الباب الثالث

الهندسة بين العلم والتكنولوچيا

- الفصل الأول : العلم والثورة التكنولوچية
- الفصل الثانى : الهندسة والتطور التكنولوچى
- الفصل الثالث : افكار المهندسين بين الحلم التكنولوچى والواقع الهندسى

مَدخل

يُمثّل هذا الباب ضرورة اساسية بالنسبة لنا نحن الذين نرتاد اول الطريق إلى الهندسة ، وهـــو ضرورة لابد أن ننعطف بالدراسة لنمر عليها .. إلا اننا نتساءل : لماذا ؟

ربما لأن هناك لَبْسًا مُستمرًا فى مفاهيمنا حـول كلمتى العلم . . والتكنولوچيا .. ثم بعدهما او قبلهما كلمة الهندسة ! ! والحقيقة ان كلاً من هذه الكلمات الثلاث لها تعريفها الواضح المحدد .

ونُحبّ ان نُلفت نظر القارىء فى هذا المقام اننا وإن كنا قد تناولنا بعض ما عرفناه هنا فى ابواب سابقة فإنما لنزيد المعنى وضوحًا ونستقصى جوانب دلالاته المختلفة عمقًا وتأصلاً .. هـذا بالإضافة إلى ان تناولنا لموضوعات التعريف باللفظ المحدّد والمختصر والشامل فى نفس الوقت يُعدّ ــ ونحن فى غنى عن القول ــ من اهم ظواهر العصر على الاطلاق .

وربما لأن العلاقة بين العلم والتكنولوچيا علاقة عامة فى اذهاننا لم تلمسها يد التحديد والتوضيح والتجسيم بعد .. وهو امر خطير للغاية بينما دراساتنا الاولية والعالية مرتبطة كل الارتباط بالعـلم والتكنيك وبعلاقتهما سويًا .. ثم بعلاقتهما بالهندسة ..

ولقد عَنَّ لى ــ حين اقدمت على وضع هذا الباب ــ أن يخرج بأحدث الصور التى وصلت إليها دراسة موضوعه وهى الصورة الكمية .. التى نضع فيها المقادير موضـــع الدراسة كدوال ترتبط بعضها بالبعض عن طريق علاقات مختلفة .. هى اشبه ما تكون بالعلاقات الرياضية البحتة .. وهو ما وصل إليه العلماء والباحثون والاساتذة فى الأماكن المتقدمـة علميًا .. ومعنى ذلك مثلاً أن نأخذ العلم كدالة رياضية فى الزمن ونرى كيفية تطوره معه لنعرف كيف يضيف الإنسان جديدًا للعلم كل يوم ..

إن العلم يُمكن ان يُعتبر دالة للزمن او متغيّرًا تابعا له كمُتغير مُطلق واساسى إلا أن تشوفنا يتطلع لأن يُحدّد ابعاد هذا التغيّر .. ويلمس عن قرب كيف يحدث التأثير المتبادل الفعّال .. وهنا تكمن أهمية هذا الباب فى دراسة هذه العلاقات والوقوف على اثرها البالغ ..

كذلك تتغيّر « دالة » التكنولوچيا مع الزمن .. وترتبط مع « دالة » العلم بعلاقات اساسية وهامة يهمنا ــ بل ويلزمنا ــ أن نقف عليهـا بالإضافة إلى دالة « الفكر الهندسى » التى ندرسها بالتفصيل فى البـاب التالى ..

ولقد مرّت التكنولوچيا والصناعة بمنعطفين رئيسيين فى تطورهما .. وهما ما اصطلح على تسميتهما بالثورة الصناعيـــة الأولى ، والثورة الصناعية الثانية .. وقيمة هذين المنعطفين فى أن نوعية التطور بعد كل منهما تختلف عن نوعية التطور قبلهما .. وعلى سبيل المثال كان الاختلاف فى الثورة الصناعية الأولى ــ التى تمّت فى القرن التاسع عشر ــ هو أن الإنسان بدأ يعتمد وبشكل رئيسى على الآلة لتقـوم بدلاً منه بالجهـد العضلى .. أما الثورة الصناعية الثانية ــ التى نُعاصرها الآن فى النصف الثانى من القرن العشرين ــ فقد تميّزت باعتماد الإنسان على الآلة لتؤدى بعض الجهد الذهنى بدلاً منه ..

ولقد ثارت فى الآونة الأخيرة نقاشات ــ ما أطولها ــ حول الثـورة الصناعية الثانية ، وليست هذه المناقشات بمدعاة للقلق فلقد ثار بعد الثورة الصناعية الأولى مناقشات مثلها او تزيد ، ومع ذلك استمرت الثورة وحدث التغيير .. بَيْد اننا بحكم انتمائنا الهندسى .. والوطنى أيضاً .. وبحُكم واقعنا الذى يبدو بعيدًا عن العقول الإلكترونية ــ وهو ليس ببعيد ــ يجب علينا أن نُتقن ايضًا اللغة التى يتحاور بها العالم من حولنا وذلك كله يقتضى منا الالمام ببعض ظواهر الثورة الصناعية الثانية : كالأوتومية والسيبرنتيقا .. كما يتعين علينا ايضا ان ندرس امكانية تأثير تلك الثورة على المجتمعات النامية ..

ولكن ما هو السبيل كى ننتقل لمتابعة ذلك السباق الكبير ؟ ! وما هى الأداة التى تستخدمها الشعوب القديمة والحديثة فى مجـال التكنيك لتجسيد التكنولوچيا بشكل نهائى على ارض الواقع ؟ .. انها الهندسة .. ولا بد للهندسة ــ لهذا السبب ــ ان ترتبط بتطور العلم والتكنولوچيا ارتباطاً مباشرًا ..

إن المسيرة الطويلة التى بدأتها التجسيمات الهندسية للتكنولوچيـا كانت رائعة وعظيمة فعـلا .. حتى ان كثيرا من الانجازات الهنـدسية المنتشرة حاليًا فى حياتنا كانت بمثابة الأحلام للمهندسين .. ولا بد أن هذا سوف يتكرر بصور أخرى فى الفترة القادمة .. لذلك كان لابد لنا ايضا ان نلقى نظرة على أحلام المهندسين ..

واستتبع ذلك ان يجىء الباب الثالث حول الهندسة بين العـلم والتكنولوچيا فى ثلاثة فصول رئيسية :

الأول : العلم والثورة التكنولوچية ..

الثانى : الهندسة والتطور التكنولوچى ..

الثالث : افكار المهندسين بين الحلم التكنولوچى والواقع الهندسى ..

الفصل الأول

العلم والثورة التكنولوچيّة

أولا: ما هو العلم ؟ وما هى التكنولوچيا

لنبدأ اولا بالمدلول حتى يمكن لحديثنا ان يُبنى فيما بعد على أسس سليمة ..

