الفصل الثانى

البيئة العالمية والمحلية وتأثيراتها على منظومة العلم والتكنولوجيا

نظرا للأهمية الخاصة بإرتباطات وتفاعلية منظومة العلم والتكنولوجيا الوطنية بالبيئتين العالمية والمحلية وتعاظم تأثيرها تحت الظروف العالمية المعاصرة وإتجاهاتها المستقبلية على أداء المنظومة وفاعليتها، فقد أفردنا هذا الفصل لمعالجة هذا الموضوع بشيء من التفصيل.

أولا: البيئة العالمية

يشهد العالم فى الوقت الحاضر تحولات سياسية وإقتصادية وإجتماعية سريعة الخطى، وسوف نركز هنا على أهم التحولات والعوامل التى تؤثر حاليا أو يمكن أن تؤثر مستقبلا على منظومات العلم والتكنولوجيا الوطنية.

١. تزايد أهمية بعض مجالات العلم والتكنولوجيا فى التنافس الإقتصادي المحموم بين الدول على الأسواق، وتشمل أهم هذه المجالات:

* الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية.
* تكنولوجيات الطاقات الجديدة والمتجددة والإندماج النووى.
* الإلكترونيات والمعلوماتية.
* تكنولوجيات التحويل الصناعي الأكثر تقدما.

* المواد الجديدة.
* التكنولوجيا الصغروية (النانوتكنولوجي)
* التكنولوجيات الصحراوية والبحرية.
* التكنولوجيات البيئية.
* تكنولوجيات الفضاء.

وهناك فى الوقت الحاضر عديد من الدراسات المستقبلية عن أهم التكنولوجيات التى ستلعب دورا فى الفترة القادمة. وفى دراسة نشرت فى سبتمبر ١٩٩٥ تنبأ دوجلاس إيه أولسن[٦] على سبيل المثال بأن التكنولوجيات العشر الآتية من المنتظر أن تحتل قمة التكنولوجيات الجديدة لو توفرت الظروف لذلك وخاصة الأسواق. وهذه التكنولوجيات هى:

***عمل الخرائط الجينية Genetic Mapping**

وفى الوقت الحاضر تقوم هيئات بحثية عديدة بتنفيذ مشروع "الجينوم البشري" (Human Genome)، وفى حالة نجاح هذا المشروع وغيره من مشروعات الخرائط الجينية للكائنات النباتية والحيوانية ستحدث ثورة فى علاج كثير من الأمراض خلال السنوات العشر القادمة وكذلك فى زيادة وتحسين الإنتاج النباتي والحيواني.

*** المواد فائقة المواصفات (السوبر) Super Materials**

خلال عشر سنوات سيصبح من الممكن التحكم فى جزيئات أي مادة وجعلها أقل كثافة أو أكبر قوة أو أكثر قابلية للتشكل حسب الحاجة. وسوف يمكن عن طريق التحكم فى الجزيئات التوصل إلى مواد جديدة ذات صفات أداء فائقة يمكن إستخدامها فى صناعات وسائل النقل، والكمبيوتر، والطاقة والإتصالات وغير ذلك. ولما كان عدد الجزيئات الكيميائية لانهائيا، أمكننا تصور إمكانات هذه التكنولوجيا فى جميع مجالات الحياة.

---

[٦] Douglas E.Oleson, in Exploring Your Future, Living Learning, and Working in the Information Age, World Future Society, Bethesda, Maryland, USA, p. 71, 1996

*** مصادر طاقة عالية الكثافة High-Density Energy Sources**

سوف يحدث تطور مدهش فى الإلكترونيات على شريطة أن نجد طرق سهلة للسيطرة على الطاقة المستخدمة فيها. ومن المتوقع تطوير بطاريات يمكن أن يحملها الإنسان تعطيه الطاقة المطلوبة فى الوقت والمكان المناسب. وسوف يصبح من أهم إستخدامات هذه البطاريات إستخدامها فى السيارات الكهربائية والأجهزة الإلكترونية.

