومات والتعاون فى الزمن الحقيقى**. وبذلك يمكن دعم **الحسابات الموزعة**، كما يمكن من خلال مؤتمرات الفيديو وأدوات تعاون المجموعات دعم **البحوث التعاونية**. هذا بالإضافة إلى دعم التطبيقات التالية:

(١) التعلم والتعليم عن بعد (Distance Education & Learning).

(٢) تشغيل الأنظمة عن بعد (Teleoperation).

(٣) الاستجابة السريعة لمتطلبات الأمن القومى وإدارة الأزمات.

وقد وصل عدد الجامعات الأمريكية المشاركة فى المشروع حاليا ١٥١ جامعة بالإضافة إلى الجامعات والمراكز البحثية الأخرى على مستوى العالم التى تشارك سواء بصورة مباشرة أو عن طريق الاشتراك فى مشروعات أخرى مرتبطة بهذا المشروع، ومنها كندا وألمانيا وسنغافورة والهند وإسرائيل وغيرها.

ومن الناحية التكنولوجية سترتكز شبكة "إنترنت- ٢" على شبكة رئيسية تسمى "Abeline" وقد تشكلت مؤسسة تسمى University Corporation for Advanced Internet Development (UCAID) "المؤسسة الجامعية للتطوير المتقدم للإنترنت" للإضطلاع بهذه المهمة بالإضافة إلى بعض المهام الأخرى المرتبطة بتنفيذ شبكة "إنترنت -٢" [Ghonaimy, 1999].

٤-٣-٢-٢ مشروع الجيل الجديد للإنترنت

يهدف هذا المشروع الذى أعلنت عنه الحكومة الأمريكية فى نفس الفترة التى أعلنت فيها عن مشروع "إنترنت - ٢" إلى دعم تطبيقات الشبكات فى جميع المجالات والذى سيتم الانتهاء منه عام ٢٠٠٢. وبعض هذه المجالات هى :

obeikandl.com

* **الرعاية الصحية:** وتشتمل على الطب عن بعد (Telemedicine) والاستجابة الطبية السريعة.
* **التعليم:** ويشمل التعليم والتعلم عن بعد ومشروع مبادرة المكتبات الإلكترونية الرقمية.
* **البحث العلمى:** ويشمل مجالات الطاقة ومراقبة الأرض والتنبؤات الجوية والبحوث الحيوية.
* **الأمن القومى:** ويشمل الاتصالات عالية الأداء والتطبيقات العسكرية ونظم توزيع المعلومات.
* **البيئة:** ويشمل تقديم الخدمات والمعلومات للمواطنين والمؤسسات والتى تساعد على رفع الوعى البيئى.
* **الطوارئ:** ويشمل الاستجابة السريعة لمواجهة الكوارث ودعم إدارة الأزمات.
* **الإنتاج:** ويشمل خدمات التصميم وهندسة الإنتاج.

وهناك مشروعات أخرى مكملة لذلك مثل مشروع "توثيق الإنترنت" والذى أبتدأ فى محاولة لتوثيق بعض البيانات والمعلومات والمعارف المختلفة التى توجد على شبكة الإنترنت لفترات معينة ثم يتم استبدالها بعد ذلك بمعلومات أخرى. والدافع إلى ذلك هو أن المعلومات والمعارف المتاحة من خلال ما يسمى "الشبكة العالمية العنكبوتية" World Wide Web أو اختصارا تسمى "الشبكة" Web تقدر بأكثر من ٥٠ مليون صفحة تتواجد على الشبكة لمدة ٧٥ يوم فقط. لذلك فإن هذا المشروع سيقوم باختيار الموضوعات المختلفة التى سيتم توثيقها ثم إتاحتها بعد ذلك فى "أرشيف" ضخم يساعد الباحثين فى الحصول على المعلومات التى تم استبدالها على شبكة الإنترنت.

ويلاحظ أن هناك مشروعات أخرى لبعض التجمعات الدولية ستندمج فى وقت لاحق مع هذه الجهود لتزيد فى إمكانيات الشبكات العالمية. ومن هذه المشروعات مشروع الشبكة الأوروبية TEN-34 (Trans-European Network) الذى يربط شبكات البحث القومية فى ١٤دولة أوروبية.

كما توجد أيضا مشروعات لشبكات الاتصالات سواء باستخدام الألياف الضوئية عبر القارات والمحيطات أو باستخدام الأقمار الصناعية. وقد أعلن عن أحد هذه المشروعات ويسمى مشروع "Oxygen" لوضع كابلات ألياف ضوئية بطول ٢٧٥٠٠٠ كيلو متر حول العالم وبتكلفة تقدر بحوالى ١٤ بليون دولار [Lange, 1999]. وقد أبتدأ العمل فى هذا المشروع فى سبتمبر ١٩٩٨. وستقوم المرحلة الأولى منه بتوصيل ١٠١ نقطة فى ٧٤ دولة وبطول ١٥٨٠٠٠ كيلومتر. وسيتم تشغيل الأجزاء الأساسية فيه عبر المحيط الأطلنطى والمحيط الهادى عام ٢٠٠٠ من خلال ثلاثة مراكز للتحكم فى أسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية وسنغافورة. وستبدأ المرحلة الثانية عام ٢٠٠٢ لتغطية بقية أنحاء العالم بما فى ذلك قارة أفريقيا. وبالنسبة لأحد المشروعات التى تعتمد على الأقمار الصناعية والذى يسمى "Teledesic" سيتم إطلاق ٢٨٨ قمرا صناعيا فى مدار أرضى منخفض Low Earth Orbit" LEO" فى أغسطس عام ٢٠٠٢. وسيتكلف ذلك المشروع ٩ بليون دولار ويتوقع أن يتم تغطية تكلفته بعد شهرين فقط من التشغيل.

كما يجب التنويه أيضا إلى أن أحد استخدامات الإنترنت ستكون فى حمل الرسائل الصوتية التى تستخدم فى المحادثات التليفونية. ويتوقع أن يكون العدد الكبير من مستخدمى هذه الخدمة فى قارة آسيا ، حيث يقدر بنحو ٢ بليون مستخدم.

وفى النهاية يجب التنويه بأن هناك بعض المشروعات ذات الطابع الدولى التى تنفذ فى الولايات المتحدة الأمريكية مثل المشروع الذى تدعمه المؤسسة القومية للعلوم ويسمى "Science, Technology and Research (STAR-TAP) Transit Access Point) والموجود فى مدينة شيكاغو وعن طريقه يتم ربط بعض الشبكات فى كندا وألمانيا وسنغافورة بالشبكات فى الولايات المتحدة.

٤-٣-٢-٣ مشروع الشبكة القومية التكنولوجية "Grid" :

يتم دعم هذا لمشروع أيضا بواسطة المؤسسة القومية للعلوم بالولايات المتحدة الأمريكية لاستغلال الإمكانيات الكبيرة للإنترنت كأداة فعالة للنهوض بالحسابات الخاصة بمجال العلوم والهندسة[Stevens, 1997]. وقد تم إنشاء برنامج خاص بذلك يسمى "Partnerships For Advanced Computational Infrastructure" (PACI) (الشراكة الخاصة بإنشاء البنية الأساسية للحسابات المتقدمة). ويعتمد هذا المشروع على ربط عدد كبير من الحاسبات العملاقة وإتاحتها من خلال شبكة الإنترنت وذلك لإجراء التجارب الخاصة بالبرمجيات والحسابات الموزعة التى سيستفاد منها فى المجالات العلمية والتعليمية والطبية وغيرها.

٤-٣-٣ بعض تطبيقات الشبكات

٤-٣-٣-١ التعليم والتعلم والمكتبات الإلكترونية

يعتبر التعليم والتعلم أحد المجالات الهامة التى ستستفيد من التطور الكبير فى أنظمة الشبكات العالمية وعلى الأخص بالنسبة للجيل الجديد من شبكات الإنترنت وشبكة "إنترنت-٢". وهناك عوامل مختلفة تؤثر فى المنظومة التعليمية فى عصر المعلومات يمكن تلخيصها فيما يلى:

(١)سرعة تغير وتطور محتوى المناهج.

(٢)التدريب والتعليم حسب الطلب وفى مواقع العمل.

(٣)أهمية التعلم مدى الحياة.

(٤)الجامعات الظاهرية الإلكترونية التى تعمل على دعم التعلم الفردى والتعلم الجماعى وزيادة الترابط والتفاعل بين المعلم والطالب أو الطالب وزميله. هذا بالإضافة إلى ربط التعليم والتعلم والعمل فى منظومة واحدة.

(٥)التنوع الثقافى واللغوى. وهناك مشروعات على المستوى العالمى لتطوير ما يسمى "اللغات الشبكية العالمية" (Universal Networking Languages) والتى تساعد الأشخاص الذين يتكلمون بلغات مختلفة على أن يتصلوا ببعضهم البعض من خلال الشبكات العالمية. ويضطلع بتنفيذ أحد هذه المشروعات "معهد الدراسات المتقدمة فى جامعة الأمم المتحدة" (United Nations University's Institute of Advanced Studies) وهذا المشروع الذى يتوقع أن يتم الانتهاء منه فى عام ٢٠٠٥ سيدعم اللغات التى يتم التحدث بها فى ١٨٥ دولة. وقد ابتدأ فى الوقت الحالى بالتركيز على ١٦ لغة فقط [Gerber ,١٩٩٩].

(٦)التعلم النشط والتركيز على استيعاب علوم المعرفة والإدراك.

(٧)زيادة تكلفة نظم التعليم التقليدية وضرورة البدء فى دراسة أنماط أخرى مثل التعليم عن بعد. ويمكن فى هذه الحالة الاستفادة من التقارب الذى يحدث الآن بين تكنولوجيا الاتصالات والحاسبات والإعلام والنشر.

(٨)ازدياد الدور الذى تقوم به المكتبات الإلكترونية بحيث ستصبح أداه فعالة فى دعم العملية التعليمية فى جميع مراحلها وأشكالها.

(٩)التطور الذى يحدث حاليا فى دعم الشبكات أو منظومات الشبكات المعرفية وعلى الأخص الجيل الجديد من شبكات الإنترنت.

المكتبات الإلكترونية الرقمية

لقد أصبحت المكتبات الإلكترونية الرقمية جزءا هاما من شبكات المعلومات بوجه عام وأحد الوسائل الهامة فى دعم العملية التعليمية والبحثية بشكل خاص. وسنعرض فيما يلى ملخصا للأنشطة العالمية فى هذا المجال [Schatz,١٩٩٩]:

مبادرة المكتبات الرقمية

ابتدأت الولايات المتحدة الأمريكية مشروع مبادرة المكتبات الرقمية رقم (١) فى عام ١٩٩٤ وأستمر حتى عام ١٩٩٨ وبعد ذلك ابتدأت المبادرة رقم (٢). وقد اشتملت المبادرة رقم (١) على ستة مشروعات تم تنفيذها فى الجامعات الأمريكية المختلفة على النحو التالى:

- **جامعة "كارنجى ميلون"**: البحث عن واسترجاع معلومات الفيديو.
- **جامعة "ستانفورد"**: آليات التنسيق والتكامل بين الخدمات المكتبية المختلفة.
- **جامعة "كاليفورنيا فى بيركلى"**: خدمات المعلومات الرقمية بوجه عام.
- **جامعة "كاليفورنيا فى سانتا باربارا"**: المعلومات الجغرافية.
- **جامعة "إلينوى"**: المعلومات العلمية.
- **جامعة "ميتشجان"**: الأبحاث الخاصة بالوسطاء الأذكياء.

وتشتمل المبادرة رقم (٢) على التركيز على عمليات إنشاء المحتوى المعلوماتى والمعرفى – كيفية الوصول بكفاءة إلى المعارف المختلفة – الأنشطة المرتبطة بالمحافظة على المعارف فى أشكالها الإلكترونية أو غيرها – عمليات التوثيق المختلفة. هذا بالإضافة إلى دعم الأنشطة المكتبية فى الطب والعلوم وغيرها والتى تتولاها مؤسسات متخصصة فى ذلك. وسيشكل الجيل الجديد من الإنترنت دعما كبيرا لهذه الجهود [Li,١٩٩٩].

أبحاث المكتبات الرقمية فى أوروبا

يدعم الاتحاد الأوروبى هذه البحوث من خلال مشروعات مختلفة مثل: هندسة المعلومات وهندسة اللغة ومشروع ESPRIT. كذلك يوجد تنسيق بين الاتحاد الأوروبى والمؤسسة القومية للعلوم بالولايات المتحدة الأمريكية. هذا بالإضافة إلى أنه يتوقع أن يشتمل "برنامج الإطار الخامس" للاتحاد الأوروبى دعما كبيرا لهذا النشاط.

أبحاث المكتبات الرقمية فى آسيا

منذ عام ١٩٩٥ حظيت المكتبات الرقمية باهتمام كبير فى آسيا وبدأت مشروعات كثيرة لدعم ذلك، من بينها "مشروع مكتبة ٢٠٠٠" فى سنغافورة ويعمل على ربط جميع الموارد المكتبية فى سنغافورة، ومشروع "المكتبة المالية الرقمية" فى هونج كونج. كذلك مشروع "المتحف الرقمى" فى تايوان، بالإضافة إلى مشروعات مرتبطة بالمكتبات الرقمية والتعددية اللغوية فى الصين.

نشاط المؤسسات الدولية

يقوم أيضا الاتحاد الدولى للمكتبات (International Federation of Library Associations and Institutions) IFLA بنشاط مكثف لربط المكتبات فى الدول المختلفة بشبكة عالمية للمشاركة فى المعلومات والمعارف والخبرات.

٤-٣-٣-٢ نظم الرعاية الصحية

هناك تطبيقات متعددة لاستخدام الشبكات فى أنظمة الرعاية الصحية وتحاول التجمعات الدولية أن تتعاون مع بعضها البعض فى هذا المجال. وأحد

هذه الأمثلة هو برنامج "تكنولوجيا الاتصالات المتقدمة وخدماتها Advanced Communications Technologies and Services (ACTS) الذى يقوم بتنفيذه الاتحاد الأوروبى. من خلال هذا البرنامج يتم تنفيذ أحد الشبكات الطبية والتى تسمى (Medinet) وتشتمل على منظومة متكاملة لخدمات الأشعة يتم اختبارها منذ عام ١٩٩٨ فى قسم الأشعة بجامعة بيزا بإيطاليا.

وهناك أنشطة متعددة فى هذا المجال فى أماكن أخرى من العالم مثل الموقع الموجود على شبكة الإنترنت فى سنغافورة والمسمى Health One (http:// www.health1.nus.edu.sg) ويشتمل على بعض الدوريات والنشرات الطبية المختلفة بالإضافة إلى قواعد بيانات عن السموم وغيرها. ويستخدم هذا الموقع آلاف الأطباء فى أكثر من ٨٠ دولة. كما توجد أيضا فى تايوان شبكة للمعلومات الطبية تشتمل على عدة مواقع على شبكة الإنترنت وتعمل منذ فى نهاية عام ١٩٩٥. كما تتعاون بعض الجهات فى الولايات المتحدة الأمريكية فى إنشاء أنظمة طبية معلوماتية متكاملة تساعد الأطباء فى المجالات المختلفة.

٤-٣-٤ الهيكل التنظيمى الجديد للمؤسسات

لقد ظل الهيكل التنظيمى للمؤسسات المختلفة يعتمد على التنظيم الهرمى لمدة طويلة امتدت لأكثر من قرن من الزمان. وقد ظهرت مساوئ هذا النظام منذ فترة حيث شكل قيدا كبيرا على الإبداع والحفز الذاتى والانتماء والالتزام والاستجابة السريعة لمتطلبات الأسواق المختلفة. ويتم تدريجيا الاتجاه إلى نظام جديد هو "التنظيم الشبكى المفتوح" (Open Networked Organization). وفى ظل هذا التنظيم أضيفت بعض الروابط الأخرى للمؤسسات لتشتمل على

الموردين والزبائن. كما أن هناك تحولا فى الاهتمام من الموارد المادية فقط إلى الموارد البشرية والموارد المعلوماتية والمعرفية [غنيمى، ١٩٩٩].

لقد أصبح جوهر المؤسسات هو روح الفريق والعمل الجماعى. ويتم توحد أعضاء الفريق عن طريق نظرة مشتركة عبر المؤسسة كلها. وسيتم تمكينهم من أداء أعمالهم بشكل مسؤول ومتضمنا قدرا كبيرا من الإبداع. وسيكون المحيط الجديد هو محيط العمل والتعلم حيث سيطور الجميع خبراتهم التخصصية فى اتجاه امتلاك المقدرة على النظرة العريضة الشاملة. لقد أصبح الأساس الآن هو "التعلم مدى الحياة". كما أصبح الدخل مرتبطا بمقدرة الأشخاص على الإنجاز، وليس على وضعهم فى الهيكل التنظيمى.

إن التنظيم الشبكى المفتوح سيتيح قدرا من التعاون بين المؤسسات المختلفة. وعلى ذلك فستكون هناك ضرورة للتعاون فى ظل المنافسة. وسينشأ عن ذلك ما يسمى التعاون التنافسى (coopetition) والتى يمكن صياغة الكلمة الآتية للتعبير عنها وهى "التعافس".

ويلخص الجدول رقم (١٨) الخصائص التنظيمية الأساسية السائدة فى القرن العشرين مقارنة بما يمكن أن تكون عليه فى القرن الواحد والعشرين:

إن المؤسسات تزيد الآن من تواجدها على شبكة الإنترنت حيث يمكنها الإعلان عن منتجاتها وخدماتها بشكل متاح إلى العالم كله. وسيمكن للزبائن مقارنة مزايا المنتجات والخدمات المختلفة. ونظرا لأن المعلومات المتاحة عن هذه المنتجات يمكن أن تترجم للغات متعددة وتأخذ فى الاعتبار الخلفية الثقافية والاجتماعية والاقتصادية للمنطقة، فإن ذلك سيؤدى إلى منافسة عالمية بشكل شامل لن تشكل فيه الحدود الجغرافية أى عائق أمام هذه المعلومات.

جدول رقم (١٨)

الخصائص التنظيمية الأساسية السائدة فى القرن العشرين

مقارنة بما يمكن أن تكون عليه فى القرن الواحد والعشرين

القرن العشرون	القرن الواحد والعشرون
* الاستقرار وإمكانية التنبوء	* التغيرات والتحسين المستمر
* الاعتماد على حجم المؤسسة	* الاعتماد على السرعة والاستجابة
* القيادة والسيطرة من أعلى إلى أسفل	* تمكين الجميع من إظهار الملكات القيادية
* التنظيمات الجامدة	* التنظيمات الظاهرية والمرونة الدائمة
* التحكم عن طريق القواعد الجامدة والهيكل الهرمى	* التحكم عن طريق الرؤية المستقبلية والهيكل الشبكى
* انغلاق المعلومات	* مشاركة المعلومات
* التحليل الكمى فقط	* إضافة الإبداع
* الحاجة للتأكد الكامل	* إمكانية وجود بعض اللبس
* الاعتماد على رد الفعل والابتعاد عن المخاطرة	* حساب التوقعات مع قدر من المخاطرة
* استقلال المؤسسات	* الاعتماد المتبادل والتحالفات الإستراتيجية
* التكامل الرأسى	* التكامل الظاهرى
* التركيز على التنظيمات الداخلية	* التركيز على المحيط التنافسى
* الإجماع	* الاختلاف البناء
* التوجه نحو السوق المحلى	* التركيز على السوق العالمى
* الميزة التنافسية	* الميزة التعاونية أو التنافس التعاونى "التعافس"
* التنافس على أسواق اليوم	* إنشاء وخلق أسواق الغد

المصدر: [Kiernam, 1995]

وهناك عنصر آخر يجب أن يحظى باهتمام كبير من جانب المؤسسات وهو المعرفة. إن المعرفة تشكل أحد المنابع الرئيسية لدعم الميزة التنافسية ولذلك يجب على المؤسسات أن تنشئ البنية الأساسية المعرفية المطلوبة لكى تقتنص وتخلق المعرفة وتعمل على تنظيمها وتخزينها وتحسينها وتوضيحها ثم ضمان توزيعها على جميع العاملين فى المؤسسة، حتى يمكنهم استخدامها بالكفاءة المطلوبة. كما يجب أن تكون المؤسسات فى حالة تعلم مستمر فى هذا العصر المعرفى. إن أنجح المؤسسات هى التى ستستطيع أن تتعلم بكل طريقة ممكنة، ثم تستخدم ما تعلمته بأحسن طريقة وبشكل أسرع من منافسيها.

٤-٤ البرمجيات أو المكونات اللينة

تعتبر البرمجيات أو المكونات اللينة "وقود" عصر المعلومات. وتشهد هذه التكنولوجيا تطورات كثيرة فى الوقت الحالى تأثرت بشكل كبير بالتطور فى بنية الحاسبات نفسها وكذلك التطور فى شبكات الحاسبات ومستوياتها المختلفة مثل (الإنترنت) و(الإكسترانت) و(الإنترنت). هذا بالطبع بالإضافة إلى زيادة الاهتمام بالوسائط المتعددة ونظم "الحقيقة الظاهرية" (Virtual Reality) والتى أدت إلى الاهتمام بنظم المحاكاة (Simulation) بوجه عام . وتساهم نظم البرمجيات فى التصميمات الصناعية المختلفة وعلى الأخص فى تصميم الدوائر المتكاملة ذات التعقيد الكبير والكثافة العالية. والاتجاهات الأساسية فى مجال البرمجيات يمكن تلخيصها فى الآتى: الاهتمام بموضوع "النظم ذات المصدر المفتوح" (Open-Source Systems) [Comerford, 1999] – البرمجيات الشبكية الموزعة والتى ترتكز على الحسابات الشبكية[Yourdon, 1996]، [Hamilton, 1996] – الإهتمام ببناء البرمجيات من بعض المكونات الأساسية الجاهزة ثم تكاملها بعد ذلك والتى تسمى المكونات البرمجية (Component) [Kroeker, 1999]

(Software). وسيتم مناقشة الموضوعات المرتبطة بالبرمجيات بشكل أكثر تفصيلا فى القسم السابع من هذا الباب.

٥- الوضع فى بعض الدول

٥-١ الصين

بدأت الصين فى منتصف الثمانينات التركيز على تكنولوجيا المعلومات واستخداماتها. ومنذ عام ١٩٨٩ فإن الزيادة فى استخدامات أجهزة الحاسبات والبرمجيات والخدمات وصلت إلى ٢٠% سنويا فى المتوسط. وقد زاد إنتاج أجهزة الحاسبات ٢٩% سنويا منذ عام ١٩٨٧ حتى عام ١٩٩٣ [Kraemer, 95]. كما تعمل الصين أيضا على زيادة الصادرات. فقد وصلت الصادرات من التكنولوجيا المتقدمة عام ١٩٩٢ إلى ٤ بلايين دولار بزيادة ٣٨,٨% عن العام السابق وكان نصيب أجهزة الحاسبات والاتصالات منها ١,٩ بليون دولار. ولكن الواردات مازالت أعلى من الصادرات حيث وصلت واردات الصين من التكنولوجيا المتقدمة إلى ١٠,٧ بليون دولار عام ١٩٩٢، وكان نصيب أجهزة الحاسبات والاتصالات منها ٣٥,٧%.

وعلى الرغم من أن البنية الأساسية للمعلومات فى الصين مازالت ضعيفة، فإن ثروتها الأساسية تكمن فى العدد الكبير من أخصائى البرمجة. ويوضح الجدول رقم (١٩) مقارنة بين الموارد البشرية فى عدد من الدول الآسيوية مقارنة بالوضع فى الولايات المتحدة عام ١٩٩٣. ويوضح الجدول رقم (٢٠) إحصائيات عن نشاط الاتصالات والمعلومات والعلم والتكنولوجيا لعدد من دول العالم خلال الأعوام من ١٩٩٥ حتى ١٩٩٧ [البنك الدولى ١٩٩٩]. كذلك

يوضح الجدول رقم (٢١) إحصائيات بالصادرات والواردات لنفس الدول خلال الفترة من ١٩٩٥ حتى ١٩٩٨[The World Book, 1996, 97, 98,99].

جدول رقم (١٩)

الموارد البشرية فى آسيا والولايات المتحدة عام ١٩٩٣

الدولة	عدد السكان (بالمليون)	العلماء والمهندسون (لكل ١٠٠٠ عامل)	خبراء البرمجة (لكل ١٠٠٠ عامل)	عدد خبراء البرمجة (بالآلف)
الصين	١١٧٨	٥,٦	١,٠٠	١١٧٢
أستراليا	١٨	٤٥,٨	٦,٩	١٢٤
الهند	٩٠٣	٣,٣	١,٠٠	٩١٧
إندونيسيا	١٩٧	٠,١	١,٠٠	٢٠٣
اليابان	١٢٥	٧٤,٢	٧,٨	٩٧٧
كوريا	٤٥	٣٧,٢	٧,٥	٣٤٠
نيوزيلندا	٣	٢٧,٠٠	٨,٠٠	٢٤
الفلبين	٦٨	–	٢,٥	١٧١
سنغافورة	٣	٣٠,٥	٣,٩	١١
تايوان	٢١	٣٨,١	٢,٢	١٤٠
تايلاند	٥٩	–	٢,١	١٢٥
الولايات المتحدة الأمريكية	٢٥٨	٧٥,٦	٧,٨	٢٠٠٦

وبالنسبة للإنفاق على البحوث والتطوير فإن الصين أنفقت فى عام ١٩٩١ حوالى ٠,٧٢% من الدخل القومى مقارنا بنسبة ٢,٧٧% فى اليابان و١,١٩% فى كوريا و١,٧ % فى تايوان و٠,٩١% فى الهند.

وبالنسبة لإنتاج أشباه الموصلات فقد وصل فى عام ١٩٩٤ إلى ٢,٤ مليار دولار أى حوالى ٣% من الإنتاج العالمى. ويتوقع أن يصل فى عام ١٩٩٧ إلى ٤,٣ مليار دولار منها ٣٩٠ مليون دولار لشركات صينية والباقى لشركات أجنبية فى الصين.

وقد قررت الصين عام ١٩٩٣ إعطاء الصناعة الإلكترونية ومنها صناعة الحاسبات معاملة متميزة حتى عام ٢٠٠٠. والمحاور الأساسية للإستراتيجية الخاصة بالحاسبات تعتمد على الآتى:

١-تشجيع استخدام الحاسبات فى قطاعات الاقتصاد المختلفة.

٢-فصل إدارة المؤسسات عن الوظائف الخاصة بوضع السياسات والضوابط العامة.

٣-تشجيع التعاون مع الشركات الخارجية.

٤-تشجيع التجمعات التكنولوجية (Technology Parks).

٥-الاهتمام بشبكات نقل البيانات وإتاحتها.

وفى عام ١٩٩٢ أنشأت الصين تجمعا صناعيا وعلميا كبيرا يضم ١٠٠ مؤسسة صناعية و٣٧ معهد بحثى و٧ جامعات. وقد كان عائد هذا التجمع ٣,٣ بليون دولار ويمثل ٢٠% من إنتاج الإلكترونيات فى الصين وهذا التجمع يشبه نظام Kieretsu اليابانى ويوضح الجدول رقم (٢٢) إنتاج قطاع المعلومات فى الدول الأسيوية المختلفة مقارنا بالولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٩٣.

وتتعاون الصين مع بعض الشركات الأمريكية والأوروبية واليابانية فى إنتاج الحاسبات الشخصية. كما قامت شركة (موتورولا) الأمريكية ببناء مصنع لإنتاج شرائح السيليكون (Silicon Wafers) ذات قطر ٨ بوصات تكلف حوالى

٧٢٠ مليون دولار. وبدأ هذا المصنع فى الإنتاج عـــام ١٩٩٨ بمعـدل ٣٠٠٠ شريحة فى الأسبوع.

٥-٢ الهند

ابتدأت الهند فى عام ١٩٧٦ بإنشاء شركة تابعة للقطاع العام تتولى صيانـــة الحاسبات. بعد ذلك امتد نشاطها ليشمل إنشاء نظم البرمجيـــات والاستشـــارات الأخرى. وفى عام ١٩٨٥ ابتدأت الهند فى تصدير البرمجيات بقيمة ٦ مليـــون دولار وصلت فى عام ١٩٩٤ إلى ٣٦٠ مليون دولار من جملة إنتاج الهند فـــى قطاع الحاسبات والذى وصل إلى مليار دولار.

ونظرا لخبرة الهند الطويلة فى مجال الحاسبات فقد سعت إلى الاستفادة مـن فرق التوقيت بينها وبين الولايات المتحدة الذى يبلغ ١٠ ساعات بالنسبة لمدينـــة نيويورك، حيث تقوم عن طريق شبكات المعلومات بإعطاء استشارات خاصـــة بالصيانة فى الولايات المتحدة.

وتصدر الهند إنتاجها من البرمجيات موزعا على الدول المختلفة كما يلـــى (عام ١٩٩٣): الولايات المتحدة ٥٨%، أوروبا ١٨%، اليابـــان ٥%، جنـوب شرق أسيا ٥%، غرب آسيا ٦% بقية العالم ٨% [Zorpette, 94].

أما بالنسبة لصناعة الإلكترونيات فإن الإنتاج الصناعى عام ١٩٩٠ وصـــل إلى ٥ مليار دولار. ويوضح الجدول رقم (٢٣) مقارنة ذلك باليابان والولايـــات المتحدة وكندا. ويعمل فى هذه الصناعة فى الهند حوالى ٣٠٠٠٠٠ شخص.

وبالنسبة للاتصال بالإنترنت يوجد حاليا أكثر من ٤٠٠٠٠٠ مشـــترك فـــى الهند، وهى تتقدم بخطى كبيرة فى هذا المجال [Burkhart, 1998]. كمـــا تـــهتم ببرامج البحوث فى الحاسبات المتوازية ابتداء منذ عام ١٩٨٨[Patnaik, 1996].

وتولى الهند عناية خاصة بالبرمجيات حيث تم إنشاء مجموعة عمل قومية فى مجال تكنولوجيا المعلومات وتطوير البرمجيات فى عام ١٩٩٨. وتتبع هذه المجموعة رئيس وزراء الهند مباشرة وتضطلع بصياغة سياسة قومية للمعلومات فى الهند [Bagchi, 1999].

٥-٣ إسرائيل

تهتم إسرائيل بالتكنولوجيات المتقدمة بوجه عام وتقوم الحكومة بدور كبير فى دعم البحوث والتطوير فى هذه المجالات. كما أنها تدعم التعليم التكنولوجى بشكل كبير أيضا. ويوضح الجدول رقم (٢٤) بعض مجالات البحوث فى أحد المعاهد وهو معهد (تخنيون) Technion [Tadmor, 1998].

كما أن عدد براءات الاختراع التى تحصل عليها إسرائيل وعلى الأخص التى يتم تسجيلها فى الولايات المتحدة الأمريكية يعتبر كبيرا بالنسبة لعدد سكانها كما يوضح الجدول رقم (٢٥). فهى تحتل المرتبة الخامسة على مستوى العالم فيما يتعلق بعدد براءات الاختراع بالنسبة لعدد السكان.

obeikandl.com

دول رقم (٢٠)

إحصائيات عن نشاط الاتصالات والمعلومات والعلم والتكنولوجيا لعدد من الدول

	الدولة	أجهزة حاسبات شخصية لكل ١٠٠٠ من السكان عام ١٩٩٦	حاسبات مضيفة للإنترنت لكل ١٠٠٠ من السكان عام ١٩٩٧	العلماء والمهندسون فى مجال البحوث والتطوير لكل مليون عام ١٩٩٥		نسبة صادات التكنولوجيا الراقية من الصادرات عام ١٩٩٦	عدد طلبات براءات الاختراع عام ١٩٩٥
						مقيمون	مقيمون
١-	مصر	٥ر٨	-ر٣١	٤٥٨	٩	-	-
٢-	الصين	٣ر-	-ر٢١	٥٢٧	٢١	١٠٠٦٦	٣١٧٠٧
٣-	الهند	١ر٥	-ر٠٥	١٥١	١٠	١٥٤٥	٥٠٢١
٤-	إندونيسيا	٤ر٨	-ر٥٤	١٨١	١٨	-	-
٥-	كوريا الجنوبية	١٣١ر٧	٢٨ر٧٧	٢٦٣٦	٣٩	٥٩٢٤٩	٣٧٣٠٨
٦-	ماليزيا	٤٢ر٨	١٩ر٢٠	٨٧	٦٧	١٤١	٣٩١١
٧-	باكستان	١ر٢	-ر٠٧	٥٤	٣	٢١	٦٧٨
٨-	الفلبين	١٥٠ر٧	-ر٥٩	٩٠	٦٢	-	-
٩-	سنغافورة	٢١٦ر٨	١٩٦ر٣٠	٢٥١٢	٧١	١٠	١١٨٧١
١٠-	تونس	٦ر٧	-ر٠٢	٣٨٨	١٠	٣١	١١٥
١١-	إسرائيل	١١٧ر٦	١٠٤ر٧٩	٤٨٢٦	٣٠	١٢٦٦	٣١٥٩
١٢-	تركيا	١٣ر٨	٣ر٦٠	٢٠٩	٨	٢٠٦	١٥٠٦
١٣-	الأرجنتين	٢٤ر٦	٥ر٣٢	٣٥٠	١٧	-	-
١٤-	البرازيل	١٨ر٤	٤ر٢٠	١٦٥	١٨	٢٧٥٧	٢٣٠٤٠
١٥-	اليابان	-ر١٢٨	٧٥ر٨٠	٥٦٧٧	٣٩	٣٣٥٠٦١	٥٣٨٩٦
١٦-	الاتحاد الروسي	٢٣ر٧	-ر٥١	٤٣٥٨	-	١٧٦١١	٢٣٧٤٦

obeikandl.com

جدول رقم (٢١)

الإحصائيات الخاصة بالصادرات والواردات لعدد من الدول

(مليون دولار)

	الدولة	١٩٩٥		١٩٩٦		١٩٩٧		١٩٩٨	
		الصادرات	الواردات	الصادرات	الواردات	الصادرات	الواردات	الصادرات	الواردات
١	مصر	٢٢٤٣	٨١٧٦	٣٤٧٥	١٠٢١٨	٣٥٤٠	١٣٠٤١	٣٩٢١	١٣٢١٠
٢	الصين	١٢١٠١٤	١١٥٦٧١	١١٩٨٣٠	١١٤٥٧٧	١٥١١٧٩	١٣٨٩٤٤	١٨٢٦٩٠	١٤٢٣٧٧
٣	الهند	٢٥٠٥٣	٢٦٧٦٤	٣٠٥٤٢	٣٤٤٠٢	٣٣٠٥٧	٣٧٣٧٨	٣٣٩٠٠	٤٠٣٥٨
٤	إندونيسيا	٣٦٨٢٥	٢٨٠٨٦	٤٥٤١٧	٤٠٩١٨	٤٩٨١٤	٤٢٩٢٩	٥٣٤٤٤	٤١٦٩٣
٥	كوريا الجنوبية	٩٥٨٩٣	١٠٢١٩٨	١٢٥٢١٦	١٣٥٢١٦	١٣٠٣٤٦	١٥٠٦٧٦	١٣٦٧٤١	١٤٤٦١٥
٦	ماليزيا	٥٨٧٥٥	٣٩٥٨٠	٧٣٧١٥	٧٧٦١٥	٧٨٢٥٨	٧٨٤٢٩	٧٨٢٥٣	٧٨٤١٨
٧	باكستان	٧٢٩٤	٨٨٢٩	٧٣٦٥	٨٨٨٩	٩٣٢١	١٢١٣١	٨٧١٧	١١٥٩٥
٨	الفلبين	١٢٩٣٠	١٧٢٧١	١٣٣٠٤	٢٢٥٤٦	٢٠٤١٧	٤٣١٢٢	٢٠٤١٧	٣٤١٢٢
٩	سنغافورة	٩٦٧٤٩	١٠٢٥٩٠	١١٨٢٦٣	١٢٤٥٠٢	١٢٠٥٩	١٣١٣٤٠	١٢٥٠٢٣	١٣٢٤٤٥
١٠	تونس	٤٥٨٤	٦٤٨٤	٥٤٧٥	٧٩٠٣	٥٥١٨	٧٧٤٦	٥٥٥٩	٧٩١٤
١١	إسرائيل	١٦٤٣٧	٢٣٧٧٦	١٩٠٢٨	٢٩٦٣٢	٢٠٤٧٤	٣٠٣٦٠٣	٢٢٥٠٢	٣٠٧٨٣
١٢	تركيا	١٥٤٠٩	٢٩٠٦٥	٢١٦٠٠	٣٥٧١٠	٢٣٠٨٣	٤٢٤٦٥	٢٣٠٧٥	٤٢٩٣١
١٣	الأرجنتين	١٥٦٥٩	٢١٥٢٧	٢٠٩٦٧	٢٠١٢٣	٢٣٨١١	٢٣٧٦٢	٢٥٥١٦	٣٠٣٤٩
١٤	البرازيل	٤٣٥٥٨	٣٥٩٩٧	٤٦٥٠٦	٥٣٧٨٣	٢٧٧٦٢	٥٦٩٤٧	٥٢٩٨٧	٦٥٠٠٧
١٥	اليابان	٣٩٧٣١٣	٢٧٥٥٤٨	٤٤٣٢٧٤	٣٣٦٠٨٠	٤١٠٩٢٤	٣٤٩١٣٧	٤٢١٠٥٣	٣٣٨٨٤٠
١٦	الاتحاد الروسي	٦٣٢٤٣	٣٨٦٥٠	٧٨٢٩٠	٤٦٦٨٠	٨٨٧٠٣	٦١١٤٧	٨٧٣٦٨	٦٧٦١٩

obeikandl.com

جدول رقم (٢٢)

إنتاج قطاع المعلومات فى بعض الدول الآسيوية
مقارنة بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٣

الدولة	عدد الحاسبات (لكل ١٠٠٠)	عدد خطوط التليفون (لكل ١٠٠٠)	إنتاج الأجهزة (Hardware) (مليون دولار)	الإنفاق على تكنولوجيا المعلومات (نسبة من الدخل القومى)
الصين	١	١٢	٢١٠٠	٠,٢٩
أستراليا	١٩٢	٦٠٠	٧٩٩	١,٦٥
الهند	١	١٢	٤٧٦	٠,٤٩
إندونيسيا	٢	١١	٣٧١	٠,٢٨
اليابان	٩٧	٦٥٠	٥٠٩٣٩	٢,٠٢
كوريا	٣٧	٣٦٠	٣٧٥٦	٠,٦٧
نيوزيلندا	١٤٧	٧٥٠	٣٨	١,٥٦
الفلبين	٤	٢٢	١٣٥	٠,٢٥
سنغافورة	١٢٥	٥٠٠	١٠٩٣٣	١,٦٣
تايوان	٧٤	٤١٥	٨٢٥٨	٠,٧٦
تايلاند	٩	٤٠	٢٦٥٩	٠,٣٨
الولايات المتحدة الأمريكية	٢٨٧	٩٦٥	٤٩٣٨٠	٢,٨٠

جدول رقم (٢٣)

إنتاج قطاع الإلكترونيات فى الهند مقارناً بالدول الأخرى

الدولة أو المنطقة	الإنتاج الصناعى عام ١٩٩٠ (مليار دولار)	العمالة المباشرة (بالمليون)
الهند	٥	٠,٣
اليابان	٢٠٤	١,٨
الولايات المتحدة وكندا	٢١٨	٢,٤

obeikandi.com

جدول رقم (٢٤)

وحدات البحوث فى أحد المعاهد بإسرائيل

أسم المركز	عدد وحداته الأكاديمية	أعضاء هيئة التدريس	طلبة الدراسات العليا
الإلكترونيات الضوئية	٣	١٦	٥٢
التوصيل الفائق عند درجات الحرارة العالية	٣	٨	٢٦
التكنولوجيا الحيوية	٥	١٠	١٦
هندسة البروتين	٢	٣	٩
الأقمار الصناعية الدقيقة	٣	٣٠	٣
معهد أبحاث المياه	٨	٥٣	٢٥
علوم الربط (Interface)	٤	١١	٤٤
تكنولوجيات الاتصالات	٣	٣٥	٢٠٠
تكنولوجيات البرمجيات	١	١٧	٢٥

جدول رقم (٢٥)

براءات الاختراع المسجلة بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٥

الدولة	عدد السكان	براءات الاختراع	
		العدد	العدد بالنسبة لمليون شخص
الولايات المتحدة الأمريكية	٢٦٣و١	٦٤٥٦٢	٢٤٥
اليابان	١٢٥و٢	٢٢٩٩١	١٨٤
ألمانيا	٨١و٩	٦٩٤٦	٨٥
المملكة المتحدة	٥٨و٥	٢٦٤٢	٤٥
فرنسا	٥٨و١	٢٩٩١	٥١
إيطاليا	٥٧و٢	١٢٧٣	٢٢
كوريا الجنوبية	٤٤و٩	١١٧٥	٢٦
كندا	٢٩و٦	٢٥٣٥	٨٦
أستراليا	١٨و١	٥٧٢	٣٢
هولندا	١٥و٥	٩٢٩	١٦
بلجيكا	١٠و١	٣٩١	٣٩
إسرائيل	٥و٥	٤٤٠	٨٠

٦- التحديات التى تواجه مصر

٦-١ الاعتبارات الخاصة بوضع السياسة التفصيلية

عند وضع سياسة قومية فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات الدقيقة يجب أخذ النقاط الآتية فى الاعتبار:

١- العلاقة بين التغيرات التكنولوجية والموارد البشرية المطلوبة سواء من ناحية الكم أم الكيف. كما يجب ملاحظة أن جذب الاستثمارات المحلية والعالمية لا يتوقف على العمالة فقط ولكن هناك اعتبارات أخرى على قدر كبير من الأهمية مثل: نوعية المنتجات، التسهيلات الضريبية، المساعدة فى تحمل تكاليف البداية، سياسات الحكومة وغيرها من الاعتبارات الخاصة بالتجارة العالمية والتشريعات العمالية المختلفة.

٢- ملاحظة التوزيع العالمى للقدرات العلمية والتكنولوجية. فإذا كان هناك عجز فى نواحى علمية وتكنولوجية معينة، يجب البدء فى برامج تعاون ثنائية ودولية مختلفة لسد هذا العجز.

٣- يجب دراسة البنية الأساسية الحالية للمعلومات ومدى استعداد المجتمع لاستيعاب التكنولوجيا المطلوبة والبدء فى تنفيذ برامج خاصة بالتوعية. هذا بالإضافة إلى أن استيراد نظم كاملة (تسليم مفتاح) لا يساعد على استيعاب التكنولوجيا المختلفة، مع الاهتمام بدراسة تأثير المعلومات على الميزة التنافسية.

٤- نظراً للطبيعة العالمية لتكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات الدقيقة يجب أن تأخذ السياسة القومية فى اعتبارها المنظور العالمى. ونظراً لسيطرة بعض الشركات (متعدية الجنسيات) TRANSNATIONAL فى هذا المجال يجب

أن يكون هناك توازن بين قبول استثمار هذه الشركات (وفى هذه الحالة يتم الإسراع فى معدل نقل الخبرات التكنولوجية) وبين كيفية التعامل مع التبعية الاقتصادية والتكنولوجية التى قد تنتج من ذلك.

٥- دراسة العلاقة بين الصناعات المختلفة ومكونات كل منها وتكوين شبكة الاعتمادية المناسبة (Dependency network). وفى هذا الإطار يجب دراسة تكامل العمليات المختلفة فى عملية واحدة نظراً للتقدم الكبير فى الدوائر المتكاملة. وبذلك يمكن تحديد المجالات التى يكون فيها للتصميم المنظومى (System design) الدور الرئيسى فى دورة الإنتاج.

٦- مراجعة ما يتعلق بأهداف الهندسة العكسية، حيث أن الهدف الأساسى منها فى البداية يكون فى استيعاب التكنولوجيا، بعد ذلك إذا وضع فى الاعتبار هدف الإنتاج فإن ذلك سيتطلب سرعة استجابة كبيرة وخصوصاً فى التكنولوجيات المتقدمة والمتطورة بسرعة.

٧- أهمية التقييم والتقويم الموضوعى فى جميع المراحل.

٨- الالتزام بالقواعد العامة للتكنولوجيا الخضراء والدراسة المتعمقة لعمليات التدوير المختلفة، وذلك حتى يمكن المنافسة على المستوى العالمى والحفاظ على البيئة على المستويين المحلى والعالمى.

٩- دراسة الأنظمة والنظريات الاقتصادية الجديدة والتى نشأت أساساً نتيجة للتطور الكبير فى التكنولوجيا المتقدمة. فقد بدأت هذه الأنظمة والنظريات فى تفسير سلوك وديناميكيات الاقتصاديات المختلفة.

١٠- إعطاء الأهمية الملائمة لما يسمى الهندسة المتوازية والتى ينتج عنها التكامل فى تنفيذ جميع العمليات فى مراحلها المختلفة وتتطلب قدراً كبيراً من المرونة.

٦-٢ المقومات المطلوبة لدعم التنافسية

١- **مستوى التدريب:** تتطلب تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات الدقيقة مستوى عال من التدريب فى معظم أنشطتها. ونظراً لأن الميزة التنافسية فى هذه المجالات تتطلب الاهتمام بالقدرة على الابتكار، فيجب أن تأخذ سياسات التدريب هذه النقطة فى الاعتبار. وفى هذا الإطار يمكن أن تشتمل سياسة التدريب على التعليم الجامعى وما قبله، وأن يكون أساسها هو التدريب فى مواقع الإنتاج (On-the-job training) والتعليم والتدريب المستمر. وستساعد شبكات المعلومات فى تنفيذ ذلك بصورة فعالة وسريعة.

٢- **البحث والتطوير:** فى مجال الإلكترونيات الدقيقة يشكل البحث والتطوير على مستوى الدوائر المتكاملة والمكونات الدقيقة وتكنولوجيا المواد بالنسبة لمصر صعوبة كبيرة ويتطلب موارد مادية كبيرة ولكن لاغنى من تكوين نواة للبحث والتطوير فى هذه المستويات. ومن حسن الحظ أن البحث والتطوير فى بعض المستويات الأخرى مثل الأجهزة والنبائط يمكن الدخول فيه بقدر معقول من الموارد البشرية والمادية بالإضافة إلى إمكانية تشجيع الشركات الخاصة الصغيرة والمتوسطة فى هذا المجال. أما فى مجال تكنولوجيا المعلومات فيمكن تدعيم البحث فى بعض المجالات مثل: بعض مجالات صناعة الحاسبات، مكونات شبكات المعلومات، برمجيات أنظمة الحاسبات، نظم المعلومات وعلى الأخص المعتمدة على الوسائط المتعددة، نظم المعرفة، نظم التعلم الذكية، ونظم تفاعل المستخدم مع أنظمة المعلومات وعلى الأخص المبنية على اللغة العربية.

٣- **دور الجامعات:** نظراً لأهمية تكوين نواة قوية من المتخصصين فى مجال الإلكترونيات والمعلومات يجب إعادة النظر فى التعليم الجامعى فى هذه

obeikandl.com

المجالات سواء فى مرحلة البكالوريوس أم فى مرحلة الدراسات العليا. والأمر لا يقتصر فقط على هذه المجالات بل يجب إعادة تأهيل المهندسين فى التخصصات الأخرى على جميع المستويات. أيضاً يجب العناية بإعادة تأهيل المستخدم النهائى لأنظمة المعلومات المختلفة ويمكن أن يشتمل ذلك على برامج إعلامية لتثقيف الجمهور بوجه عام. وفى هذا الإطار يجب أن تتكامل المنظومة التعليمية مع الاهتمام بمكوناتها المختلفة شاملة التعليم الجامعى بمراحله المختلفة والتعليم الفنى بمستوياته والتعليم المستمر مدى الحياة ومشروعات البحث والتطوير المختلفة.

٧- اعتبارات تطوير تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات بمصر

٧-١ مقدمة عامة

إن مجال المعلوماتية بقطاعاته المختلفة يدخل بشكل كبير فى جميع المجالات الأخرى ويؤثر عليها تأثيراً كبيراً. لذلك فعلى الرغم من أنه مجال مستقل بذاته من الناحية العلمية والتكنولوجية إلا أن تفاعلاته مع المجالات الأخرى هى التى تعطيه الأهمية الكبيرة. ولايمكن إحداث التطور التكنولوجى المرجو فى هذا المجال بدون اعتبار بعض المجالات الأخرى بشكل أعمق وهى مجالات الاتصالات والإلكترونيات الدقيقة والتكنولوجيا الضوئية. كذلك يجب عدم إغفال النواحى الإيكولوجية لهذا المجال والمجالات الأخرى المرتبطة به.

وسيبدأ هذا الجزء بعرض للمجالات الأخرى المرتبطة ارتباطاً وثيقاً بمجال المعلوماتية سواء تلك التى وصلت إلى مرحلة من النضوج أو التطور أم تلك التى يتوقع أن تبرز فى النصف الثانى من الفترة التى تشملها هذه الدراسة وهى العشرين عاماً القادمة. ولسهولة معالجة هذا المجال سيتم تقسيمه إلى مجالات

فرعية حتى يمكن رصد الوضع الحالى للمتضمنات التكنولوجية لكل منها بالنسبة لمصر وكيفية التعامل المستقبلى مع كل منها. كذلك سيتم تحديد بدايات المراحل المختلفة الخاصة بتنفيذ الأنشطة فى كل من المجالات الفرعية. وإذا بدأت مرحلة معينة فإنها تستمر بالتوازى مع المراحل التى سبقتها. ومن الممكن أن تبدأ المراحل فى نفس الوقت حسب الوضع الحالى للتكنولوجيا التى تتضمنها المجالات الفرعية.

٧-٢ المجالات الأساسية المختارة

٧-٢-١ المعلوماتية شاملة نظم الاتصالات والشبكات.

٧-٢-٢ النظم والنبائط والمكونات والمواد الإلكترونية والضوئية.

٧-٢-٣ الحاسبات المتقدمة مثل الحاسبات الكمية والحاسبات الحيوية.

وبالنسبة للمجال الأول يمكن تقسيمه إلى مجالات فرعية حتى يسهل التعامل معها ومناقشاتها كما يلى:

٧-٢-١ المعلوماتية شاملة نظم الاتصالات والشبكات

١- المكون المنظومى

٢- المكون الجامد Hardware

٣- المكون اللين Software

٤- المكون الشبكى

٥- المكون المعلوماتى والمعرفى

٦- المكون البشرى

٧- البنية الأساسية

٨- التطبيقات القومية

٩- النواحى الإيكولوجية

١٠- النواحى الاقتصادية

١١- اعتبارات نقل التكنولوجيا

وسيتم فيما يلى مناقشة كل بند من البنود الفرعية الموضحة أعلاه:

٧-٢-١ (١) المكون المنظومى

لقد تطورت وتعقدت أنظمة المعلومات وتطبيقات الحاسبات بحيث لم يعد يقتصر النظام على مجرد حاسب ونهايات طرفية مرتبطة به مباشرة وبرامج التطبيقات الخاصة بتحقيق الهدف المطلوب. ولكنها أصبحت تتكون من مجموعة كبيرة من أجهزة الحاسبات التى يمكن أن ترتبط بشبكة محلية واحدة أو تكون هناك عدة شبكات من أنواع مختلفة. وهذه الشبكات تتدرج فى تعقيدها من شبكة محلية واحدة خاصة بمؤسسة صغيرة حتى الشبكات التى يمكن أن تشمل العالم كله مثل شبكة الإنترنت. بالإضافة إلى أن هذه الشبكات تتطلب تحديد نوعية المكونات اللينة المطلوبة سواء كانت خاصة بالتشغيل أو الإدارة أو بعض التطبيقات الجاهزة. لذلك فإن الخطوة الأولى فى إنشاء أنظمة المعلومات وتطبيقات الحاسبات، وعلى الأخص ما يسمى النظم المدمجة Embedded Systems التى تكون فيها الحاسبات وما يتعلق بها جزءاً من منظومة أكبر وأشمل مثل أنظمة التحكم الصناعية أو الأنظمة العسكرية وغيرها، هى التصميم المنظومى System Design [White, 1995], [Rozenblit, 1997], [Sztipanovits, 1997], [Schulz, 1998], [Goldin, 1998], [Kavi, 1999] [Fleischman, 1999]. وأهمية هذه الخطوة تنبع من أنه يتم من خلالها تحديد المكون الجامد المطلوب سواء فى صورة حاسبات لها قدرات معينة أو أجهزة

شبكات أو نهايات طرفية مختلفة أو غيرها، كذلك يتم تحديد المكون اللين المطلوب سواء فى صورة نظم تشغيل معينة أو نظم إدارة قواعد بيانات أو برامج جاهزة أو تحديد مواصفات برامج أخرى يجب كتابتها خصيصاً باستخدام لغات برمجة محددة تعمل فى محيط حاسبات معين. هذا بالإضافة إلى تحديد نظم الدعم الفنى المطلوبة من صيانة وتشغيل وتدريب وتحديد طرق قياس كفاءة الأداء وغيرها. كذلك بالنسبة لبعض التطبيقات يمكن أن يتم تحديد مدى توفر البنية الأساسية اللازمة للتنفيذ ووضع التطبيقات القومية الأخرى التى يمكن أن تؤثر فى هذه المنظومة بالإضافة إلى النواحى الإيكولوجية الخاصة بالوضع فى مصر.

وبالنسبة لمصر فإن المعالجة العلمية لهذا المكون المنظومى غائبة تماماً لأسباب متعددة نوجزها فيما يلى: معظم الأنظمة يتم استيرادها بطريقة (تسليم مفتاح) وبذلك لا نشارك فى مرحلة التصميم المنظومى والذى يعتمد بشكل كبير على ما يسمى المكون العقلى وفى أغلب الأحيان يشكل جزءا كبيراً من أسعار هذه المنظومات. ونظراً لعدم وجود الطلب الكافى على هذا المكون فقد أصبح عدد المتخصصين الفعليين غير كاف للقيام بالدراسات الجادة فى هذا المجال إضافة إلى وجود عدد كبير من الدخلاء الذين لا يمتلكون الخلفية العلمية المطلوبة للقيام بهذا العمل. كما أن هناك خلطاً بين أخصائى نظم المعلومات وبين مستخدم نظم المعلومات الذى يجب أن يكون عنده بعض الإلمام بأساسيات الموضوع ولكنه لا يعتبر أخصائياً.

وقد وصل الأمر إلى أن أصبح تخصص نظم المعلومات "مهنة من لا مهنة له" على الرغم من وجود المقاييس والمعايير المتعارف عليها عالمياً لتحديد مدى نضوج القدرات فى هذا المجال سواء على مستوى الأفراد أو المؤسسات. وستتم مناقشة هذا الموضوع فى الجزء الخاص بالمكون البشرى. وأحد النظم المعروفة

فـــى هذا المجال ما يسمى "نموذج قياس مدى نضـــوج القـــدرات" Capability Maturity Model (CMM) [Herbsleb, 1997] , [Fraser, 1997], [Fitzgerald, 1999] والذى أقترحه معهد هندسة المكونات اللينة (البرمجيـــات) التابع لجامعة (كارنيجى ميلون) بالولايات المتحدة الأمريكية وقد تم تمويل إنشاء هذا المعهد من خلال وزارة الدفاع الأمريكية. وتم اقتراح النمـــوذج الأول عـــام ١٩٩٣ وبعد ذلك تمت إضافات متعددة عليه بحيث يســـمح بقيـــاس مســـتويات النضج بالنسبة للمؤسسات المختلفة سواء كانت صغـــيرة أو كبـــيرة [Johnson, 1997] . وهناك خمسة مستويات يتم ترقيمها من ١ إلـــى ٥ وقـــد ســـاعد هـــذا التصميم كثيراً من المؤسسات فى تطوير منتجاتها بشـــكل كبـــير [Diaz,1997]. وجدير بالذكر أن هذا النموذج ارتكز على الأفكار التى كانت متواجدة فى ذلـــك الوقت مثل "الإدارة الشاملة للجودة" (Total Quality Management) والأفكـــار الأخرى الموجودة فى نظم تأكيد الجودة سواء فى نظـــام ISO 9001 أو غيرهـــا [Meyer, 1997], [Rada, 1996]. وبعد تقبل هذا النموذج ابتدأ تطويره لكى يصلح فى تقييم وقياس قدرة الأفراد وسمى بأسماء مختلفة مثل "عمليات المكون اللين (البرمجيات) الشـــخصية" (Personal Software Process) أو نمـــوذج CMM للأشخاص P-CMM أو للأفراد I-CMM [Ferguson, 1997] [Prasad, 1997], و[Humphrey, 1996]. هذا بالإضافة إلى المقترحات الخاصة بمواثيـــق شـــرف المهنة فى مجال هندسة المكونات اللينـــة (البرمجيـــات) [Gotterbarn, 1997]. ويجب التنويه هنا بأن عدم المشاركة فى تصميم هذا المكون سينتج عنـــه عـــدم القدرة على التشغيل الكفء أو صيانة النظام بالطريقة السليمة إضافة إلى عـــدم الاستيعاب الكامل للتكنولوجيات المستخدمة. كذلك فإننا لا نســـتطيع المســـاهمة بشكل فعال فى النواحى الإيكولوجية مثل عمليات إعـــادة التدويـــر Recycling وغيرها لعدم المعرفة بتفاصيل ودقائق المنظومات.

ونظراً لأهمية هذا المكون يجب البدء فوراً فى مصر فى إعداد الخطط اللازمة لاستيعاب التكنولوجيا الخاصة به وإعداد الكوادر المطلوبة بشكل جاد ومتعمق بعيداً عن السطحية والعمومية.

٧-٢-١ (٢) المكون الجامد Hardware

إن المكونات الجامدة فى مجال المعلوماتية تشتمل الآن على مكونات كثيرة منها الحاسبات بأنواعها المختلفة سواء المحمولة أو الشخصية أو محطات العمل Workstations أو الحاسبات التى تعمل كمراكز خدمة Servers أو الحاسبات العملاقة Supercomputers. كذلك تشتمل على المكونات الخاصة بتنفيذ الشبكات مثل الموجهات Routers والمحولات Switches و كابلات الألياف الضوئية والأجهزة اللاسلكية وأجهزة الاتصال بالأقمار الصناعية لنقل البيانات بكافة أنواعها. هذا بالإضافة إلى الوحدات الطرفية بكافة أنواعها وأجهزة الطباعة وأجهزة ربط الحاسبات بالأنظمة الصناعية المختلفة ونظم الاستشعار سواء القريبة أو البعيدة وغيرها.

ويجب الإشارة هنا إلى أن دراسة هذا المكون تعتبر أساسية بالنسبة للنظم المدمجة Embedded Systems مثل الأجهزة المنزلية المختلفة أو الكاميرات الرقمية أو أجهزة التليفونات أو أجهزة التحكم الصناعية أو الأنظمة الكاملة مثل أنظمة الدفاع الجوى أو التحكم فى حركة الطائرات والمطارات أو أنظمة التوزيع الكهربية وغيرها وسيتطلب ذلك الاهتمام بتكنولوجيا "المحسات" Sensor Technology التى تتطور فى الوقت الحالى على المستوى العالمى بمعدل كبير [Bowonder, 1997]. وفى هذه الحالة تبرز أهمية ما يسمى "التصميم المختلط" Codesign والذى يأخذ فى الاعتبار بشكل متكامل ما يتعلق بالمكونات الجامدة

والمكونات اللينة وذلك فى إطار منظومة متكاملة [Schulz, 1998]. وتوضح الخطوات التالية الإطار العام لكيفية تنظيم دخول مصر فى هذا المجال:

(١) استيعاب التكنولوجيات المستخدمة ومتابعة تطورها باستمرار.

(٢) معرفة الخصائص الأساسية لهذا المكون وطرق نمذجة حتى يمكن دراسة تأثيره على أداء المنظومة الكاملة.

(٣) دراسة طرق التشغيل السليمة والصيانة بمستوياتها المختلفة.

(٤) دراسة إمكانية البدء فى تكنولوجيا إعادة تدوير الكم الكبير من المكونات الجامدة والاستفادة من التقدم فى "التكنولوجيا الخضراء".

(٥) استيعاب طرق تصميم هذه المكونات بالنسبة لشريحة منها يمكن أن تشتمل على: الدوائر المضافة Add-on Circuits لبعض الحاسبات الصغيرة أو بعض دوائر الربط Interface Circuits لبعض النبائط، وعلى الأخص تلك التى تتعامل مع اللغة العربية (نبائط اقتناص البيانات بأنواعها المختلفة سواء التى تتعامل مع اللغة المكتوبة أو المنطوقة). وذلك على أن يشتمل التصميم على مرحلة التصميم بهدف الإنتاج.

(٦) يمكن بعد ذلك عمل نماذج تجريبية للتعرف على المشاكل التكنولوجية المختلفة سواء فيما يتعلق بالأداء العام للمنتج أو الاعتبارات المختلفة الخاصة بإنتاجه. ويمكن أن تستمر هذه المرحلة لبعض الوقت نظرا للتطورات التكنولوجية المتلاحقة ومن الممكن ألا تتبعها مباشرة مرحلة الإنتاج.

(٧) عندما تحين الظروف الملائمة للإنتاج بعد استكمال دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية وغيرها تتم مرحلة الإنتاج والتى يجب أن تشتمل على

الدعم الفنى المطلوب بعد توزيع المنتجات وضرورة تقييم أداء المنتجات بشكل موضوعى حتى يمكن الاستفادة من ذلك فى تطوير هذه المنتجات بشكل مستمر.

(٨) فى كل المراحل الموضحة أعلاه يجب دعم البحث والتطوير كعنصر أساسى.

٧-٢-١ (٣) المكون اللين Software

إن وضع أى دولة فى مجال المكونات اللينة يرتبط ارتباطا وثيقا بمدى استيعابها للمكون المنظومى والمكون الجامد حتى بدون وجود إنتاج ملموس فى مجال المكونات الجامدة. وسنوضح فى هذا الجزء وضع السوق المصرى فى مجال المكونات اللينة (أو البرمجيات) وحجمه بالنسبة للخدمات التى تقدم فى مجال تكنولوجيا المعلومات بوجه عام وذلك من خلال أحد الدراسات الخاصة بتقييم وضع صناعة المكونات اللينة فى مصر [Harvard, 1998].

وتشير هذه الدراسة إلى أن الشركات العاملة فى مجال تكنولوجيا المعلومات تصل إلى ١٣٠ شركة ومبيعات البرمجيات تقدر فى عام ١٩٩٨ ما بين ٤٥ إلى ٥٠ مليون دولار. وتصل الخدمات المختلفة فى تكنولوجيا المعلومات إلى حوالى ٣٠٠ مليون دولار. ولم يشتمل التقرير على تحديد واضح لنوعية البرمجيات التى يتم إنتاجها فى مصر ولكنه أشتمل على توزيع معين بالنسبة لعدد من الدول موضحة فى الجدول رقم (٢٦).

obeikandl.com

جدول رقم (٢٦)

حجم إنتاج البرمجيات فى بعض الدول

نوعية المنتج	الهند	إسرائيل	باكستان	أيرلندا
أدوات تطوير	٩%	٥٠%	٥%	٥%
تطبيقات جاهزة	١٩%	٥٠%	–	٥٥%
تطبيقات حسب الطلب	٧٢%	–	٩٠%	٢٠%
وسائط متعددة	–	–	٥%	٢٠%
العائد عام ١٩٩٨	٢و٢ مليار دولار	٥و١ مليار دولار	٤٠ مليار دولار	٨و٦ مليار دولار
العائد المتوقع عام ٢٠٠٠	٣٨ مليار* (عام ٢٠٠٨)	١٧و٣ مليار دولار	١٠٠ مليار دولار	٥و١٠ مليار دولار
عائد مهندسى البرمجيات السنوى	١٤٠٠٠ دولار	١٤٠٠٠٠ دولار	–	٣٨٠٠٠ دولار

(*) هناك دراسة أخرى تتوقع وصول ذلك الرقم إلى ٥٠ بليون دولار [Bagchi, 1999]

والنمو المتوقع فى السوق المحلية حوالى ٣٥%. ولكن الاختراق العالمى محدود فى الوقت الحالى. ويمكن زيادة النمو فى السوق المحلية عن طريق دعم واستخدام الجهات الحكومية لتكنولوجيا المعلومات. كذلك يجب دعم إمكانية تصميم وتنفيذ نظم برمجيات لتطبيقات فى دول أجنبية. وذلك يتطلب الاهتمام بطرق التقييم الموضوعى لشركات إنتاج البرامج باستخدام النماذج العالمية المتعارف عليها مثل نموذج قياس مدى نضوج القدرات والذى سبق الإشارة إليه. وهناك العديد من المشاكل التى يجب التغلب عليها حتى يمكن إحداث طفرة فى هذا المجال وأهمها هى:

(١) مازال اختراق الإنترنت ضعيفا حتى الآن.

(٢) التنظيمات الحكومية وما يرتبط بها من تشـــريعات يجـــب مراجعتـــها أو تعديلها.

(٣) الدعم المالى للتطوير الصناعى ضعيف جدا. والبنوك غير مستعدة للدخول بشكل واضح فى مجال تكنولوجيا المعلومات بوجه عـــام أو فـــى مجـــال المكونات اللينة بوجه خاص.

وعلى الرغم من وجود بعض مواطن القوة فى الوضع المصرى مثل وجود قاعدة عريضة من الخريجين أو انخفاض تكلفة التنفيذ بالنسبة للتجمعات الدوليـــة الأخرى إلا أن ذلك يتطلب وجود ضوابط لتصنيف الأخصائيين فى هذا العمل أو فى الجامعات والمراكز المتخصصة الأخرى.

كذلك يجب متابعة ما يجرى على المستوى العالمى فى مجال حقوق الملكيـــة الفكرية وما يرتبط بها من موضوعات أخرى. والسبب فى ذلك أن التقدم الكبـــير فى مجال تكنولوجيا المعلومات وعلى الأخص نظم البرمجيات بأشكالها المختلفـــة يفرض الآن ضرورة تعديل التشريعات الحالية فى هذا المجال. وهنـــــاك جـــدل واسع فى المؤسسات الدولية وغيرها لمناقشة طبيعة هذه التعديلات. وبعض هـــذه النقاط ترتبط بموضوع خدمات استخدام البرمجيات، المكتبات الرقمية، الوســـائط المتعددة، وضع البرمجيات بالنسبة لـــبراءات الاخـــتراع، والأمـــور الخاصـــة بالهندسة العكسية.

ونظرا لتشعب هذا الموضوع وتعقيده فسأكتفى بإعطاء بعض المراجع فـــى هـــذا الشـــأن [Lewis, 1999(b)], [Nichols, 1999], [Edwards, 1998], [Samuelson, 1996(b)] , [Cifuentes, 1996], [Stern, 1996], [Samulson, 1998(b)], [Davis, 1996], [Samuelson, 1996(a)], [Neumann, 1996], [Samuelson, 1999], [O'Reilly, 1999], [Behrens, 1998], [Samuelson, 1997], [Samuelson, 1998(a)], [Lewis, 1999(a)], [Cifuentes, 1999].

وكما أشرنا فى الجزء الخاص بالمكونات الجامدة فإن النظم المدمجة يجب أن تحظى باهتمام كبير فى هذا الشأن نظرا لانتشار استخدام الحاسبات فى جميع الأنظمة مما يتطلب إعطاء قدر أكبر من الاهتمام بالنسبة للبرمجيات الخاصة بالنظم المدمجة[Phadke, 1997].

وهناك تطور مهم يحدث الآن فى مجال البرمجيات ويتعلق بموضوع "المنظومات ذات المصدر المفتوح (Open-Source System). ويتطلب هذا الاتجاه ضرورة أن تتيح شركات إنتاج البرمجيات التفاصيل الكاملة لما يسمى "برمجيات المصدر" وكذلك السماح للجهات التى تحصل على حق الانتفاع بهذه البرامج أن تضيف إليها أو تقوم بإجراء بعض التعديلات أو حتى توزيع نسخ من البرامج. وهذا الاتجاه الذى يسمى (البرمجيات الحرة) Free Software يحظى بمناقشات واسعة فى الوقت الحالى. ويجب متابعة هذا الموضوع بشكل متعمق [Comerford, 1999]. وأهمية ذلك بالنسبة لمصر تكمن فى أن كثيرا من البرمجيات المتاحة على المستوى العالمى تحتاج لبعض التعديلات بحيث يمكن استخدامها فى المنطقة العربية نتيجة لاستخدام اللغة العربية فى التعامل. لذلك فستعطى برامج المصدر المفتوح فرصة كبيرة لإدخال هذه التعديلات مباشرة بدلا من انتظار المنتج الأصلى والذى قد لا يمتلك الخلفية المناسبة عن متطلبات المنطقة العربية.

كما يلاحظ من الجدول رقم (٢٦) أن بعض الدول مثل الهند وباكستان تركز على تطبيقات "البرمجيات حسب الطلب"، وذلك لأن هذه النوعية تتطلب مشاركة عدد كبير من الأخصائيين فى تنفيذ المطلوب وأن هذا المنتج يكون ملائما لجهة واحدة فقط. ونظرا لأن العائد لمهندس البرمجيات فى هذه الدول أقل بكثير من غيرها (تقل فى بعض الأحيان عشر مرات كما هى الحال فى الهند

وإسرائيل) لذلك فهناك ميزة تنافسية لبعض الدول بالنسبة لهذه النوعية من البرامج.

وفى ضوء ما سبق يمكن أن نحدد فيما يلى الإطار الذى يمكن اتباعه بالنسبة لمصر فى مجال البرمجيات أو المكونات اللينة.

(١) النظم المدمجة

(٢) البرمجيات حسب الطلب.

(٣) أدوات التطوير والتطبيقات الجاهزة بالنسبة للغة العربية

(٤) تطبيقات الوسائط المتعددة فى النواحى التعليمية والتجارية.

ويجب أن تتم هذه الأنشطة فى إطار المنظومات الشبكية التى أصبحت العامل المشترك فى جميع التطبيقات.

٧-٢-١ (٤) المكون الشبكى

لقد نشأت أنظمة المعلومات فى المؤسسات المختلفة بصورة متدرجة حيث أنشأ كل قطاع نظام المعلومات الخاص به والذى أشتمل فى بعض الأحيان على شبكة محدودة المدى (LAN) أو شبكة واسعة المدى (WAN) حسب ظروف كل قطاع. ولكن مع الاتجاه السائد الآن لربط أنظمة المؤسسة كلها فى شبكة موحدة فقد تمت الاستفادة من الخبرات التى أتاحتها الشبكة العالمية (الإنترنت) وتم التفكير فى ربط الشبكات المختلفة فى المؤسسة الواحدة فى شبكة سميت (الإنترنت) "Intranet". بعد ذلك ونظرا لتعاملات هذه المؤسسة مع بعض المؤسسات الأخرى والرغبة فى ربط المؤسسة مع أنشطة هذه المؤسسات فقد تم تعديل نطاق شبكة (الإنترنت) وسميت (الإنترنت الممتدة) أو (الإكسترانت) "Extranet" [غنيمى، ١٩٩٩].

لذلك فإنه من الممكن أن تحتوى شبكة (الإنترنت) بوجه عام على الآتى:

(١) شبكة أو شبكات محدودة المدى LANs.

(٢) شبكة أو شبكات واسعة المدى WANs.

(٣) أجهزة خادمة "Servers" يمكن أن تكون فى صورة محطات عمل أو حاسبات شخصية متطور حسب تقسيم أنشطة أو بيانات أو معلومات المؤسسة.

(٤) أجهزة الزبائن "Clients" يمكن أن تكون فى صورة حاسبات شخصية.

(٥) البرمجيات الملائمة (سواء للأجهزة الخادمة أو أجهزة الزبائن وكذلك برمجيات إنشاء البيانات والوثائق المختلفة وإدارتها وتحليلها والاتصال بقواعد البيانات القائمة فعلا).

(٦) البرمجيات والأجهزة الخاصة بإدارة الشبكة وتأمينها أو أى إضافات أخرى فى حالة استخدام بنية متطورة أخرى للشبكة.

ويجب التنويه إلى أن شبكة (الإنترنت) تربط جميع المستخدمين بغض النظر عن أجهزة الحاسبات والبرمجيات التى تستخدم، كما أنها تربط الشبكات المختلفة فى المؤسسة وذلك فى منظومة واحدة تسمح بوجود نقطة اتصال واحدة لأى مستخدم. ويجب أيضا إعطاء أهمية خاصة لتأمين المعلومات والمعاملات فى إطار هذه الشبكة التى يمكن أن تكون متصلة أيضا بالإنترنت. ويمكن أن يتم ذلك عن طريق ما يسمى "نظام الحائط النارى" (Firewall) الملائم. ويجب الإشارة إلى أن الشبكات لن تقتصر فقط على المؤسسات المختلفة ولكنها ستصل أيضا إلى المنازل. وقد ابتدأت تكنولوجيا الشبكات المنزلية فى الظهور ويتوقع

أن يصل حجم السوق الخاص بها فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ٢٠٠٤ إلى حوالى ٤٠٠ مليون دولار [Lawton, 1999]. لذلك يجب الإعداد لها فى مصر عن طريق دعم البنى الأساسية للاتصالات بوجه عام أو التعرف على بعض التكنولوجيات البازغة والتى تستخدم شبكات توزيع الكهرباء لنقل المعلومات [Clark, 1998]. كما أن استخدام الإنترنت لنقل المكالمات التليفونية يزداد بشكل تدريجى وستصل السوق الخاصة به فى الولايات المتحدة الأمريكية إلى ٨,١ بليون دولار عام ٢٠٠١ [Leavitt, 1999].

٧-٢-١-(٥) المكون المعلوماتى والمعرفى

لقد أصبحت المعرفة تمثل الركيزة الأساسية لرخاء الشعوب ولم تعد المادة أو الطاقة تحتل مكان الصدارة بالنسبة لمستوى المجتمعات المختلفة. والمنتجات المختلفة هى أساسا تقطير للمعارف والمعلومات التى تكاتفت فى توليدها المجتمعات المختلفة عبر قرون طويلة. ولذلك فإن البشرية تدخل الآن ما يسمى بعصر المعلومات [Masuda, 1980] ويساعدها فى ذلك التطور الهائل فى تكنولوجيا شبكات المعلومات. وقد أصبح للشبكات دور هام فى صياغة أنشطة المجتمعات والتأثير على سلوكها بحيث أصبح هناك من يتحدث عن المجتمع الشبكى فى عصر المعلومات أو الجيل الشبكى [Tapscott, 1998]. كل ذلك نشأ من الانتقال إلى صيغة مرجعية جديدة فى تكنولوجيا المعلومات نفسها [Tapscott, 1993].

إن المكون المعلوماتى بوجه عامه يتناول النقاط التالية: طبيعة المعلومات, كيفية توليدها وتنظيمها واستخدامها ومدى تأثيرها على الأنشطة المختلفة [UNIDO, 1998]. ومن أهم النقاط التى يجب التركيز عليها هى التأكد

من مصداقية المعلومات وعلى الأخص التى ستتاح على الشبكات بمستوياتها المختلفة. كذلك نظرا للطبيعة الإلكترونية للمعلومات والمعارف فيجب التركيز أيضا على طرق المحافظة عليها عن طريق نقلها باستمرار من وسيط إلى آخر حسب التطورات التكنولوجية وتوثيق عملية النقل للتأكد من عدم حدوث أى تغيير فى المحتوى المعلوماتى أو المعرفى [Ghonaimy, 1997]. وهناك موضوع آخر يتعلق بكيفية توصيف المعارف على الشبكات وعلى الأخص تلك التى سيشترك فى استخدامها عدد كبير من المستخدمين سواء فى علميات التصميم المختلفة للمنتجات أو اتخاذ القرارات أو غيرها من الأنشطة. ويتطلب ذلك دراسة وإنشاء ما يسمى Ontologies فى المجالات المختلفة بهدف توحيد الأفكار الأساسية. وستدعم هذه الأنظمة، على سبيل المثال، فرق التصميم المختلفة التى تستخدم شبكة الإنترنت [Cutkosky, 1996].

كذلك يجب دعم المكتبات الإلكترونية الرقمية نظرا للدور الهام الذى ستلعبه كمستودعات للمعرفة المتاحة للجميع عبر شبكات المعلومات بمستوياتها المختلفة [Fox, 1998].

كما يجب الاهتمام بموضوع التعددية اللغوية والثقافية بالنسبة للمعلومات والمعارف المتاحة على الشبكات العالمية والتركيز بوجه خاص على الترجمة بمساعدة الحاسبات واستخدام المنهجيات الخاصة بهندسة اللغة فى ذلك. وقد أوضحت بعض الإحصائيات عدم التوازن بالنسبة للغات المختلفة على شبكة الإنترنت كما يوضح الجدول رقم (٢٧) [Fox, 1997].

جدول رقم (٢٧)

أكثر ١٠ لغات استخداما فى شبكة الإنترنت

الترتيب	اللغة	نسبة الاستخدام
١	الإنجليزية	٨٢,٣
٢	الألمانية	٤,٠
٣	اليابانية	١,٦
٤	الفرنسية	١,٥
٥	الأسبانية	١,١
٦	الإيطالية	٠,٨
٧	البرتغالية	٠,٧
٨	السويدية	٠,٦
٩	الهولندية	٠,٤
١٠	النرويجية	٠,٣

٧-٢-١ (٦) المكون البشرى

يعتبر المكون البشرى أهم المكونات إذا تم التخطيط الجيد لإعداده وتم التصنيف السليم لمكوناته الفرعية. ونظرا لتشعب تطبيقات تكنولوجيا المعلومات ودخولها فى كل المجالات فقد أصبح من المحتم أن يصل المستخدم النهائى إلى مستوى معين فى استخدام الحاسبات وبرمجتها. ويسمى هذا النشاط البرمجة الخاصة بالمستخدم النهائى "End-User Programming". وهو يتطلب تدريبا مستمرا من جانب المستخدم النهائى بالإضافة إلى قدر كبير من التعلم المستمر أيضا [Compeau, 1995]. والمستخدم النهائى يمكن أن يشتغل بأى مهنة سواء فى مجال الطب أو الهندسة أو التجارة أو القانون أو الزراعة أو غيرها من المهن، ولكنه لا يمكن أن يصنف على أنه أخصائى فى الحاسبات والبرمجيات

وتطوير نظم المعلومات. والسبب فى ذلك أن هذه المجالات الأخيرة تتطلب دراسة مكثفة وتدريبا وتعلما مستمرا فى مجال هندسة الحاسبات وهندسة البرمجيات وغيرها من التخصصات الدقيقة فى مجال تكنولوجيا المعلومات بوجه عام. وفى مصر لا توجد خطوط فاصلة بين المستخدم النهائى القادر على البرمجة والأخصائى فى مجال تكنولوجيا المعلومات. وأصبح الكثيرون من مجموعة المستخدمين النهائيين يعتبرون أنفسهم أخصائيين فى تكنولوجيا المعلومات وعلى الأخص فى مجال هندسة البرمجيات؛ مما كان له أثر كبير فى انخفاض مستوى تنفيذ نظم المعلومات بوجه عام. وتجدر الإشارة هنا إلى أن كلا الاتجاهين مطلوب وله المعايير الخاصة بقياس كفاءة أداء كل من ينتمى إليه. وتوجد إحصائيات لكل مجموعة على حدة كما يبين الجدول الآتى رقم (٢٨) لعدد الأخصائيين فى مجال البرمجيات وعدد المستخدمين النهائيين القادرين على البرمجة فى عدد من دول العالم وذلك عام ١٩٩٥ [Jones,].