١ ــ العلم :

هو المعرفة ، المنسّقة ، بُغية الكشف عن الحقائق المختلفة ، أى ان رسالة العلم هى التعرف على قوانين الطبيعة والمجتمع ، لذلك فالعلم ليس عملاً انفراديا انعزاليا ، كما انه ليس جهدًا دراسيا فقط ؛ بل هو بالضرورة : حشد انتاجى وفكرى مُنظّم ، يعتمد على رصيده السابق من التراث العلمى الإنسانى ، ويحلم بما يمكن ان يضيفه مع الزمن .

٢ ــ التكنولوچيا :

هى تطبيق العلم على الفنون الصناعية .. اى انها تُركّز اهتمامها فى الدرجة الأولى على الاستخدامات العلمية وتُمثّل بذلك الوسيلة التى تحول الاكتشافات العلمية النظرية إلى مخترعات شتّى نفيد منها فى حياتنا فى مختلف الجوانب . . وتتطلب التكنولوچيا صُنع أدوات جديدة . واستحداث اشكال جديدة للطاقة وصورها .. ويتضح من تعريفها انها مبنيّة على العلم واكتشافاته ..

٣ ــ الهندسة :

هى محصلة العلم والتكنولوچيا معا .. فهى تنظم العلاقة بينهما وتصوغها بكيفية ثابتة وراسخة ، ثم هى تجسيد للمخترعات والتصميمات التكنولوچية ، وتقوم بانتاجها على نطاق متسع . وهى النهاية العامة لأن يُصبح العلم منافع مادية فى متناول يد الإنسان ..

ويزيد ذلك من مسئولية المهندس إذ يتطلب منه أن يكون مُلمّاً ــ بجانب الهندسة ــ بمعلومات واسعة عن التكنولوچيا .. وبقدر كبير من العلم ..

كذلك يحتاج التكنيكى ان يكون مُلمّاً بالعلم إلى جانب معلوماته التكنيكية أما العالم فدراسته علمية بحتة .. ولعل هذا هو السبب فى ملاحظاتنا للأغلبية العظمى من التكنيكيين أنهم ذوو اصل هندسى ..

وعلينا الآن أن نعود مرة ثانية للمدلولات لأننا بحاجة لأن نركز على معانى الفرضية والنظرية والاكتشاف والاختراع والتطوير والتصميم والانتاج ..

٤ ــ الفرضية Postulate :

هى التكهن الذى يضعه الباحث فى محاولة لمعرفة الصلات بين العوامل أو الظواهر ومُسبّباتها .. والفرض مؤقت لانه إما ان يثبت فيصبح قانوناً او يتأكد فساده فيُترك .. والفروض العلمية يجب ان تكون موضوعية وخالية من التناقض .

او بمدلول آخر :

الفرض هو هذا التفسير المؤقت الذى يضعه العالم للتكهن بطبيعة القوانين التى تحكم سير الظواهر المختلفة .. فليس فى استطاعة المنهج التجريبى ان يقتصر على ملاحظة الظواهر وتحليل الواقع بل لا بد لهذا المنهج من ان يعمد إلى تفسير وتأويل الواقع عن طريق مجموعة من « الأفكار المقترحة » التى تُختبر صحتها بالرجوع إلى التجربة او الاستنتاج العلمى المنطقى المتسلسل ..

مثال : فرضية بوهر التى تقول بدوران الإلكترونات حول النواة فى مدارات ثابتة بدون فقد للطاقة ..

٥ ــ النظرية Theorem :

وهى مجموعة من الأفكار العلمية والفرضيات مرتبطة معا بحيث تاخذ شكلاً شاملاً متناسباً فى إطار علمى متكامل (وهى تقبل النقد والتوسع والتعديل والإضافة) .. وقد تكون فى الرياضيات او غيرها من العلوم الفيزيقية .

مثال : النظرية النسبية لإينشتين .

٦ ــ الاكتشاف Exploration :

هو الملاحظة العلمية لظاهرة من الظواهر وتسجيلها بصورة تسمح باستخدامها بطريقة علمية ..

مثال : اكتشاف النشاط الإشعاعى لبعض العناصر المشعّة كالراديوم .. والاستفادة من هذا الاكتشاف فى التعرف على تركيب الذرة .

٧ ــ الاختراع Invention :

هو عملية الاستفادة من الفرضيات والنظريات والاكتشافات والأفكار

العلمية وتنسيقها بما يمكن معـــه الحصول على أداة جديدة لخدمـة الإنسان .. واللاسلكى والراديو والخـلايا الكهربية والموتور والدينامو تدخل فى نطاق المخترعات .

٨ ـ التطوير Development :

وهو إدخال تحسينات جديدة مُتعدّدة على الاختراع بحيث يُصبح أكثر ملاءمة للأداء والخدمة والوظيفة .

مثال : التليفزيون الملون تطوير جديد .

٩ ـ التصميم Design :

هو وضع التشكيل النهائى والمواصفات الدقيقـــة لكل الانجازات الهندسية ، ويُستعان فى ذلك بالنظريات والاعتبارات الهندسية والفنية المختلفة ، ويتحكم فى ذلك إلى حدّ بعيد اغراض الاستعمال . ويعتمـد التصميم (وهو مجهود هندسى بحت) على كل ما سبقه من جهود فى الاكتشاف والاختراع والتطوير ، بل هو وسيلة صياغتها ..

مثال : تصميم المكنات والمبانى وقطع الغيار والآلات ..

١٠ ـ الانتاج Production :

ونقصد به هنا كل ما يتعلق بعمليات اختراع المنتج كسلعة وما يرتبط بها من العمليات الأساسية المتعلقة بالانتاج كالتخطيط والمتابعة ..

ومن المدلولات العشرة السابقة تتبلور فى اذهاننا صورة اوضح للعلم والتكنولوچيا والهندسة ..

فوضع الفرضيات والنظريات .. والوصول للاكتشافات عمل «علمى» .. وعمليتا الاختراع والتطوير .. عمليتان تكنيكيتان .. اما التصميم والانتاج فهما اعمال هندسية .

ولقد يكون هناك تساؤلات حول مدى وجود فواصل حادّة بين هذه المناشط البشرية الثلاثة (العلم والتكنولوچيا والهندسة) او ما قـد يكون بينها من تداخل .. وترابط ..

وقد ذكرنا فيما سبق ان معظم التكنولوچيين هم اصلاً من المهندسين الذين استطاعوا تنمية مداركهم العلمية تنمية حقيقية واحدثوا تطويرات جوهرية فى الآلات الموجودة لديهم .. او اخترعوا آلات حديثة بناءً على معارفهم ..

وبوجه عام فإنه يجب ان يتأكد لدينا الآن مـدى اعتماد المناشط الثلاثة المتطورة على بعضها البعض .. وسوف نتناول الآن العلاقة بين العلم والتكنولوچيا .. اما علاقتهما بالهندسة فسوف نناقشها فى موضع آخر بالتفصيل ..