*** التليفزيون الرقمى ذى الصور الواضحة Digital High-Definition Television**

وسوف يكون هذا النوع من أجهزة التليفزيون هو الأكثر رواجا فى الفترة القادمة حيث يعطي صورا تماثل تلك الموجودة فى السينما. كما أنه من المنتظر أن تصبح شاشته رفيعة جدا يمكن تعليقها على الحائط كأنها صورة حائط (وقد حدث هذا بالفعل).

*** التصغير Miniaturization**

سوف يصبح من الممكن خلال عقد من الآن الحصول على جهاز كمبيوتر فى حجم حاسب الجيب بإمكانك أن تستخدمه كفاكس، تليفون، ومصدر معلومات للأخبار أو الإستعلام عن أسعار البورصة، وكذلك الحصول على كمية معلومات تفوق تلك الموجودة فى مكتبة خاصة (وقد حدث هذا بالفعل على شكل هاتف محمول).

*** منتجات وخدمات ضد الشيخوخة Antiaging Products and Services**

لما كان من غير الممكن منع الشيخوخة كلية، تبذل المحاولات الآن لإختراع مواد وأجهزة تجعلها أخف وطأة ومن هذه المواد أنواع من الكريمات وغيرها.

*** وسائل التعليم والتسلية الآنية Edutainment**

وذلك بدمج المقررات المدرسية مع مواد التسلية لإستخدامها فى المدارس والمنازل وأماكن العمل (وقد بدأ بالفعل إنتشارها).

*** العلاجات الطبية Medical Treatments**

سوف تظهر قريبا وسائل مبتكرة ذات فعالية كبيرة للكشف عن الأمراض وعلاجها.

*** المركبات التى تسير بنوعين من الوقود Hybrid-Fuel Vehicles**

كأن تسير بالبنزين والغاز الطبيعي (وهذه متوفرة حاليا فى مصر)، أو البنزين والكحول أو البنزين والإيدروجين أو البنزين والكهرباء تبعا لتوفر الموارد ورخص أسعارها.

*** التصنيع الذكى Smart Manufacturing**

وذلك – على سبيل المثال – عن طريق ربط محلات السوبر ماركت بالمصانع مباشرة حيث يتم تصنيع المنتجات (الملابس مثلا) تبعا لمقاسات وأذواق العملاء.

٢. إتجاه الحكومات فى الدول المتقدمة إلى التركيز على البحوث العلمية فى مجالات النفع العام وخاصة البحوث الأساسية وبحوث الغذاء والزراعة، وبحوث الصحة والبيئة، وترك مجالات البحوث التى تؤدي إلى إكتشاف تكنولوجيات جديدة إلى القطاع الخاص.

٣. تعاظم دور الشركات متعدية الجنسية فى إجراء البحوث العلمية والتكنولوجية المتقدمة.

٤. نمو التعاون العلمي العالمي والإتجاه إلى زيادة وسرعة إنتشار المعارف العلمية وإمكانية الحصول عليها، وقد ساعد على ذلك:

* تعقد المشكلات التى يجابهها العالم وتحتاج الى حلول علمية مما يدعو إلى التعاون فى حلها والإستفادة من المزايا الهائلة التى يوفرها العمل الجماعي مثل إقتسام التمويل وتبادل الخبرات والتجارب وعمل التخصصات معا.
* تعاظم دور الهيئات العالمية والإقليمية العلمية وتزايد فعاليتها مثل المجلس العالمي للعلوم المعروف بإسم (إكسو ICSU) الذى يندرج تحته ٢٣ إتحادا

عالميا، وتحتوي هذه الإتحادات بدورها على مئـــات اللجـــان والتشـكيلات والبرامج، ويضم الإتحاد العالمي للعلوم أكثر من ١٦٠ دولة بين أعضـــاء أو مشاركين أو مراقبين كما يضم بعض منظمات الأمم المتحـــدة والمنظمـات الإقليمية مثل السوق الأوروبية المشتركة.