جدول رقم (٢٨)

الأخصائيون فى البرمجيات والمستخدمون النهائيون فى عدد من دول العالم عام ١٩٩٥

الدولة	الأخصائيون فى البرمجيات	المستخدمون النهائيون القادرون على البرمجة
الولايات المتحدة الأمريكية	١,٧٥٠,٠٠٠	١٠,٠٠٠,٠٠٠
اليابان	٨٥٠,٠٠٠	٣,٥٠٠,٠٠٠
المملكة المتحدة	٣٨٥,٠٠٠	١,٧٥٠,٠٠٠
فرنسا	٣٧٥,٠٠٠	١,٧٠٠,٠٠٠
ألمانيا	٥٥٠,٠٠٠	١,٦٥٠,٠٠٠
البرازيل	٤٧٥,٠٠٠	١,٥٠٠,٠٠٠
الصين	٩٥٠,٠٠٠	١,٢٥٠,٠٠٠
الهند	٧٥٠,٠٠٠	١,٢٠٠,٠٠٠
روسيا	٧٥٠,٠٠٠	٩٠٠,٠٠٠
كوريا الجنوبية	٣٠٠,٠٠٠	٧٥٠,٠٠٠

ونظرا لأهمية دور الأخصائيين فى مجال البرمجيات والنقص الكبير فى أعداد الخبراء منهم [Jones (a), 1999] على المستوى العالمى حيث يوضح الجدول رقم (٢٩) العجز فى مجال الأخصائيين بالولايات المتحدة الأمريكية والذى تم تقديره عام ١٩٩٨. ويوجد حاليا نشاط مكثف لوضع الضوابط التى تكفل ممارسة هذه المهنة لمن هو أهل لها وخصوصا أن مشكلة عام ٢٠٠٠ قد بينت قدرا كبيرا من القصور فى تصميم البرمجيات، لا سيما بالنسبة لتطبيقات النظم المدمجة والأنظمة الحرجة منها على وجه الخصوص. وتتولى هذا الموضوع الآن أعرق الجمعيات العلمية مثل الجهد المشترك الذى تقوم به جمعية الحاسبات المنبثقة عن جمعية مهندسى الكهرباء والإلكترونيات Computer Society (Institute of Electrical & Electronics Engineers, IEEE) ولجنة تنسيق هندسة البرمجيات فى رابطة الآلات الحاسبة Software Engineering Coordinating Committee "SWECC" (Association for Computing Machinery, ACM) لوضع الخلفيات العلمية والتكنولوجية التى يجب أن يتمتع بها من ينتظمون فى دراسات هندسة البرمجيات بالجامعات والمعاهد المختلفة [Piner, 1999]. وأحد المشروعات المشتركة التى بدأت فى عام ١٩٩٨ يتعلق بوضع دليل يحتوى على مجموعة المعارف المطلوبة لتخصص هندسة البرمجيات Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) وتوجد نسخة مبدئية من هذا الدليل على شبكة الإنترنت بعنوان: http://www.swebok.org . وينتظر أن تصدر النسخة المعدلة عام ٢٠٠١ . كما يوجد عرض آخر لهذه الأنشطة وغيرها فى المراجع الآتية [Parnas, 1997], [Bagert, 1999], [Rada, 1999].

٧-٢-١ (٧) البنية الأساسية

نظرا لارتكاز أنظمة المعلومات على الشبكات بأنواعها المختلفة فإن الأمر يتطلب إنشاء بنية أساسية للاتصالات الرقمية. ويمكن الاسترشاد فى هذا الشأن بالشبكة الأوربية الأساسية والتى تسمى Ebone (European Backbone) والتى تسهل اتصال الدول الأوربية بالشبكة العالمية الإنترنت أو الشبكة التى تسمى (TEN) (Trans European Network) والتى تربط ما بين ١٤ دولة أوروبية. والميزة الأساسية لهذه النوعية من الشبكات تتلخص فى الآتى: تقليل تكلفة الاتصالات – ضمان التطوير المستمر عن طريق جمع البيانات الملائمة عن الاستخدام وكفاءة الأداء فى إطار نظام متكامل لإدارة هذه الشبكة – تسهيل وسرعة عملية الاتصال بالنسبة للمؤسسات المختلفة. ولا توجد فى الوقت الحالى فى مصر مثل هذه الشبكة المتكاملة. ولكن الأمر يترك لكل جهة أو مجموعة جهات فى توفير نظم الاتصالات الخاصة بها مما يزيد فى التكلفة وكذلك يزيد من صعوبة اتصال هذه الجهات ببعضها البعض. لذلك يجب أن تحظى هذه الشبكة بأولوية كبيرة.

هناك أيضا نشاط آخر يكمل هذه الشبكة وهو الاهتمام بنظم التوصيل للأفراد والمؤسسات (وعلى الأخص الصغيرة منها)، حيث أن تكلفة ذلك وصعوبة تنفيذه فى الوقت الحالى تعوق انتشار ووصول المعلومات المختلفة من خلال الشبكات.

جدول رقم (٢٩)

عدد الأخصائيين فى مجال البرمجيات بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٨

والعجز المتوقع فى كل مجموعة

مجال التخصص	العدد الحالى	العجز المتوقع
مبرمج/ محلل Programmer / analyst	٤٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠
مبرمج (صيانة) Programmer (maintenance)	٣٥٠٠٠٠	٨٠٠٠٠
مبرمج (تطوير) Programmer (development)	٢٧٥٠٠٠	٦٣٢٥٠
مدير مشروع (مستوى أول) Project manager (first level)	٢٢٥٠٠٠	٥٦٢٥٠
مهندس برمجيات (منظومات) Software engineer (Systems)	٢٠٠٠٠٠	٥٢٠٠٠
أخصائى اختبارات Testing specialist	١٢٥٠٠٠	٦٥٠٠٠
محلل نظم System analyst	١٠٠٠٠٠	٢٢٠٠٠
مهندس برمجيات (زمن حقيقى) Software engineer (real-time)	٧٥٠٠٠	٢٦٢٥٠
موثق برمجيات Software technical writer	٧٥٠٠٠	١٠٥٠٠
مهندس برمجيات (نظم مدمجة) Software engincer (embedded)	٧٠٠٠٠	٣٢٩٠٠
أخصائى إدارة بيانات Data administration speeialist	٥٠٠٠٠	١٧٠٠٠
مدير مشروع (مستوى ثانى) Project manager (second level)	٣٥٠٠٠	٧٠٠٠
أخصائى تأكيد جودة برامج Software quality assurance specialist	٢٥٠٠٠	٧٥٠٠
أخصائى تحكم فى هيئة البرامج Configuration control speeialist	١٥٠٠٠	١٢٣٠٠
أخصائى أداء Performance speeialist	٧٥٠٠	٥٧٠٠
مدير مشروع (مستوى ثالث) Project manager (third level)	٥٠٠٠	٩٠٠
معمارى برمجيات Software architect	١٥٠٠	٢٧٠
العدد الكلى للوظائف الأساسية	٢٠٣٤٠٠٠	٥٥٩٣٢٠
العدد الكلى للوظائف المساعدة	٣٤٩٥٠٠	٩٩٨٤٥
العدد الكلى	٢٣٨٣٥٠٠	٦٥٩١٦٥

كذلك نظرا لانتشار الكثير من قواعد المعلومات والمعارف وإتاحتها على الشبكات فإن أحد الأمور الأساسية هو الاهتمام بنظم التأمين المختلفة وعلى الأخص بالنسبة لتلك الشبكات والمعلومات المرتبطة بالأمن القومى. ويجب التركيز أيضا على حماية شبكات توزيع الطاقة الكهربية التى أصبحت تعتمد بشكل متزايد على الحاسبات ونظم المعلومات ووضع خطة قومية والاسترشاد ببعض الأنشطة العالمية فى هذا الشأن [Jones, 1999(b)]. وقد أصبحت حماية نظم المعلومات والشبكات جزءا أساسيا من خطط الدفاع القومية وعلى الأخص فى إطار ما يسمى الآن بحرب المعلومات [Munro, 1996], [Lukasik, 1998], [Jajodia, 1999], [Schwartu, 1994].

٧-٢-١ (٨) التطبيقات القومية

هناك بعض التطبيقات التى ترتبط بكيان الدولة وسيادتها اللذان يرتبطان ارتباطا وثيقا بالقدرة على تنفيذ المشروعات ذات البعد الإستراتيجى، وعلى الأخص فى مجالات الدفاع والأمن القومى واستغلال الثروات المختلفة وتطويع التكنولوجيا المتقدمة لأغراض التنمية والتعليم والبحث العلمى. ويتطلب تنفيذ هذه المشروعات القدرة على جمع المعلومات والمعارف المطلوبة من مصادر متعددة وتحديد مدى مصداقية كل منها. هذا إضافة إلى القدرة على الإنتاج الجزئى لبعض الوسائل المطلوبة لتنفيذ هذه المشروعات.

وبعض هذه المشروعات يمكن أن تكون نظم المعلومات الخاصة بإدارة عمليات الإنتاج - نظم معلومات الرعاية الصحية - النظم التعليمية - نظم المعلومات الإحصائية - نظم المعلومات المرتبطة بالنواحى العسكرية والأمن القومى - نظم المعلومات الجغرافية.

٧-٢-١ (٩) النواحى الإيكولوجية

إن لكل تطور تأثيرات مختلفة سواء على الإنسان أو البيئة بوجه عام تندرج فى إطار النواحى الإيكولوجية. وتكنولوجيا المعلومات بكل ما تشتمل عليه من أنشطة لها تأثيرات صحية على الإنسان سواء فى الجزء الخاص باستخدام لوحة المفاتيح أو الفأرة الإلكترونية فى الحاسبات أو التأثيرات الإشعاعية لشاشات العرض أو غيرها من النبائط الإلكترونية المستخدمة أو أثناء العمليات الإنتاجية المختلفة. وقد ازداد الاهتمام فى الآونة الأخيرة بالتأثيرات البيئية المختلفة [Ghonaimy, 1998(a)] وابتدأ نشاط مكثف فى مجال ما يسمى الهندسة الخضراء Green Engineering. وكأمثلة لهذا النشاط فى جامعة كارنيجى ميلون "بالولايات المتحدة الأمريكية بدأت "مبادرة التصميم الأخضر" التى تركز على إيجاد المنهجيات الخاصة بتصميم المنظومات المختلفة التى لا تؤثر بشكل ملموس على البيئة أو الإنسان [Hedberg, 1996]. كذلك بدأ الاهتمام بموضوع إيكولوجيا المنظومات والمعلومات [Sage, 1998] وعلى الأخص فى مجال تصميم الحاسبات "الخضراء" [Golderg, 1998] وتدوير المنتجات المختلفة سواء الحاسبات نفسها أو الأجهزة المساعدة لها أو الوسائط المختلفة التى تستخدم لتخزين البيانات أو الطباعة أو غيرها. لذلك يجب أن يحظى هذا الموضوع بالاهتمام المناسب وأن تتم متابعة ما يتخذ من تشريعات على المستوى العالمى ووضع التشريعات المحلية الملائمة.

٧-٢-١ (١٠) النواحى الاقتصادية

لقد أثرت تكنولوجيا المعلومات على النواحى الاقتصادية المختلفة فى جميع المجتمعات. ولكن الأهم من ذلك هو ظهور منظومة اقتصادية جديدة مبنية على المعرفة والمعلومات. لقد أصبحت هناك قيمة مضافة للمعلومات والمعارف.

وينتج عن هذه القيمة المضافة مزيد من المعلومات التى تعمل بدورها على زيادة القيمة وهكذا. إن هذه العملية الدورية تمثل نوعية خاصة من جمع المعلومات وتسمى التعلم الذى يلعب دورا محوريا فى الاقتصاد الجديد الذى أصبحت الصدارة فيه للميزة المعرفية بدلا من الميزة المادية. ويطلق البعض علية إسم "الاقتصاد الخالى من الاحتكاك" [Lewis, 1997](Friction-Free Economy).

ويعتمد هذا الاقتصاد على آلية "التغذية المرتدة الموجبة" (Positive Feedback) حيث ينشئ أحد الأشخاص أو تنشئ أحد المؤسسات شيئا جديدا – اختراع أو برامج للحاسبات أو منهجية جديدة للتصميم ثم يضيف شخص آخر لهذا الشيء من خلال التعديل أو التطبيق أو زيادة الكفاءة. وتستمر هذه الدورة (الاختراع – التعلم – إضافة قيمة جديدة) حتى تصل هذه التكنولوجيا إلى درجة التشبع وتظهر تكنولوجيا أخرى بدلا منها.

ويظهر تأثير التغذية المرتدة الموجبة بشكل كبير وواضح فى مجال الحاسبات سواء المكونات الجامدة أو المكونات اللينة. هذا بالإضافة إلى أن التعلم يتم بشكل أسرع بالنسبة للتجمعات المختلفة وليس للمؤسسات المنفردة ويسميه البعض "كايرتسو (keiretsu) الرقمى" الذى يعنى باختصار أن الكل أكبر من مجموع الأجزاء. فعلى سبيل المثال عندما تعاونت شركة "إنتل" (Intel) وشركة "مايكروسوفت" Microsoft استفادت كل منهما أكثر من عملها على انفراد.

خلاصة القول أنه يجب علينا أن نستوعب بشكل عميق أساسيات الاقتصاد المبنى على المعرفة [Ungson, 1999] و[Tapscott, 1996] مع التركيز بالطبع على علاقة نظم المعلومات بالاقتصاد [Kauffman, 1998] وتأثير شبكة الإنترنت على النواحى الاقتصادية والتجارية بشكل عام [Lynch, 1996].

٧-٢-١ (١١) اعتبارات نقل التكنولوجيا

عندما نتحدث عن نقل التكنولوجيا يتبادر إلى الذهن نقلها من المجتمعات المتقدمة إلى المجتمعات النامية. وبالطبع فإن ذلك يعتبر أحد جوانب الموضوع. ولكن يجب النظر إليه بشكل أكثر اتساعا وشمولية. فهناك جانب آخر فى عملية نقل التكنولوجيا لا يرتبط بمستوى التقدم للمجتمعات المختلفة، ولكنه يتعلق بكيفية نقل الأفكار المختلفة من معامل البحوث والتطوير إلى المؤسسات الإنتاجية وبعد ذلك نقلها إلى الاستخدام النهائى فى التطبيقات المتعددة.

والجانب الأول فى موضوع نقل التكنولوجيات أى نقلها من الدول المتقدمة إلى الدول النامية يتطلب أولا إيجاد المناخ العلمى والتكنولوجى لاستيعاب التكنولوجيا المطلوبة. بعد ذلك تتم دراسة نقل التكنولوجيا المطلوبة وذلك عن طريق الآليات المناسبة وعناصرها الأساسية بهدف توطين هذه التكنولوجيا وتكاملها مع التكنولوجيات الأخرى [هلودة، ١٩٩٩]. وسيتم عرض موضوع استيعاب تكنولوجيا المعلومات فى جزء لاحق من هذه الدراسة.

الجانب الثانى فى موضوع نقل تكنولوجيا المعلومات هو كيفية استيعاب الأفكار والمنتجات الجديدة فى التطبيقات المختلفة. ويتطلب ذلك الاهتمام بطرق تقييم التكنولوجيات المختلفة فى هذا المجال سواء تكنولوجيا المكونات الجامدة أو المكونات اللينة (البرمجيات) وغيرها. وقد يتطلب ذلك وجود مؤسسات محايدة تقوم بعملية التقييم وهو الأمر الذى لا يتوافر حاليا على المستوى العالمى [Jones, 1995(a)]. هذا بالإضافة إلى أن دراسات نقل التكنولوجيا تتضمن أيضا دراسة اعتبارات أخرى قد لا تكون مرتبطة بالنواحى التكنولوجية مثل النواحى الاقتصادية والبيئية والاجتماعية والسياسية وغيرها [Kuchinsky, 1996]. كذلك هناك اعتبارات خاصة بنقل التكنولوجيا من مرحلة الأبحاث الجامعية إلى

الصناعة [Foley, 1996]. وهناك بعض الدراسات التى تضع الأطر الخاصة بنقل التكنولوجيا مثل: الشراكة الإستراتيجية – استيعاب التكنولوجيا من خلال بناء نماذج بهدف التقييم – إنشاء المؤسسات الجديدة المناسبة أو تكامل بعض المؤسسات القائمة – دراسة حساسية الأسواق – تطوير البنية الأساسية المطلوبة – حفز البحث والابتكار – الإسراع فى استيعاب ووضع المواصفات القياسية – دراسة طرق التصميم للإنتاج [Brown, 1994].

٧-٢-٢ النظم والنبائط والمكونات والمواد الإلكترونية والضوئية

نظرا للتطور الكبير والسريع فى هذه المجالات كما أشرنا فى (٤-١) فيجب البدء فورا فى إنشاء نواة لصناعة المكونات الإلكترونية والضوئية والتى تتطلب تكثيف الاهتمام باستيعاب هذه التكنولوجيات المتطورة. ويمكن البدء ببعض مستويات الدوائر المتكاملة فى مجال الإلكترونيات. وهناك نشاط حالى فى مصر بالنسبة لتصميم هذه الدوائر، ولكن يتم إنتاج بعض عينات هذه التصميمات فى الخارج. كما يمكن أيضا البدء فى تصميم بعض النبائط والنظم الإلكترونية وتنفيذها واختبارها حتى يمكن استيعاب هذه التكنولوجيا بالإضافة إلى معرفة الاحتياج من الدوائر المتكاملة المختلفة.

وبالنسبة للدوائر المتكاملة يمكن أن نبدأ من مستوى شرائح السليكون على أن يتم الاتفاق مع بعض الشركات العالمية فى توريد هذه الشرائح على أن نبدأ فى مصر بإنتاج الشذرات واختبارها واستخدامها فى الدوائر المختلفة. بعد ذلك يمكن البدء فى إنتاج الشرائح نفسها، وقد سلكت بعض الدول هذا الطريق مثل ماليزيا. وكما أشرنا قبل ذلك فإن عام ٢٠١٢ من الممكن أن يشهد حدود التصغير الممكن فى الدوائر المتكاملة والاتجاه إلى تكنولوجيات أخرى. لذلك يجب علينا فى الفترة من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠١٠ تكثيف الجهود فى

استيعاب التكنولوجيا الحالية وكذلك الاستعداد للتكنولوجيات الجديدة التى سيتم استخدامها بعد ذلك والتى ستأخذ فى الاعتبار النواحى "الكمية" Quantum considerations هذا بالإضافة إلى تكنولوجيا "النانو" التى يمكن أن تشهد بدايات تطبيقية جادة فى الفترة ما بعد عام ٢٠١٠.

وبالنسبة للمكونات الضوئية يجب التركيز فى الفترة من عام ٢٠٠٠ حتى عام ٢٠١٠ على تكنولوجيا الألياف الضوئية بأنواعها المختلفة نظرا لأهمية ذلك فى شبكات المعلومات. كذلك البدء فى استيعاب تكنولوجيا الليزر نظرا لأهمية ذلك فى مجال وسائط تخزين البيانات وكذلك فى النبائط المطلوبة لتكنولوجيا الاتصالات. ومن المحتمل أن يتم إنتاج بعض وسائط التخزين الهولوجرافية عالميا على مستوى اقتصادى بعد عام ٢٠١٠ على أكثر تقدير.

٧-٢-٣ الحاسبات المتقدمة مثل الحاسبات الكمية والحيوية

تمت الإشارة قبل ذلك فى الفصل (٤-١) إلى أنه مع حلول عام ٢٠١٠ تقريبا ستكون تكنولوجيا السليكون قد قاربت الوصول إلى حالة التشبع بالنسبة لعدد الترانزستورات التى يمكن أن تحتوى عليها الشذرة الواحدة من الدوائر المتكاملة، هذا بالإضافة إلى وصول توصيلات الدوائر إلى مستوى ٥٠ نانومتر. ولذلك فمن الممكن أن تكون الأبحاث فى المكونات المنطقية الكمية (Quantum Logic Devices) قد وصلت إلى المستوى الذى يمكن من استخدامها فى بناء الحاسبات الكمية. كذلك من المحتمل أيضا استخدام المواد الحيوية أو المواد الحيوية المختلطة والتى تجمع مثلا بين البروتينات والسليكون أو المواد الأخرى لإنتاج نبائط جديدة تدخل فى تصميم الحاسبات الحيوية.

على هذا الأساس يجب أن تشتمل الفترة من عام ٢٠٠٠ وحتى عام ٢٠١٠ على استيعاب القدرات العلمية والتكنولوجية الأساسية فى هذه المجالات ومتابعة

البحوث والتطورات الموجودة على المستوى العالمى. وبهذا يمكننا المشاركة ولو بشكل محدود فى هذا المجال الذى من الممكـــن أن يغــير الأنمـــاط المختلفـــة للحاسبات والنبائط المساعدة المكملة لها.

٨- البنية المطلوبة لمنظومة العلم والتكنولوجيا

٨-١ مقدمة عامة

يتم فى هذا الجزء مناقشة البنية المطلوبة لمنظومة العلم والتكنولوجيا، حيث يتم أولا عرض الاعتبارات الخاصة بهيكل هذه البنية، ثم الـــهيكل العـــام لـــها، وأخيرا مناقشة بعـــض التفـــاصيل الخاصـــة بمجـــال تكنولوجيـــا المعلومـــات والإلكترونيات والتى تشتمل على الآتى:

- الخطة التجريبية لتكنولوجيا المعلومات.
- خطة تكوين الكوادر البشرية لتنفيذ الخطة التجريبية.
- إنشاء كيان قومى لتصميم وتنفيذ البرمجيات الأساسية.
- إنشاء معهد قومى لتطوير تكنولوجيا المعلومات.
- خطة تكنولوجيا شبكات الحاسبات ونقل المعلومات.
- نظم المعلومات والمعرفة.
- البحث العلمى والتطوير.
- التعليم والتدريب المستمر والتوعية.

وتفاصيل هذا الجزء توجد فى المرجع [هلودة، ٢٠٠٠].

٨-٢ الاعتبارات الخاصة بهيكل البنية المطلوبة

يجب أن يأخذ الهيكل العام للبنية المطلوبة فى الاعتبار النقاط التالية:

١- تعدد حقول المعرفة وضرورة الترابط فيما بينها.

٢- معدلات التغيير فى التراكم المعرفى.

٣- ضرورة التأكيد على والتمييز بين المنظومات الفرعية الأساسية التالية:

٣-١ البحث العلمى واستيعاب التكنولوجيا.

٣-٢ التطوير التكنولوجى المرحلى وكياناته المختلفة مثل المدن العلمية والتكنولوجية والحضانات التكنولوجية.

٣-٣ مكونات المنظومة الإنتاجية وعلاقتها بالنواحى الأخرى سواء كانت سياسية أو اقتصادية أو اجتماعية.

٣-٤ الأطر العامة لتنفيذ كل مجموعة فرعية وضمان استمراريتها.

٣-٥ التعاون والشراكة العالمية.

٨-٣ الهيكل العام للبنية المطلوبة

إن كيان الدولة وسيادتها يرتبطان ارتباطا وثيقا بما يلى:

١- القدرة على تنفيذ المشروعات ذات البعد الإستراتيجى بشكل مستقل وعلى الأخص فى مجالات: الدفاع - الأمن القومى - استغلال الثروات الطبيعية - تطويع التكنولوجيا المتقدمة لأغراض التنمية - التعليم والبحث العلمى.

٢- القدرة على جمع المعلومات والمعرفة المطلوبة لتنفيذ هذه المشروعات من مصادر متعددة وتحديد مدى مصداقية كل منها.

٣- القدرة على الإنتاج الجزئى لبعض الوسائل المطلوبة لتنفيذ هذه المشروعات.

obeikandl.com

ويجب التركيز عند وضع الإستراتيجية على الظروف المحلية والتى يجب أن تأخذ فى الاعتبار ما يلى:

١- الهيكل التنظيمى للهيئات والمؤسسات والوزارات.

٢- تصنيف الموارد البشرية الحالية وتقييمها والإمكانيات المتاحة أو المطلوبة لتطويرها.

٣- الموارد المادية المتوفرة.

٤- الإمكانيات التصنيعية.

٥- الإمكانيات التدريبية والتعليمية.

٦- إمكانيات البحث والتطوير.

كما يجب أن تتضمن الإستراتيجية الجزء الخاص بحصر الإمكانيات المادية المتاحة والتى يمكن استخدامها لتنفيذ المراحل المختلفة من الإستراتيجية ومعرفة مدى الاستفادة منها فى التوقيت الذى تحدده الإستراتيجية.

كذلك يجب حصر الإمكانيات البشرية التى يمكن الاستفادة منها عند تنفيذ الإستراتيجية. وسيتطلب ذلك الحصر حرصا شديدا عند تقييم نوعية الخبرات ومستواها. وكذلك التنبؤ بالمستوى الذى ستصل إليه عند احتياجها والأعداد المتاحة منها فى ذلك الوقت. ويجب تحرى الدقة فى هذا الحصر حيث أن هذا سيؤثر على تحديد المتطلبات البشرية الإضافية التى يجب توفيرها لتنفيذ الخطة.

obeikandl.com

٨-٤ التفاصيل الخاصة بتكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات

٨-٤-١ الخطة التجريبية لتكنولوجيا المعلومات

(١) خطة صناعة أجهزة الحاسبات

لقد أصبحت صناعة الحاسبات أحد المكونات المحورية التى تدعم تكنولوجيا المعلومات. ويمكن فى البداية التركيز على الميكروحاسبات ووضع الإطار العام لهذه الصناعة على الوجه التالى [هلودة، ٢٠٠٠]:

١- عمل جميع التصميمات الخاصة بالحاسب المراد تصنيعه سواء من حيث الدوائر المختلفة أو البرمجيات الأساسية.

٢- تنفيذ النموذج التجريبى واختباره بدقة.

٣- تحديد جميع متطلبات التصنيع وكيفية الاستفادة من جميع الإمكانيات المتوفرة فى مجال الصناعة الإلكترونية. ثم البدء فى التصنيع مع الاهتمام بموضوع تأكيد جودة المنتجات.

٤- تكوين مراكز التوزيع والصيانة وتدريب الكوادر الفنية.

(٢) خطة صناعة الأجهزة المساعدة

الأجهزة المساعدة لنظام الحاسبات تمثل جزءا أساسيا فيه ويمكن تقسيم هذه الأجهزة إلى القطاعات الآتية:

١- الأجهزة الخاصة بالتعامل مع الحاسبات مثل وحدة المفاتيح وشاشة عرض البيانات.

٢- أجهزة التخزين المغناطيسية والضوئية.

٣- أجهزة الطباعة بأنواعها.

٤- أجهزة أخرى مثل الراسمات وأجهزة مسح الصور.

obeikandl.com

ويمكن فى البداية الدخول فى إنتـــاج مشـــترك مـــع الشـــركات العالميـــة المتخصصة فى هذه المجالات.

(٣) خطة صناعة أجهزة الشبكات

أصبحت الشبكات الآن أحد النظم الأساسية المساعدة للحاسبات. ولذلك يجب وضع خطة خاصة بها. وبوجه عام يوجد نوعان من الشبكات:

١- الشبكات المحلية وهى التى تتولى ربط أجهزة الحاســـبات فـــى الشـــركات والمؤسسات ولكن فى نطاق محدود.

٢- الشبكات المتسعة والتى تشمل اتصال أجهزة الحاسبات على نطاق جغرافـى أوسع. وعند وضع خطة صناعة هذه الأجهزة يجب أن توضع الأولويـــات بالنسبة لكل نوعية من الشبكات مع مراعاة التطور السريع والمســـتمر فـــى هذه المجالات وإعطاء أهمية كبيرة لموضوع التصميم والتطوير والبحوث.

(٤) خطة صناعة البرمجيات الأساسية

البرمجيات الأساسية مثل نظم التشغيل أو نظم إدارة قواعد البيانات أو نظـم إدارة شبكات الحاسبات وغيرها تشكل جزءا لا يتجزأ من أنظمـــة الحاســـبات. ولذلك فإن صناعة الحاسبات لا تكتمـــل إلا بعمـــل خطـــة متكاملـــة لصناعـــة البرمجيات الأساسية.

<u>٨-٤-٢ خطة تكوين الكوادر البشرية لتنفيذ الخطة التجريبية</u>

عند وضع خطط التصنيع يجب تحديد الكوادر البشرية المطلوبة ومســـتوى خبرتها والتدريب المطلوب لها. وتتضمن هذه الخطـــة دور كـــل المؤسســـات الصناعية والبحثية والتعليمية وكذلك المؤسسات الدولية المختلفة التى يمكـــن أن تساهم فى التنفيذ.

٨-٤-٣ إنشاء كيان قومي لتصميم وتنفيذ البرمجيات الأساسية

فى المرحلة الأولى من الخطة التجريبية يتم النظر فى إنشاء الكيان القومى فى إطار ما يلى:

١- تحديد مستويات تنفيذ البرمجيات من حيث حجم وإمكانيات نظم الحاسبات.

٢- اختيار البرمجيات الأساسية التى سيتم تنفيذها.

٣- إعداد برامج التدريب المطلوبة سواء محليا أو فى الخارج.

٤- تحديد الإطار العام للكيان سواء كان جهة تطوير مستقلة أو دعم بعض المراكز القائمة لتنفيذ الأهداف المطلوبة.

٥- تحديد المتطلبات من أجهزة وكوادر بشرية.

٨-٤-٤ إنشاء معهد قومي لتطوير تكنولوجيا المعلومات

لكى يمكن ملاحقة التطورات المستمرة واستيعاب تفاصيلها بالعمق الذى يسمح باستخدامها فى التطبيقات المختلفة يجب أن ينشأ معهد على مستوى علمى وفنى عالى للقيام بالتدريب والبحث والتطوير فى المجالات التى تحددها الإستراتيجية العامة للمعلومات.

ويشتمل نشاط المعهد على كل ما يتعلق بالأجهزة والمعدات والبرمجيات الأساسية وهندسة البرمجيات مع الاهتمام بتخطيط نظم المعلومات والتدريب سواء الإدارة العليا أو العناصر الفنية للتشغيل والمتابعة.

٨-٤-٥ خطة تكنولوجيا شبكات الحاسبات ونقل المعلومات

أصبحت نظم اتصال الحاسبات تتعدى حدود المدن والأقطار وتعمل على ربط جميع وحدات المؤسسة بغض النظر عن الحدود الجغرافية. وقد تطلب ذلك

obeikandl.com

الاهتمام بتكنولوجيا شبكات نقل المعلومات وأصبحت بمثابة الشرايين الأساسية للمؤسسات المختلفة. ويجب الاهتمام بتحديد الاحتياجات المستقبلية للقطاعات المختلفة سواء على المدى القريب أو البعيد حتى لا تحدث أية اختناقات تؤثر كفاءة النظم بوجه عام.

ولكى يمكن تنفيذ متطلبات نظم المعلومات من أنظمة شبكات نقل المعلومات يجب تحديد مجال أو أكثر لدراسة إمكانية تصنيع النظم الخاصة به فى مصر. وسيساعد ذلك على تعميق استيعاب هذه النظم وتفاصيلها المختلفة بالإضافة إلى سرعة تنفيذ نظم المعلومات التى تدعمها هذه النظم.

٨-٤-٦ نظم المعلومات والمعرفة

(١) نظم المعلومات

تشتمل هذه الأنظمة على الآتى:

- نظم المساعدة فى اتخاذ القرار.
- نظم المعلومات الخاصة بالتحكم فى عملية الإنتاج.
- نظم المعلومات الخاصة بالرعاية الصحية والمستشفيات.
- نظم المعلومات الإحصائية.
- نظم المعلومات الخاصة بالنواحى العسكرية والأمن القومى.
- نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems).

(٢) نظم الخبرة والمعرفة

تتيح هذه النظم الفرصة للانتقال من تخزين ومعالجة المعلومات إلى تمثيل وتخزين ومعالجة المعرفة. وقد أصبحت هذه النظم تمثل ركيزة أساسية فى جميع

obeikandl.com

المجالات المختلفة نظرا لأنها تساعد الإخصائيين فى التركيز على جوهر المشكلة والاستفادة من جميع الخبرات السابقة فى مجال عملهم.

(٣) النظم المدمجة Embedded System

هذه هى النظم التى تحتوى على الحاسب أو نظام المعلومات كجزء من نظام أشمل. وتبدأ هذه بالنظم الصغيرة التى يمكن أن تشتمل على حاسب صغير يقوم ببرمجة تشغيل غسالة كهربية إلى النظم الكبيرة التى تشمل على نظام للمعلومات والتحكم فى مصنع للسيارات أو الحديد والصلب أو نظام للدفاع الجوى.

٨-٤-٧ البحث العلمى والتطوير

(١) البرامج القومية

نظرا للتغير السريع فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات فإن الأمر يتطلب وضع برامج قومية طويلة المدى ترتكز على الآتى:

١- التعرف الدقيق على مستوى وإمكانيات البحث العلمى فى مجالات البرامج القومية واتجاهات البحث العالمى.

٢- التعرف بشكل دقيق على مدى الاحتياج المحلى والقيود التى تفرضها الظروف المحلية بالنسبة لكل من هذه البرامج.

(٢) تطوير البحث العلمى فى الجامعات

يمثل البحث العلمى فى الجامعات أحد مهامها الأساسية ولذلك يجب أن تشتمل برامجه على الآتى:

١- تكوين البنية الأساسية للبحث العلمى من حيث المنهجية والمكون المادى والمكون البشرى متمثلا فى الكوادر العلمية.

obeikandl.com

٢- إجراء البحوث الأساسية فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات بوجه عام ومتابعة التطورات العالمية فى هذا الشأن.

(٣) البحث والتطوير فى قطاعات الصناعة والخدمات

هناك بعض المجالات التى تتطلب أن يتم فيها البحث والتطوير فى داخل القطاعات الصناعية أو الخدمية نفسها. ولذلك يجب تحديد هذه المجالات وتوزيعها على القطاعات الملائمة منعا للتكرار.

٨-٤-٨ التعليم، التدريب المستمر، التوعية

(١) إستراتيجية التعليم

(١-١) التعليم قبل الجامعى

يجب إبراز دور تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات فى إستراتيجية التعليم قبل الجامعى وذلك بالنسبة لاتجاهين أساسيين. الاتجاه الأول يختص بالمادة التعليمية التى يتعين على التلاميذ استيعابها فى هذه المرحلة سواء فيما يتعلق بتكنولوجيا المعلومات كمادة أساسية أم استخدامها للنهوض بالعملية التعليمية لجميع المواد الأخرى. والاتجاه الثانى استخدام تكنولوجيا المعلومات فى جميع الأنشطة الأخرى المكملة للعملية التعليمية. وسيتطلب ذلك دعما كبيرا للإمكانيات المعملية بالإضافة إلى إنشاء المراكز التربوية الخاصة بتصميم البرمجيات التعليمية الملائمة ومتابعة التطورات المتلاحقة فى هذا المجال.

(١-٢) التعليم الجامعى

ينطبق بوجه عام على التعليم الجامعى ما سبق أن طبق على التعليم قبل الجامعى. ولكن يجب دراسة جميع التخصصات الجديدة التى برزت كنتاج لعصر المعلومات. كذلك يجب أن يتم التنسيق مع قطاعات الصناعات المختلفة

obeikandl.com

حتى يمكن إنتاج ما يحتاجه قطاع التعليم بوجه عام من أجهزة مختلفة تخدم مجال تكنولوجيا المعلومات.

(١-٣) الدراسات العليا

يجب وضع سياسة عامة للدراسات العليا فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات تغطى التخصصات المختلفة. ويتطلب ذلك التنسيق بين هذه السياسة والبرامج القومية فى البحث والتطوير.

(٢) سياسة الاعتماد

لكى يتم اعتماد الدرجات العلمية بشكل منظم ومتطور يجب أن تكون هناك جهة متخصصة لإعداد منهجية التقييم بالنسبة للمجال وتنقسم المنهجية إلى جزأين رئيسيين: الجزء الأول هو الشروط العامة التى يجب استيفاؤها بالنسبة لكل درجة، والجزء الثانى خاص بكل مجال متخصص فى تكنولوجيا المعلومات.

(٣) التدريب المستمر

(٣-١) وضع سياسة التدريب المستمر على المستوى القومى

يجب أن توضع سياسة واضحة للتدريب المستمر على المستوى القومى وتكون مرنة بالشكل المناسب حتى يمكن تعديلها لملاحقة التطورات السريعة. ويمكن أن تكون عناصر هذه السياسة بوجه عام ما يلى: مجالات التدريب فى تكنولوجيا المعلومات والإلكترونات - مستويات التدريب - الإمكانيات المطلوبة للتدريب سواء مادية أو بشرية - الأماكن المؤهلة لإجراء التدريب - كيفية تقييم نظام التدريب بهدف تطويره.

(٣-٢) دور الجامعات فى برامج التدريب المستمر

يمكن أن تساهم الجامعات فى تنفيذ السياسة القومية للتدريب المستمر فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونات. ولكن يجب أن يتم التأكد من تواجد الإمكانيات المطلوبة للتدريب. كما يمكن أن تكلف الجامعات بتنظيم تدريب فى المجالات الجديدة بصورة تجريبية حتى يمكن الاستفادة من ذلك فى وضع خطة نهائية للتدريب فى هذه المجالات.

(٤) التوعية العامة فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونات

يمكن استخدام الوسائل المختلفة من إذاعة وتليفزيون وصحافة ونوادى رياضية فى نشر هذا الوعى. كما يمكن لمؤسسات وزارة الثقافة المختلفة المساهمة أيضا فى ذلك.

٩- النموذج المتكامل للإستراتيجية القومية ومتابعة تنفيذها فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات.

٩-١ مقدمة عامة

يتعلق هذا الجزء بالإطار العام للنموذج المتكامل للإستراتيجية القومية فى مجال تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات ويشتمل على الآتى:

- أهمية وضع إستراتيجية مصرية للمعلوماتية.
- الأهداف العامة للإستراتيجية المصرية.
- تشكيل جهاز صياغة الإستراتيجية.
- متابعة تنفيذ الإستراتيجية المصرية.
- الأماكن التى ستساهم فى المراحل المختلفة من تنفيذ الإستراتيجية.

- الإمكانيات المادية والبشرية التى ستساهم فى التنفيذ.
- تقييم تنفيذ الإستراتيجية.

وتفاصيل هذا الجزء توجد فى المرجع [هلودة، ٢٠٠٠].

٩-٢ أهمية وضع إستراتيجية مصرية

٩-٢-١ النواحى المرتبطة بالسياسات العلمية والتكنولوجية

يمكن صياغة المطلوب فى هذا الشأن على الوجه التالى:

١- تحديد السياسة العلمية والتكنولوجية العامة من حيث: الوضع الحالى، المتطلبات، وسائل التنفيذ والموارد المتاحة، السياسة التى تفى بالمتطلبات ودور تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات فى ذلك.

٢- تحديد السياسة العلمية والتكنولوجية الخاصة بتكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات ذاتها.

٩-٢-٢ النواحى الاقتصادية والاجتماعية

يجب أن تحتوى الإستراتيجية على العناصر الآتية:

١- التأثير الاقتصادي سواء على مستوى الفرد أو الهيئة والمؤسسة أو الدولة. كذلك تأثير التطورات المختلفة لتكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات على النواحى الاقتصادية العالمية وانعكاس ذلك على الاقتصاد الداخلى.

٢- التأثير الاجتماعى سواء فيما يتعلق بتأثير نظم المعلومات على سلوكيات الأفراد أو التغيرات الديناميكية فى الخريطة الاجتماعية.

obeikandi.com

٩-٣ الأهداف العامة للإستراتيجية المصرية

٩-٣-١ تأكيد سيادة الدولة

هذا هو أحد الأهداف الأساسية وستؤكد إستراتيجية نظم المعلومات سيادة الدولة من حيث:

١- المساهمة فى تدعيم الأمن القومى.

٢- المساهمة فى تنفيذ القانون.

٣- ضمان حقوق الدولة والمواطنين (الضرائب - الجمارك - ...).

٩-٣-٢ تكامل القطاعات فيما بينها ومن داخلها

سيتحقق هذا الهدف من خلال الدراسات ووضع الضوابط التالية:

١- أسس التكامل داخل القطاعات وبينها

٢- أسس التعامل بين القطاعات والمحيط الخارجى (الإقليمى - الدولى)

٩-٣-٣ حق الحصول على المعلومات وتأمينها

يجب أن يحظى هذا الهدف بالدراسات المتعمقة ووضع الضوابط القانونية بالنسبة للآتى:

١- الإطار العام لحقوق الحصول على المعلومات وكيفية الحفاظ على خصوصية البيانات والمعلومات.

٢- طرق تامين المعلومات وكيفية تقييم نظم التأمين على مستوياته المختلفة.

٩-٣-٤ تحديد الآفاق الجديدة وكيفية متابعتها

يجب أن يكون أحد أهداف الإستراتيجية متابعة الآفاق الجديدة التى يتم تحديدها بدقة وعناية نظرا للتشعب الكبير فى هذا المجال.

obeikandl.com

ويجب أن يركز الجهاز المكلف بذلك على الآتى:

١- تحديد الآفاق العلمية الجديدة المرتبطة بالمجال ومتابعتها ومعرفة أكثر الجهات تقدما.

٢- متابعة مجالات التطبيقات وتقيمها.

٩-٣-٥ تكامل نظم المعلومات فى الهيكل الاجتماعى والاقتصادى

يجب ألا تكون الإستراتيجية فى منأى عن التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية التى يمكن أن تنتج عن تنفيذها. لذلك يجب التركيز على تكامل نظم المعلومات فى القطاعات المختلفة مع الهيكل الإجتماعى والإقتصادى بالنسبة لكل قطاع من القطاعات حسب طبيعته.

٩-٣-٦ وضع أسس التنفيذ والمتابعة والتمويل

تحدد الإستراتيجية بدقة ما يلى:

١- أسس تنفيذ الإستراتيجية على المستويات المختلفة.

٢- كيفية متابعة وتقييم التنفيذ.

٣- أسس وكيفية إجراء التعديلات المطلوبة خلال التنفيذ.

٩-٤ تشكيل جهاز صياغة الإستراتيجية

يجب أن يتبع جهاز الصياغة أعلى سلطة تنفيذية وهى رئاسة مجلس الوزراء أو رئاسة الجمهورية.

كما يجب أن تمثل جميع القطاعات فى جهاز الصياغة ويمكن أن تقسم هذه القطاعات كما يلى:

obeikandl.com

١- الأمن القومى (عسكريا وسياسيا واقتصاديا): ويضم وزارات الدفاع والخارجية والداخلية والاقتصاد والتجارة ومجلس الدفاع الوطنى.

٢- الإنتاج: ويضم وزارات الزراعة – الأشغال العامة والموارد المائية – الصناعة – البترول والثروة المعدنية – الكهرباء والطاقة – المالية – وزارة البيئة – وزارة الإسكان والتعمير.

٣- التعليم والبحث العلمى والتوعية بأنواعها: ويضم وزارات التربية والتعليم – التعليم العالى – البحث العلمى – الثقافة – الأوقاف المجلس الأعلى للشباب والرياضة – الجامعات.

٤- الخدمات: ويضم وزارات النقل والمواصلات والطيران – الصحة – الشئون الإجتماعية – التموين والتجارة – الإدارة المحلية – السياحة.

٥- التشريع والقضاء: ويضم مجلس الشعب – مجلس الشورى – وزارة العدل.

٦- التخطيط والأجهزة المركزية: ويضم وزارة التخطيط – وزارة التنمية الإدارية – والأجهزة المركزية التالية: التعبئة العامة والإحصاء – التنظيم والإدارة – المحاسبات.

٩-٥ الإمكانيات المادية والبشرية

٩-٥-١ حصر الإمكانيات المادية ومدى الاستفادة منها

يجب أن تشمل هذه الإمكانيات المادية الآتى: الأجهزة والمعدات – شبكات الاتصالات المتاحة سواء المحلية أو الخارجية – البرمجيات بأنواعها المختلفة سواء الأساسية أو المرتبطة بتطبيقات معينة – الإمكانيات التدريبية ومستوياتها المختلفة.

obeikandi.com

٩-٥-٢ حصر الإمكانيات البشرية ومدى الاستفادة منها

كذلك يجب حصر الإمكانيات البشرية التى يمكن الاستفادة منها عند تنفيذ الإستراتيجية. وسيتطلب ذلك الحصر حرصا شديدا عند تقييم نوعية الخبرات ومستواها. وكذلك التنبؤ بالمستوى الذى ستصل إليه عند احتياجها والأعداد المتاحة منها فى ذلك الوقت. ويجب تحرى الدقة فى هذا الحصر حيث أن هذا سيؤثر على تحديد المتطلبات البشرية التى يجب توفيرها لتنفيذ الخطة.

٩-٦ تقييم تنفيذ الإستراتيجية

٩-٦-١ تحديد أسس التقييم

يجب تحديد أسس التقييم بدقة وموضوعية والاعتماد على المرجعيات والمواصفات الدولية المتعارف عليها عند الانتهاء من كل مرحلة من مراحل تنفيذ الإستراتيجية وليس عند بداية التنفيذ. وبوجه عام يجب أن تراعى هذه الأسس معايير تأكيد الجودة المختلفة فى جميع مراحل التنفيذ. وبالإضافة إلى أسس التقييم الفنية والعلمية يجب الاهتمام بالنقاط التى سنوضحها فى البنود التالية.

٩-٦-٢ التأثير على المستوى الاقتصادى والإجتماعى العام والبنية الأساسية

يجب هنا قياس التأثير على المستوى الإقتصادى بالنسبة للقطاعات المختلفة وكذلك بالنسبة للمجتمع ككل وللبنية الأساسية فى جميع الأنشطة.

٩-٦-٣ التأثير على المستوى الحضارى

يجب قياس التأثير فى هذه الحالة بالنسبة للقطاعات التى تم تنفيذ الإستراتيجية فيها بشكل مباشر وكذلك التأثير على المجتمع ككل. ويمكن أن تشتمل محاور التأثير على الآتى فى كل حالة: السلوكيات، المستوى الفكرى، المستوى الثقافى.

المراجع

(أولاً) باللغة العربية

١- غنيمى، محمد أديب رياض- **شبكات المعلومات – الحاضر والمستقبل**، كراسات مستقبلية – المكتبة الأكاديمية، ١٩٩٧.

٢- غنيمى، محمد أديب رياض تكنولوجيا المعلومات والإلكترونيات الدقيقة، فى **(مبادرة للتقدم – استيعاب التكنولوجيا المتقدمة فى مصر**، تحرير د/ محمد السيد السعيد – مركز الدراسات السياسية والإستراتيجية بالأهرام – ١٩٩٧.

٣- غنيمى، محمد أديب رياض- "إدارة التغيير والميزة التنافسية"، **مجلة الصناعة والمستقبل** – العدد ١٧ – مارس ١٩٩٩، ص ٢٣-٢٩.

٤- غنيمى، محمد أديب رياض- "وضع الشبكات العالمية وانعكاسات ذلك على قطاعات المجتمع المختلفة" – **ندوة الجوانب الأخلاقية والقانونية والمجتمعية للمعلومات** – القاهرة مايو ١٩٩٩. اللجنة الوطنية المصرية للتربية والعلوم والثقافة (اليونسكو).

٥- غنيمى، محمد أديب رياض "شبكات المعلومات العالمية والمحلية (الإنترنت والإنترنت)، **ندوة آفاق المعلومات فى القرن القادم** – ١٠ مايو ١٩٩٩ – الجهاز المركزى للتنظيم والإدارة.

٦- هلودة، عوض مختار "تقرير (تكنولوجيا المعلومات) أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا" – الشبكة القومية للتنمية التكنولوجية –٢٠٠٠.

٧- هلودة، عوض مختار، **المراكز التكنولوجية ودورها فى نقل وتوطين التكنولوجيا** – المكتبة الأكاديمية –كراسات علمية – ١٩٩٩.

٨- البنك الدولى – ١٩٩٩. **تقرير عن التنمية فى العالم (المعرفة طريق إلى التنمية)** – ص ٢٢٦ جدول رقم ١٩ – الاتصالات والمعلومات والعلم والتكنولوجيا مركز الأهرام للترجمة والنشر، القاهرة.

(ثانياً) باللغة الإنجليزية

1 Adleman, L. M., "Computing with DNA, "**Scientific American**, August 1998, Vol. 279, No. 2, PP. 34-41.

2 Bagchi, S. "India's Software Industry: The People Dimension" **IEEE SOFTWARE**, May/June 1999, Vol. 16, No. 3, PP. 62-65.

3 Bagert, D. J. "Taking the Lead in Licensing Software Engineers", **CACM,** Vol. 42, No. 4, April 1999, PP. 27-29.

4 Bangemann, **Europe and the Global Information Society**, Brussles, 1994.

5 Behrens, B. C. and Levary, R. R. "Practical Legal Aspects of Software Reverse Engineering" **CACM**, Vol. 41, No. 2, Febrauary 1998, PP. 27-29.

6 Bell, G., "The Body Electric", **CACM**, Vol. 40, No. 2, February 1997, PP. 31-32.

7 Bennet, C. H.; Brassard, G.; and Ekert, A. K., "Quantum Cryptography" **Scientific American**, October 1992, Vol. 267, No. 5, PP.26-33.

8 Billinghurst, M. and Starner, T., "Wearable Devices: New Ways to Manage Information", **IEEE COMPUTER**, January 1999, Vol. 32, No. 1, PP. 57-64.

9 Birge, R.R., "Protein-Based Computers", **Scientific American**, March 1995, Vol. 272, No. 3, PP. 66-71.

10 Birnbaum, M. and Sachs, H. "How VSIA Answers the SOC Dilemma" **IEEE COMPUTER**, Junc 1999, Vol. 32, No. 6, PP. 42-50.

11 Bohr, M., "Silicon Trends and Limits for Advanced Microprocessors", **CACM**, Vol. 41, No. 3, March 1998, PP. 80-87.

12 Bowonder, B., "Advanced Sensors: An Emerging Technology" **Information Technology**, UNIDO, 4/1997, PP. 1-10.

13 Brown, J. R., "New Paradigms in Technology Transfer" in **Computational Intelligence: Imitating Life**, Edited by Zurada, J. M.; Marks, R. J.; and Robinson, C. J. -IEEE Press. 1994, PP. 343-442.

14 Burger, D. and Goodman, J., R., "Billion Transistor Architectures", **IEEE COMPUTER**, September 1997, Vol. 30, No. 9, PP. 46-49.

15 Burkhart, G. E. et al, "The Internet in India: Better Times Ahead", **CACM**, November 1998, Vol. 41, No. 11, PP. 21-26.

16 Castells, M., "The Rise of the Network Society, "Vol. 1 of The **Information Age: Econonmy, Society, and Culture**", Blackwell, 1996.

17 Cifucntes, C. and Fitzgerald, A., "Copyrighting Shareware on the Internet", **IEEE COMPUTER**, Decembcr 1996, Vol. 29, No. 12, PP. 110-111.

18 Cifuentes, C. and Fitzgerald, A., "Is Reverse Engineering Always Legal?", **IT Professional**, March/April 1999, Vol. 1, No. 2, PP. 42-48.

19 Clark, D., "Powerline Comunications: Finally Ready for Prime Time", **IEEE Internet Computing**, January/Febreuary 1998, Vol. 2, No. 1, PP. 10-11.

20 Comerford, R., "The Path to Open-Source Systems", **IEEE SPECTRUM**, May 1999, Vol. 36, No. 5, PP. 25-31.

21 Compeau et al, "End-User Training and Learning", **CACM**, Vol. 38, No. 7, July 1995, PP. 25-26.

22 Cutkosky, M.; Tenenbaum, J. M.; and Glicksman, J., "Madefast: Collaborative Engineering over the Internet", **CACM**, Vol. 39, No. 9, September 1996, PP. 78-87.

23 Davis, R.; Samuelson, P.; Kapor, M.; and Reichman, J., "A new View of Intellectual Property and Software", **CACM**, Vol. 39, N. 3, March 1996, PP. 21-30.

24 Denning, P. J. and Metcalfe, R. M., "Beyond Calculation: The Next Fifty Years of Computing", **Copernicus**, Springer-Verlag, 1997.

25 Diaz, M. and Sligo, J., "How Software Process Improvement Helped Motorola",. **IEEE SOFTWARE**, September/October 1997, Vol. 14, No. 5, PP. 75-81.

26 EC (European Commission), **Globalization and the Information Society**, Brussles, 1998.

27 Edwards, J., "The Changing Face of Freeware", **IEEE COMPUTER**, October 1998, Vol. 31, No. 10, PP. 11-13.

28 Ferguson, P.; Humphrey, W. S.; Khajeonnori, S.; Macke, S.; and Matvya, A., "Results of Applying the Pcrsonal Software Process", **IEEE Computer**, May 1997, Vol. 30, No. 5, PP. 24-31.

29 Fitzgerald, B. and O'Kane, T., "A Longitudinal Study of Software Process Improvement", **IEEE SOFTWARE**, May/June 1999, Vol. 16, No. 3, PP. 37-45.

30 Fleischmann, J. and Buchenricder, K., "Prototyping Networked Embedded Systems"., **IEEE COMPUTER**, Feb. 1999, Vol. 32, No. 2, PP. 116-119.

31 Foley, J., "Technology Transfer from University to Industry", **CACM**, Vol. 39, No. 9, September 1996, PP. 30-31.

32 Fox, E. A. and Marchionini, G., "Toward a Worldwide Digital Library" **CACM**, Vol. 41, No. 4, April 1998, PP. 29-32.

33 Fox, R., "News Track, "**CACM**, Vol. 40, No. 9, September 1997, P. 10. Also in Website, "http: //babel.Alis.com:8080/palmares.html".

34 Fox, R., "Top 10 Countries in IT Spending", **CACM**, July 1998, Vol. 41, No. 7, P. 10.

35 Fraser, M. D. and Vaishnavi, V. K., "A. Formal Specifications Maturity Model", **CACM**, Vol. 40, No. 12, December 1997, PP. 95-103.

36 Geppert, L., "The 100-million Transistor IC," **IEEE SPECTRUM**, July 1999, Vol. 36, No. 7, PP. 23-24.

37 Gerber, L. "Researchers Work on Universal Network Language", **IEEE COMPUTER**, February 1999, Vol. 32, No.2, p.18.

38 Ghonaimy, M. A. R., "Existing and Evolving Technologies for Long-Term Information Preservation and the Supporting Legal Requirements" **The International Information & Library Review**, Vol. 29, No. 3-4 Sept. - Dec. 1997, Academic Press, PP. 367-379.

39 Ghonaimy, M. A. R., "New Generation Internet and the Evolution Toward Active and Programmable Networks (survey)", The **National Radio Science Conference**, Feb. 1999, Ain Shams University, Egypt.

40 Ghonaimy, M. A. R. (a), "Computers and Ecology", **The First Conference on Engineering and Environment**, Ain Shams University, Cairo, 1998.

41 Ghonaimy, M. A. R. (b), "Role of Languge Engineering in Supporting Multilingual Aspects in Cyberspace", **INFOethics** 98, UNESCO, Monte Carlo, Monaco, 1-3 October 1998.

42 Goldberg, L., "The Advent of Green Computer Design", **IEEE COMPUTER**, September 1998, Vol. 31, No. 9, PP. 16-19.

43 Goldin, D. S.; Venneri, S. L.; and Noor, A. K., "Beyond Incremental Change", **IEEE COMPUTER**, October 1998, Vol. 31, No. 10, PP. 31-39.

44 Gotterbarn, D. ; Miller, K,. And Simon, R., "Software Engineering Code of Ethics, Version 3.0", **IEEE COMPUTER**, November 1997, Vol. 30, No. 11, PP. 88-92.

45 Gunshor, R. L. and Numikko, A. V., "Blue-Laser CD Technology", **Scientific American**, July 1996, Vol. 275, No. 1, PP. 34-37.

46 Hameroff, S. R. **Ultimate Computing: Biomolecular Consciousness and Nanotechnology**, North-Holland, 1987.

47 Hamilton, M. A., "Java and the Shift to Net-Centric Computing", **IEEE COMPUTER**, August 1996, Vol. 29, No. 8, PP. 31-39.

48 Hardvard Computing Group, Inc., "Manufacturing Technology Centers: MACRO Assessment of the Egyptian Software Industry, Preliminary Results", October, 1998.

49 Hedberg, S. R., "Green Engineering: AI Pioneers Cutting a Trail", **IEEE Intelligent Systems**, June 1996, Vol. 11, No. 3, PP. 4-6.

50 Herbsleb, J. et al., "Software Quality and the Capability Maturity Model", **Communications of ACM**, Vol. 40, No. 6, Jun. 1997, PP. 30-40.

51 Humphrey, W. S., "Using a Defined and Measured Personal Software Process", **IEEE SOFTWARE**, May 1996, Vol. 13, No. 3, PP. 77-88.

52 Irakliotis, L. J. and Mitkas, P. A., "Optics: A Maturing Technology for Better Computing", **IEEE COMPUTER**, February 1997, PP. 93-97.

53 Jajodia, S.; Ammann, P.; and McCollum, C. D., "Surviving Information Warfare Attacks", **IEEE COMPUTER**, April 1999, Vol. 32, No. 4, PP. 57-63.

54 Johnson, D. L. and Brodman, J. G., "Tailoring the CMM for Small Businesses, Small Organizations, and Small Projects", **Software Process Newsletter**, Technical Council on Software Engineering, IEEE Computer Society, Winter 1997, No. 8, PP. I-6 .

55 Jones, C. (a), "The Euro, Y2K, and the US Software Labor Shortage", **IEEE SOFTWARE**, May/June 1999, Vol. 16,No. 3, PP. 55-61.

56 Jones, C. (a), "Why is Technology Transfer So Hard?", **IEEE COMPUTER**, June 1995, Vol. 28, No. 6, PP. 86-87.

57 Jones, C. (b), "End -User Programming", **IEEE COMPUTER** September 1995, Vol. 28, No. 9,PP. 68-70.

58 Jones, D. A. (b), and Skelton, R. L. "The Next Threat to Grid Reliability - Data Security" IEEE SPECTRUM, June 1999, Vol. 36, No. 8, PP. 46-48.

59 Kaminuma, T. and Matsumoto, G., **Biocomputers: The Next Generation From Japan**, Chapman and Hall, 1991.

60 Kaplan, G., "Israel: A High-Tech Haven", **IEEE SPECTRUM**, May 1998, Vol. 35, No. 5, PP. 22-31.

61 Kauffman, R. J. and Riggins, F. J., "Information Systems and Economics", **CACM**, Vol. 41, No. 8, August 1998, PP. 32-34.

62 Kavi, K.; Browne, J. C.; and Tripathi, A., "Computer System Research". **IEEE COMPUTER**, Jan . 1999, Vol. 32, No. 1, PP. 30-39.

63 Kiernam, M. J., **Get Innovative or Get Dead**, Douglas and MchIntyre, 1995.

64 Kraemer, K. L., and Dedrick, J., "From Nationalism to Pragmatism: IT Policy in China", **IEEE COMPUTER**, August 1995, Vol. 28, No. 8, PP. 64-73.

65 Krocker, K. L. "Software Revolution: A Round Table", **IEEE COMPUTER**, May 1999, Vol. 32, No. 5, PP. 48-57.

66 Kuchinsky, A., "Transfer Means More Than Just Technology", **CACM**, Vol. 39, No. 9, September 1996, PP. 28-29.

67 Lange, L., "The Internet", **IEEE SPECTRUM**, Jan. 1999, pp. 35-40.

68 Lawton, G., "New Technologies Take the Network Home", **IEEE COMPUTER**, March 1999, Vol. 32, No. 3, PP. 15-17.

69 Leavitt, N., "Will 1999 be the year of IP Telephony", **IEEE COMPUTER**, March 1999, Vol. 32, No. 3, PP. 15-17.

obeikandl.com

70 Lewis, T. "Information Applicances: Gadget Netopia", **IEEE COMPUTER**, January 1998, Vol. 31, No. 1, PP. 59-68.

71 Lewis, T. (a), "The Open Source Acid Test", **IEEE COMPUTER**, February 1999, Vol. 32, No. 2, PP. 128.

72 Lewis, T. (b), "Asbestos Pajamas: An Open Source Dialogue", **IEEE COMPUTER**, April 1999, Vol. 32, No. 4, PP. 112.

73 Lewis, T. G., "The Friction-Free Economy: Marketing Strategies for a Wired World", **Harper Business**, 1997.

74 Li, C.S and Stone, H.S., "Digital Library Using Next Generation", Internet **IEEE Communications**, Jan. 1999, Vol.37, No.1, pp. 70-71.

75 Lloyd, S. "Quantum-Mechanical Computers", **Scientific American**, October 1995, Vol. 273, No. 4, PP. 44-50.

76 Lukasik, S. J.; Greenberg, L. T. ; and Goodman, S. E., "Protecting an Invaluable and Ever-Widening Infrastructure", **CACM**, Vol. 41, No. , June 1998, PP. 11-16 .

77 Lusted, H. S. and Knapp, R. B., "Controlling Computers with Neural Signals", **Scientific American**, October 1996, Vol. 275, No. 4, PP. 58-63.

78 Lynch, D. C. and Lundquist, L., **Digital Money: The New Era of Internet Commerce**. Wiley, 1996.

79 Mann, S., "Wearable Computing: A First Step Towerd Personal Imaging", **IEEE COMPUTER**, Febrauary 1997, Vol. 30, No.2, PP. 25-32.

80 Masuda, Y., "The Information Society: As Post-Industrial Society", **World Future Society**, 1980.

81 Meyer, B., "Practice to Perfect: The Quality First Model", **IEEE COMPUTER**, May 1997, Vol. 30, No. 5,PP. 102-106.

82 Milburn, G. J., **The Feynaman Processor-Quantum Entanglement and the Computing Revolution**, Perseus Books, 1998.

83 Munro, N. "Sketching a National Information Warfare Defense Plan", **CACM**, Vol. 39, No. 11, November 1996, PP. 15-17.

84 Neumann, P. G., "Robust Open-Source Software", **CACM**, Vol. 42, No. 2, February 1999, P. 118.

85 Nichols, K., "The Age of Software Patents", **IEEE COMPUTER**, April 1999, Vol. 32, No. 4, PP. 25-31.

86 NII, **First Report of the National Information Infrastructure Advisory Council**, USA, March 1995.

87 O'Reilly, T., "Lessons from Open-Source Software Development", **CACM**, Vol. 42, No. 4, April 1999, 33-37.

88 Parnas, D. l., "Software Engineering: An Unconsummated Marriage", **CACM**, Vol. 40, No. 9, September 1997, PP. 128.

89 Patnaik, L. M., "High Performance Computing in India and the Far East" in **Trends in Parallel Processing**, UNIDO, April 1996.

90 Patterson, D. A., "Microprocessors in 2020, **Scientific American**, September 1995, Vol. 273, No. 3, PP. 48-51.

91 Patterson, D. A., "Microprocessors in 2020", **Scientific American**, The Solid State Century, Jan 1999, PP. 86-88.

92 Phadke, U.P. and Patki, A. B., "Software for Embedded Applications: Employment Opportunities for Developing Countries", **Information Technology**, UNIDO, 1 and 2/1997, PP. 1-5.

93 Piner, M. G., "Advancing Software Engineering as a Profession", **IEEE COMPUTER**, May 1999, Vol. 32, No. 5, PP. 84.

94 Prasad, K. V., "Matching People and Jobs: The I- CMM Proposal"., **IEEE COMPUTER**, December 1997, Vol. 30, No. 12, PP. 10.

95 Psaltis, M. and Burr, W.B., "Holographic Data Storage", **IEEE COMPUTER**, February 1998, vol. 31, No. 2, PP. 52-60.

96 Psltis, M. and Mok, F., "Holographic Memories", **Scientific American**, November 1995, Vol. 273, No. 5, PP. 52-58.

97 Rada, R., "ISO 9000 Reflects the Best in Standards", **CACM**, Vol. 39, No. 3, March 1996, PP. 17-20.

98 Rada, R., "IT Skills Standard", **CACM**, Vol. 42, No. April 1999, PP. 21-26.

99 Raskin, J., "Looking for a Human Interface: Will Computers Ever Become Easy to Use?", **CACM**, Vol. 40, No. 2, February 1997, PP. 98-101.

100 Rifkin, J. **The Biotech Century**, Penguin Putman, 1998.

101 Rozenblit, J. W. and Kumar, S., "Toward Synergistic Engineering of Computer Systems",. **IEEE COMPUTER**, Feb. 1997, Vol. 30, No. 2, PP. 126-127.

102 Saffo, P., "Sensors: The Next Wave of Innovation", **CACM**, Vol. 40, No. 2, Febrauary 1997, PP. 93-97.

103 Sage, A. P., "Toward Systems Ecology, "**IEEE COMPUTER**, February 1998, Vol. 31, No. 2, PP. 107-110.

104 Samuelson, P., "Good News and Bad News on the Intellectual Property Front", **CACM**, Vol. 42, No. 3, March 1999, PP. 19-24.

105 Samuelson, P., "The Never-ending Struggle for Balance", **CACM**, Vol. 40, N0. 5, May 1997, PP. 17-21.

obeikandl.com

106 Samuelson, P. (a), "Encoding the Law into Digital Libraries ", **CACM**, Vol. 41, No. 4, April 1998, PP. 13-18.

107 Samuelson, P. (a), "Intellectual Property Rights and the Global Information Economy", **CACM**, Vol. 39, No. 1, January 1996, PP. 23-28.

108 Samuelson, P. (b), " Does Information Really Have to be Licensed", **CACM**, Vol. 41, No. 9, September 1998, PP. 15-20.

109 Samuelson, P. (b), "Regulation of Technologies to Protect Copyrighted Works", **CACM** Vol. 39, No. 7, July 1996, PP. 17-22.

110 Schatz, B. and Chen, H., "Digital Libraries Technological Advances and Social Impacts", **IEEE COMPUTER**, February 1999, Vol. 32, pp. 45-50.

111 Schulz, S.; Rozenblit, J. W.; Marva, M.; and Buchenrieder, K., "Model-based Design", **IEEE COMPUTER**, August 1998, Vol. 31, No. 8, PP. 60-67.

112 Schwartau, W, **Information Warfare: Chaos on the Electronic Superhighway**, Thunder's Mouth Press, New Yourk, 1994.

113 Seabaugh, A. C. and Mazumder, P., "Special Isuue on Quantum Devices and their Applications", **Proc. IEEE, April** 1999, Vol. 87, No. 4, PP. 535-536.

114 Sipper, M.; Mange, D. ; and Sanchez, E., "Quo Vadis, Evolvable Hardware?", **CACM**, Vol. 42, No. 4, April 1999, PP. 50-56.

115 Slaughter R. A., **The Foresight Principle-Cultural Recovery in the 21st Century**, Praeger, 1995.

obeikandl.com

116 Stern, R. H., "Patenting Software, Revisited", **IEEE MICRO**, April 1996, Vol. 16, No. 2, PP. 5.

117 Stevens, R. et al, "From the I-way to the National Technology Grid", **CACM**, November 1997, Vol. 40, No. 11, pp. 51-60.

118 Sztipanovits, J. and Karsai, G., "Model-Integrated Computing", **IEEE COMPUTER**, April 1997, Vol. 30, No. 4, PP. 110-111.

119 Tadmor, Z., "Proactive Higher Education For High Technology", in Israel: A Special Report, **IEEE SPECTRUM**, May 1998, Vol. 35, No. 5, PP. 39-43.

120 Tapscott, D., **Growing Up Digital: The Rise of the Net Generation** McGraw-Hill, 1998.

121 Tapscott, D., **The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence**, McGraw-Hill, 1996.

122 Tapscott, D. and Caston, A., **Paradigm Shift: The New Promise of Information Technology** McGraw-hill, 1993.

123 The World Book (Year Book), 1996, 97, 98, 99. **World Book International**.

124 Ungson, G. R. and Trudel, J. D., "The Emerging Knowledge-based Economy", **IEEE SPECTRUM**, May 1999, Vol. 36, No. 9, PP. 60-65.

125 UNIDO, "An Information Science Manifesto" and "Knowledge Management: Competitive Advantage for the 21st Cetntury", **Information Technology**, 1 and2/1998, UNIDO, PP. 7.

126 UNIDO, **Information Technology**, "News and Events-Death of a chip" PP. 6-7, 1 and 2/1998.

127 Villasenor, J. and Mangione-Smith, W. H. "Configurable Computing" Scientific American, June 1997, Vol. 276, No. 6, PP. 54-59.

128 White, S.; Rozenblit, J.; and Melhart, B., "Engineering of Computer-based Systems: Current Status and Technical Activities", **IEEE COMPUTER**, Jan. 1995, Vol. 28 No. 6, PP. 100-101.

129 Yao, X., "Following the Path of Evolvable Hardware", **CACM**, Vol. 42, No. 4, April 1999, PP. 47-49.

130 Yourdon, E., "Java, the Web, and Software Development", **IEEE COMPUTER**, August 1996, Vol. 29, No. 8, PP. 25-30.

131 Zorpette, G., "Technology in India", **IEEE SPECTRUM**, March 1994, Vol. 31, No. 3, PP. 24-53.

obeikandl.com

الباب السادس

العلوم الأساسية
ودعم التطوير التكنولوجى

obeikandl.com

obeikandl.com

العلوم الأساسية
ودعم التطوير التكنولوجى

١- الحالة الراهنة والتطور المستقبلى للعلم والتكنولوجيا

١-١ مقدمة عامة

منذ عقود طويلة توطدت العلاقة بين العلوم الأساسية والصناعة. وعلى أساس هذه العلاقة نشأت التكنولوجيا كمجال معرفى جديد يتوسط فيما بينها باعتبارها مجموعة المعارف والمهارات المستحدثة لإنتاج السلع والخدمات. وارتباط التكنولوجيا بالعلم لا يعنى أن التطور العلمى يؤدى فى ذاته إلى تطوير تكنولوجى لأن التطور العلمى يمثل مجرد شرط إمكانية للتطوير التكنولوجى. أما التحقيق الفعلى لهذه الإمكانية فلا يتم إلا إذا كانت هناك حاجة إلى التطوير التكنولوجى وبشرط أن تؤدى هذه الحاجة إلى تكوين طلب فعلى على التكنولوجيا من قبل النسق الإنتاجى ووفقاً للقوانين الأساسية التى تحكم حركة هذا النسق فى ظل نمط الإنتاج السائد.

من الواضح أن الصورة التى يظهر عليها العالم الآن تعكس مدى الاستفادة من فهم وتطويع العلم والتكنولوجيا منذ أواخر القرن التاسع عشر وحتى نهايات القرن العشرين. فالعالم ينقسم الآن إلى دول غنية اقتصادياً ابتكرت واستفادت

وطورت وأتقنت استخدام العلم والتكنولوجيا فامتلكت القدرة على التحكم فى مواردها. ويطلق على هذه الدول دول الشمال. والقسم الآخر تمثله الدول الفقيرة ذات الاقتصاد الضعيف والغير قادرة على التحكم فى مواردها وذلك بسبب القصور الواضح فى طاقاتها العلمية والتكنولوجية وعدم قدرتها على استخدامها فى أنشطتها الإنتاجية والاقتصادية. ويطلق على هذه الدول دول الجنوب. وواقع الحال يؤكد أن الفجوة فى النواحى الاقتصادية بين دول الشمال ودول الجنوب هى فجوة فى العلم والتكنولوجيا.

ونتيجة للتفاوت الكبير بين دول الشمال والجنوب نشأ ما يطلق عليه التبعية التكنولوجية التى من سماتها استمرار استيراد التكنولوجيا من دول الشمال نظراً لعدم قدرة الأنظمة العلمية والتكنولوجيات المحلية على الاستجابة لمطالب القطاعات الإنتاجية للتكنولوجيا. ويترتب على ذلك أن يكون المركز التفاوضى لدول الجنوب ضعيفاً أمام من يملك التكنولوجيا ولعل عدم وجود سياسات تكنولوجية وعدم وجود أو ضعف المؤسسات التكنولوجية المنوط بها القيام بعمليات البحث والابتكار. وعدم ارتباط هذه العمليات إن وجدت بالمؤسسات العلمية من جهة والمشروعات الإنتاجية من جهة أخرى يؤدى إلى لجوء هذه المشروعات إلى دول الشمال لاستيراد التكنولوجيا. وربما يكون هناك تجاهل من القطاع الإنتاجى لمؤسسات البحث العلمى لسبب أو لآخر.

إن السياسة التكنولوجية لدولة ما يجب أن ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالسياسة الاقتصادية وسياسات الإنتاج والاستهلاك وتوزيع الدخل القومى والسياسات العلمية والتعليمية والثقافية والخارجية لهذه الدولة.

علاوة على ذلك فإن قضايا نقل التكنولوجيا تفرض أن يكون هناك وعى مسبق بحقائق النظام التكنولوجى العالمى. كذلك فإنه ليس فى الإمكان وضع

سياسة لنقل التكنولوجيا فى حالة عدم وضوح الرؤية للعلاقة بين التكنولوجيا وغيرها من الظواهر الاجتماعية.

وفى حالة الواقع العلمى والتكنولوجى بالنسبة لمصر وفى حدود ظروفها الواقعية ومواردها فعليها أن تختار التكنولوجيا التى تلائم ظروفها وواقعها: التكنولوجيا البسيطة أو التقليدية التى تحتاج لعمالة كبيرة وتتضمن الصناعات التكميلية والصغيرة، أو التكنولوجيا المتقدمة تبعاً لاحتياجاتها القومية. ومن المعروف أن التكنولوجيا التقليدية لا تتطلب اكتشاف مبادئ علمية جديدة وتمثل المجال التقليدى للمهارات التى يستخدم فيها نتاج البحث العلمى السابق. كما أنها المجال التقليدى الذى يتم فيه التفاوض على نقل التكنولوجيا.

ولعل من المهم أن ننوه عن تأثير أربعة عوامل رئيسية على التنمية التكنولوجية المتوقعة فى مصر وفى الدول النامية أيضاً. هذه العوامل هى:

١- التغيرات والاتجاهات المستقبلية فى التنمية العلمية والتكنولوجيا.

٢- بناء القدرات التكنولوجية المحلية.

٣- تحديد المعوقات التكنولوجية الرئيسية للتنمية التكنولوجية.

٤- الرؤى العامة والتفصيلية للدول النامية.

وفيما يخص العامل الأول، فإنه من الضرورى التعرف على بعض التحديات والمشكلات التى تواجه تعبئة قدرات العلم والتكنولوجيا لتحقيق أهداف التنمية من خلال السنوات القادمة. ومن المهم كذلك التعرف عليها وفحص التغيرات والاتجاهات الرئيسية فى الوضع الدولى والتى من شأنها أن تحدث تغيراً وتعديلاً فى مجرى جهود التنمية بصفة عامة. ولاشك أن ذلك سوف يوفر معرفة ومراجعة موجزة للاتجاهات الرئيسية فى الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والسياسية والعلمية والتكنولوجية. وهو الأمر الذى يوفر

فرصة الرؤية اللازمة للتعرف على التحديات الأساسية التى ستواجه صانعى السياسات العلمية والتكنولوجية.

وبالنسبة للعامل الثانى يمكن تجزئة القدرة التكنولوجية لتشمل القدرة على استقصاء التكنولوجيا الملائمة واختيارها من بين التكنولوجيات البديلة، والقدرة على تحديد مصادرها والتفاوض والاتفاق على شروط نقلها من الخارج أو نقلها داخل البلاد من قطاع اقتصادى إلى آخر، والقدرة على إنتاج التكنولوجيا وعلى تحسين التكنولوجيا المحلية واستيعاب وتطوير التكنولوجيا المستوردة إن أمكن، وكذلك القدرة على الاختراع والابتكار والاختبار وتوليد التكنولوجيا ونشرها.

ووفقاً لتجارب بعض الدول فقد وجد أن المكونات الرئيسية لبناء القدرة التكنولوجية هى:

١- إستراتيجية وهيكل العلم والتكنولوجيا.

٢- التعليم والتدريب.

٣- الأنشطة البحثية.

٤- المعلومات العلمية والتكنولوجية.

٥- الخدمات المعاونة للعلم والتكنولوجيا.

وبالنسبة للعامل الثالث، تتجسد المعوقات فى الآتى:

١- معوقات تعوق الاختيار أو الحصول على العلم والتكنولوجيا الملائمين لعمليات التنمية.

٢- عقبات تحول دون تنمية بنية أساسية ودائمة للعلم والتكنولوجيا.

٣- العقبات التى تحول دون وضع سياسة علمية وتكنولوجية، والتى بغيابها يصعب الاختيار الصحيح لمجالات العلم والتكنولوجيا.

obeikandl.com

وفيما يخص العامل الرابع، فمما لاشك فيه أن الاعتماد المتبادل بين الدول يدعو إلى اقتراح الحاجة إلى البحث عن حلول تكاملية للمشكلات الملازمة لطبيعة العلم والتكنولوجيا وتسخيرها فى التنمية.

ولتقوية المشروع العلمى فإن رؤيتنا تركز على تنمية وتطوير وتحسين ثلاثة مجالات رئيسية:

المجال الأول

هو العلم شاملاً فهم البحوث الدافعة(driven) والبحوث الأساسية المهدفة (targeted) والبحوث المباشرة لمهمة ما – كل تلك يجب أن تعطى الفرصة لأن تزدهر لكونها المبشر لفهم جديد ولمنتجات ولطرق جديدة وأحسن.

المجال الثانى

هو دور القطاع الخاص الذى يمثل أهمية كبرى فى الحفاظ على المشروع العلمى.

المجال الثالث

هو نظام التعليم من الحضانة إلى الجامعة.

١-٢ الإطار العام للحالة الراهنة (مشروع العلم والتكنولوجيا)

بينما نسلم بالحاجة المستمرة للعلم والتكنولوجيا للأمن القومى والصحة والاقتصاد فإن التحدى الذى نواجهه حالياً يجعلنا نضيف بأن مشروع العلم والتكنولوجيا يساعد المجتمع لاتخاذ القرارات الصحيحة. كما نعتقد بأن دور العلم سوف يأخذ أهمية متزايدة طالما نواجه قرارات صعبة تختص بالبيئة. إن إنجاز هذا الهدف يتضمن ــ بجانب أشياء أخرى ــ تنمية برامج الأبحاث المستهدفة

لتحليل المواضيع والقضايا المستمرة. كما يتطلب تنسيقاً أعمق بين العلماء والمهندسين وصناع القرار.