ثانيا : العلاقة بين العلم والتكنولوجيا

يجب ان يتأكد لدينا ان هناك مرحلتين رئيسيتين فى العلاقة بين العلم والتكنولوجيا :

- مرحلة ما قبل الثورة الصناعية الأولى ..
- ومرحلة ما بعدها ..

١ ــ المرحلة الأولى لنمو العلم والتكنولوجيا

وقد بدأت منذ نشأة الخليقة واستمرت حتى القرن التاسع عشر .. انفرد تطور التكنولوجيا بطبيعة أُسّية (لوغاريتمية) ..

ويواجهنا التساؤل : ماذا يعنى شكل التطور فى كلتا الحالتين ؟

وحقائق المعنى تنجلى واضحة إذا اعتبرنا كلاً من العلم والتكنولوجيا دالة فى الزمن بالسنوات .. ثم وقعنا الاكتشافات العلمية والمخترعات التكنولوجية فى رسم بيانى على محور يقابل محور الزمن (شكل رقم ٣ ــ ١) فإننا نرى ان تطور العلم كان تطوّرًا اقرب ما يكون لأن يُرسم منحنى ذا ميل ثابت تقريبا يمكننا اعتباره خطا مستقيما بقدر معقول من التجاوز .. أما تطور التكنولوجيا فسنلحظه أُسّيا منذ البداية اى انه يرسم منحنى له المعادلة($\varphi = e^{kt}$) حيث(k) ثابت يتوقف على نوعية التكنيك (زراعى ــ صناعى .. إلخ .) .

ونحب هنا ان نُسجّل هذه الملاحظات فيما يتعلق بكلا المنحنيين :

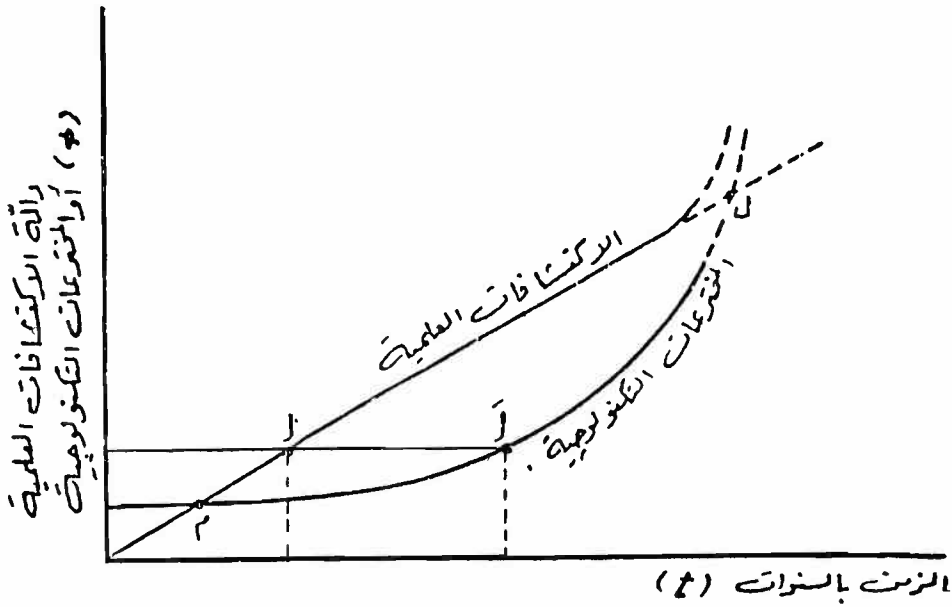
ــ النقطة التى يبدأ منها كل من المنحنيين تختلف فيهما اختلافاً بيّنًا . فبينما يبدأ منحنى العلم من نقطة الصفر حيث راح الإنسان الأول يُسجّل بنفسه ملاحظاته ويستنبط منها علومه .. اتخذ منحنى التكنولوجيا من الوحدة نقطة بدايته نظرا لوجود الإنسان الأول حين خُلق وله من المعرفة بعض مما يتعلق بمأكله وملبسه ــ على الاقل ــ من تكنيك .

ــ مع الاستمرار الزمنى تقف التكنولوجيا التى حصّلها الإنسان عند حدّ معين ويتضح ذلك من استقرائنا للتاريخ حيث وقفت تكنولوجيا الزراعة عند الفأس ثم المحراث والنورج سنوات عدة تقدر بالآلاف .. بينما يتم العلم تقدمه الخطى مرتكزًا اساسًا على تطور الرياضيات والفلك بسرعة معقولة .. وكان لزامًا ان يتقاطع المنحنيان ليسبق العلم التكنولوجيا ويأخذ وضعه الطبيعى كتنظير دائم ينتظر التطبيق . إن التطوّر العلمى يسبق تقدم التكنولوجيا باستمرار .. ومنطقيًا ان

تظل هـذه العلاقة الزمنية بين العلم والتكنولوجيا حتى ولو تضاءل الفارق الزمنى بقدر يمكن اهماله .

ولقد يكون امرًا مفيدًا أن نستقصى : كيف بدأت عمليـة ترسيب العلم الإنسانى ؟ فمن الثابت عموما أن الرسوم فى كهوف ما قبل التاريخ لا تُصوّر النباتات والحيوانات واعمال الإنسان بصدق وامانة ـ وحسب ـ بل تُصوّر كذلك الظواهر الطبيعية مثل كوكبات النجوم التى راقبهـا الإنسان البدائى .. ولقـد عثر علماء الآثار على حصن منقوش عليها ما يمكن أن يكون نوعًا من الكتابة البدائية والأرقام وإن كنا لا نستطيع قراءتها .. ولكننا لا نملك إلا أن نستخلص من الآثار ، التى ترجع إلى قرون عديدة بعد ظهور الإنسان على الأرض ، أن الإنسان بدأ فى مراقبة وتسجيل بعض الظواهر الطبيعية فى وقت مبكر جدًا .

وبوجه عام .. فلقد ظلّت الحال هكذا حتى بداية النهضة العلمية التى أسرعت الخطى جدا مع القرن التاسع عشر حين اخذت العـلوم النظرية فى النمو بمعدّلات فاقت كل معدلاتها السـابقة .. واستطاع العلمـاء ان يتقدّموا بخطوات واسعة فى مجالات العلوم الفيزيقيـة والكيميائية وغيرها فى حين كانت التكنولوجيا تزحف للوصـول إلى العلوم .. ولم يخرج العالم من تلك المرحلة إلا بعد ما اكتشف وات الآلة البخارية تطبيقًا لقوانين نيوتن .