* ظهور مشكلات بيئية كوكبية (Global) تهم جميع الدول مثل تقـب الأوزون وإرتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة لحرق الوقود الحفري (بما يؤدي إلـــى ظاهرة تأثير الصوبة).

* سرعة الإتصال بين فرق العلماء والباحثين نتيجة لإستخدام وسائل الإتصـــال الحديثة مما سهل إحداث التشابك Networking بين الباحثين.

ومن الملاحظ أن هذا التعاون الدولي تقوم به أساسا الدول الصناعية الكـــبرى أما إسهام الدول النامية ومنها مصر فهو إما قليل أو شبه منعدم.

٥. زيادة الفجوة بين علماء الدول المتقدمة والدول النامية ومنـــها مصـــر. ومـن مظاهر هذا الإنقسام: إختلاف الأولويات العلمية فى الدول المتقدمة عنـــها فـــى الدول النامية.

٦. أهمية إستدامة الجهود العلمية، حيث أصبح من الضروري بناء الجسور والتفاهم بيـــن العلماء والتكنولوجيين من جهة وبين الجهات الممولة للعلم والتكنولوجيـــا من جهة أخرى سواء أكان ذلك على المستوى الدولي أو الإقليمي أو الوطنـــى، وتتمثل هذه الهيئات الممولة فى الحكومات والهيئات التشريعية التى لها ســـلطة الموافقة على الميزانيات. ولما كان كثير من المشكلات العلميـــة التـــى تواجـــه البشرية سوف تستمر فى العقود القادمة، فإنها سوف تحتاج إلى إستدامة الدعـــم المالي والسياسي خلال هذه الفترة وهو ما يتجاوز المدى الزمني للسياسيين الذين يقومون بإتخاذ القرارات ويريدون نتائج سريعة تظهر أثناء وجودهم فى السلطة.

٧. ترشيد التمويل وتحديد أولويات البحوث، يتعرض كثير من المؤسسات العلميـــة فى كل بلاد العالم لضغوط تمويلية شديدة مما أدى إلى توقف نشاط بعضـــها أو إعادة هيكلة (restructuring) بعضها الآخر وتخفيض أو إلغاء كثير من البرامج.

كما أصبح خفض إعتمادات البحث العلمي هو أحد الأهداف الأولى لخفض العجز فى ميزانيات الدول حتى الكبرى منها. وقد شمل هذا الخفض إعتمادات المعونات الخارجية للبحوث التى كانت تسهم بقدر كبير فى ميزانية البحوث فى الدول النامية ومنها مصر. وينطبق نفس الشئ على جميع منظمات الأمم المتحدة والمؤسسات والمنظمات الإقليمية.

٨. إتفاقية الملكية الفكرية، من أهم الإتفاقيات المنبثقة عن مفاوضات الجات التى سوف تؤثر على أداء مؤسسات البحث العلمي والتطوير التكنولوجي فى كل الدول بشكل مباشر هى إتفاقية "التجارة المرتبطة بحقوق الملكية الفكرية" (تربس TRIPS) "Trade Related Intellectual Property Rights".

٩. تزايد أهمية موضوع المسئولية والأخلاقيات فى أعمال العلماء، أظهرت التجارب التى مر بها المجتمع العالمي ضرورة أن يراعى العلماء مسئوليتهم تجاه شعوبهم والبشرية عامة. وقد كان لبعض الإكتشافات العلمية مثل أسلحة الدمار الشامل وكثير من الصناعات تأثيراتها السلبية على الإنسان والبيئة. ويتصل بهذا الموضوع التقدم الحادث فى مجال البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية وتأثيراتهما المحتملة على الإنسان والحيوانات والنباتات.