والعلاقة الصلبة بين العلم والمجتمع مطلوبة، وكذا تقوية الروابط بينه وبين الناس. كما أن عمل صلات بين العلماء ورجال الصحافة والإعلام بصورة عامة وكذا العامة يزيد من الاعتراف بأهمية مهمة العلم ويساعد على الاستثمار في مجال البحث العلمي.

وتتطلب مواجهة تحديات الغد أن نتكاتف مع القوة المكتسبة من إبداعات العلم والمعرفة. فبذلك ستكون قدرتنا أكبر للوصول إلى فهم أعمق للكون وكل ما يحتويه، والوصول من خلال هذا الفهم إلى حلول تساعدنا لتحقيق المثاليات التي يتطلع إليها الشعب.

إن المشروع العلمي يمثل قوة كبيرة للوطن. وهذا المشروع يتصف بالعلاقات الداخلية المعقدة بين الحكومات والصناعة والجامعات والمراكز البحثية. ويتأتى فهم آليات منافع مشروع العلم والتكنولوجيا من الإدراك لطبيعة العلم في حد ذاته. فالعلم هو أساساً عملية استعلامية. هو عملية للتعلم والاستكشاف وليست ببساطة عملية تجميع للحقائق. العلماء يحاولون فك الأسرار الموجودة في الطبيعة وطالما أن هذه الأسرار غامضة، فلن يصل إلى مدلولاتها إلا المهرة. لذلك فملاحقة فهم العلم تتطلب الحذق والبراعة للأذكياء والتفكير المستقل. وبالرغم من أن التكنولوجيا تكون مطلوبة للضرورة وليس لحب الاستطلاع فإنها تتطلب الخلق والإبداع. هذه العملية "حب الاستطلاع مقابل الاحتياج" أدت إلى تصميم العلم إما إلى علم أساسي (Basic) وإما إلى علم تطبيقي (Applied). وبالمعنى البسيط لهذين التوصيفين فإن البحوث الأساسية هي التي يقوم بها بحاث أكاديميون للبحث عن المعرفة، والبحث التطبيقي يجرى

بواسطة مخترعين أو بحاث فى الصناعة بغرض الوصول إلى منتجات جديدة. وتلك اختلافات اصطناعية. ذلك أن إنتاج منتج جديد سواء كان شريحة ميكروية أم فاكسين دائماً يتطلب فهماً للأساسيات والمبادىء العلمية. وعموماً، فإن العلاقة بين ما يسمى بحث أساسى وبحث تطبيقى ليست بسيطة، ولكن - على العكس- هى معقدة وديناميكية ويتوقف كل منهما على الآخر.

وبينما نعترف بتعقد العلاقة بين البحوث الأساسية والبحوث التطبيقية فإن المصطلحات لحد ما غير ملائمة (أصبحت جزءا من العامية العلمية). وللوضوح فإن المصطلح "بحث أساس" يعنى بحث يتم بغرض فهم أفضل لنظام أو خاصية ويستخدم أحياناً بمصطلحات مثل أصولى أو بحث لغرض الفهم. أما البحث التطبيقى فهو يصنف بحثاً قد تم بهدف ضبط وإكمال عملية أو منتج. عامة فإن المصطلح "العلم" يستخدم فى شكله الأعم ويشمل العلوم الفيزيائية والكيميائية والطبيعية وعلوم الحياة والرياضيات والهندسة.

إن غلبة العلم والتكنولوجيا فى المجتمعات الحالية تلاحظ بشدة فى قطاعات النقل والاتصالات والزراعة والطب. وهى بعض قطاعات المجتمع التى استشعرت الدفع الناتج من البحث والتطوير فى التكنولوجيا. هل لنا أن نتوقف ولو قليلاً لكى نتفكر ونتأمل هذا النظام الذى يرعى هذه التغيرات التى تشكل المجتمع بشكل كبير - ألا وهو "المشروع العلمى التكنولوجى"؟.

هذا المشروع مثل أى نظام شامل وضخم له قصور ذاتى هائل ويمكنه أن يحتفظ بدالاته فى غياب أى اتجاه ظاهر. كما أصبحت المكتسبات من هذا المشروع مذهلة. والتطورات العظيمة فى تكنولوجيا الاتصالات والإعلام والحاسبات سوف تحدث ثورة فى حياتنا أكثر وأكثر. كما أن التقدم فى هذه

المجالات سوف يوسع قدرات العلم، وسوف يكون له تأثير على طرق التدريس والتعليم، وحتى على طرق تفكيرنا.

وهناك أربع محصلات أساسية للمشروع العلمى تتطلب التقوية إذا كان لنا أن نؤكد نجاحها فى القرن الواحد والعشرين، وعليه نحقق الأهداف لتحسين الحياة والصحة لكل الناس. وسوف نتناولها فى الجزء التالى (١-٣).

أولاً : ضمان تدفق الأفكار الجديدة

يجب أن تؤكد أن بئر الاكتشاف العلمى لن يجف وذلك بتسهيل وتشجيع التقدم فى البحوث الأصولية. يجب أن نرى أن بئر التقدم هذا لن يسمح له أن يكون راكداً. أى أن الاكتشافات من هذا البئر يجب أن تسحب وتطبق لتنمية نواتج وطرق جديدة.

ثانياً : دور القطاع الخاص فى المشروع العلمى.

ثالثا : ضمان أن القرارات التكنيكية المتخذة من الحكومة مؤسسة على فكر علمى.

رابعاً : يجب أن ندعم ونقوى كل من النظام التعليمى الذى نعتمد عليه لإفراز نوعية متعددة التخصصات من الناس (كل الناس من العلماء والمهندسين إلى العمالة التكنولوجية والعاملين فى مجال التكنولوجيا المحترفين والزبائن الذين يسحبون من بئر الاكتشاف ويغذونه). ويجب أيضاً دعم وتقوية خطوط الاتصال بين العلماء والمهندسين والناس.

إن العلم والتكنولوجيا سيظلا قوة دافعة خلف الحاجة إلى مشروع علمى قوى ومدعم. فى الأزمنة الحديثة ظهرت تهديدات للبيئة بزيادة واضحة. ونظراً لكون فهمنا العلمى لشئون البيئة يبين خطورة وحرج المشكلة فإن الاستثمار فى

البحث الهادف الذى يؤدى لاتخاذ قرارات هامة بخصوص الجو وكيفية التعامل مع الشئون الهامة فى البيئة ستكون له أهمية متزايدة.

وثمة أربعة أهداف ستكون أساس هذه الدراسة وهى الأمن القومى، والصحة، والاقتصاد، واتخاذ القرار.

١-٣ أساسيات ضرورية للسياسات العلمية والتكنولوجية

أولاً : ضمان تدفق الأفكار الجديدة

تشكل الأفكار العلمية الجديدة أساس المشروع البحثى. فبدونها تختنق التنمية وينهار الاقتصاد. والتقدم المفاجئ الذى يشكل هذا الأساس لا يمكن التنبؤ به أو استدعائه عند الطلب. ولكن الاكتشافات المهمة دائماً تأتى من سبل غير متوقعة.

لنفترض العمل البحثى الذى قام به كلاً من ستانلى كوهين (Stanely Cohen)، وهربرت بوير (Herbert Boyer) منذ حوالى ثلاثين عاماً فى الولايات المتحدة الأمريكية عندما كانا ضمن كثرة من العلماء يجرون تجارب على الـ DNA. ومثل عدد من الباحثين الآخرين فى المجال الوليد للبيولوجيا الجزيئية كانا يسألان أسئلة أساسية عن طبيعة مادة الوراثة (Genetic material). لقد كانا يعملان مستقلان عن بعضهما محاولان الإجابة على أسئلة حول الأنزيمات البكتيرية (Bacterial enzymes) والكروموسومات المتناهية فى الصغر (Mini-chromosomes) المسماه بلازميدز (Plasmids). وفى مقابلة حدثت مصادفة وكانت مقابلة سعيدة فعلاً أدت إلى تعاون نتج عنه ثورة فى هذا المجال وهى اكتشاف تكنولوجيا إعادة اتحاد الـ DNA (Recombinant DNA) ـ تلك التقنية التى كانا روادا لها أصبحت الآن مصدر الحياة لصندوق العدة للعلماء

وأوصلت للهندسة الوراثية؛ وعليه فقد جعلت صناعة التكنولوجيا الحيوية وعديد من الاكتشافات الطبية الحالية ممكنة.

وفى حوالى نفس الفترة وأيضاً فى الولايات المتحدة الأمريكية، وفى مجال علمى مختلف، وعلى غير المتوقع، ظهر اكتشاف آخر على الدرجة نفسها من الأهمية. فقد كان كل من رونالد ريفست (Ronald Rivest) وآدى شامير (Adi Shamir)، وليونارد أدلمان (Leonard Adleman) منشغلين فى بحث حول التعقيدات الحسابية (Computational Complexity) وهو موضوع فرعى فى علوم الحاسب النظرية. وقد قادتهم ملاحقتهم للمفاهيم الرياضية إلى طريقة مبنية على أساس رياضى يمكن استخدامها لحماية الإعلام الإلكترونى يطلق عليها (Public Key Encryption). حالياً وبعد سنين عدة يبدو اكتشافهم عويصاً أو يصعب فهمه، حيث أن التشفير Encryption لا يحمى البريد الإلكترونى (e-mails) من الفضوليين فحسب ولكنه عمل على ازدهار عالم التجارة إلكترونياً لضمان السرية والأمن لقاعدة الصفقات المالية على شبكة المعلومات.

لقد كان عند العلماء المشاركين فى هذه المتابعات المتنوعة ما هو أكثر من حب الاستطلاع عادة. إن كل ما طلبوه من أجل المعرفة قد تم وضع الاعتمادات المالية له وعلى الأقل جزئياً من حكومة الولايات المتحدة الأمريكية. والأمثلة التى ذكرناها عن متابعة البحوث الأساسية قادت إلى تنمية مهمة اقتصادياً. إن بعض البحوث الممولة من حكومة الولايات المتحدة بدأت للبحث عن الفهم ولكنها انطلقت إلى تطبيقات مهمة. فى الحقيقة وفى دراسة حديثة أظهرت أن ٧٣% من مسجلى براءات الاختراع الأمريكية مولوا البحث كجزء أو ككل من الأساس الذى كانت عليه نتائج براءات اختراعهم الجديدة قد تأسست (مرجع ١).

إن الباحثين المذكورين أعلاه لم يكن باستطاعتهم إنجاز اكتشافاتهم بدون عملية التمويل من الحكومات الفيدرالية بالولايات المتحدة الأمريكية. فلم يكن بإمكان أى شركة أو مستثمر خاص أن يمول أعمالهم العلمية، لأن التنبؤ فى ذلك الوقت استقر على أنه لن يكون هناك عائد أكثر من اكتساب المعرفة.

إن الاستثمار فى البحوث الأساسية يستلزم إرادة للمجازفة على الكسب النهائى. ففى مقابل كل اكتشاف ثورى هناك خطوط أخرى للبحث تعطى نتائج أقل أهمية. هذه هى طبيعة البحوث الأساسية. ربما تظهر النتائج الأولية أن البحث ذو أهمية، ولكن قلما يكون هناك تأكيد لذلك. وعموماً، إذا كان الناتج من أى مشروع بحثى معروف مقدماً فإن الهدف لا يكون ذا طبيعة أساسية حقيقة.

لقد لخص الدكتور جيمس لانجر الأستاذ بجامعة كاليفورنيا بسانتا باربارا ما يدور حول هذه النقطة بإسهام عن طريق البريد الإلكترونى فى دراسة عن سياسة العلم بالولايات المتحدة الأمريكية. كتب يقول: التاريخ يخبرنا بأن حتى أعظم العلماء لم يكن باستطاعتهم تحديد أنسب الاتجاهات المفيدة للبحث أو التنبؤ بما تتضمنه اكتشافاتهم. نيوتن أمضى جزءاً كبيراً من حياته العلمية يدرس الكيمياء القديمة. أينشتين وجه النصف الثانى من حياته لمسائل نعرف حالياً أنها لن تحل بدون التوصل إلى اكتشافات حديثة فى فيزياء الجسيمات الأولية. إن باردين لم يحسن التقدير لأهمية اكتشافه الترانزيستور كما فعلت معظم الشركات الصناعية فى أمريكا فى ذلك الوقت. وأضاف قائلاً – بينما أنا متأكد بأننا سوف نرى تقدماً علمياً ملحوظاً فى المستقبل القريب فإننى وبنفس القدر من التأكد أقول بأننا لا نستطيع أن نثق بما يتنبأ به العلماء والمهندسون أو خبراء السياسة فى أين تحدث التطورات أو فى أى طريق ستكون لها مدلولاتها الكبيرة.

إن العالم أو المهندس يسلك طريق البحوث الأساسية بغرض زيادة الفهم حول الكون وكل المخلوقات الموجودة فيه. وبينما يمكننا الحصول على بعض المنافع من هذه الاستكشافات مثل التحسن فى النواحى الصحية والاقتصاد والأمن القومى ونوعية حياتنا، فإن ذلك يجب أن لا يعمينا عن حقيقة أن سلوك طريق المعرفة فقط هو مسعى محمود وهام.

١-٣-١أ الاستثمار فى البحوث الأساسية

من المفترض أن نمكن العلماء من الاستمرار فى متابعة البحوث الأصولية. فقد بنيت الخبرات السابقة فى الاستثمار الحكومى فى البحث المزايا الاقتصادية المصاحبة لهذا الاستثمار. وتقديرات الاقتصاديين لتغير تأثير التكنولوجيا على النمو الاقتصادى القومى يعتمد جزئياً على ما إذا كانوا يحسبون معدلات العائد الخاص أو العام. ففى تقرير مقدم من لجنة التنمية الاقتصادية فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٣ (مرجع ٢، مرجع ٣) توقعوا معدل عائد مقداره يتراوح بين ٢٠% و٣٠% للشركات الخاصة. ولكن مكتب الميزانية فى الكونجرس الأمريكى توصل إلى أن معدل العائد العام من البحوث يتراوح بين ٣٠% و٨٠% (مرجع 4). وفى دراسة عام ١٩٩٢ (مرجع 5) موجودة فى تقرير من Progressive Policy Institute (مرجع 6) بينت أن 49% من النمو الاقتصادى يرجع إلى التقدم التكنولوجى (مرجع 7). إن علينا أن نأخذ بعين الاعتبار تأثير اقتصاديات التكنولوجيا الحيوية والصناعات عالية التقنية، (فكلاهما يرجع كثيراً من نجاحاته إلى التقدم فى البحوث الأساسية) لكى نعى ونفهم المنافع العظيمة للاقتصاد التى يجلبها الإنفاق على البحوث الأساسية.

لقد اعترفت بعض الدول الأخرى مثل اليابان (مرجع ٨) وكوريا الجنوبية (مرجع ٩) بنجاح العلم الأمريكى وبالمزايا التى تعود نتيجة التمويل الحكومى،

وبدأت فى التفوق على الولايات المتحدة فى التمويل معبراً عنه كنسبة من إجمالى الناتج القومى. ويرجع ذلك إلى إدراكها أن تمويل البحوث الأساسية حالياً محدد كبير لقوة اقتصاد المستقبل.

١-٣-٢أ دور الباحث الفرد فى مشروع البحث

لكى نسهل البحوث الأساسية يجب على الحكومة أن تدبر منح البحث التى تشمل تمويلات الموازنة للتكاليف غير المباشرة واستخدام طرق اختيار سليمة للباحث الفرد فى الجامعات، ومراكز البحوث، والمستشفيات وبعض المعامل الصناعية، وذلك لتدعيم البحوث غير التجارية.

١-٣-٣أ تحفيز الابتكار فى البحوث الأساسية

يؤدى تقييد عملية الخلق والابتكار (التى هى مهمة جداً لتقدم العلم) إلى مخاطر وإرباك للمشروع البحثى على المدى الطويل، ولذلك يجب تجنبها. كما يجب اتخاذ الحرص الكافى لتأكيد أن العلماء فى خطواتهم المبكرة فى عملهم البحثى قادرين على استحضار أفكار جديدة للمشروع البحثى لما لهم من طاقة وحيوية. ومن الضرورى الاهتمام بالعلماء ذوى الجهد الخلاق وأصحاب الأفكار؛ فحتى لو كانت بعض هذه الأفكار غير قوية وغير رشيدة، فمن الواجب متابعتها.

١-٣-٤أ الحفاظ على التنوع فى حقيبة البحوث الأساسية

أصبح تداخل الموضوعات فى العملية العلمية متزايداً. فالتقدم فى أحد الفروع غالباً ما يتبعه تقدم فى فرع آخر وغالباً تكون مجالات لا علاقة بينها فيما يظهر. على سبيل المثال: من كان يفكر أن البحوث فى الفيزياء النووية (دراسة الحالات الداخلية وخواص نواة الذرة) وتقنيات تجميع البيانات

المستخرجة من التجارب على الجسيمات الأولية (الكواركات وغيرها) سوف تقود إلى جهاز أمكنه تعزيز حدود بحوث الطب الحيوى (Biomedical) والعناية الصحية؟.

إن خطوط البحث قادت فى النهاية إلى التصوير بالرنين المغناطيسى (Magnetic Resonance Imaging) بواسطة جهاز يستخدم حالياً فى المعامل والمستشفيات فى كل أنحاء العالم فى البحوث البيولوجية الأساسية وأيضاً للتشخيص فى حالات المرض. ويقدم مثل هذا التداخل بين المجالات مثالاً آخر للعائد الممكن الحصول عليه من البحوث الأساسية.

فى بعض الأحوال يمكن لتقدم العلم أن يضعف لفترة زمنية معينة قبل أن يصادف تطوراً غير متوقع. على سبيل المثال، قاد البحث الطويل وغير الناجح على الأساس الفيروسى (Viral basis) للسرطان البشرى إلى اكتشاف فئة من الفيروسات ذات خصائص غير عادية يطلق عليها فيروسات تراجعية (Retroviruses) فى السبعينات.

ولم تمر إلا بضع سنين حتى كان لأحد أعضاء هذه الفئة من الفيروسات أن يأخذ أهمية كبيرة كسبب محتمل لمرض الإيدز. وهكذا فإن العمل المبكر على ما بدا أنه مشوق ولكنه غير عملى ساعد على تقدم أسرع للحرب ضد الإيدز.

ومثال آخر يوضح الفترة الزمنية الكبيرة بين الاكتشاف الأولى والتطبيق الحقيقى وهو جبر بوليان (Boolean Algebra) الذى ظهر عام 1854، ولكنه لم يحظ بتطبيق على مجال واسع حتى تطورت الحاسبات الحديثة.

إن من المهم للحكومة تمويل البحوث الأساسية لمحيط عريض من الفروع العلمية تشمل الفيزياء والكيمياء وعلوم الحاسبات وعلوم الحياة والرياضيات والهندسة والعلوم الاجتماعية.

١-٣-٥- أ العلم للمجتمع

أشار أكثر من شاهد إلى الاختلاف الطفيف بين فهم البحث الأساسى المدفوع (Driven) أى الذى له دافع والبحث الأساسى المهدف (Targeted). بينما أغلب الأعمال العلمية تجرى بسبب حب الاستطلاع والرغبة فى اكتشاف المجهول إلا أنه أيضاً وللحقيقة فإن عدداً كبيراً من البحوث العلمية التى أجريت بعد الحرب العالمية الثانية كانت بحوثاً تستهدف مشاكل وتطبيقات معينة للمجتمع.

عموماً فإن البحث والتنمية (R & D) فى الأقسام العلمية والمراكز البحثية يجب أن يكون وثيق الصلة ومرتبط بمهمات الأقسام والمراكز العلمية، وأن يركز على البرامج الأساسية التى تدار بعناية - طويلة المدى - غير تجارية وذات جهد عال للكشف العلمى. إضافة إلى ذلك فإنه يجب التأكيد على إن البحث يجرى للوصول إلى مدلولاته وبذل الجهد لتقليل المعوقات الإدارية والتدقيق فى حسابات الإنفاق.

١-٣-٦-أ زيادة كفاءة وفعالية المراكز البحثية القومية

المراكز القومية مصدر فريد فى مشروع البحث. فهى تمثل مناخاً عالى الفعالية فى تداخل نوعيات البحث. بالإضافة إلى ذلك فهى تملك المعدات الكبيرة والمرتفعة القيمة التى يصعب على أى قسم بالجامعة أن يمتلكها. كذلك من المفترض أن الباحثين العاملين بها يتميزون بالتفرغ التام للبحث العلمى. وبالرغم من ذلك فإن الإحساس بأن المراكز القومية لا تتابع مهماتها بكفاءة قد جعلها مجالاً للتفكير لبذل الجهود لإعادة تشكيلها وتحسين إدارتها وإدارة عملياتها. فنظم الإدارة قد تقيد عملية الخلق والابتكار ولا تزيد من مستوى التركيز المؤثر على

العمليات البحثية فى المعامل. والمطلوب عملية تشمل تقليص قلة كفـــاءة الإدارة الفوقية غير الضرورية.

١-٣-٧-أ زيادة المحاسبية للحكومة

يماثل تطبيق نتائج البحوث الموجهة الجارية فى المراكز القوميـــة الاتجـــاه العملى فى عالم الأعمال الذى يستخدم "خرائط الطرق" التـــى ســـبق إعدادهـــا بغرض تحديد كل الأهداف والجداول الزمنية المأمولة لقيـــاس نجـــاح برنـــامج البحث. فعندما يعرض بحث علمى أو هندسى فى إطار إحراز هدف أو مهمـــة معينة يكون من الهام جداً استخدام نوعية قياس لمحاسبية عرض البحث لتقديـــر ما إذا كان برنامج البحث مؤثراً. وعلى المراكز البحثية الحكوميـــة، خصوصـــاً تلك التى تتابع مهمات البحوث الموجهة، أن تستنبط نظاماً معيارياً (فى الولايـــات المتحدة الأمريكية يستخدمون نظام يطلق عليـــه (Results Act.) (مرجـــع١٠). كأداة لوضع الأولويات والحصول على أكبر عائد من برامج بحوثـــهم ويجـــب إلغاء أو تقليص برامج الأبحاث العلمية التى لا تقابل هذه الأهداف، وذلك بـــهدف مساعدة المبادرات الجديدة لمجالات بحـــوث علميـــة ذات درجـــة أعلـــى مـــن الموثوقية.

١-٣-٨-أ ازدياد النجاح من خلال الشراكة البحثية

إن الشراكة الفعالة بين الكيانات المتنوعة فى المشروع البحثـــى يمكـــن أن تكون وسيلة قيمة لفعالية استثمار البحث الحكومى. والشراكة البحثية يمكـــن أن تأخذ أشكالاً عدة ومختلفة. فهـــى موجودة بين كل التجميعات الممكنة لأهم ثلاث أنماط لمؤسسات البحث: "الجامعات، معامل الصناعة، والمراكز البحثية القومية". وإذا تخيلت مثلثاً يوجد عند كل رأس من رءوسه نمط من أنمـــاط المؤسســـات البحثية، فبالتأكيد هناك اتصال بين كل زوج منهم. ويمكن فى بعـــض الأحيـــان

تخيل وجود الحكومة فى مركز المثلث مستخدمة تأثيرها ومصادرها لتشجيع الصلات المتنوعة فى هذا المثلث.

بينما تجمعات الشراكة المختلفة لها متطلبات مختلفة، فهناك عدد من المبادئ الأساسية للأزمة لبناء شراكة بحثية ناجحة، وهى:

أولاً: يجب أن تكون للشركاء أهداف عامة مشتركة ومهارات تكمل بعضها ويجب أن يتفهموا ويقبلوا أولويات بعضهم البعض.

ثانياً: يجب أن تؤسس الشراكة على تخصيص الاهتمام بالبحث الذى سيعرض وتزويد كل شريك بنتائج لها معنى.

أخيراً على الشركاء أن يضعوا أهدافاً وخطوات عمل محددة قبل بداية التعاون بينهم. وغنى عن البيان أن الثقة المتبادلة والاتصال بين الشركاء هو أمر حيوى لضمان النجاح.

١-٣-٩-أ الشراكة بين الجامعة والصناعة

حيث أن الجامعات تبحث عن وسائل وطرق لتفعيل نفقات البحث، والشركات تبحث عن فرص لاقتناص نتائج البحوث الأساسية بدون أن تتكلف كثيراً فى بناء برامج البحث، لذلك تصبح الشراكة بين بحاث الجامعة والكيانات الصناعية أكثر إلحاحاً.

وبالرغم من ذلك فهناك عدد من التحديات التى يجب مواجهتها إذا كان للجامعات والصناعة أن يكون تعاونهما مؤثراً.

أولاً: على الجامعات ألا تنحرف عن الهدف المحدد لتعليم الطلبة والوفاء بمتطلبات البحوث الأساسية والهندسية. إن الجامعات يمكن أن تعمل تعاونياً مع الصناعة، لكنها لا يجب أن تكون صناعة، وإلا تفقد تراثها

obeikandl.com

وثقافتها علاوة على البحوث الأصولية والمهمة التعليمية. وفى هذه الحالة لن تكون ذات فائدة للشراكة.

ثانياً: على الباحثين من الجامعة الذين تمولهم الحكومة ألا تنقصهم الشجاعة لنشر أعمالهم، أى نشر نتائج البحوث. إن السياسات غير المتوازنة مثل القيود على النشر تزيد المخاطر للتعليم العالى وهو المهمة المركزية للجامعات والقناة الهامة لتفاعل الجامعة والصناعة ونقل التكنولوجيا.

أخيراً: على كيانات القطاع الخاص التى تتشارك مع الجامعات ألا ينظروا إلى الشراكة مع الجامعة على أنها بديل عن برامج بحوثهم الخاصة.

إذا قيمت الجامعات الشراكة كوسيلة لعرض جهود الكلية والطلبة فى المواضيع التكنولوجية التى ينتج عنها ابتكارات ذات فائدة للمجتمع، وإذا لم يؤسسوا توقعاتهم مبدئياً على دخل أو ريع من براءات الاختراع، ستبقى علاقة الشراكة مستقرة ومنتجة. وإذا رأت الشركات الجامعات كمصادر لأفكار جديدة وكنوافذ على عالم العلم محققة الإستراتيجيات الخاصة بتكنولوجياتهم بدلاً من رؤية الطلبة كوسيلة بسيطة التكاليف لحل مشاكلهم على المدى القريب للشراكة، سيكون ذلك بالتأكيد لمصلحتهم.

١-٣-١٠-أ التعاون الدولى

بالرغم من كون البعض يعتقدون بأن العلم هو محاولة أو مسعى فردى، فهو فى الحقيقة مجهود تعاونى. إن العلماء دائماً يعملون بدون اعتبار للحدود الدولية. فمعظم التعاون العلمى الدولى يكون على مستوى فردى من العلماء أو المعامل. على سبيل المثال: معملان أو أكثر يمكن أن يتفقا للعمل سوياً بغرض إتمام مسألة علمية. ومن الأمثلة الأخرى سفر العلماء فرادى إلى دول أخرى للعمل فى معمل باحث آخر لفترة زمنية قصيرة أو لفترات طويلة لتدريب

الخريجين أو شباب الحاصلين على الدكتوراه (Post-Doctoral). والآن وعن طريق شبكة المعلومات يمكن استخدام معدة علمية عن بعد بواسطة الريموت كنترول (Remote Control).

وأحد الأمثلة للتعاون الدولى الناجح هو المنظمة الأوروبية للبحوث النووية فى جنيف بسويسرا والمعروفة باسم (CERN). لعل هذه المنظمة هى أنجح معمل دولى فى العالم. هذا المعمل له تكوين إدارى يضمن بأن المشاريع العلمية ذات القيمة العالية هى فقط التى توظف وتنفذ، وأن كل المشاريع تقدم للفحص والتقييم الدقيق. كذلك فإن الخدمات الأساسية تقدم للضيوف من العلماء والطلبة. وتعمل هذه الإدارة على أن تظل الحيوية العلمية والثقافية بصورة عامة فى أعلى درجاتها.

١-٣-١١-أ قواعد ومسئوليات جديدة للعلم

إن التعاون الدولى فى العلم والتكنولوجيا ضرورى جداً لإحراز تقدم بخصوص مشاكل عامة وكثيرة فى البيئة والصحة والغذاء والمياه والطاقة وتحديات أخرى كونية. إذ أن هذا التعاون عادة ما ينتج عنه اتخاذ قرارات حكيمة من الدول والمنظمات الدولية لمعالجة هذه المشاكل.

وأخيراً، فإن الديمقراطية يمكن أن تتسع من خلال العلم. ففى عالم ملىء بقيم ثقافية متصارعة واحتياجات متنافسة، فإن العلماء فى كل مكان يتقاسمون ثقافة عامة دافعة تحترم الأمانة وسماحة النفس والرؤى والأفكار المستقلة. إن المعرفة قوة. وتبديد هذه القوة ينتج عنه فى الكون قوة غاشمة تطيح بالديمقراطية.

ثانياً: دور القطاع الخاص فى المشروع العلمى

إن مشروعاً للبحث الأساسى يتسم بالقوة والديناميكية والاستمرارية هو بالقطع أساس للتقدم ولتحقيق أهداف المجتمع (اقتصاد قوى، دفاع قومى قوى وشعب يتمتع بصحة جيدة. وبيئة نظيفة). ويتوجب على القطاع الخاص القادر على ترجمة الاكتشافات العلمية إلى منتجات وتطور وتنمية أن يتقدم وأن يكون شريكاً نشطاً فى مشروع العلم والتكنولوجيا.

إن الاستثمار فى البحوث الأساسية هو دائماً جزء من مقامرة. فليس من المنتظر من كل مشروع بحثى أن يعطى عائداً. غير أن المكتسبات المرجوة من أخذ اكتشاف وتنميته يمكن أن تكون هائلة. ولكن إذا لم يحقق المنتج المرجو منه – وببساطة إذا لم يمكن بيعه – فى هذه الحالة ستكون التكاليف باهظة.

وبالنسبة لشركة تقوم أساساً على التكنولوجيا – فالسؤال هنا ليس كالآتى: هل يجب على الشركة أن تقوم بأبحاث؟ ولكن السؤال يوضع بالصورة التالية: كم؟ وأى نوع من البحوث تركز عليه؟ إن احتياجات الشركات المختلفة تتغاير كثيراً – الشركات ذات المنشآت الكبيرة دائماً مصادرها الممكنة كبيرة، ولكن يمكن أن يكون هناك مساهمون تعودوا على ربحية معينة وغير قابلة لإضاعتها فى مقابل منافع غير مضمونة عن طريق بحث أساسى؛ وعليه فالمخاطر واردة.

وبالنسبة للقادم الجديد من الشركات الصغيرة فمتابعة البحث البعيد عن المخاطر ربما تكون الطريق الوحيد لدخولها فى سوق تنافسى. إن مثل هذه الشركات المبتدئة يجب أن تعول على رأس المال المبدئى المقترح بواسطة مستثمريهم لتمويل هذا البحث. وفى الحقيقة فإن التمويل هو المشكلة الأولية التى تواجهها شركات حديثة كثيرة. إن بعض المصانع تنهار عندما تنتهى التغطية المالية دون إنتاج ملموس.

على أية حال، ليس حجم الشركة بالضرورة مؤشراً على أى نوعية من البحوث يمكن أن تقوم بها. إن بعض الشركات الكبيرة العالية النجاح تحافظ على أقسام البحوث التى هدفها دفع حدود بحوثهم – وتفعل ذلك لتخاطر أكثر – لتأكيد استقرار الشركة فى المقدمة لتبتكر وتبدع أسرع من المنافسين.

ويجب على شركات التكنولوجيا الحالية أن تعبر فجوة البحث بين العلوم الأساسية وتنمية المنتج إذا أرادت أن تظل على الحد القاطع للصناعة. وهذا النوع من البحوث يشار إليه على أنه بحوث "المستوى – البينى" "mid-level"، وهو ضرورى لتمويل نتائج البحوث الأساسية إلى تكنولوجيا بازغة، ومن ثم إلى منتج للتسويق.

المستوى البينى "mid-level" من البحوث يجب أن يستمر تنفيذه فى القطاع الخاص. فثمار هذا البحث تكون ملكية خاصة، وعليه فالشركة تكون هى المستفيد الأول أو الوحيد لمنافع أى تكنولوجيات جديدة. وفى نفس الوقت يجب أن تتحمل الشركة المخاطر الناتجة إذا لم تظهر نتائج ذات قيمة من مشروع البحث. ولكن المنافسة المشتعلة فى الأسواق العالمية وتشدد حملة الأسهم للحصول على عوائد سريعة قد أثرت على قدرة الشركات على القيام ببحوث "المستوى – البينى" خاصة تلك التى تميل إلى الأساسية عن التطبيقية.

إن القلق يزداد لأن الشركات تركز جهودها البحثية على التكنولوجيات القريبة لأن تسوق. وعليه فهى تنحو نحو الربح السريع بدلاً من المشاريع التى تتطلب مساندة أكثر للاستثمار فى البحوث. وتوجه علماء الصناعة إلى مشاكل البحوث التى تتجه للمشاريع المتوقع منها عائد قريب تعنى أن هؤلاء العلماء سوف يعملون فى سلسلة من مشاريع بحوث المدى القصير، وأنه لا يوجد ما

يشجعهم على العمل فى مشاريع المدى البعيد وهذا سوف يمثل تهديداً واضحاً لمعظم المشروع البحثى.

١-٣-١ب تمويل الشركات الصغيرة

من المهم تشجيع الشركات الصغيرة المبتدئة فى التكنولوجيا. إن هذه الشركات الفتية غالباً تركز مبدئياً على اكتشاف مفرد أساسى كبطاقة تعرف فى السوق التنافسى. وهذا الاكتشاف قد يجرى فى الجامعة أو أحد مراكز البحوث. إجمالياً هذه الشركات يعول عليها على أنها أحد الآمال المرجوة لعبور الفجوة البحثية بين البحوث الأساسية الممولة من الحكومة وتنمية الإنتاج المتابع من الصناعة.

ويمكن لكم كبير من التمويل أن يوظف للاستثمار فى هذه الشركات الفتية الواعدة. (مرجع ١١). ولا شك فى أن تمويل القطاع الخاص لهذه الشركات الصغيرة الديناميكية عامل كبير لضمان إستمرارها لأنها غالباً سوف تعمل فى غياب أى دخل لفترات قد تطول، وعليه فإنها ستعتمد على رأس مالها الأساسى لمتابعة البحث الذى تأمل أن يقودها إلى الربحية. ولأن رأس المال المبدئى مهم جداً لأى دخول لشركات التكنولوجيا الجديدة، فإن سياسات الضرائب التى تشجع تكوين رأس المال تكون ذات أهمية قصوى. إضافة إلى ذلك يجب أن نتذكر أن السياسات والإجراءات المرهقة مصدر إحباط آخر لبحوث القطاع الخاص، ويجب أن تخفف بقدر الإمكان.

١-٣-٢ب الشراكة لتنمية التكنولوجيا

الشراكة تعنى استحضار عناصر كثيرة لتنمية التكنولوجيا تستهدف اشتقاق نتائج البحوث. وفى أحوال كثيرة يمكن أن تتشابك هذه الأهداف. على سبيل

المثال: فى علاقة الشراكة بين الجامعة والصناعة، يمكن للجامعة أن تتوصل للتكنولوجيا الضرورية لتطورات حثيثة فى الفهم الأساسى، بينما تكون الصناعة قادرة على تحسين نوعية التكنولوجيا استعداداً لبيع منتجات نهائية. وهذا الطابع للشراكة التكافلية هو فى القلب من الشراكة الناجحة. وشراكة مثل هذه تبشر بثقة كبيرة سواء فى نشر نتائج البحوث الأساسية بكفاءة أو إحتثاث البحوث التى تتخطى كل الحواجز.

وكثير من الشراكات الناجحة هى تلك التى تظل غير مصنفة وتعتمد على حرية الحركة للناس بين القطاعين العام والخاص. فالأداة الأكثر دفعاً وتأثيراً لانتشار المعرفة هى حركة شباب العلماء والمهندسين والدكاترة من جامعاتهم إلى عالم التجارة آخذين مفاهيمهم والمعرفة المنظمة معهم. إن ميكانيكية انتشار الجامعة تعنى أن كثيراً من الطلبة ذوى الكفاءة يتعلمون ويذهبون للصناعة، وأن الأساتذة يعملون كاستشاريين ليوم واحد فى الأسبوع.

١-٣-٣ب العلاقات العلمية بين الجامعات

الجامعات ذات القدرات البحثية الكبيرة يجب أن تتعهد بالعناية علاقات العمل مع الجامعات الأقل قدرة والكليات التكنولوجية فى مجالات البحث ذات الاهتمام المتبادل. أما الجامعات قليلة القدرة فى البحث فعليها أن تأخذ فى الاعتبار تنمية الخبرات العلمية والتكنولوجية فى مجالات، وذلك محددة لإكمال الخبرات المحلية والإسهام فى إستراتيجيات تنمية الاقتصاد المحلى.

١-٣-٤ب إعلام القطاع الخاص بنتائج البحوث الممولة حكومياً

إن بعض الشركات نادراً ما تكون لديها موارد للعمل فى البحوث الاستكشافية. والبديل هو اعتمادهم على البحوث الممولة حكومياً لفتح الطريق

لفرص جديدة. على أية حال فإن الاستفادة من التقدم البحثى فى المعامل الحكومية والجامعية يفترض قيام هذه المعامل بإعلام منظمات القطاع الخاص عما يتحقق من نتائج فى عالم البحوث الممولة.

١-٣-٥ب حماية الملكية الفكرية

إن حماية الملكية الفكرية هامة جداً لتحفيز القطاع الخاص على تنمية اكتشافات علمية وهندسية للسوق. إذ يجب أن يحصل أفراد أو منظمات القطاع الخاص على ملكية الاكتشاف العلمى، وذلك بما يشجعهم على تحمل مخاطر أى تمويل مستقبلى يمكن أن تنجم عن تنمية الاكتشاف.

إن النظرة العامة على عائدات الملكية الفكرية محلياً وعالمياً تؤكد أن توازناً مقبولاً قد تم بين تحفيز التنمية للبحث العلمى والهندسى لتكنولوجيا قابلة للتسويق وبين الحفاظ على النشر المؤثر ذى الأهمية لممارسة ومزاولة العلم والتنمية الإقتصادية.

١-٣-٦ب نتائج تخص قطاع الصناعة

بينما يمكن أن تمول الحكومة بحثاً له طبيعة تطبيقية فى ظرف ما، فإنه من المهم أيضاً أن تعترف الشركات بأهمية الاستثمار على المدى البعيد (long-term) حيث البحث على المستوى – البينى لا يمثل ببساطة تنمية المنتج. عندما تسجل الشركات أرباحاً فى اقتصاد قوى ونشط، فإن المصادر الضرورية لعمل مثل هذا الاستثمار (بعيد المدى) غالباً ما تكون متاحة. ولأن فترات نمو اقتصاد قوى لا تدوم للأبد، فيجب استغلال الفرصة للاستثمار فى البحوث فى فترات الازدهار هذه.

ولعل إحدى الإستراتيجيات تتمثل فى أن تقدم الحكومة المساعدة لتتجير Commercialization تكنولوجيات معينة. وهذه الفكرة نبتت وتأسست تحت تأثير الاعتقاد بأن الحكومة يمكن أن تصحح تأثيرات فشل السوق. ولكن هذه الاستراتيجية لم تنجح فى التطبيق. وقد ثبت أن السوق هو فى نهاية المطاف أفضل (Selector) منتقى للتكنولوجيات الجديدة.

ثالثاً: ضمان أن القرارات التكنولوجية المتخذة من رجال الحكومة قد تأسست فى إطار رؤى العلم

إن العلم والتكنولوجيا يقدمان كثيراً من الأفكار لمنتجات المستقبل ويعملان على التطوير والتحسين فى التصنيع. وهما أيضاً يمثلان القاعدة لاتخاذ القرارات من جانب المجتمع أو الشركات أو الأفراد. وبينما تؤثر هذه القرارات بالتأكيد على مواضيع وطنية وحتى عالمية مهمة فإنها تؤثر أيضاً على عناصر أساسية فى حياتنا مثل: كيف نعيش؟ وماذا نأكل؟ على سبيل المثال نحن نتجه إلى العلماء والمهندسين للإجابة عن أسئلة مثل: "على أى معيار يمكن كتابة كود بناء المدن؟ "وهنا يمكن أن يقدم المهندسون والسيسيولوجيون والجيولوجيون وعلماء المواد الإجابة المناسبة. أو أسئلة أخرى مثل: "هل الطعام الموضوع على المائدة صالح للأكل؟" أو هل الدواء الجديد صالح لاستخدام البشر له؟ يجيبنا عن هذه التساؤلات الميكروبيولوجيون والصيادلة وعلماء الأوبئة وغيرهم. لهذا فإن كثيراً من هذه القرارات يؤثر على حياتنا اليومية. ولكننا قد لا نتذكرها إلا إذا حدثت أزمة ما، مثلاً عندما تتصدع المبانى إثر زلزال، أو عندما يكون هناك ميكروب فى بعض المعلبات يصيب (وأحيانا) يقتل من يتناولها، أو عندما تسبب بعض الأدوية آثاراً جانبية خطيرة. وبينما يتعين على كل فرد أن يتحمل المسئولية فى هذا بكل إرادته، فإنه من الواجب علينا أن نثق فى القرارات المتخذة بواسطة

المسئولين والحكام التى تؤثر على المجتمع، وذلك عندما تكون القرارات التى سوف تتخذ تختص بمواضيع تكنولوجية. وعلى صاحب القرار أن يأخذ باستشارة ونصيحة المجتمع العلمى والهندسى.

إن العلم يمكنه أن يخبر عن الأشياء ولكنه لا يستطيع أن يتخذ قرارات بشأنها. على سبيل المثال: بعض البحوث تشير إلى أن استخدام الأسمدة يمكن أن يكون لها تأثيرات على المدى البعيد على الأجسام القريبة للمياه نتيجة سريانها. ولكن العلماء لا يستطيعون إخبارنا كيف يمكننا الموازنة بين مصالح المزارعين الذين يستخدمون الأرض ومصالح صيادى السمك الذين يعتمدون على المياه أو مصالح الزبائن الذين يشترون ويستثمرون منتجات كليهما.

ولكى تزداد الأمور تعقيداً ففى حالات كثيرة ليس باستطاعة العلم أن تكون عنده كل الإجابات، وبالذات عندما تشتمل المواضيع على نظم مركبة كما هو الحال غالباً فيما يتعلق بالتساؤلات حول البيئة. فالغابة أو البحيرة لا يمكن وضعها داخل أنبوبة اختبار لإجراء تجارب عليها. والنتائج التى يصل إليها العلماء بهذا الخصوص تحمل درجات متغايرة من اللايقينية. كما أن كل عالم يمكن أن يصل إلى مدلولات مختلفة من البيانات المتاحة.

وفى الحقيقة فإن عدم الاتفاق بين العلماء ليس شيئاً جديداً. فهم فى الواقع جزء من العملية العلمية وهم الوسيلة التى من خلالها تطرح النظريات والفرضيات القديمة جانباً ويقبل الجديد منها. والاختلافات العلمية بين العلماء تأخذ وضعها الطبيعى على صفحات المجلات العلمية أو فى قاعات اللقاءات.

١-٣-١ج العلم واتخاذ القرارات

من أجل أن يلعب العلم دوراً له معنى فى القرارات ذات الصلة بالقانون أو السياسة، يجب أن يستعان بالعلماء الذين أنجزوا البحث من أجل الإجابة عن

أسئلة يطرحها رجال السياسة أو رجال القانون. ويجب أن ينظر إلى العلماء كوسطاء أمناء ذوى خبرات لإبداء النصح. وتلك خطوة بسيطة ولكنها مهمة لتسهيل وإيجاد مناخ من الثقة بين مجموعتى العلم من جهة والقانون والتنظيم من جهة أخرى.

١-٣-٢ج كشف المستور

على العلماء والمهندسين أن يكشفوا أوراقهم، وأن يتقدموا بمجمل أعمالهم، ويشيروا إلى مصادر تمويلهم عندما يعرضوا خبرتهم ويقدموا نصائحهم لصناع القرار.

١-٣-٣ج أهمية الفحص والتنقيح

إن النظر إلى الآراء العلمية التى يعرضها الخبراء على أنها موضوعية ومعقولة وجديرة بالثقة ولها صدى عند هؤلاء الذين يعولون عليها يعتمد على ما هو أكثر من أوراق اعتماد هؤلاء الخبراء. إنه يعتمد على قدرة العلم فى حد ذاته ليصمد أمام تحديات خبراء آخرين. ففى المجتمع العلمى يجرى تحكيم عمل العالم ليظهر وينشر عندما يتخطى عملية التحكيم والفحص والاختبار بواسطة علماء يعملون فى نفس المجال أو على دراية بمادة الموضوع المستقصى عنه.

١-٣-٤ج قبول اللايقينية العلمية

إن فحص البحث يمثل الخطوة الأولى لقبول نظرية علمية أو خلاصة. كما أن نشر النتائج الجديدة وكذا خلاصات أو نظريات العلماء المترتبة على هذه النتائج يمثل البداية وليس النهاية للعملية العلمية. فالنشر يسمح لعلماء آخرين بمقارنة النتائج الخاصة بهم بتلك المنشورة ومحاولة تكرار نتائج الآخرين للتأكد

من صحتها. ولا شك فى أن هاتين الخطوتين مهمتين جداً للمصادقة على الاكتشاف والنظريات الجديدة.

١-٣-٥ج حساب المخاطر

لتحليل المشاكل التى قد تطرأ بموضوعية فإن القرارات المنظمة يجب ألا تتأسس على سمعة الأساس التكنولوجى فقط، بل يجب أن تؤخذ فى الحسبان وجهة النظر العلمية.

إن عملية تحديد مقدار المخاطر واتخاذ القرارات حول كيفية التعامل مع هذه المخاطر ومقارنة الاختيارات المتنوعة ونتائجها يجب أن توضع دائماً فى الاعتبار عند صنع السياسات. كما يجب أن نقبل إنه ليس باستطاعتنا تقليل كل خطر فى حياتنا إلى الصفر، وأن علينا أن نعمل على معرفة كيف توظف مصادرنا المحدودة لتحقيق أعظم تأثير على المجتمع.

رابعاً : مؤازرة مشروع البحث

أهمية التعليم

ليس هناك عنصر يوازى أهمية العنصر البشرى فى مشروع البحث والتنمية (R&D). إن التقدم الذى يحمى ويحسن نوعية الحياة أو يساعد فى الأمن ضد قوى العدوان لا يقفز ببساطة صاعداً من الأرضية الفسيحة للاكتشافات العلمية الجديدة. إذ يجب أن توضع نماذج لهذه الاكتشافات وأن تنقى وتوجه بواسطة تنوع غير عادى ومتكامل من البشر المتخصصين الموهوبين. هذا يتأتى من خلال التعليم. فالمدارس والكليات والجامعات ليست فقط لتخريج علماء ومهندسين ولكن أيضاً لتخريج البشر الذين يلعبون أدوار لا تحصى ولا تعد فى المشروع العلمى.

على سبيل المثال: فى مقابل كل عالم يعمل بجهد فى المعمل من أجل اكتشاف مفيد، هناك فى القطاع الخاص الذين يعترفون بأهمية هذا الحدث ويعملون عليه لتجهيز رأس المال، وجعل التسهيلات فى البحث والإنتاج متاحة، وتجهيز عمليات التسويق والإدارة والمساعدات القانونية .... الخ. إن البشر ذوى المهارات فى هذه المجالات وعندهم بعض التدريب العلمى أو الهندسى هم نادرون نسبياً وعليه فتقييمهم عال. ويتعين تزويد علماء الصناعة والمهندسين الذين يحولون اكتشافاً ما إلى منتج حقيقى بالمساعدين الفنيين والمستخدمين ذوى المهارات العالية. ولكى يصبح المنتج الجديد جاهزاً للسوق، فإن عمالاً آخرين سوف ينتجون البضائع الجديدة غالباً فى المصانع أو فى أماكن عمل أخرى تدار بالتكنولوجيا.

مرة أخرى: فى مشروع البحث والتنمية (R,D) لا تحدث القرارات تلقائياً، ولكنها تتخذ بواسطة بشر. فالمنظمون يساعدون فى تقرير ما إذا كانت المنتجات الجديدة مثل العقاقير أو التكنولوجيات الجديدة سليمة. والمشرعون يجب أن يوازنوا بين المصالح المتعارضة للكيانات المتنوعة فى مشروع البحث والتنمية. وأخيراً، فإن كل مواطن فى السوق يجب أن يكون قادراً على اتخاذ قرارات مدروسة ومسئولة كمستهلك.

ولما كان كل عضو فى المجتمع يلعب دوراً فى المشروع العلمى، فإن عليه أن يمتلك بعض المعرفة أو الدراية بالعلم والتكنولوجيا. وعلى نظام التعليم – من الحضانة إلى الجامعات – أن يكون على مستوى هذا التحدى.

١-٣-١د تطوير تعليم العلوم والرياضيات فى المدارس

إن نظام التعليم فى المدارس يخدم ثلاثة أغراض رئيسية: فهو مسئول عن إعداد علماء ومهندسى المستقبل لاستكمال الدراسة فى الكليات، وهو يجهز

الأساس لهؤلاء الذين سيدخلون قوة العمل مستقبلاً، وهو يعزز فهم العلم والتكنولوجيا بحيث يمكن للمواطنين اتخاذ قرارات ناضجة كمستهلكين. وللوصول إلى هذه الأهداف، يجب على المدارس أن تكون قادرة على تطوير المناهج الدراسية الصارمة وتطوير عملية التفكير، وأن تظهر التقدير لفوائد العلم.

١-٣-٢د مناهج العلوم والرياضيات المطورة

يجب أن يكون العمل التدريسى للعلوم والرياضيات مستثيراً لجذب انتباه الطلبة والحفاظ على شوقهم للمعرفة. فالأطفال بطبيعتهم فضوليون. ويجب أن نبنى على هذه الفضولية الطبيعية ونشجعها، لا أن نخمدها بتدريس العلوم كعملية تراكم للحقائق والأشكال كما هو الحال دائماً. ومن المهم أن تشتمل مناهج العلوم على التجريب اليدوى العملى الذى يسمح باستثارة الأطفال لتعلم كيف يعمل العالم من حولهم.

إن الحفاظ على تشوق واهتمام الطلبة للعلم والرياضيات يظل هاماً جداً على مستوى السنوات النهائية بالمدارس، لأن كثيراً من الطلبة يتخذون القرار لمتابعة العلم أو الهندسة خلال تلك السنوات.

ويجب أن نتوقع الكثير من الطلبة بخصوص الرياضيات والعلوم. إن المناهج الدراسية التى تحتوى محتويات علمية صماء يجب تطويرها وجعلها عملية. والأطفال يجب أن يزودوا بأرضية مناسبة من المعرفة العلمية. ونحن كمجتمع يبدوا أننا أسقطنا من توقعاتنا مقدار الفهم العلمى والرياضياتى المفروض فى المواطن العادى. ويجب ألا نسقط من حساباتنا أنه ليس كل الطلبة ممن يستطيعون التعامل مع العلوم والرياضيات. فالموضوعان فى غاية الصعوبة للبعض، والطلبة ذوى القدرات الخاصة هم الذين باستطاعتهم التصدى

للرياضيات والعلوم. وليس بمقدور الأطفال متابعة إنجازات الأجيال السابقة إلا إذا تم إعدادهم لمنافسة أقرانهم فى بقية بلدان العالم. ولا شك فى أن هذا الإعداد ينبغى أن يبدأ فى الفصول الدراسية.

١-٣-٣د توفير المعلمين وتدريبهم واستبقائهم

إن إمداد المدارس بمدرسى العلوم والرياضيات المؤهلين يجب أن يتم وبزخم أكبر. ومن الملاحظ أن بعض المدرسين مازالوا يدرسون مواضيع يبدوا أنهم لم يتدربوا عليها. وبالطبع فإن نقص التدريب ليس معناه الحكم بعدم قدرة المدرس على تدريس الرياضيات والعلوم. فهناك بعض المدرسين ذوى الخلفيات العلمية المحدودة علموا أنفسهم وطوروا قدراتهم العلمية بأنفسهم حتى صاروا متمكنين من مادتهم العلمية. ولكن طالما أنه ليس هناك عدد كاف من المدرسين الموهوبين فإن العلم والرياضيات سوف يستمران فى المعاناة. لذلك يبدو من المعقول اقتراح استمرار هؤلاء الذين عندهم خلفيات فى العلوم والرياضيات وعندهم الانجذاب والقابلية للتدريس وأن يسمح لهم بمواصلة العمل فى هذا الخط.

وسواء أحرز المدرس درجة علمية فى العلوم أو الرياضيات أو لم يحرز، فمن الضرورى أن يلتحق بدورات تدريب وتنمية مهنية. وهذه العملية هامة جداً لمدرس العلوم وذلك بالنظر للتغير المستمر فى موضوع المادة. ولاشك فى أنه إذ ظل المدرسون على اتصال بالأفكار والاتجاهات الجديدة فسوف تزيد قيمة وقدر مدرسى العلوم والرياضيات فى نظر طلبتهم والمجتمع.

وثمة عقبة أخرى للدخول فى مهنه تدريس العلوم والرياضيات، ألا وهى المرتبات الضئيلة للمدرسين مقارنة بفرص أخرى بديلة. وبمناسبة المنافسة الشديدة للعمالة الماهرة تكنولوجياً فقد حان الوقت لزيادة مرتبات وحوافز

مدرسى العلوم والرياضيات لتحفيزهم على الإجادة وكذلك لجذب أعداد جديدة منهم.

١-٣-٤د العملية التعليمية وتكنولوجيا المعلومات

إن الثورة فى تكنولوجيا المعلومات قد جلبت معها فرصاً قيمة للتقدم الابتكارى فى التعليم والتعلم. وبما أن هذه التكنولوجيات محل ثقة، فحتى إذا استخدمت كيفما اتفق، سوف يكون لها مردود مؤثر على قاعة الدراسة والعملية التعليمية. فالبحوث دائما فى احتياج إلى هذه الممارسة كى تتضح كيفية مواءمة هذه التكنولوجيات الجديدة لقاعة الدراسة، وبالذات لتعليم الرياضيات والعلوم.

١-٣-٥د الكلية والرياضيات – برامج العلوم والهندسة

تعانى برامج التعليم الجامعى من نفس مشاكل التعليم قبل الجامعى. فالمستويات التى يلزم بها الطلاب ليست دائما عالية ولا تشدهم للدرس. كما أن نسبة كبيرة من قوة العمل شاملة مدرسى المدارس قد توجهوا للرياضيات والعلوم خلال سنواتهم الجامعية لأسباب إدارية أو بمحض الصدفة. والآخرون الذين يخططون لمتابعة استكمال الدراسة فى الرياضيات والعلوم يجب أن يكون عندهم أساس صلب للنجاح والتفوق عند التخرج. إن التعليم البحثى عند هذا المستوى يجب أن يؤخذ فى الاعتبار. فالأساتذة، مثلاً، بينما هم خبراء فى مجالاتهم، إلا أنهم ليسوا دائماً على دراية بأصول علوم التدريس.

إن المقررات التى تستهدف الخروج بتدريس العلوم والهندسة من أسلوب التعامل الأصم يجب الاستزادة منها. لقد صمم دافيد بيلنجتون (David Billington) أستاذ الهندسة بجامعة برينستون (مرجع ١٢) مقرراً أثبت شعبيته فى هذا المجال. فهو يلقى الضوء على التقدم الهندسى المهم فى القرنين

الأخيرين وذلك بتقديمه فى سياقه التاريخى والاجتماعى. كما أنه يمهد للفكرة العامة بأن التعامل الأصم مع المفاهيم التقنية المعقدة عادة ما يكون جافاً ومضجراً.

١-٣-٦د المرونة فى برامج التدريب فى العلوم والهندسة للجامعيين

يفترض أن تسمح عملية التعليم العالى بتحضير وتجهيز أحسن للطلاب الذين يخططون للبحث عن وظائف خارج العمل الأكاديمى، وذلك بزيادة المرونة فى برامج تدريب الجامعيين، خاصة برامج طلبة الدكتوراه إذ يجب أن تسمح للطلاب بمتابعة مقرر عمل واكتساب خبرة مطلوبة خارج مجال بحوثهم. ومن المهم إجراء تغييرات فى الثقافة الأكاديمية الجارية والتى غالباً ما تظهر الاستخفاف وعدم التقدير للطلاب غير العاملين فى مجال البحث.

١-٣-٧د إتصالية العلم

إحدى سخريات عصرنا الحديث أن أغلب المجتمعات تعتمد على العلم بصورة لم تحدث من قبل – ولكن ماذا يعمل العلماء يظل لغزاً لمعظم الناس. فأى إنسان لا يشتغل بالعلم ويحاول أن يخوض فى مجلة علمية سيكتشف أن لغة العلم حقيقة غير ممكن فهمها للشخص العادى. فهذه المجلات لم تكتب للقراء العاديين أصلاً – وهى تمثل أوضح مثال لاتساع الهوة بين العلماء وبقية المجتمع.

وإذا كان لنا أن نحافظ على التقدير والدعم للمشروع العلمى، فإننا نحتاج إلى وسيلة لترجمة منافع وفوائد وجلال وعظمة العلم إلى لغة الناس العاديين. إن لدى العلماء أخباراً مدهشة يمكن أن يخبروا بها ولكنهم غالباً يحكون القليل – إذا فعلوا ذلك أصلاً. وعلى الإعلاميين أن يلعبوا دوراً فى توصيل إنجازات العلم.

ولكن على العلماء أن يعرفوا أنهم أيضاً عليهم مسئولية لزيادة الاستفادة من العلم للناس.

٦-٣-٨ د بناء الجسور بين العلماء والإعلاميين

لا نستطيع أن نعول على نظام تعليم محسن للرياضيات والعلوم بمفرده لإمداد الناس بالمعرفة التى يحتاجونها لملاحقة سوق توظيف التكنولوجيا من أجل مساعدتهم فى اتخاذ قرارات اختيار جيدة للسلع. إن اتساع قاعدة الإعلام العلمى تعنى أنه لتظل مثقف علمياً يجب أن تستمر فى التعليم. فهناك انفجار كلى للمعرفة العلمية الجديدة فى فترات حياتنا الحالية ولا أحد يستطيع أن يدعى أنه يعرف كل شىء. بل إن الكثيرين من العلماء يقولون أنه من الصعب عليهم الاستقرار على قمة البحث فى تخصصاتهم الخاصة وذلك لصعوبة ملاحقتهم للتدفق السريع والغزير للمعلومات (مرجع ١٢).

ولاستحضار معلومات قيمة ودقيقة من الخطوط الأمامية للعلم إلى صفحات الجرائد وإلى حجرات الاستقبال عبر التليفزيون، يجب على الإعلاميين والعلماء أن يكونوا قادرين وعندهم الإرادة للاتصال ببعضهم البعض. وهذا لا يتأتى دائماً بسهولة. فالعلماء يشتكون بأن المراسلين لا يفهمون كثيراً من الأساسيات من طرقهم وما فيها من فحص وتحليل إحصائى واحتمالات ومخاطر. وعلى الطرف الآخر يشتكى الإعلاميون من أن العلماء منغلقون ويتكلمون لغة غير مفهومة عن المواضيع التى تشغلهم، ويفشلون فى شرح أعمالهم ببساطة وسهولة أو بطريقة مقنعة. والنتيجة هو أن أحاديث قيمة ومهمة تضيع نتيجة للقصور فى الاتصالات.

إن معظم الناس يحصلون على معلومات حول التطورات العلمية من جريدتهم أو من وسائل الإعلام الأخرى (إذاعة وتليفزيون). كما أن كثيراً من

الصحف تقوم بعمل معقول لتغطية أمور العلم، بل إن بعضها لديه أقسام علمية. ولكن قلة الأموال قد تجعل من الصعب توجيه اهتمام كاف للأخبار العلمية التى هى غالباً صعبة الكتابة، وقد لا تجذب جمهوراً كبيراً.

وثمة اقتراح (مرجع ١٣) بأن تقوم الجامعات بمنح العلماء (كجزء من تدريبهم) الفرصة لأخذ دورة أو مقرر دراسى فى الصحافة والاتصالات. كما ينبغى أن تشجع المؤسسات الصحفية ووسائل الأعلام بدورها الصحفيين والإعلاميين لأخذ دورة أو مقرر دراسى فى الكتابة العلمية.

١-٣-٩د أهمية الاتصال للحفاظ على دعم العلم

ليس هناك بديل للعلماء عن التكلم مباشرة تبعاً لاهتماماتهم المتباينة. ومع ذلك فالعلماء والمهندسون الذين يمضون كل الوقت يتكلمون مع الإعلام يدفعون ثمناً غالياً مهنياً. إن مثل هذه الأنشطة تأخذ وقتاً ثميناً منهم، مما يبعدهم عن أعمالهم وربما يعرض قدراتهم للخطر.

إن التكلم مع الشعب يمثل أحسن الطرق للعلماء والمهندسين للوصول إلى الشعب ومشاركتهم حماسهم فى عملهم وتوضيحه لهم. وتشمل الجهود الممكنة فى هذا الشأن التحدث إلى مواطنى المدينة فى الأندية أو أى مواقع أخرى، والعمل مع المدرسين فى المدارس المحلية، واستضافة المجموعات المهتمة بالعلم مثل الطلبة فى معاملهم. وبدون هذه الجهود الاتصالية ربما يتآكل الدعم الذى يقدمه المجتمع للعلم. لذا يجب المواظبة على هذه الجهود وتنميتها.

إن البحوث التى ترعاها بواسطة الحكومة يجب أن تكون معروفة لعامة الشعب – من ناحية لإعلامهم بها ومن ناحية أخرى لتوضيح أنها سوف تكون ذات قيمة بالنسبة للأموال التى تصرف عليها. وعلى الوكالات التى تدعم البحث العلمى أن تشرح مضمون البحث للناس بطريقة واضحة ومبسطة.

١-٤ المؤشرات العالمية الحالية للعلم

فى هذا الجزء سوف نلقى نظرة عامة على مؤشرات العلم والتكنولوجيا فى العالم ثم نتبع ذلك بالمؤشرات الخاصة بالمنطقة العربية، حيث مصر هى الدولة المحورية فى هذه المنطقة.

مع ازدياد تعقيدات نظم العلم والتكنولوجيا فإن صانعى القرار يجابهون باختيارات مهمة لا يستطيعون اتخاذ قرار بشأنها إلا على أساس من المؤشرات الواقعية. إن مؤشرات العلم والتكنولوجيا تمثل عنصراً مهماً لأى نظرة عالمية لأنها تقدم الوسائل والطرق التى يمكن بها تقييم ومقارنة دول ومناطق فى مواقع جغرافية مختلفة وذات أنماط اجتماعية واقتصادية متباينة.

إن مؤشرات العلم والتكنولوجيا تشمل الإنفاق على البحث والتنمية (R,D) ونسبته إلى الناتج المحلى الإجمالى لمناطق مختلفة من العالم. كما تشمل المخرجات العلمية والتى تقيم بالنشر العلمى والترتيب العالمى والمخرجات التكنولوجية التى تقاس بعدد براءات الاختراع المسجلة فى كل من نظامى براءات الاختراع الأمريكى والأوروبى. والمرجع الرئيسى لمؤشرات العلم والتكنولوجيا هو تقرير اليونسكو عن العلم فى العالم (World Science Report, 1998 UNESCO Publishing).

١-٤-١ مؤشرات العلم والتكنولوجيا فى العالم

١-٤-١ أ نظرة عامة على مدخلات العلم والتكنولوجيا

*** الموارد المالية**

بلغ إجمالى الإنفاق العالمى على البحث والتنمية حوالى ٤٧٠ بليون دولار أمريكى عام ١٩٩٤ [أنظر جدول (٣٠)]. ومعظم ما أنفق على البحث والتنمية كان من دول أمريكا الشمالية (الولايات المتحدة الأمريكية وكندا) حيث بلغ

obeikandl.com

نصيبها ٣٧,٩% من إجمالى الإنفاق العالمى، وفى غرب أوربا بلغ ٢٨% وفى اليابان والدول الصناعية الجديدة بلغ ١٨,٦%. وأسهمت الصين بنسبة ٤,٩%. والهند ودول وسط آسيا بنسبة ٢,٢%، ودول الكمنولث المستقلة بنسبة 2.5%، ودول أمريكا اللاتينية بنسبة ١,٩%. أما مجموع الدول العربية فلم يزد نصيبها على ٠,٤% من إجمالى الإنفاق العالمى على البحث والتنمية [جدول (٣١) وشكل (١)]. وبدلالة نسبة إجمالى الإنفاق المحلى على البحث والتنمية إلى إجمالى الناتج المحلى نجد أن هذه النسبة لدول أمريكا الشمالية تبلغ ٢,٥%، ولليابان والدول الصناعية الجديدة ٢,٣%؛ وهما معاً تمثلان أعلى نسبة تليهما دول غرب أوروبا (١,٨%) ودول الاقيانوس (١,٥%). أما دول وسط وشرق أوربا فنسبتها حوالى ١%. ولا تزيد هذه النسبة للدول العربية على ٠,١٨%.

جدول رقم (٣٠)

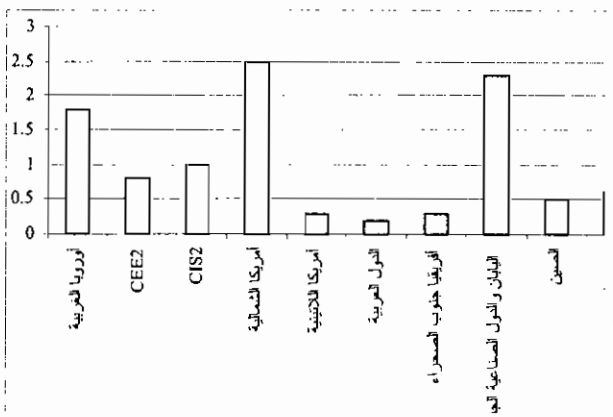
نصيب بعض التجمعات الإقليمية فى العالم من الناتج المحلى الإجمالى ومن الإنفاق العالمى على البحث والتطوير (التنمية) فى العالم عام ١٩٩٤

(القيمة بالبليون دولار)

Region	الإنفاق على البحث والتطوير		الناتج المحلى الإجمالى		التجمع الإقليمى
	القيمة	%	القيمة	%	
Western Europe	131.5	28.0	7.285	22.2	أوروبا الغربية
CEE2	4.4	0.9	549	1.7	
CIS2	11.8	2.5	1179	3.6	دول الكومنولث
North America	178.1	37.9	7255	22.2	أمريكا الشمالية
Latin America	9.2	1.9	2746	8.4	أمريكا اللاتينية
Arab states	1.9	0.4	1080	3.3	الدول العربية
Sub-saharan Africa	2.3	0.5	716	2.2	أفريقيا جنوب الصحراء
Japan and NICs	87.3	18.6	3737	11.4	اليابان والدول الصناعية الجديدة
China	23.3	4.9	4650	14.2	الصين
India Central Asia	10.1	2.2	1624	5.0	الهند ووسط آسيا
South-East-Asia	4.4	0.9	1446	4.4	دول جنوب شرق آسيا
Oceania	6.0	1.3	414	1.3	دول الأوقيانوس
World total	470.4	100.0	32656	100.0	العالم

جدول (٣١) وشكل (١): نسبة الإنفاق على البحث والتنمية إلى الناتج المحلى الإجمالى عام ١٩٩٤

أوروبا الغربية	1.8
CEE2	0.8
CIS2	1
أمريكا الشمالية	2.5
أمريكا اللاتينية	0.3
الدول العربية	0.2
أفريقيا جنوب الصحراء	0.3
اليابان والدول الصناعية الجديدة	2.3
الصين	0.5
الهند وآسيا الوسطى	0.6
جنوب آسيا	0.3
Occania 2	1.5
العالم	1.4



ملاحظة: الناتج المحلى الإجمالى هو الناتج المعدل حسب تعادل القوة الشرائية أو المقيس بما يطلق عليه الدولار الدولى.

جدول (٣٢) الإنتاج العلمى بدلالة الأعمال المنشورة عام ١٩٩٥ (أنصبة التجمعات الإقليمية)

(1) Region	النصيب النسبى	الرقم القياسى
Western Europe	35.8	109
CEE	2.0	83
CIS	4.0	56
North America	38.4	96
Latin America	1.6	117
Arab states	0.7	93
Sub-saharan Africa	0.8	81
Japan and NICs	10.1	119
China	1.6	138
India Central Asia	2.1	97
South-East-Asia	0.1	99
Oceania	2.8	106
World total	100.0	100

ملاحظة:

* سنة الأساس هى ١٩٩٠ ، أى أن ١٩٩٠ = ١٠٠

Sources: ISI (SCI and Compumath), OST treatment.

obeikandl.com

جدول (٣٣) الأنصبة النسبية للتجمعات الإقليمية
فى الإنتاج العلمى المنشور عام ١٩٩٥ حسب العلوم

Region	Fundamental biology البيولوجيا الأساسية	Medical research البحوث الطبية	Applied Biology البيولوجيا التطبيقية	Chemistry الكيمياء	Physics الفيزياء	Earth and Space Sciences علوم الأرض والفضاء	Engineerin sciences and technology العلوم الهندسية والتكنولوجيا	All disciplines كل العلوم
Western Europe	36.3	41.5	31.8	34.1	32.9	33.2	28.8	35.8
Cee	1.4	0.8	1.6	4.4	3.2	1.7	2.3	2.0
CIS	1.9	0.7	2.1	8.2	9.5	4.5	4.2	4.0
North America	44.2	40.6	40.7	26.4	30.4	44.8	41.0	48.4
Latin America	1.4	1.3	2.8	1.5	2.2	2.1	1.0	1.6
Arab states	0.3	0.6	0.7	1.2	0.6	0.7	1.2	0.7
Sub-saharan Africa	0.4	1.0	2.0	0.4	0.3	1.2	0.4	0.8
Japan and NICs	10.0	8.4	8.7	15.0	12.4	4.4	13.1	10.1
China	0.4	0.7	0.7	2.7	3.8	1.0	2.5	1.6
India Central Asia	1.0	1.1	2.4	4.3	3.0	2.1	3.1	2.1
South-East-Asia	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
Oceania	2.6	3.2	6.0	1.7	1.6	4.2	2.2	2.8
World total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Sources: ISI (SCI and Compumath), OST treatment.

١-٤-١ب مخرجات العلم والتكنولوجيا

(١ب١) النشاط العلمى مقيساً بإنتاج البحوث المنشورة

النشاط العلمى عادة يقاس بالنشر العلمى أى عدد المقالات المنشورة فى المجلات العلمية. والبحث المنشور هو فى الواقع نتاج أساسى لعمل علمى، ولكنه ليس المنتج الوحيد للعمل العلمى بالطبع. فالعلم أيضاً يولد نواتج أخرى مثل التعليم العالى والخبراء التقنيين.

ويظهر التوزيع العالمى للإنتاج العلمى - كما هو مسجل بواسطة Science Citation Index (SCI), Compumath لعام ١٩٩٥ ولما هو منشور باللغة الإنجليزية فقط - أن النشر العلمى يتركز فى دول أمريكا الشمالية بنسبة ٣٨،٤% وفى أوربا الغربية بنسبة ٣٥,٨% [أنظر جدول (٣٢)].

أما المنطقتان التاليتان فينهما تباين واضح - فاليابان والدول الصناعية الجديدة حققت ١٠,١% واكتسبت ١٩% من حصيلة العالم فى خمس سنوات،

بينما أن دول الكمنولوث المستقلة فقدت حوالى ٤٤% من حصيلتها فى العالم. أما الهند ودول وسط آسيا فهى حالة مستقرة، إذ كان نصيبها ٢,١% من الإنتاج العلمى المنشور.

وكما يتضح من جدول (٣٣) فإن المناطق المختلفة قد حققت صعوداً فى بعض التخصصات وهبوطاً فى تخصصات أخرى. مثلاً: أوربا الغربية لها موقع قوى فى البحوث الطبية ولكنها أضعف فى العلوم الهندسية والتكنولوجيا. وأمريكا الشمالية قوية جداً فى البيولوجيا الأساسية وعلوم الأرض والفضاء ولكنها أقل فى الفيزياء والكيمياء. واليابان والدول الصناعية الجديدة وأيضاً الصين والهند ودول وسط آسيا لها وضع قوى فى الفيزياء والكيمياء والعلوم الهندسية والتكنولوجيا، ولكنها أضعف عامة فى علوم الحياة ماعدا اليابان. أما الدول العربية فيبدو أنها تركز جهدها فى العلوم الهندسية والتكنولوجيا.

(١-ب٢) النشاط التكنولوجى وبراءات الاختراع

تبعاً لمؤشر براءات الاختراع المنشورة فإن النشاط التكنولوجى يمكن أن يعرف بعدد البراءات المسجلة بواسطة مكاتب براءات الاختراع. وبراءات الاختراع تعتبر مؤشراً للقدرة التكنولوجية. وهى تسجل وتنشر بواسطة البراءات الوطنية. والمشكلة هنا هى اختيار أى من البيانات المتاحة للاستخدام. الإجابة الجزئية على هذا التساؤل هى اختيار أكبر نظامين عالميين لبراءات الاختراع ونعنى بهما النظام الأمريكى والنظام الأوربى. ولكن هذا ليس حلاً مرضياً تماماً على الأقل على للسببين التاليين:

(١) هناك انحياز لمصلحة الولايات المتحدة والدول الأوربية فى البيانات الواردة لمكاتب براءات الاختراع الوطنية فى هذه المناطق.

(٢) إن قرار تسجيل اختراع يشكل جزء من إستراتيجية تصدير وحماية الملكية الصناعية. والدول المختلفة يمكن أن يكون لها تقاليدها ومنظورها الخاص تجاه استراتيجيتها الذى له تأثير على سلوكها فى الترخيص مما يؤثر على مؤشر براءات اختراعها مهما كانت القدرات التكنولوجية لهذا البلد.

ويبين جدول (٣٤) التوزيع النسبى لبراءات الاختراع المسجلة فى أوروبا والولايات المتحدة عام ١٩٩٥ على التجمعات الإقليمية المختلفة. ويوضح جدول (٣٥) عدد براءات الاختراع المنشورة فى نظام براءات الاختراع الأمريكى لاثنتى عشرة دولة عام ١٩٩٥، وكذلك عدد السكان وعدد براءات الاختراع لكل مليون شخص. ومن الواضح أن الولايات المتحدة الأمريكية تأتى فى المقدمة تليها اليابان ثم كندا فألمانيا ، ثم إسرائيل فى المركز الخامس.

جدول (٣٤) : الأنصبة النسبية للتجمعات الإقليمية فى الإنتاج التكنولوجى مقيساً ببراءات الاختراع عام ١٩٩٥

	European patents		US patents	
	النصيب فى ١٩٩٥	التطور بالقياس إلى عام ١٩٩٠	النصيب فى ١٩٩٥	التطور بالقياس إلى عام ١٩٩٠
Western Europe	47.4	91	19.9	78
CEE	0.4	101	0.1	43
CIS	0.4	113	0.1	59
North America	33.4	125	51.5	108
Latin America	0.2	204	0.2	122
Arab states	0.0	101	0.0	135
Sub-saharan Africa	0.2	96	0.1	78
Japan and NICs	16.6	87	27.3	108
China	0.1	152	0.2	118
India Central Asia	0.0	103	0.0	160
South-East-Asia	0.0	165	0.0	126
Oceania	1.3	163	0.6	84
World total	100.0	100.0	100.0	100.0

ملاحظات :

- رقم صفر يشير إلى المناطق التى يقل نصيبها عن ٠,٠٥% من الإنتاج التكنولوجى العالمى .
- التطور بالقياس إلى عام ١٩٩٠ بدلالة الرقم القياسى المستند إلى سنة ١٩٩٠ كسنة أساس .

جدول (٣٥) : براءات الاختراع الأمريكية
الصادرة فى عام ١٩٩٥ لاثنتى عشرة دولة

	Population, millions	U.S Patents issued	
		Number	Per million people
United states	263.1	64562	245(1)
Japan	125.2	22991	184(2)
Germany	81.9	6946	85(4)
United kingdom	58.5	2642	45
France	58.1	2991	51
Italy	57.2	1273	22
South Korea	44.9	1175	26
Canada	29.6	2535	86(3)
Australia	18.1	572	32
Netherlands	15.5	929	16
Belgium	10.1	391	39
Israel	5.5	440	80(5)

Source: World Development Report 1997; U.S Patent and Trademark Office Annual Report for Fiscal Year 1996.

(١-ب٣) مقارنة بين الاتحاد الأوروبى والولايات المتحدة واليابان

لكل نظام من نظم الابتكار فى الاتحـــاد الأوروبـــى والولايـــات المتحـــدة الأمريكية واليابان منها لها خصائصه المميزة التى تعزى إلى تركيبـــة التمويـــل والأهمية النسبية للميزانية العامة فى أوروبا، وللميزانية العسكرية فى الولايـــات

المتحدة الأمريكية، وإلى التمويل بواسطة الصناعة فى اليابان (أنظر جدول ٣٦).

وحسب معيار تنفيذ البحث والتنمية (R,D)، فإن الجامعات ومؤسسات البحث العامة فى الاتحاد الأوروبى لها النصيب الأكبر نسبياً عن أى من الولايات المتحدة الأمريكية أو اليابان حيث تلعب الصناعة (أى القطاع الخاص) الدور الرائد.

وبالمقارنة بالشريكين الآخرين فى الثلاثى، حققت دول الاتحاد الأوروبى معدلاً مرتفعاً للنمو فى علوم الأرض والفضاء بنسبة +١٧% وفى البيولوجيا/ إكولوجيا التطبيقية +١٢% فى السنوات الخمس حتى ١٩٩٥ (جدول ٣٧). كما أن أقوى فرع فى الاتحاد الأوروبى (وهو البحوث الطبية) أظهر نموا بطيئاً (+٥%)، متقدماً بصورة ليست أسرع من التقدم فى البحوث الهندسية التى ظلت أضعف الفروع (٥% وأيضاً).

إن نموذج التطور فى الولايات المتحدة الأمريكية يؤدى إلى تعميق التخصص. فاثنان من أضعف الفروع نسبياً (البيولوجيا/ الأيكولوجيا التطبيقية والفيزياء) أظهرا نموا سلبياً بنسبة ٩% بين عامى ١٩٩٠و١٩٩٥ (مقارنا بمتوسط قصور فى كل الأفرع مقداره ٤%)، بينما كان حظ البيولوجيا الأساسية وللبحوث الطبية أحسن نسبياً. أما فى اليابان فإن الأفرع الثلاثة الضعيفة وهى البحوث الطبية، والبيولوجيا/ ايكولوجيا التطبيقية وعلوم الأرض والفضاء أظهرت نمواً ملحوظاً بالقياس إلى عام ١٩٩٠ (١٥% و١٧% و١٣% على التوالى). ومن جهة أخرى، شهد فرع ضعيف آخر وهو الرياضيات هبوطاً بمعدل ــ١٢% بالقياس إلى سنة الأساس (١٩٩٠).