(شكل رقم ٣ ـ ١) منحنى يوضح الفترة الزمنية بين الاكتشاف العلمى والتطبيق التكنولوجى

إن السمة الأساسية لتلك المرحلة من تاريخ العلم والتكنولوجيا هى أن العلوم لم تزد عن كونها عملية تحصيل تجريدى .. اما التكنيك فقد كان عملاً مِهْنيًّا بحتًا ، ومنفصلاً عن العلوم السائدة وتطورها . ويمكننا ببساطة الاستدلال على ذلك من المنحنى شكل رقم (٣ ــ ١) فحيث كان الفارق الزمنى بين المكتشف او القانون او النظرية (ا) ، واستخدامه كتطبيق تكنيكى (ا) يستغرق من السنين آلافاً عِدة امكن لهذا الفارق أن يتضاءل مُقربًا ــ فى زمن النهضة وما بعدها ــ من البعد الزمنى بين الاكتشاف وتطبيقه .. ونذكر فى هذا مثالاً : اختراع وات للآلة البخارية تطبيقًا لقوانين نيوتن حيث مضى بينهما قرن كامل من الزمان ..

ويُوّضح الجدول التالى رقم (٣ ــ ١) فترات الزمن التى مضت بين التوصل إلى عدد من الاكتشافات الهامة وبين تطبيقها عمليا فى صناعة المعدّات واستعمالها :

جدول رقم (٣ ــ ١) ــ الفارق الزمنى بين الاكتشاف والتطبيق

رقم	الاكتشافات	تاريخ الاكتشاف	تاريخ التطبيق	الفارق الزمنى بالسنوات
١	التصوير الشمسى	١٧٢٧	١٨٣٩	١١٢
٢	التليفون	١٨٢٠	١٨٧٦	٥٦
٣	الراديو	١٨٦٧	١٩٠٢	٣٥
٤	الرادار	١٩٢٥	١٩٤٠	١٥
٥	التليفزيون	١٩٢٢	١٩٣٤	١٢
٦	انشطار الذرة	١٩٣٩	١٩٤٥	٦
٧	الدوائر الكهربية التكاملية	١٩٤٨	١٩٥٣	٥
٨	الترانزستور	١٩٥٨	١٩٦١	٣

ب ــ المرحلة الثانية لنمو العلم والتكنولوجيا :

ولقد يتساءل القارىء عن المرحلة الثانية من العلاقة بين تطور العلم والتكنولوجيا . .ولابد أن ذهنه ذاهب لتصور الأمور وقد آلت فى النهاية لأن يتقاطع منحنى التطور الخطّى للعلم بمنحنى التطـــور التكنولوجى « الأسى » فى نقطة (ل) مثلا .

إلا أن المعنى النظرى لهذا التقاطع أن التطبيق التكنيكى لأى اكتشاف

علمى سيتم بعد ثوان من هذا الاكتشاف ـ بل هو يسبقه فيما بعد النقطة (ل) ـ وفى هذا بطبيعة الحال استحالة نظرية .

ولكننا يُمكننا أن نذهب فى تصورنا إلى أن التقارب يتزايد جدا حتى لقد يظهر الاكتشاف العلمى فى السابعة صباحًا مثلاً ويتداول الناس تطبيقه المطروح فى السوق فى السابعة مساءً على سبيل المثال ايضًا .

وحيث يستحيل التقاطع يصبح التصور المقبول منطقيًّا ان يميل منحنى العلم ليتخذ الشكل الأنثى هو ايضا فيما بعد الثورة الصناعية الأولى بفترة نظرًا لحقيقة العلاقة التى نمت بين العلم والتكنولوچيا . . فأصبحت التكنولوچيا تمد العلم بأدواته واجهزته المختلفة . . بل وأصبحت ايضًا تُقدم له الظروف اللازمة للعمل فى شتى المجتمعات والأماكن .

ولقد تبيّن من الاحصاءات المختلفة ان ٩٠ ٪ من اجمالى عدد العلماء الذين عرفتهم الإنسانية منذ فجر التاريخ يعيشون على ظهر الأرض اليوم. وتقول نشرة اليابان الصادرة فى يوليو ١٩٧٠ « ان جملة استثمارات اليابان فى مجال الأبحاث العلمية وقد بلغت فى عام ١٩٦٨ وحده ٧٦٧ر٨٠٠ مليون ين (٢١٣٣ مليون دولار) بزيادة قدرها ٢٦ر٥ ٪ عن السنة السابقة وبذلك تكون نسبة هذه الاستثمارات إلى الدخل القومى العام قد وصلت إلى ١ر٨٢ ٪ وهى اقل كثيرا من الولايات المتحدة حيث تصل هذه النسبة إلى ٣ر٨ ٪ ، واكثر من ٢ ٪ فى الدول الأوربية .

ولقد وصل عدد اليابانيين العاملين فى مجال الأبحاث حتى عام ١٩٦٩ إلى ١٥٧ر٠٥٧ شخصا ، ويُعتبر هذا العدد اكبر من عدد العاملين فى هذا المجال سواء فى بريطانيا او المانيا الغربية إلا انه يقلّ عن عددهم فى كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى .

ونخرج من هذا بأن طبيعة تلك المرحلة من تطور العلم والتكنولوچيا هى الارتباط بينهما ارتباطا متبادلاً . . وان حركة تطور العلم هى الأخرى قد بدات تكتسب شكلا أنثيًا . .

ثالثًا : الثورتان الصناعيتان الأولى والثانية :

يحسن بنا أن نعرض فى البداية لمعنى كلمة « ثورة صناعية » :

الثورة هى التحول النوعى والكيفى فى سير الأمور عقب مجموعة من الترسيبات الكمية . . ولايضاح هذا المعنى نذكر على سبيل المثال ان الماء يغلى عند ١٠٠°م وبالتالى يتحول إلى بخار عند هذه الدرجة . . ولكن لكى يصل الى ١٠٠°م لابد وان يمر بدرجة ٩٥ و ٩٦ و . . حتى الدرجة ٩٩ وهو لم يزل ماء اما عند ١٠٠°م فانه يتحول إلى بخار . .

ويُسمى الارتفاع من ٩٥ إلى ٩٦ مثلاً ترسيبًا كميًّا ، اما التحول الذى يحدث عند ..١٠٠م فيطلق عليه : تحولا نوعيًّا ..

والثورة تحول نوعى فى مجريات الأمور ..

والثورة الصناعية بالتالى تحول نوعى وجوهرى فى شكل العمل والحياة التكنولوچية فيما قبلها وما بعدها .. ولذلك اطلق اسم الثورة الصناعية الأولى على التطور التكنيكى الذى استطاع بعده الإنسان ان يستخدم الآلة ليوفر جهدا بدنيا جبّارًا .. وأُطلق اسم الثورة الصناعية الثانية على التطور التكنيكى الذى استطاع بعده الإنسان ان يستخدم الآلة ليوفر جهدا ذهنيًّا مضنيًا .

ولقد تمثلت الترسيبات الكميّة السابقة للثورة الصناعية الأولى فى مجموعة الأفكار التى نادى بها مفكرو عصر النهضة .. وفى الآراء الفلسفية التى سادت هذا العصر .. وفى منهج البحث التجريبى الذى ارتفع النداء به عاليًا كى يتقدم كل جهد فكرى جديد .