١٠. تزايد البطالة بين الشباب المتخصصين فى الأنشطة العلمية والتكنولوجية، نتيجة للمتغيرات الإقتصادية العالمية بدأ يظهر فى كثير من الدول الصناعية الكبرى وحتى الدول النامية ومنها مصر البطالة بين خريجي الكليات العلمية (العلوم – الهندسة – الطب – الزراعة) مما أدى الى عزوف كثير من الذين يلتحقون بالجامعات عن دراسة المواد العلمية وتفضيلهم الدراسات الإقتصادية وإدارة الأعمال ومجالات الخدمات مما سوف يؤثر بالسلب على أعداد الشباب فى المجالات العلمية والتكنولوجية مستقبلا.

١١. الإهتمام بزيادة إسهام المرأة فى الأنشطة العلمية والتكنولوجية وقد ظهر هذا الإهتمام بشكل واضح فى الدول المتقدمة صناعيا أما فى مصر فإن هذا الموضوع لا يمثل مشكلة، حيث أن نسبة المرأة بين طلبة الجامعات قد وصلت

إلى ٣٥% تقريبا وكذلك تبلغ نفس النسبة بين أعضاء هيئة البحوث فى المراكز البحثية الهامة مثل المركز القومي للبحوث.

العوامل والظروف الداخلية التى تؤثر فى منظومة العلم والتكنولوجيا الوطنية (البيئة المحلية)

١. الإستقرار السياسي والإقتصادي

إن تواجد البيئة السياسية والإقتصادية المستقرة هو عامل مهم جدا لحسن أداء منظومات العلم والتكنولوجيا الوطنية. فوجود الصراعات السياسية الداخلية والحروب الأهلية والإرهاب أو النزاعات المسلحة مع الدول المجاورة، وإن كانت قد تؤدي إلى دفعات علمية وتكنولوجية مؤقتة إلا أن كلها عوامل لا تساعد على الإستقرار السياسي أو الإقتصادي وبالتالي على إستقرار منظومة العلم والتكنولوجيا. ويكفي أن نشير فى هذا الصدد إلى حال الدول الأفريقية فى منطقة البحيرات أو القرن الأفريقي مثلا وكيف أنه من المستحيل حاليا أن تنشأ فى هذه الدول منظومات وطنية للعلم والتكنولوجيا، وحتى على إفتراض نشأتها فإنها لا يتوقع لها أن تعمل بفاعلية.

ومن الأمثلة ذات الدلالة فى هذا الصدد أيضا هو حالة منظومة العلم والتكنولوجيا فى الإتحاد السوفيتي السابق التى كانت مزدهرة ثم تأثرت تأثرا شديدا بحالة عدم الإستقرار السياسي والإقتصادي التى أصابت كومنولث الدول المستقلة ودول الإتحاد الروسي على الأخص.

كما تتأثر منظومة العلم والتكنولوجيا بحدوث الأزمات الإقتصادية كما حدث مؤخرا فى دول جنوب شرق أسيا حيث أثرت الأزمة المالية تأثيرا سلبيا على أوضاع منظومات العلم والتكنولوجيا بهذه البلاد، لأن مؤسسات العلم والتكنولوجيا هى أول ما يتأثر بخفض الميزانيات فى الأزمات الإقتصادية.

٢. حجم الدولة ومكانتها الإقليمية والعالمية

كقاعدة عامة كلما كبر حجم الدولة وإزدادت مكانتها العالمية والإقليمية، كلما زادت حاجتها إلى منظومة ذات كفاءة عالية للعلم والتكنولوجيا. ويكفي في هذا المجال أن نشير إلى المكانة العالية إلى تحتلها الدول الصناعية الكبرى فى مجال العلم والتكنولوجيا. ففي عام ١٩٩٤ مثلا كانت ٣٧,٩% من أنشطة العلم والتكنولوجيا تجري فى الولايات المتحدة، ٢٨% فى الإتحاد الأوروبي، ١٨,٦% فى اليابان والدول حديثة التصنيع.