جدول (٣٦) تمويل وتنفيذ البحث والتمويل فى الاتحاد الأوروبى والولايات المتحدة واليابان فى عام ١٩٩٤

R&D financing	EU الاتحاد الأوروبى	USA الولايات المتحدة	Japan اليابان	التمويل
Public civil	32.7	18.6	25.4	إنفاق عام مدنى
Military	8.2	22.4	1.1	إنفاق عسكرى
Foreign	6.4	0.0	0.1	مصادر أجنبية
Industry	52.8	59.0	73.4	القطاع الخاص
Total	100.0	100.0	100.0	مجموع النسب
Volume (US$ billion)	125.0	168.5	69.7	التمويل بالبليون دولار
R&D implementation				التنفيذ
Public research institutions	18.4	13.4	14.8	مؤسسات البحث العامة
University	19.7	15.6	14.1	الجامعات
Industry	61.9	71.0	71.1	القطاع الخاص
Total	100.0	100.0	100.0	مجموع النسب

Sources: OECD, OST treatment.

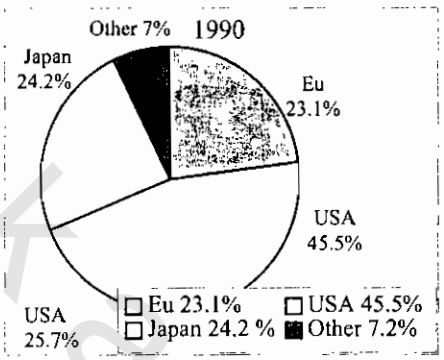
جدول (٣٧): الإنتاج العلمى للثلاثى (الاتحاد الأوروبى والولايات المتحدة واليابان) حسب العلوم مقيساً بالنشر العلمى عام ١٩٩٥

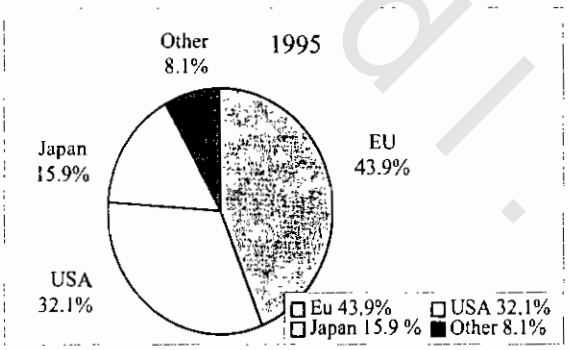
	النصيب النسبى فى عام ١٩٩٥ (%)			التطور عام ١٩٩٥ بالقياس إلى ١٩٩٠		
	EU	USA	Japan	EU	USA	Japan
Fundamental biology	33.2	39.3	9.1	106	99	108
Medical research	37.9	36.9	7.4	105	97	115
Applied biology/ecology	28.8	33.7	7.6	112	91	117
Chemistry	31.6	23.3	12.2	111	99	109
Physics	29.7	27.4	9.9	109	91	103
Earth and space sciences	30.1	38.3	3.6	117	95	113
Engineering sciences and technology	26.1	35.7	8.2	105	93	91
Mathematics	31.4	33.1	4.2	106	93	88
All disciplines	32.7	34.1	8.3	108	96	109

Sources: ISI (SCI and Compumath), OST treatment.

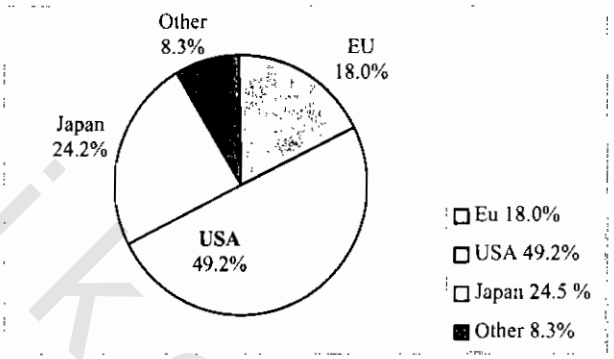
شكل (٢) التوزيع النسبى لبراءات الاختراعات عامى ١٩٩٠ و١٩٩٥

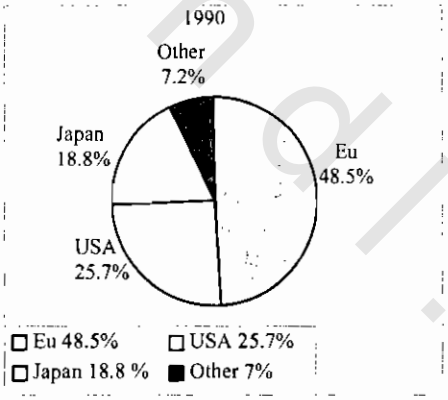
أ ــ فى نظام البراءات الأوروبى





ب – فى نظام البراءات الأمريكى





جدول (٣٨): الأنصبة النسبية فى الإنتاج التكنولوجى للثلاثى (الاتحاد الأوروبى والولايات المتحدة واليابان) مقيساً ببراءات الاختراع المسجلة

	النصيب النسبى عام ١٩٩٥			التطور عام ١٩٩٥ بالقياس إلى عام ١٩٩٠		
	EU	USA	Japan	EU	USA	Japan
European patents	(أ) حسب نظام البراءات الأوروبى					
Electronics/ electrical goods	34.9	35.1	24.2	90	121	85
Instrumentation	36.5	38.9	17.0	88	131	79
Chemistry/ pharmaceuticals	37.3	40.3	15.4	91	121	78
Industrial processes/ metallurgy	48.2	29.4	13.6	95	119	85
Mechanical engineering/ transport	55.3	22.9	12.5	92	129	90
Consumer goods	59.2	21.1	6.2	90	132	93
All fields	43.9	32.1	15.9	91	125	84
	(ب) حسب نظام البراءات الأمريكى					
US patents						
Electronics/ electrical goods	11.0	47.3	34.6	66	104	104
Instrumentation	14.8	51.7	27.2	80	114	91
Chemistry/ pharmaceuticals	23.4	51.9	18.3	87	106	101
Industrial processes/ metallurgy	22.0	49.8	20.2	83	106	105
Mechanical engineering/ transport	23.2	46.4	21.3	84	112	92
Consumer goods	18.0	51.7	11.8	76	105	102
All fields	18.0	49.2	24.5	78	108	102

وبدلالة المخرجات التكنولوجية (مقاسة بعدد براءات الاختراع) فإن ما قدمته الولايات المتحدة الأمريكية كان فى اتجاه معاكس لما قدمه كل من الاتحاد الأوروبى واليابان. فكما يظهر فى شكل (٢) شهدت الفترة بين عامى ١٩٩٠و١٩٩٥ ارتفاع حصة الولايات المتحدة من براءات الاختراع فى نظام البراءات الأوروبى من ٢٥,٧% إلى ٣٢,١% وفى نظام البراءات الأمريكى من

٤٥,٥% إلى ٤٩,٢%. وفى خلال نفس الفترة فقد الاتحاد الأوروبى حوالى خمس نقاط فى كلا النظامين. وفقدت اليابان خلال نفس الفترة ثلاث نقاط فى النظام الأوروبى وحافظت على وضعها فى النظام الأمريكى.

وكما يتضح من جدول (٣٨)، كان وضع الاتحاد الأوروبى فى عام ١٩٩٥ أسوأ بخصوص مجالاتها الضعيفة نسبياً كالإلكترونيات والسلع الكهربية والكيمياء والعلوم الصيدلية، كما كان وضعه سيئاً عام ١٩٩٥ فى مجالات يتمتع فيها بنصيب كبير من البراءات مثل السلع الاستهلاكية والمعدات الهندسة ومعدات النقل.

وبالنسبة للولايات المتحدة الأمريكية فإنها تمتعت بوضع قوى فى مجالات الكيمياء والعلوم الصيدلية والأدوات والإلكترونيات والسلع الكهربائية، وتقدمت على دول الاتحاد الأوروبى فيها جميعاً. وزادت الحصة العالمية للولايات المتحدة بنسبة ٣١% فى الأدوات، و٢١% فى المجالين الآخرين. وبالنسبة لليابان، فإنها احتفظت بتخصصها فى الإلكترونيات والسلع الكهربية، ولكنها تدهورت فى مجالات الآلات والكيمياء والعلوم الصيدلية؛ وذلك كله حسب إحصاءات نظام البراءات الأوروبى.

أما فى نظام براءات الاختراع الأمريكى فقد تراجع مجال الإلكترونيات والسلع الكهربية عن المجالات الأخرى فى المخرجات التكنولوجية للاتحاد الأوروبى بنصاب عال (١١% فقط). وهذا هو المجال الذى فقد فيه الاتحاد الاوروبى معظم الأرضية التى كان يسيطر عليها خلال الفترة ١٩٩٠-١٩٩٥. وعززت الولايات المتحدة الأمريكية وضعها المسيطر فى الأدوات بزيادة قدرها ١٤% وفى الكيمياء والعلوم الصيدلية بزيادة مقدارها ٦%. هنا مرة أخرى احتفظت اليابان، بل إنها رفعت حصتها العالمية فى الإلكترونيات

والسلع الكهربية. وعلى العكس أظهرت نموا سلبياً فى مجال الأدوات بنسبة ٩%.

١-٤-٢ مؤشرات العلم والتكنولوجيا فى الدول العربية

تبين الوقائع أن البحوث فى مصر تفقد تدريجياً الحد التنافسى لها سواء فى عمليات التمويل أو الاعتراف المجتمعى. وبينما النقص فى التمويل والدعم المجتمعى للمراكز البحثية يمكن أن يكون أمراً مؤقتاً، إلا أنه من الملاحظ أن عددا كبيراً من الدارسين يتجه إلى الدراسة فى مجالات عملية وذلك لضمان دخل مرتفع مثل الطب والهندسة. أضف إلى ذلك أن الميزانيات المخصصة للمجالات العلمية والمؤتمرات الخارجية وأجهزة البحث غير كافية سواء فى الجامعات أم فى المراكز البحثية.

ولقد كانت هناك مناقشات حول المسار الذى يجب أن تأخذه أنظمة العلم والتكنولوجيا فى المستقبل. ولسوء الحظ فإن هذا النقاش فشل فى رأب الصدع بين مؤسسات البحث والتنمية فى الغالب. ولم يزل المجتمع العلمى مستمراً فى البحث عن هامش عريض من الحرية لمواصلة البحث فى مواضيع من اختياره هو بصرف النظر عن قابليتها للتطبيق. وبينما يتحدث العلماء عن تشييد معامل باهظة التكاليف وخطط طموحة، فإن التقدم المحرز قليل. وفى بعض الأحيان يحجم الباحثين عن تسويق بحوثهم وعن جذب التمويل لدعم هذه البحوث. وعموماً فإن المجتمع العلمى يصاب بالهلع عندما يضعف دعم الحكومة لمؤسسات البحث والتنمية بمرور الوقت. وبالطبع فإن المسئولين الحكوميين -خاصة هؤلاء المسئولين عن تمويل المؤسسات العلمية- ليسوا سعداء بما يقدمه المجتمع العلمى. إنهم يفهمون البحث والتنمية بصورة عامة كنشاط اقتصادى عليه أن ينافس نشاطات اقتصادية أخرى من أجل الحصول على التمويل من

الحكومة، لاسيما أن ميزانية الدولة محملة بأعباء كبيرة من أجل تلبية احتياجات المجتمع الأساسية وتنمية البنى الأساسية. وكثيراً ما يعبر المسئولون الحكوميون عن عدم رضاهم عن الطريق الذى يسلكه البحث العملى وعن تأثيره على التنمية.

ومن جهة أخرى فإن الرؤية ليست واضحة لدى زبائن مخرجات البحث والتنمية وبعض قادة المجتمع. فالبعض يشعر بأن مؤسسات البحث والتنمية لم تكتسب مصداقية كافية لتضمن دعمهم. إن رجال الصناعة على وجه الخصوص يبحثون عن حلول لمشاكلهم التكنولوجية. ولما كانوا قد اعتادوا تقديم العون المالى لأنظمة الخدمات من جانب الحكومة، فإنهم يعتقدون أيضاً بأن الدولة يجب أن تكون هى المصدر الوحيد لتمويل البحوث.

ويعتبر التعليم العالى موضوع له نفس الأهمية مثل البحث العلمى. فالتشريعات التى تمت بين عامى ١٩٩٤ و١٩٩٦ فى مصر سيكون لها تأثير على التعليم العالى. فهى فقد فتحت الباب أمام قيام مؤسسات تعليمية جامعية خاصة. لقد طفت إلى السطح ثلاث قضايا فى الأجندة السياسية بالنسبة لتنمية الاستراتيجيات للتعليم العالى وهى: دور القطاع الخاص كشريك للقطاع العام فى تمويل وإدارة مؤسسات التعليم العالى، والحفاظ على مستوى مرض لنوعية التعليم فى مواجهة نمو غير مسبوق للرغبة فى التعليم الجامعى، وتنويع قواعد برامج التعليم كى تكون وثيقة الصلة بمتطلبات سوق العمالة.

١-٤-٢-١ الدور المتزايد للقطاع الخاص

يمول القطاع الخاص ويدير عددا متزايداً من مؤسسات التعليم العالى فى إحدى عشرة دولة عربية. ففى عام 1996 أدار القطاع الخاص 49 جامعة (تمثل 28% من الإجمالى عدد الجامعات فى الدول العربية)، و49 كلية جامعية (تمثل

35% من إجمالى) و100 مائة كلية مشتركة (تمثل 19% من العدد الإجمالى)، وذلك فى كل من البحرين ومصر والعراق والأردن ولبنان والمغرب وسلطنة عمان وفى السلطة الفلسطينية والسودان والإمارات العربية المتحدة واليمن. ومن المتوقع أن يتسع دور القطاع الخاص فى الأعوام القادمة.

١-٤-٢-٢ الطلبة المسجلون فى العلم والتكنولوجيا

فى عام 1996 كان العدد الكلى للطلبة العرب 3.1 مليون طالب مسجلين فى 175 جامعة و140 كلية جامعية و539 كلية مشتركة. وكان عدد الطلبة المسجلين خارج أوطانهم 179000 يمثلون 6% من المجموع الكلى. وبالدلالات المطلقة فقد زاد عدد الطلبة المسجلين فى مجالات العلم والتكنولوجيا على كل المستويات خلال الفترة 1985-1996. وعلى أية حال فإن عدد الطلبة المسجلين فى العلم والتكنولوجيا قد أظهر نموا متزايداً فى الكليات المشتركة فقط، بينما يتأرجح العدد بالنسبة لطلبة الماجستير والدكتوراه، وينخفض تدريجياً بالنسبة لطلبة المدارس (جدول ٣٩). إن المتوسط العام للطلبة المسجلين على كل المستويات يحجب تباينات واسعة بين دولة وأخرى. فنسبة الطلبة المسجلين لدرجة البكالوريوس فى مجالات العلم والتكنولوجيا على سبيل المثال تتباين ما بين56% فى الجزائر و 11% فى اليمن. لقد سجلت أربع عشرة دولة متوسط 29%. وبالرغم من أن نسب طلبة العلوم فى مصر والسعودية (18%) قد خفضت الرقم الكلى للدول العربية إلا أن هاتين الدولتين تمثلان 41% من العدد الكلى للطلبة المسجلين عام 1996.

وتجدر ملاحظة أن الحد الأعلى لعدد الطلبة المسموح لهم بالدراسة فى الجامعات والكليات الجامعية فى مجال العلم والتكنولوجيا مقيد بإجراءات وضوابط حكومية، وإن كانت ثمة استثناءات فى أغلب المؤسسات الخاصة.

١-٤-٢-٣ الإنفاق على البحث والتنمية

بالرغم من تحسن إجمالى الإنفاق القومى على البحث والتنمية فى الدول العربية إلا أنه يظل فى المتوسط منخفض جداً بالنسبة للمستوى العالمى. وقد بلغ إجمالى هذا الإنفاق فى عام 1996 حوالى 782 مليون دولار أمريكى، بزيادة حوالى 43% عن عام 1992. ويرجع الجزء الأكبر فى هذا التحسن لزيادة إجمالى الإنفاق القومى على البحث والتنمية فى كل من مصر والكويت والمغرب والعربية السعودية وتونس. هذا التحسن ينعكس على الزيادة فى إجمالى الإنفاق المحلى على البحث والتنمية الذى هو نسبة من إجمالى الناتج القومى الذى بلغ فى المتوسط حوالى 0.14% عام 1996 مقارناً بحوالى 0.11% عام 1992. هذا الرقم الخاص بعام 1996 يخفى تبايناً واسعاً من دولة عربية إلى أخرى يتراوح ما بين 0.4% إلى % 0.03. وعلى سبيل المثال فإن حصة مصر والكويت والمغرب والعربية السعودية بلغت حوالى 72% من مجموع إجمالى الإنفاق القومى للدول العربية بينما إجمالى الناتج القومى لهذه الدول يمثل 46% من مجموع إجمالى الناتج القومى للدول العربية. كذلك فمتوسط الإنفاق لأى دولة بمفردها يخفى تبايناً واسعاً فى حصص المجالات المختلفة للبحث والتنمية من الإنفاق الكلى. فحصة مجال الزراعة والموضوعات المرتبطة به على سبيل المثال بلغت حوالى 40% فى المتوسط، وتراوحت بين (65%-45%) من مجموع الإنفاق فى مصر والعراق والمغرب وتونس والسودان واليمن إلى حوالى 20% فى دول أخرى تشمل البحرين وقطر والعربية السعودية.

ومازالت ميزانية الدولة هى المصدر الرئيسى لتمويل البحث والتنمية فى المنطقة العربية. ففى عام 1996 كان حوالى 89% من إجمالى الإنفاق على البحث والتنمية تمويلاً حكومياً مقارناً بحوالى 3% من القطاع الخاص، 8% من مصادر خارجية. هذه المشكلة تواصلت على مر السنين، ولكنها سوف تتغير

ببطء فى العقد القادم نظراً لخصخصة معظم الصناعات فى دول عدة، وبالذات فى مصر. وبمرور الزمن يمكن أن يزداد إسهام القطاع الخاص فى تمويل البحث والتنمية.

١-٤-٢-٤ مجموع العاملين فى البحث والتنمية

بلغ عدد الباحثين العلميين العاملين كل الوقت فى مؤسسات البحث والتنمية عام 1996 حوالى 19000، بزيادة 4500 فى عام 1992، أى بمعدل نمو سنوى حوالى 8%. ومن الملاحظ أن معظم مؤسسات البحث والتنمية قد تشبعت بعدد العاملين بها. فحملة البكالوريوس ومعاونى الباحثين معاً يبلغ عددهم حوالى 53700 (تعريف معاونى الباحثين لا يشمل العمالة اليومية والتى تعمل أساساً فى الحقول، وهم حوالى 60.000 فى عام 1996). وتحظى مرتبات أعضاء هيئة البحوث ومعاونيهم والعمالة اليومية بنصيب الأسد فى ميزانيات مؤسسات البحث والتنمية. ومن المعتاد أن نجد المرتبات والمخصصات الأخرى تبلغ أكثر من 90% من الميزانية السنوية. وهذه إحدى أضعف النقاط فى تركيب المصدر البشرى فى أنظمة البحث والتنمية فى أغلب الدول العربية.

وهناك أيضا تفاوتات واسعة فى أعداد الباحثين. وقد اتسعت قاعدة البلحثين فى مصر - لكن الفجوة النسبية بين مصر والدول العربية الأخرى قد ازدادت. فى عام 1996 بلغت حصة مصر من مجموع الباحثين العرب حوالى 57% مقارنة بحوالى 52% عام 1992. كذلك فإن مصر توجه جزءاً أكبر من مصادرها للإنفاق على البحث والتنمية أكثر مما تفعله الدول المجاورة. فحصة مصر فى إجمالى الإنفاق القومى على البحث والتنمية فى المنطقة العربية بلغت 30% فى عام 1996 فى حين كانت حصتها فى إجمالى الناتج القومى 12% فقط.

جدول (٣٩) الطلبة المقيدون فى العلم والتكنولوجيا فى الدول العربية

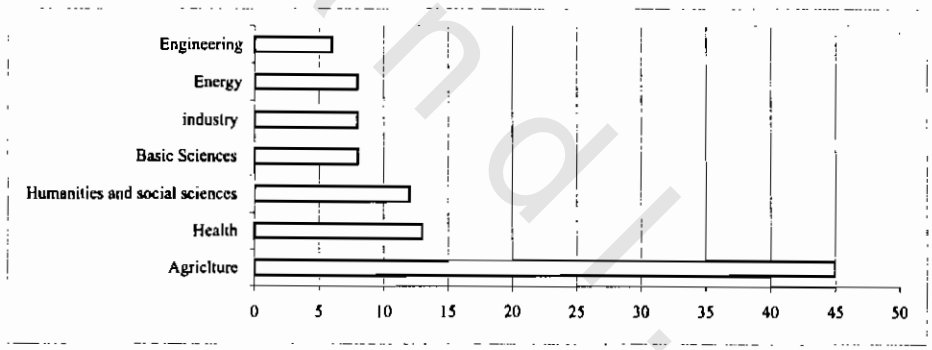
كنسبة من القيد الإجمالى حسب المستوى

	1985	1991	1996
Community colleges	37	44	48
Bachelor's	36	35	29
Master's	57	46	49
PHD	64	66	65

Sources: Qasem (1995a) The Higher Education System in the Arab States: Development of S&T Indicators; - (1997) The Higher Education system and R&D systems in the Arab States: Development of S&T Indicators (in Prepartion)

شكل (٣) توزيع الباحثين فى الدول العربي عام ١٩٩٦

(نسب مئوية)



١-٤-٢-٥ توزيع الباحثين فى المجالات المختلفة

يتضح من شكل (٣) أن عدد الباحثين فى المجالات المختلفة للبحث والتنمية غالباً ما يعكس المجالات الأكثر أولوية. فى هذا الصدد فإن مجال الإنتاج الزراعى والمجالات المرتبطة به لها أكبر حصة من الباحثين، يليها مجال

الصحة. ففى عام 1996 حوالى 45% من مجموع الباحثين كانوا يعملون فى الزراعة، يليهم 13% فى الصحة. أما فى العلوم الأساسية والطاقة والصناعة فتبلغ نسبة الباحثين فى كل من هذه المجالات8% فقط.

فى خلال فترة التسعينات بلغ عدد الباحثين لكل 1000 ألف فرد من القوى العاملة حوالى 0.8 بالمقارنة بحوالى 6-14 فى أغلب دول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية (OECD).

١-٤-٢-٦ سياسات البحث والتنمية

لقد أعادت دول عديدة التفكير فى سياسات التعليم الحر بخصوص التعليم العالى، واتجهت إلى القطاع الخاص كشريك فى تمويل وإدارة بعض المؤسسات. وفى خلال بضع سنين، كان عدد غير قليل من الطلبة يدفعون نفقات تعليم عالية. وهناك أيضاً أفكار عدة تفضل الاتجاه إلى مجريين فى نفس الجامعة تعرض فيهما مصاريف تعليم تفاضلية للطلاب.

فالمصاريف فى المجرى الثانى يمكن أن تكون من ثلاثة إلى خمسة أضعاف المصاريف العادية التى تدفع فى المجرى الأول، والذى يمكن فى بعض الحالات أن يعفى منها الطالب. وأحد مضار هذا النظام هو أن فرص الطالب المؤهل لدراسة المجال الذى اختاره ستكون أكبر بالنسبة للمجرى الثانى. وعموماً فإن هذه السياسات يمكن أن تؤدى إلى حدوث توازن بين التخصصات لخريجى الجامعات واحتياجات سوق العمل.

لقد أعلنت بعض الدول العربية عن سياسات لدعم أنشطة البحث والتنمية. والكثير منها قد استثمر اعتمادات عالية نوعاً ما فى بناء أساسات البحث والتنمية. ولكن أداء معظم مؤسسات البحث والتنمية يظل بعيداً عن المستوى المرضى. وهذا يرجع إلى عدد من العوامل التى أضعفت معظم أنظمة البحث

والتنمية. ومنها الفجوة الغائرة فى قطاعات كثيرة بين الخطط الطموحة وحجم الاعتمادات المالية الملزمة لهذه الخطط. ومنها أيضاً عدم قدرة سياسات البحث والتنمية على استقطاب دعم الصناعة أو مصادر أخرى فى القطاع الخاص.

١-٤-٢-٧ اتجاهات فى البحث والتنمية صناعياً

لقد تركز إسهام القطاع الخاص فى أنشطة البحث والتنمية- على قلته - فى قطاع الصناعة. فحوالى90% من إسهاماته اتجهت إلى الصناعات الدوائية والصناعات الغذائية واستخراج المعادن وتكنولوجيا الأسمدة والبتروكيماويات. أما مساهمة القطاع الخاص فى البحث والتنمية فى التكنولوجيا العالية (المتقدمة) فهى قليلة، بل إنها نادرة.

لقد طبقت مصر برنامج خصخصة لمعظم الصناعات المملوكة والمدارة من القطاع العام. كما أنها تدير عمليات تفاوض لاتفاقيات تجارية مع أوربا ودول صناعية أخرى لزيادة الصادرات الصناعية المصرية إليها. وعموماً، ثمة حادة لزيادة مخرجات البحث والتنمية الصناعية، والتى لا تزيد فى الوقت الراهن على 12% من إجمالى الإنفاق على البحث والتنمية.

٢- التحديات التى تجابه التطور التكنولوجى فى مصر

العلوم الأساسية والبحوث لدعم التكنولوجيا

٢-١ مقدمة

تتطلب مواجهة تحديات الغد أن تتكاتف القوة المكتسبة من المعرفة العلمية مع الإبداع والابتكار المرتبطين بالبحوث العلمية والهندسية. فبهذا تزداد قدرتنا على تعميق فهمنا للكون الذى نعيش فيه ولكل ما يحتويه، وكذلك تزداد قدرتنا

على تحويل هذا الفهم إلى حلول تساعدنا على تحقيق الأهداف التى ينشدها المجتمع.

٢-٢ التحديات

وسوف نستعرض فيما يلى بعض التحديات التى يمكن أن نصنفها كتوصيات ربما تفيد فى التطوير المنشود لرقى وازدهار المجتمع عن طريق الاهتمام بالعلوم الأساسية والبحوث. وسوف نلخصها فى النقاط التالية:

١- على الحكومة أن تستمر فى تدبير منح البحوث لتمويل عمليات منتقاة لأفراد منتقين. وعلى أى حال إذا كان التمويل محدوداً والمنافسة الشديدة على المنح تجعل الباحثين يبحثون عن التمويل فقط لإنقاذ البحث، فإن مشروع البحث والتنمية ككل سوف يعانى. ولأن الإبداع والابتكار أساسيان للبحوث الأساسية، فإنه يجب على الحكومة أن ترصد جزءا من الأموال للبحث المبتكر.

٢- يجب أن يكون البحث والتنمية فى الأقسام والمعامل وثيق الصلة بصورة عالية بمهام هذه الأقسام والمعامل ومركزاً عليها.

٣- إن مراكز البحوث القومية مصدر قومى فريد فى مشروع البحث، ولكن هناك ما يدعو للاعتقاد بأنها ليست مؤثرة وليست على كفاءة عالية لتحمل مهامها. ومن المرجح أن نوعية جديدة من الهياكل أو الأنماط الإدارية يمكن أن تكون أحد الحلول، وتستحق بالتالى قدراً من الاهتمام.

٤- تمثل اتفاقيات التعاون فى مجال البحث والتنمية شكلاً مؤثراً للشراكة التى تقوى تمويل البحث وتسمح بسرعة تتجيره، أى تحويل مخرجاته إلى منتجات تجارية.

٥- يجب تشجيع تمويل شركات التكنولوجيا الجديدة، وخصوصاً تلك التى تركز على بحوث المدى البعيد.

٦- إن الشراكة المتينة بين الجامعات والصناعة يمكن أن تخلق علاقات تكافلية لكلا الشريكين. والتفاعلات والتعاونات بين الشريكين عنصر حيوى وهام فى عملية نقل التكنولوجيا، ولذا يجب أن تشجع.

٧- يمكن أن تسهم الشراكة التى تربط سوياً مجهودات الحكومة والصناعات والجامعات ومراكز البحوث أيضاً إسهاماً فعالاً فى تنشيط البحوث والتنمية الاقتصادية.

٨- على الجامعات العريقة فى البحوث أن تقوى علاقات العمل مع الجامعات الأقل قدرة وكذلك مع المعاهد التكنولوجية فى مجالات البحث ذات الاهتمام المشترك.

٩- يجب أن تكون الشركات تكون على دراية بالتقدم والتطور البحثى فى معامل الحكومة والجامعات.

١٠- عند المراحل المبكرة من العملية التنظيمية، يتعين على واضعى السياسات والأفرع المنفذة العمل سوياً لتحديد المواضيع المستقبلية التى تتطلب تحليلاً علمياً.

١١- على صانعى القرار أن يعترفوا بأن اللايقينية هى سمة أصولية فى العملية العلمية، وبأن القرارات المنظمة للمجالات التى تهم الرأى العام سريعة التغير، ولذا يجب إعادة تقييمها فى الأوقات المناسبة.

١٢- يجب العمل على توفير الموارد المالية والمادية (من منشآت وأجهزة ومعامل) ومصادر معلومات، مع إنشاء تنظيم يكفل الحصول على هذه الإمكانيات بطرق تتواءم مع الأغراض الخاصة التى يراد تحقيقها.

١٣-من المهم التنسيق بين سياسة العلم والتكنولوجيا من جهة والسياسة التعليمية من جهة أخرى.

١٤-من الضرورى وضع إطار عمل للتنسيق والتعاون بين المؤسسات التعليمية لتعليم الرياضيات والفيزياء والكيمياء والبيولوجيا والهندسة والتكنولوجيا.

١٥-يجب تنمية وتطوير المناهج الدراسية فى العلوم والرياضيات فى المدارس الإعدادية والثانوية.

١٦-يقترح تنظيم دورات تدريبية لمدرسى الرياضيات والعلوم لتنمية قدراتهم ووضعهم على المستوى المطلوب فى هذه التخصصات. ومن المهم أن يدرسوا مقرراً فى نوعية العلم أو الرياضيات التى يقومون بتدريسها. فهذا يفيد كثيراً فى التنمية المهنية للمدرسين ويثرى العملية التدريسية.

١٧-من الضرورى الاستفادة من الثورة فى تكنولوجيا المعلومات، إذ أنها التى أتاحت فرصاً مثيرة للتقدم الإبداعى فى التعليم والتعلم.

١٨-يتعين الاهتمام بحلقات الحوار العلمى وإصدار مجلات علمية بصورة دورية، وكذلك إصدار ملاحق علمية للصحف اليومية التى تصدر فى مصر.

١٩-يجب نشر البحوث العلمية الهامة فى صورة مبسطة فى وسائل الإعلام المختلفة لتوضيح مدى ارتباط نتائجها العلمية بحياة الناس ومصالحهم، ولغرس الاهتمام بالعلم والتكنولوجيا فى نفوس الجماهير.

٢٠-على العلماء والمهندسين أن يجدوا الوقت بعيداً عن معاملهم لمخاطبة الجمهور عن طبيعة وأهمية عملهم وذلك بالاجتماع بهم فى الأندية أو المدارس أو أى مواقع أخرى.

٢١-من الضرورى تعميم إنشاء المتاحف العلمية فى كل محافظات مصر والإكثار من إقامة المعارض العلمية وكذا المسابقات فى العلوم والرياضيات وطرق الابتكار.

٢٢-ثمة حاجة لتوجيه اهتمام خاص ببرامج التدريب ذات الصلة بأنشطة العلم والتكنولوجيا على جميع مستويات العاملين فى هذه الأنشطة.

٢٣-يجب زيادة أعداد المساعدين الفنيين المدربين تدريباً متطوراً ومتقدماً، وخاصة المتخصصين منهم فى إصلاح وصيانة الأجهزة الحديثة.

٣- المجالات المختارة لإحداث تطوير تكنولوجى

٣-١ مقدمة

من المجالات المطلوبة بإلحاح لمسايرة التطور العالمى والتى لها تطبيقات عديدة فى الصناعة والطب والزراعة والنواحى العسكرية والتى يمكن أن تتعامل معها كل التخصصات العلمية **مجال تكنولوجيا الليزر**. ذلك أن أشعة الليزر هى فعلاً حل "يبحث عن مشاكل". لذا نجد أجهزته وتطبيقاته قد غزت الدول الكبرى لما لها من أثر كبير فى رفع كفاءة وقدرة الإنتاج، وذلك بالإضافة إلى غزوه للعلوم الطبيعية نفسها. وأنواع الليزر بالرغم من حملها تسمية واحدة فإنها ذات أشكال وأحجام مختلفة باختلاف تطبيقاتها ولكنها جميعاً ذات كفاء مذهلة. لذلك يجب زيادة الاهتمام بهذه التكنولوجيا ليس فقط للنواحى التطبيقية والتدريبية، ولكن الأهم هو فهم تكنولوجيا تصنيع أجهزة الليزر، لأن هذه التكنولوجيا مرتبطة بتكنولوجيات أخرى ويمكن أن يعمل بها فريق من الفيزيائيين والمهندسين والكيميائيين. وعندما نقول تصنيع جهاز ليزر نعنى تصميم جهاز ليزر مصرى بفكر مصرى ومكونات مصرية، وليس عملية تجميع. والمهم أن

نبدأ ولو بأبسط أجهزة الليزر. لأننا إذا فهمنا تكنولوجيا تصميم جهاز ليزر، فسوف ينفتح المجال أمامنا لفهم تكنولوجيات أخرى سواء أكانت مرتبطة بتكنولوجيات أجهزة الليزر أم قريبة منها، وذلك لأن الفهم المبدئى يتبعه فهم أكبر وأوسع، وكذلك فكر أشمل. نريد أن نتحول من مستخدمى تكنولوجيا إلى مبتكرى تكنولوجيا. وهذا سوف يكلفنا الكثير. ولكن علينا أن نبدأ لأن العائد كبير جداً.

وبعد ذلك نستعرض مجالين جديدين لهما أهمية بالغة على المستوى العالمى وسوف يحدثان ثورة وطفرة كبيرة فى التكنولوجيات المستقبلية فى القرن الواحد والعشرين إضافة إلى المدى الواسع والعريض لتطبيقاتهما. وهذان المجالان هما **تكنولوجيا النانو وتكنولوجيا الفمتو ثانية** التى لها علاقة وثيقة بتكنولوجيا الليزر. فهذان المجالان يلقيان إهتماماً عالمياً واسعاً فى نشاطات البحث والتنمية. وقد إزداد هذا الاهتمام ونما بصورة واضحة فى السنوات القليلة الماضية. وفضلاً عن ذلك فإن هذين المجالين يملكان قوة دفع ثورية فيما يتعلق بالطرق التى تخلق وتبدع المواد والنواتج ،كذلك فى مدى وطبيعة التوظيفات التى يمكن الوصول إليها.

٣-٢ الليزر

المبدأ الرئيسى لكل أنواع الليزرات هو تكبير الموجات الضوئية بواسطة الانبعاث المحتث. وبالرغم من التباين الكبير فى الحجم والقدرة والاختلاف فى التردد وطول النبضة، فإن حزمة الليزر فريدة فى خواصها الثلاث الرئيسية وهى: أحادية التردد، والإتجاهية، والترابط الزمانى والمكانى للدقائق الضوئية المكونة لها. إن الإتجاهية العالية لحزمة الليزر هى المسئولة عن جمع وتركيز الطاقة بكفاءة فى قطر صغير جداً مما يعطى قدرة شديدة موضعية لا نستطيع

الحصول عليها من المصادر الضوئية التقليدية الأخرى. وفى الواقع هذه الصفات والخواص الرئيسية هى التى تجعل الليزر جهاز قدير فى العلوم والصناعة والشئون العسكرية والطب وحتى فى مجال الفن والموسيقى.

ويمكن تقسيم هذه التطبيقات إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

١. التطبيقات الصناعية والعلمية.

٢. التطبيقات فى الطب.

٣. التطبيقات العسكرية.

فى المجالات الصناعية فإن أهمية الليزر فى عمليات الإذابة والتبخير والقطع واللحام والتى يحتاج لها فى عدد من الفروع الصناعية الأساسية مثل المناجم والنفط والغابات والمعادن والورق والأنسجة الكيميائية والزراعة... الخ. وبالإضافة إلى ذلك هناك عدد من الفروع الثانوية بالنسبة إلى أهمية الليزر فى الصناعة مثل البناء والنقل.

والليزر هو شعاع ضوئى ذو نقاوة طيفية فائقة. لذا يُحتاج إليه فى الكثير من التطبيقات العلمية مثل الطيف والفيزياء الذرية وعلم تركيب المواد والتلوث فى البيئة وعلم الأرصاد الجوية وعلم الفلك فى قياس المسافات والحركة وعلوم الأرض وفصل النظائر المشعة وعلم البصريات، كذلك فى الجراحات الطبية وفى العلاج والتشخيص.

وتعتبر عمليات قياس المدى ورؤية الأهداف ثم تحطيمها من المهام الرئيسي لليزر فى المجالات العسكرية. لذا فقد اتسعت استخدامات الليزر فى الدفاع، مثلاً فى مضادات القاذفات والصواريخ وفى مضادات الطائرات والمدافع. أيضاً يستعمل الليزر فى كشف المواقع والتعرف عليها وتصنيفها، وفى الإضاءة والاتصالات، وفى المسح الجوى والأرضى.

وسوف نلقى الضوء فى الأجزاء التالية على تطبيقات الليزر الصناعية والعلمية، ثم نقدم نبذة عن الألياف الزجاجية (الألياف الضوئية)، تليها تطبيقات الليزر الطبية. ونختتم هذا الجزء بالليزر فى التصوير الشبحى المعروف بالهولوجراف.

٣-٢-١ تطبيقات الليزر الصناعية والعلمية

من التطبيقات الصناعية والعلمية لأشعة الليزر يمكن تقديم الأمثلة التالية:

١- الصناعات الكهربائية:

البقعة الفائقة الشدة فى حراراتها والمتكونة من تركيز طاقة الليزر تستعمل فى صناعة الدوائر والأجهزة الإلكترونية الدقيقة. وكمثال على ذلك من الممكن لحام نهايتى سلكين منفصلين صغيرين بعد وضعهما داخل أنبوب زجاجى مغلق وبدون الحاجة إلى إخراجها من الأنبوب الزجاجى حيث أن شعاع الليزر ينفذ من خلال الزجاج وبدون التأثير عليه، بينما يمتص من قبل نهايتى السلكين ويصهرهما مع بعضهما.

٢- غزو الفضاء:

ولقد ذكر أينشتاين فى عام ١٩٠٥ فى دراساته عن النسبية والكون - كيف أنه إذا أريد لنا اكتشاف المجرات الكونية والكواكب والنجوم المختلفة يلزمنا مركبة تنتقل بسرعة الضوء. ووفقاً لنفس نظرياته المؤكدة عملياً حالياً بأن أى جسم يملك كتلة ويتحرك بسرعة الضوء تزداد كتلته إلى ما لانهاية. وقد وضع هذا التناقض الواقعى علماء الفضاء أمام عقدتين مستحيلتين فى الوصول إلى الفضاء ودراسته. أولهما - لا تتيسر حالياً أية إمكانية فى الوصول إلى سرعة تقدر بسرعة الضوء، وكل ما اخترعه الإنسان حتى اليوم من صواريخ

وعابرات قارات لا تزيد سرعتها عن ثلث سرعة الضوء. ثانيهما – وحتى لو فرض الحصول على جسم يتحرك بسرعة الضوء فإن كتلته حسب قوانين إينشتاين تزداد إلى ما لانهاية (أثبتت عملياً باستخدام المعجلات فى مسارعة الجسيمات الذرية مثل الإلكترونات والبرتونات، ووجد أن كتلها تزداد بزيادة سرعتها خصوصاً عند الاقتراب من سرعة الضوء). هذه الحقيقة تعنى الانفجار بالنسبة للمركبات الفضائية والأجسام المتآلفة من سبائك مختلفة. لذا يبدو من المستحيل الوصول إلى المجرات التى من المعروف أن مسافاتها تقاس بالسنين الضوئية. ومن المعلوم أنه قد تم استخدام شعاع الليزر فى دراسة بعض الكواكب والتى تبعد عن كوكب الأرض بمسافات هائلة، وذلك ببناء بعض التلسكوبات الكبيرة فى أكثر من مكان، وذلك لإرسال الموجات الليزرية واستقبال إنعاكساتها من المجرات والأجرام السماوية الكثيرة لدراسة جوها وأخذ معلومات أخرى عنها.

٣- التفاعلات النووية:

تمثل التفاعلات النووية (عدا استخداماتها الحربية فى إنتاج القنابل النووية) إحدى مصادر الطاقة المهمة فى التزود بالطاقة الحرارية والطاقة الكهربية. وكما هو معروف يستخدم فى هذه المفاعلات عناصر أصبحت نادرة وباهظة الثمن كما أنها فى طريقها إلى النضوب مثل اليورانيوم. إلا أن مركبات اليورانيوم مثل فلوريد اليورانيوم موجودة ويتطلب لاستخدامها فصل اليورانيوم عن الفلوريد والطرق المعروفة حالياً لإحداث هذا الفصل باهظة التكاليف. والليزر بقدرته الهائلة، وبفضل السيطرة على اختيار تردده أو طوله الموجى، يعطى فتحاً جديداً فى مجال العلوم النووية، وبخاصة لفصل النظائر المشعة.

والأبحاث تجرى فى أكثر من مختبر فى العالم لفصل الفلوريد عن اليورانيوم. كما تجرى كذلك أبحاث كثيرة فى مجال التفاعلات الاندماجية النووية. ولشدة قدرة الليزر فإنه يستخدم فى البدء بالتفاعلات النووية المتسلسلة. وبذلك تقصف النويات من عدة اتجاهات بعدد من أجهزة الليزر الفائقة القدرة ويتم اندماج ذرتين خفيفتين مع بعضهما لتكوين ذرة واحدة ثقيلة، ولكن كتلتها لا تساوى المجموع الجبرى لكتلتى الذرتين المندمجتين، حيث يبقى باقى فى الكتلة يتحول إلى طاقة ذرية يمكن أن تؤدى إلى انفجار كبير أو تتحول إلى أنواع أخرى من الطاقة للاستعمالات السلمية مثل الطاقة الكهربية أو الطاقة الحرارية.

٤- المدى والتلوث:

استخدمت أجهزة الرادار Radar كوسيلة للكشف عن الأجسام القريبة وتعيين مواقعها. ومنذ الحرب الثانية وحتى اليوم وضع هذا الجهاز واستخدم فى تطبيقات عسكرية وصناعية عديدة. واليوم ينظر إلى أشعة الليزر كبديل قوى. والجهاز المستخدم يعرف باسم اللايدار. ويمكن بأجهزة اللايدار والجودولايت lasergoodolite تصوير الكرة الأرضية من الجو وإعطاء أدق التفاصيل على خطوط بيانية. وإذا أضيف الحاسب إلى هذه الأجهزة فيمكن مسح ورسم أعقد التفاصيل والتضاريس الطبيعية.

لقد أمكن قياس المسافة بين الأرض والقمر بدقة عالية باستخدام العاكس التراجعى laser retro reflector الذى وضع على سطح القمر. ووجد أن خطأ القياس كان قليلاً جداً بالمقارنة بالطرق التقليدية المتبعة سابقاً. ويأخذ شعاع الليزر زمناً قدره ثانيتين ونصف فى ذهابه وإيابه من الأرض إلى القمر. وقد استخدم فى ذلك الليزر النبضى ويعرف بصدى النبضات الليزرية.

كما استخدم الصدى النبضى الليزرى pulse echo laser فى دراسة وقياس التلوث الجوى فى المدن الصناعية. وكذلك فإنه يساعد الطيارين فى الكشف عن مدى ملاءمة الأحوال الجوية للإقلاع والهبوط فى المطارات. إن عدم تأثر الموجات الليزرية بالترددات الراديووية والتى تنتج عنها تداخلات راديووية كثيرة يجعل لهذا التطبيق أهمية بالغة فى الكشف عن الزوابع الترابية والرملية والتغيرات المعيقة لحركة الطيران. ومن الليزرات الشائعة الاستعمال لهذا الغرض هو ليزر خليط غازى الهليوم والنيون، وذلك لبساطة تصنيعه وصغر حجمه، خصوصاً للقدرات الصغيرة مثل 0.5 ملى واط. وتقدر مبيعات هذا النوع البسيط من الليزر بعشرات الألوف فى جميع أنحاء العالم.

٥- التطابق الهندسى:

فى البحث عن المراكز الهندسية وفى التأكد بدقة من توازى وتعامد المستويات - يعطى (الليزر إما بالنظر المباشر أو بالقراءة الرقمية) درجة عالية من الدقة فى التطابقات الهندسية، حيث يحل وبكفاءة محل جهاز الفيديولايت الهندسى المعروف والمستخدم فى حفر أنفاق السيارات والقاطرات تحت أو فوق سطح الأرض. ونظراً لأن شعاعه مرئى للعين المجردة بالإضافة إلى إمكانية الكشف عنه وتحويله لقراءات رقمية، فإن كل التقلبات الجوية أو ما يعيق الرؤية فى أجهزة المساحة التقليدية يتم التغلب عليها بجهاز الليزر للتطابق والمساحة. كما أن سهولة استعماله تجعل الخطأ أقل ما يمكن للمختصين فى هذا المجال. ففى إقامة السطوح المختلفة ودقة ميلها، سهّل هذا الجهاز كثيراً القياس الدقيق.

ولا يستغنى عن التطابق الهندسى فى مصانع كثيرة مثل مصانع الورق والحديد. والميل الهندسى لأجهزة معقدة مثل المولدات النفاثة الخطية بحاجة لمثل

هذا الجهاز فى التطابق المركزى لها. كذلك يستفاد من ليزر التطابق الهندسى بوصفه الموجه لمستخدمى أنواع الليزر الأخرى غير المرئية بالعين المجودة أو الإشعاعات المؤينة مثل أشعة جاما والإلكترونات وأشعة النيوترونات. فكل هذه الأشعة غير مرئية للعين البشرية يتطلب واستعمالها إدماجها مع هذا النوع من الليزر.

٦- نسخ المعلومات:

يستطيع الليزر التعرف على الرموز المختلفة سواء كانت كتابات معينة أو رموز تجارية أو مصطلحات مخفية، حيث أن شعاعه الدقيق يمكن أن يتحرك حول الرموز – ويمكن كشف الحزم المنعكسة منها أو النافذة بأجهزة خاصة تعطى صورة دقيقة عن ماهية هذه المعلومات. وإذا وُصلت هذه الأجهزة بالحاسب استطاع آلياً برمجة عمله لإعطاء الكشف الواضح أو نسخ ونقل المعلومات.

وبالإضافة إلى ذلك فإن الليزر يمكن استخدامه فى الكتابة على شريط من مادة معينة حساسة لطوله الموجى مثل الورق المفضض الجاف. كما يوجد حالياً جهاز الفيديو القرص الذى يستخدم شعاع الليزر فى تسجيل أو نقل المعلومات الضوئية والصوتية فى قرص دائرى بدلاً من أشرطة الفيديو المعروفة.

ومن الأعمال الأخرى فى التسجيل بشعاع الليزر: نقل المعلومات من أجهزة المراصد الفلكية، ونقل وصَف خطوط المطابع الورقية، والتسجيل التليفزيونى، وقراءة الميكروفيلم والكتابة منه على مواد مختلفة إما مباشرة أو باستخدام محولات كهروستاتيكية. ولشعاع الليزر فوائد مهمة فى عمليات التسجيل والنسخ منها:

أ - السرعة العالية جداً والتى لا يضاهيها أى جهاز ميكانيكى أو إلكترونى.

ب- التحليل النقى والذى لا يحتوى على ذبذبات تداخلية أو ضوضاء صوتية.

جـ-السيطرة بكفاءة على استعماله عند توصيله بأجهزة الحاسبات وأجهزة التنظيم الصوتية والضوئية.

٧- القياسات:

تستخدم صفة أو أكثر من صفات الليزر الرئيسية فى القياس بهذه الأشعة مثل أحادية الطول الموجى والترابط الموجى والشدة العالية التركيز والتفريق القليل لحزمته. ومن معرفة التغير الحاصل فى الحزمة الليزرية المنعكسة على الأجسام المراد قياس مسافاتها يمكن تعيين مسافة الجسم بدقة، إما بقياس النقاوة الموجية فى طولها الموجى وإما بقياس الزمن المستغرق لذهاب وإياب حزمة الليزر. وإضافة إلى قياس بعد الجسم، يمكن معرفة العيوب وفحصها وذلك بدون تماس مباشر. وفى ذلك فوائد كثيرة فى فحص قطع الماكينات الكبيرة التى كان من الصعوبة الوصول إليها إلا بعد فك وفتح أجزاء كثيرة من المعدات.

والليزر حساس فى القياس والتعرف على العيوب السطحية فى المواد مثل الخدوش والكسور والحفر وقياس سماكة وأقطار الأجزاء المختلفة، وخصوصاً فى قطع الغيار التى كثيراً ما يحصل الخطأ فى التشخيص العادى لها. ويساعد الليزر فى قياس الجسيمات والدقائق الصغيرة فى الجو للسيطرة على التلوث الجوى فى أماكن مختلفة.

٨- علم الطيف:

يستخدم الليزر فى علم الطيف فى دراسة المواد المختلفة كما ونوعا. وفى السابق كان يتم دراسة المواد باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية فى الترددات الراديووية إلى منطقة الميكروويف، أى باستخدام ترددات تتراوح بين ٣٠ كيلو

هرتز وثلاثة ملايين كيلو هرتز. وما زاد على ذلك تستخدم معه مصادر أخرى غير دقيقة. وأخيراً أعطى الليزر الحلقة المفقودة لدراسة المواد إلى ترددات ضوئية عالية تصل إلى مناطق الأشعة تحت الحمراء والمناطق المرئية وحتى مناطق الأشعة فوق البنفسجية - وإلى ترددات تصل إلى ١٣١٠ كيلو هرتز باستخدام مجموعات مختلفة من الخطوط الطيفية، وذلك لدراسة أعمق فى أغوار المواد وتركيباتها الداخلية من الجسيمات الذرية والنووية، ولفهم كيفية توزيعها وانتقالها.

٩- الصناعات الإلكترونية الدقيقة:

يدخل الليزر فى صناعة المقاومات الإلكترونية المختلفة من تقليم وتقصيص دقيق لأبعادها، إما يدوياً وإما آلياً. وبذلك يعطى حجم وقيمة كهربائية للمقاومة دقيقة جداً، وذلك بالإضافة إلى الحفر فى المواد المختلفة لتكوين المتسعات capacitors المتناهية الصغر. وكذلك يدخل الليزر فى عملية لحام ووضع العديد من الدوائر الإلكترونية الدقيقة والصغيرة الحجم المستخدمة فى الأجهزة الإلكترونية المختلفة.

١٠- السباكة:

الشدة الحرارية لليزر وخصوصاً بعد تركيزه تصغير مقطعه وسهولة السيطرة عليه يجعله مهماً فى عالم السباكة ومعاملة المواد، حيث أنه قادر على إذابة وتبخير المعادن ومن ثم ثقبها وحفرها وقطعها ولحامها مع بعضها. إن كل ذلك يمكن أن يتم بهذه الأشعة بمجهود قليل وبدقة عالية - كونه لا يحتاج إلى ضغط ميكانيكى فى أداء هذه المهام.

ويمكن باستخدام الليزر النبضى بطاقة ٢٠ جول فى النبضة الواحدة تبخير المادة بدلاً من إذابتها. إن ٥ جول من النبضات المستمرة قادرة على الثقب،

واستعمال شعاع الليزر كمثقاب. ويمكن عمل ثقوب قطرها بحدود واحد على ألف من السنتيمتر. وحتى المواد التى كان يُظن إنه يستحيل ثقبها كالماس، تبين أنه يمكن ثقبها بهذه الطريقة. وبإضافة ميكروسكوب، يمكن الحصول على ثقوب متناهية فى الصغر، وذلك خلال زمن وجيز، حيث يصل زمن الثقب إلى خمسة على ألف من الثانية. وتصل سرعة الليزر فى القطع واللحام من ٢٥٠ إلى ٩٠٠ سنتيمتر فى الثانية الواحدة أو أكثر. وكل هذه العمليات تجرى بقليل جداً من تلوث الجو، لأن الليزر يبخر المواد ولا يتسبب فى نثرها. فلا وجود لنفايات متطايرة أو أبخرة متخلفة. وكذلك لا وجود لصوت القطع. ولا شك فى أن انعدام الصوت وتقليل التلوث لهما أثر إيجابى كبير على صحة العاملين فى المهن ذات الصلة.

١١- المواصفات والمقاييس:

وفى هذا المجال يدخل الليزر فى أعمال كثيرة منها: آلة تصوير (كاميرا) سينمائية ذات سرعة عالية حوالى ١٠،٠٠٠ (عشرة آلاف) صورة فى الثانية لمراقبة التفاصيل الزمنية والمكانية للظواهر الحرجة مثل الانفجارات أبخرة الاحتراق المتصاعدة من المحركات النفاثة. وهناك ماكينات للقطع والثقب واللحام بأشعة الليزر تستطيع التحرك بستة إحداثيات لدوران وحركة الأجسام. والتصميم ليس محدد الحجم بل يستطاع بناؤه لملاءمة أى حجم حركى. ويستطيع الجهاز التكيف للعمل على أية قطعة بغض النظر عن الاختلاف فى حجمها أو شكلها. وهذا من شأنه تسهيل إنتاج القطع المختلفة بالمواصفات المطلوبة.

وهناك جهاز مسطرة الليزر laser ruler الذى يستخدم لقياس الأطوال الخطية المطلقة. وهو مصمم خصيصاً للاستخدام فى مراقبة النوعية والجودة من

جانب هيئات المواصفات والمقاييس التى تمنح الشهادات القياسية فى قياس الأجزاء المصنوعة مثل سماكة الأقلام، والدبابيس وما إلى ذلك. وتعتمد دقة هذا الجهاز على الطول الموجى لأشعة الليزر المستخدمة. ولهذا النوع من الأجهزة أهمية بالغة فى:

- مقارنة المقاييس المعيارية وتصحيحها.
- قياس الأطوال المطلقة وإعطاء الترخيص والشهادات
- قياس الانحرافات السطحية الصغرى والعظمى.

١٢- الاتصالات اللاسلكية :

تعتمد أجهزة الاتصالات الكهرومغناطيسية العصرية اعتماداً كلياً على الترددات الراديووية وموجات الميكروويف. ويرجع إهمال الموجات الضوئية فى الاتصالات فى الماضى إلى عدم توفر المصادر الضوئية، بالإضافة إلى الصعاب الكثيرة الناتجة عن تفرق وتشتت الموجات الضوئية والامتصاص الجوى لها. إلا أن تطور الليزر أدى إلى ظهور المصدر الضوئى المثالى للاتصالات اللاسلكية.

١٣- ذاكرة الحاسبات الآلية:

سجل هذا العصر التطور فى التخزين الضوئى للمعلومات باستخدام الليزر. ولقد أنتج قرص قطره 5 سنتيمتر له سعة تخزين تصل إلى ١٠ مليون بايت. ومعنى ذلك أن كتاباً من خمسة آلاف صفحة يمكن أن يخزن على جهة واحدة من القرص. وهذه الذاكرة تخزن المعلومات بمعدل ٢٥٠ كيلوبايت فى الثانية. كما يمكن استرجاع المعلومات منها بنفس المعدل.

obeikandi.com

١٤- الزراعة:

أدى تعريض بذور الحنطة لأشعة الليزر إلى إحداث تغيرات جنينيه فيها، أدت بدورها إلى زيادة الإنتاجية بمقدار ٨٠%. وإضافة إلى ذلك فأن إمكانية التعقيم وقتل البكتريا والجراثيم الضارة بواسطة أشعة الليزر يبشر بمستقبل زاهر فى هذا المجال الحيوى.

١٥- الأنواء الجوية:

كون نفاذ وامتصاص الليزر يعتمد على الطول الموجى المنبعث (أى نوع الليزر)، بحيث أننا لو أخذنا شعاع ليزر ثانى أكسيد الكربون ذا الطول الموجى ١٠,٦ ميكرومتر ، فإن نفاذ وامتصاص حزمة هذا النوع تعتمد على حجم وتوزيع القطرات المائية والبللورات الثلجية فى الجو. لذا فإن هذا النوع من الليزر يمكن الاستفادة من خدماته بكل سهولة لدراسة التركيب الميكروسكوبى الدقيق والتركيب الخارجى لتكوم الغيوم وهى من الظواهر التى يعنى علم الأرصاد الجوية بدراستها.

١٦- علم الفلك:

من المعروف أن التشتت أو التفريق الصغير جداً لحزمة الليزر يطور ويحسن القياسات للمسافات بين النجوم وحركتها؛ لاسيما أن أحد أنواع الليزرات يملك طولاً موجيا له القدرة على النفاد من الجو الأرضى إلى الفضاء الفسيح بأقل امتصاص من مكونات الجو الأرضى. ولهذه الصفة أهمية خاصة فى الاتصالات الفضائية.

١٧- علم طبقات الأرض :

لليزر قدرة فائقة على اختراق الصخور لأعماق سحيق، وذلك عن طريق تبخير مكوناتها. وعندما يوجه هذا البخار المتصاعد فى نفس خط الحفر إلى جهاز مطياف، فإنه يساعد على معرفة مكونات الصخور من العناصر المختلفة والنسبة المئوية لتواجدها. والميكانيكية الرئيسية فى استعمال الليزر لمعاملة المواد هى العملية الثنائية فى الإذابة والتبخير. ويتم تصريف الطاقة الشعاعية الساقطة على سطوح المواد بتركيز حزمة الليزر بأربع طرق:

١. انعكاس وفقدان جزء من الطاقة.
٢. استعمال أغلبية الطاقة المتبقية لذوبان المعادن.
٣. استخدام جزء صغير نسبياً من الطاقة لتبخير السوائل المعدنية.
٤. توصيل الجزء الأصغر من الطاقة إلى المعادن غير الذائبة على شكل حرارة.

ويمكن استخدام الليزر فى المناجم للتعرف على مكونات الصخور من المعادن المختلفة. كذلك من الممكن الاستفادة منه فى حفر الآبار البترولية والكشف عن كميات ومعدلات وجود البترول والمواد الأخرى المصاحبة لها وأعماقها الأرضية ونوعية طبقات التربة.

٣-٢-٢ أجهزة الليزر للاتصالات بواسطة الألياف الزجاجية

Optic Fibers Communications

تعرف الألياف الزجاجية أيضاً باسم الألياف الضوئية، وذلك لقدرتها على نقل الحزم والموجات الضوئية. وقد عرفت خواص الزجاج والألياف الزجاجية

والبلاستيكية فى نقل الضوء منذ أكثر من خمسين عاماً. وترتب الألياف على شكل مجموعات مترابطة تنقل الضوء من أحد طرفيها إلى الطرف الآخر.

وحتى اكتشاف الليزر كانت الألياف غير قادرة على نقل الضوء ذى الشدة العالية وذلك لاستحالة تجميعه فى حزمة ضيقة. وبوجود الليزر انتعشت تقنية الألياف الزجاجية فى قدرتها على نقل الحزم الليزرية، وأصبحت استعمالاتها أكثر شيوعاً فى نقل المعلومات من مكان آخر. وتصل المسافات من أقدام قليلة إلى آلاف الأقدام. وتتكون خطوط الاتصالات من حزمة من الألياف الزجاجية ضمن غلاف واق يسمى الكابل، وتنقل الصور المرئية من محطة إلى أخرى. أما المعلومات والأصوات فإنها تحمل على الحزم الضوئية لنقلها. (أى أن الكلمات المنطوقة تحول بواسطة السماعة إلى إشارات كهربائية. هذه الإشارات الكهربائية تستعمل كمصدر طاقة لبعث حزمة ليزر الجاليوم أرسينيت Ga As أو مصدر طاقة فى التفريغ الكهربى لأنبوب الهليوم – نيون He-Ne. وفى كلتى الحالتين تكون حزمة الليزر الخارجة متقطعة ومتذبذبة، وذلك حسب طبيعة الإشارات الكهربائية المتغيرة بتأثير الكلمات المنطوقة. وهى طريقة تحميل الموجات الليزرية. وهذا الضوء المحمول يدخل فى إحدى نهايتى الكابل من الألياف الزجاجية ثم يستلم من الناحية الأخرى لإعادة استخلاص الكلمات المنطوقة والمعلومات منه).

ويرجع اختيار ليزر الجاليوم أرسينيت Ga As والهيليوم – نيون إلى إمكانية نقل ضوئهما بالألياف الزجاجية وبكفاءة عالية. وكذلك لقابليتهما لتحميل المعلومات بالإشارات الكهربائية المارة فيهما. وتتألف وحدة الاتصالات الليزرية بوساطة الألياف الضوئية من مرسل وخطوط من الألياف البصرية الناقلة ومستلم من الناحية الأخرى.

ويتكون المرسل من سماعة أو مصدر يحول المعلومات إلى إشارات كهربائية، ومكبر لزيادة شدة الإشارات الكهربائية. ثم تحول الإشارات الكهربائية كمصدر طاقة لأشعة الليزر، أى أن الإشارات الكهربائية تتحول إلى إشارات ضوئية فى حزمة الليزر.

وتوجه حزمة الليزر إلى مجموعات الألياف الزجاجية التى سبق أن صقلت سطوحها بدقة وأعدت لتقليل الامتصاص والضياع من شدة الحزمة الداخلة لمجموعة الألياف. وبعد انتقال حزمة الليزر تستلم من الطرف الآخر بوساطة كاشف حساس لأشعة الليزر، حيث يعمل هذا الكاشف على تحويل أشعة الليزر (أى الإشارات الضوئية) إلى إشارات كهربائية مرة أخرى. ثم تكبر هذه الإشارات لزيادة شدتها وتوجه إلى مكبر الصوت لتحويلها من إشارات كهربائية إلى كلمات منطوقة، أو توجه إلى مصدر تحويل الإشارات إلى معلومات، أو تخزن لاستعمالات مستقبلية. وقد لعبت المقومات الباعثة للضوء دوراً رئيسياً فى نقل المعلومات فى الألياف الزجاجية. وتستخدم هذه الألياف تجارياً بصورة ناجحة فى الاتصالات تحت المياه. كما أن لها استعمالات صناعية وعسكرية متعددة.

وعندما يتم نقل أشعة الليزر بالألياف الزجاجية المباشرة، فإنها يمكن أن تستخدم فى العلاج والتشخيص. أيضاً وتجرى عمليات جراحية كثيرة بواسطتها للوصول بسهولة ومرونة إلى الأعضاء التى تنزف وذلك دون إحداث سوى فتحة صغيرة فى جسم الإنسان لإدخال المنظار منها. ومثال ذلك استخدام ليزر الياج فى وقف النزيف المعوى فى الأمعاء، وباستعمال ألياف خاصة يمكن كي Cauterize القرح المعوية من الداخل. كما أن بعض الألياف الأخرى قادرة على نقل الغازات اللازمة للتخدير الموضعى فى هذه العمليات، وكذلك سحب الغازات والأبخرة الضارة من موقع العملية للخارج.

التفاعلات الذرية Atomic-fusion، استخدمت الألياف الضوئية كوسيلة أمينة لنقل الطاقة الضوئية إلى مراكز التفاعلات دون التعرض لمخاطرها. كما يجرى تصوير ومراقبة هذه التفاعلات عن بعد بالألياف الزجاجية أيضاً.

٣-٢-٣ تطبيقات الليزر الطبية

تبرز الاستفادة الحالية من شعاع الليزر من وجهة النظر الطبية فى طاقته الحرارية العالية والمتركزة فى قطر ضيق جداً. وهذا الليزر قد أثبت كفاءة عالية فى الجراحة بصورة عامة، وفى الجراحة الدقيقة بصورة خاصة. كما أصبح حالياً شائع الاستخدام فى أفرع طبية عدة منها: جراحة الأنف والأذن والحنجرة وأمراض النساء وأمراض المستقيم والأسنان وأمراض الفم والأمراض الجلدية وجراحة التجميل التى تشمل جراحة التقويم (أى تقويم الأعضاء وإصلاح التشوهات) وجراحة العظام وجراحة الأعصاب. وقد استخدمت مستشفيات كثيرة فى العالم الليزر فى العلميات الجراحية للقطع أو التبخير أو اللحام أو العلاج.

١- مميزات استخدامات الليزر فى العمليات الجراحية :

أ . تقليل هدم الأنسجة بهدف الالتئام السريع:

تمتص المواد العضوية بالخلية الحية حزمة ليزر ثانى أكسيد الكربون عند تركيزها على الأنسجة. ويؤدى ذلك إلى ارتفاع حرارة ماء الخلية الداخلى والخارجى الممتص لطاقة الحزمة إلى ١٠٠° م، أى إلى درجة تبخره. وبذلك يحصل قطع الأنسجة المراد إزالتها ، علماً بأن التأثير على الأنسجة المحيطة لا يزيد قطره على ١٠٠ ميكرون (واحد على المليون من المتر) من نقطة الاتصال، مما يجعل فترة الالتئام قصيرة، وبالتالى تقل مدة العناية اللازمة بعد

إجراء الجراحة. وبما أن فترات النبضات الليزرية يمكن التحكم فيها. (فهى تتراوح من 0,1 من الثانية إلى نبضة فى الثانية. أو بصورة نبضات مستمرة) فإن ذلك يعطى الجراح القدرة على استعمال حزمة الليزر لتبخير الأنسجة أو قطعها حسب الحاجة. وفى الحالة الأخيرة يمكن التحكم الدقيق بموقع الحزمة، مما يجعل الليزر بديلاً عالى الكفاءة للمبضع أو المشرط التقليدى فى الجراحة.

ب . جراحة بدون دماء:

إن شعاع ليزر ثانى أكسيد الكربون قادر على لحم الأوعية الدموية التى يقل قطرها عن نصف مم تلقائياً، وذلك عن طريق تخثير الدماء فى النهايات المفتوحة. وهذا التأثير يجعل الجراحة بالليزر فى مجال جاف تقريباً. ولذلك فوائد كثيرة منها التقليل من نقل الدم خلال الجراحة، بالإضافة إلى توفير الرؤية الجيدة للجراح.

ج. تقليل الالتهاب ما بعد العملية الجراحية:

لا تتأثر الخلايا القريبة من نقاط تماس الشعاع. وذلك لكون قطر الشعاع صغير جداً (فى حدود ١ مم). وهو ما يعجل باسترجاع حيوية الخلايا المقطوعة.

د. تقليل آلام الجراحة:

شعاع الليزر قادر على غلق نهايات الأعصاب الدقيقة المقطوعة بسبب الجراحة. وهذا من شأنه تخفيف الآلام لدرجة أنه فى بعض الأحيان لا حاجة إلى التخدير.

هـ. الدقة المتناهية:

حيث أن المستخدم لليزر يستطيع السيطرة الكاملة على عمق الاختراق من قبل الحزمة، والتى بدورها تعتمد على قدرة الليزر وعلى مدة التعرض. وبالاستعانة بالمجهر، يستطيع الجراح التحكم فى موقع الحزمة بكل دقة. ونظراً لأن الليزر يمارس مفعوله على البعد، فإنه يتيح للجراح مجالاً أوسع للرؤية.

و. لا تأثير ميكانيكى:

تنعدم مخاطر الحركة الميكانيكية للخلايا الحية التى تنتج عن الضغط، وذلك بسبب انعدام الضغط عند استخدام شعاع الليزر.

ز. التعقيم:

لا خطورة من التلوث لعدم وجود ملامسة بين أدوات الجراحة والأنسجة المعالجة. بل أن شعاع الليزر قادر على تبخير الجراثيم المرضية القريبة من موقع الجراحة.

٢- الليزرات الطبية :

إن قدرة شعاع الليزر من ثانى أكسيد الكربون المستخدم طبياً لا تزيد على ١٠٠ واط فى الحالات العادية. ويمكن الحصول على قدرة تصل إلى ٢٥٠ واط أو ٥٠٠ واط وهى ما يحتاج إليها فى جراحة العظام. إن شعاع ثانى أكسيد الكربون يقع فى المنطقة تحت الحمراء وهو ذو طول موجى قدره ١٠,٦ ميكرومتر. وهو يستخدم عادة فى الجراحات العامة. بالإضافة إلى ذلك تتوفر حالياً ليزارات أخرى مثل الليزر الزجاجى المعروف بأسم "ياج ليزر" والتى تصل قدرته إلى ١٠٠ واط وطوله الموجى إلى ١,٠٦ ميكرومتر فى المنطقة تحت الحمراء، علماً بأن استعمالات ليزر الياج تتمثل غالبيتها فى الجراحات

المعوية بواسطة المنظار الذى يختلف عن شعاع ثانى أكسيد الكربون فى أنه أقل امتصاصا من قبل الخلايا والأنسجة، مما يجعله مبضعاً أقل اختراقاً.

ويستخدم ليزر غاز الأرجون فى عمليات حساسة مثل ترقيع الشبكية ولحام العصب البصرى المنفصل الذى يسبب العمى المؤقت. إلا أن قدرة امتصاصه فى الخلايا والأنسجة والخلايا أقل من ليزر الياج. لهذا فإن أجهزة الليزر الشائعة الاستخدام لأغراض مختلف العمليات الجراحية هى شعاع ليزر ثانى أكسيد الكربون، وشعاع ليزر الياج، وشعاع ليزر الأرجون، وهى تمتاز بقابلية امتصاص الأنسجة والخلايا بدرجات متفاوتة: امتصاص عالى وامتصاص متوسط وامتصاص قليل على التوالى. وتتنوع استخدامات هذه الليزرات مثل استئصال الأورام السرطانية المختلفة، وإزالة الكثير من الأورام غير الخبيثة فى الحبال الصوتية للحنجرة مما يؤدى إلى تقويم الحبال الصوتية وتنقية الصوت. وعملية من هذا النوع تتم فى مدة قصيرة جداً وكذلك الأمر بالنسبة إلى ترقيع الشبكية فهى لا تتطلب أكثر من دقائق فى إجرائها. وبالإضافة إلى ذلك فإن الكثير من الجراحات بالليزر، وخصوصاً الجراحات الجلدية، لم تعد تحتاج إلى استخدام مخدر عام.

أما إذا أخذنا الجانب الآخر وهو العلاج بشعاع الليزر، فقد أثبتت التجارب أن استخدام الليزر المعروف بليزر الصبغات (وتتكون مادته الفعالة من مواد كيميائية صبغية وإشعاعه يقع فى المنطقة المرئية من الإشعاع الكهرومغناطيسى) قد أعطى الأمل الكبير فى معالجة الأورام السرطانية دون استئصالها. إذ يمكن قتل الخلايا الخبيثة دون التأثير على الخلايا السليمة بإعطاء المريض جرعات من عقاقير محددة تمتصها الخلايا السرطانية فقط ومن ثم يسلط شعاع الليزر الذى تمتصه هذه الخلايا المشبعة بالعقار المحدد وهو ما يؤدى إلى قتل الخلايا السرطانية فقط.

٣-٢-٣-١ الليزر لجراحات القلب:

يهتم أخصائى القلب بالبحث عن طرق استخدام تكنولوجيا الليزر لجراحات القلب. وقد أفادوا بأنه مستقبلاً سيكون من الممكن استخدام الليزر لتبخير جلطة الشريان التاجى والتى تسبب انغلاقه. إلا أن أحد أهم التطبيقات المستقبلية سيكون فى جراحة الأوعية الدموية القلبية، هذا التطور يتم عن طريق دمج الألياف الزجاجية (fiber optics) لنقل أشعة الليزر عبر الأوردة والشرايين الرئيسية فى داخل أداة قسطرة القلب. أما بالنسبة للأوعية الدموية القريبة من القلب، فإن هذه التقنية تسمى عادة بإعادة تكوين الأوعية القلبية. وهى عبارة عن حفر أنابيب شعرية فى عضلات القلب المصابة بفقر الدم لإعادة الحيوية لها، وبذلك يمنع تخثر الدماء المؤدى إلى الجلطات القلبية.

هؤلاء الأخصائيون يستخدمون ليزر ثانى أكسيد الكربون وليزر الياج (Yag) بالإضافة إلى ليزر الأرجون. وقد استعملت هذه الليزرات الثلاث على نماذج من الأوعية المغلقة للمصابين بأمراض القلب. ونجحت هذه الأنواع فى اختراق الأوعية المغلقة دون التأثير على جدرانها، وذلك بغض النظر عن كون الانغلاق ناتج عن الألياف الشحمية أو عن مواد مصنفة أخرى. ويستمر الباحثون فى الدراسة لاختيار أحد الليزرات الثلاثة التى يمكن وصولها إلى الشريان التاجى، وذلك باستخدام أنابيب متناهية الصغر تنقل الشعاع الضوئى عن طريق الانعكاسات المتعددة داخلها (وتسمى بالألياف البصرية)، علماً بأن الياج والأرجون يتميزان بنفاذهما عبر الألياف البصرية.

الأخطار العامة لأشعة الليزر فى الجراحة

إن كل تكنولوجيا تتطلب الحرص والمتابعة لدرء الأخطار التى قد تتأتى منها. وعادة تسجل الملاحظات عنها ويُعمل على تلافيها. وفيما يلى بعض الأخطار المحتملة الحدوث:

١- أخطار تماس أشعة الليزر مع غازات قابلة للاحتراق فى مادة التخدير العام؛ وهو ما قد يؤدى إلى الانفجار.

٢- أخطار انعكاس أشعة الليزر على الأجسام المعدنية المختلفة وبالتالى تعرض الأشخاص للحروق الجلدية فى مناطق حساسة فى الجسم أو للعمى عند إصابتها للعين.

٣- أخطار تلوث الهواء المحيط نتيجة تبخير الأنسجة الحية فى الجسم.

٤- أخطار الصعقات الكهربية كنتيجة لوجود جهد كهربائى عالى فى تشغيل أجهزة الليزر.

٥- أخطار أخرى قد تنتج عن عدم اتباع إرشادات السلامة والأمان فى استعمال أجهزة الليزر.

الحماية من الأخطار

١. الحماية من الاحتراق الداخلى والخارجى من مواد التخدير. وسبل ذلك متعددة، نذكر منها:

- تجنب الغازات القابلة للاشتعال عند استعمال مادة التخدير.
- حماية الأنابيب الناقلة لهذه الغازات بقطع قماشية مشبعة بالمياه المالحة فى حالة استخدام ليزر ثانى أكسيد الكربون.

obeikandl.com

- استخدام أنابيب معدنية لا تعكس ضوء الليزر لنقل غازات التخدير خصوصاً داخل الأنبوب الرغامى Endotracheat tube.
- عدم استعمال الأغطية الورقية لتفادى اندلاع الحرائق فيها عند تماسها مع أشعة الليزر، والاستعاضة عنها بأغطية قماشيه خاصة لهذه الغاية.
- الفحص الدقيق للأغطية المحتوية على مادة الاسبستوس Asbestos أو أية مادة فحمية، والتأكد من عدم تطاير جسيمات صغيرة منها قد تعلق فى الأنسجة المحيطة وتسبب التلوث أو تعمل على امتصاص الليزر وتشتيته.
- استعمال الإسفنج المعقم والمنقوع فى مادة ملحية خصوصاً مع ليزر ثانى أكسيد الكربون.

٢. **الحماية الشخصية ضد انعكاسات الليزر من الأدوات، وذلك عن طريق:**

- فحص غرفة الليزر بدقة للتأكد من عدم وجود أجسام عاكسة لضوء الليزر، واستعمال أدوات جراحية مطلية أو مغطاة من الخارج لمنع انعكاس الأشعة منها، ودرء احتمال إصابة الأشخاص العاملين.
- تغطية الأنابيب المطاطية أو الفولاذية المستعملة فى نقل الغازات المتنوعة بقطع قماشية خاصة لمنع الانعكاس أو لمنع اختراق الأشعة لهذه الأنابيب.
- استعمال واقيات النظر الخاصة بنوعية الليزر لجميع العاملين فى غرفة العمليات.
- حماية عين المريض بتغطيتها بقطع قماشية سميكة، وذلك بعد وضع غطاء بلاستيكى مطلى بالفضة على كرة العين.

٣. الحماية من التلوث الهوائى الناتج من تبخير الأنسجة :

- تؤدى عملية تبخير الأنسجة الحية إلى تلوث الهواء المحيط. ولذا يجب استخدام ساحبات هواء جيدة للتخلص من التلوث.
- العمل بصورة عامة على جعل غرفة عمليات الليزر جيدة التهوية.

٤. الحماية من الجهد الكهربائى العالى لأجهزة الليزر

- تعتمد أجهزة الليزر بصورة عامة على مصدر كهربائى ذى جهد عالى. ولذا يتعين اتباع احتياطات السلامة الكهربائية المرتبطة باستخدام مثل هذه الأجهزة لتفادى حدوث الصعقات الكهربائية للعاملين.

٥. التأكد من سلامة أجهزة وأشعة الليزر، وذلك بمراعاة الاتى:

- يجب التأكد قبل أى استعمال من خواص الشعاع الليزرى قبل استعماله، وذلك بالنظر فى تطابق أشعة الليزر غير المرئية مع الأشعة المرئية الموجهة. وكذلك تقييم قدرة الشعاع وكثافته فى نقطة تماسه مع النسيج، ومعرفة اتجاه الحزمة الليزرية ونقطة تركيز الأشعة ومقدار طاقة الشعاع.
- العمل على وجود فنى مدرب على استخدام أجهزة الليزر والتأكد من سلامتها وصحة خواصها المطلوبة.
- عدم السماح للأشخاص غير المدربين على الليزر باستخدامه.
- تقليل تحريك أجهزة الليزر من غرفة إلى أخرى قدر الإمكان للمحافظة على التطابق الهندسى لأشعته.
- يفضل عزل إحدى غرف العمليات لأجهزة الليزر، وذلك لضمان تطبيق تعليمات السلامة وتطويرها الدائم لهذه التقنية.

- يجب التأكد بصورة عامة من نوع الجراحة المزمع القيام بها مثل قطع الأنسجة أو تبخيرها أو التئامها مع بعض وتوافقها مع الليزر المستخدم بالإضافة إلى اختيار كثافة القدرة المناسبة للأنسجة المزمع العمل عليها. ذلك أن الدراية بالعلاقة بين نوع الليزر (طول موجته) وبين خواص النسيج الضوئية هى العامل الأساسى فى الحصول على الكفاءة المطلوبة بأقل ضرر للأنسجة المحيطة.
- ينبغى وضع إشارة ضوئية خاصة خارج أبواب غرفة العمليات للتحذير من نوع الليزر وصنفه، مع استخدام الواقيات المناسبة، وعدم الدخول لغير الأشخاص المصرح لهم.
- المراجعة الدورية المتتابعة لاستعمال الليزر وتعليمات السلامة والأمان لكل نوع منه.