ويمكننا اجمال بعض من الملامح الأساسية لهذه الترسيبات الكميّة فى مجموعة الأفكار العلميـــة التى قامت فى الفلك على يد كوپرنيكوس وتينحوبراها وكيلر وجاليليو وهـوجنز . وفى الميـكانيكا على يد شتيفن وجاليليو وهوجنز . وفى البصريات بفضـــل جاليليو وكيلر وديكارت وهوجنز .

ثم جاء بعد ذلك نيوتن ليصوغ اساسيات علم الميكانيكا معتمدًا على مجموعة من البديهيات .. بل وحقق ارتباطا بين شتى الطبيعيات الأرضية والسماوية ، وخلق بهذا امكانيات جديدة للعلم الطبيعى بأسره ، استمر العمل بها حتى يومنا هذا فيما يسمى الآن بالعلم الكلاسيكى ..

وفى اعقاب عصر النهضة اقدم جيمس وات وزملاؤه فى اوائل القرن التاسع عشر على استغلال البخار فى تسيير شتى الآلات ، وامكن للمغازل الضخمة أن تعمل وتنتج فى اسبوع ما كانت اليد البشرية تُنتجه فى عام كامل .. وبدات الآلة البخـــارية تُستخدم فى الانتقال وشتى وسائل الخِدْمات الأخرى . واعقب عصر البخار دخول الانسان عصر الكهرباء .. إلا ان عصر الكهرباء رغم خطورته واهميته لم يكن فى حد ذاته ســوى استمرار للثورة الصناعية الأولى .. لانه ايضا كان استخدامًا وتهذيبًا للطاقة من اجل الإنسان ، ولكنه فى نفس الوقت صار بمثابة التمهيد للثورة الصناعية الثانية ..

ب ـ التحول التكنيكى بعد الثورة الصناعية :

امكن للتحول التكنيكى الذى اعقب الثورة الصناعية أن يمتد شاملاً فى شتى مجالات الحياة والعمل .. ولم يترك مجالاً واحدًا دون ان يطرقه .. فالصناعة مثلاً تحولت سريعًا من « منزلية بدائية » إلى « حديثـة نمطية » .. واصبح الانتاج الوفير هو السمة الأولى والمتميّزة للعمليات

الصناعية .. بل شمل ذلك ايضا قطاع الانتاج الزراعى وشتّى القطاعات الأخرى حيث تمّت ميكنة وسائل وادوات الانتاج .. واخذت هـذه الادوات فى التحسن تدريجيًا بما اتاح للعـاملين عليها وبها مزيدًا من الانتاج ..

ولقد كانت التحسينات المختلفـة التى أُدخلت على الآلات بمثـابة المقدمة الطبيعية للأوتومية .. وهى ظاهرة الثورة الصناعية الثانية ، كما كان تطور العلم فى تلك الفترة وحتى الحرب العالمية الثانيـة (١٩٣٩) بمثابة الارضية المتينة لتلك الثورة حيث وصل العلم باكتشافاته إلى الدوائر الكهربيـة التكاملية ومعهـا فكرة الرنين Resonance ، وكان اختراع الراديو والتلفزيون ثم استخدام الترانزستورات أيضا خطوة على طريق تدعيم فكرة استخدام الدوائر التكاملية كمختزنة للمعلومات .. ومن هذه النقطة انبثقت الثورة الصناعيـة الثانية ، وبدأ استخدام الحاسـبات الإلكترونية ..

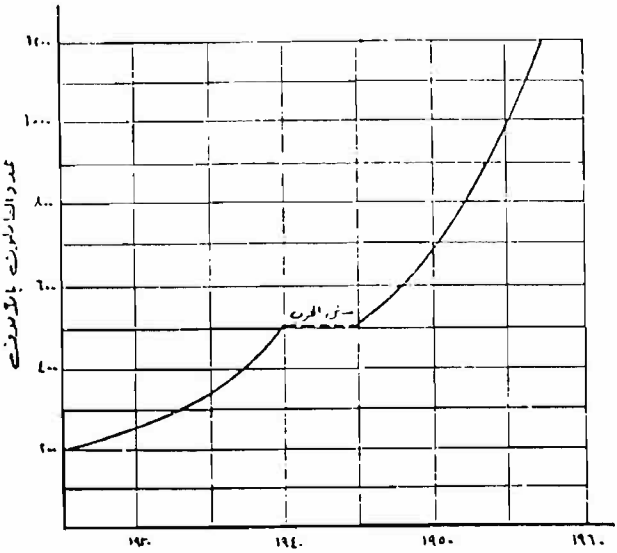
ولكى نعى جوهر تلك الثورة الصناعية الثانية لابد لنا ان نأخذ بعين الاعتبار عملية النمو العلمى والتكنولوچى الفذّة التى تُميّز عالمنا الآن .. حتى لقد يصدق عليه ما لقب به من انه عصر العلم والتكنولوچيا ..

ونستطيع أن نقول إن العلم ينمو بسرعة مطردة تجعل كل ما عـداه يبدو ـ بالمقارنة ـ وكأنه ساكن تقريبًا إذ ان كثافة العلم فى حضـارتنا تتضاعف اربع مرات خلال كل جيل ..

ولقد نقلت القرون الثلاثة الماضية العلم من مرحلة النشاط الذى يُساهم فيه واحد من كل مليون من السكان ، إلى نقطة اصبح فيها مجال العلم بصفة عامة ـ والتطبيقات الوثيقة الارتباط به ـ مسئولاً عن إنفاق بضعة اجزاء من المائة من كل انتاجيتنا القومية والقوى العاملة المتاحة .

وتُعتبر صناعة الهندسة الكهربية نموذجًاممتازًا لهذا إذ أن تكنولوچيا هذه الصناعة اكثر ارتباطا بالعلم من غيرها ، وتظهر بيانات القوى العاملة المنشورة (شكل رقم ٣ ـ ٢) نمط النمو اللوغاريتمى المألوف ، وكان هذه الصناعة قد بدات برجل واحد حوالى عام ١٧٥٠ (أى وقت تجارب فرانكلين على البرق) متضاعفة حتى أصبح هناك مائتا الف نفس يعملون فيها عام ١٩٢٥ ، زادت إلى مليون فرد بحلول عام ١٩٥٥ .

ويقتضى هذا المعدّل أن يصبح كل البشر العاملين مشتغلين فى هـذا الميدان الصناعى الواحد فى عام ١٩٩٠ ، ومِنْ ثَمَّ فإنه يبدو من المعقـول ان نُسمى نمو العلم هذا ، ونمو التكنولوچيا المرتبطة به ـ من البـداية المتواضعة التى بدا بها إلى مكانته الحالية كأكبر قطاع للعمالة القومية ـ بـ « الثورة الصناعية » .