وتحاول الدول الكبرى وخاصة الولايات المتحدة الأمريكية - وهى دولة القطب الواحد حاليا- أن تحافظ على مكانتها العالمية بالتفوق فى جميع المجالات وخاصة مجال العلم والتكنولوجيا. ولعلنا نذكر التنافس الشديد الذى كان قائما بينها وبين الإتحاد السوفيتي السابق فى الستينات والسبعينات فى مجالات غزو الفضاء بعد أن أطلق الإتحاد السوفيتي أول قمر صناعي وأول رائد فضاء مما إعتبرته الولايات المتحدة تحديا لكبريائها الوطني ومكانتها الدولية وصممت على اللحاق بالإتحاد السوفيتي فى هذا المجال.. ومن الضروري أن نذكر أن إحتلال الدولة لمكانة متقدمة فى العلم والتكنولوجيا لا يستوجب دائما أن يكون حجمها كبيرا، فهناك دول صغيرة مثل الإتحاد السويسري والسويد وإسرائيل تحتل مركزا متقدما بين الدول فى العلم والتكنولوجيا، كما أن هناك دولا نامية ذات أحجام كبيرة فى قارتي آسيا وأفريقيا تحتل مواقع متأخرة بدرجات مختلفة فى مضمار التقدم العلمي والتكنولوجي.

٣. توافر التأثير والدعم السياسى

تحتاج منظومات العلم والتكنولوجيا فى الدول المختلفة إلى الدعم السياسي من أعلى مستويات إتخاذ القرار بها، ففي الدول الديموقراطية تلجأ منظومات العلم والتكنولوجيا الموجودة بها إلى تكوين مجموعات ضغط للتأثير على المؤسسات التشريعية أو التنفيذية التى تملك الموافقة على ميزانيات البرامج العلمية والتكنولوجية الوطنية وشرح أهميتها. أما فى الدول شبه الديموقراطية أو السلطوية،

لابد لهذه المؤسسات من إقناع من بيدهم أمر الموافقة على برامجها وميزانياتها. كما لا بد للقوى القابضة على السلطة إدراك أهمية البحث العلمي والتطوير التكنولوجي خاصة فى ظل المعطيات العالمية الجديدة.

ويعود ذلك إلى أن كثيرا من ممثلي الشعب أو التنفيذيين الكبار يتشككون فى جدوى البرامج العلمية والتكنولوجية إما لعدم إستيعاب أهدافها أو لحاجة هذه البرامج إلى مدى زمني طويل وإعتمادات مالية ضخمة قد تؤثر على إمكانية الإستجابة للإحتياجات اليومية للمواطنين التى تعطي فيها الأولوية المطلقة.

٤. السياسات الإقتصادية وخاصة الإنتاجية

أثبتت التجارب التى حدثت خلال العقود القليلة الماضية أن السياسات الإقتصادية التى تدعو إلى تحرير قوى السوق والتنافسية تزيد من حاجة مؤسسات الإنتاج والخدمات إلى إجراء البحوث العلمية والتطوير التكنولوجي للحفاظ على مكانتها فى الأسواق العالمية. وكلما شجعت السياسات الإنتاجية مؤسسات إنتاج التكنولوجيات العالية ذات القيمة المضافة الكبيرة كلما إحتاجت إلى مراكز بحث علمي وتطوير تكنولوجي ذات كفاءة عالية.

كما أن السياسات الإقتصادية التى تدعو إلى تكوين التكتلات الإقتصادية العملاقة مثل السوق الأوروبية المشتركة تنعكس بالإيجاب على منظومات العلم والتكنولوجيا فى هذه الدول والقيام ببرامج علمية كبيرة (mega Science) لا تستطيع دولة بمفردها القيام بها، وتمكين هذه الدول من إنشاء مؤسسات علمية وتكنولوجية مثل المؤسسة الأوروبية للبحوث النووية التى مقرها جينيف والمعروفة إختصارا بإسم سيرن (CERN).