٣-٢-٤ الليزر فى التصوير الشبحى (الهولوجراف)

تعتبر القدرة على الرؤية المجسمة إحدى الخواص الفريدة التى تملكها العين عند الإنسان. وقد فتح الليزر المجال للقدرة على التصوير المجسم لما يمتلكه من صفات غير عادية فى خصائص شعاعه، أهمها فى هذا المجال شدته وترابط موجاته المنبعثة فى الزمان والمكان، أو ما يعرف بالترابط (Coherence) الموجى لإشعاعاته. وقد عرف هذا العلم الجديد باسم الهولوجراف (Holography)، وهى كلمة مركبة من كلمتين يونانيتي الأصل (هولو) و(جراف) ومعناها التسجيل المتكامل. وفى الواقع فإن الهولوجراف ليس تصويرا بمعنى التصوير التقليدى (الفوتوغرافى) بل إنه إظهار وتسجيل متكامل للجسم بحيث لا نفرقه عن أصله ولا نميزه عن حقيقته.

ولا حاجة فى الهولوجراف لاستخدام العدسات. بل نحتاج إلى شعاع الليزر فى أبسط أشكاله وصفيحة شفافة وحساسة لضوء الليزر مع مرآة عاكسة. وينقسم شعاع الليزر إلى قسمين: القسم الأول يسمى شعاع الجسم حيث يتجه إلى الجسم نفسه وينعكس منه حاملاً فى طيات موجاته التفاصيل الكاملة له على صيغة التغيرات الحادثة فى أطوار وسعات الموجات. والقسم الثانى من الشعاع والمسمى بالشعاع الأصل يُعكس بمرآة ليلتقى مع القسم الأول على الصفيحة الحساسة والتى تسمى الهولوجرام (Hologram) . ومن تداخل هاتين الحزمتين تتكون على الصفيحة الحساسة دوائر مركزية وخطوط متشعبة لاتمت بصلة للجسم المصور، ولكننا إذا أمعنا النظر فى داخلها فسنرى عالماً آخر يحتل فيه الجسم المصور مكاناً بارزاً، وعندما تثبت الصفيحة الحساسة وتوجه عليها الإضاءة الملائمة يبرز الجسم بأبعاده الثلاثة مرتكزاً فى الفضاء الفارغ.

والأغرب من ذلك أنك لو قسمت الصفيحة الحساسة (الهولوجرام) إلى قطع صغيرة متناثرة، سوف نجد فى كل قطعة منها. الصورة الشبحية نفسها كأن شيئاً لم يتغير فيها. ولكنك إذا دققت النظر سوف تجد أن إحدى الزوايا مفقودة.

ومن الهولوجرام نفسه تستطيع أن تكون صوراً تقليدية فوتوغرافية كثيرة وفى الاتجاهات المطلوبة وذلك لإبراز أو إخفاء بعض التفاصيل.

٣-٢-٤-١ تطبيقات الهولوجراف

يمكن إيجاز أهم تطبيقات الهولوجراف فى النقاط التالية:

١. استقطب الهولوجراف خيال الكثيرين من الباحثين والمهندسين فى التطبيقات الصناعية، المدنية منها والعسكرية. فبواسطته تخزن المعلومات فى الحاسب الآلى. وبذلك ترتفع كفاءة وسعة وسرعة تخزين المعلومات فى ذاكرة الحواسب.

٢. يمكن باستخدام الميكروسكوب استطلاع ورؤية الخلايا الحية بأبعادها الثلاثة المجسمة. وبذلك امتلك العلماء ولأول مرة القدرة على رؤية الخلايا والجسيمات الدقيقة التى لاترى بالعين المجردة، وذلك بوضعها الطبيعى المجسم، وليس كما هو معتاد ، أى رؤيتها ببعدين على هيئة صورة مسطحة.

٣. تصوير الأجزاء المعدنية والميكانيكية فى السبائك والمواد المطاطية المختلفة لدراسة عيوب التصنيع وجودة الآلات. وبالإضافة إلى مراقبة التغيرات الحادثة نتيجة الاستعمال والاستهلاك وذلك للتنبيه للأخطار قبول وقوعها. ولهذه الطريقة أهمية كبيرة فى فحص الأجزاء المختلفة لإطارات الطائرات والمعادن والسبائك المكونة لأجسام الآلات الحساسة، وذلك للتنبؤ بالعيوب الحاصلة.

٤. الوقاية ضد سرقة التحف والآثار الثمينة أو المجوهرات النادرة والأعمال الفنية النفيسة، وذلك بتصويرها بالهولوجراف، وعرض صورها المجسمة حيث تتطابق هذه الصور مع أصولها فى كل دقيقة من دقائق تكوينها.

٣-٣ تكنولوجيا النانو

مقدمة

تكنولوجيا النانو هى ببساطة عبارة عن معالجة بارعة للمادة على المستوى الجزيئى، وذلك لخلق منتج جديد بالغ الدقة فى أوضاع الذرات المكونة للجزىء. فالمنتجات المصنعة تتكون من ذرات. وتعتمد خواص هذه المنتجات على كيفية ترتيب هذه الذرات. فبإعادة ترتيب الذرات فى الفحم الحجرى، يمكننا الحصول على الماس. وإذا أعدنا ترتيب الذرات فى السيليكون (مع إضافة بعض

العناصر) يمكننا الحصول على شرائح ألحوا سب الآلية. وتعبير تكنولوجيا النانو صار شائعاً. وهو يستعمل لتوضيح وشرح أنواع من البحوث التى تختص بأبعاد أقل من ألف نانومتر. وهذا التعبير أطلقه إيريك دريكسلر K.Erick Drexler.، وهو شخصية قائدة فى هذا المجال، على المكونات المقاسة بالنانومتر (nm) أى بواحد على بليون من المتر.

وتاريخياً فإن أول من تنبأ بهذا العلم هو العالم الأمريكى ريتشارد فاينمان Richard Feynman الحاصل على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٦٥. ففى ديسمبر ١٩٥٩ وفى كلمته أمام اللقاء السنوى للجمعية الأمريكية للفيزياء Amer Phys. Soc. إفترض فاينمان أن الماكينات الضخمة يمكن أن تستخدم لعمل ماكينات أصغر، والتى بدورها يمكنها عمل ماكينات أخرى أصغر. وباستمرار هذه العملية يمكن الوصول من القياسات الكبرى إلى القياسات الميكروية.

وتكنولوجيا النانو أو أحيانا تسمى تكنولوجيا النانو الجزيئية أو التصنيع الجزيئى Molecular Manufacturing يجب أن تقودنا إلى الآتى:

(١) وضع كل ذرة فى المكان الصحيح.

(٢) عمل أى تركيب بحيث يكون متوافقاً مع قوانين الفيزياء والكيمياء.

(٣) أن تكون تكاليفه الصناعية لا تتعدى تكاليف المواد الخام والطاقة.

وتكنولوجيا النانو تمثل الثورة التكنولوجية القادمة التى سيكون لها تأثيرات على كل مناحى حياتنا. ويزداد الاقتناع يوما بعد يوم لدى اخصائى البيئة ومخططى النواحى العسكرية بأن البناء من الجزيئات إلى التصنيع الجزيئى سيغير من عالمنا الحاضر بشكل ثورى.

وهناك ثلاثة أنواع من تكنولوجيا النانو:

الأول : وهو تكنولوجيا النانو الرطبة Wet Nanotechnology

وتختص بدراسة بيولوجيا الكائنات الحية مثل الإنزيمات والأغشية الحيوانية أو النباتية.

الثانى: هو تكنولوجيا النانو الجافة Dry Nanotechnology

وتعتبر الكيمياء الفيزيائية قاعدة لهذه التكنولوجيا التى تستخدم فى عمل تركيبات من الكربون ومواد غير عضوية أخرى. وثمة هدف آخر لتكنولوجيا النانو الجافة، إلا وهو تطوير تركيبات تكون لها خصائص التجميع الذاتى (التركيب الذاتى) لعمليات تكنولوجيا النانو الرطبة.

النوع الثالث: هو تكنولوجيا النانو الحسابية

التى تسمح بعمل تركيبات قياس نانو ذات قدرات حسابية.

وتكنولوجيا النانو هى تكنولوجيا جديدة لميكنة جزيئية توفر الانضباط اللازم لبناء الكتل الجزيئية وتؤمن تحركها وسيرها معاً لتكوين أشياء مركبة. ويؤدى التصنيع الجزيئى إلى ظهور أشياء جديدة عن طريق البناء من القاع إلى القمة، وذلك بالبدء من أصغر كتل البناء الممكنة.

وإحدى الطرق لفهم ما يمكن أن تعنيه تكنولوجيا النانو للحياة البشرية هو رسم بعض السيناريوهات. والسيناريو الجيد هو الذى يوصل إلى تجميع الاهتمامات المختلفة للعالم فى بؤرة واحدة مثل (التكنولوجيا، البيئة، ما يخص البشر، ...). وتستخدم المؤسسات والشركات الكبرى السيناريوهات فى استكشاف الدروب التى يمكن للمستقبل أن يسلكها. وينبغى النظر إلى

السيناريوهات ليس كتنبـــؤات، وإنمـــا كـــأدوات للتفكـــير. ومـــن أهـــم هـــذه الدروب:

١- الطاقة الشمسية: تكنولوجيا النانو يمكن أن تجمع الخلايا الشمسية بكفـــاءة أعلى وتجعل تكاليف صنعها أقل.

٢- الرعاية الطبية: ابتكار أجهزة طبية حديثة.

٣- تطهير التربة.

٤- تطهير الجو.

٥- تصميم حواسب آلية فائقة القدرة يطلق عليها ســـوبر كمبيوتـــر، وذلـــك بأحجام صغيرة جداً.

٣-٣-١ عرض للحالة الراهنة والتطور المستقبلى (المرجعان 16, 17)

تتكون المادة من جزيئات. وكل شىء فينا ومن حولنا يتكون من المادة. فإذا تعلمنا كيف نرتب الجزيئات بطرق جديدة، يمكننا أن نعمل أشـــياء جديـــدة، وأن نعيد تشكيل الأشياء القديمة بالطرق الجديدة. وبذلك ستعتبر تكنولوجيـــا النـــانو قاعدة للتكنولوجيا الصناعية فى القرن الواحد والعشرين.

إن فكرة تكنولوجيا النانو تبـــدأ بفكـــرة المجمِّـــع الجزيئـــى "Molecular Assembler". وهو جهاز على هيئة ذراع روبوت صناعى مبنى على مقيـــاس ميكروسكوبى. ويمكن لهذا المجمع الجزيئى أن يستخدم لبناء ماكينات جزيئيـــه أخرى، بل ويمكنه بناء مجمعات جزيئيه أخرى. ولـــهذه الأجـــزاء والماكينـــات الجزيئية الأخرى استخدامات متعددة فى نظم التصنيع الجزيئي، حيـــث يمكنـــها عمل أى شىء إذا أعطيت المواد الخام الصحيحة. وفى الواقع فـــأن المجمعـــات الجزيئية هذه تقوم بعمل الأيدى الميكروسكوبية.

وبعض العلماء العاملين فى مجال الجزيئات يواجهون حالياً مشكلة صعوبة تخيل أو تصور تكنولوجيا النانو. إنهم يحتاجون صوراً، وبخاصة الصور المتحركة. وقد قامت المؤسسة العلمية الوطنية الأمريكية U.S. National Science Foundation بإطلاق برنامج فى التصور العلمى مسخر فى السوبر كمبيوتر لمشكلة تصوير عالم الجزيئات.

وفى السنوات الأخيرة توصل الكيميائيون والبيوكيميائيون إلى الحصول على جزيئات جديدة يمكن أن تستخدم كأدوات مساعدة فى بناء جزيئات أخرى. وثمة تقدم آخر فى هذا المجال يأتى من تجديد الآلات والطرق الجديدة لاختيار الجزيئات وتعيين تركيباتهم وسلوكياتهم. وحالياً يأتى التقدم من أدوات المكونات المنطقية الحديثة(new software)، وكذا تقنيات من الحواسب الآلية الجديدة.

كما ساهم الفيزيائيون بتصميم أجهزة جديدة ذات موثوقية كبيرة فى مجال الهندسة الجزيئية. ولهذه الأجهزة مجسات (Proximal Probes) وتشمل ميكروسكوب الفحص الإختراقى الدقيق The Scanning Tunneling Microscope (STM) وميكروسكوب القوة الذرية The Atomic Force Microscope (AFM).

إن ميكروسكوب الفحص والإختراقى الدقيق (STM) عبارة عن ميكروسكوب قوى وفعال له إبرة معدنية رقيقة وصغيرة كمجس. ويمكن لهذه الإبرة المجس أن تتحرك ميكانيكياً فى ثلاثة أبعاد. وعندما يتحرك مجس الإبرة بالقرب من شىء (هدف) يستخدم فولت صغير وثابت، فإنه يسمح للإلكترونيات أن تخترق (tunnel) أو تقفز خلال الفجوة المتبقية. وتتكون الصور عن طريق عملية مسح للمجس على سطح الهدف. ويستخدم هذا الجهاز (STM) عادة لعمل

صور للذرات والجزيئات. ولكن بعض العلماء يسعون لاستخدامه لتحريك ذرات وجزيئات مفردة لبناء تركيبات جديدة.

ويعتبر ميكروسكوب الفحص الإختراقى الدقيق (STM) أداة هامة فى البحث والتطوير والتنمية فى تكنولوجيا النانو. ولقد اتخذت اليابان خطوات فى طريق تطوير وصقل هذا الجهاز. وحيث أن قدرة هذا الجهاز خاصة فقط باختبار المواد التى لها خاصية التوصيل الكهربى فإنه لا يصلح للمواد عديمة التوصيل الكهربى. والجهاز الذى له القدرة على ملأ هذا الفراغ هو جهاز ميكروسكوب القوة الذرية (AFM)، الذى لا يعتمد على فيض الإلكترونات، ولكنه يمس المادة المطلوب اختبارها. وتسمح هذه الميزة للعلماء باختبار المواد عديمة التوصيل الكهربى مثل البلاستيكات والسيراميك. ومع تزايد جهود صقل وتطوير هذه الأجهزة سوف يتمكن العلماء من المعالجة البارعة للجزيئات والذرات. وهذا ما حدث مع جون فوستر وجماعته العلمية فى IBM فى معملهم فى سان خوزى بكاليفورنيا حيث إستخدموا جهاز، (STM) لتثبيت (to pin) جزىء عضوى على سطح جرافيت وقاموا بتقطيع جزيئات فردية إلى شظايا صغيرة (small fragments). ولقد تنبهت شركة IBM سريعاً إلى الاستخدام التجارى لهذا العمل. وفى رأى مديرها التنفيذى بول هورن أن هذا يعنى خلق عنصر تخزين فى حجم الذرة. وهو ما يعنى إمكانية الوصول إلى قدرة تخزين أكثر كثافة عشرة ملايين مرة من أى شئ فى وقتنا الحاضر.

وقد تطورت لتكنولوجيا النانو كثيراً مع قيام الحكومات والصناعات فى العالم المتقدم بتوجيه البحوث إلى مجالات كثيرة فى تكنولوجيا النانو. ومن الشواهد على ذلك أن الحكومة اليابانية رصدت ٢٢٥ مليون دولار أمريكى لخطتها البحثية فى مجال تكنولوجيا النانو وذلك خلال السنوات العشر القادمة. وقد حدث التوحد بين الحكومة والصناعة الخاصة بسبب وصول التكنولوجيا

الحاضرة إلى حدودها القصوى. فالطرق المستخدمة حالياً لإنتاج العناصر الأصغر تصل إلى نهاياتها بسرعة. والتقنيات الحديثة تحل محلها بهدوء. وإذا استمرت كثافة شرائح ذاكرة التداول العشوائى DRAM فى التزايد بمعدل أربعة أضعاف كل أربع سنوات، من المحتمل بحلول عام ٢٠١٠ أن تنتج اليابان شرائح الـ جيجابايت gigabyte. وهذا سوف يدفع شرائح السليكون لنهايتها المحتومة. وتبعاً لما قاله شورجيرو أشاى Shorjro Asai من شركة هيتاشى فإن الخطوة التالية لزيادة قدرة ذاكرة الحاسب هى عمل ذاكرة ذرية بمساعدة جهاز STM. ونظرياً فإن سطحاً مساحته سنتيمتر مربع يحتوى على كوادرليون ذرة quadrillion atoms يمكن أن يخزن كل المعرفة البشرية المسجلة حتى الآن.

وفى الولايات المتحدة الأمريكية لم تلق البحوث فى تكنولوجيا النانو الاهتمام اللائق بها إلا حديثاً. وبالرغم من أن البحث كان يجرى فى القطاع الخاص، فلا الحكومة ولا المؤسسات التعليمية تشاركت معه فى العمل أو فى التسهيلات. والاستثناء الوحيد كان فى مؤسسة National Nanofabrication Facility (NNF) التى تأسست فى جامعة كورنيل والتى تملك ما يساوى ٤٠ مليون دولار أمريكى من المعدات والأجهزة الخاصة بمجالى تصنيع النانو والميكرو. لقد كانت هذه المؤسسة الوحيدة من نوعها التى شاركت بمعداتها وبياناتها البحثية مع المجتمع العلمى. وحالياً عندما ازداد فهم أهمية البحث فى تكنولوجيا النانو تبين أن المشاركة فى التسهيلات والبيانات هى الاختيار الأمثل، وذلك نظراً للسعر المرتفع للمعدات وكذا للصيانة. ولقد تحولت مؤسسة NNF الآن إلى Cornell Nanofabrication، وأنشئت شبكة عمل أكبر تتألف من مستخدمى الشبكة الوطنية لمعلومات تصنيع النانو National Nanofabrication Users Network (NNUN) التى تغطى استخدام هذه التسهيلات فى كل الولايات المتحدة.

ولقد أنشئت مؤسسات أخرى لتكنولجيا النانو أهمها Foresight Institute. وهو المعهد الرائد والقائد الذى يصدر النشرات والبحوث بصفة منتظمة، كما أنه يمنح جوائز سنوية للمتميزين الذين يساهمون فى مجال تكنولوجيا النانو.

ويجرى حالياً تشييد القاعدة التكنولوجية للبناء الجزيئى. فأجهزة المجسات يمكن أن يكون لها دور كبير فى بناء أول جيل من ماكينات النانو. وثمة أدوات أخرى ابتكرها البيوكيميائيون والبيو تكنولوجيون للتعامل مع الماكينات الجزيئية يمكن توجيهها لعمل ماكينات جزيئية جديدة.

ويمكن لإستراتيجيات بناء الكتل الجزيئية أن تعمل سوياً مع إستراتيجيات المجسات، أو يمكن أن تحل محلها قافزة مباشرة فى اتجاه تشييد عدد كبير من الماكينات الجزيئية. ومن المتوقع أن تلعب جزيئيات البروتين دوراً مركزياً فى هذا الاتجاه. فقد بدأ الكيميائيون المتخصصون فى دراسة البروتين بدراسة البروتينيات الموجودة فى الطبيعة. ولكنهم تحولوا منذ فترة لدراسة هندسة بروتينات يطلق عليها البروتينات الجديدة. ومثل الفيزيائيون فىIBM فقد تحرك مصممى البروتينيات برؤية هندسة الجزيئات. وقد توقع بيل ديجرادو Bill Degrado (1989) عمل جزئيات محفزة أو جزئيات أشباه الإنزيمات (enzymlike) تكون لها القدرة على تحفيز التفاعلات التى لاتحفز فى الطبيعة (not catalyzed in nature). وهذه المحفزات ليست إلا ماكينات جزيئية تسّرع (speed up) التفاعلات الكيميائية لحوالى مليون تفاعل فى الثانية، مما سيؤدى بالقطع إلى وفر كبير فى تكاليف الصناعات الكيميائية. وقد تحقق هذا التوقع بالفعل بعد أشهر قليلة عندما أعلن باحثو جامعة دينفر Denver عن الأنزيم الجديد الذى قامو بتصميمه كمحفز يضاعف سرعة بعض التفاعلات مائة ألف مرة. ويعتقد البيوكيميائى الفائز بجائزة نوبل بروس ميريفيليد Bruce Merrifield

أنه إذا تمكن آخرون من الإنتاج والتركيز على مثل هذا العمل، فإن ذلك سيكون واحدا من أعظم الإنجازات فى البيولوجيا أو الكيمياء.

منذ عدة سنوات بدأ الباحثون فى جامعة Brobdingnag العمل لإنشاء معالج يدوى جزيئى molecular manipulator. وللوصول إلى هذا الهدف تجمع فريق من الفيزيائيين والكيميائيين والباحثين فى مجال البروتينات وبدأوا العمل الجماعى المبتكر المطلوب لحل المشاكل الأساسية. فهناك ثلاثة منتجات ذات أهمية خاصة ولها الأولوية فى الإنتاج. الأول هو الإلكترونات الجزيئية والتى تُوصل إلى كيفية بناء الأجزاء المطلوبة للحواسب الإلكتروجزيئية. والمنتج الثانى هو قارىء الجينات. وهو جهاز جزيئى مركب مبنى على سطح شريحة (chip). وقد جمع البيولوجيون الذين بنوا هذا القارئ البروتينات من الخلايا بواسطة ماكينات جزيئية خاصة. وكانت النتيجة منظومة جزيئية تربط جزيئات الحامض النووى DNA. وتسحبها إلى شريط قارئ read – head – like tape خلال مسجل. أما المنتج الثالث، وهو الأكثر أهمية على المدى البعيد، فإنه يتمثل فى إحلال رؤوس (tips) للمعالج اليدوى الجزيئى.

١-٢ التطور المستقبلى

التطور المستقبلى لتكنولجيا النانو يتركز فى إنتاج المجمعلت Assemblers. وهذه المجمعات ستكون لها أذرع روبوت دون ميكروسكوبية روبويتك submicroscopic robotic arms تخضع لسيطرة الحاسب الآلى. وبهذه الأذرع تتمكن المجمّعات من مناورة الذرات والمركبات بحيث نتمكن من معرفة الموقع المضبوط للتفاعلات الكيميائية. وقد قام العالم الأمريكى دريكسلر Erik Drexler بتصميم هذه الماكينات المتناهية الصغر على أسس علمية نظرية.

ويحتوى التصميم الملائم الذى توصل إليه دريكسلر للحواسب على قضبان منزلجة تتفاعل عندما تسد أو تفتح بعضها عند الأقفال. blocking or unblocking each other at "locks". وعمل دريكسلر يتلاقى من حيث هدفه مع الهدف النهائى للكيمياء التركيبية synthetic. ولكن فكر دريكسلر يتميز بعمل التركيبات المركبة باستخدام الأنظمة الميكانيكية بمقياس النانو nanoscale mechanical systems لتقود وضع الجزيئات بدقة حوالى 0.1 nm.

وبعد هذا العرض المختصر للحالة الراهنة والتطور المستقبلى فى مجال تكنولوجيا النانو نستطيع أن نقرر أن أياً من دول العالم الثالث لم يدخل هذا المجال، وأنه مقتصر حالياً على الولايات المتحدة الأمريكية التى بدأ فيها وعلى اليابان وبعض الدول الأوروبية المتقدمة مثل ألمانيا وفرنسا وروسيا. وقد أنشئت ببعض هذه الدول معاهد متخصصة فى تكنولوجيا النانو. ومن المتوقع أن تظهر نتائج الأعمال التى بدأت فى اليابان والولايات المتحدة عام ٢٠١٠.

٣-٣-٢ طب النانو Nanomedicine

إن أجسامنا مليئة بالتركيبات الجزيئية المعقدة والنشطة. وعندما تصاب هذه التركيبات بضرر فإن الصحة تعانى. ويمكن للطب الحديث أن يؤثر على أعمال الجسم بطرق متعددة. ولكن يظل هذا التأثير بسيطاً وغير تام من الوجهة النظرية الجزيئية.

ولفهم ما يمكن أن تفعله تكنولوجيا النانو للطب، نحتاج إلى صورة للجسم من المنظور الجزيئى. ويمكن النظر إلى الجسم البشرى كساحة عمل وموقع تشييد ومجال صراع للماكينات الجزيئية. فهذه الماكينات تعمل جبداً مستخدمة نظماً معقدة لم تستطع العلوم الطبية فهم الكثير منها.

وتحتوى الألياف العضلية على حزم من الألياف الجزيئية التى تقصر بإنزلاقها مع بعضها فى المعدة وما بداخلها. فالماكينات الجزيئية التى نطلق عليها الأنزيمات الهضمية تقوم بتحطيم الجزيئيات المركبة فى الأطعمة مكونة جزيئيات أصغر تستخدم كوقود أو ككتل بناء. والأجهزة الجزيئية فى جدار الجهاز الهضمى تحمل الجزيئيات المفيدة إلى مجرى الدم.

وفى الرئتين ثمة أجهزة تخزين جزيئية، هى التى نطلق عليها جزيئيات الهيموجلوبين. وهذه تمتص الأكسيجين. ويقوم القلب بضخ الدم المحمل بالوقود والأكسيجين إلى الخلايا بواسطة الألياف الجزيئية. وفى الدماغ، يدفع الوقود والأكسيجين المضخات الجزيئية التى تشحن خلايا العصب للعمل. وفى الكبد توجد الماكينات الجزيئية التى تبنى وتحطم حشداً من الجزيئيات.

وفى عمليات النمو والتداوى والشفاء وتجديد الأنسجة يمكن النظر إلى الجسم كموقع تشييد. فالخلايا تأخذ مواد البناء من الدم. والميكنة الجزيئية مبرمجة بواسطة جينات الخلايا كى تستخدم هذه المواد لبناء تركيبات بيولوجية تحفظ العظام والكولاجين، ولبناء الخلايا الجديدة لتجديد الجلد ولشفاء الجروح.

وعندما يهاجم الجسم من الخارج فإنه يتحول إلى ساحة قتال حيث يكون للمعتدين اليد العليا. وهذا الهجوم يتمثل فى الطفيليات والحيوانات وحيدة الخلية والفطريات والبكتريا والفيروسات. وقد تعلمت كائنات حية من أنواع كثيرة كيف تعيش باختراق الجسم واستخدام الميكنة الجزيئية لبناء أعداد أكثر منها. ولمواجهة هذا الهجوم فإن الجسم يجند دفاعات جهاز المناعة بحشد قوة عظيمة من ماكيناتها الجزيئية.

١-٣ تكنولوجيا النانو فى الطب

ستؤدى التطورات فى تكنولوجيا النانو إلى تحسن الأجهزة الطبية الحساسة medical sensors. وعلى المدى البعيد فإن تطبيق تكنولوجيا النانو فى الطب سوف يعنى امتداد العمل الجراحى للمستوى الجزيئى. وأبسط التطبيقات سوف تتمثل فى تكوين مساعدات لنظام المناعة الذى يهاجم الغزاه خارج الأغشية. أما التطبيقات الأصعب فإنها تتطلب ماكينات نانو طبية تقلد خلايا الدم البيضاء بالدخول للأغشية لتتفاعل مع خلاياها. وثمة تطبيقات أخرى تتضمن تعقيدات الجراحة على المستوى الجزيئى للخلايا الفردية.

وأحد المسالك لطب النانو سوف يتمثل فى الاستفادة من الأجهزة الميكروسبية المتحركة devices microscpic mobile المصممة باستخدام معدات التصنيع الجزيئى. وسوف يبدأ التطور بالتطبيقات الأسهل. وعلى ذلك دعنا نبدأ بالنظر لما يمكن أن يحدث بدون الدخول إلى الأغشية الحية. إن جلد الإنسان يمثل أكبر مساحة من أعضائه لذلك فهو معرض لأضرار كثيرة. كما أن وضعه خارج الجسم يجعله أسهل فى التعامل. ويمكن أن تكون المنتجات التجميلية cosmetics من بين التطبيقات المبكرة للتصنيع الجزيئى. ولكن من المفيد أن نفكر فى إتجاه ماكينات النانو الطبية التى تمثل غواصات صغيرة، كل واحدة منها تحمل حاسب نانو nanocomputer له قاعدة بيانات ضخمة (a billion bytes)، كما تحمل مجموعة كاملة من المعدات لتعريف الأسطح البيولوجية، وأدوات التغلب على الفيروسات والبكتريا وغيرها. إن خلايا المناعة تتحرك مع مجرى الدم فاحصة الأسطح لتهاجم وتزيل ما يمكن أن يصادفها. وتقوم "ماكينات المناعة" بنفس العمل بما لديها من حساسات sensors وحواسب تجعلها قادرة على أداء التفاعل لنفس العمل الجزيئى الذى يقوم به جهاز المناعة ولكن بكفاءة أعلى. وقبل إرسالها إلى الجسم يمكن برمجتها بمنظومة من الخصائص التى

تجعلها تميز أهدافها بوضوح عما سواها. ويمكن تصميم ماكينات المناعة للاستخدام مع مجرى الدم أو الجهاز الهضمى، كما يمكنها أن تعوم وتنتشر – تماماً كما تفعل المضادات الحيوية.

كيف يمكن لهذه الأجهزة أن تعرف متى يحين الوقت للمغادرة ؟ إذا كان الطبيب المعالج متأكداً من أن الواجب المنوط بالجهاز سوف ينتهى فى خلال يوم واحد، فى هذه الحالة يكون الجهاز مصمماً بحيث ينتهى مفعوله بعد ٢٤ ساعة. أما إذا كان الزمن المطلوب للعلاج متغيراً فإن الطبيب المعالج يمكن أن يضبط وينظم تطور وإيقاف العمل عند الزمن المناسب بإرسال جزئ معين كإشارة لإيقاف العمل. فى هذه الحالة عندما تفقد الأجهزة نشاطها سوف تخرج من الجسم مع الإفرازات الأخرى.

وفى أغلب أجزاء الجسم تمر الأوعية الدموية الدقيقة والشعيرات الدموية بخلايا دقيقة. وتترك بعض خلايا الدم البيضاء هذه الأوعية لتتحرك بين الخلايا المجاورة. ومن الماكينات المناعة والأجهزة المشابهة أن تعمل على هذا النحو. وفى بعض الأغشية قد يكون ذلك سهلاً، وفى بعضها الآخر قد يكون الأمر أصعب. ولكن بالتصميم الدقيق والاختبار يمكن أن تصبح أى نقطة فى الجسم قابلة للإصلاح والشفاء.

إن محاربة الكائنات الحية فى مجرى الدم بتكنولوجيا النانو سوف تمثل تقدماً عظيماً يقضى على هذه الكائنات ويوقف تقدمها. ومن المتوقع أن تكون ماكينات النانو الطبية الطوافة قادرة على اصطياد الغزاة فى الجسم والفتك بهم.

تكنولوجيا النانو فى العالم الثالث

هناك سؤال يطرح نفسه وهو: "هل يمكن لتكنولوجيا متطورة مثل تكنولوجيا النانو تقوم على الميكنة الجزيئية أن تكون ذات فائدة للعالم الثالث؟".

والإجابة يجب أن تكون: نعم فالعالم الثالث عنده نقص فى المعدات والمهارات (إضافة إلى المشاكل الحكومية، ولكن هذه قصة أخرى). والتصنيع الجزيئى يمكن أن يجعل المعدات قليلة التكاليف إلى حد ما بحيث تكون أسعارها فى متناول الفقراء لشرائها أو لوكالات المعونة لتوزيعها. كما أنه يمكن أن يساعد الدول الفقيرة على تفادى الطرق الصعبة وغير النظيفة فى الثورة الصناعية. إذ يمكنها أن تعمل المنتجات الأقل تكلفة والأسهل فى الاستخدام. كما أن منتجات مثل الحواسب الضخمة والرخيصة الثمن ذات القدرة على حمل قواعد ضخمة تشمل النصوص والرسوم المتحركة فى ثلاثة أبعاد ستساعد بلا شك فى ازدياد وانتشار المعرفة.

وبالطبع فإن دور تكنولوجيا النانو فى مساعدة الشعوب الفقيرة لم يخطر على بال المبتكرين الأوائل. فالمبتكرون والمبدعون فى المعامل الحكومية والمعامل التجارية فى الدول الغنية يهتمون بالمشاكل الخاصة بهذه الدول.

٣-٣-٣ دراسة قسم التكنولوجيا العالمية (WTEC) والتحديات

تم القيام بدراسة على المستوى العالمى حول حالة البحث والتنمية والاتجاهات للجسيمات النانومترية والمواد ذات التركيب النانومترى وأجهزة النانو (أو أكثر دقة علم وتكنولوجيا التركيب النانومترى) خلال الفترة من 1996 حتى 1998 بواسطة مجموعة من ثمانية أشخاص تحت رعاية قسم التكنولوجيا العالمية (WTEC) فى كلية لويولا (Loyola College) بولاية ميريلاند بالولايات المتحدة الأمريكية. وبرعاية وقيادة المؤسسة الوطنية للعلوم (National Science Foundation)، قامت مجموعة كبيرة من الوكالات الحكومية الأمريكية بتمويل هذه الدراسة: مكتب القوة الجوية للبحث العلمى، مكتب البحث البحرى، قسم التجارة " شاملاً المعهد الوطنى للمعايرة والتكنولوجيا وإدارة التكنولوجيا"، معهد

الطاقة، المعاهد الوطنية للصحة وإدارة الطيران الوطنى والفضاء. ويتضح من المشاركة الواسعة. لهذه الوكالات الاهتمام العريض بهذا المجال الجديد الواعد والنتائج المرتقبة منه. وقد كان الغرض من هذه الدراسة هو الوقوف على الحالة الراهنة والاتجاهات المستقبلية العالمية فى البحث والتنمية فى هذا المجال المتنامى بسرعة. ولهذه الدراسة أربعة أهداف تفصيلية نوجزها فيما يلى:

- تزويد المجتمع العلمى والهندسى العالمى بنظرة عريضة وشاملة عن هذا المجال.
- تحديد النطاقات ذات الثقة للبحوث المستقبلية والتنمية التجارية.
- المساعدة فى تحفيز تنمية مجتمع عالمى من الباحثين فى مجال التركيب النانو مترى.
- تشجيع وتحديد الفرص الممكنة للتعاون الدولى.

نتائج الدراسة

هناك نتيجتان ظاهرتان من هذه الدراسة بقسم التكنولوجيا العالمية:

أولاً : من الواضح الآن توافر القدرة على التركيب النانومترى للمواد من أجل الوصول إلى سلوكيات جديدة لهذه المواد. وهذا هو الموضوع الأساسى لهذا المجال: مواد لها طريقة جديدة تعمل بها من خلال تركيب نانو. وهى تمثل البداية لعصر ثورى جديد فى المقدرة على معالجة المواد من أجل خير البشرية. وبتصنيع وضبط وتنظيم المواد فى أبعاد نانومترية يمكن الوصول إلى خواص مواد جديدة وخصائص أجهزة بطرق غير مسبوقة. والعمل ينتشر بسرعة عالمياً لاستغلال الفرص المتاحة من خلال التركيب النانومترى. ففى كل عام يزداد عدد البحاث من تنوعات واسعة من التخصصات الذين يدخلون هذا المجال. وكل عام أيضاً تزداد الأفكار

الجديدة وتدوى الفرص الجديدة المثيرة على المشهد العالمى للتركيب النانومترى.

ثانياً : هناك مدى واسع من التخصصات التى تسهم فى تنمية علم وتكنولوجيا التركيب النانومترى على المستوى العالمى. إن التزايد السريع للتداخل بين التخصصات فى مجال التركيب النانو مترى مثير جداً، وتتزايد أهميته باستمرار. ففى مناطق التقاطع بين التخصصات المختلفة يكمن أغلب النشاط الجديد الواعد.

إن مجال علم وتكنولوجيا التركيب النانومترى قد نما بسرعة فى السنوات القليلة الماضية حيث تحقق خلق مواد وأجهزة جديدة ذات مقياس نانومترى يمكن لها أن تكون ذات خواص جديدة ومحسنة. حقاً لقد كانت مظاهر كثيرة فى هذا المجال موجودة قبل أن يصبح علم وتكنولوجيا التركيب النانومترى كياناً محدداً فى العقد الماضى. لكنه أصبح الآن مجالاً مترابطاً من خلال السعى لحشد ثلاثة تيارات تكنولوجية مهمة:

- ضبط جديد ومحسن لحجم ومعالجة بناء كتل ذات مقياس نانو.
- توصيف جديد محسن للمواد ذات المقياس النانو (الانحلال المكانى، الحساسية الكيميائية).
- فهم جديد ومحسن للعلاقات بين التركيب النانو والخواص وكيفية هندستها.

ولذلك فإن نطاقاً واسعاً من الفرص الجديدة للبحث والتطبيقات فى مجال تكنولوجيا النانو أصبح متاحاً. ويتضح ذلك من النظر فى جدول (٤٠) الذى يقدم يوضح بعض الأمثلة للأثر التكنولوجى – الحاضر والمحتمل لهذه التكنولوجيا.

إن موارد ضخمة قد أنفقت على المستوى العالمى على البحث والتنمية والتطوير بهدف تحقيق هذه التيارات التكنولوجية. فالتمويل الحكومى اقترب من نصف بليون دولار أمريكى سنوياً فى العام المالى 1997: 128 مليون دولار فى غرب أوروبا، 120 مليون دولار فى اليابان، ١١٦ مليون فى الولايات المتحدة الأمريكية، و ٧٠ مليون لمجموعة من الدول مثل الصين وكندا وأستراليا وكوريا الجنوبية وتايوان وسنغافورة ودول الإتحاد السوفيتى السابق (مرجع46).

ويحتوى جدول (٤١) على مقارنة عامة للمستوى الحالى للأنشطة لكل من أوروبا واليابان والولايات المتحدة الأمريكية فى مجالات متعددة من دراسة قسم التكنولوجيا العالمية. هذه المجالات العريضة هى التكوين، تركيب أجزاء الآلة، الأساليب البيولوجية والتطبيقات، التشتت والطلاء، مواد مساحة السطح الأعلى، أجهزة نانو، ومواد مدمجة. كل هذه المجالات يحتويها علم وتكنولوجيا التركيب النانو.

فى مجال التكوين وتركيب أجزاء الآلة تبدو الولايات المتحدة فى المقدمة تليها أوروبا ثم اليابان. وفى مجال الأساليب البيولوجية والتطبيقات يبدو التكافؤ بين الولايات المتحدة وأوروبا وبعدهما تأتى اليابان. وفى مجال التشتتات النانومترية والطلاءات مرة أخرى الولايات المتحدة وأوروبا على مستوى متماثل، وبعدهما اليابان. أما فى مواد مساحة السطح الأعلى تأتى الولايات المتحدة فى المقدمة تليها أوروبا ثم اليابان. وفى مجال أجهزة النانو تبدو اليابان فى موقع القيادة تليها أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية. وأخيراً فى مجال المواد المدمجة فإن اليابان أيضاً فى موقع القيادة تليها الولايات المتحدة وأوروبا.

وهذه المقارنات هى بالطبع تكاملات على نطاقات واسعة لمجال ضخم. وعلى ذلك فسوف ينعكس عليها كل الأخطاء المحتومة لمثل هذا التكامل. وفى أحسن الأحوال فهى تمثل لقطة للوضع الحالى ولكن الصورة غير كاملة على نحو لا يمكن إنكاره (مرجع 46).

التحديات

نحن الآن على أعتاب ثورة فى الأساليب والطرق التى من خلالها تخلق المواد والنواتج. كيف سوف تنمى هذه الثورة ؟ كيف سوف تكون عظمة الفرص التى يمكن أن تمنحها التركيبة النانومترية؟ وكيف نتقدم بسرعة؟ كل هذا سوف يعتمد على الطرق التى سوف تقابل بها من التحديات. ومن بين التحديات التى تواجهنا تلك التى تختص بتوفير الظروف الضرورية لتمكين هذه التكنولوجيات وتأمين استمرارية التقدم السريع فيها. يجب أن نزيد قدرات التوصيف فى التصور والتحليل الكيميائى عند مقاييس الحجم الدقيق مهما كان. ويجب أن تكون لدينا القدرة على معالجة المادة مهما كانت المقاييس الحجمية لها دقيقة جداً. وأخيراً يجب أن تستخدم أساليب حسابية لتوجيه وإدارة كل تلك التحديات إذا كنا حقيقة نريد الوصول للفائدة الكاملة للفرص المتاحة. فالتجربة المعملية ببساطة لا تستطيع أن تفعل ذلك بمفردها. إن النظرية والنمذجة عنصران أساسيان ومتكاملان. ولحسن الحظ، فإن هذا المجال الذى فيه أحجام كتل البناء وأجزاء الآلات صغيرة جداً بدرجة كافية، استغل القدرات المتزايدة لعلوم الحسابات فى عمل تجارب نمذجة جادة ومضبوطة كى تقود العمل فى التركيبة النانومترية للمادة. وعليه فإن نمذجة المقاييس المتعددة للتركيبة النانومترية وخواص المواد الناتجة خلال سلسلة من مقاييس الطول (من الذرية إلى الميزوسكوبية للماكروسكوبية) هو ضرورة مطلقة لتحقيق العائد الضخم لعلم وتكنولوجيا التركيب النانومترى.

زد على ذلك أننا نحتاج لأن نفهم القواعد الحرجة التى تلعبها السطوح والسطوح البينية فى المواد ذات التركيب النانو مترى. فالجسيمات النانو لها مساحات سطح محددة ودقيقة. وفى أشكالها الآلية هناك مساحات كبيرة من السطوح البينية. أننا نحتاج أن نعرف بالتفصيل ليس فقط التركيبات الخاصة بهذه السطوح البينية ولكن أيضاً كيميائيتها المحلية وتأثيرات العزل والتفاعل بين كتل

البناء ذات المقاييس النانومترية وما يحيط بها. نحن نحتاج أن نتعلم أكثر عن ضبط حجم التركيب النانومترى وحجم التوزيع والتكوين وأجزاء الآلة. وفى بعض التطبيقات، ثمة شروط صارمة جداً على هذه الأشياء. وفى تطبيقات أخرى فإن الشروط أقل صرامة. لذلك يجب علينا فهم العلاقات بين هذه الصرامة والمواد المطلوبة أو خواص الأجهزة.

جدول (٤٠): الأثر التكنولوجى ، الحالى والمحتمل ، لتكنولوجيا النانو

1. Technological Impact: Present and Potential

Technology	Present Impact	Potential Impact
Dispersions and Coatings	Thermal barriers Optical (visible and UV) barriers Imaging enhancement Ink-jet materials Coated abrasive slurries Information-recording layers	Targeted drug delivery/gene therapy Multifunctional nanocoatings
High Surface Area Materials	Molecular sieves Drug delivery Tailored catalysts Absorption/desorption materials	Molecule-specific sensors Large hydrocarbon or bacterial filters Energy storage Gratzel-type solar cells
Consolidated Materials	Low-loss soft magnetic materials High hardness, tough WC/Co cuttings tools Nanocomposite cements	Superplastic forming of ceramics Ultrahih-strength, tough structural materials Magnetic refrigerants Nanofilled polymer composites Ductile cements
Nanodevices	GMR read heads	Terabit memory and moeroprocessing Single molecule DNA sizing and sequencing Biomedical sensors Nanotubes for high brightenss displays
Additional Biological Aspects	Biocatalysis	Bioelectronics Bioinspired prostheses Single-molecule-sensitive biosensors Designer molecules

نحن نحتاج أيضاً أن نكون مهتمين بالاستقرار الحرارى والكيميائى والتركيبى للمواد المركبة نانومترياً والأجهزة المصنعة منهم فى مواجهة كلٍ من الحرارة والكيميائيات المتغيرة للبيئات التى يطلب فيها من هذه التركيبات النانومترية أن تعمل. فالتركيب النانومترى الذى يكون فقط تركيباً نانومترياً فى بداية العملية لا يكون ذا فائدة تذكر لأى إنسان إلا إذا انتهت العملية فى زمن قصير جداً أو أن العملية فى ذاتها هى الفائدة التركيبية النانومترية واقعياً. لذلك فإنه فى تطبيقات عدة يكون الاستقرار اعتباراً مهما - ويجب أن نستقصى عما إذا كان الاستقرار الطبيعى كافياً أو أنه يجب علينا، إضافة إلى ذلك، أن نوازن التغيرات التى لا نستطيع أن نتحملها.

جدول (٤١) : نظرة مقارنة لأنشطة بعض الدول المتقدمة فى مجال التركيب النانو مترى

Comparison of Activities in Nanostructure Science and Technology in Europe, Japan and The United States

	1	2	3
Synthesis & Assemply	U. S.	Europ	Japan
Biological Approaches & Applications	U. S./Eur	Japan	
Dispersion and Coatings	U. S./Eur	Japan	
High Surface Area Materials	U. S.	Europe	Japan
Nanodevices	Japan	Europe	
Consolidated Materials	Japan	U. S./Eur	
Level	Highest		

ولتتجير وتوحيد التركيبية النانومترية للمادة، فإننا نحتاج أيضاً تعزيزات فى عملية الضبط والتنظيم المدفوع إحصائياً. ومن الملاحظ أن قابلية التطبيق لمنتج مركب نانومترياً تتوقف على تكاليف المواد الخام والمواد التى تشكل منها مواد أخرى وكذا تكاليف العملية فى حد ذاتها. فالتكاليف الكلية المتكاملة للمواد الخام وتكوين كتل البناء وتصنيع الأجزاء من كتل البناء هذه، هى التى تحدد فى النهاية قابلية التتجير لأى مركب نانو مترى.

وأخيراً ولكى تتحقق الثمار الموعودة فى مجال علم وتكنولوجيا التركيب النانومترى، فمن الضرورى إيجاد طائفة جديدة من البحاث الذين باستطاعتهم العمل بمقتضى قواعد الانضباط المعتادة، على أن يفكروا فى الوقت نفسه بطريقة علمية ثورية وجريئة. فالتفكير بطرق غير مألوفة فى هذا المجال الثورى الجديد هو أول الطريق نحو جنى ثماره الضخمة.

٣-٤ الفمتو ثانية - للعلم والتكنولوجيا

فى تاريخ الحضارة البشرية كان قياس الزمن وتسجيل الأحداث واستمرارها فى عالمنا الطبيعى ضمن النشاطات المبكرة التى يجب تصنيفها كعلم. حتى القرن التاسع عشر كانت القدرة على التسجيل الزمنى للخطوات الفردية فى أى عملية محددة على مقياس زمنى تناسب الإدراك الحسى المباشر. والآن، مع النبضات شديدة القصر (Ultrashort pulses) لشعاع الليزر أصبح من الممكن ملاحظة التغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية بقياس الفمتو ثانية - خمسة عشر مرة أسرع من دقة قلب الإنسان وتصل إلى مقياس حركة الذرة مكانياً وزمانياً. وتجميد الزمن على هذا النحو قاد إلى اختراعات فتحت الطريق إلى زيارات جديدة داخل العالم الميكروسكوبى.

٣-٤-١ نشأة كيمياء الفمتو

ماذا سوف يكون شكل مباراة كرة قدم مذاعة على التليفزيون بدون استخدام تكنيك الحركة البطيئة (Slow motion) التى تظهر حركات اللاعبين والكرة عند تسجيل هدف؟ إن التفاعلات الكيميائية تمثل حالة مشابهة. وقد دفعت لهفة الكيميائيين لأن يكونوا قادرين على متابعة التفاعلات الكيميائية لأدق وأعظم التفاصيل للوصول إلى تكنولوجيا متقدمة. لقد درس أحمد زويل الذرات والجزيئات فى حركة بطيئة (Slow motion) أثناء التفاعل ورأى ما يحدث عند تكسر الروابط الكيميائية ونشوء روابط أخرى جديدة.

ويستخدم تكنيك زويل ما يمكن وصفه بأسرع كاميرا فى العالم. فهذا التكنيك يستخدم ومضات ليزر ذات أمد قصير عند مقياس الزمن الذى يحدث عنده التفاعل فعلياً – الفمتو ثانية. والفمتو ثانية تساوى 15-10 ثانية – أى واحد على مليون بليون من الثانية. إن نسبة الفمتو ثانية إلى الثانية كنسبة الثانية إلى ٣٢ مليون سنة. ويطلق على هذا المجال من الكيمياء كيمياء الفمتو.

وتساعدنا كيمياء الفمتو على فهم لماذا تحدث أو لا تحدث تفاعلات كيميائية معينة. كما يمكننا أيضاً توضيح لماذا تعتمد سرعة التفاعل وحدوثه على درجة الحرارة. إن علماء العالم يدرسون العمليات بواسطة طيف الفمتو ثانية فى الغازات، وفى السوائل، والمواد الصلبة، وعلى السطوح (Surfaces)، وفى البوليمرات. وتمتد التطبيقات من دور الحفازات (Catalysts) وكيفية تصميم المكونات الإلكترونية الجزيئية إلى الميكانيزم الأكثر إرهافاً فى العمليات الحياتية وكيفية إنتاج أدوية المستقبل.

ماذا عن سرعة التفاعلات الكيميائية؟

إن التفاعلات الكيميائية يمكن أن تحدث كما نعلم عند سرعات متفاوتة. قارن مثلا بين مسمار يصيبه الصدأ وانفجار ديناميت!! ومن المعتاد فى غالبية التفاعلات أن سرعاتها تزيد مع ارتفاع درجة الحرارة، أى عندما تصبح حركة الجزيئات أكثر شدة.

لهذا السبب اعتقد البحاث لفترة طويلة أن الجزئ يحتاج أولاً أن ينشط إذا كان له أن يتفاعل. وعند تصادم جزيئين فعادة لا يحدث شيء أكثر من أن يرتدا بعيداً عن بعضهما. ولكن عندما تكون درجة الحرارة عالية بدرجة كافية فإن التصادم يكون شديداً وعنيفاً بحيث يتفاعل كل منهما مع الآخر وتتكون جزيئات جديدة. وطالما أعطينا الجزئى درجة حرارة قوية وكافية فإنه يتفاعل بسرعة غير معقولة حيث تتكسر الروابط الكيميائية وتتكون روابط أخرى. وهذا ينطبق أيضاً على التفاعلات التى تبدو بطيئة (صدأ مسمار). والفرق هو أن حدوث الدفعة الحرارية نادر فى التفاعل البطيء بالقياس إلى التفاعل السريع.

إن حاجز التفاعل يحدث بالقوى التى تجعل الذرات تتماسك مع بعضها البعض فى الجزئ (الروابط الكيميائية) – تقريباً مثل حاجز الجاذبية الذى يجب أن يتخطاه صاروخ موجه إلى القمر من على سطح الأرض قبل أن يقع فى مجال القوة للقمر. ولكن حتى وقت قريب لم نكن تعلم الكثير عن مسار الجزئى لأعلى فوق الحاجز، ولا عن شكل الجزئى عندما يصبح أعلى القمة أى "حالة انتقاله" (its transition state).

مائة عام من البحث

كان سفانتى أرهينيوس السويدى (Svante Arrhenius) الحائز على جائزة نوبل فى الكيمياء عام 1903 ــ متأثراً بفانت هوف (Vant't Hoff) أول حائز

على جائزة نوبل فى الكيمياء عام 1901 ــ هو أول من وضع (منذ حوالى مائة عام) صيغة بسيطة لسرعة التفاعل كدالة لدرجة الحرارة. ولكن هذه الصيغة تعالج جزيئات كثيرة مرة واحدة (منظومات ماكروسكوبية macroscopic systems) وأزمنة طويلة نسبياً. ولكن ما إن وصلنا إلى فترة الثلاثينات حتى صاغ كل من أيرنج H. Eyring، وبولانى M. Polanyi نظرية تأسست على تفاعلات لمنظومات ميكروسكوبية (microscopic systems) لجزيئات منفردة. والفرضية النظرية هنا هى أن حالة الانتقال (transition state) تم اجتيازها فى مقياس زمنى يطبق فى حالات الذبذبات الجزيئية. وعليه فإن إمكانية إجراء تجارب فى مثل هذه الأزمنة السحيقة لم يخطر على بال أحد، ولا حتى كحلم من الأحلام.

لكن هذا بالضبط ما قرر أحمد زويل أن يفعله. ففى نهاية الثمانينات أجرى سلسلة من التجارب قادت إلى ولادة مجال بحثى جديد أطلق عليه كيمياء الفمتو (femto chemistry). حيث استخدم كاميرا ذات سرعة عالية جداً لتصوير الجزيئات فى وضع التفاعل الكيميائى محاولاً اقتناص صور لها فى وضع حالة الانتقال. وقد تأسس ابتكار هذه الكاميرا على تكنولوجيا ليزر جديدة ذات ومضات ضوئية تقدر ببعض العشرات من الفمتو ثانية. والزمن الذى تستغرقه ذرة فى جزئى تقوم بذبذبة واحدة هو حوالى 10 إلى 100 فمتو ثانية (10-100 fs). وتتم التفاعلات الكيميائية بنفس مقياس الزمن كما لو أن تأرجح الذرات داخل الجزيئات يمكن أن يقارن باثنين من فنانى الترابيز يتأرجحان مع بعضهما للخلف وللأمام بنفس مقياس الزمن.

ماذا رأى الكيميائيون عندما تحسنت معالجتهم لمسألة الزمن باطراد؟ أول نجاح كان اكتشاف المواد التى تتشكل وتتكون من خلال الطريق من المادة الأصلية حتى الناتج النهائى – هذه المواد يطلق عليها المواد الوسيطة

(intermediates). وقد قاد كل تحسن فى مسألة الزمن إلى تفريعات جديدة فى سلسلة التفاعل ظهرت على شكل زيادة فى المواد الوسيطة ذات العمر القصير، والتى ساهمت فى فهم كيفية عمل ميكانيزم التفاعل.

والإسهام الذى قاده وقام به أحمد زويل يعنى أننا قد وصلنا إلى نهاية الطريق – حيث أنه لا توجد تفاعلات كيميائية تحدث أسرع من ذلك. فبواسطة طيف الفمتو ثانية يمكننا لأول مرة بالحركة البطيئة (slow motion) مراقبة ماذا يحدث عند عبور حاجز التفاعل، ومن ثم فهم الخلفية الميكيانيكية لصيغة أرهينيوس الخاصة باعتماد سرعة التفاعل على درجة الحرارة وأيضاً الصيغ التى نال عنها فانت هوف Van't Hoff جائزة نوبل.

كيمياء الفمتو عملياً

فى طيف الفمتو ثانية (femtosecond spectroscopy) تخلط المواد الأصلية كحزم من الجزيئات فى غرفة مفرغة من الهواء. بعد ذلك تدخل حزمة ليزر فائق السرعة نبضتان: أولاً نبضة مضخوخة بقوة (pump pluse) بحيث ترتطم بشدة بالجزئى وتنشطه إلى حالة طاقة عالية. ثم يلى ذلك نبضة جس (probe pluse) أضعف لها طول موجى تم اختياره ليكتشف الجزئى الأصلى أو شكل متغير منه. والنبضة المضخوخة هى إشارة البدء للتفاعل، بينما نبضة الجس تختبر ما يحدث. ومع تغيير الفترة الزمنية بين كلتى النبضتين، يمكن مشاهدة كيف يتحول الجزئى الأصلى بسرعة فائقة وملاحظة الأشكال الجديدة للجزئى عندما تنشط. وربما نمر بحالة انتقال أو أكثر من حالة لها أطياف. إن الفترة الزمنية بين النبضات يمكن أن تتغير ببساطة بجعل نبضة الجس تعمل انعطافا عن طريق مرايا. ففى انعطاف ليس طويلاً، يغطى الضوء مسافة مقدارها 0.03 مم فى 100 فمتو ثانية.

التجارب الأولى

فى تجاربه الأولى درس زويل انحـــلال الأيودوســيانيدICN› I + CN (iodocyanide). واستطاع فريقه البحثى مراقبة حالة انتقال عندما كانت رابطـة I-C على وشك أن تتكسر. وقد حدث التفاعل الكلى فى 200 فمتو ثانية (مرجعـى 26, 25).

وفى تجربة أخرى هامة درس زويل انفصال أيوديد الصوديوم Na : (Na I) Sodium iodide Na + I ›I. فلاحظ أن النبضـــة المضخوخـة تنشـط زوج الأيونات Na+I- التى لها مسافة اتزان مقدارها 2.8 أنجشتروم بين نواة الصوديوم ونواة اليود (الأنجشتروم = 10^{-8} سنتيمتر) إلى شكل منشط *[Na I] ذى رابطـة تساهمية (covalent bond). ويقصد بالرابطة التساهمية اتحـــاد ذرتيـن نتيجـة مساهمة كل منهما بإلكترون.

على أية حال خواص هذا الشكل تتغير عندما تتذبذب الجزيئـــات. فعندمـا تكون الأنوية (جمع نواة) عند نقاط التفافها الخارجية على بعد 15-10 أنجشـتروم يكـون التركيب الإلكترونى أيونيا، بينما يكون تساهميا عند المسافات القصـيرة. وعند نقطة معينة على دورة الذبذبة عندما تكون النواتين على بعد6.9 أنجشتروم، هناك احتمال كبير أن يرتد الجزىء إلى حالته الأرضية (ground state) أو ينحل إلى ذرتى صوديوم ويود.

وقد درس زويل أيضا التفاعل بين الهيدروجين وثانى أكسيد الكربـــون. إن هذا التفاعل يحدث فى الغلاف الجوى وفـى عمليات الإحتراق. ولقـد بيـن أن التفاعل يعبر حالة طويلة نسبيا للمركب الوسيط HOCO (حوالـــى 1000 فمتـو ثانية).

وهناك سؤال شغل الكثيرين من الكيميائيين وهو: لماذا تكون روابط كيميائية معينة أكثر تفاعلية عن غيرها؟ وماذا يحدث إذا كان هناك اثنان من الروابط المتكافئة فى جزئ واحد؟ هل سيتكسرا لحظياً، أو يتكسر واحد منهما عند زمن معين؟ وللإجابة عن هذه النوعية من الأسئلة، درس زويل وفريقه البحثى حالة تحلل التترافلور داى أيود إيثان tetrafluoriodethane ($C_2 I_2 F_4$) إلى تترافلور إثيلين ($C_2 F_4$) وذرتى أيودين 2I. ولقد اكتشفوا أن الرابطتين الاثنتين C-I بالرغم من تكافؤهما فى الجزئ الأصلى يتكسر واحد منهما عند زمن معين.

إن البحث يكون أكثر إمتاعاً عندما تكون النتائج غير متوقعة. وقد درس زويل التفاعل البسيط بين البنزين (وهو حلقة من ستة ذرات كربون $C_6 H_6$) واليود I_2 (وهو جزئ يحتوى على ذرتى يود) عندما يصبح الجزيئان مقتربان بشكل كاف من بعضهما يكونان مركباً(ComplEx) . إن ومضة الليزر تتسبب فى قذف إلكترون من جزئ البنزين إلى جزئ اليود الذى تصبح شحنته سالبة، فى هذه الحالة بينما جزئ البنزين الذى فقد إلكترون واحد تصبح شحنته موجبة. الشحنة السالبة والشحنة الموجبة تسبب انجذاب البنزين وأقرب ذرة يود إلى بعضهما بسرعة. الرابطة بين ذرتى اليود تمتط عندما تمتص إحداهما فى اتجاه البنزين – فى حين تنطلق الذرة الأخرى بعيداً. كل هذا يحدث فى خلال 750 فمتو ثانية. وقد وجد زويل أن هذه ليست الطريقة الوحيدة لإمكانية تكوين ذرات يود مفردة. إذ يرتد الإلكترون أحياناً إلى جزئ البنزين . ولكنه بالنسبة لذرات اليود يكون الأمر متأخراً جداً كما فى حالة رباط مطاطى مشدود، فهو بالقطع سوف ينقطع، وهكذا تنقطع الرابطة بين الذرتين ويبتعدان عن بعضهما.

البحث المدوى

إن أكثر نماذج التفاعل للدراسة فى الكيمياء العضوية هو الحلقة المفتوحة للسيكلوبيوتان التى تعطى أصيلين أو العكس فى اتحاد جزيئى إثيلين لتكوين

سيكلوبيوتان. والتفاعل يمكن أن يحدث مباشرة عن طريق حالة انتقال واحدة ذات حاجز نشط بسيط، أو يمكن له أن يتم خلال مرحلتى ميكانيزم بحيث تتكسر أولاً رابطة واحدة ويتكون تترامثيلين tetramethylene كمكون وسيط. وبعد عبور حاجز نشط آخر يتحول التترامثيلين إلى الناتج النهائى. وقد أوضح زويل وفريقه البحثى بواسطة طيف الفمتو ثانية أن الناتج الوسيط قد تكون فعلاً وله عمر زمنى مقداره 700 فمتو ثانية.

إن دراسات الفمتو ثانية التالية لأعمال زويل والتى تنجز فى أنحاء العالم تستخدم ليس فقط الحزم الجزيئية ولكن أيضاً العمليات على السطوح. على سبيل المثال: لفهم وتحسين المحفزات فى السوائل والمذيبات (لفهم ميكانيزم عدم الإذابة والتفاعلات بين المواد فى المحلول)، وفى البوليمرات (مثلاً لابتكار مادة جديدة لاستخدامها فى الإلكترونيات). وثمة مجال بحثى آخر مهم هو دراسات النظم البيولوجية. إن معرفة ميكانيزم التفاعلات الكيميائية مهمة لزيادة مقدرتنا على ضبط التفاعلات. إن تفاعلاً كيميائياً مرغوباً فيه غالباً ما يكون مصحوباً بسلسلة من التفاعلات المتنافسة غير المرغوب فيها. وهذه تؤدى إلى خليط من النواتج مما يستدعى عمليات متعددة للفصل والتنظيف (مراجع 27, 28, 29).

وقد غيرت كيمياء الفمتو نظرتنا للتفاعلات الكيميائية بشكل أساسى. فمن ظواهر شرحت مجازياً بإبهام مثل "التنشيط" و "حالة الانتقال" يمكننا الآن رؤية حركات الذرات المفردة كما نتخيلهما، وذلك بالرغم من أنها مازالت غير مرئية.

٣-٤-٢ تكنولوجيا الفمتو ثانية فى اليابان

يستعرض هذا الجزء التوقعات لتكنولوجيا الفمتو ثانية التى سوف تمدنا بتكنولوجيا صناعية مبتكرة جديدة قائمة على إلكترونيات فائقة السرعة

وضوئيات كمية تحدث فى المدى الزمنى للفمتو ثانية. وسوف نستعرض أيضاً موجزاً لمشروع تكنولوجيا الفمتو ثانية الذى ترعاه وزارة التجارة الدولية والصناعة فى اليابان (MITI).

مقدمة

تتأسس التغيرات الثورية فى العالم الصناعى غالباً على التطورات العلمية فى مجال معين والتى ربما تكون قد انبثقت عن بعض الأفكار العلمية البحتة. والاعتقاد السائد هو أن تكنولوجيا الفمتو ثانية سوف يكون لها دور مرموق لأنها سوف تمدنا بتكنولوجيا صناعية مبتكرة جديدة قائمة على إلكترونيات فائقة السرعة وبصريات كمية تحدث فى المدى الزمنى للفمتو ثانية.

وقد أصبح الاهتمام بالظاهرة فى هذا المدى الزمنى على نحو كامل اهتماما عالمياً. وليس من قبيل المبالغة القول أن تطور الحضارة فى القرن العشرين قد عول كثيراً على التقدم السريع فى تكنولوجيا الإلكترونيات. ولكن الاعتماد على امتداد واستمرار التكنولوجيا الحالية لا يكفى لمواجهة التعقيدات الاجتماعية وتحديات البيئة فى القرن الواحد والعشرين. إن الموارد الطبيعية للأرض محدودة. وللوصول إلى مجتمع بشرى أكثر تقدماً فى القرن الجديد يجب أن نتحول من "مجتمع مستهلك للطاقة" (energy Consuming Society) إلى أن "مجتمع صفرى الانبعاثات" (Zero emission society)، حيث يكون استهلاك الطاقة عند أدنى مستوى وحيث تكون التكنولوجيا المعلوماتية متوافرة بغزارة لدعم حياة البشر. فى المجتمع كثيف المعلومات القادم فإن مفهوم العملية المعلوماتية سوف يمتد من "علم قائم على الحاسب" تمثل فيه المعلومة بواسطة بيانات رمزية، إلى "علم قائم على المعلومة" حيث تستخدم البيانات الحقيقية مباشرة وليست فقط البيانات الرمزية.

مع حلول المجتمع كثيف المعلوماتية فإنه من المطلوب إنشاء أسس تكنولوجية جديدة. فى هذا الصدد، اقترح البعض مفهوماً لجيل جديد من الإلكترونيات – "إلكترونيات فائقة" (super electronics) تضع نموذج لتكنولوجيا جديدة قائمة على تكامل الإلكترونيات والفوتونيات. إن الإلكترونيات الفائقة سوف تكون الأساس لعلم المعلومات للمستقبل، وذلك بسبب كثافة معلومياتها الهائلة ومرونة مدخلاتها ومخرجاتها. فهى سوف تتعامل ليس فقط مع البيانات الرمزية، ولكن أيضاً مع البيانات العالمية الحقيقية الممثلة بصور فى بعدين أو ثلاثة أبعاد. ومن المعتقد أن تكنولوجيا الفمتو ثانية هى مقوم هام للإلكترونيات الفائقة حيث يمكن النظر إليها كمصدر لتكنولوجيا صناعية جديدة ومبتكرة قائمة على الإلكترونيات فائقة السرعة والبصريات الكمية التى تحدث فى المدى الزمنى للفمتو ثانية.

توقعات لتكنولوجيا الفمتو ثانية

لقد قادت وزارة التجارة والصناعة باليابان (MITI) مشروعاً بحثياً عن تكنولوجيا الفمتو ثانية فى السنة المالية (1993 - 1994)، وذلك لتوضيح الجدوى التكنولوجية للموضوع قبل أن تتعهده كمشروع بحث وتنمية. ولإجراء البحوث الأساسية المبدئية فى الفيزياء ومعالجة ظاهرة الفمتو ثانية، تم اختيار معملين وطنيين للقيام بها، وهما معمل الكهروتكنيك Electrotechnical (ETL) Laboratory والمعمل البحثى الوطنى لعلم القياس The National Research Laboratory of Metrology. ولقد نظمت حلقة دراسية دولية عن تكنولوجيا الفمتو ثانية سنوياً منذ عام 1994 فى مدينة تسوكوبا (Tsukuba) باليابان. وهناك نية لعمل منتدى لمناقشة الوضع الحالى والتوقعات المستقبلية لتطوير العلم وتكنولوجيا ظاهرة السرعة الفائقة.

سوف نلقى نظرة على الحالة الراهنة لهذه التكنولوجيات ونناقش موضوع البحث والتطوير لتكنولوجيا الفمتو ثانية التى سوف تكون بذرة الإلكترونيات الفائقة. إن تكنولوجيا الفمتو ثانية تحتوى على ثلاثة مجالات تكنولوجية رئيسية هى: تكنولوجيا ليزر الفمتو ثانية، وتكنولوجيا مواد الفمتو ثانية، وإلكترونيات الفمتو ثانية والإلكترونيات البصرية.

١- تكنولوجيا ليزر الفمتو ثانية

يستخدم ليزر الفمتو ثانية بصورة واسعة فى بحوث السرعة الفائقة لتجريب ظاهرة السرعة الفائقة فى المواد مثل مراقبة التحلل الزمنى للإستشعاع ودراسات اختبار الضخ للظواهر العابرة. والمطلوب للتفاعل الكيميائى هو أن نمد بنبضات ضوئية شديدة القصر موثوق بها من نطاق الأشعة دون الحمراء إلى نطاق الأشعة فوق البنفسجية. وفيما يلى أهم موضوعات بحوث تكنولوجيا الليزر والتطور فى المدى الزمنى للفمتو ثانية.

(أ) تولد النبضة أحادية الدورة Monocycle pulse generation

إن تولد النبضات أحادية الدورة فى المنطقة البصرية هو الهدف النهائى لتكنولوجيا الفمتو ثانية. والنبضة البصرية أحادية الدورة تغطى معظم الانتقالات الإلكترونية، لأن نبضة الفمتو ثانية تتكون من طيف عريض من الأطوال الموجية. ويمكن أن يكون من المفيد للطيف فائق السرعة أن يحلل الديناميكيات فائقة السرعة للإلكترونيات داخل المواد. والنبضة البصرية شديدة القصر يمكن أن تكون جاذبة كمصدر موجه ضوئية تتكون من أطوال موجية مختلفة (مرجع 30). كما أن النبضة البصرية يمكن أن تكون مصدراً ضوئياً بديلاً للاتصالات الضوئية المتوازية التى يستخدم فيها ديود ليزر كمصدر ضوئى ذى أطوال

موجية مختلفة. وثمة سمة مهمة للنبضة البصرية للفمتو ثانية وهى أنها ذات انحلال مكانى ميكرومترى. ولذلك فهى توجه للقياسات الفيزيائية فائقة السرعة مثل قياس أشكال جسم ثلاثى الأبعاد.

(ب) طول موجى جديد لمصدر نبضى فمتو ثانية

هناك الكثيرون الذين يتوقعون ظهور مصادر نبضية فمتو ثانية مولفة وموثوق بها عند أطوال موجية مختلفة. إن توليفة ليزرات الحالة الصلبة فمتو ثانية مع ديود الليزر المضخوخ سوف تكون أكثر مصادر النبض الضوئى شيوعاً فى المستقبل. وفيما يتعلق بليزرات الحالة الصلبة (solid-state lasers)، فإنها يمكن أن تغطى نطاقاً طيفياً واسعاً نظراً لتنوع مواد الليزر. وألياف الليزر هى أيضاً أحد المصادر الموثوق بها لتوليف نبض ضوئى فمتو ثانية. إن ديودات ليزر أشباه الموصلات هى أكبر مصدر ضوئى مولف. ومع ذلك فإنها لا تستطيع فى الوقت الحاضر تغطية نطاق طيفى واسع. ومن الصعب أيضاً الحصول على نبضة فمتو ثانية ذات جودة عالية بالنسبة لمصادر نبض أخرى لأن نبضات الفمتو ثانية من ليزرات أشباه الموصلات معدلة بشدة. كما أن نبض حزمة شعاع إكس فمتو ثانية هو أيضاً أداة موثوق فيها. فحزمة شعاع إكس المنبوضة تولد من خلال ما يطلق عليه تبعثر كومبتون (Compton Scattering) حزمة ليزر عالية السطوع مع حزمة إلكترونات نسبية.

(ج) تكنولوجيا ضبط وتنظيم نبض فمتو ثانية

إن تعديل نبض الفمتو ثانية ليس فقط مطلباً أساسياً لمنظومة ليزر الفمتو ثانية، ولكنه أيضاً يشترط قواعد تكنولوجية جديدة ويتطلب مفاهيم تصميم جديدة للأجهزة والدوائر فى الإلكترونيات الضوئية فائقة السرعة.

٢- تكنولوجيا مواد الفمتو ثانية

إن علم المواد والتكنولوجيا المتصلة بالمدى الزمنى للفمتو ثانية سوف يشكلان قاعدة عامة لتكنولوجيا الفمتو ثانية. إذ توجد إمكانيات لتحسين نوعية مواد الإلكترونيات والإلكترونيات الضوئية ولتطوير الفيزياء لأجهزة جديدة. كما أن تكامل علم الجزيئات والإلكترونيات سوف يخلق جيلاً جديداً من الإلكترونيات. وفى علم الجزيئات توجد ظواهر موثوق بها تحدث فى المنطقة الزمنية للفمتو ثانية سوف يكون من الممكن أن يستقصى عنها. وسوف يؤدى ضبط ظواهر السرعات الفائقة فى هذه المنطقة الصغيرة للوصول إلى إلكترونيات جديدة ــ على سبيل المثال أجهزة إلكترونية جديدة تستخدم منظومات إلكترون منخفض الأبعاد فى التركيبات الكمية، مثل الأسلاك الكمية والنقط الكمية (Quantum dots). وهذا سوف يؤدى إلى تحسين فى سرعة التحويل وإلى تكامل أجهزة الإلكترونيات. ومن المتوقع حدوث تطور مناظر فى علم الجزيئات، حيث منظومة الإلكترون مرشحة كوسيلة لنقل المعلومات. وقد كان هذا الهدف نصب أعين الكيميائيين لمدة طويلة (مرجع31).

وسوف يسهم تحليل الديناميكا الجزيئية فى تنمية تكنيك جديد لتركيب المواد. إن التقدم الحالى فى تكنولوجيا ضبط نبض السرعة الفائقة سوف يشترط فى النهاية الضبط التكنولوجى لعمليات أساسية فى مجال المواد مثل الحالة الإلكترونية والذبذبية والدورانية للجزئ. وهو ما سوف يؤدى بدوره إلى عمليات كيميائية مبتكرة (مرجع 32).

إن اكتشاف ظواهر سرعة فائقة جديدة فى الفيزياء والكيمياء لن يقتصر مردوده على العلوم الأساسية وحدها، ولكنه سوف يسهم أيضاً فى تنمية تكنولوجيا عمليات معالجة مواد جديدية لم يسبق إلى مثلها، وللخلق والإبداع فى جهاز فيزيائى جديد يستخدم للمدى الزمنى للسرعة الفائقة.

٣- إلكترونيات الفمتو ثانية والإلكترونيات البصرية

يجب أن تكون إلكترونيات أشباه الموصلات متوافقة ومنسجمة مع تكنولوجيا الإلكترونيات البصرية لكى نحقق وندرك ونفهم بوضوح الإلكترونيات البصرية للفمتو ثانية. وسوف يؤدى ذلك إلى تولد مفاهيم جديدة لأجهزة ونظم جديدة. وتتمثل فائدة وأفضلية مصدر نبضة أشباه الموصلات فى أن تكون منسجمة مع إلكترونيات أشباه الموصلات وأن تحقق التكامل بسهولة مع الأجهزة الإلكترونية. إن تكنولوجيا الإلكترونيات البصرية تجمع بين مقومات كل من الفوتونيات والإلكترونيات، وتهيئ المفاهيم لأجهزة جديدة لعمليات إشارات السرعة الفائقة. كما أن التحليل الديناميكى الإلكترونى والتفاعل الديناميكى بين الفوتونات والإلكترونيات فى مواد أشباه الموصلات سوف يرسى القواعد الجديدة لأجهزة إلكتروضوئية فائقة السرعة.

والحاجز الذى يقف أمام زيادة سرعة النظم الإلكترونية الآن هو أنه حتى لو تم تحسين سرعة التحويل للأجهزة الإلكترونية فإن التيار الإلكترونى لن يكون قادراً على حمل المعلومة بسرعة كافية بين الأجهزة. ومعنى هذا أن الإلكترونات غير مناسبة كحاملات إشارة عند ترددات فائقة العلو. ويبدو أن حل هذه الصعوبة سيتمثل فى إبدال الإلكترون بالفوتون كحامل للإشارة.

(١) الإلكترونيات فائقة السرعة

إن الهدف من إلكترونيات الفمتو ثانية هو توسيع وتمديد مفهوم الإلكترونيات التقليدية إلى المدى الزمنى للفمتو ثانية. ولكن مفهوم جهاز التيار المدفوع غير مؤثر فى منطقة التردد العالى. وعلى ذلك ستكون هناك قواعد ومبادئ جهاز جديد مؤسس على "إلكترونيات حالة-إلى-حالة" (state - to - state electronics).

والتأثيرات الكمية فى مواد أشباه الموصلات ذات أهمية كبيرة. وهناك سبيلان ممكنان لإلكترونيات السرعة الفائقة. أحدهما هو تمديد نطاق ذبذبة حامل الإشارة إلى ترددات تراهيرتز (Tera Hertz - THz)، والآخر هو تولد نبضة كهربية فائقة السرعة (Tera Hertz = 1012 Hertz). ويمكن إنتاج شعاع THz بتولد إشارة متوافقة. والنبضة الكمية هى ظاهرة موثوق بها للتولد المتوافق لحامل الإشارة. ويمكن توليد نبضة كهربية أدنى من البيكوثانية (sub-Picosecond) بواسطة إشعاع نبضة ضوئية فمتو ثانية ذات حيز صغير بين الأقطاب الكهربية. كما أن "الموصلية الفائقة" هى أيضاً سبيل آخر لتولد متوافق لتردد THz.

(ب) الإلكترونيات البصرية فائقة السرعة

من الأهداف البحثية المهمة لتكنولوجيا الإلكترونيات البصرية فائقة السوعة تطوير وتنمية تولد نبضة بصرية، وتكبير وتعديل وتحويل ومضاعفة إرسال الإشارات البصرية فى المدى الزمنى للفمتو ثانية؛ وهى تقوم أساساً على تكنولوجيا أشباه الموصلات. إن ديودات الليزر هى أجهزة الفتح لتولد إشارة فمتو ثانية فى تطبيقات الإلكترونيات البصرية. وأقصر نطاق نبضة يمكن توقعها هو حوالى 30 فمتو ثانية كما هو مستنتج من نطاق ذبذبة مواد أشباه الموصلات. كما أن تكنولوجيا ضبط النبضة كالتعديل والتحويل ومضاعفة إرسال الإشارات هى أيضاً من الأمور الأساسية، حيث يكون لظاهرة تفاعل "ضوء ــ ضوء" أو ظاهرة تفاعل الإلكترونيات البصرية دور مهم وأساسى. وفى هذا الصدد، يعتبر فهم ديناميكا إلكترون السرعة الفائقة فى المواد أمراً لا غنى عنه. كما تعد البصريات غير الخطية أيضاً مجالاً هاماً. وأخيراً، فإن تكنولوجيا ضبط نبضات ليزر الفمتو ثانية تعتبر أيضاً أساسية للإلكترونيات البصرية فائقة السرعة.

المشروع الوطنى اليابانى " تكنولوجيا الفمتو ثانية"

بدأت وزارة التجارة الدولية والصناعة باليابان (MITI) مشروعاً لتكنولوجيا الفمتو ثانية على مجال واسع فى عام 1995. وهذا المشروع هو أول مشـــروع بحث وتنمية فى العالم فى هذا المجال. وهو مصمم ومخطط للتمكين من ضبـــط ظاهرة السرعة الفائقة. وسوف يكون إسهامه ليس فقط فى مجـــال الاتصـــالات البعيدة فائقة السرعة والبنية الأساسية لعمليات المعلومات، ولكن أيضـــاً لإبـــداع تطبيقات صناعية متنوعة فـــى الليزرات والقيـــاس الفيزيـــائى وعلـــم المـــواد والتكنولوجيا.

ويتوقع أن يستمر المشروع لمدة عشر سنوات. والغرض منه عمـــل قفـــزة كبيرة فى علم وتكنولوجيا السرعة الفائقة، وذلك من خـــلال شـــرح وتوضيـــح الظاهرة الفيزيائية فى منطقة الفمتو ثانية. وينفذ المشروع على مرحلتين: مرحلة أولى (ست سنوات) ومرحلة ثانية (أربع سنوات)، وذلك على النحو التالى:

المرحلة الأولى: سوف تركز على البحث والتنمية للعناصر التكنولوجية المتنوعة فى تكنولوجيا النبضات فائقة السرعة للإلكترونيات البصرية، وفى تكنولوجيا القياسات التطبيقية للنبضات البصرية فائقة السرعة.