(شكل رقم ٣ ــ ٢) ــ النمو فى عدد العاملين فى الصناعات الكهربية
قبل وبعد الحرب العالمية الثانية

جـ ــ الانتشار اللوغاريتمى للعلم

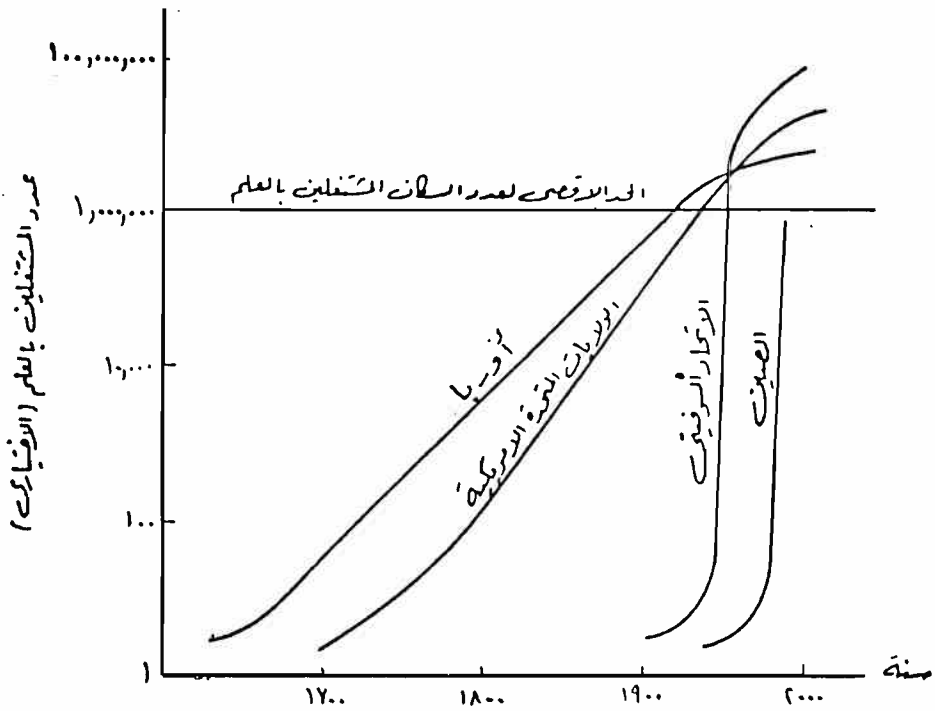
بدأت الحركة العلمية فى أوربا فى منتصف القرن السابع عشر وأدركت ابعادًا ضخمة فى أواخر القرن الثامن عشر ومطلع القرن التاسع عشر . ووفقًا لهذا يُمكننا اعتبار المنحنيات المختلفة للنمو التراكمى تصويرًا كميًّا لمسار الثورة الصناعية ، وهذا يمنحنا بدوره مفتاحًا للتواريخ والظواهر المختلفة المرتبطة بالتقدم البشرى العام .

ومن المفيد فى هذه الدراسة مقارنة خرائط النمو لأوربا بمثيلاتها فى الولايات المتحدة (شكل رقم ٣ ــ ٣) فكل الاحصائيات المتاحة تُشير إلى ان الولايات المتحدة قد مرّت بنفس النوع من الانتشار اللوغاريتمى مثل اوروبا . والفرق هو ان الولايات المتحدة تقدّمت بمجرد أن بدأت هذا التطوير وربما يرجع القدر الأكبر من التفسير إلى مجرد أن هذه الدولة كانت تنمو فى فراغ علمى وليس إلى اية صفات خاصة أو شاذة للأسلوب الأمريكى فى الحياة .. يُضاف إلى ذلك انها بدأت مسيرتها بمساعدة المرحلة المتقدمة التى كان العلم قد ادركها والتى أضحت ذخيرة عامة فى المعرفة للجنس البشرى . أما أوروبا فقد بدأت من المستهل الأول وكان لديها فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر رصيد طيّب من التقاليد ومعاهد العلم والتكنولوچيا الموطدة الدعائم .

وايًا كان السبب فلقد استمرت الولايات المتحدة فى التوسع بهذا المعدّل أسرع من اوروبا واكتسبت مع مرور الزمن تركيزًا للعلم فى المجتمع فاق تركيزه فى اوروبا ، ويُمكننا أن ننظر إلى التقدم العلمى فى روسيا بنفس الطريقة ، فلم يكن العلم ضئيل الشأن فى روسيا القيصرية بالمقارنة بالمستوى العلمى فى اوروبا ، إلا ان جهدًا حاسمًا قد بذل بعد عام ١٩١٨ (الثورة الشيوعية) لتنمية العلم . وتُظهر الاحصائيات مرة اخرى أن التقدم فى روسيا سار لوغاريتميا فى دقة فائقة وان المعدل الزمنى لتضاعف النشاط العلمى اصبح حوالى سبع سنوات بدلاً من عشر سنوات كما هو الأمر بالنسبة للولايات المتحدة او خمسة عشر عامًا كما فى اوروبا .

ويُعزى هذا المعدّل السريع لا إلى مميّزات خاصة للروس ، ولا إلى برامج الحشد المركز ولكن إلى أن مستوى المعرفة العلمية قد بلغ درجة أعلى بكثير ـ بالنسبة لهم ـ عمّا كان عليه بالنسبة لبدايته فى الولايات المتحدة .

ولننظر فى النهاية إلى نموذج الصين الشعبية ، ونحن هنا امام بداية اكثر حداثة مما استعرضناه قبلا ، فالاحصائيات تُشير ـ اتساقا مع نظريتنا ـ إلى تضاعف يحدث كل خمسة أعوام ، ومن دلائل ذلك انه قد



(شكل رقم ٣ ـ ٣) ـ منحنيات النمو العلمى فى مناطق معيّنة من العالم

اصبح من الضرورى والمستحب اليوم إعداد ترجمات انجليزية سريعة للمجلات العلمية الصينية الرئيسية ، كما كان الحال بالنسبة للمطبوعات الروسية منذ بضعة اعوام .

ومرة اخرى نعود لنؤكد ـ بدلاً من اعطاء الصينيين اية صفات مُتميّزة ـ ان الأمر لا يعدو اكثر من انهم يتوسعون فى مجال علمى اكبر بادئين من مستوى أعلى مما بدأ منه سابقوهم .

ويشبه الأمر كله سباق تمايز عملاق لابد بحكم الضرورة ان تتميّز الدولة التى تشارك فيه مؤخرًا بسرعة ابتدائية اعلى . ويبدو من المقطوع به حتى الآن أنه من الممكن بسهولة الاحتفاظ بهذه السرعة ـ ومن المؤكد ان امريكا قد فعلت هذا ـ بحيث تدرك حالة العلم بمرور الوقت التركيز الذى نشاهده فى الدول الفائقة التقدم . ومن المعقول أن نفترض استنادًا إلى عالمية العلم وصفاته فوق القومية أن الأمر الأكبر احتمالاً هو ان يدرك العالم حالة مُوحّدة من التطوير والاستغلال فى هذا الاتجاه ، عنه فى اتجاهات اخرى كثيرة . ولقد أحسن إعداد سباق التمايز فى الثورة الصناعية حقًا بحيث يبدو أن جميع المتسابقين سيصلون إلى نهايته معًا، مُدركين حجمًا من العلم يتناسب مع عدد سكان كل منهم ، فى نفس الوقت تقريبًا وهو وقت لا تفصلنا عنه عقود كثيرة فى مستقبل الزمن .