٥. السياسات العلمية والتكنولوجية

إن الدول المتقدمة وحتى الدول النامية التى تبنت سياسات محابية للعلم والتكنولوجيا سواء أكانت هذه السياسات معلنة (explicit) أو حتى سياسات ضمنية (implicit) قد حققت منظوماتها العلمية تقدما كبيرا. وقد تضمنت معظم هذه

السياسات إعطاء أولوية متقدمة لأنشطة العلم والتكنولوجيا وتوفير التمويل الكافي لهذه الأنشطة وتوجيه طاقاتها العلمية والتكنولوجية للعمل فى برامج تخدم التنمية الإقتصادية والإجتماعية بطريقة واضحة.

٦. منظومة التعليم والتدريب

هناك إرتباط عضوي بين منظومة التعليم والتدريب ومنظومة العلم والتكنولوجيا فى أي دولة حيث أن الكوادر البشرية التى تعمل فى المنظومة الأخيرة قد تلقت تعليمها وتدريبها فى مؤسسات المنظومة الأولى. وكلما إرتفع المستوى التعليمي والتدريبي لهؤلاء الأشخاص كلما زادت قدراتهم على أداء أعمالهم العلمية والتكنولوجية بكفاءة عالية. وبالإضافة الى ذلك، تمثل الجامعات فى كثير من الدول النامية المكون الأساسي لمنظومة العلم والتكنولوجيا بها كما يمثل أعضاء هيئة التدريس ومساعديهم أعلى نسبة من العلماء والمهندسين العاملين فى مؤسساتها العلمية والتكنولوجية.

وفى الوقت الحاضر، تمر مؤسسات التعليم والتدريب بمختلف مستوياتها بتغيرات سريعة متلاحقة سواء أكان ذلك فى المناهج والمقررات الدراسية أو فى وسائل التعليم أو فى طرق إعداد المعلمين وسوف تؤثر هذه المتغيرات على نوعية العاملين بالمؤسسات العلمية والتكنولوجية، وتجعلهم أكثر تفهما لمقتضيات العلم والتكنولوجيا فى القرن القادم.

٧. سياسات التسليح التى تتبناها الدول

تؤثر هذه السياسات تأثيرا مباشرا على أنشطة منظومة العلم والتكنولوجيا بالدول المختلفة. فخلال القرن العشرين مثلا أدى التنافس العسكري الذى كان قائما بين ألمانيا النازية وبين الحلفاء قبل وأثناء الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ - ١٩٤٥) من جهة، ثم بعد ذلك بين الولايات المتحدة والإتحاد السوفيتي من جهة أخرى الى زيادة الطلب على البحوث والتطوير فى مجال الأسلحة الفتاكة بأنواعها (النووية - الصواريخ الباليستية - الكيماوية - البيولوجية - حرب النجوم...الخ)

وإنفاق آلاف المليارات من الدولارات عليها. وبالفعل ظهرت نتيجة لذلك أنواع من الأسلحة لم تعهدها البشرية ويكفي أن نشير الى أنواع الأسلحة التى إستخدمت فى حرب الخليج أو حرب البلقان الأخيرة. وفى الوقت الحاضر، أصبحت تجارة الأسلحة من أكبر أنواع التجارة العالمية وأكثرها رواجا، الأمر الذى يشجع الدول المصدرة لها على الإستمرار فى تطويرها.

أما الدول النامية فيعمد معظمها حاليا إلى شراء ما يلزمها من أسلحة من السوق العالمية، والقليل من هذه الدول لدية برامج تصنيع بعض أنواعها وإجراء البحوث اللازمة لتطويرها.

أما الدول التى لم تفعل ذلك، وإعتمدت على إستيراد المعارف والتكنولوجيات من الخارج فلم تحقق منظوماتها العلمية والتكنولوجية التقدم المنشود بل زادت تبعيتها للدول الأخرى المصدرة للتكنولوجيا.