المرحلة الثانية: سوف تركز على تحسين وتطوير إضافى لهذه التكنولوجيات الأساسية وتطبيقها على تكنولوجيا التصنيع. وقد أنشئ فى عام ١٩٩٥اتحاد بحث تكنولوجيا الفمتو ثانية The Femtosecond Technology Research Association (FESTA). وهو منظمة بحثية للصناعات تعمل ككيان رئيسى لإقرار المشاريع (مرجع 33).

وتتعاون المعامل الوطنية (ETL), (NRLM), (FESTA) جميعها فى هذا المشروع. كما تشارك الجامعات أيضاً فى المشروع من خلال تعاقدات بحث مع FESTA. وفيما يلى عرض موجز لخطوات البحث وتنمية العمل فى المشروع:

١- البحث والتنمية لتكنولوجيا النبضات شديدة القصر للإلكترونيات البصرية

- تولد نبضة ضوئية فمتو ثانية وتكنولوجيا نقل من أجل عمل أجهزة تولد وتنقل نبضات ضوء فمتو ثانية. إن البحث والتنمية سوف يتقرران على أسس ومبادئ جهاز جديد لم يسبق له مثيل، ومواد جديدة أيضاً غير معروفة من قبل.
- ضبط نبضة ضوء فمتو ثانية وتكنولوجيا التوزيع: من أجل عمل أجهزة لضبط وتوزيع نبضات ضوء الفمتو ثانية، سيتم القيام بالبحث والتنمية على أسس جهاز جديد ومواد دالية مثل المواد الميزوسكوبية (mesoscopic). ويقصد بالمواد الميزسكوبية المواد الوسط بين الميكروسكوبية والماكروسكوبية.
- قاعدة تكنولوجيا النبضة شديدة القصر الأساسية للإلكترونيات البصرية: يتركز البحث والتنمية فى هذا الصدد على الآتى: العمليات التكنولوجية للتركيب فائق الدقة لأشباه الموصلات، أجهزة دالية ذات تركيبات وتكنولوجيا مواد جديدة، تكنولوجيا "بصريات - إلكترونيات" موحدة، وتكنولوجيا توصيف نبضة ضوء فائقة السرعة. وكل هذا لا غنى عنه لتحقيق أجهزة الإلكترونيات البصرية القادرة على العمل عند مستوى الفمتو ثانية.

٢-البحث والتنمية لتكنولوجيا القياس التطبيقية لنبضات ضوء شديدة القصر

- تولد نبض حزمة "إلكترون / ضوء" شديدة القصر وتكنولوجيا الضبط: وينصب البحث والتنمية على تكنولوجيا تولد نبضات ضوء فمتو ثانية عالية الاستقرار والضبط، ونبضات حزمة إلكترونات، وكذا تكنولوجيا قياس تطبيقية لنبضات شديدة القصر ضرورية لضبط هذه النبضات.
- تكنولوجيا تولد نبضة أشعة إكس عالية السطوع فمتو ثانية: وسوف يسعى البحث والتنمية إلى الوصول لتكنولوجيا تولد نبضات أشعة إكس عالية السطوع، وذلك عن طريق التفاعل بين نبضات ضوء فمتو ثانية ونبضات حزمة إلكترونات عالية الكثافة.

٣-٤-٣ النشاط البحثى لمشروع تكنولوجيا الفمتو ثانية

تزداد أنشطة البحث والتنمية لتكنولوجيا الفمتو ثانية فى اليابان عاماً بعد عام. تسهم ورشة العمل الدولية لتكنولوجيا الفمتو ثانية فى تعزيز التفاعل والشراكة بين العلماء والمهندسين ذوى الاهتمام العام باستكشاف هذه التكنولوجيا الجديدة. ولم يزل مشروع تكنولوجيا الفمتو ثانية على أول الطريق. ونقدم فيما يلى بعض أنشطته البحثية:

١- تكنولوجيا الليزر

إن الاتجاه فى تكنولوجيا ليزر الفمتو ثانية هو كيفية إدراك وتحقيق نبضة قصيرة، وكيفية توسيع منطقة الطول الموجى لمصادر النبضة، وكيفية عمل مصادر نبض مدمجة مولفة ودالية (مرجع 34).

٢- تولد نبضة كهربية شديدة القصر

تولدت النبضات الكهربية شديدة القصر من محول "موصل ضوء" "معدن – شبه موصل – معدن" a 'metal - Semiconductor - metal' (MSM) photo conductive switch. وقد تم تصنيع مستكشفات ضوئية (photodetectors) ذات سعة مقدارها 200 نانومتر عن طريق الأكسدة لغشاء رقيق من التيتانيوم (Ti) سمكه 4 نانومتر على مادة جاليوم أرسينيت شبه عازل، وذلك باستخدام ميكروسكوب المسح المجسى وتحريك الإبرة التى تم تحريفها سلبياً بالنسبة للعينة (مرجع 35).

٣- مغير ترددات موجات كهربية كهروضوئى فائق السرعة

لقد أظهر المحول البصرى المتماثل الذى يستخدم بصريات غير خطية كفوءة وميكانيزم تحويل جديد (لم يستخدم من قبل) قدرة تحويل دون البيكوثانية باستخدام موجهات موجة الجاليوم أرسينت (مرجع36). ويمكن أن يقع زمن التحويل فى المدى من 100 إلى 200 فمتو ثانية.

٤- تطبيق للقياس الفيزيائى

تم ابتكار طريقة جديدة للتصوير اللحظى ثلاثى الأبعاد تستخدم نبضات ضوء فمتو ثانية (مرجع37). وقد تم إظهار فعالية هذه الطريقة، كما تمت دراسة متطلبات تحسين الانحلال المكانى. وهذا التكنيك قادر على التصوير فى ثلاثة أبعاد لأحجام الأشياء المتحركة.

٣-٤-٤ بحوث الفمتو ثانية فى الجامعات والمؤسسات الأخرى

للجامعات اليابانية نشاط فى أقصى ما انتهى إليه العلم والبحث فى الإلكترونيات البصرية فائقة السرعة. فبين عامى1991، 1994 ضم مشروع

"الإلكترونيات البصرية فائقة السرعة وفائقة التوازى" الذى اشرف عليه أوكشى T-okoshi وسوتيا T-Sueta تحت رعاية وزارة التعليم حوالى أربعين أستاذاً (مرجع 38). وتدور إحدى الدراسات الحديثة ــ حسب التقرير الذى وضعه ياماشيتا Yamashita ومجموعته بجامعة هوكايدو Hokkaido ــ حول التنبؤ النظرى لتولد نبضة أحادية الدورة (mono-cycle pluse) (مرجع 39).

وقد عرض مياموتو Myamoto ومجموعته بجامعة طوكيو توليفة مصدر نبضة فمتو ثانية باستخدام اتحاد ليزر أشباه الموصلات وضاغطات سلسلة ألياف ضوئية (Soliton effect fiber-optics cascade compressors)، وذلك للوصول إلى نطاق نبضة مقدارها 65 فمتو ثانية (مرجع 40).

وتؤمن المواد منخفضة الأبعاد مثل الأسلاك الكمية والنقاط الكمية كثافة ثنائية القطب (dipole) أعلى على النطاق الطيفى. وعلى ذلك فهى محل ثقة لتطبيقات فائقة السرعة. وقد قام أراكاوا Arakawa ومجموعته فى جامعة طوكيو بتصنيع تركيبات نقاط أشباه موصلات كمية ودرسوا تفاعلها مع مجال إشعاعى فى مدى الفمتو ثانية (مرجع41).

وثمة نشاط بحثى كبير على نظم الاتصالات البعيدة المستقبلية تقوم به مؤسسة NTT ومؤسسة KDD. ومن أمثلته استعمال جميع المحولات الضوئية لمضاعفة إرسال تدفق البيانات فى بحث كاوانيشى Kawanishi ومجموعته (مرجع 42). وهو الآن المسجل العالمى لنظام تكبير مدى الزمن البصرى – Optical time domain amplification (OTDA). وقد قامت مجموعة ناكازاوا Nakazawa فى NTT باختبارات علمية لتقويم الجدوى من برنامجهم لإرسال النبضة فى فاصل بيانات محل ثقة (مرجع43). ويجرى أيضاً تنمية وتنشيط

الاستعمال المفيد للنبضات فائقة السرعة لقياس سرعات عالية جداً واختبار التكنولوجيات ذات الصلة.

وأنجزت مجموعة ناجا تسوما Nagatsuma فى NTT مجس مقاومة عالى كهروضوئى يدوى مع ضمان نطاق من الذبذبات مقداره عشرة جيجا هيرتز (10 G Hz) (مرجع 44). كما قام ستة من صناع آلات القياس بتكوين اتحاد بحثى يطلق عليه TERATEC، وذلك بدعم مالى من "مركز اليابان للتكنولوجيا الأساسية The Japan Key Technology Center. وأحد المنتجات الناجحة لهذا الاتحاد هو The Scanning Atomic Force Optoelectronic Microscopy (SFOEM) . الذى عمل بتحليل مقداره ٢,٥ بيكو ثانية مستخدماً محول موصل ضوئى فائق السرعة مدفوعاً من نبضات ليزر فمتو ثانية (مرجع45). ولا شك فى أن تأسيس تكنولوجيا قياس فائق السرعة يعبد الطريق نحو صناعة الفمتو ثانية.

مجالات تطبيق متوقعة لتكنولوجيا الفمتو ثانية

إن تأثير تكنولوجيا الفمتو ثانية سوف يمتد إلى مدى واسع من الصناعات التكنولوجية. وسوف تسهم تنمية تكنولوجيا شبكة العمل الضوئية فائقة السرعة فى تأسيس قاعدة تكنولوجية عامة لمجتمع المعلومات فى القرن الواحد والعشرين. كما أن تولد نبضات ضوئية فائقة السرعة سوف يكون مفيداً كوسيلة إمداد مصادر ضوء لشبكات عمل الإرسال. ومن المتوقع تنمية البرمجيات (Software) المتقدمة المؤسسة على عملية بناء إشارة فائقة السرعة ونظم عمليات.

وسوف نشهد ابتكارات فى الدوائر الإلكترونية من خلال تنمية مكونات إلكترونيات ضوئية فائقة السرعة. كما يتوقع أن يشهد علم المواد ابتكارات فى التكنولوجيا الأساسية لتقويم ومعالجة الذرات والجزيئات وعمليات المواد غير الحرارية وضبط "الدنا" DNA وخلق مواد جديدة.

وسوف تستحدث أدوات جديدة للفيزياء والكيمياء والبيولوجيا عن طريق التكنولوجيا الجديدة لقياس ظاهرة السرعة الفائقة. ومن المتوقع تنمية نظم تشخيص جديدة للعناية الطبية، وذلك باستخدام تكنولوجيا نبضة الفمتو ثانية والموجه الكهرومغناطيسية المؤسسة على تكنولوجيا الفمتو ثانية. كما يتوقع ظهور تكنولوجيا جديدة للاستشعار عن بعد.

٣-٤-٥ المعمل المتفوق لتكنولوجيا الفمتو ثانية (اليابان)

Femtosecond Technology Super Lab. (Japan)

تعمل بالمعمل المتفوق لتكنولوجيا الفمتو ثانية باليابان خمس مجموعات بحثية، بيانها كالتالى:

١- مجموعة بحوث الإلكترونيات البصرية الفمتو ثانية.

٢- مجموعة بحوث المواد الكهروبصرية الفمتو ثانية.

٣- مجموعة بحوث نبضة الإلكترونيات البصرية شديدة القصر.

٤- مجموعة بحوث تقويم نبضة ليزر شديدة القصر.

٥- مجموعة بحوث إلكترونيات سرعتها فائقة العلو.

وفيما يلى سوف نلقى الضوء على أهداف وأنشطة وبعض إنجازات كل مجموعة من هذه المجموعات الخمس.

١- بحوث على التكنولوجيات الأساسية لأجهزة الإلكترونيات البصرية الفمتو ثانية

الأهداف : تتم دراسة تفاعلات "ضوء – إلكترون" فائقة السرعة فى حامل النقل وظواهر أخرى قد تظهر فى أشباه الموصلات بغرض تأسيس تكنولوجيات أساسية لعمل أجهزة كهروبصرية فائقة السرعة الهدف منها توليد وإرسال وضبط وقياس نبضات بصرية فائقة السرعة.

الأنشطة : بدأت تنمية نظم فائقة السرعة لقياس حامل نقل فى أشباه الموصلات الهدف منها تطبيق هذه التنميات على أجهزة كهروبصرية فمتو ثانية.

الإنجازات : للمرة الأولى بدا للعيان بنجاح تدفق إلكترونى ثنائى الأبعاد فى بئر الكم وفى أسلاك من جاليوم / أرسينيت / ألومنيوم جاليوم أرسينيت فى زمن قدره 90 بيكوثانية ($Ps = 10^{-12}$ s). وقد تم تطوير نظام القياس بجمع نظام قياس إستشعاع ضوئى ميكرو مع مصراع كاميرا إلكترونى فائق السرعة.

٢- بحوث على الفيزياء الأساسية لمواد كهروبصرية فمتو ثانية

الأهداف : من أجل الحصول على أجهزة كهروبصرية فائقة السرعة ومبتكرة لنظم شبكات العمل المستقبلية فائقة السرعة ذات سعة اتصال واسعة كان من الضرورى شرح وتوضيح دقيق للفيزياء والكيمياء الميكروسكوبية فى ظاهرة السرعة الفائقة فى المواد والبحث عن طرق ضبطهماً وتنظيمهماً، علاوة على التحسين المستمر فى المواد القائمة. لذلك ففى مقرر تنمية التكنولوجيا الأساسية للمواد، تجرى إستقصاءات مكثفة فى ظاهرة السرعة الفائقة الجديدة المترافقة مع الإلكترونات والفوتونات على المقياس الزمنى فمتو ثانية، وذلك علاوة على تنمية

الأدوات الأساسية لمثل هذه التقويمات باستخدام مواد كهروبصرية ذات تركيبات ميزوسكوبية كنماذج أولية. ومن المتوقع من خلال تنمية مثل هذه الأجهزة ليس فقط الإسهام فى تنمية فيزياء جديدة ودوال لأجهزة كهروبصرية فائقة السرعة، ولكن أيضاً فتح الباب أمام فكرة جديدة للإلكترونيات، وهى ما يطلق عليه "إلكترونيات حالة – إلى- حالة" "State-to-state electronics" كبرنامج ممكن للإلكترونيات البصرية المستقبلية، حيث يكون الترابط وتنظيمه وضبطه هو مفتاح الفكرة.

الأنشطة : يسعى بحث الخواص الكهروبصرية للنموذج الأولى للمواد ذات التركيبات الميزوسكوبية إلى تنمية الأساس المعرفى المطلوب لفهم الأجهزة الجديدة للفيزياء وتكنيك الضبط والتنظيم المستخدم للفوتونات والإلكترونات على مقاييس زمن شديدة القصر. وفى هذا السبيل سوف يسهم الفريق البحثى فى تجسيم المعرفة المطلوبة للتكنولوجيا الصناعية المطلوبة للانتفاع بالمواد الكهروبصرية الجديدة فى تكنولوجيات أجهزة بصرية فائقة السرعة للمستقبل.

الإنجازات :

الاسترخاء المغزلى فائق السرعة فى أبيار – كم أشباه الموصلات المغناطيسية المخففة: وقد بدأ بحث أساسى على ظاهرة استرخاء مغزلى فى أبيار كم أشباه موصلات مغناطيسية مخففة متعددة التركيبات. وطورت تقنيات لتصنيع أبيار كم متعددة التركيبات وباستخدام أشباه موصلات مغناطيسية مخففة. وباستخدام هذه التركيبات، تم الحصول على حجم كبير من الأشياء الجديدة فى ظاهرة الاسترخاء فائق السرعة المتصل بالمغزليات وتفاعلات حامل الضوء

المهيج، وذلك بالإضافة إلى تنمية تقنيات قياس جديدة باستخدام نبضات ضوء مستقطبة دائرياً 200 فمتو ثانية تحت درجات حرارة منخفضة وشروط مجال مغناطيسى عالى. وقد تم البدء فى تصنيع تركيبات جديدة مثل النقاط (dots) وتركيبات بئر دلتا. والغرض النهائى من هذه الأنشطة هو ابتكار أجهزة غزل كهروبصرية فائقة السرعة ذات دوال جديدة.

مراقبة التركيبات الميزوسكوبية عن طريق ميكروسكوب مسح المجال القريب:

وهى إحدى الطرق الرئيسية لاكتشاف وتقويم خواص السرعة الفائقة للمواد الميزوسكوبية التى تحتوى ليس فقط الجزئيات الدالية والبوليمرات ولكن عناقيدها والأسلاك والنقاط الكمية. فقد تم البدأ فى تنمية أساسيات ميكروسكوب مسح المجال القريب "فمتو ثانية" Scanning near-field Optical microscope (SNOM). وجارى حالياً صياغة تكنيك تصنيع رءوس الميكروسكوب، مع السعى إلى توسيع منطقة مراقبة الطول الموجى ومنطقة درجة الحرارة، وبالأخص نحو درجات الحرارة المنخفضة واكتشاف تكنيك نبضات ضوء شديدة القصر شديدة الضعف.

قياس انتشار استقطاب الفوتون بواسطة طريقة تشتت رامان لنبضة محتثة :

تمثل خواص انتشار الإشارات مواضيع جادة تحتاج لأن تختبر بعمق أكبر لأجهزة السرعة الفائقة المستقبلية. لذلك تقرر استقصاء هذا الموضوع أولاً. وأظهرت المجموعة البحثية بوضوح ونجاح تولد وانتشار إشعاع تراهيرتز (THz) يطلق عليه "phonon-poloritons" فى بللورات مثل ليثيوم تانتاتوم أوكسيد باستخدام طريقة الحاجز المشبك العابر (transient grating) بأذرع نبضة ضوء غير متماثلة حوالى ١٠٠ فمتو ثانية. وبهذا الخصوص فقد تم البدء فى

دراسات أساسية لطرق جديدة ومباشرة لتقويم استجابة العازل الكهربى للمواد فى منطقة تراهيرتز.

٣- بحوث على تكنولوجيا تقويم للإلكترونيات البصرية فائقة السرعة

الأهداف :الهدف من البحث هو تنمية تكنولوجيا أساسية لتقويم خصائص الأجهزة فائقة السرعة مثل ليزرات الفمتو ثانية، وأجهزة كهروبصرية فائقة السرعة ومبتكرة وما إليها من الأجهزة. ومن المأمول أن يسهم ذلك فى تأسيس تكنولوجيا إلكترونيات بصرية فائقة السرعة مثل تولد نبضة شديدة القصر، وضبط وتنظيم إشارة ذات سرعة فائقة العلو، وعمليات مماثلة فى مدى زمن الفمتوثانية.

الأنشطة والإنجازات :

- **دراسات عن أجهزة كهروبصرية فائقة السرعة باستخدام أبيار كم مزدوجة وأسلاك كم:** الهدف هو القيام بتنمية أجهزة فائقة السرعة عن طريق ضبط وتنظيم الحالات الإلكترونية فى أبيار وأسلاك كم مزدوجة. كما لوحظت خصائص ترابط إزدواجى لأسلاك الكم المزدوجة المصنعة بواسطة (MOCVD). وأيضاً لوحظت بنجاح ترددات كمية فائقة السرعة فى تركيبات أبيار الكم المزدوجة عن طريق تكنيك ضبط وتنظيم التهييج باستخدام نبضات شديدة القصر.
- **تنمية أجهزة كهروبصرية ذات سرعة فائقة العلو:** تم الاستقصاء عن أجهزة كهروبصرية ذات سرعة فائقة العلو لنظم اتصال ضوئية فائقة الاتساع أو نظم عينات كهروبصرية. وتعتبر ليزرات أشباه الموصلات مغلقة الشكل mode-locked semiconductor lasers مصادر ضوء ذات ثقة لمثل هذه النظم. وتجرى الآن تنمية ليزرات محولة Q switched)

(lasers بيكو ثانية وليزرات أشباه موصلات مغلقة الشكل ذات سرعة فائقة العلو. وحاليا تم الحصول على نبضات ضوئية ذات سمك صغير جداً باستخدام ليزرات أشباه موصلات من مقطعين ألومنيوم جاليوم أرسينيت بنبضات ضوئية أقل من10 بيكو ثانية.

- **وصف وضبط وتنظيم طور الضوضاء فى ليزرات مغلقة الشكل:** طورت طريقة جديدة لقياس طور ضوضاء تموجات توقيت النبضة لليزرات مغلقة الشكل باستخدام تكنيك إعادة تعديل المدى الزمنى مقارناً بقياس طور ضوضاء SSB المتفق مع القواعد. ولهذه الطريقة نطاق ديناميكى أكبر واتساع تردد أوسع (من1 ميجاهيرتز – 100 ميجاهيرتز) باللقياس إلى ما هو متوافر حالياً.

- **تخفيض الضوضاء فى ألياف ليزر مغلق الشكل متناغم غير نشط:** تم تنمية مرنان كاشف موجات هيرتيزية من ألياف مستحضر الإربيوم (عنصر فلزى) مغلق الشكل لتوليد نبضات ضوئية متناغمة ذات استمرارية من 270 حتى 325 فمتو ثانية. ويتناغم الطول الموجى الليزرى باستمرار على مدى طول موجى مقداره 60 نانمتر، وذلك عن طريق إدارة مرشح موجود داخل المرنان له تردد متكرر مقداره 45.4 ميجاهيرتز. وتم تخفيض زمن التهييج بتقليل كثافة التموج لمصدر الضخ باستخدام تغذية عكسية من دارة كهربية مقفلة، مع ضبط وتنظيم تأثير اندفاع الهواء وتموجات درجات حرارة المرنان باستخدام صندوق محكم.

- **تولد نبضات ضوئية فمتو ثانية فى نطاق طيفى عريض:** بهدف توليد نبضات ضوئية فمتو ثانية فى مدى فائق ومتسع للطيف (من فوق البنفسجية إلى دون الحمراء) باستخدام تكنيك تردد غير خطى، تتم دراسة

ليزرات الحالة الصلبة ذات نطاق عريض من الذبذبات تتأرجح فى نطاق الطول الموجى 1.2 إلى 1.3. ويؤدى تفعيل شكل المتذبذب إلى استخراج موجات مستمرة عالية. والقوة المستخرجة هى أعلى ما تم الحصول عليه حالياً باستخدام نظام تبريد مائى عملى. وقد أنتجت عملية شكل الإغلاق الذاتى، بإدخال منشور مزدوج SF58، نبضات ضوئية بالمواصفات التالية: عرض النبضة 35 فمتو ثانية ومتوسط قوة 330 ميجاوات عند مركز طول موجه مقداره 1250 نانومتر.

٤- بحوث لتوليد وتقويم نبضات ضوئية شديدة القصر

الأهداف : تتم دراسة تولد نبضات ضوئية شديدة القصر واستقرار ليزرات الأشكال المغلقة وتزامن نبضة ليزر شديدة القصر مع نظم إلكترونية أخرى. وتعتبر مثل هذه النظم ضرورية لتولد نبضة أشعة إكس ذات سطوع عالى، وذلك بتشتت نبضة ضوء مع مجموعة إلكترونات معجلة شديدة القصر. وبالتعاون مع FESTA، جارى أيضاً تطوير وتقويم نظام ليزر نبضى حقيقى شديد القصر يستخدم لتوليد نبضة أشعة إكس لتشخيص مكونات تصنيعية لقوة بخار.

الأنشطة والإنجازات:

(أ) **تولد نبضة شديدة القصر:** فى السنوات الأخيرة تم التوصل إلى عملية استهلالية لليزرات "تالتيوم – زفير" (Taltium: Sapphire Lasers). وقد تم الحصول على نبضات 12.4 فمتو ثانية بضخ مقداره 1.4 وات ونبضات أقل من 40 فمتو ثانية بضخ مقداره 0.9 وات، وذلك باستخدام تصميم جديد لتجويف كفعالية لعملية بداية منخفضة ذات معوضات تشتت مزدوجة. وفى عام 1999 تم توليد نبضات ضوضاء منخفضة 11.5 فمتو ثانية باستخدام

ليزر LD أخضر مضخوخ. وبالتعاون مع FESTA تمت دراسة استمرارية تكرار النبضة.

(ب) قياس نبضات ضوئية شديدة القصر: بغرض استقرار وتزامن الليزرات ذات النبض شديد القصر يتم تنمية تقنيات قياس "شكل موجى" تطبق فى ليزرات الفمتو ثانية.

(ج) ضبط وتنظيم نبضات ضوئية شديدة القصر: لتنمية نبضة فمتو ثانية عالية الاستقرار للاستخدام كمصدر توقيت معيارى، تم تصميم وتصنيع مرآة ماصة مشبعة شبه موصلة Semi-conductor saturable absorber mirror (SESAM))، واستخدمت كبادىء حركة لنبضة ليزر حالة صلبة فمتو ثانية. كما تم توليد نبضات فمتو ثانية عالية الاستقرار شديدة القصر لحوالى34 فمتو ثانية. ولتوليد نبضات أقصر تمت تنمية نطاق عريض من المرآه الماصة المشبعة شبه الموصلة. كما تم بنجاح بناء نطاق عريض من SESAM باستخدام ثلاث تقنيات هى:

- طلاء العوازل الكهربية والمعادن على شريحة شبه موصل.
- ترابط الشرائح.
- إزالة مختارة كيميائياً للطبقة العليا لشبه موصل متعدد الطبقات.

٥- بحوث على إلكترونيات فائقة السرعة

الأهداف : يهدف مشروع تكنولوجيا الفمتو ثانية للإسهام فى إقامة وترسيخ بنية أساسية تكنولوجية خاصة بإلكترونيات بصرية فمتو ثانية. وتسعى مجموعة مشروع الإلكترونيات فائقة السرعة إلى تنمية تكنولوجيا دائرة إلكترونية فائقة السرعة... لتوقيت أجهزة الكشف والضبط المستخدمة فى تصادمات حزم الإلكترونات المنبوضة مع نبضات الليزر.

الأنشطة : تمت تنمية تكنولوجيات لقياس وتوليد وانتشار وضبط وتنظيم نبضات إلكترونية فائقة السرعة باستخدام محولات موصل ضوء فائقة السرعة. وفضلاً عن ذلك ولتحقيق انتشار نبضة إلكترونية فائقة السرعة، فقد تم البدء فى مشروع لبناء خط إرسال يتسم بانخفاض الفقد وانخفاض التشويش والتحريف. كما تجرى تنمية ليزرات حالة صلبة فائقة السرعة باستخدام ماصات أشباه موصلات قابلة للتشبع.

الإنجازات :

(أ) تكنولوجيا قياس لإشارات كهربية فائقة السرعة فى منطقة الفمتو ثانية: تم تصنيع عينة نظام كهرو – بصرى قادرة على قياس المكونات الموجهة للمجال الكهربى بضبط وتنظيم استقطاب الحزمة الجاسة بدون مجس كهرو– بصرى متحرك (براءة اختراع يابانية رقم 2810976). وهذا النظام يقيس المجال الكهربى كمقابل للطرق الكهربية التى تقيس فرق الجهد الموجود عند الأقطاب المعدنية. وتتصف عينة هذا النظام الكهرو – بصرى بتحليل مكانى عالى وتحليل وقتى عالى. ويصل زمن التحليل إلى أقل من 200 فمتو ثانية.

(ب) تولد **تراهيرتز من محولات موصل ضوء فائقة السرعة مصنعة من تركيبات نانو:** تم بنجاح توليد إشارات كهربية فائقة السرعة على مقاييس زمن فمتو ثانية باستخدام محولات موصل ضوء ذات تركيب نانو مصنعة من خلال عملية كساء بطريقة التحليل الكهربى، وذلك باستخدام ميكروسكوب القوة الذرية. ويبلغ عرض تجويف موصل الضوء 100 نانو متر، وهو مغطى بعازل شفاف، وعليه يمكن استخدام فرق جهد عالى. وقد

تم قياس استجابة الدفع المنخفضة إلى مستوى380 فمتو ثانية بعينة نظام كهرو – بصرى.

٣-٤-٦ مشروع "بحث وتنمية تكنولوجيا الفمتو ثانية"

ويقوم بهذا المشروع اتحاد بحث تكنولوجيا الفمتو ثانية FESTA باليابان.

ملخص موجز عن المشروع:

من أجل خلق وابتكار وإبداع تكنولوجيات أساسية صناعية تدعم مجتمع المعلومات المتقدمة والمكثفة للقرن الواحد والعشرين، من الضرورى تنمية تكنولوجيا الإلكترونيات البصرية فائقة السرعة لكسر حدود السرعة القائمة المفروضة من تكنولوجيا الإلكترونيات التقليدية، وأيضاً الوصول إلى دالات جديدة إضافية. والهدف من هذا المشروع هو ترسيخ وتأسيس التكنولوجيات الأساسية المطلوبة لعمل أجهزة كهروبصرية فائقة السرعة وتكنولوجيا قياس أشعة إكس عالية السطوع فائقة السرعة، وذلك من خلال بحث وتنمية التكنولوجيا التى تضبط وتنظم الضوء والإلكترونات فى المدى الزمنى للفمتو ثانية (بين 10^{-12}، 10^{-15} ثانية).

ويركز المشروع على البحث والتنمية للأجهزة الكهروبصرية فائقة السوعة القائمة على تكنولوجيا أشباه الموصلات وتكنولوجيا قياس بحزمة من أشعة إكس عالية السطوع فائقة السرعة مولدة من تشتت تومسون لحزمة ليزر فمتو ثانية.

وسوف تكون منتجات هذا المشروع مفتاحاً لتنمية بنية أساسية للاتصالات البعيدة والمعلومات سرعتها ترابيت / ثانية، وكذلك نظم قياس جديدة للأشياء سريعة التحرك.

نتائج متوقعة

ومن النتائج المتوقعة فى المرحلة الأولى للمشروع (ومدتها ستة سنوات) ما يلى:

١- تكنولوجيا تولد وإرسال نبضة ضوء فمتو ثانية.

٢- تكنولوجيا ضبط وتنظيم وتوزيع نبضة ضوء فمتو ثانية.

٣- قاعدة تكنولوجيا أساسية لنبضات إلكترونيات بصرية شديدة القصر.

٤- تكنولوجيا تولد وضبط وتنظيم نبضة حزمة ضوء / إلكترون شديدة القصر.

٥- تكنولوجيا تولد نبضة شعاع إكس عالى السطوع فمتو ثانية.

فوائد لمجتمع المعلومات

ومن أهم المنافع المتوقعة من تكنولوجيا نبضة الإلكترونيات البصرية شديدة القصر ما يلى:

١- إن التكنولوجيات المتقدمة للبنية الأساسية للمعلومات سوف تتأسس بحيث تقابل إحتياجات القرن الواحد والعشرين، وذلك ببناء شبكات اتصالات ذات سعة فائقة الضخامة تحتوى على إرسال ضوئى ونظم تحويل فوق واحد ترابيت / ثانية، ونظم عمليات ونقل معلومات ذات سعة فائقة الضخامة مثل نظم عمليات بيانات معلوماتية غزيرة ممثلة فى الحاسبات العملاقة.

٢- وتأسيساً على تكنولوجيات البنية الأساسية هذه، فإن اتصالات تعددية الإعلام (الإعلام ذو الوسائط المتعددة) التى تساعد على توحد الإعلام الضرورى أينما يطلب، سوف تصبح اعتيادية وشائعة فى المكاتب والمستشفيات والمدارس وبعد ذلك فى المنازل.

٣- ومن المتوقع جعل المعلومات عملية شخصية، بحيث يمكن لأى شخص فى أى مكان استخدام المعلومات ليغنى الحياة البشرية وذلك بفضل توافر خدمات "عند الطلب" مزدوجة الاتجاه وشيوعها.

٤- البنية المطلوبة لمنظومة العلم والتكنولوجيا

٤-١ مقدمة

تملك مصر قاعدة بنية أساسية للعلم والتكنولوجيا خاصة فى الجامعات ومراكز البحث العلمى. ولكن هذه القاعدة فى حاجة إلى التنمية وتحسين مستويات استثمارها. وهناك خلل فى عملية التخطيط ووضع السياسات للبحث العلمى والتكنولوجيا، إضافة إلى ضعف القدرة. وهناك ضعف فى المستويات المسئولة عن إدارة دفة البحث والتنمية أو عدم قدرتها للتصدى لهذه المسئوليات، وأيضاً عدم قدرتها على تصور استراتيجيات العلم والتكنولوجيا. وفى القطاع الخاص تعانى هذه القاعدة عجزاً واضحاً بخصوص صلاتها وبالأخص علاقاتها بوحدات البحث والتنمية. وهناك فجوات فى تجميع التكنولوجيا فى قطاعات الإنتاج والخدمات كما تتجسد فى طابع ونوعية المعدة وصيانتها ومتانتها ومدى مساهمتها فى بناء قاعدة وطنية لأنماط نقل التكنولوجيا. إن كل هذه العوامل تلعب دوراً لا جدال فيه فى تنفيذ السياسات والاستراتيجيات فى منظومة العلم والتكنولوجيا.

٤-٢ الاعتبارات الخاصة بهيكل البنية المطلوبة

إن وضع سياسات العلم والتكنولوجيا القومية وإنجازها يتطلب وجود مستويات مؤسسية متنوعة للتخطيط والدعم والتمويل والتنفيذ، وذلك على النحو التالى:

٤-٢-١ حكومياً:

إن الالتزام الحكومى مطلوب لعمل السياسات وتوفير التمويل وترتيب الأولويات والعمل على إنجاز الإجراءات الضرورية على مستوى القطاع العام بما فى ذلك توزيع هذه السياسات والإجراءات لكل المؤسسات الحكومية المنوط بها العلم والتكنولوجيا. إضافة إلى ذلك يجب بذل جهود مكثفة لوضع التشويعات والأحكام واللوائح التى تقود إلى المجرى الرئيسى للتنمية وتعزز أهدافها الوطنية.

٤-٢-٢ مؤسساتياً:

تأتى الكتلة الكبيرة من القوى البشرية فى التنمية والبحث العلمى من مؤسسات التعليم العالى ومراكز البحوث. فدور البشر رئيسى فى ترجمة مطالب السياسة القومية واستراتيجيتها إلى حقائق ملموسة. وهذا يتطلب إعادة النظر فى نظم التعليم العالى والدور الذى تلعبه الجامعات والكليات كوصلة أساسية لدعم قطاعات الإنتاج والخدمات، مع التركيز على مجالات معينة منتقاة وغير مكررة. إن هذه المؤسسات تتحمل المسئولية للتفاعل مع السياسات والإستراتيجيات، وتوجيه القدرات والبرامج لتتناسب مع التوقعات المرجوة منها.

٤-٢-٣ القوات المسلحة:

يعتبر الأمن القومى العامل الرئيسى لتوفير المناخ المناسب لإنجاز سياسات التنمية والتقدم فى مجالات العلم والتكنولوجيا. فالقوات المسلحة تمثل الدرع الواقى للأمن القومى والأداة الرئيسية لحماية الإنجازات القومية. وهى تأخذ على عاتقها مسئوليات فى عملية التنمية من خلال تدريب القوى البشرية وتقديم خدمات لقطاعات كبيرة مثل الاتصالات والتشييد وخلافه، وكذا المشاركة فى

التنمية الصناعية. وهى تضع إمكاناتها لدعم العلم والتكنولوجيا، كما أن لها خبرات فى مجال التجديد والإدارة. ولا شك أن الاستفادة من القدرات المتاحة للقوات المسلحة لإنجاز إستراتيجيات العلم والتكنولوجيا ستشكل عاملاً هاماً للوصول إلى التطلعات القومية.

٤-٢-٤ القطاع الخاص:

كما سبق أن ذكرنا فإن للقطاع الخاص دوراً أساسياً فى تنفيذ السياسات والإستراتيجيات العلمية والتكنولوجية. وعلى ذلك فإنه يتحتم إيجاد آليات لتنشيط هذا الدور وبالذات فى قطاعات الإنتاج، وذلك بإسهامه فى هذا الجهد الوطنى. وبداية ليس هناك خيار إلا العمل على إقناع القطاع الخاص بأهمية العلم والتكنولوجيا بصورة عامة، والبحث والتنمية بصفة خاصة. وهذا يتطلب إشراك القطاع الخاص فى التشاور حول هذه السياسات وجعله شريكاً أساسياً فيها.

٤-٣ الهيكل العام للبنية المطلوبة

٤-٣-١ المجلس الأعلى للعلم والتكنولوجيا

ينشأ المجلس الأعلى للعلم والتكنولوجيا بغرض بناء قاعدة علمية وتكنولوجية لدعم أولويات التنمية الوطنية وجعل العلم والتكنولوجيا عنصراً رئيسياً لكل خطط التنمية. كما أنه يشكل قاعدة للاتجاه بالعلم والتكنولوجيا نحو البحث والتنمية. ومن أهم وظائفه تحديد الأولويات القطاعية من منظور شامل، وتنسيق الإستراتيجيات والتمويل للبحث العلمى والتكنولوجى والتنمية والخدمات المتصلة بها. وبالإضافة إلى ذلك، فهذا المجلس يمثل وينسق اهتمامات الدولة أمام المنظمات الدولية والعربية.

ويجب أن يكون المجلس الأعلى للعلم والتكنولوجيا كياناً شرعياً له استقلالية مالية وإدارية، وأن يكون له الحق فى إعداد مشروعات القوانين والقرارات فى إطار مجال تأثيره. وبما أن وظائف العلم والتكنولوجيا لها وجود مؤثر وكبير على قطاعات الصناعة والزراعة والبنى الأساسية والخدمات، فإن التنظيمات التى ترتبط بعمل المجلس وتتطلب جهوداً تنسيقيه معه ستكون متعددة. وباختصار فإن المجلس الأعلى للعلم والتكنولوجيا يمثل اهتمامات الدولة فى كل المواضيع الخاصة بالعلم والتكنولوجيا.

ويقترح أن يرأس المجلس رئيس الجمهورية وأن يضم فى عضويته رئيس مجلس الوزراء ووزراء التخطيط، والدولة للتعاون الدولى، والدفاع (أو رئيس هيئة الأركان) والصناعة، والتعليم العالى والدولة للبحث العلمى، والزراعة، والكهرباء والطاقة، والمالية، والتجارة الخارجية، والبترول والثروة المعدنية. ويشترك فى عضوية المجلس أيضاً رئيس أكاديمية البحث العلمى، ورئيس اتحاد الصناعات، بالإضافة إلى خمس شخصيات من ذوى الخبرة والكفاءة بهذا الخصوص يختارهم رئيس المجلس بصفتهم الشخصية لفترة أربع سنوات.

(٤-٣-٢) وزارة التعليم العالى والدولة للبحث العلمى والهيئات ومراكز ومعاهد البحوث التابعة لها.

(٤-٣-٣) أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا ومجالس البحوث المتخصصة.

(٤-٣-٤) الجامعات ومراكز البحوث التابعة لها.

(٤-٣-٥) مراكز البحوث التابعة للوزارات المختلفة.

(٤-٣-٦) معامل البحوث فى شركات ومصانع القطاع الخاص.

(٤-٣-٧) المعلومات: تكنولوجيا المعلومات تعتبر أساساً للإدارة العلمية، كما تعتبر المعلومات بمثابة اللبنة الأساسية التى يعتمد عليها المسئولون فى اتخاذ القرارات.

(٤-٣-٨) شبكات وطنية قادرة على مد الجسور وبناء العلاقات العلمية والتكنولوجية مع البلدان الأخرى، ومع المنظومات الدولية والإقليمية والشركات متعددة الجنسيات.

(٤-٣-٩) الإعلام التكنولوجى: لا قيمة للتكنولوجيا إذا لم تصل إلى علم الذين يمكنهم الاستفادة منها. لذلك أصبح الإعلام التكنولوجى استثماراً قومياً. وهنا تبرز قضية العلاقة بين المؤسسات الإنتاجية والأجهزة البحثية ودور الإعلام فى تمتين هذه العلاقة.

(٤-٣-١٠) إدارة علمية راقية ومكاتب وهيئات استشارية لدعم الخدمات الفنية والإدارية.

(٤-٣-١١) إدارة التكنولوجيا: إدارة التكنولوجيا تكون على ثلاث مستويات هى: مستوى المؤسسة الإنتاجية، ومستوى المؤسسات والمعاهد العلمية والاستشارية المتصلة بالتكنولوجيات، ومستوى الدولة من حيث السياسة العامة والسياسات التكنولوجية الفرعية.

(٤-٣-١٢) مكاتب براءات الاختراع.

(٤-٣-١٣) الحضانات التكنولوجية: هذه الحضانات تختص بالتطوير التكنولوجى المرحلى. وقد أشرنا إلى ذلك فى الفصل الأول فى بند ثانياً تحت عنوان (المستوى - البينى) من البحوث الذى يمثل خطوة ضرورة لتحويل نتائج البحوث الأساسية إلى تكنولوجيا بازغة أو مرحلية ومن ثم إلى منتج للتسويق.

(٤-٣-١٤) وحدات ذات طابع خاص: العمل على إنشاء وحدات ذات طابع خاص فى التخصصات التالية نظراً لأهميتها واهتمام العالم بها، وذلك فى ضوء انعكاساتها القوية على التطور التكنولوجى المرتقب فى العقود الأولى من القرن الواحد والعشرين:

- الإلكترونيات الضوئية Optoelectronics
- الموصلية الفائقة High temp-superconductivity
- التكنولوجيا الحيوية Biotechnology
- هندسة البروتينات Protein Engineering
- تكنولوجيا الاتصالات Communication technologies
- تكنولوجيا البرمجيات (السوفت وير) Software technologies

٥- النموذج المتكامل للتطوير التكنولوجى

٥-١ مقدمة عامة

على ضوء التغيرات الدولية فى عالمنا المعاصر وخصوصاً فى السنوات الأخيرة حدثت تطورات مثيرة فى العلم والتكنولوجيا. لقد بلغ التراكم المعرفى والمعلوماتى درجة عالية فى أزمنة قصيرة، مما جعل الإنسان يلهث وراءها، ناهيك عن صعوبة استيعابها. لقد تضاعف حجم المعلومات فى نصف قرن منذ بداية القرن العشرين وحتى عام ١٩٥٠، وحدثت ثورة كبيرة أوصلت إلى غزو الفضاء والأقمار الصناعية ونزول أول إنسان على سطح القمر، علاوة على الانشطار الذرى والاندماج النووى. وفى وقتنا الحالى تتضاعف المعلومات فى أقل من عشر سنوات، بل وفى أقل من ذلك فى بعض فروع من العلم.

ولقد أصبحت كثافة المعرفة والمعلومات معياراً للتقدم العلمى والتكنولوجى فى وقتنا الحاضر. وقد أطلق البعض على المرحلة الحالية من مراحل التطور التاريخى للعلم مرحلة" العلم – التقنى" Techno-Science (مرجع ٢٤). ففى هذه المرحلة نحن لا نتعامل بالمفهوم التقليدى حيث تنقسم العلوم إلى أساسية وتطبيقيه ولكن بمفهوم تطبيق تقنى للعلم. وقد صار تمويل البحوث الأساسية يتأثر كثيراً بأهداف التطبيق التكنولوجى لنتائج هذه البحوث.

٥-٢ مكونات النموذج:

يمر النموذج المتكامل للتطوير التكنولوجى من خلال المراحل التالية:

أولاً : الإرادة السياسية وصنَّاع القرارات:

- والأساس هنا هو توافر قوة وإرادة سياسية على وعى واقتناع كامل بقيمة أهمية العلم والتكنولوجيا ودورهما الأساسى فى تنمية المجتمع. ولعل ما ذكرناه سابقاً عن إنشاء المجلس الأعلى للعلم والتكنولوجيا ليقود منظومة العلم والتكنولوجيا تخطيطاً وسياسة وإدارة يفى بهذا الغرض. إذ أن رئاسة هذا المجلس من جانب رئيس الجمهورية سوف تيسر الكثير من الأمور المتصلة بالتخطيط والتمويل والتنفيذ والمتابعة المستمرة.
- عند المراحل المبكرة من العملية التنظيمية، يتعين على واضعى السياسات والأفرع المنفذة العمل سوياً لتحديد المواضيع المستقبلية التى تتطلب تحليلاً علمياً.
- وعلى صانعى القرار أن يعرفوا أن اللايقينية هى سمة أصولية فى العملية العلمية، وأن القرارات المنظمة للمجالات التى تهم الرأى العام سريعة التغير ويجب إعادة تقييمها فى الأوقات المناسبة.

ثانياً التعليم :

لتطوير تعليم العلوم الأساسية التى ستؤدى بالضرورة إلى التطوير التكنولوجى، يتحتم الأخذ بالنقاط التالية:

- تنمية وتطوير المناهج الدراسية فى العلوم والرياضيات فى المدارس الإعدادية والثانوية.
- تنظيم دورات تدريبية لمدرسى الرياضيات والعلوم لتنمية القدرات ووضعهم على المستوى المطلوب فى هذه التخصصات. ويقترح أن يدرسوا مقرراً دراسياً فى نوعية العلم أو الرياضيات التى يقومون بتدريسها. ومن المهم أيضاً العناية بقضايا التنمية المهنية فى العملية التدريسية.
- يجب أن يظهر العمل التدريسى للعلوم والرياضيات القدرة على استثارة الطلاب وجذب انتباههم والحفاظ على شوقهم إلى المعرفة. إن مناهج العلوم يجب أن تشمل التجريب اليدوى العملى الذى يسمح للطلاب باختبار استثارتهم لتعلم كيف يعمل العالم من حولهم. كما أن الحفاظ على تشوق الطلاب للعلم والرياضيات يظل هاماً جداً على مستوى السنوات النهائية بالمدارس، وذلك لأن كثيراً من الطلبة يتخذون القرار لمتابعة العلم أو الهندسة خلال تلك السنوات.
- وعلى مستوى الجامعة، يجب زيادة المقررات التى تستهدف الخروج بتدريس العلوم والهندسة من التعامل الأصم والجاف للموضوع. وكمثال يمكن أن نلقى الضوء على التقدم العلمى أو الهندسى وذلك بتقديم المحتوى التاريخى والاجتماعى للفكرة العامة.

- يجب زيادة المرونة فى برامج تدريب الجامعيين وخاصة برامج طلبة الدكتوراه، وذلك بما يسمح للطلاب بمتابعة مقرر عمل واكتساب خبرة مطلوبة خارج مجال بحوثهم وإجراء تغييرات فى الثقافة الأكاديمية الجارية.
- يتعين وضع إطار عمل مشترك للتنسيق والتعاون بين المؤسسات التعليمية لتعليم الرياضيات والفيزياء والكيمياء والبيولوجيا والهندسة والتكنولوجيا.
- من المهم التنسيق بين سياسة العلم والتكنولوجيا والسياسة التعليمية.
- يعتبر الاستفادة من الثورة فى تكنولوجيا المعلومات التى أتاحت ميزة لتقدم إبداعى فى التعليم والتعلم من الأمور الضرورية فى الوقت الراهن.

ثالثاً : البحوث الأساسية والتطبيقية:

يمثل الاهتمام بالعملية البحثية نقطة الانطلاق إلى التطبيق التكنولوجى، ثم إلى التطوير التكنولوجى. لذا فالاعتبارات التالية مهمة فى هذا الاتجاه:

- الشراكة المتينة بين الجامعات والصناعة يمكن أن تخلق علاقات تكافلية لكلا الشريكين.
- الشراكة التى تربط سوياً مجهودات الحكومة والصناعات والجامعات ومراكز البحوث أيضاً يمكن أن يكون لها شأن كبير فى تفعيل البحوث والتنمية الاقتصادية.
- يمكن أن تلعب اتفاقيات التعاون بين الحكومة والصناعة دوراً مؤثراً، تجسيداً للشراكة التى تقوى تمويل البحث وتسمح بسرعة تتجيره.
- توفير الموارد المالية والمادية (من منشآت وأجهزة ومعامل) ومصادر المعلومات، مع إنشاء تنظيم يكفل الحصول على هذه الإمكانيات بطرق تتواءم مع الأغراض الخاصة التى يراد تحقيقها.

- التعاون الدولى والشراكة الدولية.
- استخدام أسلوب قياس لمحاسبية عرض البحث، وذلك لتقرير ما إذا كان برنامج البحث مؤثراً.
- الحفاظ على التنوع فى حقيبة البحوث الأساسية.
- يجب أن تستمر الحكومة فى تدبير منح البحث لتمويل عمليات منتقاة لأفراد منتقين. وعلى الحكومة أيضاً أن ترصد جزءاً من الأموال للبحوث المبتكرة.
- يجب أن تدار مراكز البحوث القومية بنوعية جديدة من التركيبة الإدارية، وذلك لزيادة كفاءتها وفعاليتها.
- يجب استخدام طرق اختيار سليمة للباحث الفرد سواء فى الجامعات أو مراكز البحوث أو معامل الصناعة.
- الاستثمار فى البحوث الأساسية أمر لا غنى عنه.
- على الجامعات العريقة فى البحوث وكذا مراكز البحوث أن تقوى علاقات العمل مع الجامعات الأقل قدرة والمعاهد التكنولوجية فى مجالات البحث ذات الاهتمام المتبادل.

رابعاً : الحضانات التكنولوجية:

يجب أن تعبر شركات التكنولوجيا الحالية فجوة البحث بين البحوث الأساسية وتنمية المنتج. إن هذا النوع من البحوث يشار إليه بأنه "مستوى - بينى" من البحوث، وهو ضرورى لتحويل نتائج البحوث الأساسية إلى تكنولوجيا بازغة أو مرحلية، ومن ثم إلى منتج قابل للتسويق. وأحياناً يتم ذلك عن طريق

ما يسمى بالحضانات التكنولوجية، وذلك على غـرار المـدن العلميـة أو وادى التكنولوجيا.

خامساً : القطاع الخاص:

إن هذا القطاع يلعب دوراً رئيسياً فى المشاركة فى تمويل البحوث الأساسية المهدفة، ثم فى تنمية المنتج وتطويره تكنولوجيا حتى الوصول به للسوق المحلية والسوق العالمية. ولكى يكون هذا القطاع فاعلاً وديناميكياً يراعى الآتى:

- يجب أن يستمر تنفيذ المستوى البينى من البحوث فى القطاع الخاص.
- من المهم تشجيع تمويل شركات التكنولوجيا الجديدة وخصوصاً تلك التـى تركز على بحوث المدى البعيد.
- يجب العناية بالشراكة لتنمية التكنولوجيا والشراكة هنا تعنـى اسـتحضار عناصر كثيرة بغرض تنمية التكنولوجيا المشتقة من نتائج البحوث.
- يجب أن تحظى حماية الملكية الفكرية بعناية كبيرة، وذلك لتحفيز القطـاع الخاص على تنمية اكتشافات علمية وهندسية للسوق.

المراجع

1 Francis Narin, Kimberly S. Hamilton and Dominic Olivastro, **"The Increasing Linkage between U.S. Technology and Public Science", Research Policy** 27(1997): 317-330.

2 Committee for Economic Development, America's Basic Research: **Prosperity Through Discovery** (New York: Committee On Economic Development, 1998) 11.

3 M.I Nadiri, **Innovations and Technical Spillovers,** Working Paper no. 4423 (Cambridge National Bureau of Economic Research, 1993).

4 Congressional Budget Office, **The Economic Effects of Federal Spending on Infrastructure And other Investments,** (Washington, Congressional Budget Office, 1998) 25.

5 Zvi Griliches, "The Search for R & D **Spillovers", Scandinavian J. Of Economics** 94, Supplement (1992) S 29-S 47.

6 Kenan Patrick Jarboe and Robert D. Atkinson, "The case for Technology In the Knowledge Economy", **Policy Brief** (Washington: Progressive Policy Inst., 1998) 9.

7 Michael J. Boskin and Lawrence J. Lau, "Capital Technology and Economic Growth", Nathan Rosenberg, Ralph Landau and David C. Mowery (eds.), **Technology and The Wealth of Nations** (Stanford: Stanford University Press, 1992).

8 National Science Board, **Science and Engineering Indicators**. 1998 (Arlington: National Science Foundation: 1998) A. 176.

9 Organization for Economic Cooperation and Development, Main **Science and Technology Indicators 1998/1** (Paris: OECD, 1998) 16.

10 P.L. 103-62.

11 National Science Board, **Science and Engineering Indicators**, 1998 (Arlington: National Science Foundation, 1998) 6-31. U.S.A.

12 David Billington, Testing hearing on "Math. And Science Education II: Attracting and Graduating Scientists and Engineers Prepared To Succeed in Academia and Industry", Committee on Science, U.S. House of Representatives, Washington, 1 April 1998.

13 Rick Chappell and Jim Hartz, Testimony, Hearing On "Communicating Science and Engineering in a Sound – Bite World, "Committee on Science, U. S. House of Representatives, Washington, 14 May 1998.

14 Deborah Blum, Testimony, Hearing on "communicating Science and Engineering In Sound" – Bite World, Committee on Science, U. S. House of Representatives, Washington, 14 May 1998.

15 **World Science Report**, 1998, UNESCO Publishing.

16 K. Eric Drexler, Chris Peterson and Gayle Pergamit "Unbounding The Future", **The Nanotechnology Revolution**, Quill 1991, U. S. A.

17 **Prospects In Nanotechnology: Toward Molecular Manufacturing**, edited by Markus Krummenacker and James Lewis, Wiley 1995, U. S. A.

18 Charshan, S. S., **Laser In Industry**, Von Norstrand Reinhold Co. (1972).

19 Beesley, M. J., **Lasers and Their Applications**, Taylor and Francis, London (1976).

20 Goldman, L. **The Biomedical Laser, Technology and Clinical Applications"**, Springer Verlag, New York (1981).

21 Dixon, J., **Surgical Application of Lasers**, Chicago Yearbook Medical Publishers (1984).

22 Sliney, D. and Wolbarsht, M., **Safety with Lasers and other Optical Sources**. Plenum Press, New York (1982).

23 Gaulfield, H. J., **Handbook of Optical Holography**, Acad. Press, New York (1979).

24 Tiles, M. and H. Oberdeik, **Living In a Technological Culture : Human Tools and Human Values**, Routledge, 1995.

25 Femtosecond real-time probing of reactions. I. The technique

26 Mark J. Rosker, Marcus Dantus, and Ahmed H. Zewail,**J. Chem-Phys**. 89, 15 Nov. 1988, P. 6113-6127.

27 Femtosecond real- time probing of reactions. ll The dessociation reaction of ICN. Marcus Dantus, Mark J. Rosker, and Ahmed H. Zewail.

28 J. Chem. Phys-89, 15 Nov. 1988, P. 6128-6140

29 M. A-El-Sayed, I. Tanaka and Y-Molin" ,Ultra-fast Processes in chemistry and photobiology"

30 Black well Science, 1995, 306 pp, ISBN 0 - 86542 − 893 - x.

31 A. H. Zewail" ,The Birth of Molecules, **Scientific American**, Dec. 1990, P. 40 – 163.

32 V. K. Jain" ,The world's Fastest Camera", **The World and I**, Oct. 1995, P. 156-163.

33 M. C. Nuss, M. Li, H. Chiv, A. M. Weiner, and A. Partovi, Time-to-space mapping of femto-second pluse, **Opt. Lett**., vol-19-no-19, PP. 664 − 666, 1994.

34 S-D-Halle, M. Yoshizawa, H. Matsuda, S. Okada, H-Nakanishi and T-Kobayashi" ,Optical stark shifts of Raman gain spectra in polydiacetylene", **J. Opt. Soc** – Am. B. vol11, no- 5, PP. 731 – 736, 1994.

35 M. M. Wefers, H. Kawashima, and K. Nelson" ,Automated multidimensional Coherent Optical Spectroscopy with multiple phase − related femtosecond pulses", **Chem. Phys**., Vol 102, no. 22. PP. 9133 – 9136, 1995.

36 **The Femtosecond Technology Research Association**, 5-5, Tokodai, Tsukba. 305, Japan

37 Z. Zhang, K. Torizuka, T- Itatani, K .Kobayashi, T. Sugaya, and T. nakagawa, Self – starting mode – locked femtosecond forsterite laser with a semiconductor saturable absorber mirror, **Opt. Lett-**, vol. 22, no. 13, PP. 1006 - 1008, 1997.

38 T. Itatani, T. Nakagawa, K. Matsumoto, and Y. sugiyama, Ultrafast Metal Semiconductor metal photoconductive switches Fabricated using an Atomic Force Microscope, Jpn. **J. Appl. Phys**-, Part 1, vol. 35, n0. 2B, PP. 1387 – 1389., 1996.

39 S. Nakamura, K. Tajima, and Y. Sugimoto, Experimental investigation on high Speed switching characteristics of a novel symmetric Mach-Zehnder all-optical switch, **Appl. Phys. Lett**., vol. 65, no-3, PP. 283-285, 1994.

40 M. Minoshima, H. Matsumoto, Z. Zhang, and T. Yagi, Simultaneous 3-D imaging using chirped ultrashort optical pulses**, Jpn. J. Appl. Phys**., Part 2, Lett. Vol. 33, no. 9B, L1348-51, 1994.

41 T. Sueta and T. Okoshi, "Ultrafast and Ultraparallel Optoelectronics" (Ohmsha/ wiely - Tokyo 1995) 606 P.

42 M. Yamashita et al., "Proposal for generation of a coherent pluse ultrabroadened from near - infrared to near - ultraviolet and its monocyclization", **Jpn. J- Appl. Phys**-, Part 2, Vol- 35, no. 9B, L1194 - 1197, 1996.

43 M. Miyamoto, M. Tsuchiya, F. Liu, and T. Kamiya, "Generation of ultrafast pulses from 1.55 femto-second gain switched distributed feedback (DFB) laser with soliton compression by dispersion arrangements", **Jpn. J. Appl. Phys**., part 2, vol. 35, no. 10B, L 1220 - 1332, 1996.

44 T. Arakawa, H. Watanabe, C. Nagamune, and Y. Arakawa, "Fabrication and microscopic photo-luminescence imaging of ridge-type In Ga As quantum wires grown on a (110) cleaved

plane of Al Ga As / Ga As superllatice", **Appl. Phys. Lett.**, Vol. 69, no. 9, PP. 1294 - 1296, 1996.

45 S. Kawanishi, H. Takara, T. Morioka, O. Kamatani, K. Takiguchi, T .Kitoh, and M. Saruwatari, "Single channel 400 G bit / s time - division-multiplexed transmission of 0.98 Ps pulses over 40 km employing dispersion slope compensation", **Electron-Lett.**, Vol. 32, no. 10, PP. 916 - 918, 1996.

46 M. Nakazawa, H. Kubota, A .Sahara, and K. Tamura, "Marked increase in the power margin through the use of a dispersion-allocated soliton", **IEEE photonic Tech-Lett.**, Vol. 8, no. 8, PP. 1088-1090, 1996.

47 T. Nagatsuma ed. "Special issue on optical probing of ultrafast devices and integrated circuits", **Opt. And Quantum Electronics.**, Vol. 28, 1996.

48 K. Takeuchi, O. Wada, and Y. Nishizawa., "Ultrafast spin Relaxation in In Ga As / In P Quntum wells for Femtosecond Switch Applications", OSA Topical Meeting on ultrafast Electronics and optoelectronics, PP. 268-271, lake Tahoe CUSA, March 1997.

49 **WTEC Panel Report on Nanostructure - Science and Technology**, Edited by Richard W. Siegel, Eveleyn Hu and M. C. Roco, kluwer Academic publ. Dordrecht/Boston/London (1999).

obeikandl.com

الباب السابع

التكنولوجيا الحيوية الحديثة

obeikandl.com

obeikandl.com

التكنولوجيا الحيوية الحديثة

١ – مقدمة

أدرك الإنسان منذ القدم أنه جزء لا يتجزأ من المحيط الحيوى Biosphere، يتأثر به ويؤثر فيه. وكان من الطبيعى مع تقدم فهمه لهذا المحيط الحيوى أن تزداد العلاقة التبادلية المذكورة شدة وعمقا. إن محاولاتنا الدائمة أن نجعل العالم المحيط أكثر ملاءمة وراحة، تدفعنا إلى التدخل فى البيئة المحيطة والعمل على تغييرها لتحقيق هذا الهدف. ويساعد التقدم العملى والتكنولوجى المتسارع على زيادة القدرة على التغيير، وما يصاحبه من آثار إيجابية وسلبية تستدعى التقييم المستمر، ضماناً لاستمرار التقدم لتعظيم الإيجابيات وتلافى السلبيات بقدر الإمكان.

وهذا ما حدث بالضبط بالنسبة للمحيط الحيوى، حيث قام الإنسان منذ القدم بتدجين وانتخاب النباتات والحيوانات الجيدة وتهجينها وإكثارها لتوفير الغذاء والكساء والحراسة. وعرف كيف يوظفها لأغراض العلاج والتداوى، وكيف يتعامل معها بتكنولوجيات بدائية ليجعلها أكثر استساغة أو ملاءمة بالطهو والتخمر. بل وابتدع الطرق التشخيصية الأولى باستخدامها، مثل استنتاج نوع الجنين من معرفة قدرة بول الحوامل على إنبات حبوب الشعير والقمح... الخ.

لقد شكلت هذه الممارسات الأشكال الأولى "للتكنولوجيا الحيوية" Biotechnology التى قامت على أكتافها علوم تربية النبات والحيوان والطب القديم. ومع تقدم دراسة المحيط الحيوى وظهور علوم التصنيف والمورفولوجيا والتشريح، وكذلك اكتشاف وجود الميكروبات والتعرف على الخلية كوحدة مكونة للكائنات الحية، ودراسة كيمياء المادة الحية، ثم اكتشاف قوانين الوراثة وتحديد مادة الوراثة والقدرة على التعامل مع ظواهر الحياة على المستوى الجزيئي، حدث تقدم نوعى كبير فى قدرات "التكنولوجيا الحيوية" على تطويع manipulating ظواهر الحياة والوراثة وتوجيهها فيما اصطلح على تسميته بالهندسة الوراثية Genetic Engineering. لذلك صار من المنطقى أن نتحدث عن "التكنولوجيا الحيوية الحديثة"، تميزا لها عن الأشكال التاريخية والتقليدية القديمة.

ولأن أى مجال من مجالات النشاط العلمى يستلزم "الاتفاق" على تعريف له وإن كان هذا الأمر لا يتسم دائماً بالسهولة أو المباشرة، فمن المفيد أن نستعرض أشهر التعريفات التى قدمت للتكنولوجيا الحيوية الحديثة:

فى عام ١٩٨٢عرف تقرير OECD التكنولوجيا الحيوية بأنها "تطبيق الأسس العلمية والهندسية لمعالجة المواد بالوسائط الحيوية لتوفير السلع والخدمات". أما فى عام ١٩٩١ فقد عرف تقرير OTA التكنولوجيا الحيوية بكونها "أى تقنية تستخدم الكائنات الحية – أو أجزاء من هذه الكائنات – لتصنيع أو تحوير بعض المنتجات أو تقوم بتحسين النباتات أو الحيوانات، أو تطوير كائنات دقيقة صالحة لاستخدامات خاصة.

ويلاحظ هنا تحفظ تقرير OECD بالنسبة لتقرير OTA وهو تحفظ مبرر باختلاف القدرات فى الفترة الزمنية للتقريرين وبالرغبة فى عدم إثارة معارضة

قوية فى وقت مبكر لأخذ براءات اختراع بالنسبة للتعامل مع الكائنات الحية (صدرت أول براءة عام ١٩٨٠ بالنسبة للتصريح باستخدام الميكروبات المعدلة فى تحليل الملوثات العضوية، بناء على طلب تقدم به شاكرابارتى فى أوائل السبعينات). ومع توالى الحصول على هذه البراءات بالنسبة للنباتات والحيوانات فى الثمانينات جاء تقرير OTA أكثر صراحة وطموحا.

واليوم بعد عشر سنوات من تقرير OTA يبدو هذا التقرير بدوره متواضعا، يخلو من ذكر التعامل مع الإنسان بهذه التقنيات، فى ضوء محاولات العلاج الجينى وقرب الانتهاء من مشروع الجينوم البشرى وقيام "بزنس" ضخم وشركات عديدة بالعمل فى المجال بهدف التوصل إلى طرق حديثة لتشخيص وعلاج آلاف الأمراض الوراثية وإنتاج أدوية ملائمة للبرنامج الوراثي للأفراد... الخ . ناهيك عن التقدم فى تكنولوجيات التكاثر عموما، وتقنية الاستنساخ بالذات، التى يناقش بجدية احتمال توظيفها بالنسبة للإنسان. كل ذلك أكسب "التكنولوجيا الحيوية الحديثة" أبعادا اقتصادية وأخلاقية وقانونية واجتماعية غير مسبوقة.

إن الصورة الحديثة "للتكنولوجيا الحيوية" دفعت الكثيرين إلى وصف القرن الواحد والعشرين "بقرن التكنولوجيا الحيوية". وأذكر أنه فى مقدمة أول عمل موسوعى مرجعى عن التكنولوجيا الحيوية صدر عام ١٩٨٥ تحت عنوان Comprehensive Biotechnology استشهد موراى مو – يونج بالمستقبلى الشهير جون نيسبت، الذى صنف فى كتابه عن "التوجهات الكبرى" الحضارات الصناعية على شكل سلسلة من الحقب يتميز كل منها بتكنولوجيا معينة: من العصر الكيماوي (البلاستيك) إلى العصر الذرى (الطاقة النووية)، ثم عصر الإلكترونيات الدقيقة (الكمبيوتر)، حتى وصلنا إلى عصر التكنولوجيا الحيوية. لكن التكنولوجيا الحيوية ليست بعيدة كما قد يتصور البعض عن التكنولوجيات

الأخرى، وعن العلوم الأساسية التى قامت على أكتافها. لذلك، فمن المفيد فى هذا التقرير المستقبلى أن نذكر السياق التاريخى الحديث لنشأتها ووضعها المقارن فى طيف التكنولوجيا المتقدمة الأخرى، لنتعرف على مستقبلاتها المحتملة فى إطار المستقبلات البديلة لعالم الغد.

٢- "التكنولوجيا الحيوية الحديثة كنموذج للتكنولوجيات المتقدمة - نظرة تاريخية مقارنة"

كيف صارت "التكنولوجيا الحيوية الحديثة" ممكنة فى ضوء العلاقات المتشابكة لمنظومة الثورة العلمية والتكنولوجية، التى شهدها القرن العشرون عموماً، ونصفه الثانى خصوصاً؟ لقد تصدت بنينا أبير - آم، المتخصصة فى تاريخ العلم، للإجابة عن هذا السؤال برؤية إبداعية تستحق الطرح والمناقشة. ويمكن تلخيص رؤيتها فى التحول الجزيئى molecular transformation للبيولوجيا فى القرن الماضى، والذى يمكن أن ينظر إليه باعتباره عملية تاريخية مستمرة لاستعمال البيولوجيا المتزايد بالعلوم المنضبطة exact sciences (مثل الكيمياء والفيزياء والرياضة والهندسة، أو توليفات من فروع هذه العلوم كالكيمياء العضوية والفيزياء الذرية .. الخ). وفى ضوء إدراكها لسياسة العلم Politics of Science، حددت تأثر البيولوجيا بثلاث حالات من التشكل، تميز تاريخياً بالأعوام ١٩١٨، ١٩٤٥، ١٩٨٩ !! فبعد أن فرضت الكيمياء نفسها فى الحرب العالمية الأولى وميدانها التحمت البيولوجيا بالكيمياء وظهرت الكيمياء الحيوية Biochemistry. وجاء الدور على الفيزياء فى الحرب العالمية الثانية فظهرت الفيزياء البيولوجية التى مكننا من دراسة ظواهر الحياة على المستوى الجزيئى، حيث بزغت البيولوجيا الجزيئية Molecular Biology. ومع تأكد انتهاء الحرب الباردة لصالح الغرب وتأكد

توظيف التكنولوجيا لخدمة السوق تأكدت ملامح "البزنس" فى المجال الجديد للتكنولوجيا الحيوية الحديثة.

وإذا كان لنا أن نزيد الأمر توضيحاً فيمكن أن نذكر أن الحالات الثلاث حكمتها "قوة الهجن" فى المزج بين المعارف البشرية، الهجن بين علمين فى حالة الكيمياء الحيوية، والهجن بين أدوات التقدم التقنى فى البحث العلمى فى حالة الفيزياء البيولوجية والبيولوجيا الجزئية، وأخيرا المزج بين التقدم العلمى والتكنولوجى من ناحية والتحول المجتمعى فى توظيفه من ناحية أخرى وظهور البزنس متسارع النمو للتكنولوجيا الحيوية.

التكنولوجيا الحيوية والتكنولوجيات المتقدمة الأخرى : أوجه التشابه والاختلاف

نظراً للوضع الخاص للتكنولوجيات المتقدمة ودورها فى تشكيل ملامح الحياة فى الحاضر والمستقبل، من المفيد عقد مقارنة بينها توضح أوجه التشابه والاختلاف، وتحدد أشكال التماس والتداخل. لقد قدم مارتن باور عام ١٩٩٥ فى الفصل الأول من الكتاب الذى حرره عن "مقارنة التكنولوجيا الحديثة" دراسة مقارنة عن التكنولوجيات الأساسية الثلاث، التى ظهرت منذ عام ١٩٤٥: النووية – المعلومات – الحيوية. هناك أوجه للتشابه والاختلاف تضمن حيوية المقارنة، مع معالجة كل تكنولوجيا باعتبارها مجموعة من المعارف المستجدة، التى تكون موضوعاً لبرامج البحث والتطوير والتخطيط والاهتمام العام. وهنا يلاحظ أن باور لم يدرج بعض التكنولوجيات الهامة مثل صناعة السيارات التى ظهرت قبل هذا التاريخ واعتمدت على خطوط التجميع، وكذلك تكنولوجيا الفضاء، لأنه بالأساس يركز على ردود الأفعال المجتمعية لأهم التكنولوجيات القابلة للمقارنة.

وقد ذكر فى هوامش الفصل حالات عديدة تخدم هدفه، مثل أشكال الاستجابة المجتمعية للتطعيم الإجباري وفلورة المياه ومحاولة مقارنة رد الفعل تجاه مد خطوط السكك الحديدية فى القرن التاسع عشر وبرامج الفضاء فى القرن العشرين ... لاحظ الفرق !!!.

نعود إلى المقارنة (التشابه والاختلاف) التى أوردها، فنجده يذكر خمسة أوجه للتشابه، يتعلق أولها بما يرصده المؤرخون الاقتصاديون من دورات تحدث فى الاقتصاد العالمى كل خمسين عاما منذ عام ١٧٨٠ تقريبا وتسمى "بالموجات الطويلة" أو دورات كوندراتيف. ويعتمد ارتفاع كل موجة على الأفكار العلمية والتكنولوجية التى تجمعت أثناء انخفاض سابقتها. وتشير الدلائل إلى أن الموجة الرابعة قد انحسرت فى أوائل سبعينات القرن الحالى: حيث أخذت الموجة الخامسة فى التصاعد منذ ذلك الحين. والتكنولوجيات التى ترتبط عادة بهذه الموجة الافتراضية هى الاستخدامات السلمية للقوى النووية (المصدر الجديد للطاقة)، والإلكترونيات الدقيقة بتأثيراتها المعروفة على الكمبيوتر وتكنولوجيا الاتصالات (الشكل الجديد للمعلوماتية والاتصال)، والتكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية (الشكل الجديد لإنتاج الغذاء والرعاية الصحية).

وإذا كان وجه التشابه الأول هو الانتماء إلى دورة واحدة، فإن الثانى يرصد التسلسل الزمنى للفت انتباه المخططين وواضعى السياسات، بشكل يتواكب مع بدء التوصل إلى التكنولوجيا الجديدة وتتالى تطوها، ويحكم على ذلك بصدور أول تقرير يخص كل منها عن منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية. لقد بدأ "الكشف الأول" للتكنولوجيات الثلاث فى ثلاثة أعوام متعاقبة (١٩٤٢: أول تفاعل متسلسل، ١٩٤٣ ENIAC، ١٩٤٤: اكتشاف أن مادة الوراثة هى DNA). وتوالى التطوير القابل للتطبيق التجارى، بما دفع إلى إصدار أول تقرير عن القوى النووية ١٩٥٦، وعدة تقارير جزئية عن تكنولوجيا المعلومات، وإن

كان مارتن لا يعتد إلا بما صدر بعد ١٩٧١ عن السياسات الخاصة بهذه التكنولوجيا. ولم يشهد أول تقرير عن التكنولوجيا الحيوية النور إلا عام ١٩٨٢. لقد توافقت البداية، وتعاقب وصول التكنولوجيات الثلاث إلى خط الاهتمام المجتمعى، مع أسبقية تكنولوجيا القوى النووية، تليها تكنولوجيا المعلومات، وأخيرا التكنولوجيا الحيوية.

ثالث أوجه التشابه يتلخص فيما أوحت به كل تكنولوجيا من إمكانية الدخول إلى عصر، بشكل لا يخلو فى بعض الأحيان من الطوباوية: العصر الذرى – الدولة النووية – ثورة الإلكترونيات الدقيقة – عصر الكمبيوتر – مجتمع المعلومات – فجر "المجتمع الحيوى" عصر البيولوجيا ... الخ. أما الوجه الرابع فيتعلق بالتغطية الإعلامية، التى لقيتها وتلقاها هذه التكنولوجيات، مع ملاحظة تأثرها بالأحداث الجارية، مثل ما حدث بعد "أزمة البترول" عام ١٩٧٣ (أضيف إلى ذلك ما حدث بعد انفراجها، وتحولها من أزمة مستهلكين إلى أزمة منتجين). والوجه الخامس والأخير يتمثل فيما سببته التكنولوجيات الثلاث من جدل عام وحراك مجتمعى، مقاومة وتأييدا ومناقشة لآثارها على الصحة أو البيئة أو البطالة أو الخصوصية . . الخ. إذ يرى باور أن رد الفعل تجاه التكنولوجيا النووية قد أثر على ردود الفعل تجاه التكنولوجيات التالية، حيث أسس نموذجا للمقاومة المجتمعية.

وإذا كان استيعاب أوجه التشابه مفيدا، فإن باور على حق فى أهمية إدراك الاختلاف أيضاً. فهى تختلف فيما تقدمه للحياة البشرية، وفى الخيارات التى تطرحها (نعم أو لا – الاختيار بين البدائل) – وفى أشكال التحكم المطلوبة، لزيادة العائد المجتمعى وتقليل المخاطر المحتملة، فى كثافة رأس المال والتركيز الجغرافى. ولا شك أن المناخ العام لعالم ما بعد الحرب الباردة سيعطى الكثير

للاستجابة الكوكبية لهذه التكنولوجيات، بكل ما فيها من أوجه للتشابه والاختلاف.

وإن كنت أود أن أنهى عرضى لآراء باور بذكر أنه استبعد فى دراسته تكنولوجيا المواد الجديدة، لأنها لم تلق بعد استجابة مجتمعية كافية تجعلها تقع فى إطار أهداف الكتاب، وذلك رغم الاتفاق على مستقبلها الكبير.

ومع تقديرى لبعد الاستجابة الاجتماعية (المقاومة – رسم السياسات) لمقارنات باور السابقة، أود أن أضيف مقارنة مختصرة تعتمد على البعد العلمى التكنولوجى والعائد التطبيقى، وهما لا يخرجان بالطبع عن دائرة المعالجة المجتمعية الشاملة، وإن كانا – فى ظنى ، وقد أكون مخطئا – يجعلان إطارهما المرجعى هو المستقبل بصورة أكبر، ولا يستبعدان تكنولوجيا جديدة واعدة، مثل تكنولوجيا المواد الجديدة. وأرجو ألا يعيب هذه المقارنة تركيزها على التشابه، وألا تدفع إلى تصور طوباوي خاطئ يقلل من ضرورة سلامة التوظيف المجتمعى للإمكانيات الهائلة لهذه التكنولوجيات. يجمع هذه الحزمة من التكنولوجيات الجديدة ما يلى:

١- أنها تكنولوجيات قادرة على كسر الحواجز بمختلف أنواعها: حاجزا الزمان والمكان (المعلومات والاتصالات)، حاجز المادة (الطاقة، والمواد الجديدة)، وحاجز التزاوج بين الأنواع (الهندسة الوراثية).

٢- أنها تكنولوجيات متعددة الفروع Multidisciplinary، فالتكنولوجيات الحيوية تعبر عن الالتقاء بين البيولوجيا والكيمياء والهندسة، والمواد الجديدة تتضمن التقاء الفيزياء والكيمياء والكمبيوتر، والمعلوماتية مجال لالتقاء الفيزياء والرياضة والمنطق والفسيولوجيا.

٣- أنها تكنولوجيات شديدة الإستدقاق (تكنولوجيات نانوية Nano-technologies)، فهى تتعامل مع الجزيئات(التكنولوجيا الحيوية الحديثة) أو الذرات وما دونها (النووية – المعلوماتية – المواد الجديدة). إنها تعطى مفهوما جديداً لمقولة "الصغير جميل Small is beautiful"!!، وتعبر عن قمة التقدم العلمى وما يقدمه من إمكانيات تكنولوجية، لقد أطلق شوماخر مقولته السابقة ليعبر عن أهمية المشروعات التنموية الصغيرة، واليوم نطلقها للتعبير عن التكنولوجيات الدقيقة ، ولكل منهما جماله مادام فى خدمة الإنسان. فإذا ما ترسخ اتجاه الوفاق بين التقدم العلمى والتقدم المجتمعى، بما نراه من رغبة فى التخلص من أسلحة الدمار الشامل وتزايد للوعى البيئى واهتمام بأخلاقيات العلم والتكنولوجيا بوجه عام، فلا بأس من أن نتوقع استفادة بشرية أكبر من هذا التقدم غير المسبوق فى قدرته التحليلية.

٤- يصاحب القدرة التحليلية أيضاً قدرة تحكمية وتوجيهية كبيرة، يزيدها استمرار التقدم البحثى بشكل أسى. هذه القدرة يمكن أن توصف – بما لا يخالف المعنى القاموسى – بالهندسة engineering التى تتميز بإمكانية إحداث إنجازات نوعية qualitative breakthrough فى حل المشكلات العلمية والتكنولوجية و/أو زيادة القيمة المضافة بشكل لايمكن أن تجاريه التكنولوجيا التقليدية، رغم الاعتراف الكامل بأهميتها واستمراريتها بما يتلاءم مع اقتصاديات هذا الاستمرار.

٥- أخيرا، تتميز هذه التكنولوجيات بأنها عبر قطاعية فى استخدامها. إنها تقدم وسيلة أو حلا ممكن التطبيق لطيف واسع من المشكلات (حل يبحث عن مشكلة، كما وصفت تكنولوجيا الليزر وشعاعها المميز). فالخيارات التطبيقية متعددة، والتكنولوجيا الحيوية الحديثة بالذات تقدم مثالا نموذجيا على ذلك، كما سنرى.