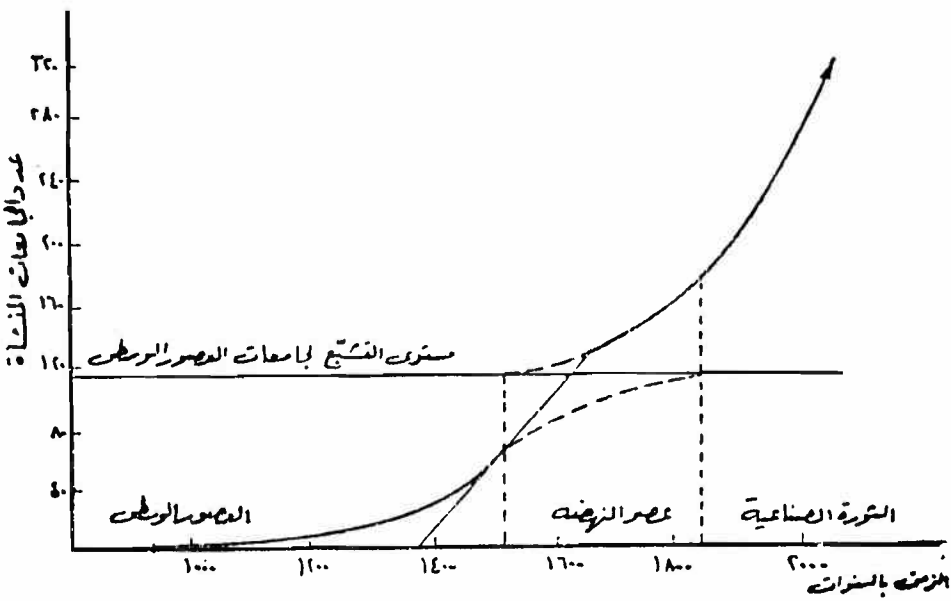
ومن الواضح ، نظرا للأهمية البارزة للسباق العلمى بين الولايات المتحدة وروسيا وللسباق الذى قد يجرى بين هذين البلدين وبين الصين، ان هذه الدراسة للتاريخ الطبيعى للثورات الصناعية تحتاج إلى مزيد من الاهتمام . ويُقدم لنا التطور العلمى الحديث لليابان مثالاً مُمتازًا للدراسة.

وربما تلقى البدايات البالغة البطء فى الهند الحديثة بعض الضوء على ما يمكننا اعتباره حقًا بداية لحدوث هذه الثورة الصناعية اللوغاريتمية .

أما وقد ناقشنا البدايات التاريخية والتقدم الاحصائى للبحث العلمى فعلينا أن ندرس ما هى نهاية المطاف بالنسبة لهذا المعدّل السريع للتقدم العلمى . ومن الواضح ان هذا المعدل لا يُمكنه ان يستمر إذ انه يفوق بمراحل معدّل الزيادة السكانية فى العالم .. كما يفوق ايضا معدّل النمو الاقتصادى .. ولو قُدّر لهذا النمو العلمى المطّرد ان يستمر بالمعدّل الذى كان عليه لأدّى ذلك حتمًا إلى كارثة تفوق خطورتها مشاكل الانفجار السكانى والتضخم الاقتصادى .. ولتقريب هذا المعنى إلى الأذهان نقول أنه لو خُصّصت كل مدرسة وكلية فى الولايات المتحدة لتخريج علماء الطبيعيات وحدهم دون غيرهم متجاهلين كل ماعدا هذا من العلوم الأخرى والإنسانيات فسيظل هناك ، بحكم الضرورة نقص فى الأفراد العاملين فى مجال الطبيعيات قبل انقضاء قرن آخر من الزمان ، ولا يخفى علينا ما فى الأمر من مُبالغة ..

ويتطلب النمو الطبيعى للعلم الذى نشأ جيلنا معه نصيبًا اكبر من مواردنا كل عام . ولا مفرّ من ان يدرك هذا الطلب مرحلة لا يمكننا عندها الوفاء به ، وهى حالة تشبّع المجتمع بالعلم ، ونستطيع ان نعتبرهاالهدف النهائى للثورة الصناعية عند اكتمالها . وبهذا تسير بنا هذه العملية من الخطوات القليلة الاولى المتعثّرة إلى الجهد الأقصى . والسؤال الوحيد الذى يتعين علينا إجابته هو تحديد حالة التشبع هذه وتقدير زمن وقوعها .

ويبين الشكل رقم (٣ ــ ٤) منحنى تخطيطيًا للنمو فى عدد الجامعات الاوروبية منذ العصور الوسطى حيث يبدا المنحنى بنمو لوغاريتمى من عام ٩٥٠ حتى عام ١٥٠٠ ، ولو كان النمو قد استمر على هذا المنوال لوصل إلى حد التشبع عام ١٨٣٠ تقريبا ، غير ان شيئًا جديدًا قد حدث فى النظام نفسه ، ذلك هو بداية عصر النهضة الذى قلب النظام من اساسه وجعل المنحنى يقفز ــ من عام ١٥٠٠ حتى عام ١٦١٠ فى فترة تحول انتقالية ــ إلى شكل جديد يبدأ بنمو لوغاريتمى آخر مع بداية الثورة الصناعية حتى العصر الحالى ، ولسوف تدرك هذه الزيادة حالة تشبع فى المستقبل حيث يكمن هدف الثورة الصناعية فى جعل المجتمع مُشبعًا بالعلم .



(شكل رقم ٣ ــ ٤) ــ النمو وحالة التشبع فى المجال التعليمى بالنسبة لجامعات اوربا

الفصل الثانى

الهندسة والتطور التكنولوجى

أولا لمحات تكنولوجية أثرت على الهندسة

استمرت العلوم الطبيعية تأخذ دورها المرموق مع سير السنين منذ القرن التاسع عشر ، واصبح منهجها اهم مكاسب الحضارة الاوروبية بعد عصر النهضة ، حيث استطاعت اوروبا بفضله قهر كثير من النظريات الذاتية ووجهات النظر والبنايات الأسطورية والميتافيزيقا* .. بل ان منهج العلوم الطبيعية أصبح هو شرط التيقن ، والضامن للموضوعية ، والكفيل بتقدم العلم .. واصبح المعمل فى ذاك العصر هو المكان الذى تحولت إليه الظواهر لتخضع لقياس اجهزته المختلفة ..