٨. توفير التمويل وخاصة من العملات الصعبة

من أكبر المشاكل التى تجابهها الدول النامية هو النقص الشديد فى العملات الصعبة ومن ثم فهي تخصص الموارد القليلة المتوفرة لديها لإستيراد الضروريات الأساسية وخاصة الغذاء وغيره... ولما كانت منظومة العلم والتكنولوجيا تحتل موقعا متأخرا فى قائمة الأولويات الوطنية فى معظم هذه الدول، فإنها لا تحظى إلا بأقل القليل من العملة الصعبة اللازمة لإستيراد الأجهزة والمعدات والمواد والكتب والمجلات ووسائل الإتصال الحديثة والنتيجة هى التخلف العلمي والتكنولوجي. وإنعزال العلماء والتكنولوجيين فى هذه الدول عن الركب العالمي.

٩. البنية التحتية

إن عدم وجود البنية التحتية المناسبة من مرافق كهرباء ومياه وغاز وتليفونات ووسائل مواصلات فى كثير من دول العالم الثالث يشكل عوائق كبيرة أمام قيام مؤسساتها العلمية والتكنولوجية بواجباتها الأساسية.

١٠. العوامل اللغوية للإتصال مع المجتمع العلمى العالمى

أصبحت إجادة اللغات العالمية وخاصة اللغة الإنجليزية ضرورية لإندماج العلماء والتكنولوجيين فى أي دولة مع المجتمع العلمي العالمي، كما أن نشر الإنتاج العلمي باللغات المحلية يجعل هذا الإنتاج غير متداول عالميا ويسهم فى إنعزال العلماء المحليين عن التيار العلمي والتكنولوجي العالمي المعاصر.

١١. المجتمع المحيط، والثقافات السائدة

المجتمع فى المفهوم الحديث يعتبر منظومة متكاملة من المؤسسات القائمة التى تصوغ حياة الناس... وتنظم جميع شئونهم وتعمل على تحقيق مطالبهم والوفاء بإحتياجاتهم. وعلى ذلك فهناك علاقة إرتباط تشابكية أساسية بين منظومة العلم والتكنولوجيا والمجتمع المحيط بها، ودرجة ثقافته العلمية وتطوره الفكري، وأسلوب حياته ومدى تقبله لعمليات التغيير.

وعماد هذا الموضوع، هو أن التقدم العلمي والتكنولوجي فى أي بلد لا ينشأ من فراغ، ولا ينمو من فراغ، وإنما هو تفاعل مستمر وتغذية مستديمة مع المجتمع بكافة مكوناته وقواه.

العوامل ذات الصلة بمنظومة العلم والتكنولوجيا الوطنية ذاتها.

أهم هذه العوامل هى:

١. أعداد ونوعيات الأفراد المشتغلين بالعلم والتكنولوجيا

إن هؤلاء الأفراد أهم وأثمن ما تملكه أى منظومة وطنية للعلم والتكنولوجيا وتحرص جميع الدول المتقدمة على حسن إختيار هؤلاء الأفراد ورعايتهم وتشجيعهم.

٢. الموارد المالية (الإنفاق على البحث العلمي)

الإنفاق على منظومة العلم والتكنولوجيا فى بلد ما هو أحد العوامل الرئيسية التى تحدد فاعليتها ونوعية مخرجاتها. وأهم مصادر التمويل لمنظومات العلم والتكنولوجيا هى[٧]:

* **التمويل الحكومى Government Funds**

ويشمل التمويل عن طريق الحكومة المركزية أو السلطات المحلية.

* **تمويل الشركات الإنتاجية والتمويل الخاص**
(Productive Enterprise Funds and Special Funds)

وهو التمويل المخصص لأنشطة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي عن طريق المؤسسات المدرجة فى قطاع الإنتاج وكذلك جميع المبالغ المخصصة عن طريق صناديق التمويل الإقتصادية للتنمية التكنولوجية. (The Technical and Economic Progress Fund)

* **التمويل الأجنبى**

تشمل المبالغ المخصصة من الخارج للمؤسسات الوطنية المعنية بأنشطة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي.