من هنا، وكما ذكرنا فى النقطة الثانية، لا نرى أساسا للمفاضلة بين التكنولوجيات التقليدية، التى يغلب عليها الطابع القطاعى، وبين التكنولوجيات الجديدة. إن هذه التكنولوجيات تستخدم فى زيادة الجودة والقيمة المضافة كلما لزم ذلك، وأوضحت اقتصاديات الإنتاج والخدمات فائدتها. إنها علاقة تكامل متطور، وليست علاقة إحلال تعسفى. ولا أنكر أن هذا التصور يأتى من إيمان بضرورة التفاؤل بإمكانيات التقدم العلمى، مع الحرص على الالتحام الواعى بإمكانيات التقدم التكنولوجى، بما يجعل البشرية تستفيد من الفرص وتتفادى المحاذير.

وفى ضوء هذه المقارنات، ومع التعامل مع المستقبل باعتباره إطارنا المرجعى، ما هى أهم التكنولوجيات المرشحة للإزدهار فى القرن الحالى أو عقوده الأولى على الأقل؟.

لقد قدم جوزيف كوتس عام ١٩٩٨عرضا لهذا الموضوع ضمنه فى تقرير OECD عن تكنولوجيات القرن ٢١، ذكر فيه التكنولوجيات التالية:

- تكنولوجيا الوراثة Genetic Technology
- تكنولوجيا الطاقة Energy Technology
- تكنولوجيا المواد Materials Technology
- تكنولوجيا المخ Brain Technology
- تكنولوجيا المعلومات Information Technology

وهنالك مجال سادس، لا يعد فى حد ذاته تكنولوجيا قائمة بذاتها، ولكنه سيحكم أداء التكنولوجيات كلها وهو البعد البيئوى Environmentalism، الذى أشتد تأثيره على مجمل النشاط البشرى فى العقود الأخيرة.

والمتفحص لتفاصيل الأنشطة التى تنبنى على هذه التكنولوجيات، الذى ارتفع الستار عن أغلبها باستثناء تكنولوجيا المخ الوليدة، سيجد التداخل الشديد فى توظيف إمكانيات كل منها فى تقدم الأخرى. فمشروع الجينوم لم يكن ممكنا دون المعلوماتية، ومادة الوراثة ستخدم فى المعلوماتية بكثافة، وتكنولوجيا المواد ستتطور لتجعل أغلب الشركات العاملة تتجه إلى الاشتغال فى المواد الحيوية Bioterials ... الخ.

وفى ختام هذا العرض المقارن للتكنولوجيات المتقدمة ووضع التكنولوجيا الحيوية فى إطارها، وهى التكنولوجيات التى وضع القرن العشرون أيدينا على مفاتيحها، وبدأنا نتأثر بشدة بمنجزات أغلبها، من المهم أن نستعرض أخطاء التعامل معها. لقد أورد كوتس فى المرجع السابق تصورة لهذه الأخطاء فيما يلى:

- الخطأ الأول والأكبر يأتى من عدم إدراك الإمكانية الحقيقية التى يمكن أن تقدمها التكنولوجيات الجديدة والبازغة لتحسين ظروف الحياة البشرية وحالة الدول المختلفة فى هذا الكوكب.
- الخطأ الثانى هو المبالغة فى تنظيم regulation أو عدم تنظيم deregulation، أو فى رسملة capitalization أو عدم رسملة decapitalization التطورات الناجمة عن توظيفها.
- والخطأ الثالث، والأكثر شيوعاً، هو التفاؤل حيال إمكانيتها والزمن الكافى لتطبيقها.
- أما الخطأ الرابع، الذى يكمل الخطأ السابق، فهو إغفال آثارها الجانبية، التى كثيراً ما تفوق فى أهميتها المشاكل التى تقدم هذه التكنولوجيات كحل لها.

- والخطأ الخامس يتمثل فى خطورة اتخاذ القرارات قصيرة النظر اعتماداً على الحاضر ودون رؤية واعية للاعتبارات والاحتياجات المستقبلية.
- أما الخطأ السادس والأخير فيتمثل بدوره فى إهمال حقيقة تعقد العالم اليوم. فرغم عدم إنكارنا لرياح الكوكبية Globalization إلا أننا نرصد وجود ثلاثة عوالم مختلفة فى إمكاناتها ومستقبلها التكنولوجى القريب. عالم أول مارس التقدم بصورة تسمح له باستيعاب وتطبيق كل جديد، وعالم ثان يمارس التقدم المتوازن بقدر الإمكان، وعالم ثالث مازالت مؤشرات المستقبل الإيجابى بالنسبة له غير واضحة. إن هذا الواقع سينعكس على الخيارات التكنولوجية لكل عالم، وعلى المناخ الذى يتم فيه بين عوالم ثلاثة "يجمعها" مستقبل كوكبى واحد. وهذا ما لم يتطرق إليه كوتس بوضوح، وإن كان يعد فريضة واجبة للمشتغلين بسياسة العلم والتكنولوجيا فى العالم الثالث ودوله النامية بالذات، حتى يمكنهم التوصل إلى أفضل الخيارات والسيناريوهات الملائمة لقدرات دولهم وتطلعاتها إلى غد أفضل، آخذين فى الاعتبار كل حسابات الفرص والمخاطر المتضمنة دائما فى الدراسات المستقبلية، مهما كان المناخ ضاغطا ومعقداً، تسوده المعايير المزدوجة والاتفاقيات المفروضة فوقياً من الأقوياء بصرف النظر عن أحاديث الشراكة، وتزيده حدة الفجوة المعرفية والتفاوت الكبير فى القدرات والإمكانيات، وضعف إرادة التنسيق والتعاون بين من يحتاجونها لتحسين أوضاعهم وتعظيم قدراتهم التفاوضية.

٣-تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الحديثة : الحاضر و المستقبل

٣-١ التكنولوجيا الحيوية – علم تقنى

أدخلت الثورة العلمية والتكنولوجية البشرية فى مرحلة العلم التقنى Techno-science، التى يتضاءل فيها الفاصل الزمنى بين الاكتشاف والتطبيق،

ويتجه تمويل البحث والتطوير إلى دعم الاكتشافات اللازمة للتطبيق وعوائده المتوقعة على الممولين. لقد اهتزت الصورة التقليدية التى تصنف البحوث إلى أساسية Basic وتطبيقية Applied حتى أن منظمة الأغذية والزراعة FAO قدمت فى تقرير لها منذ خمسة عشر عاماً تصنيفاً جديداً للبحوث، يقسمها إلى:

- بحوث أساسية تستهدف إنتاج معرفة جديدة تساعد فى زيادة فهمنا للعالم، وفهمنا لأنفسنا كمكون أصيل فى هذا العالم.
- بحوث إستراتيجية Strategic تسعى إلى المعرفة الجديدة اللازمة لحل مشكلة بعينها. ويمكن اعتبارها بذلك بحوثا أساسية موجهة، ولا تطلب المعرفة فى ذاتها، ولكن لأهداف ملحة من ورائها.
- بحوث تطبيقية توظف المعرفة المتاحة لحل مشكلة قائمة، وتتنافس فى حساب اقتصاديات التطبيق والكلفة والمنفعة وتلافى الآثار السلبية ... الخ.
- بحوث مواءمة Adaptive تتعلق أساسا بدراسة أفضل طرق نقل التكنولوجيا إلى سياق مختلف. وهى تعد بذلك بحوثا تطبيقية خاصة.

وإذا ما أخذنا التكنولوجيا الحيوية، باعتبارها موضوع حديثنا، كنموذج لتوضيح هذا التصنيف المعدل لنوعيات البحوث، يمكن أن نذكر أن بحوث البيولوجيا الجزيئية الخاصة بفهم آليات تحول الخلية العادية إلى خليه سرطانية، تعد بحوثا أساسية/ استراتيجية تنتظر التكنولوجيا الحيوية نتائجها للتصدى لمشكلة السرطان بتقديم الطرق الملائمة للتشخيص والوقاية والعلاج. كما أن نقل منجزات التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية فى مجال الزراعة إلى مزارعى الدول النامية يستلزم دراسة لما يحدثه ذلك فى نمط الإنتاج التقليدى، وتأثيره على اقتصاديات المزارع الصغير، واستخدامه لبذور محاصيله المرة تلو الأخرى، ومدى قدرته على التعامل مع أصناف أكثر حساسية، واستيعابه

للشروط البيئية لهذا التعامل ... ألخ. وهذا يستدعى إجراء بحوث تطبيقية فى مجال المواءمة.

إن التكنولوجيا الحيوية كعلم تقنى، تستند إلى العلوم الأساسية وفروعها البينية interdisciplinary، ويستلزم تطبيقها مهارات تكنولوجية كبيرة، وتماس مع مختلف مجالات العلم الإجتماعى، بحيث يتضمن الطيف الواسع من المعارف الموظفة فيها تعدد الفروع multidisiplinarit وتعابرها transdisiplinarity. ونظرا للتقدم المتسارع فى جل، إن لم يكن كل هذه المجالات، فإن تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الممكنة والمتوقعة تزداد باستمرار، مما يجعل المشتغلين بالاستشراف العلمى والتكنولوجى يلهثون وراء تقديم الأشكال المحتملة للتطبيق فى هذه التكنولوجيا الواعدة، التى يراها البعض متوعدة أيضا. بل ويتفقون على أن غير المتوقع قد يتجاوز المتوقع فى كثير من الأحيان. و لعل هذه هى السمة المشتركة فى التكنولوجيا المتقدمة الجديدة والبازغة بشكل عام، حيث تستعصى "صورة المستقبل" على بناء السيناريوهات فى ضوء المعارف المتاحة، دون إضافة قدر كبير من الإبداع التخيلى الذى قد يصيب أو يخطئ.

٣-٢ الإطار الإجرائى لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى الحاضر والمستقبل

يلاحظ أن التغيرات الإقتصادية الكبرى تحدث تاريخيا عند تضافر عدد من القوى التكنولوجية والإجتماعية على تشكيل "إطار إجرائى" جديد للنشاط البشرى. ورغم أن الاقتصادى الأمريكى "جيمى ريفكين" يعد من أكبر نقاد التكنولوجيا الحيوية، إلا أنه يؤكد أننا دخلنا " قرن التكنولوجيا الحيوية"، ويعدد بوضوح – قد يفتقده أنصارها – الخيوط السبعة للإطار الإجرائى، الذى يحكم تطبيقاتها واقتصادياتها فى الحاضر والمستقبل. هذه الخيوط هى:

١- القدرة على عزل الجينات والتعرف عليها والتوليف بينها، بما يجعل المستودع الجينى gene pool للكائنات الحية كلها متاحا - لأول مرة فى التاريخ - كمصادر أولية خام للأنشطة الإقتصادية التى تمارسها شركات التكنولوجيا الحيوية، باستخدام تقنيات تطويع وتوليف مادة الوراثة، وغيرها من التقنيات الحيوية.

٢- قواعد السماح بإعطاء "براءات إختراع" بالنسبة للجينات والخطوط الخلوية والأنسجة المهندسة الوراثية، بل والأعضاء والكائنات والعمليات المستخدمة فى تحويرها وراثيا، تعطى السوق حوافز مجزية لاستغلال هذه المصادر الجديدة.

٣- كوكبة globalisation التجارة تفتح آفاق "المحيط الحيوى" أمام الشركات العملاقة بإمكانياتها التكنولوجية الكبيرة، معطية إياها قوة غير مسبوقة تمكنها من إقامة صناعات بيولوجية ضخمة فى طيف واسع من المجالات (من الزراعة إلى الطب)، موظفة فى ذلك كل المصادر الحيوية لكوكب الأرض.

٤- خرطنة Mapping الجينوم البشرى تمثل "إختراقا جديدا بالنسبة لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى الإنسان: الفحص والتشخيص بإستخدام رقائق ومصفوفات DNA، العلاج الجينى للخلايا الجسمية، الهندسة الوراثية للبويضات والحيوانات المنوية والخلايا الجينية البشرية، بما قد يؤدى إلى بزوغ "حضارة " تسمح بتحسين النسل البشرى "يوجينيا"، بشكل يستند إلى الحوافز التجارية.

٥- الإتجاهات الجديدة فى البحوث العلمية الخاصة بوراثة السلوك والتى تعلى من شأن الطبع nature على التطبع nurture، تدعم السياق الثقافى الذى يجعل بعض تطبيقات التكنولوجيات الحيوية الجديدة أكثر قبولا.

٦-يعطى الكمبيوتر قدرات تواصلية وتنظيمية أكبر "لإدارة المعلومات الوراثية" اللازمة لاقتصاديات التكنولوجيا الحيوية. إن العلماء يقومون فى بقاع كثيرة من العالم بإستخدام الكمبيوتر فى فك شفرة المعلومات الوراثية وتخزينها وتصنيفها وتنظيمها، بما يخلق "رأسمالا وراثيا" جاهزا للتوظيف فى عصر الصناعات الحيوية. وباختصار، أدى إندماج تكنولوجيات الكمبيوتر والوراثة إلى خلق واقع تكنولوجى جديد.

٧-تدعم الأفكار الجديدة عن الطبيعة، التى تتحدى قلعة الداروينية الجديدة ماتقوم به التكنولوجيا الحيوية وتطبيقاتها من إعادة تنظيم للإقتصاد والمجتمع، بتأكيد أن ماتحدثه هذه التكنولوجيات ماهو إلا "تعظيم" لأسس قائمة فعلا فى الطبيعة، بشكل يجعل هذه التطبيقات "مبررة" طبيعيا. لقد أعطت الداروينية والداروينية الجديدة "الإطار الطبيعى" للعصر الصناعى والتنافسية ...الخ، واليوم تعطى النظرة "البيومعلوماتية" إلى الطبيعة إطارا جديدا لعصر التكنولوجيا الحيوية.

والخلاصة أن عصر التكنولوجيا الحيوية يقيم تطبيقاته على أساس قاعدة جديدة للمصادر، ومجموعة جديدة من التكنولوجيات التحويلية، وأشكال جديدة من حماية التجارة لتشجيع المشتغلين بها، وسوق كوكبى يعظم إمكانات التوظيف والعائد منه فى آن واحد، بالإضافة إلى آفاق جديدة لإرتياد مناطق خلافية مثل تحسين النسل البشرى، مع توفير الغطاء العلمى والفلسفى اللازم لتبريرها.

٣-٣ التطبيقات الحالية والمتوقعة للتكنولوجيا الحيوية حتى عام ٢٠٢٠

هنالك ثلاثة مداخل لإستعراض الطيف الواسع من تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الحديثة:

أ - مجال التطويع التقنى

ب- الكائنات الخاضعة للتطويع

ج- مجال التطبيق المستهدف

• فى محاولة لحصر مجالات التطويع التقنى قدم الكاتب فى عام ١٩٩٢ نموذج 3R s (التاءات الثلاث بالعربية) التالى:

- التكاثر Reproduction، وهو يشمل إكثار جزيئيات مادة الوراثة، زراعة الخلايا والأنسجة بتطبيقاتها المتعددة فى الإنتاج الميكروبى والنباتى، الإستنساخ باعتباره تكاثرا لاجنسى. ويمتد إلى التكاثر بالوسائل المساعدة كالتلقيح الصناعى والإخصاب خارج الرحم (أطفال وحيوانات الأنابيب، كما تسمى) والإخصاب المجهرى ونقل الأجنة، باعتبار هذه الطرق قابلة لاعتبارها داخل الطيف الواسع للتكنولوجيا الحيوية.

- التوليف Recombination وهو يتضمن إنتاج كائنات مولفة وراثيا لإضافة صفات مرغوبة، لا يمكن أن تكتسبها فى الظروف الطبيعية، وبشكل يكسر حواجز التكاثر الذى ينحصر فى التزاوج بين أفراد النوع الواحد. وبذلك يمكن إنتاج نباتات وحيوانات وكائنات دقيقة تستخدم كمفاعلات حيوية للحصول على عقاقير ومواد أخرى، أو إضافة خصائص تزيد من قيمتها الاقتصادية، انتهاء بالرغبة فى التدخل الوراثى فى الإنسان بهدف تعزيز Enhancement صفات مرغوبة، دون حاجة علاجية. وقد يشمل التوليف فى مفهومه الواسع غرس رقائق إلكترونية أو بيولوجية وغيرها.

- التصحيح Repair لعلاج العيوب والأمراض الوراثية، وإن كان المفهوم الواسع قد لا يقتصر على العلاج الجينى، حيث يمكن أن يمتد إلى نقل الأنسجة والأعضاء وزرع الوسائل التعويضية.

والحقيقة أن إزدهار مجال الجينوميات Genomics، والاتفاق العام على دوره المستقبلى الكبير، يؤديان إلى ضرورة مراجعة هذا النموذج، بشكل يعكس

التطور المتسارع للمعرفة العلمية وتطبيقاتها، والمراجعة المقترحة تتضمن الإبقاء على التكاثر، وضم التصحيح إلى التوليف، بحيث نعتبر كلاهما توليفا سواء إستهدف التعزيز أو العلاج. وتمشيا مع ما أدت إليه دراسة الجينيوم وتحويل البيولوجيا إلى "علم معلوماتى" يقترح إضافة مجال التمثيل Representation، الذى يشمل كل التطبيقات الحالية والمتوقعة للبيومعلوماتية (الرقائق والمصفوفات والأدوية المفصلة لملاءمة البرنامج الوراثى للفرد وإنعكاس الفروق الفردية على الصحة والمرض وكل الضغوط البيئية ... الخ).

ويلاحظ بشكل عام تدرج التقنيات المستخدمة فى التطبيقات السابقة بالنسبة لدرجة الرقى والتعقد sophistication، فمايتم فى التكاثر يقع عموما فى أول درجات سلم التعقد، وإن كان لتقنياته سلم التعقد الخاص بها. فزراعة الخلايا والأنسجة أبسط من الإستنساخ بنقل الأنوية ... الخ، يلى ذلك تقنيات التوليف المختلفة. وفى أعلى درجات السلم نجد تقنيات التمثيل، التى تتضمن حزمة من التكنولوجيات المسماة بتكنولوجيا "تمكين" التكنولوجيا الحيوية Biotechnology enabling technologies التى سنعود لذكرها فيما بعد.

- أما بالنسبة لدراسة تطبيقات التكنولوجيا الحيوية وفقا للكائنات الخاضعة للتطويع، فيعد ذلك مدخلا مدرسيا ملائما، عند التعرض للتكنولوجيا الحيوية الميكروبية أو النباتية أو الحيوانية، أو حتى مايتعلق بالإنسان بشكل منفصل. لكن التطويع يتم لأهداف مختلفة، فالميكروبات والنباتات والحيوانات قد تحور وراثيا لإنتاج عقار يخدم فى مجال الصحة، وليس لإنتاج كتلة حيوية أو فى مجال الإنتاج الزراعى والحيوانى مثلا. لذلك سنستعرض بشكل أكثر تفصيلا مجالات التطبيق المستهدفة، وسيأتى تبعا لذلك ذكر الكائنات المطوعة لهذا الغرض.

- **تطبيقات التكنولوجيا الحيوية وفقا للمجال المستهدف**

١ - مجال الرعاية الصحية

- إنتاج الطعوم للوقاية من المراض المعدية
- إنتاج المواد التشخيصية لأمراض الإنسان
- إنتاج المستحضرات الدوائية التقليدية والمستحدثة والمفصلة وراثيا لاحتياجات الأفراد
- توجيه الأدوية بدقة إلى أهدافها
- التعرف على الأصول الوراثية البشرية
- التعرف على آليات عمل الجهاز المناعى فى الصحة والمرض
- استحداث مواد غذائية محتوية على طعوم وأدوية والتوليف الوراثى للنباتات والحيوانات بالإضافة إلى الميكروبات لإنتاجها
- تحديث طرق الفصل الدقيق للمواد الحيوية
- إنجاز الخريطة الوراثية للإنسان (٢٠٠٣)
- إعداد خريطة التعبير الجينى للإنسان (مشروع البروتيوم)
- البيومعلوماتية واستخدام الحاسب فى التعامل مع المعلومات الوراثية
- الإخصاب المجهرى
- فصل الأجسام المضادة أحادية النوع
- الإنتاج الصناعى الحيوى للمواد العلاجية والتشخيصية
- إنجاز خرائط وراثية للميكروبات المعدية
- تطوير تقنيات العلاج الجينى لزيادة الكفاءة والأمان والإتاحة
- تطبيقات بحوث الخلايا الجذعية فى تجديد الأنسجة والأعضاء البشرية

obeikandl.com

- استخدام محاولات الاستنساخ العلاجى خصوصا عند تأخر تطور الطرق البديلة (الخلايا الجذعية)، وإستمرار الجدال حول الإستنساخ بهدف الإنجاب، مع زيادة الضغوط فى حالة التأكد من الأمان الكافى وزيادة الطلب

٢ - مجال الإنتاج الزراعى والحيوانى :

- المخصبات الحيوية
- المقاومة المتكاملة للآفات
- استحداث الواسمات الوراثية فى برامج التربية والتحسين الوراثى
- استحداث سلالات من النباتات الإقتصادية المقاومة للضغوط البيئية والآفات ومقاومة للمبيدات المستخدمة فى مواجهتها
- استحداث سلالات من النباتات الإقتصادية كثيفة القيمة الغذائية والتسويقية والمذاق
- استحداث سلالات من النباتات الإقتصادية محدودة الحاجة إلى الأسمدة
- رفع كفاءة الإنتاج الحيوانى
- استنساخ الحيوان كمنظومة إنتاجية مع التوليف الوراثى محدد الهدف أو بدونه
- إنتاج الطعوم والمواد التشخيصية البيطرية
- إنتاج الأدوية البيطرية بالوسائل الميكروبية
- التوسع فى أنظمة الزراعة البيئية النظيفة
- التوسع فى دراسة جينومات المحاصيل والحيوانات الهامة إقتصاديا، وتوظيف المعلومات المتوفرة فى تطبيقات الهندسة الوراثية

obeikandl.com

٣- مجال الإنتاج الصناعى

- تقنيات تكثيف الإنتاج الصناعى التقليدى لمنتجات التقنيات الحيوية
- استحداث عمليات صناعية حيوية بالإنزيمات المستحدثة
- استحداث منتجات صناعية بالطرق الحيوية

٤- مجال صون البيئة

- تقنيات تدوير النفايات والمخلفات بصفتها موارد غير ناضبة
- تقنيات حيوية تساعد على التخلص من الملوثات البيئية
- تقنيات المجسات الحيوية للرصد البيئى
- تقنيات صون التنوع الحيوى
- تقنيات التعدين بالطرق الحيوية

٣-٤ التوجهات التى تحكم المستقبل وتؤثر على التطبيقات الحالية والمتوقعة

تنتظم هذه التوجهات فى ثلاثة محاور:

أولا: الإيقاع المتسارع للتقدم العلمى والتكنولوجى: إذا أخذنا الاستنساخ البشرى، بإعتباره من الموضوعات الساخنة، كنموذج على ذلك، فالأمانة العلمية تقتضى عدم الموافقة على إجرائه بهدف الإنجاب، بصرف النظر عن الجوانب الأخلاقية رغم أهميتها القصوى. والسبب فى ذلك عدم توفر الأمان الكافى الذى يسمح بالتطبيق على الإنسان. ويزداد وزن هذا الرأى عن مايصدر عن (إين ويلموث)، الذى أحدث ثورة كبيرة باستنساخ "دوللى". ولكن، ماذا لو تكررت النتائج الآن، كما يؤكد علماء يابانيون بالنسبة لدراساتهم على الفيران؟ إن مثل هذا التطور قد يزيد من موضوعية الطلب، ويشجع العلماء الراغبين فى الإقدام

على الاستنساخ البشرى على مواجهة الإعتراضات الأخلاقية، بناء على حاجة بعض الأسر إلى اللجوء للاستنساخ.

وإذا كان هذا الهدف هو الموقف بالنسبة للاستنساخ الإنجابى أو التكاثرى فإن الوضع يختلف بالنسبة للاستنساخ العلاجى. هذا النوع الأخير يعد أكثر قبولا مع وضع الكثير من القواعد والمحاذير. لكن نجاح الحصول على خلايا جينية واستخدامها فى إنتاج أجنة بطرق التوالد البكرى اللاجنسى قد تدفع المعارضين إلى الدعوة إلى الاستغناء عن الاستنساخ العلاجى لوجود البديل.

وبالمثل يمكن مناقشة تقنيات أخرى كالعلاج الجينى والأغذية المهندسة وراثيا. فالأول يلقى معارضة من منطلق التكلفة والمنفعة والمخاطر المتضمنة. إن هذا العلاج الذى يصفه الكثيرون بأنه "جاء ليبقى" سيجد دفعة قوية تلقائية إذا تم التغلب على مشاكله الفنية. وهذا مايتوقع البعض حدوثه خلال عقد واحد، بالنسبة لبعض الأمراض التى تقع على رأس القائمة فى الاحتياج إلى هذه النوعية من العلاج. كذلك قام المشتغلون بالأغذية المهندسة وراثيا بتعديل تفاصيل تقنياتهم، مثل عدم استخدام جينات مقاومة المضادات الحيوية كواسمات أو علامات على حدوث التوليف، باعتبار ذلك خطوة على طريق إنتاج أكثر مطابقة للأمان الحيوى.

ثانيا : القبول المجتمعى بمستوياته المختلفة ونعنى بالمستويات المختلفة هنا المحلى والإقليمى والعالمى، ومايشتمل عليه ذلك من سياقات ثقافية متباينة. وتشهد تقنيات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية درجات مختلفة من التحفظ حيالها فى هذه المستويات. فبينما نلاحظ التحفظ العام بالنسبة للإستنساخ التكاثرى للبشر، نرى درجة تحفظ أقل حيال إستنساخ الحيوانات، تنحصر فى الالتزام بمواصفات الأمان الحيوى واعتراضات الداعين إلى حقوق الحيوان

ورفاهيته. كما نرى ترحيبا حذرا بإستخدام الحيوانات المهندسة وراثيا (الخنازير) فى حل مشكلة نقل الأعضاء، فى ضوء التجربة المريرة لجنون البقر، وترحيبا أقل حذرا بإستخدام الحيوانات كمفاعلات حيوية لإنتاج الطعوم والعقاقير.

وتلتحم تقنيات التعابر الجينى transgenesis، المستخدمة فى الهندسة الوراثية للكائنات، بالسياقات الثقافية بشكل متميز. ففى مؤتمر عقد بالأكاديمية الإقليمية بألمانيا عام ١٩٩٧ نرى ممثل الهند يذكر أن ثقافته هى الأكثر قبولا، لأن من يؤمن بتناسخ الأرواح يكون أقل انزعاجا من " تناسخ الجينات"!! ونرى "الخضر" أكثر انزعاجا، بسبب الممارسات السيئة لليوجينيا (تحسين البشر وراثيا). كما نرى بعض الثقافات تفضل المرجعية الدينية فى تحديد القبول أو الرفض. ويصل الجدال فى بعض الحالات إلى درجة اللجوء إلى الاستفتاء الشعبى كما حدث فى سويسرا عام ١٩٩٨. فبعد هجوم ساخن على الاستمرار فى أنشطة التكنولوجيا الحيوية، تحظى الموافقة على هذا الإستمرار بثلثى الأصوات، لأهميته للاقتصاد الوطنى والتنافسية.

وتبقى الأغذية المهندسة وراثيا بالذات كأهم نموذج لدراسة القبول المجتمعى. ففى تقرير نشرته مجلة Science فى يوليو ١٩٩٩ نرى قبولا أكثر لهذه الأغذية فى الولايات المتحدة بالمقارنة بالدول الأوروبية، حيث وصفت هذه الأغذية "بأغذية فرانكشتين". وبمقارنة الموقف من هذه التقنية بالموقف من تقنيات الإختبارات الوراثية، نرى الولايات المتحدة أقل قبولا، بسبب الحساسية المجتمعية حيال الخصوصية والتوظيف والتأمين وما إلى ذلك. ويلاحظ أخيرا أن الحاجة إلى هذه التقنية لتوفير الأمن الغذائى، والسوق الواعدة فى الدول النامية، أدت إلى أن تكسر مساحات الأراضى المنزرعة بالمحاصيل المهندسة وراثيا فى العالم حاجز الخمسين مليون هكتار، رغم استمرار الهجوم والتحفظات. ويتأكد

الوجود المؤثر لدولة مثل الصين، بحجمها السكانى الهائل، على خريطة الانتاج. ويمكن القول بأن القبول المجتمعى للهندسة الوراثية لايتجه نحو السماح أو الرفض، ولكن نحو توفير قدر أكبر من الأمان الحيوى والبيئى ، وشفافية فى الحقائق التى تتعلق بالإختبارات المؤكدة لذلك من قبل الشركات الكبرى والجهات العاملة فى المجال، والاختلاف حول حقوق المستهلك فى أن يعرف احتواء الأغذية على مكونات ناتجة بالهندسة الوراثية من عدمه، وهو الأمر الذى عارضته الولايات المتحدة كثيرا، بإعتباره يوحى بمخاطر "متوهمة" من وجهة نظرها، وإن كانت قطاعات متزايدة من المجتمع الأمريكى تعرضت للتأثر بالموقف الأوروبى. وإن كانت العبرة دائما بما يحدث "على الأرض" فإن المحاصيل والأغذية المهندسة وراثيا، فى ضوء الحاجة البشرية إليها، قد "جاءت لتبقى" مثلما ذكرنا بالنسبة "للعلاج الجينى" بل إنها تشكل فعلا مكونا أكثر وضوحا فى المشهد العالمى للإنتاج الغذائى، أكثر بكثير من الواقع الحالى المتواضع للعلاج الجينى. ولعلها تكون، مع العقاقير المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية، أهم مجالين لإزدهار المجال.

ثالثا : الإدارة العالمية لأنشطة التكنولوجيا الحيوية :

لاشك فى أن هذا المجال شديد النمو سيتأثر بالتطبيق الكامل لإنتاجيات التجارة العالمية، وسيحدد هذا التطبيق فرص الدخول فيه بالنسبة للدول النامية بالذات. فإدارة قضايا مثل الملكية الفكرية وبراءات الاختراع ونقل التكنولوجيا واعتبارات الأمان الحيوى والسلامة البيئية ستكون حاسمة فى ذلك. بعض هذه القضايا سيتأثر "بالمناخ السياسى. فالتكنولوجيات المتقدمة عموما مزدوجة الغرض dual purpose، قد توظف سلما وحربا. لذلك هنالك بوادر للتحفظ فى نقل التكنولوجيا مع تزايد تصنيف الدول، ودرجة "مروقها" أو مروق أفرادها.

هذه النقطة ليست هامشية، لأنها ستحكم قدرة الدول النامية على إستيعاب وتوطين التكنولوجيا الحيوية، وتوظيفها فى حل مشكلاتها.

ولا يمكن ونحن نتحدث عن الإدارة العالمية ألا نذكر القوة المتزايدة للشركات الكبرى عابرة القوميات، وتأثيرها فى هذه الإدارة وصنع القرار، بل وفى تشكيل الرأى العام بشكل سليم أو مضلل (لقد إعتذرت شركة مونسانتو عن عرضها الملتوى لاختبارات الأمان الحيوى بالنسبة للأغذية المهندسة وراثيا، فى إحدى حملاتها الدعائية). كما أن بعض هذه الشركات تطور تقنيات تضر بالمزارع الصغير فى الدول النامية بالذات، كأن تمنعه من إعادة إستخدام بذور المحاصيل التى يزرعها (مونسانتو، مرة أخرى). إن الإعلان عن عدم إستخدام هذه التقنيات لايعنى التوقف عن تطويرها وإنتظار الوقت المناسب للاستخدام. كما أن دور الشركات الكبرى فى إستنزاف الموارد الوراثية للدول النامية (القرصنة الوراثية، كما يسميها البعض) وتطويرها لبيعها لأصحابها بأسعار مرتفعة، يستلزم تحالفا إستراتيجيا بين أبناء هذه الدول (مثلت قضية نبات "النيم" المتوطن فى الهند، نموذجا صارخا لذلك).

وإذا كنا نؤكد حاجة دول الجنوب إلى التكنولوجيا الحيوية، فلا يمكن أن نكتفى بالحديث عن "شراسة الشمال" بحكوماته وشركاته وتأثيره على الإتفاقيات العالمية. إن إدارة هذه التكنولوجيا فى دول الجنوب يجب أن تلقى من الدعم الحكومى مالقيته فى الشمال، حتى تتمكن من الاستيعاب والتوطين والتطوير، مستغلة فى ذلك كل الطرق المتاحة للاحتكاك العلمى وبناء الكوادر البشرية واستكمال البنية الأساسية، فى ضوء استراتيجية ناضجة تقوم على أولويات مدروسة. والواقع يؤكد إمكانية النجاح فى ذلك، فالصين وكوبا والأرجنتين وجنوب أفريقيا (والبرازيل) من بين الدول التى تشارك فى تشكيل المشهد

العالمى. ويمكن أن نذكر أن أكثر من ربع المساحة المنزرعة بالمحاصيل المهندسة وراثيا فى عام ٢٠٠١ كان فى الدول النامية.

٣-٥ تطبيقات التكنولوجيا الحيوية : المشهد العالمى ومؤشرات النمو :

قبل أن يخفت الحديث عن "الثورة الخضراء"، الذى شغل عقد الستينات من القرن العشرين وكان من علاماته نجاح نورمان بورلو فى إنتاج قمح هجين متميز الصفات، بدأ الحديث فى السبعينات عن ثورة أشمل، هى "الثورة البيولوجية"، التى استندت على إمكانيات التعامل مع ظواهر الحياة ومادة الوراثة (DNA) على المستوى الجزيئى . لقد قدمت الثورة الخضراء باعتبارها سلاحا ضد الجوع فى أمريكا اللاتينية وآسيا وأفريقيا. وثار الجدل حول تقييمها، ومدى ملاءمة الأصناف شديدة الحساسية التى نتجت عنها للمزارعين الصغار بمساحات أراضيهم المحدودة وخبراتهم التقليدية وقدراتهم الاقتصادية الضعيفة. أما الثورة البيولوجية الجديدة فقد جاءت لتتعامل بشكل مختلف جذريا مع كل مكونات المحيط الحيوى، بما فى ذلك الإنسان، عن طريق التعامل مع البرنامج الوراثى للكائنات بالتطويع manipulation والتحوير modification وكافة أشكال وتقنيات التدخل intervention ومستوياته (الجزيئات - الخلايا - الأنسجة - الأعضاء - الأجنة - الكائنات الكاملة) وفى أقل من ثلاثة عقود، منذ الإعلان عن أول جزئ ومولف من مادة الوراثة وحتى اليوم، صارت قائمة التطبيقات والأنشطة والشركات العاملة فى المجال، والاستثمارات والقضايا التى يثيرها هذا المجال اقتصاديا وسياسيا وأخلاقيا وقانونيا، شديدة الضخامة والثراء. وليس أدل على ذلك من أن نقرأ مؤشرات إمكانات نمو أسواق التكنولوجيا الحيوية فى مختلف القطاعات لعام ٢٠٠٠، التى أوردها تقرير منظمة صناعة التكنولوجيا

الحيوية BIO عام ١٩٩٩ (جدول ٤٢)، حيث تتجاوز هـذه الإمكانـات ثمانيـة وخمسين بليون دولار.

جدول (٤٢)

إمكانات نمو سوق التكنولوجيا الحيوية عام ٢٠٠٠ (تقدير عام ١٩٩٩)

قطاع السوق	مليون دولار
الطاقة	١٥٣٩٢
الغذاء	١١٩١٢
الكيماويات	٩٩٣٦
العقاقير	٨٥٤٤
الزراعة	٨٠٤٨
التعدين	٤٣٠٤
ضبط التلوث	٩٦

المصدر : Biotechnology Industry Resources (BIO), Washington, D. C., 1999.

وهكذا نرى أن "ثورة البيولوجيا"، أو بمعنى أدق "ثورة التكنولوجيا الحيوية"، لم تعد بحاجة إلى أن تثبت جدواها كما كان الأمر فى البداية. لقد صارت مشكلة التعامل معها متمثلة فى اللهاث وراء متابعة سجل منتجاتها المتلاحقـة، الـذى وصل منها إلى السوق والذى ينتظر دخوله، وتدفقـات السـوق بالنسـة لـهذه المنتجات. ويزداد تعقد الصورة بالإمكانيات التى يقدمها التطويـر التكنولوجـى المستمر. وعلى سبيل المثال، كمـا سـبق أن أشـرنا، هنـالك حزمـة مـن التكنولوجيات، التـى تسـمى "بتكنولوجيـات تمكيـن التكنولوجيـا الحيويـة" Biotechnology-enabling technologies، تضيف الكثير إلـى آفـاق النمـو المستقبلية للسوق. هذه التكنولوجيات هى:

الجينوميات	Genomics
البروتيومات	Proteomics
العقاقير الجينومية	Pharmacogenomics
البيومعلوماتية	Bioinformatics

إن السوق الكلى لهذه التكنولوجيات "بالإضافة" إلى بعض المنتجات المتميزة قدر فى عام ٢٠٠٠ بما قيمتة ٥, ١٢ بليون دولار. ويقدر أن ينمو سوقها بمعدل سنوى بين ٣, ١٩ – ٨, ٢٢ % ليصل إلى حوالى ٣٤ بليون دولار عام ٢٠٠٥.

والحقيقة أن تكنولوجيات التمكين وحدها تعد محور النمو فى سوق المستقبل. فمبيعاتها قدرت عام ٢٠٠٠ بحوالى ٦, ٧ بليون دولار. ومع نموها المتوقع بمعدل سنوى ٧, ١٧ % ستتجاوز ١٧ بليون دولار عام ٢٠٠٥. ويتميز من بينها قطاعى العقاقير الجينومية (الذى يتوقع أن يشهد معدل نمو ١٠٠% فى الفترة ٢٠٠٠ – ٢٠٠٥) والمصفوفات والرقائق الحيوية (بمعدل نمو متوقع ٤٠% فى الفترة نفسها).

وهذا لا يمثل كل ما فى الجعبة. فلا يجب أن ننسى أن تكنولوجيات العلاج الجينى وإبطال عمل الجينات الضارة بإدخال مقاطع مضادة المعنى antisense لم تدخل السوق بشكل جدى. وسيكون دخولها المكثف معلما هاما، لأنها تؤدى إلى شفاء الأمراض الوراثية دون الإكتفاء بعلاج أعراضها.

ونمو سوق المنتجات يعنى بالضرورة تزايد الشركات الجديدة وتوسيع أنشطة الشركات القائمة، وزيادة الفرص المتاحة أمامها. لقد لاحظ أحد التقارير الأمريكية الصادرة فى ديسمبر ٢٠٠٠ ظهور المئات من الشركات الصغيرة البازغة Start-up firms، والنجاح الملحوظ لبعضها. ففى عام ١٩٩٩ حققت

شركتان صغيرتان من مبيعاتهما عائدات تتجاوز ٥٠ مليون دولار. كما لاحظ أن أغلب الشركات لا تركز على منتج واحد، لأن نشاطها البحثى يسمح بالدخول فى طيف أوسع من التطبيقات والمنتجات. ورصد التقرير المذكور التركيز على العقاقير المتعلقة بالسرطان والسكر والجهاز العصبى المركزى والأوعية الدموية. وأخيرا، قدر أن سوق العقاقير المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية سيشهد نموا سنويا بمعدل ١٣ %، ليصل إلى ٢٨,٦ مليون دولار فى عام ٢٠٠٤.

إن المشهد العالمى العام لإنتاج الكيماويات والعقاقير بتقنيات التكنولوجيا الحيوية قد نما بشكل متسارع فى العقدين الأخيرين. ولتوضيح ذلك نورد الجدولين (٤٣) و (٤٤):

جدول (٤٣)

قائمة بأهم المنتجات والغرض من إنتاجها وتاريخ الموافقة عليها

Product (المنتج)	Indication (الغرض)	Date Approved (تاريخ الموافقة)
Humulin, Humalog (insulin, Eli Lilly)	Diabetes	10/82
Protropin, Nutropin (hGH, Genentech)	Dwarfism; Short stature-renal disease	10/85, 11/93
Intron A (alpha interferon, Biogen/Schering-Plough)	Cancer, hepatitis B & C, genital warts; melanoma; lymphoma	6/86, 2/91, 12/ 95-8/98
Roferon A (alpha interferon, Hoffmann-La Roche)	Cancers	6/86, 10/95
OKT3(MAB, Ortho)	Graft rejection	6/86
Recombivax (Merch/Chiron)	Vaccine - hepatitis B	7/86
Humatrope (hGH, Eli Lilly)	Dwarfism; Adults	3/87, 8/96

Product (المنتج)	Indication (الغرض)	Date Approved (تاريخ الموافقة)
Activase (t-PA, Genenth)	Heart attack, Pulmonary embolism, acute MI, stroke	11/87, 6/90, 4/95, 6/96
Epogen/Eprex (erythro-poietin, Amgen and J&J) Procrit (Amgen and J&J)	• Anemia in renal disease • Anemia from AZT • Chemo-induced anemia in cancer	6/89 12/90 4/93
Engerix-B (Wellcome/Biogen)	• Hepatitis B vaccine • Treatment for chronic Hep. B	9/89 8/98
CytoGam (immune sera, MedImmune/Connaught)	• Prevention of CMV infection • Prophylaxis	4/90 12/98
Actimmune (gamma interferon, Genentech)	Chronic granulo-matous disease	12/90
Neupogen (G-CSF, Amgen)	• Chemo-associated neutropenia • Bone marrow trasplants	2/91 '94-4/98
Leukine/Prokine (GM-CSF, Immunex/Hoechst-Roussel)	Bone marrow transplants; AML	3/91,9/95
Ceredase (beta-glucocerebrocidase, Genzyme) Cerezyme (rDNA version)	Gaucher's disease	4/91 $411M '98
Proleukin (rDNA IL-2, Chiron)	Metastic kidney cancer;melanoma	5/92-1/98
Recombinate (rDNA Factor VIII, Genetics Institute/ Baxter)	Hemophilia A	12/92
Oncoscint (MAB, Cytogen/Knoll)	Colorectal/ovarian cancer imaging	12/92
Kogenate (rDNA Factor VIII, Genentech/Cutter)	Hemophilia A	2/93

Product (المنتج)	Indication (الغرض)	Date Approved (تاريخ الموافقة)
Betaseron (beta-interferon, Chiron/Berlex)	Multiple sclerosis	9/93
Pulmozyme (rDNA DNAse, Genentech)	Cystic fibrosis in mild-severe and infants	12/93 – 3/98
Oncoaspar PEG-asparaginase, Enzon)	Acute lymphocytic leukemia	'94
ReoPro (MAB against the gp lib/llla platelet receptor, Centocor/Lilly)	Restenosis after angio-plasty, angina	12/94, 11/97
Havrix (SmithKline)	Hepatitis A vaccine	3/95
WinRho SD (antibody-based, Univax)	Blood clotting disorders, Rh disease	3/95, 4/95
Bio-Tropin (rDNA growth hormone, Bio-Technology Gerneral)	Growth hormone deficiency	5/95
Norditropin (rDNA growth hormone, Novo Nordisk)	Growth hormone deficiency	5/95
DaunoXome (liposomal daunorubicin, NeXstar	Kaposi's sarcoma	6/95
Epivir (3Tcoligo, Biomira, Glaxo)	AIDS	11/95
Photophrin (light-activated antitumor agent, QuadraLogic)	Head & neck cancer	12/95
Abelccet (liposomal ampho-tericin B, The Liposome Co.)	Serious fungal infections	12/95
Doxil (liposomal doxorubican, Sequus)	Kaposi‹s sarcoma	12/95
Respigam (RSV immune globulin, MedImmune/AHP)	RSV prevention in infants	1/96
DaunoXome (liposomal daunorubicin, NeXstar)	Kaposi‹s sarcoma	4/96
Avonex (beta interferon, Biogen)	Multiple sclerosis	5/96

Product (المنتج)	Indication (الغرض)	Date Approved (تاريخ الموافقة)
Vistide (IV oligo, Gilead)	CMV retinitis in AIDS	6/96
CEA-Scan (Te-MAB fragment, Immunomedics)	Colorectal cancer imaging	6/96
MyoScint (MAB, Centocor)	Myocardial necrosis imaging	7/96
Serostim (hGH, Serono)	AIDS wasting	9/96
Verluma (MAB-based diag., Neorx)	Lung cancer diag.	9/96
Photofrin (light-activated cytotoxin, QLT/Sanofi)	esophogeal cancer	9/96
ProstaScint (MAB, Cytogen)	Prostate cancer imaging	I0/96
Truquant (MAB-based Biomira/Immunex)	Breast CA diagnostic	11/96
Ambisome (liposomal amphotericin B, NeXstar)	Serious fungal diseases	8/97
Benefix (F, IX, Genetics Inst./AHP	Hemophilia B	2/97
DermaGraft TC (tissue engineered human dermal replacement, Advanced Tissue Sciences	Burns	3/97
Viracept (HIV protease inhibitor, Agouron)	HIV	3/97
Carticel (tissue engineered cartilage, Genzyme)	Cartilage replacement in knee	8/97
Graftpatch (tissue engineered soft tissue, Organogenesis)	Soft tissue replacement	8/97
Infergen (consensus IFN, Amgen)	Hepatitis C	I0/97
RITUXAN (Mab, IDEC/Genetech)	Lymphoma	11/97

Product (المنتج)	Indication (الغرض)	Date Approved (تاريخ الموافقة)
Neumega (IL-11 platelet growth factor, Genetics Institute)	Platelet reconstitution	11/97
Zenapax (Mab, Protein Design Labs/Roche)	Graft vs. Host disease in transplants	12/97
Regranex (PDGF, Chiron/J & J)	Diabetic foot ulcers	12/97
Refludan (rDNA lepirudin??, Hoechst)	Thromboembolism	3/98
Simulect (Hu-MAB to IL-2 receptor, Novartis)	Prevent acute rejection of kidney transplants	5/98
Integrilin (Iib/IIIa inhibitor of platelet aggregations, COR Therapeutics, Schering-Plough)	Heart attack and angioplasty	5/98
Apligraf (Organogenesis Inc.)	Skin replacement for leg ulcers	5/98
Simulect (MAB, Seragen-Ligand/Novartis)	Prevent acute rejection of kidney transplants	5/98
Synagis (Passive immuno-globulin, MedImmune)	Prevents RSV disease in high risk pediatric patients	6/98
Rebetron (Interferon A + ribavarin combination, Schering-Plough)	Chronic hepatitis B pat. W/liver disease who failed IF-A	6/98 – 12/98
Thalidomid (single enantiomer thalidomide, Celegene)	Leprosy	7/98
Certiva (DTP accellular vaccine, North American Vaccine)	Diphtheria, tetanus, pertussis	7/98
Remicade (TNF antagonist, Centocor)	Crohn's disease	8/98
Vitravene (antisense to CMV, Isis/Ciba Vision)	CMV retinitis in AIDS patients	8/98
Herceptin (MAB to Her2, Genetech)	Metastatic breast cancer	9/98

Product (المنتج)	Indication (الغرض)	Date Approved (تاريخ الموافقة)
Thyrogen (rDNA thyroid hormone, Genzyme)	Thyroid disease diagnosis	11/98
Enbrel (TNF antagonist, Immunex)	Moderate to severe Rheumatoid arthritis	11/98
LYMErix (recombinant Lyme protein, SmithKline)	Vaccine for Lyme disease	12/98
Provigil (modafinil, Cephalon)	Narcolepsy	12/98
Thymoglobulin (polyclonal Ab, SangStat)	Prevent acute rejection of kidney transplants)	12/98
Agenerase (protease inhibitor, Vertex/Glaxo)	Combination treatment for HIV	4/98

obeikandl.com

جدول (٤٤)

الشركات المائة الأكبر للتكنولوجيا الحيوية مصنفة وفقا لمجال البحوث الذى تركز عليه ورأسمالها فى السوق (بالمليون دولار)

Anti-infectives مضادات العدوى		**Cardiovascular** القلب والأوعية		**Genomics** الجينوميات	
Medimmune	$10,513	EntreMed	$376	Millennium	$4,392
Viropharma	$557	IDEC	$2,078	Affymertrix	$4,242
Triangle	$483	COR	$726	Human Genome	$3,531
PathoGenesis	$353	CV Therapeutics	$472	Incyte	$1,710
Trimeris	$324	Texas Biotech	$271	Curagen	$970
Gwnelabs	$220	Corvas	$75	Gene Logic	$527
Microcide	$99			Myriad	$432
Magainin	$42	**Cell-based**		Lynx	$363
		Adv. Tissue Science	$132	Genome Thera.	$298
		Hyseq	$221		
Antibodies مضادات الأكسدة		**Combinatorial Chemistry** الكيمياء التوافقية		**Hormone Regulation** التطعيم الهرمونى	
Abgenix	$1,988	Pharmacopcia	$448	Amylin	$417
Protein Design	$1,309	ArQule	$130		
Medarex	$1,181	Trega	$43	**Immunology**	
Imclone	$1,021			SagStat	$511
Immunomedics	$464	**Drug Delivery**		Alexion	$444
Coulter	$379	Alkermes	$1,243	Biotransplant	$72
NeoRx	$85	Inhale	$723	L Jolla	$51
		Matrix	$107		
Carbohydrates الكربوهيدرات		**Gene Therapy** العلاج الجينى		**Lipid Drugs** العقاقير الليبيدية	
BioMarin	$409	TKT	$739	Liposome Co	$477
		Vical	$485	Aronex	$71
		Cell Genesys	$415		
		Avigen	$389		
		Collateral	$247		
		Valentis	$238		
		Targeted Gebetics	$134		
		Ribozyme	$118		
		Cyto Therapeutics	$28		
Novel Chemistry كيماويات جديدة		**Small Moleeule Rational Design** تصميم الجزيئات الصغيرة			
Sepracor	$3,283	Vertex	$893		
Pharmacylics	$623	BioCryst	$450		
Biomatrix	$466	Ariad	$62		
GelTex	$217				
Nucleotide-based قواعد النيوكليوتيدات					
Gilead	$2,375				
Isis	$183				

Neurobiology البيولوجيا العصبية	
Cephalon	$1,120
Neurocrine	$470
Regeneron	$399
Guilford	$393
Neurogen	$241
Interneuron	$240
Gilatech	$166
NPS	$156
Synaptic	$72

Rec. DNA Proteins, Peptides دنا المولف، البروتينات، الببتيدات	
Amgen	$61,324
Genentech	$34,243
Immunex	$17,987
Biogen	$12,675
Chiron	$7,697
Genzyme	$3,785
Bio-Tech. Gen	$807
Connetics	$227
Creative BioMol.	$178
XOMA	$163
Scios	$161
Celtrix	$76
Repligen	$70

Target Assays/Drug Development الإستهداف الدوائى/تطوراعقاقير	
ICOS	$1,293
Ligand	$615
Cubist	$341
CollaGenex	$215
Geron	$212
Cell Pathways	$209
OSI Pharm	$171
Axys	$124
Onyx	$115
Cell Therapeut.	$109

Vaccines الفاكسينات	
Progenics	$469
Corixa	$340
Aviron	$251
Immunc Response	$113

والحديث عن إنتاج الكيماويات والعقاقير وتكنولوجيات التمكين الحديثة يجب أن لا ينسينا الدور المحورى لثورة التكنولوجيا الحيوية فى الزراعة والأمن الغذائى، وحيوية هذا الدور بالنسبة لمواجهة الجوع وتوفير مطالب التزايد السكانى. بل إن بعض هذه التكنولوجيات، كالجينوميات مثلا، ستسهم فى ذلك. إن نورمان بورلو، مفجر الثورة الخضراء الأولى، يقدر الحاجة إلى توفير الحبوب عام ٢٠٢٥ بزيادة إنتاجها بنسبة ٨٠% بالنسبة لمستوى إنتاج ١٩٩٠. وبالإضافة إلى مختلف السياسات، ستحتاج البشرية إلى التكنولوجيا الحيوية للتصدى لهذا المطلب الصعب.

ويعد مجال إنتاج المحاصيل المهندسة وراثيا، بكل مايصاحبه من جدال حول الأمان الحيوى والتأثير على المزارعين الصغار فى الدول النامية بالذات

وضغوط الشركات العملاقة العاملة فى المجال، أهم ما تقدمه التكنولوجيا الحيوية لقطاع الزراعة والأمن الغذائى. إن إنتاج هذه المحاصيل يتم بشكل أساسى لمقاومة الضغوط البيئية كالإصابة بالآفات والجفاف، أو لتحسين القيمة الغذائية أو التصنيعية للمحاصيل ومنتجاتها. لقد شهدت المساحات المنزرعة بالمحاصيل المهندسة وراثيا زيادة مطردة من ٨, ٢ مليون هكتار عام ١٩٩٦ إلى ١١ مليون هكتار عام ١٩٩٧، وبلغت ٨, ٢٧ مليون هكتار عام ١٩٩٨. والجدول (٤٥) يبين تطور نمو المساحات فى الفترة المذكورة. ومع تزايد قائمة المحاصيل المهندسة وراثيا، وليس المساحة فقط، تبقى محاصيل فول الصويا والذرة والقطن والشلجم/الكانولا والبطاطس على رأس هذه القائمة، مع مساحات ملحوظة لمحاصيل أخرى مثل الطماطم من بين الخضر.

جدول (٤٥) المساحة المنزرعة بالمحاصيل المهندسة وراثيا

Country البلد	1996	1997	1998	Share of global Area 1998 (النسبة المنوية)
	(المساحة بالمليون هكتار)			
United states	1.5	8.1	20.5	74
Argentina	0.1	1.4	4.3	15
Canada	0.1	1.3	2.8	10
Australia	<0.1	0.1	0.1	1
Mexico	<0.1	<0.1	0.1	1
Spin	-	-	<0.1	<1
France	-	-	<0.1	<1
South Africa	-	-	<0.1	<1
TOTAL	1.7	11.0	27.8	100

ملحوظة : لم تذكر الصين لعدم التأكد من المساحة، لكن التقدير التقريبى يصل إلى مليون هكتار عام ١٩٩٨

Source: Clive James, Global Review of Commercial Transgenic Crops: 1998 (lthaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 1998).

ويبدو سوق مبيعات المحاصيل المهندسة الوراثية واعدا، رغم كل المخاوف. ففى تقديرات عام ١٩٩٩ بلغت المبيعات ماقيمته ٢٣٥ مليون دولار عام ١٩٩٦، زادت إلى حوالى ٥, ١ بليون دولار عام ١٩٩٨، مع قيمة متوقعة تزيد عن ٣ بليون دولار عام ٢٠٠٠، ٦ بليون دولار عام ٢٠٠٥، حيث قد تصل إلى ٢٠ بليون عام ٢٠١٠. ويشهد المجال أشكالا من التحالف والاتحاد بين الشركات المنتجة للتكنولوجيا الحيوية الزراعية. لقد بلغت قيمة استثمارات التحالفات والاتحادات الخاصة بذلك ١٥ مليون دولار من ١٩٩٦ إلى ١٩٩٩. ويتوقع أنها زادت عن ذلك فى الوقت الحالى.

وللتطور المتسارع للمحاصيل المهندسة وراثيا التى يتم تسويقها تجاريا، من المفيد أن نطلع على المشهد العالمى لهذا السوق، كما يقدمه تقرير ISAAA الصادر فى يناير ٢٠٠٢. أهم ملامح هذا التقرير مايلى:

- تعدت المساحة العالمية المنزرعة حاجز ٥٠ مليون هكتار فى عام ٢٠٠١ (بلغت ٦, ٥٢ مليون هكتار)، وهذه تعد علامة تاريخية رغم تزايد الهجوم على هذه المحاصيل. لقد قام بزراعة هذه المساحة ٥, ٥ مليون مزارع فى ١٣ دولة.
- بلغت زيادة المساحة من عام ٢٠٠٠ إلى ٢٠٠١ نسبة ١٩% (٤, ٨ مليون هكتار). هذه الزيادة تقترب من ضعف الزيادة بين عامى ١٩٩٩، ٢٠٠٠ (٣, ٤ مليون هكتار، بنسبة ١١%).
- خلال مدة ست سنوات (١٩٩٦ – ٢٠٠١) زادت المساحة ثلاثين مرة (من ٧, ١ مليون هكتار إلى ٦, ٥٢ مليون هكتار).
- أكثر من ربع هذه المساحة فى عام ٢٠٠١ (٥, ١٣ مليون هكتار) تمت زراعتها فى ست دول نامية. وقد قامت إندونيسيا مثلا بتسويق القطن المهندس وراثيا بإضافة جين بكتيرى لمقاومة إحدى الآفات فى عام ٢٠٠١.

- فى عام ٢٠٠١ قامت أربع دول رئيسية بزراعة ٩٩% من المساحة العالمية (الولايات المتحدة ٦٨%، الأرجنتين ٢٢%، كندا ٦%، والصين ٣%). وأظهرت الصين أكبر تسارع فى النسبة المئوية للزيادة بالنسبة للقطن المهندس وراثيا بالذات (من نصف مليون هكتار عام ٢٠٠٠ إلى ٥, ١ مليون هكتار عام ٢٠٠١).
- كانت المحاصيل الرئيسية المهندسة وراثيا على المستوى العالمى عام ٢٠٠١ كما يلى:
  - فول الصويا ٣, ٣٣ مليون هكتار (٦٣%)
  - الذرة ٨, ٩ مليون هكتار (١٩%)
  - القطن ٨, ٦ مليون هكتار (١٣%)
  - الكانولا ٧, ٢ مليون هكتار (٥%)
- فى الفترة من ١٩٩٦ إلى ٢٠٠١ يستعد إنتاج المحاصيل المهندسة وراثيا لتحمل مبيدات الحشائش القائمة، يليه إنتاج المحاصيل المقاومة للحشرات.
- مجموع مازرع من مساحة فى السنوات الست المذكورة (تراكميا) بلغ ١٧٥ مليون هكتار، وتوافق الإنتاج مع أهداف الملايين من كبار وصغار المزارعين. لقد زاد عدد المستفيدين من المزارعين من ٥, ٣ مليون عام ٢٠٠٠ إلى ٥, ٥ مليون عام ٢٠٠١. وأكثر من ثلاثة أرباع هذا العدد فى عام ٢٠٠١ كان من بين المزارعين الصغار محدودى الموارد، فى الصين وجنوب أفريقيا بشكل أساسى.
- وأخيرا، هنالك تفاؤل حذر بالنسبة لزيادة المساحة وأعداد المزارعين فى عام ٢٠٠٢.

إن البعض يشكك فى هذه الصورة المتفائلة، ويقول أن "الأرقام قد تكذب أحياناً. لكن الواقع لايكذب. والواقع يؤكد ضرورة "الإستفادة الرشيدة" من كل مجالات تطبيق التكنولوجيا الحيوية فى الحاضر والمستقبل.

٤- الهندسة الوراثية التكنولوجيا الحيوية فى مصر

٤-١ مقدمة

منذ منتصف السبعينات تنبهت الجماعة العلمية المصرية عموماً، والمشتغلون ببحوث الزراعة وإنتاج الغذاء بشكل خاص، إلى الأهمية المستقبلية للتكنولوجيا الحيوية الحديثة، التى تمثل تقنيات الهندسة الوراثية قمة تقدمها. ولقد سعت أكاديمية البحث العلمى أن تحصل مصر على مركز من المركزين اللذين خططت منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو) لإنشائهما، لكن المنافسة لم تحسم لصالح مصر. وتم اختيار الهند (نيودلهى) وإيطاليا (تريستا) لإقامة المركزين بهما. ولأن خسارة الحصول على أحد المركزين تعد درساً يجب أن يستفاد به فى مجال "الدبلوماسية العلمية والتكنولوجية"، فلا بأس من أن نسترجع بعض الأسباب التى ذكرت فى حينها لتبرير هذه النتيجة. لقد عزى ذلك إلى أكثر من عامل، مثل قيام غير ذوى الاختصاص بالتفاوض رغم تقديرهم الشخصى، وغياب التنسيق العربى الإيجابى مما قلل الفرصة كنتيجة للمنافسة العربية/العربية، والتراخى فى التقدم بتسهيلات كافية لإقناع الجهات الدولية باختيار مصر فى مقابل واقع أفضل فى البلدين اللذين تم اختيارهما، مع عدم استبعاد شبهة التحيز لسبب أو لآخر. ففى حالة الهند مثلاً، يذكر أن العلماء الهنود فى الخارج كانوا – ومازالوا – أكثر ديناميكية وتأثيراً وتواصلاً مع وطنهم، مما يزيد من فرصة الهند فى الاستفادة من ثمار التعاون الدولى. كما أن

الحكومة الهندية سارعت بتقديم عشرين مليون دولار كمساهمته فى إقامة المركز.

لكن الاتصال بالمنظمة المذكورة لم يتوقف عند هذا الحد، ونجم عنه إرسال مجموعة من المتخصصين إلى مصر لتقديم المشورة العلمية لبناء قاعدة فى هذا المجال، تلائم الأهداف التنموية المنتظرة منه بالنسبة لمصر. وفى إطار هذا التعاون تم تنظيم زيارتين لممثلى اليونيدو والبرنامج الإنمائى للأمم المتحدة فى عامى ١٩٧٩، ١٩٨٤، وجرت مناقشات موسعة مع المتخصصين فى الجامعات والوزارات والمراكز البحثية وبعض الجمعيات العلمية ذات الصلة. وقد توصلت المجموعة الاستشارية إلى أهمية تشكيل نقطة ارتكاز وطنية Focal Point وإنشاء مركز متخصص يعد بمثابة مركز تميز، يعمل على بناء القاعدة العلمية ووضع خطة بحثية لأولويات المجال، التى تمت الإشارة إلى خطوطها العامة.

٤-٢ ملامح الخريطة المصرية لأنشطة التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية

لقد وجدت هذه الجهود دعما سياسياً قوياً من نائب رئيس الوزراء ووزير الزراعة واستصلاح الأراضى، حيث أنشئ بالتعاون مع البرنامج الإنمائى للأمم المتحدة المعمل القومى للهندسة الوراثية (NAGEL) بمركز البحوث الزراعية، وهو المعمل الذى تحول فيما بعد إلى معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية (AGERI)، وهذا المعهد اختير عام ١٩٩٦ كواحد من أحسن عشرة معاهد بحثية فى الدول النامية. ويقوم هذا المعهد بجانب انشغاله بإنتاج نباتات مقاومة للأمراض وغير ذلك من أولويات البحوث الزراعية، بتقديم خدمات بحثية للعاملين فى المجال مستنداً فى ذلك إلى إمكانياته المعملية والبشرية المتميزة. أما الجامعات فقد حاولت توظيف صيغة "الوحدات ذات الطابع الخاص" التى تتميز ببعض المرونة فى القواعد المالية والإدراية التى تمارس أنشطتها من خلالها،

وذلك لإنشاء مراكز تميز تمثل بحوث وتطبيقات الهندسة الوراثية والتكنولوجية الحيوية أهم مجالات عملها. هذا بالإضافة إلى الاهتمام بالتعليم والتدريب في المرحلتين الجامعية الأولى والدراسات العليا.

وفيما يلى بيان ببعض الشعب والوحدات والمراكز الموجودة بالجامعات المصرية.

أولاً : المرحلة الجامعية الأولى

١ – شعبة الوراثة والهندسة الوراثية- بكلية الزراعة جامعة الزقازيق. وتقدمت كليات أخرى بطلبات مماثلة لإنشاء تخصص التكنولوجيا الحيوية لها.

٢ – إضافة مسمى الهندسة الوراثية إلى مقرر أساسيات الوراثة فى كليات الطب البيطرى.

٣ – تدريس مقررات الهندسة الوراثية والتكنولوجيات الحيوية فى بعض الشعب بكليات الزراعة والكليات العملية الأخرى.

ثانياً : مرحلة الدراسات العليا والبحوث

١- تدريس مقررات متقدمة فى الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية لطلاب الدراسات العليا فى أغلب الكليات العملية.

٢- الاهتمام المتزايد باستخدام هذه التخصصات فى بروتوكولات الخطط الخاصة بموضوعات البحث لطلبة الماجستير والدكتوراه فى كليات الزراعة والطب والصيدلة والطب البيطرى سواء بالنسبة للدارسين داخل الوطن أم من خلال نظم الإيفاد إلى الخارج عبر القنوات العلمية والبعثات والمنح.

٣- وجود قسم خاص بالتكنولوجيا الحيوية فى معهد الدراسات العليا والبحوث بجامعة الإسكندرية.

٤- الإنخراط فى مشروعات بحثية مصرية أو مشتركة مع الجامعات الأجنبية المتقدمة، فى إطار إتفاقيات ثنائية أو عامة (مثل مشروع الترابط بين الجامعات المصرية والأمريكية).

ثالثاً : المراكز والوحدات ذات الطابع الخاص

١- جامعة القاهرة:

١- وحدة الوراثة الطبية بمستشفى الأطفال بكلية الطب (١٩٨٢).

٢- مركز التكنولوجيا الحيوية، وهو أحد وحدات مركز البحوث التطبيقية والدراسات المتقدمة بكلية الصيدلة (١٩٨٩).

٣- وحدة أبحاث زراعة الأنسجة والكروموزومات بكلية الطب (١٩٨٩).

٤- وحدة دلالات الأورام بكلية الطب (١٩٩٠).

٥- وحدة بيوتكنولوجيا المحاصيل السكرية بكلية الزراعة (١٩٩٠).

٦- مركز بحوث ودراسات الهندسة الوراثية بكلية الزراعة (١٩٩٣).

٧- مركز بحوث التكنولوجيا الحيوية النباتية (١٩٩٦).

٨- مركز بحوث التكنولوجيا الحيوية الحيوانية (تحت الإنشاء)

٢- جامعة عين شمس

١- وحدة التشخيص الهستوبيوكيميائى للأورام (١٩٨٩).

٢- وحدة البلهارسيا.

٣- مركز بحوث الهندسة الوراثية (١٩٩٩).

obeikandi.com

٣- جامعة المنوفية

مركز زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية (١٩٩٠).

وهو المركز الذى أتفق عام ١٩٩٥ على تحويله إلى أول معهد للهندسة الوراثية بالجامعات المصرية. وقد صدر القرار الجمهورى الخاص به وأقرت لائحته بعد ذلك.

- هذا بالإضافة إلى الأنشطة البحثية بكثير من الأقسام ذات الصلة بالكليات العملية، وهى جهود تستحق الحصر عن طريق عمل دليل للعاملين فى المجال وأولويات اهتماماتهم.
- وفى إطار مشروع الترابط بين الجامعات المصرية والأمريكية، الذى تديره وحدة تنسيق العلاقات الخارجية بأمانة المجلس الأعلى للجامعات، تم تمويل عدد من المشروعات البحثية سنورد بيانها فيما بعد.
- وبالإضافة إلى ذلك، صدر القرار الجمهورى بإنشاء مدينة مبارك للأبحاث العلمية عام ١٩٩٣، وكان من بين معاهدها معهد خاص بالهندسة الوراثية. كما أنشئت شعبة خاصة للمجال بالمركز القومى للبحوث، واهتمت به بعض المعاهد المتخصصة مثل معهد تيودور بلهارس وغيره.
- ورغم أن التجربة التاريخية لهذا المجال الحديث، فى الدول التى شغلت فيه موقعاً متميزا، ترتبط بالدور الكبير للقطاع الخاص واستثماراته فى البحث والتطوير القائم على التعاقد مع الجامعات والمراكز البحثية، وإنشاء وحداته البحثية الخاصة به، إلا أن هذا الدور يعد هامشيا فى الواقع المصرى. ولعل هذه الهامشية تتناسب مع ضآلة الدور الذى يلعبه هذا القطاع الخاص عموماً فى دعم البحث العلمى وتشجيع الطلب على توظيف جهود الجماعة العلمية فى التنمية. وسنورد فيما بعد نماذج للأنشطة الجارية فى بعض الشركات

الزراعية والصناعية، وإن كان من المفيد أن نذكر أن العديد من المستشفيات والمعامل الخاصة تستخدم التقنيات المتقدمة للبيولوجيا الجزيئية فى الاختبارات التشخيصية بشكل متزايد (فيروسات الالتهاب الكبدى- دلالات الأورام – بعض الأمراض الوراثية ... الخ). وهذه الأنشطة- رغم أهميتها – تعد ضمن الخدمات مدفوعة الأجر، وإن كان من الممكن توظيفها فى برامج بحثية يزيد العائد منها على كفاءة العلاج بالنسبة للأمراض الشائعة فى مصر، حيث يعتبر موضوع "الكلفة / العائد" من الأمور التى تناقش بين المشتغلين بالمجال بشكل يثير الانتباه.

- ونظراً لحاجة المجال إلى التنسيق ورسم السياسات والاهتمام بالأبعاد الأخلاقية والبيئية، أنشئت اللجان التالية:

١-لجنة قطاعية خاصة بالمجلس الأعلى للجامعات لرسم السياسة الخاصة به وتطويرها فى الجامعات المصرية.

٢-لجنة قومية للأمان الحيوى برئاسة نائب رئيس الوزراء ووزير الزراعة واستصلاح الأراضى، لوضع المعايير الخاصة لإجازة التجارب والمنتجات المحلية والدولية، بما سيخدم التشريعات المطلوبة.

٣-لجنة لأخلاقيات العلوم الأحيائية باللجنة الوطنية للتربية والثقافة والعلوم، التى تنسق نشاط مصر مع اليونسكو، التى أنشأت لجنة بمقرها بباريس ودعت الدول الأعضاء إلى إنشاء لجانها الوطنية. وقد شاركت مصر من خلال هذه اللجنة الوطنية فى مختلف أنشطة اللجنة الرئيسية، ومن بينها الإعلان العالى للجينوم البشرى (١٩٩٧) وإعلان وزراء البحث العلمى لأخلاقيات العلوم البيولوجية (٢٠٠١).

- ونظراً لأهمية المصادر البيولوجية والتنوع الحيوى فى تطوير واقتصاديات المجال قام معهد البحوث الزراعية بالتعاون مع الجانب الألمانى بالتخطيط لمشروع لإنشاء بنك للجينات، مع تحديد وحدات إقليمية مسئولة.
- وأخيراً، يتطرق مشروع قانون الملكية الفكرية إلى أنشطة ذات صلة بالتكنولوجيا الحيوية فى مجالى الأدوية والأصناف النباتية بالذات.

إن الهدف من استعراض الخريطة العامة السابقة يتمثل فى التأكيد على أننا قطعنا شوطاً لا بأس به فى التأسيس للعمل فى المجال. وهنا يأتى الدور للحديث عن الإستراتيجية القومية والبرنامج الذى تم إقتراحه لهذا العمل.

٤-٣ الإستراتيجية القومية والبرنامج القومى لتطبيقات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية

بمشاركة عدد كبير من المهتمين أصدرت وزارة الدولة للبحث العلمى عام ١٩٩٦ وثيقتين هامتين هما:

١- الإستراتيجية القومية للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية (ملحق رقم ١).

٢- البرنامج القومى لتطبيقات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية (ملحق رقم ٢).

ونظراً لأهمية هاتين الوثيقتين فضلت أن أورد أهم ما فيهما بالملحقين المذكورين، للأسباب التالية:

- القراءة النقدية لوثيقة استراتيجية فى مجال هام فى ضوء الشكوى المتكررة من غياب إستراتيجية للبحث العلمى وعلاقته بالتطوير

التكنولوجى والقدرة التنافسية لما نقدمه من خدمات ومنتجات، تثير تحديات حقيقية مع التطبيق الكامل لقواعد منظمة التجارة العالمية.

- الحكم على سير العمل فى البرنامج التنفيذى للإستراتيجية (ملحق رقم ٣)، الذى واكب الخطة الخمسية ٩٨/٩٧- ٢٠٠٢/٢٠٠١، فى ضوء ما أتيح من تمويل وكيفية إدارة المشروعات البحثية.
- إمكانيات تطوير الإستراتيجية والبرنامج فى ضوء الممارسة، للتكيف مع المتغيرات واقتراح سبل التغلب على العقبات.

ومع صعوبة التقييم الفردى عموماً، ولأن العمل لم ينته أو تقدم تقاريره النهائية حتى الآن، إلا أننا فى حدود وظيفة هذا العرض لواقع المجال فى مصر، يمكن أن تذكر الملاحظات الأولية التالية:

- بصرف النظر عما قد يقدم من نقد لنص الوثيقة الخاصة بالإستراتيجة بالنسبة لاستخدام مصطلحات الأهداف والمعايير وما إلى ذلك، يمكن التساؤل عن مدى نجاح إستراتيجية فرعية لإحدى التكنولوجيات المتقدمة مع غياب استراتيجية عامة للبحث العلمى والتكنولوجيا عموماً، أو بالنسبة للمجالات الجديدة والبازغة بشكل خاص. ويتضح النقص الناجم عن ذلك فى غياب أشكال التداخل والتعاضد بين هذه المجالات، حيث لا نجد على سبيل المثال أثراً للعلاقة الواضحة بين التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية من ناحية والمعلوماتية (bioinformatics) أو المواد الجديدة (bioterials) من ناحية أخرى.
- بالنظر إلى الجدول الخاص بالمشروعات الممولة تحقيقاً للبرنامج التنفيذى نجد أن هذه المشروعات تتفق بشكل عام مع ما جاء بالإستراتيجية. ورغم ذلك يلاحظ أن التمويل المتاح (حوالى ٢٥ مليون جنيه) يبتعد

كثيراً عن الاحتياجات المطلوبة (١٦٠ مليون جنيه) رغم إشراف المرحلة على الانتهاء.

- ورغم إتفاق المشروعات مع الأهداف البحثية، إلا أن ما جاء بالاتفاقية من تشجيع للقطاع الخاص والجهات المستفيدة لم يتجسد فى الواقع، حيث أن البحوث أساسا فى مؤسسات بحثية حكومية، دون مساهمة فاعلة من الجهات المستفيدة.
- يلاحظ أيضاً فى الإستراتيجية وبرنامجها التنفيذى الطموح إلى تغطية أغلب مجالات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية، بشكل قد يتجاوز القدرات التمويلية أو الفنية الفعلية فى المدى المذكور. وهذه النقطة يمكن أن تناقش بتوسع عند الرغبة فى تطوير المرحلة الثانية من الإستراتيجية (٥-١٠ سنوات) التى توشك على الابتداء، بحيث نحدد الأولويات ذات الميزة التنافسية بشكل أكثر وضوحاً وعمقاً ونركز عليها.

تجارب موازية

فى محاولة لتتبع الجهود الجارية فى المجال من المفيد أن نرصد التجربتين التاليتين، لما لكل منهما من خصوصية تستحق الرصد والتقييم:

- فى إطار مشروع الترابط بين الجامعات المصرية والأمريكية الذى تديره وحدة تنسيق العلاقات الخارجية بأمانة المجلس الأعلى للجامعات وتشارك فى تمويله هيئة المعونة الأمريكية والحكومة المصرية، تم تمويل عدد من المشروعات التى تستخدم تقنيات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية الحديثة. وتميزت هذه المشروعات باشتراط مشاركة مستفيد نهائى، يفضل أن يكون من القطاع الخاص، بشكل عضوى فى تمويل وتنفيذ المشروع (تقديم ٤٠% من احتياجات المشروع، نقداً و/أو عن طريق تقديم تسهيلات تحسب قيمتها). كما أن اختيار هذه المشروعات يتم عن

طريق لجنة أولويات تحدد أهمية بالنسبة لخطة التنمية، وفى ضوء دراسة جدوى عن عائده. ويحدد لكل مشروع متابع علمي يقدم مع الفريق البحثى تقارير دورية كل ثلاثة شهور عن سير المشروع. كما يتم تحديد النتائج القابلة للتطبيق والتسويق لمقاربة طيف أوسع من الجهات المستفيدة لنشر نتائج المشروع.

- وتقديراً لدور "الأستاذ" المتخصص المنتمى إلى الجماعة العلمية فى وطنه والراغب فى تطوير أدائها، لابد وأن نذكر تجربة الدكتور أحمد مستجير مصطفى، العميد الأسبق لكلية الزراعة جامعة القاهرة. ولا غرابة فى ذلك، فقد بدأت التجربة الكوبية بتكليف أستاذ متميز بالعمل على وضع كوبا على خريطة المنافسة فى بعض المجالات المحدودة للتكنولوجيا الحيوية. وقد انطلق الدكتور مستجير من الاقتناع بأهمية حل مشكلة الغذاء فى مصر، وعمل على تنفيذ فكرتين متميزتين:

١- استخدام تقنية الاندماج الخلوى بين الغاب والأرز لإنتاج أصناف من الأرز تتحمل الرى بماء عالى الملوحة. وقد توصل مع فريقه البحثى إلى أصناف طلبت وزارة الزراعة تسجيلها عام ٢٠٠١، لكنه أرجأ الأمر إلى عام ٢٠٠٢ لمزيد من التجارب .

٢- اقتراح استخدام تقنية الاستنساخ فى مجال له أولوية خاصة بالنسبة لنا، حيث تمت الموافقة على إنشاء مركز للتكاثر الحيوانى، يتخصص فى استنساخ الجاموس والخيول العربية. والجاموس شديد التكيف لظروفنا وله ميزة تنافسية لا تجارى من حيث نسبة الدهن فى ألبانه، ولذلك فإن استنساخ قطعان متميزة منه يمكن أن تحدث طفرة فى الإنتاج الحيوانى، تعوض الإهمال الطويل لهذا الحيوان المحلى المتمي. أما استنساخ الخيول العربية المشهورة فله إحتمالات ربحية عالية، خصوصاً إذا ما رفع الحظر عن مشاركتها فى السباق.

- لم يشتمل العرض على بعض الأنشطة الجارى حصرها للبرامج البحثية التى تضمنت مشروعات خاصة بالتكنولوجيا الحيوية. تشمل هذه الأنشطة مايجرى فى برنامج التعاون العلمى والتكنولوجى بأكاديمية البحث العلمى، وماتم فى مشروعات التعاون الدولى فى وزارة الزراعة (مثل مشروع النارب: البرنامج القومى للبحوث الزراعية) وغيرهما. وقد كلف بهذه الدراسة الدكتور حمدى عبدالعزيز، رئيس الأكاديمية السابق، ورئيس مجلس محافظى مركز الهندسة الوراثية بتريستا، كدراسة فرعية فى إطار أحد المشروعات الممولة فى خطة الأكاديمية.

أنشطة إنتاجية خارج المؤسسات البحثية

نظراً لأن الدخول الحقيقى إلى ميدان التكنولوجيا الحيوية يعنى القيام بأنشطة إنتاجية فى شركات تستفيد من نتائج البحوث المحلية والعالمية، وتقوم ببرامج للبحوث والتطوير خاصة بها، أو فى تعاون مع غيرها ومع الجامعات والمراكز البحثية، من المفيد أن تستعرض بعض هذه الأنشطة فى مصر.

ورغم أن الحصر الكامل والتقييم الفنى والإقتصادى لكل الأنشطة يستلزم جهداً خاصاً منظماً وموجها لهذا الهدف، إلا أن إعطاء فكرة عامة عن أهم الأنشطة والقائمين على أمرها يساعد على إستكمال الصورة فى هذا التقرير*. وتقع الأنشطة المذكورة فى مجموعتين رئيسيتين:

---

* يشكر الكاتب الدكتور/ حمدى عبد العزيز رئيس أكاديمية البحث العلمى السابق، لتوفير قائمة البحوث الجارية فى إطار الخطة القومية للهندسة الوراثية. كما يشكر الدكتور/ إبراهيم عبد المقصود، وكيل معهد الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية بجامعة المنوفية، لمده بالمعلومات الخاصة بالشركات الزراعية. ويمتد الشكر إلى الدكتور/ أسامة الطيب، أستاذ الميكروبيولوجيا بكلية الصيدلة جامعة القاهرة، لما قدمه من صورة وافية لأهم الأنشطة فى مجال العقاقير الدوائية والكيماويات.

أولاً : شركات ومعامل تشتغل بزراعة الأنسجة النباتية وإنتاج الشتلات للإستهلاك المحلى والتصدير.

ثانياً : شركات للمنتجات الدوائية والكيماويات.

ومن السهل أن نلاحظ فى التفاصيل الخاصة بهذه الأنشطة أن الطرق المستخدمة، فى زراعة الأنسجة لإنتاج الشتلات، والطرق الإنزيمية والميكروبية المستخدمة أساساً فى إنتاج الأدوية والكيماويات، تقع فى الدرجات الأولية لسلم التقنيات المستخدمة فى التكنولوجيا الحيوية، وإن كانت تمثل بداية تستحق التشجيع والتطوير.

obeikandl.com

ملحق رقم (١)
الإستراتيجية القومية
للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية

١- مقدمة

لقد أتاحت الهندسة الوراثية الفرصة لعزل وتصنيف وتعديل الجينات الوراثية بحيث أصبح من الممكن إنتاج كميات هائلة من المواد النافعة مثل البروتينات والهرمونات والطعوم خلال فترة زمنية وجيزة. وتعد التكنولوجيا الحيوية الحديثة من أكثر المجالات الواعدة لدعم التقدم الاقتصادى سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. ففى خلال السنوات الماضية، سمع الرأى العام كثيراً عن التطور المنتظر الذى سوف تقدمه التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية فى مجالات صحة الإنسان والحيوان وتحسين الإنتاج الزراعى وتقليل تكاليف الإنتاج فى مجالات عديدة من التطبيقات الصناعية. وقد أصبح هذا التقدم الواعد حقيقة ملموسة فى السنوات الأخيرة من خلال منتجات طرحت فى الأسواق وتستخدم على نطاق تجارى.

ولقد أصبحت التكنولوجيا الحيوية صناعة بالغة الأهمية الاقتصادية فى الولايات المتحدة الأمريكية حيث بلغ إجمالي مبيعات الأدوية المنتجة بواسطة الشركات الأمريكية باستخدام التكنولوجيا الحيوية فى عام ١٩٩٣ ما قيمته ٧و٧ مليار دولار إضافة إلى توفير مائة ألف فرصة عمل. ولم يقتصر هذا النجاح على الشركات الأمريكية بل يوجد الآن أكثر من ٣٥٠ شركة للتكنولوجيا الحيوية فى أوروبا وعدد مماثل فى اليابان. وقد تم حديثاً اتساع دائرة الاهتمام الدولى بالتكنولوجيا الحيوية لتتضمن بلادا من أمريكا اللاتينية، أوربا الشرقية، الصين،

أعضاء من مجموعة الباسيفيك، والهند وغير ذلك من الدول. وتشترك هذه الشركات فى تكوين تحالفات فيما بينها لتوفير رأس المال اللازم لتصنيع وتسويق منتجات التكنولوجيا الحيوية.

وقد بادرت مصر بتبنى هذا الاتجاه الحديث لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية وتمثل ذلك فى إنشاء المعهد القومى لبحوث الهندسة الوراثية الزراعية بمركز البحوث الزراعية ومعهد الهندسة الوراثية بمدينة مبارك للأبحاث العلمية والذى يتبع وزارة البحث العلمى وشعبة بحوث الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية بالمركز القومى للبحوث، إضافة إلى بعض المعامل المتخصصة التى تتبع الجامعات ومراكز البحوث العلمية.

ومع هذه الاجتهادات ونظراً لغياب آليات واستراتيجيات تدعم أنشطة التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية فى التعليم والبحث والتطبيق فى مصر، فقد نتجت فجوة علمية وتكنولوجية ليس فقط بين مصر ودول الصدارة، بل أيضاً بين مصر ودول عدة من الدول النامية.

ونظراً للأبعاد الاقتصادية الكبيرة لهذا المجال فإنه أصبح من الملح وضع إستراتيجية قومية للنهوض بأنشطة الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية الحديثة تكفل لها الأولوية المناسبة وتؤمن الآليات التى تضمن الاستمرارية وإحراز التقدم على أن تأخذ هذه الإستراتيجية فى اعتبارها التوجهات الاقتصادية التى شهدتها مصر فى السنوات الأخيرة خاصة فيما يتعلق بتشجيع القطاع الخاص على المشاركة بصفته مستفيداً من التنمية ولتخفيف الأعباء عن الإنفاق الحكومى المباشر.

وفى ضوء النقاش الموسع الذى دار فى اجتماع مجلس الوزراء بجلسته فى شهر فبراير ١٩٩٥ صدرت توصية السيد الأستاذ الدكتور رئيس مجلس الوزراء

للسيدة الأستاذة الدكتورة وزيرة الدولة لشئون البحث العلمى لإعداد الإستراتيجية القومية للهندسة الوراثية فى مصر فى هذا المجال الهام.

وتبنت وزارة البحث العلمى عقد ندوة فى ١٨ مارس ١٩٩٥ ركزت على وضع الإطار العام لسياسة قومية للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية الحديثة. وقد قام الأستاذ الدكتور نائب رئيس الوزراء ووزير الزراعة والثروة الحيوانية والسمكية واستصلاح الأراضى والأستاذة الدكتورة وزيرة الدولة للبحث العلمى والأستاذ الدكتور وزير السكان والأستاذ الدكتور وزير الصحة والأستاذ الدكتور وزير التموين والتجارة الداخلية بإلقاء كلمات فى افتتاح الندوة تعبر عن مدى أهمية تطبيقات التكنولوجيا الحيوية للاقتصاد القومى فى مصر. وشارك فى الندوة عدد من علماء مصر المغتربين وممثلى المنظمات الدولية. وقدمت فى الندوة عدة أوراق عمل من العلماء والاقتصاديين من مراكز ومعاهد البحوث والجامعات من مصر وخارجها. ثم تلى ذلك قيام وزارة البحث العلمى بعقد أربع ندوات متخصصة عن دور الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية فى مجالات الزراعة والصناعة والطب والبيئة دعى إليها ما يزيد عن ٥٠٠ من علماء مصر ورجال الصناعة والمال والمستثمرين وتم خلالها مناقشة أولويات الإستراتيجية القومية المنشودة فى كافة الفروع الأربعة المشار إليها بعالية.

٢- الأهداف العامة للإستراتيجية:

١-دخول مصر إلى عصر تطبيقات الهندسة الوراثية فى كافة مناحى الأنشطة الاقتصادية بهدف الارتقاء التكنولوجي والصناعى وفتح فرص للعمل وأسواق تصديرية بعد تلبية احتياجات السوق المحلى.

٢-تنمية الصناعات القائمة على التكنولوجيا الحيوية الحديثة لزيادة الإنتاج القومى مع تشجيع المشروعات التى لها القدرة على المنافسة فى ظل قوانين الجات.

٣-مواكبة التقدم العلمى والتكنولوجى العالمى بهدف التحرر من الوقوع فى دائرة التبعية التكنولوجية خلال فترة وجيزة من الزمن ولسد احتياجات المواطنين من المنتجات المنتظر دخولها إلى الأسواق العالية قريباً باستخدام الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية.

٤-سوف يخدم تطبيق هذه الاستراتيجية تطوير العديد من القطاعات الأخرى التى يتعثر فيها توصيل نتائج البحوث إلى قطاع الصناعة والمستفيدين حيث أن هذا النموذج سوف يفتح أفاقاً جديدة امام العديد من التكنولوجيات الأخرى.

٥-تشجيع مشاركة القطاع الخاص فى توجيه واستخدام أبحاث التكنولوجيا الحيوية الحديثة.

٣- الأهمية الاقتصادية للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية فى مصر:

١-سوف يكون لتطبيقات الهندسة الوراثية والتكنولوجيات الحيوية الحديثة أكبر الأثر فى زيادة الإنتاج الزراعى دون الاعتماد على المبيدات الكيميائية التى تكلف الدولة ما يزيد عن ٣٠٠ مليون جنية سنوياً إضافة إلى أثارها السلبية على صحة الإنسان والحيوان.

٢-سوف تعود منتجات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية بالفائدة على قطاع التصدير عن طريق إنتاج منتجات تلبى الاحتياجات المحلية والإقليمية خاصة تلك المنتجات اللازمة لصحة وغذاء الإنسان والحيوان. كما أن النجاح فى هذا المجال الجديد سوف يشجع على توفير المنتجات

المختلفة اللازمة للتصدير. إضافة إلى ذلك فسوف يصاحب زيادة الإنتاج تقليل الاستيراد لعدد كبير من السلع مثل السكر والمستحضرات الطبية.

٣- بإدخال تطبيقات التكنولوجيا الحيوية المتقدمة فى مصر سيكون لمصر دور هام فى المساهمة فى تحسين صحة شعوب أفريقيا حيث أنه سيتاح من خلال تلك التكنولوجيات إنتاج عديد من الطعوم والأدوية التى سيتم تصميمها خصيصاً للتغلب على أمراض متخصصة لدول المنطقة ويصعب الحصول على هذه الطعوم من أى مصادر أخرى.

٤- إن من أهم وأعظم الفوائد التى سوف تصاحب التوسع فى استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة هو توليد عمالة عالية المهارة لخدمة الاقتصاد القومى وسوف يساعد هذا النشاط على خلق فرص عمالة فى القطاعات الأخرى المستفيدة من منتجات التكنولوجيا الحيوية كصناعة المركزات والأدوية على سبيل المثال.

٥- سوف تكون نماذج عملية نقل التكنولوجيا الحيوية الحديثة من معامل مراكز البحوث والجامعات إلى قطاع الصناعة دافعاً قوياً على تشجيع مزيد من نقل التكنولوجيا فى مجالات أخرى، وسوف يشجع ذلك إنشاء وتطوير الشركات الجديدة الصغيرة خاصة وأن هذه النوعية من الشركات هى التى قدمت القاعدة الأساسية للنمو الاقتصادى الذى حدث مؤخراً فى الولايات المتحدة الأمريكية.

٦- سوف تساهم أنشطة البحوث والتطوير فى مجال الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية فى نشر وتقديم المعرفة لشركات أخرى وبحيث تصبح الفائدة الاقتصادية لتبنى هذه الإستراتيجية متمثلة فى سلسلة متواصلة من الإنجازات العلمية التطبيقية التى تساهم فى إنشاء صناعات

جديدة وتطوير صناعات قائمة وما يصاحبها من زيادة الوعاء الاقتصادي للناتج القومى. وقد ساهم نفس هذا الأسلوب فى النمو الكبير الذى تتمتع به اقتصاديات الغرب فى القرن العشرين والنمو الهائل المتعاظم على أبواب القرن الحادى والعشرين.

٧- سوف يصاحب ازدهار الصناعات القائمة على التكنولوجيا الحيوية تخفيض استخدام العملات الحرة وميزان المدفوعات.

٨- سوف يشجع العائد الكبير الناتج عن تسويق المواد المصنعة باستخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة على الاستثمار فى إنتاج مواد جديدة أخرى وكذلك دعم برامج البحوث والتطوير مما يشجع على الابتكار.

٩- وبصفة عامة يكون للتكنولوجيا الحيوية الحديثة القدرة على زيادة إنتاجية الاقتصاد المصرى إلى حد كبير.

ولاشك أن التأثير الاقتصادي للتكنولوجيات الحيوية الحديثة يفوق التصور. ويرجع ذلك أساساً إلى الدقة المتناهية لتلك التكنولوجيات والكميات الهائلة من منتجاتها التى يمكن إنتاجها فى وقت ضئيل وباستخدام خامات أولية رخيصة. إضافة إلى ذلك فإن التكنولوجيا الحيوية تتمتع بمرونة بالغة ويمكن بسهولة نقلها وأقلمتها لتناسب الاحتياجات الصحية والبيئية.

٤- الأهمية الإستراتيجية للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية

عادة ما يصاحب ظهور الابتكارات العلمية الحديثة توجيه نتائج هذه الابتكارات إلى خدمة المصالح القومية للدول التى تمتلك القدرة على تطوير تلك التكنولوجيات. وفى كثير من الأحيان يصعب اقتناء تلك التكنولوجيات عن طريق التبادل التجارى بين الدول ومن ثم فإن الدول التى تستطيع أن تحقق

لنفسها الريادة فى تلك المجالات تصبح فى مصاف الدول الآمنة حيث أنها يمكن أن تطور المنتج اللازم فى أى مرحلة من مراحل النمو الاقتصادى كى يلبى احتياجات الدولة ابتداء من الغذاء إلى الأمن القومى.

إن مصر بما تملكه من ذخيرة لا تنضب من رجال العلوم والصناعة والمال قادرة على اقتحام مجال الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية الحديثة الآن ودون إبطاء بحيث تكون مصر فى مصاف الدول ذات الإسهامات الملموسة فى تطويع هذا المجال لخدمة الأهداف الاقتصادية والإستراتيجية للوطن.

٥- البرنامج الزمنى وأولويات تنفيذ الإستراتيجية القومية للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية

تعتمد الإستراتيجية بصفة رئيسية على استخدام تقنيات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية الحديثة لزيادة الإنتاج الزراعى والصناعى وتحسين صحة الإنسان وحماية البيئة.

وهناك موضوعات ذات أولوية أولى لخدمة جميع قطاعات تطبيق الإستراتيجية، وفيما يلى نورد هذه الموضوعات ذات الطابع العام بالنسبة لجميع بنود هذه الإستراتيجية:

١- استخدام الهندسة الوراثية لإنتاج إنزيمات تحوير الأحماض النووية والمواد اللازمة لبحوث الهندسة الوراثية محلياً.

٢- تبنى برامج تأكيد ومراقبة الجودة كعنصر رئيسى فى إقرار صلاحية كافة منتجات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية وذلك لخلق ميزة نسبية للمنتجات المصرية تؤهلها للمنافسة فى ظل قوانين الجات.

٣- تنمية الكوادر العلمية لتلبية متطلبات هذا المجال الحديث وخلق المناخ المناسب لتشجيع العلماء العاملين فى هذا الفرع مع الاهتمام بأن يكون لمراكز التميز العلمى لمجال الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية كيانات تنظيمية بالغة التطور والرقى للنهوض بمهامها.

٤- إدخال الهندسة الوراثية ضمن برامج تطوير التعليم فى مصر.

٥- إنشاء قاعدة بيانات للتكنولوجيا الحيوية وأنشطة الهندسة الوراثية فى مصر.

٦- تطبيق قوانين حماية الملكية الفكرية فى مجال التكنولوجيا الحيوية فى مصر وإصدار التشريعات الوطنية التى تترجم الاتفاقيات الخاصة بذلك إلى أحكام مصرية.

٧- رفع الوعى القومى تجاه استخدامات منتجات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية لتشجيع المستثمرين والمستهلكين.

٨- وضع ضوابط قومية للأمان الحيوى تضمن سلامة الأفراد والبيئة من المخاطر التى قد تنشأ عن العمل فى مجال الهندسة الوراثية سواء أثناء إجراء البحوث أو استخدام المنتجات وقد بدأت مصر بالفعل هذا النشاط بمبادرة من وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ويلزم توسيع نطاقها لتشمل كافة الأنشطة الأخرى بعد اتخاذ الإجراءات اللازمة لإصدار القوانين المنظمة لذلك من السلطة التشريعية.

٩- تشجيع الدولة للاستثمار فى الصناعات القائمة على التكنولوجيا الحيوية الحديثة عن طريق توفير حوافز للصناعة وللمستثمرين.

١٠- تشجيع التحالفات مع عمالقة العلم والصناعة والتجارة بما يتيح مزيد من المعرفة والخبرة والربحية المادية.

obeikandl.com

وتحكم العمل فى هذه الإستراتيجية عدة معايير هامة نوجزها فيما يلى:

١-العمل فى اتجاه زيادة المعرفة وليس تكرار ماهو معروف.

٢-مشاركة كافة مصادر التمويل فى تحقيق النجاح لهذه الإستراتيجية بما فى ذلك التمويل الحكومى والقطاع الخاص والتمويل الدولى.

٣-تحديد المستفيد النهائى لكل من المشروعات البحثية التى سيتم الموافقة عليها.

٤-إعطاء علماء مصر الفرصة للاحتكاك بالمجتمع العلمى الدولى وتهيئة المناخ المناسب لحفزهم على الابتكار.

٥-الاستفادة بخبرات العلماء المصريين المغتربين للوصول إلى نجاحات ملموسة فى زمن وجيز.

٦-كسب الثقة فى المواد والمستحضرات المنتجة باستخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة فى مصر.

وفيما يلى البرنامج الزمنى لتنفيذ بنود الإستراتيجية فى مختلف المجالات:

أولاً : مجال الزراعة

أولويات المرحلة الأولى (٣-٥ سنوات)

١- إنتاج نباتات مقاومة للإصابة بالأمراض الفيروسية.

٢- إنتاج نباتات مقاومة للإصابة بالأمراض الحشرية.

٣- التسميد الحيوى باللقاحات المحورة وراثياً.

٤- إنتاج المستحضرات المناعية والعلاجية للأمراض التى تصيب الحيوان والأسماك.

٥-تحسين عناصر المكافحة الحيوية للآفات.

أولويات المرحلة الثانية (٥-١٠سنوات)

١- إنتاج نباتات مقاومة للظروف البيئية الغير ملائمة مثل الملوحة والجفاف.

٢-دعم برامج رسم الخرائط الوراثية.

٣-نقل موروثات التثبيت البيولوجى للأزوت إلى النباتات الاقتصادية الهامة.

ثانيا : مجال الصحة

وتتمركز الإستراتيجية فى هذا المجال حول ثلاثة بنود:

١- إنتاج المستحضرات التشخيصية التى تستخدم فى الكشف المبكر عن الأمراض الوبائية والوراثية والسرطانية وتأمين سلامة تداول الدم ومشتقاته.

٢- استخدام الهندسة الوراثية لتطوير وتحسين إنتاج الطعوم الفعالة والآمنة فى مصر.

٣- إنتاج المستحضرات الدوائية المتخصصة لعلاج الأمراض واسعة الانتشار فى مصر باستخدام طرق الهندسة الوراثية.

أولويات المرحلة الأولى (٣-٥ سنوات)

١- إنتاج المستحضرات التشخيصية لفيروسات الالتهاب الكبدي والإيدز وأمراض الجهاز التنفسي والدرن وأنيميا البحر الأبيض وخلل الجهاز المناعى ودلالات الأورام وكذلك المستحضرات التشخيصية للبلهارسيا والفاشيولا.

٢- تطوير وتحسين إنتاج الطعوم لأمراض الدفتيريا والتيتانوس والسعال الديكى والدرن.

٣- إنتاج بعض خامات الأساس للمضادات الحيوية مثل حامض ٦ أمينو- بنسلينيك والذى يدخل فى صناعة مضادات حيوية تقدر قيمتها بما يزيد عن مائتى مليون جنيه سنوياً.

أولويات المرحلة الثانية (٥-١٠ سنوات)

١- إنتاج وتسجيل وتسويق طعم للبلهارسيا والالتهاب الكبدى الفيروسى.

٢- إنتاج الهرمونات مثل الإنسولين وهرمون النمو ومنظمات الجهاز المناعى مثل الإنترفيرون والإنترلوكين والتى تستخدم فى علاج الأمراض المستعصية.

ثالثاً : مجال الصناعة

أولويات المرحلة الأولى (٣-٥ سنوات)

١- إنشاء وحدة تجريبية متكاملة ومتعددة الأغراض للتكنولوجيات الحيوية.

٢- تحسين الصناعات القائمة حالياً باستخدام الهندسة الوراثية مثل صناعات (الكحول الأيثيلى، حمض الخليك، الأسيتون والبيوتانول وإنزيم ألفا أميليز وإنزيم البروتييز القلوى).

٣- إنتاج مركبات جديدة مثل الكواشف البيولوجية الإنزيمية.

٤- إنتاج البادئات الميكروبية لصناعات منتجات الألبان وإنزيم الرينين الميكروبى.

أولويات المرحلة الثانية (٥-١٠ سنوات)

١- إنتاج إنزيم الجلوكو ايزوميرز.

٢- إنتاج حامض اللاكتيك.

٣- إنتاج بعض الإنزيمات الوسيطة المستخدمة فى تصنيع الدواء.

رابعاً : محال البيئة

أولويات المرحلة الأولى (٣-٥ سنوات):

١- إنتاج المبيدات الميكروبية المناسبة للاستخدام الحقلى من خلال استخدام تقنيات متقدمة للهندسة الوراثية.

٢- التخلص من ملوثات البيئة باستنباط تكنولوجيات متقدمة للمعالجة الاقتصادية للمخلفات السائلة المحتوية على مواد ضارة بالبيئة. وسوف يعتمد ذلك على استخدام تقنيات الهندسة الوراثية مع التركيز على مخلفات مصانع مواد الصباغة والكوك والمبيدات الكيمائية وتلك المحتوية على معادن ثقيلة.

٣- استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة فى تدوير الطاقة والعناصر والمياه فى مخلفات النشاط الاقتصادي وتحويلها إلى مواد ذات أهمية اقتصادية مثل المخصبات والغاز الحيوى والكحول وغيرها.

أولويات المرحلة الثانية (٥-١٠ سنوات):

١- إزالة الملوثات الضارة المنتشرة فى التربة والمجارى المائية باستخدام طرق الهندسة الوراثية المتقدمة.

٢- استخدام الكاشفات الحيوية للكشف عن ملوثات البيئة.

٣- اختبار سمية المبيدات بتقنيات الهندسة الوراثية.

٤- استخدام التكنولوجيا الحيوية فى استخلاص المعادن والبترول من الخامات محدودة المحتوى.

obeikandl.com

ملحق رقم (٢)

البرنامج القومى

لتطبيقات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية

يتضمن البرنامج المشروعات التالية مرتبة حسب الأولوية بالنسبة لكل مجالى:

أولاً : فى مجال الزراعة والغذاء

١-تحسين عناصر المكافحة الحيوية للآفات.

٢- إنتاج نباتات مقاومة للإصابة بالأمراض الفيروسية والحشرية (الطماطم- البطاطس - الفول).

٣-تمييز الأصول الوراثية للنخيل بطرق التكنولوجيا الحيوية الحديثة وإكثار الأصناف الممتازة.

٤- علاج مشكلة العقم فى الجاموس المصرى.

٥- إنتاج الفاكسينات لأمراض الحيوان والدواجن.

٦- التسميد الحيوى باللقاحات المحورة وراثياً.

ثانياً : فى مجال الصحة

١- إنتاج مستحضرات طبيعية أو مهندسة وراثياً ذات قيمة علاجية (مثل الإنسولين).

٢- إنتاج مستحضرات تشخيصية للكشف عن الالتهاب الكبدى الوبائى والسل.

٣- إنتاج مستحضرات وقائية طبيعية أو مهندسة وراثياً ضد الالتهاب الكبدى الوبائى والحصبة الألمانى.

obeikandl.com

ثالثا: فى مجال الصناعة

١- استخدام الهندسة الوراثية فى تحسين إنتاج إنزيمات الأميليز.

٢-تطوير الطرق التكنولوجية لإنتاج إنزيمات البروتييز.

٣-إنتاج المركبات العضوية ذات الأهمية الصناعية (مثل إنتاج حمض الستريك) بطرق الهندسة الوراثية.

رابعا: فى مجال البيئة

١- إنتاج المبيدات الحيوية الآمنة بيئيا للاستخدام الحقلى.

٢- التخلص من التلوث البترولى باستخدام الكائنات الدقيقة المهندسة وراثيا.

٣- التخلص البيولوجى الآمن من مخلفات الصناعة (مثل صناعة النسيج).

٤- استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة فى تدوير حطب القطن.

٥- استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة فى المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى.

خامسا : إنشاء وحدة تجريبية متكاملة ومتعددة الأغراض للتكنولوجيا الحيوية

وقد رأت اللجنة أنه يمكن تنفيذ عدد من المشروعات الفرعية تحت كل مشروع مدرج فى البرنامج القومى بحيث تتكامل أهدافها.

ملحق رقم (٣)

وزارة الدولة لشئون البحث العلمى

أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا – مركز التعاون العلمى والتكنولوجى

برامج الإستراتيجية القومية للتكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية

أ – المشروعات فى مجال الزراعة وإنتاج الغذاء (الإنتاج النباتى والحيوانى)

١ – استنباط أقماح محولة وراثيا.

٢ – إنتاج مبيدات حيوية لمكافحة بعض مسببات الأمراض والآفات النباتية.

٣ – تطوير وتحسين المقاومة البيولوجية المشتركة لديدان وأوراق لوز القطن بواسطة الممرضات الحشرية المهندسة وراثياً.

٤ – إنتاج نباتات موز معدلة وراثياً ومقاومة لبعض فيروسات النمو.

٥ – استحداث وانتخاب سلاسلات قمح متحملة للصدأ الأصفر فى القمح بواسطة طرق التقنية الحيوية.

٦ – استخدام تقنيات التحول الوراثى فى إنتاج نباتات ذرة مقاومة للحشرات.

٧ – التمييز الجزئى والإكثار المعملى لنخيل البلح المصرى.

٨ – بناء فيروس مدمج من جنس الكابرى.

٩ – تحضير فاكسين من ميكروب كورينى السل الكاذب المسبب للعدوى فى الأغنام والجاموس باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية.

١٠ – تطوير لقاح من أنتيجين هجين ضد الإصابة بالدودة الكبدية فى الأغنام.

١١ – علاج مشكلة العقم فى الجاموس المصرى.

١٢- إنتاج وتقييم لقاح مركب وراثياً لوقاية الدجاج ضد مرض التهاب غدة فابر يشيوس.

١٣- استخدام التقنيات الحديثة فى تحسين الأداء التناسلى للجاموس المصرى.

١٤- إنتاج أرز مهندس وراثيا مقاوم أمراض اللفحة وثاقبات الساق.

١٥- تطبيق استخدام التكنولوجيا الحيوية فى علاج نقس الخصوبة فى الجاموس المصرى.

١٦- استخدام البيولوجيا الجزيئية للسيطرة على مرض الالتهاب التنفسى المزمن فى الدواجن.

١٧- إنتاج لقاح مدمج مهندس وراثيا لفيروسى الروتا والكرونا.

١٨- تطوير سلالات من الشعير محولة وراثيا ذات تحمل أفضل للأمراض البيئية.

ب- فى المشروعات مجال الصحة

١ - تصميم مجموعات لتشخيص مرض الفينيل كيتومينوريا ومرض الضمور العضلى الوراثى.

٢ - إنتاج مستحضرات تشخيصية للكشف عن ميكروب الدرن البقرى والأدمى بواسطة استكثار الحمض النووى.

٣ - تطوير دلالات للاستجابة لمضادات الفيروسات فى الالتهاب الكبدى الفيروسى.

٤ - استخدام تكنولوجيا حيوية للكشف عن الأدوية مضادات للبلهارسيا والسرطان والوقاية من التسرطن ومنشطات أو مثبطات المناعة ومضادات الفيروس من النباتات المصرية.

obeikandl.com

٥ – الكشف المبكر عن سرطان المثانة البولية باستخدام وسائل الهندسة الوراثية فى تعيين الاختلال الجينى السابق لحدوث السرطان.

٦ – إنتاج مجموعة تشخيصية مصرية لإنتقاء الحيوانات المنوية وذلك بواسطة التدفق التهجينى لمجس الحامض النووى الديوكسى الخاص بالكروموسوم X أو Y.

٧ – الإنتاج الاقتصادى للقلونيات المضادة للسرطان فى نبات الونكا المصرى باستخدام طرق الهندسة الوراثية.

٨ – دراسات بيوكيميائية وجزيئية على مركب مانع للإلتصاقات من سم الحية المصرية المقرنة (سيراستس سيراستس).

٩ – المدخل التكنولوجى لهندسة مواد حيوية تصلح للتطبيق فى مجال الطب والأسنان.

١٠– تطوير نظام تعاطى الأنسولين المتكامل بطريق الفم.

ج – المشروعات فى مجال الصناعة

١ – إمكانية إنتاج حمض ٦ امينو بنسيلانك صناعياً بواسطة الهندسة الوراثية لأنزيم البنسلين اسيليز المثبت.

٢ – البحر الأحمر كمصدر طبيعى لمواد ذات فاعلية حيوية.

٣ – إنتاج أنزيم البيتاجلاكتوسيداز الثابت حرارياً ومستنسخ من بكتريا مصرية محبة للحرارة.

د – المشروعات فى مجال البيئة

١ – تعجيل التكسير البيولوجى للملوثات البترولية.

obeikandl.com

٢ – استنباط تكنولوجيا حيوية لمعالجة المخلفات الصناعية عالية المحتوى من المواد الآروماتية السامة.

٣ – استنساخ وتعبير الجينات المنشطة لمبيد البعوض باسيلاس ثيرونجـــتريس د–١٤ فى الطحالب الخضراء المزرقة.

هـــ – مشروعات تأسيسية (إنشائية)

١ – تطوير وحدة تجريبية تطبيقية متكاملة ومتعددة الأغـــراض للتكنولوجيـــا الحيوية والهندسة الوراثية بالمركز القومى للبحوث.

٢ – تجهيز وحدة تجريبية متكاملة متعددة الأغـــراض للتكنولوجيـــا الحيويـــة بمعهد الهندسة الوراثية بمدينة مبـــارك للأبحـــاث العلميـــة والتطبيقـــات التكنولوجية.

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الثامن

السياسات والآليات اللازمة لإحداث تطوير تكنولوجى فى السيناريوهات المختلفة

obeikandl.com

obeikandl.com

السياسات والآليات اللازمة لإحداث تطوير تكنولوجى فى السيناريوهات المختلفة

١- مقدمة عامة

يقدم هذا الجزء الظروف والشروط اللازمة لإحداث الطفرات التكنولوجية المطلوبة. وقد تم تلخيص ذلك فى سبعة نقاط هى: إعادة بناء الإنسان المصرى على المحاور المختلفة - التوعية العامة بطبيعة العصر - شرح واستيعاب الأساس المعرفى للمجتمع الجديد - أهمية التأكيد على شفافية المعلومات - الاهتمام بالمنظومة التعليمية والبحثية - التقييم الموضوعي للحالة التكنولوجية الراهنة - إعمال آليات التبصر كأساس للتقييم المستقبلى للأمور.

كذلك سيتم عرض أهمية القرار السياسى فى ظل السيناريوهات المختلفة التى قدمها الفريق المركزى للمشروع فى الورقتين رقم (٢) ورقم (٤) **من أوراق مصر ٢٠٢٠** وعلاقة ذلك بالتطور التكنولوجى. وقد تمت مناقشة بعض السيناريوهات على المحاور المرتبطة بالتطور التكنولوجى وأوجه القصور فى بعضها. وبذلك أمكن اقتراح ما يسمى بالسيناريو الابتكارى المعرفى وعرض سماته الأساسية.

٢- الظروف والشروط اللازمة لإحداث الطفرات التكنولوجية المطلوبة

يتطلب إحداث الطفرة التكنولوجية تهيئة المناخ اللازم لذلك. ويمكن تلخيص ذلك فيما يلى:

(١) **إعادة بناء الإنسان المصرى على المحاور المختلفة. أولاً:** المحور الفردى سواء من الناحية البدنية أو العقلية. **ثانيا:** محور الجماعة المتعاونة وغرس السلوكيات والأخلاقيات العامة. **ثالثاً:** محور المجتمع المتعاون وتأصيل روح الانتماء الوطنى والقومى. **رابعاً:** المحور العالمى والقضايا التى تشغل العالم سياسياً واقتصادياً وثقافياً. **خامساً:** المحور الكوكبى ودور الفرد فى الحفاظ على البيئة وما يرتبط بها من نواحى إيكولوجية معينة. **سادساً:** المحور الكونى ودور الإنسان بوجه عام فى هذا الكون.

(٢) **التوعية العامة بالنسبة لطبيعة العصر من الزوايا المختلفة وعلى الأخص الناحية العلمية والتكنولوجية وعلاقتها بالأنشطة الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والثقافية.** كذلك إبراز المفاهيم الجديدة الخاصة بوضع الدولة القومية وظهور الشركات متعدية ومتعددة الجنسيات. وأهمية الأبعاد الثقافية واللغوية فى إبراز هوية المجتمعات المختلفة فى ظل العولمة والتجمعات الدولية الجديدة.

(٣) **شرح أبعاد الأساس المعرفى للمجتمع الجديد وعلى الأخص الأسس الاقتصادية الجديدة التى تعتمد على المعرفة فى المقام الأول كأساس للتنمية،** متميزة بذلك على النواحى المادية الأخرى، نظراً لأن ذلك يشكل بداية جديدة لتاريخ البشرية. كذلك شرح أبعاد النظرة الجديدة للأسس العلمية للتكنولوجيا الجديدة التى تتجه نحو وحدة العلوم والمعارف حيث أن تكامل

المعارف المختلفة والتأثيرات المختلفة للتطبيقات العلمية والتكنولوجية تشكل أعلى مراتب المعرفة وهى الحكمة والتى تحدد الأهداف العليا للمجتمع فى ظل التطورات العالمية والكوكبية والكونية المختلفة، وذلك يختلف بشكل كبير عما كان سائداً خلال عصر الثورة الصناعية والتى اعتمدت أساساً على العلم الاختزالى والعقلانية الذرائعية (Instrumental rationalism). وقد كان لذلك سلبيات كبيرة أهمها المشاكل البيئية المختلفة والأمراض الإجتماعية المتعددة والقلق والتوتر الشخصى.

(٤) **شفافية المعلومات والتأكد من مصداقيتها وعدم تضاربها على جميع المستويات المحلية.** كذلك التقييم الموضوعى والدقيق لما هو متاح على الشبكات العالمية نظراً لعدم وجود معايير فى الوقت الحالى تساعد فى ترشيح الكم الهائل مما هو متاح الآن واستخلاص ما يصلح فقط لزيادة المعرفة واتخاذ القرارات.

(٥) نظراً لأن المنظومة التعليمية والبحثية تلعب دوراً محورياً فى إحداث الطفرات التكنولوجية والتى تتطلب تخطيطاً طويل المدى ولا تحدث مردوداً سريعاً، فيجب إعطاء الاهتمام لتقييم هذه المنظومات على مستوى عصرى بشكل يسمح باستغلال النواحى الإيجابية لما هو متاح.

(٦) **التقييم الموضوعى للحالة التكنولوجية الراهنة فى مصر**، من حيث مدى استيعاب الأسس المعرفية للتكنولوجيات المختلفة ومدى استخدام التكنولوجيات المختلفة ومدى استخدام النموذج المنظومى فى دراسة التفاعل بين التكنولوجيات وتكاملها ومدى تأثير التكنولوجيات على الأنشطة والمجالات المختلفة.

(٧) **إعمال آليات التبصر** (Foresight) [Slaughter, 1995] كأساس للتقييم المستقبلى للأمور نظراً للتغيرات السريعة والمعقدة فى جميع المجالات. وهذه الآليات ترتكز على الآتى:

- تقييم التبعات المحتملة للأفعال.
- التنبؤ بالمشاكل قبل أن تقع (الإنذار المبكر).
- المضامين الحالية للأحداث المستقبلية، أو بمعنى آخر التفكير المستقبلى كجزء لا يتجزأ من الحاضر أو انعكاسات المستقبل على الحاضر. وبذلك يمكننا أن ننسج الحاضر من الماضى والمستقبل معاً.
- تصور الأوجه المرغوبة للمجتمعات المستقبلية أو ما يسمى السيناريوهات المعيارية أو الاستهدافية.

٣- القرار السياسى فى السيناريوهات المختلفة وعلاقة ذلك بالتطور التكنولوجى

بالإشارة إلى ورقة "بدايات الطرق البديلة إلى عام ٢٠٢٠ – الشروط الابتدائية للسيناريوهات الرئيسية لمشروع مصر ٢٠٢٠" والتى أعدها الفريق المركزى للمشروع (أوراق مصر ٢٠٢٠ – العدد (٢) ديسمبر ١٩٩٨)، فإن ما يسمى السيناريو المرجعى يعتبر فقط نقطة بداية للنموذج أو السيناريو المقترح لإحداث طفرات تكنولوجية. ومع وجود أوجه للقصور فى هذا السيناريو إلا أنه توجد بعض الإيجابيات بالنسبة لبعض المؤسسات التى قد لا يلتفت إليها أو تطغى عليها العوامل السلبية الأخرى. وفى مجال التكنولوجيا ومانتطلبه من بنية أساسية سواء فى التعليم أم فى البحث توجد بعض الجوانب الإيجابية التى يجب تعظيمها واستغلالها كنواه للتطور المستقبلى.

obeikandl.com

ويجب التنويه منذ البداية أن إحداث الطفرات التكنولوجية ليست هدفاً فى حد ذاته، وإنما هو وسيلة لتحقيق الأهداف التى يتطلع إليها المجتمع المصرى. معنى ذلك أن هذا السيناريو يجب أن يتطور فى خلال خمس سنوات على الأكثر لإحداث الظروف التى سبقت الإشارة إليها لإحداث الطفرات التكنولوجية المطلوبه نظراً لوجود أوجه القصور التى سنبينها فيما يلى. بعد ذلك وحتى عام ٢٠٢٠ يمكن إتباع **توليفة من السيناريوهات الإبتكارية الثلاثة**. والتوليفة المقترحة تحتوى على الثوابت الأساسية التى تخدم منظومة العلم والتكنولوجيا. وإذا كان لابد من تسمية هذا السيناريو فيمكن أن نسميه "**السيناريو الإبتكارى المعرفى**" حتى يعكس روح العصر الجديد التى تضع فى مكان الصدارة نتاج العقل البشرى وذلك للمرة الأولى فى تاريخ البشرية. ولا يعنى ذلك بالطبع أن يكون هذا السيناريو شكلاً جامداً ولكنه قابل للتلوين والتغير حسب الأبعاد الأخرى التى ستركز عليها دراسات الفرق المختلفة فى المشروع.

والآن سنعرض أوجه القصور فى السيناريو المرجعى بالنسبة للمحاور الأربعة التى وجدنا أنها ترتبط بموضوع التطوير التكنولوجى وهى المحاور من الثانى إلى الخامس.

المحور الثانى والذى يتعلق بنهج اتخاذ القرارات وإدارة شئون المجتمع والدولة:

(١) الدور الهامشى للمؤسسات العلمية

(٢) غياب آليات الإنذار المبكر والرؤية المستقبلية

(٣) نقص الكفاءة فى إدارة قطاع الأعمال والجهاز الحكومى

المحور الثالث والذى يتعلق بالبحث العلمى والتطوير التكنولوجى

(١) ضعف الإدراك بأهمية العلم فى إدارة شئون المجتمع والدولة.

(٢) غياب سياسة واضحة ومتكاملة للعلم والتكنولوجيا وعدم الاهتمام بموضوع استيعاب التكنولوجيا كمكون منفصل عن عمليات التصنيع والإنتاج.

(٣) عدم استغلال الطاقات الحالية فى العلم والتكنولوجيا.

(٤) النقل الأفقى للتكنولوجيا التى ترد مع المعدات المستوردة.

(٥) إمكان تسلل تكنولوجيات غير ملائمة.

المحور الرابع والذى يتعلق بالبشر والتعليم والتعلم والتدريب

(١) التقدم المحدود فى محو الأمية وخدمات الرعاية الصحية الأولية.

(٢) انخفاض مستوى التعليم بالنسبة للمستويات العالمية وانكماش دور المدرسة فى التربية والتعليم.

(٣) ضرورة دعم التعليم الجامعى والشق البحثى فيه.

(٤) إعطاء أهمية أكبر للتعليم والتدريب المستمر والتعليم مدى الحياة والتعليم عن بعد.

المحور الخامس والذى يتعلق بأداء وتنافسية الاقتصاد والسياسات الاقتصادية

(١) لا يعتمد الاقتصاد فى الوقت الحالى على التكنولوجيا المتقدمة نظراً لعدم استيعابها. ويعتمد الإنتاج الصناعى أساساً على التجميع الذى لا يضيف شيئاً للمكونات المعرفية المختلفة سواء فى استيعاب التكنولوجيا أم فى التصنيع والإنتاج.

obeikandl.com

(٢) نظراً لعدم الاهتمام بعمليات التصميم الصناعية وعدم الإنتاج من خلال التصميمات المحلية، فقد أدى ذلك لعدم الاستفادة من خريجى المؤسسات التعليمية الهندسية أو غيرها بشكل كفء. كما أثر ذلك على مستوى التشغيل والصيانة. إن المكون المعرفى والعقلى قد أصبح الأساس الآن فى التكنولوجيات المختلفة وهو الذى سيساعد فى استيعاب أعداد كبيرة من المؤهلين تأهيلاً عالياً.

(٣) القطاع الخاص فى الوقت الحالى لا يستطيع الدخول بمفرده والمخاطرة فى التكنولوجيات المتقدمة التى تتطلب دعماً كبيراً فى البحث والتطوير وتشجيع الابتكارات. هذا بالإضافة إلى أن معظم المشروعات الخاصة ذات طبيعة استهلاكية.

٤- السيناريو المقترح (السيناريو الإبتكارى المعرفى)

بناء على ما تقدم يمكن أن نلخص فيما يلى السمات الأساسية للسيناريو المقترح:

(١) اعتبار أن التكنولوجيا المتقدمة تشكل أحد الركائز الأساسية فى التطوير والتنمية.

(٢) استكمال تطوير ما هو متوافر حاليا فى مجال العلم والتكنولوجيا والاستفادة من علماء مصر العاملين فى الخارج بعد تكوين البنية الأساسية فى الداخل. كما يمكن أيضاً الاستفادة من بعض العلماء الأجانب.

(٣) يجب أن يؤخذ موضوع الهندسية العكسية بحذر شديد ويجب تحديد الهدف منه. ذلك أنه نظراً للتطور التكنولوجى السريع وحسب الفترة الزمنية التى يستغرقها فك الحزم المستوردة يمكن أن يكون المنتج قد تقادم وأصبحت فرصته فى المنافسة محدودة. ولكن إذا كان الهدف من الهندسة العكسية هو

استيعاب التكنولوجيات المختلفة والتدرب على تقليل الوقت اللازم لفك الحزم فيمكن فى هذه الحالة الاستفادة من هذا الاتجاه.

(٤) ضرورة التركيز على إنشاء مراكز تعليمية متميزة حتى يمكن الاعتماد عليها فى خوض غمار معركة التنافسية على المستوى العالمى.

(٥) زيادة دور الدولة فى التخطيط وتنفيذ مشروعات البنية الأساسية وتعظيم التعاون على جميع المستويات إقليمياً ودولياً.

(٦) إرساء أسس العدل والتكافل الاجتماعى والاهتمام بالأخلاقيات والسلوكيات بوجه عام .

(٧) تلافى أوجه القصور المختلفة التى تم عرضها فى السيناريو المرجعى.

(٨) ضرورة التحديد الواضح لدور الكيانات المختلفة فى الدولة (الحكومة والقطاع الخاص) وعلى الأخص الأجهزة التنفيذية والتشريعية.

٥- آفاق وإمكانات التطوير التكنولوجى بمصر فى ضوء السيناريوهات المختلفة

المحاور المرتبطة بآفاق وإمكانات التطوير التكنولوجى فى مصر هى المحور الثانى (منهج اتخاذ القرارات وإدارة شئون المجتمع والدولة) والمحور الثالث (البحث العلمى والتطوير التكنولوجى) والمحور الرابع (البشر والتعليم والتعلم والتدريب) والمحور الخامس (أداء وتنافسية الاقتصاد والسياسات الاقتصادية).

وعلى الرغم من وجود أرضية مشتركة بين السيناريوهات المختلفة بالنسبة للتطور التكنولوجى فى مصر وما يتطلبه ذلك من الاهتمام بالبحث العلمى بوجه عام، فإننا سنعرض فيما يلى بعض النقاط التى يجب التنبيه إليها فى كل سيناريو

من السيناريوهات بالنسبة للتكنولوجيات المختلفة التى تـــم اختيارهـــا كأســـاس للتطوير التكنولوجى. كما يجب ملاحظة أن المحاور الستة الأخرى التى لن يتـــم التعرض لها قد تؤثر بصورة غير مباشرة على التطوير التكنولوجى بوجه عام.

وسنقدم فيما يلى بالنسبة لكل مجال تكنولوجى ولكل سيناريو بعض النقـــاط التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار بالنسبة لكل منها. كما يجب أيضاً عدم إغفـــال السيناريو المقترح والذى أسميناه **السيناريو الإبتكارى المعرفى**. وهو ســـيناريو تركيبى يتحرر من قيود المسميات المختلفة ويقدم نموذجاً متوازناً يـــهتم بـــالفرد والجماعة والمجتمع والدولة القومية فى إطار عالمى وكوكبى وكونى.

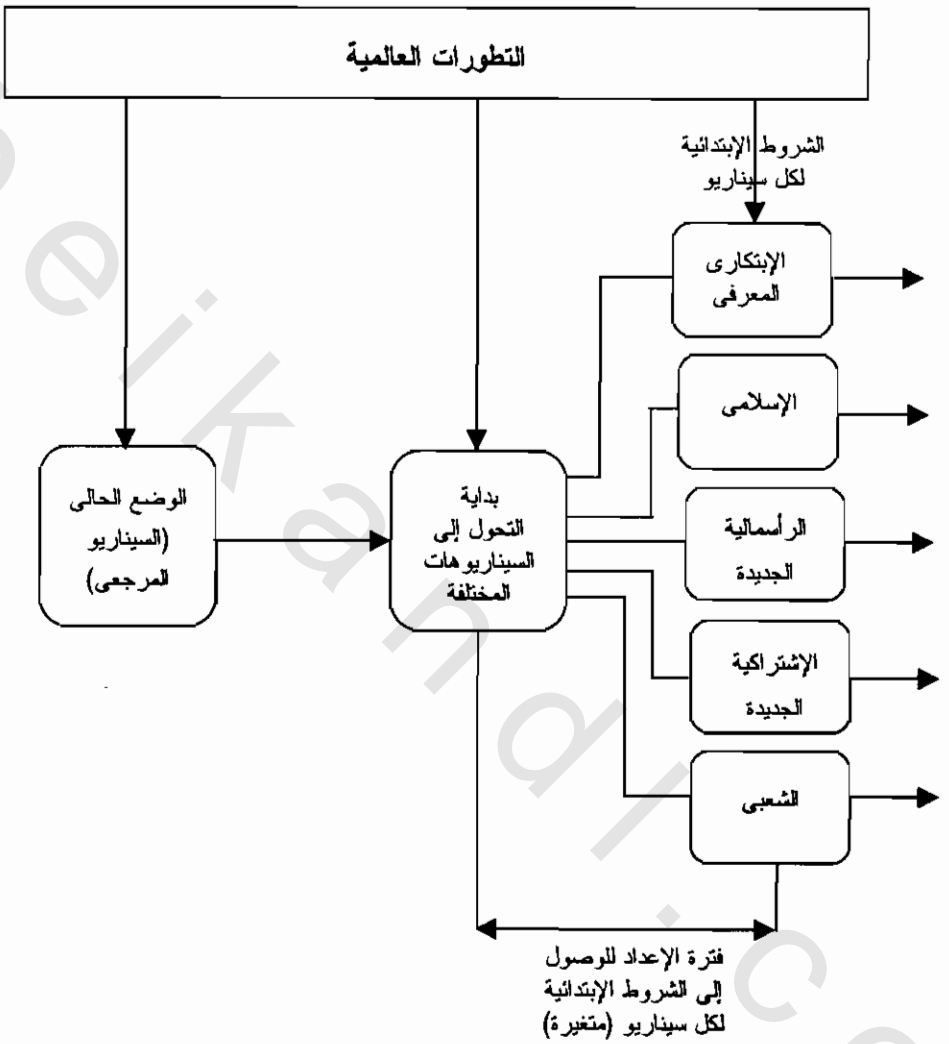
وقبل البداية فى عرض السيناريوهات المختلفة يجب توضيح بعض النقـــاط الأساسية:

(١)إن كل سيناريو يمثل فى الحقيقة طيفاً من السيناريوهات الفرعيـــة وتتحـــدد خصائص كل سيناريو فرعى عن طريق عدد من البارامترات أو المتغيرات التى قد تأخذ قيماً متصلة أو ثنائية أو غائمة (Fuzzy). والتقييم النهائى لكـــل من السيناريوهات الفرعية سيعتمد علـــى مـــدى معرفـــة كـــل مـــن هـــذه البارامترات أو المتغيرات ومدى مصداقية البيانات والمعلومات والمعـــارف المتاحة عنها. ولتبسيط الأمور يمكن اختيار عدد قليل مـــن البـــارامترت أو المتغيرات الحاكمة لكل سيناريو. وإذا أمكن تقليل ذلك إلى متغـــير واحـــد فسيكون ذلك خطوة هامة على طريق التبسيط. ومن خلال هـــذا المتغـــير يمكن تقسيم طيف السيناريوهات الفرعية إلى ثلاثة أجـــزاء أحدهـــا يمثـــل السيناريو الوسطى والآخران يمثلان الحدود الدنيا والعظمى لهذا المتغـــير. ويمكن دراسة تأثير الدرجات اللونية المختلفة للمتغير فى الحـــالات التـــى يكون تأثير ذلك واضحاً فيها.

(٢) بالنسبة للشروط الابتدائية لكل سيناريو فإن تحقيقها سيستغرق بعض الوقت بدءاً من نقطة التحول من السيناريو المرجعى إلى أحد السيناريوهات الأخرى كما يوضحه الشكل رقم (٤). وستختلف فترة الإعداد للشروط الابتدائية تبعاً لما أنجزه السيناريو المرجعى بالنسبة لتوجهات كل سيناريو والتطورات العالمية ونظرة كل سيناريو لما تم إنجازه. ونظراً لتعقد المنظومات المختلفة التى يتم معالجتها سواء فى مجال العلم والتكنولوجيا أو غيرها من المجالات فإن سلوكها يتأثر بشكل كبير بالتغيرات الطفيفة فى الأوضاع الابتدائية لكل سيناريو، وذلك حسب نظرية "الشواش" (Chaos theory) بالنسبة للمنظومات المعقدة (Complex Systems).

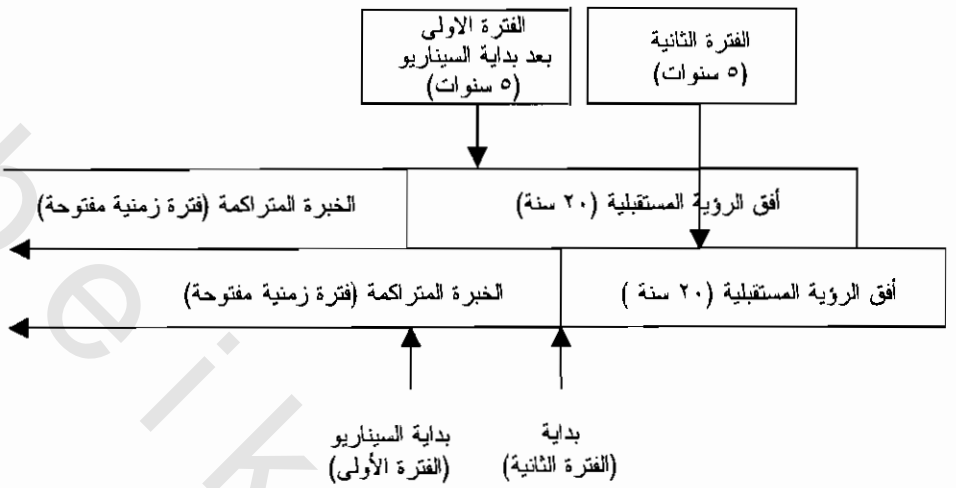
(٣) يجب عند تحديد النظرة الحالية إعمال آليات التبصر (Foresight) والتى تأخذ فى الاعتبار كلاً من أفق النظرة المستقبلية (على سبيل المثال ٢٠ سنة) وكذلك الخبرة المتراكمة فى الماضى. هذا بالإضافة إلى إعادة النظر (كل ٥ سنوات على سبيل المثال) فى ذلك بالنسبة لأفق النظرة المستقبلية الجديدة (والتى تكون أيضاً ٢٠ سنة) كما يوضح الشكل رقم (٥).

الشكل رقم (٤) كيفية الوصول إلى الشروط الابتدائية لكل سيناريو



obeikandi.com

الشكل رقم (٥) تحديد النظرة الحالية من خلال أفق الرؤية المستقبلية والخبرة المتراكمة



السيناريو الابتكارى (١) : الدولة الإسلامية

المحور الثانى: نهج اتخاذ القرارات وإدارة شئون المجتمع والدولة

إن تكنولوجيا المعلومات تتيح مجموعة من الأدوات التى تساعد فى اتخاذ القرارات على جميع المستويات. ولا يوجد نمط واحد من الدولة الإسلامية بل هناك طيف واسع من الأنماط سيقوم كل منها بتشكيل المعلومات والمعارف التى ستساعده فى اتخاذ القرارات. وكلما اعتمد النمط المستخدم على الخبرة الموضوعية سيزداد اعتماده على المعلومات والمعارف وإعماله لمبدأ الشفافية فى تحديد مدى مصداقية المعلومات وإتاحتها على الشبكات لتكون فى متناول متخذى القرارات. وحتى فى حالة تولى أهل الثقة المراكز القيادية المختلفة فإنه من المحتم أنهم سيلجأون إلى توثيق قراراتهم مما سيجعلهم يهتمون بهذه

التكنولوجيا الفعالة التى لا يمكن لأى فرد أو جماعة أن تستغنى عنها فى ظل تطورات ستفرض نفسها على الجميع على اختلاف توجهاتهم وآرائهم.

كما أن إدارة شئون المجتمع والدولة فى ظل هذا السيناريو، والتى قد تتجه بشكل أكبر للنظم المركزية، سيضطرها إلى الاهتمام بهذه التكنولوجيا. ومن المحتمل نتيجة لبعض القيود الدولية التى قد تفرض على هذا النظام أن يلجأ إلى الاعتماد على الخبرات المحلية التى ستتواجد فى ذلك الوقت. ولكن يجب الاعتراف بصعوبة ذلك بدون إنشاء شراكات وتعاون مع بعض الدول الأخرى ذات الأنظمة القريبة من هذا النظام.

ويمكن تقسيم طيف الدولة الإسلامية إلى ثلاثة أقسام تحكمها تيارات مختلفة وهى: التيار الإسلامى المتنور، التيار الإسلامى المتوسط، والتيار الإسلامى المتشدد. ويجب ملاحظة أن الأكثر احتمالا فى الحدوث هو التيار الإسلامى المتوسط. أما بالنسبة للتيارين الآخرين فاحتمال حدوثهما أقل ويتوقف ذلك على التغيرات العالمية ومدى نجاح التجارب المختلفة التى تحدث حالياً على هذا الصعيد. وبوجه عام ستكون هناك قيود دولية على أى من هذه التيارات فيما يتعلق بالشراكة العلمية والتكنولوجية ولكن ستكون بدرجات متفاوتة حسب تفسير المجتمع الدولى لنوايا هذه التيارات والتى يمكن ألا تكون تفسيرات موضوعية حسب طبيعة التجمعات الدولية.

المحور الثالث : البحث العلمى والتطوير التكنولوجى

إن نظرة التيار المتنور لموضوع البحث والتطوير التكنولوجى ستكون الأفضل، خصوصاً إذا أعمل آليات التبصر وأخذ فى الاعتبار الوضع المستقبلى بدون إهمال للجوانب المضيئة فى التراث العلمى الإسلامى. وبوجه عام ستشترك التيارات المختلفة فى أهمية الاعتماد على النفس، ولكنها بالطبع ستكون

فى أمس الحاجة للتعاون الدولى واستكمال أوجه النقص فى بعض المجالات. وقد تلجأ بعض التيارات إلى فرض قيود صارمة على الاتصال بشبكات المعلومات الدولية مثل (الإنترنت) وبعض قنوات الاتصالات الإعلامية عن طريق الأقمار الصناعية. ولكن هناك مجتمعات متعددة فى الوقت الحالى تفرض هذه القيود مثل سنغافورة وألمانيا لأسباب مختلفة. ويحتمل أن تكون أولويات البحث والتطوير التكنولوجى مختلفة فى هذه الحالة، حيث سيتم التركيز على البحوث العسكرية والزراعية. ومن الممكن أن تحظى أبحاث الفضاء التى تدعم القوة العسكرية والبحوث النووية وغيرها بدعم أكبر على حساب البحوث الطبية مثلاً. وقد يسعى التيار المتشدد إلى فرض قيود على بعض مجالات البحوث مثل الهندسة الحيوية وتكنولوجيا المعلومات. كما يحتمل أن يقل عدد المتخصصين فى هذه المجالات نتيجة لهجرة بعض العقول التى لن تجد هذا المحيط مناسباً لها فى مجالات البحث والتطوير.

المحور الرابع : البشر والتعليم والتعلم والتدريب

على الرغم من أن هذا المحور يدخل فى إطار مجموعات أخرى فى مشروع مصر ٢٠٢٠ إلا أن التطوير العلمى والتكنولوجى لن ينهض بصورة فعلية إلا إذا أخذ هذا المحور حقه من الرعاية بالنسبة للسيناريوهات المختلفة. إن العنصر البشرى هو أساس كل تقدم وإذا لم تتم دراسته بصورة موضوعية مجردة لمعرفة مواطن الضعف والقوة فيه، فلن تتم النتيجة بالصورة المرجوة. وفى ظل هذا السيناريو قد تكون هناك اختلافات جوهرية بين منظور التيار المتنور والتيار المتوسط من ناحية والتيار المتشدد من ناحية أخرى، وعلى الأخص بالنسبة للتنمية البشرية والتعليم. وهناك مجتمعات مثل اليابان اعتمدت على العنصر البشرى والتعليم فى إرساء دعائم تقدمها المذهل. ولكن دراسة

تجارب المجتمعات المختلفة بالإضافة إلى دراسة النماذج المضيئة فى التاريخ الإسلامى يمكن أن تتم بالنسبة للتيار المتنور والتيار المتوسط فقط، ولكن التيار المتشدد يمكن أن يركز فقط على نظرة سلفية ضيقة، ومن الممكن أن يهمل ما تم تجميعه فى الغرب من مخطوطات التاريخ الإسلامى والتى أولوها عناية كبيرة واستفادوا منها بشكل كبير على الرغم من أن تفسيراتهم قد تكون قاصرة أو مغرضة بالنسبة لبعض الوجوه. ويمكن التنويه هنا بأن احتمال وصول التيار المتشدد إلى الحكم فى ظل ثورة المعلومات والاتصالات قد تكون ضعيفة. هذا بالإضافة إلى أن نظرة العالم الخارجى بالنسبة لأى توجهات إسلامية قد تكون عدائية بغض النظر عن طبيعة هذه التوجهات، وعلى الأخص فى ظل كتابات فى الغرب تتوقع صدام الحضارات وقد تثير بعض الأزمات المفتعلة فى هذه الحالة.

وبالنسبة للتعلم والتدريب فقد أخذ يحظى بأهمية كبيرة فى ظل التطور التكنولوجى، وعلى الأخص فى مجال شبكات المعلومات وعلى الأخص موضوعات التعليم والتعلم عن بعد والتعلم مدى الحياة وغيرها من الأنماط الجديدة التى أتاحتها ثورة الحاسبات والمعلومات.

المحور الخامس : أداء وتنافسية الاقتصاد والسياسات الاقتصادية

تؤثر التكنولوجيا المتقدمة فى النظريات الاقتصادية وأدت إلى ما يسمى الآن بالاقتصاد المعرفى والذى اتسم أيضاً بالحساسية الشديدة للتغيرات المختلفة وأصبحت تحكمه نظريات التغذية المرتدة الموجبة Positive feedback، مما يعمل على تأخير الوصول إلى مرحلة الاستقرار والتى كانت السمة الغالبة فى الأوضاع الاقتصادية السابقة. ولذلك فقد سماه البعض "الاقتصاد الخالى من الاحتكاك" (Friction-free economy) نظراً لحساسيته الشديدة وعدم استقرار

سلوكه تبعاً لذلك. ويجب أن تشتمل المنظومة الاقتصادية على الأبعاد الإنتاجية المختلفة سواء أكانت خدمات أم إنتاج صناعى أو زراعى أم غيرها. كذلك يجب أن تؤخذ فى الاعتبار الأبعاد الاجتماعية والسياسة والثقافية الخاصة بالمجتمع المصرى مع عدم إغفال تأثير المشاركة فى التجمعات الإقليمية والعالمية المختلفة. ويجب التركيز على الإنتاج الفعلى والبعد عن المضاربات المالية بصورها وتسمياتها المختلفة خصوصاً وان هذه الاتجاهات، حتى على المستوى العالمى، قد تعمل على زعزعة أو تقويض الاقتصاد بشكل عام. لذلك فإن النموذج الاقتصادى والذى سيحدد السياسات الاقتصادية قد يكون معقداً بصورة كبيرة ويتطلب وضع منهجية علمية موضوعية واضحة بعيدة عن الشعارات.

وهناك احتمال بسيط بالنسبة للتيار المتنور فى السيناريو الإسلامى أن يستوعب هذه المتغيرات ويعتمد عليها فى تحديد سياسته، خصوصاً أن هذه النقطة ستشكل صعوبة كبيرة بالنسبة لجميع السيناريوهات. ويمكن أن تحظى هذه النقطة بدراسة أشمل بالنسبة للمجموعات البحثية فى مشروع مصر ٢٠٢٠ والتى تركز على النواحى الاقتصادية.

السيناريو الابتكارى (٢) : الرأسمالية الجديدة

المحور الثانى : نهج اتخاذ القرارات وإدارة شئون المجتمع والدولة

يشتمل هذا السيناريو أيضاً على طيف من السيناريوهات وعلى الأخص نظراً لأن مفهوم النظام الرأسمالى يتغير باستمرار، إضافة إلى الخلط بينها وبين النظم فى الدول الغربية أو بينها وبين الديموقراطية. لذلك فإن دراسة هذه النظم الموجودة حالياً يعتبر شرطاً أساسياً لفهم المكونات الرئيسية لهذه النظم، وعلى الأخص دور الحكومة أو الدولة فى الإطار الرأسمالى، لاسيما بالنسبة للدعم العلمى والتكنولوجى ومنهجية اتخاذ القرارات واستخدام التكنولوجيا المتطورة

لإدارة شئون المجتمع والدولة. ونهج اتخاذ القرارات فى الوقت الحالى وعلى المستوى القومى فى الدول المختلفة يعتمد على المؤسسات سواء أكانت حكومية أم أهلية أم خاصة، إضافة إلى المؤسسات التشريعية. ويعطى ذلك قدراً مما يسمى ديمقراطية المشاركة (Participatory Democracy) بالنسبة لأنظمة تعتمد أساساً على الديمقراطية النيابية. كما تكثر فى بعض الأنظمة الرأسمالية استطلاعات الرأى التى تقوم بها المؤسسات المختلفة. وقد أبتدأ استخدام شبكات المعلومات وعلى الأخص شبكة الإنترنت للمساعدة فى ذلك. وتعطى نتائج هذه الاستطلاعات مؤشرات هامة لمتخذى القرار. كما تلجأ بعض الدول إلى الاستفتاء العام المباشر بالنسبة لبعض الموضوعات الهامة. وعلى الرغم من الدعم الكبير الذى تعطيه التكنولوجيا المتقدمة لهذه الاستطلاعات والاستفتاءات، إلا أن تحليلها والنتائج التى يتم الحصول عليها يجب أن تؤخذ بحذر شديد لإمكانية توجيهها نحو ناحية معينة أو تأثير أجهزة الإعلام المختلفة أو غيرها. وفى هذه الحالات فإن دور الجمعيات الأهلية يمكن أن يعمل على تنوير الجماهير، مثل ما يحدث على سبيل المثال فى مناقشة المشاكل البيئية المختلفة.

المحور الثالث : البحث العلمى والتطوير التكنولوجى

إن وضع البحث العلمى والتطوير التكنولوجى فى هذا السيناريو يختلف حسب الإطار العام للنظام الرأسمالى الذى تم اختياره. ففى ناحية من هذا الطيف نجد إن التوجه العام هو الاعتماد على القطاع الخاص أساساً فى دعم البحث العلمى والتطوير التكنولوجى وتقليص دور الدولة فى هذا الدعم. هذا بالإضافة إلى أن نوعية القطاع الخاص فى هذه الحالة قد تعتمد أساساً على الشركات والتجمعات الكبيرة مع عدم دعم الشركات الصغيرة والمتوسطة. ولذلك قد تركز الشركات الكبيرة على العائد السريع والدخول فى تحالفات تجارية أساساً، تهمل

المكون العلمى والتكنولوجى، وبالتالى لن تستطيع المنافسة فى ظل التطور التكنولوجى الهائل والمبنى أساساً على البحث العلمى بشقيه التطبيقى والأساسى.

على الجانب الآخر من هذا الطيف يمكن أن تنشأ توجهات رأسمالية تأخذ فى حسابها التجارب المختلفة فى هذا الشأن وتدرس الأنظمة المختلفة بصورة موضوعية تجعلها تصل إلى توازن ديناميكى بين دور الدولة والقطاع الخاص والمؤسسات المختلفة القائمة فى مجال البحث العلمى والتطوير التكنولوجى. ودور الدولة فى دعم البحث العلمى معروف فى الكثير من النظم الرأسمالية. ففى الولايات المتحدة الأمريكية هناك ما يسمى بالمعامل القومية ومؤسسة العلوم القومية ، بالإضافة طبعاً إلى دعم المشروعات القومية من مشروعات الفضاء والطاقة والبيئة وغيرها. وفى اليابان توجد مشروعات قومية تدعمها أساساً وزارة التجارة الدولية والصناعة "Ministry of International Trade and Industry " (MITI) بالإضافة إلى مؤسسات حكومية أخرى. وبالنسبة لدعم الشركات الصغيرة والمتوسطة توجد فى هذه المجتمعات آليات متعددة لدعم هذه الشركات نتجت عن الخبرة الطويلة فى هذا المجال. وتوجد آليات أخرى فى الدول حديثة العهد بالتصنيع فى جنوب شرق آسيا وغيرها من خلال إقامة الحضانات والمدن العلمية والتكنولوجية. وهذا الاتجاه أفضل من الاتجاه الأول خصوصاً إذا تم فى إطار سياسى اجتماعى ثقافى يسمح بالتعددية الفكرية والحزبية ويشجع المجتمع المدنى على أداء دوره لأن ذلك سيسمح بوجود توجهات أخرى فى ثنايا هذا النظام سواء كانت توجهات اشتراكية أو غيرها تتيح توازناً ديناميكياً بناءً. ويلاحظ أن بعض الدول الأوروبية تأخذ بهذا النظام.

المحور الرابع : البشر والتعلم والتدريب

إن موضوع التنمية البشرية سيكون التحدى الأساسى الذى يواجه النظم المختلفة فى جميع السيناريوهات. وفى عصر المعلومات والمعرفة ظهر نوع جديد من الفقر يسمى الفقر المعلوماتى والمعرفى، بالإضافة إلى الفقر المادى، وبالطبع فكلاهما يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالآخر. وهذا الوضع لا ينطبق فقط على الدول المتخلفة أو النامية، وإنما يظهر أيضاً فى بعض الدول الرأسمالية المتقدمة مثل الولايات المتحدة الأمريكية. لذلك فقد أصبحت الفجوة كبيرة وتزداد باستمرار بين من يعرف ومن لا يعرف، وبين من يملك ومن لا يملك. ومما يزيد الأمر صعوبة وجود معايير مزدوجة فى قياس الفقر المادى. ففى حين يصدر البنك الدولى إحصائياته على أساس أن عتبة الفقر فى الدول المتخلفة والنامية هى دولار واحد فى اليوم، نجد أن الولايات المتحدة الأمريكية تصدر إحصائياتها على أساس أن عتبة الفقر هى ١١ دولار يومياً، وذلك على الرغم من أن تكلفة المعيشة فيها قد تكون أقل من مثيلتها فى الدول المتخلفة (يمكن الرجوع فى ذلك إلى كتاب "**عولمة الفقر**" الذى ألفه (ميشيل تشو سودوفيسكى) أستاذ الاقتصاد بجامعة أوتاوا بكندا، والذى صدر عن مؤسسة سطور عام ٢٠٠٠). لذلك فإن هذا السيناريو بجميع تكويناته قد يجد صعوبة بالغة فى التصدى لموضوع التنمية البشرية بصورة موضوعية مناسبة.

أما بالنسبة لموضوع التعليم سيكون هناك اتجاهان رئيسيان فى ظل هذا السيناريو. الاتجاه الأول سيركز على زيادة حجم التعليم الخاص مع تقليص التعليم العام وعدم الاهتمام به، مع جعل التعليم بأنواعه المختلفة مشروعات تجارية هدفها الأساسى هو الربح. أما الاتجاه الثانى ــ وهو الأكثر عقلانية ــ فسيوجد نوعاً من التوازن بين أنماط التعليم المختلفة. فبالنسبة للتعليم الأساسى يمكن رفع مستواه مع بقائه فى متناول جميع الفئات حتى لو لم يكن مجانياً

بالكامل مع وجود نسبة من مدارس القطاع الخاص الخاضعة لضوابط صارمة بحيث تصل إلى مستوى متميز. هذا بالإضافة إلى دعم الدولة أيضاً لمراكز تميز تعليمى ترعى الموهوبين بغض النظر عن قدراتهم المالية أو مستوياتهم الاجتماعية. ويمكن فى ظل هذا الاتجاه أن تتم إعادة النظر فى النوعيات المختلفة من التعليم مثل التعليم العام والفنى فى ضوء التطورات التكنولوجية الكبيرة.

أما بالنسبة للتعلم والتدريب فقد يتطلب تطوير الإنتاج اهتماماً خاصاً بهذه الناحية. ويمكن لذلك أن تتم عن طريق القطاع الخاص أساساً مع الاستفادة من الإمكانيات التكنولوجية الهائلة المتوفرة، على الأخص تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

المحور الخامس : أداء وتنافسية الاقتصاد والسياسات الاقتصادية

إن مجال الاقتصاد هو أكثر المجالات تأثراً بالتقدم العلمى والتكنولوجى. وقد يهتم هذا السيناريو بالتطورات التى حدثت فى النظريات الاقتصادية والتى تتطلب فهماً عميقاً للتغيرات التى حدثت فى هذه المفاهيم كما أشرنا إلى ذلك من قبل. كما أن أنماط الإنتاج والتوسع فى صناعة الخدمات وظهور التجارة الإلكترونية وكذلك التجمعات الدولية المختلفة والدور المتزايد للشركات متعددة أو متعدية الجنسيات يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند وضع السياسات الاقتصادية أو تقييم الأنظمة الاقتصادية المختلفة.

وقد يتحمس هذا السيناريو للتغيرات العالمية التى حدثت وظهور منظمة التجارة العالمية والقواعد الجديدة التى فرضتها هذه المنظمة وغيرها. ولكن من المتوقع أن يأخذ هذا السيناريو أيضاً جانب الحذر فى إظهار تحمسه هذا نظراً للمعارضة الشديدة الحالية لممارسات هذه المنظمات. وقد نتجت أشرس

المعارضات فى الدول الرأسمالية المتقدمة فى حين أن الدول المتخلفة والمغلوبة على أمرها قد استسلمت لقدرها ولم تظهر حتى الآن أية معارضة ملموسة. ولذلك فإنه فى ظل هذا السيناريو سيتم دعم هذه المنظمات والالتزام بقوانينها ولكن مع قدر من الترقب والحذر.

السيناريو الابتكارى (٣) : الاشتراكية الجديدة

المحور الثانى : نهج اتخاذ القرارات وإدارة شئون المجتمع والدولة

هناك احتمال كبير فى أن تصل النخب الحاكمة المقتنعة بهذا السيناريو إلى الحكم عن طريق التعددية الحزبية المعمول بها حالياً. ولذلك يجب أن تلتزم ببرامجها التى أتت بها إلى الحكم. وهناك اتجاهان رئيسيان فى هذا السيناريو.

الاتجاه الأول سيتأثر بالأفكار الاشتراكية الموجودة فى بعض الدول الغربية الحالية بما تحتويه فى ثناياها من تكوينات رأسمالية. ولكن القوى المؤثرة فى اتخاذ القرارات والشرائح الاجتماعية التى تشتمل عليها تختلف عن تلك الموجودة فى السيناريو الإسلامى أو الرأسمالى. كما أن النزعة المركزية ستكون لها الغلبة فى هذا الإطار. هذا إضافة إلى أن هذا السيناريو سيعتمد أيضاً على الطرق العلمية فى التخطيط وسيستفيد من التقدم التكنولوجى المتاح شأنه فى ذلك شأن السيناريوهات الأخرى.

أما الاتجاه الثانى فقد يتأثر بالنظم الاشتراكية التى كانت سائدة فى المعسكر الاشتراكى السابق قبل انهيار كثير من النظم الشمولية. ومازالت هذه الأنظمة سائدة حتى الآن، ولكن مع تغيرات جذرية فى توجهاتها. والمثل البارز فى ذلك هو الصين. وعلى الرغم من اختلاف الظروف فى مصر عنها فى تلك الدول،

قد يجد هذا الاتجاه فى النجاح الذى قد تحققه تلك المجتمعات عاملاً مشجعاً على اقتباس بعض الأفكار من هذه الأنظمة.

المحور الثالث : البحث العلمى والتطوير التكنولوجى

فى ظل هذا السيناريو وبالنسبة لكل الاتجاهات سيكون دور الدولة كبيراً بالنسبة للتخطيط للبحث العلمى والتطوير التكنولوجى. وستعطى أولوية أكبر بالنسبة للمشروعات القومية والمشروعات الخاصة بالأمن القومى. ولكن لن يلغى دور القطاع الخاص تماماً بل سيتم دعم الشركات الصغيرة والمتوسطة. ولكى يمكن لهذه الشركات أن تساهم بشكل فعال، سيتم تحديد دور أكبر للحضانات العلمية والتكنولوجية، والتى يمكن أن تتكون من تجمع يضم البنوك والجامعات وبعض مراكز البحث العلمى.

المحور الرابع : البشر والتعليم والتعلم والتدريب

سيكون مجال التنمية البشرية أحد الاهتمامات الرئيسية للدولة فى ظل هذا السيناريو. وسيتم ربط هذه التنمية وتوجيهها لخدمة الأهداف التنموية الأخرى. وقد يشتمل البرنامج على إعادة تأهيل الكوادر المختلفة حتى يمكنها أن تتواكب مع التطورات العلمية والتكنولوجية الكبيرة. ويمكن أن يرتبط ذلك بأنماط التعلم الذاتى المختلفة والتى يمكن أن يساهم فيها القطاع الخاص ذو الحجم الصغير نسبياً فيما يتعلق بالتدريب.

أما بالنسبة لمجال التعليم فسيشكل ذلك تحدياً كبيراً فى ظل هذا السيناريو، لأنه من المتوقع أن يتم التوسع فى مجانية التعليم. ولكن إذا كانت مجانية حقيقية تأخذ فى الاعتبار الأبعاد المختلفة للعملية التعليمية بالنسبة للأهداف والمدرسة والمعلم والتلميذ والتركيز على الشق الخاص بالتربية وغرس الانتماء وتغيير

obeikandi.com

السلوكيات المختلفة، فإن ذلك سيتطلب اعتمادات مادية كبيرة. ولذلك فقد يتم فى هذا السيناريو الوصول إلى ذلك على عدة مراحل. وسيتطلب ذلك اقتناعاً من جانب الأفراد ومشاركة فعالة منهم فى ذلك. ومن الممكن إذا اقتنع ذلك السيناريو بأهمية مشاركة الجمعيات الأهلية فى ذلك، فقد تكون تلك خطوة إيجابية فى هذا الشأن.

المحور الخامس : أداء وتنافسية الاقتصاد والسياسات الاقتصادية

هناك ثوابت عامة فى النظريات الاقتصادية السائدة يفرضها التقدم العلمى والتكنولوجى. لذلك فإن طبيعة الاقتصاد المعرفى ستفرض نفسها أيضاً على هذا السيناريو، بالإضافة إلى ضرورة الاهتمام بالنماذج الاقتصادية التى تأخذ فى الاعتبار الجوانب العلمية والتكنولوجية والاجتماعية والسياسية والثقافية وغيرها.

ولكن من الممكن فى ظل هذا السيناريو أن يتم اتخاذ موقف محدد من الاحتكارات العالمية وهيمنة الشركات المتعددة الجنسيات ومنظمة التجارة العالمية والبنك الدولى وصندوق النقد الدولى وذلك بهدف كبح جماح بعض الممارسات المجحفة بالنسبة لهذه المؤسسات. ونجاح ذلك سيتوقف على مدى الوصول إلى الكتلة الحرجة من الدول والتجمعات الدولية التى تقتنع بذلك.

كما أن السياسات الاقتصادية فى هذا السيناريو قد تعمل على تدعيم الإنتاج المادى أو قطاع الخدمات الذى يساند قطاعات كبيرة من المجتمع ويحد من المضاربات المالية والدخول الطفيلية التى تعمل على فساد المجتمع. ونجاحه أيضاً فى هذا الصدد مرهون بمدى نجاحه فى عرض برنامجه الاقتصادى بشكل واضح وصريح بحيث يحظى بتأييد القطاعات المؤثرة فى المجتمع.

السيناريو الشعبى : التآزر الاجتماعى

يعتبر هذا السيناريو توليفة من الاتجاهات المختلفة تحظى بدعم وتأييد من معظم شرائح الشعب. لذلك فهو يرتكز على أفكار تكون معظمها موجودة فى السيناريوهات السابقة بدرجات مختلفة. ولذلك فهو يعتبر شبيهاً بالسيناريو المقترح والذى أسميناه السيناريو الابتكارى المعرفى، وهى تسمية موضوعية مجردة لا ترتكز على أية مسميات سابقة نظراً لأن معظم مسميات السيناريوهات قد علقت بها شوائب مختلفة على مر العقود السابقة مما قد يجعلها غير مقبولة لقطاعات أو شرائح مختلفة من المجتمع.

رقم الإيداع : ٢٠٠٤ / ٧٧١٠
ISBN : 977 - 281 - 253 - 3

عربية للطباعة والنشر
١٠٧ شارع السلام أرض اللواء المهندسين - تليفون : ٣٢٥٦٠٩٨ - ٣٢٥١٠٤٣

obeikandl.com