* **مصادر تمويل أخرى (Other Funds)**

وتشمل مبالغ التمويل التى لا يمكن تصنيفها تحت أي من مصادر التمويل السابقة.

وكلما إرتفع الإنفاق على أنشطة العلم والتكنولوجيا وتنوعت مصادره كلما كان ذلك عاملا أساسيا فى إرتفاع مخرجات هذه الأنشطة.

---

[٧] وزارة الدولة لشئون البحث العلمي – أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا – مؤشرات الإنفاق على البحث العلمي (دراسة تحليلية ومقارنة) – المؤتمر السنوي العام (الدورة الحادية عشر) – ديسمبر ١٩٩٨.

٣. الموارد المادية لمنظومة العلم والتكنولوجيا

يحتاج العمل فى منظومات العلم والتكنولوجيا إلى توفير عديد من الإمكانات المادية التى أهمها:

- المكتبات ومصادر المعلومات والمرجعيات والدوريات العلمية، مع توافر قواعد وبنوك المعلومات والشبكات المعلوماتية المتاحة للعلماء والتكنولوجيين، المحلية والدولية التى تحقق إنسياب المعلومات وتدفقها مع وجود توافر الكوادر البشرية المؤهلة للقيام بهذا النوع من الخدمات.
- المختبرات والمعامل والتجهيزات ومراكز الأجهزة العلمية المزودة بوحدات الصيانة والإصلاح.

٤. أسلوب التنظيم والإدارة للمنظومة ومكوناتها

تحتاج منظومة البحث العلمى ومكوناتها إلى اساليب متطورة ومرنة لتنظيمها وإدارتها. ومن أهم هذه الأساليب:

- توفير الإستقلال المالى والإدارى للمنظومة ومكوناتها وخاصة مكوناتها الحكومية.
- إستخدام أسلوب التخطيط الإستراتيجي Strategic Planning لبرامجها والإشراف الجيد على هذه البرامج وتأمين تداول المعلومات وتبادلها وتسويقها بين المعنيين والمستفيدين. وإجراء التقويم الدوري لعمل المنظومة ومكوناتها بواسطة مجموعات مؤهلة من خارج المنظومة ومؤسساتها (peer reviewing).
- تعويض الأفراد ماديا التعويض المناسب ومنحهم ما يستحقونه من رواتب وحفزهم بأساليب مختلفة وتمكينهم على حضور المؤتمرات العلمية فى الداخل والخارج.
- تحديد مسئوليات المستويات الرئاسية المختلفة حتى لا يحدث تضارب بين إختصاصاتها.

وبإختصار شديد يمكن القول أن توفير الموارد البشرية والمالية والمادية وحسن إدارتها هى ألزم مقتضيات الكفاءة لأي منظومة وطنية للعلم والتكنولوجيا.

٥. التكامل بين المنظومة والمجتمع العلمي والتكنولوجي العالمي

من أهم العوامل والمؤثرات التى تسهم فى إحداث التكامل بين المنظومات العلمية والتكنولوجية وخاصة فى الدول النامية والمجتمع العلمي والتكنولوجي العالمي ما يأتي:

- التعاون والمشاركة بين المؤسسات الوطنية ونظرائها فى الدول المتقدمة وتنفيذ البرامج العلمية والتكنولوجية المشتركة.
- إتاحة فرص التعليم والتدريب فى جامعات ومؤسسات العلم والتكنولوجيا فى الدول المتقدمة.
- توفير المعونة الفنية وتمويل البحوث الثنائية ومتعددة الأطراف عن طريق المؤسسات العالمية أو الإقليمية أو الوطنية.
- الأنشطة العلمية والتكنولوجية التى تقوم بها الشركات متعدية الجنسية وكذلك المنظمات غير الحكومية فى الدول النامية.