ولقد لمعت امامنا فى كتب التاريخ . عن عصر النهضة الأوروبية وما تلاه احاديث شتى عن علماء فى مختلف المجالات .. وعرفنا فى الفلك كوبرنيكوس وكيلر وجاليليو ونيوتن وهرشل .. وفى الفيزيقا والكيمياء بريستلى ولافوازيه ودايفى ووهلر وفراداى ومكسويل وميكلس ولنجمير .. وفى مجال الذرة دالتن وافوجادرو ومندليف وكورى وطمسن وموزلى ورذرفورد .. وفى مجال البحوث الجديدة فى الميكانيكا اينشتين .. اما فى مجال التكنولوجيا فكان اديسون وماركونى وريت وبيرد ووات .. بل وفى مجال تكنولوجيا الطب يانتج ومينو وفاجنر وروس ..

وإذا كانت الصورة امامنا الآن واضحة ، فإننا بحاجة لأن نطلّ على بعض الأعمال التكنولوجية التى انتقلت بها الاكتشافات العلمية للقرن ١٩ إلى حيز التنفيذ ، تاركين تكريم العلماء الأوائل لمؤرخى الحركة العلمية ، ليوفوهم حقهم غير ناسين اهمية اطلاعنا ـ كمهندسين ـ على هذا التاريخ ..

ولسوف نعرض فى اول هذا الفصل خمس لمحات تكنولوجية اثّرت

---

* فرع من الفلسفة يبحث عن الحقيقة الأولية للوجود .

على الحياة الهندسية ، وليس هذا تاريخا لتلك الأعمال ـ فللتاريخ مكان آخر ـ ولكنه فقط استعراض للاهمية التكنيكية لتلك الأعمال :

١ ـ جيمس وات James Watt ١٧٣٦ ـ ١٨١٩ :

وهو الذى اخترع المحرك البخارى ، وعلى الرغم من ان قوانين الميكانيكا وضعها نيوتن قبل ذلك بمائة عام تقريبًا .. إلا ان القيمة التكنولوجية لاختراع جيمس وات كانت فى استغلال الطاقة البخارية لانتاج شغل ميكانيكى .. واستطاع الإنسان بعد ذلك استغلال ذلك الشغل بدلاً من كثير من الأعمال اليدوية الشاقة فى التصنيع والنقل وغيرها .. ولولا انتصار الإنسان فى تحويل الطاقة إلى شغل ميكانيكى وسيطرته عليها لظلت ملابسنا تنسج حتى الآن فى المنازل على أنوال يدوية ، ولبقينا نركب العربات التى تجرها الخيول .. وبعد ذلك نشأت هندسة الميكانيكا وصارت من الأهمية بما هى عليه الآن .. وتكريما له فلقد سميت وحدة القدرة (Power) فى النظام المترى باسمه حتى الآن ..

٢ ـ توماس اديسون Thomas Edison ١٨٤٧ ـ ١٩٣١ :

تكمن أهمية اختراع اديسون للمصابيح الكهربية ، فى ان اختراعه

(شكل رقم ٢ ـ ٥)
ـ نموذج لاول مصباح اضاءة
اخترعه اديسون
فى أكتوبر ١٨٧٩

كانت له الصفة الهندسية لتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية ، وعلى الرغم من ان همفرى دافى قد اثبت مع مطلع القرن ١٩ ان التيار الكهربى الناتج من عمود مُكوّن من الفى خلية يحدث قوسًا من الضوء فى عمودين من الكربون مفصول احدهما عن الآخر بمسافة قصيرة .. وعلى الرغم ايضا من ان شارل برشل وادوارد وستن قد استطاعا تصنيع القوس الكهربى المنير عام ١٨٧٠ إلا أن صناعة الضوء الكهربى المتوهج .. وبالصورة التى انارت المدن الآن لم تكن مُمكنة ـ لاعتبارات هندسية ـ إلا بعد اختراع اديسون الذى قام فى سنة ١٩٠٤ بصنع سلك لمصباحه من معدن الاسميوم ، ثم صنعه بعد ذلك من التيتانيوم ، ثم من التنجستن .

٣ ـ جوليلمو ماركونى Guglielmo Marconi ١٨٧٤ ـ ١٩٣٧ :

قام ماركونى فى ديسمبر ١٩٠١ بتجربته التى استطاع بها نقل الموجات اللاسلكية واثّر ذلك على تطور الهندسة اللاسلكية ولقد ثابر ماركونى حتى بلغت المسافة التى نقل خلالها اشاراته ٢٠٠٠ ميل ، ثم ارسل هذه الاشارات عَبر الاطلنطى إلى القارة الأمريكية . وبالطبع فإن القيمة الهندسية لتلغراف ماركونى اللاسلكى اكبر بكثير من قيمة تلغراف مورس الذى لا يستغنى عن الأسلاك ..

٤ ـ اورفيل وويلبر رايت ١٨٧١ ـ ١٩٤٨ و١٨٦٧ ـ ١٩١٢ :

لا يمكن الا ان نردّ اصل هندسة ميكانيكا الطيران إلى الشقيقين الميكانيكيين اورفيل وويلبر وذلك لما عانياه حتى استطاعت تجاربهما التى بدات فى سبتمبر ١٩٠٣ ان تُحقق نجاحها وقاما بعدها بتصميم طائرتهما التى طيّراها فوق مدينة هورت ماير بفرجينيا الأمريكية بسرعة ٤٢ ميلا فى الساعة . .وليس ذلك الزمن ببعيد عن العصر الذى تطير فيه الآن البوينج ٧٤٧ العملاقة (الجامبو) .. ومن يدرى ماذا ستكون عليه طيّارة الغد ما دامت هندسة ميكانيكا الطيران « تطير » هى الاخرى « بطيران » الزمن ..

٥ ـ جون بيرد John Baird ١٨٨٨ ـ

وحيث تواجدت الخلية الكهروضوئية كنتائج للفيزيقا الحديثة على أيدى لفيف فذّ من العلماء .. امكن لعام ١٩٢٦ ان يشهد بلندن التجربة التى قام بيرد بإجرائها لأول تلفزيون نقل فيه الصور كالأشباح من غرفة إلى أخرى .. بَيْد أنه فى عام ١٩٢٨ استطاع نقل الأجسام الكائنة تحت الضوء العادى .. وتكون بذلك اول تلفزيون طورته هندسة الاتصالات الكهربية فيما بعد حتى وصل الى ما هو عليه الآن .. واصبحت شاشته ملونة ايضا ..

ثانيا : السبرنتيقا والأوتوحية (الآلية الذاتية) :

١ ـ سؤالات مُحيّرة ؟ !

استطاع الإنسان أن يواصل مسيرته ـ عقب الثورة الصناعية الاولى ـ بحثًا عن الرفاهية وتقصيًا للراحة وأساليبها فتقدمت الآلة وشملت الطاقات المختلفة واستخداماتها شتّى جوانب حياة الإنسان ..

فكانت طاقة البخار هى الأولى .. واعقبها طاقة الوقود المحترق كالبترول .. ثم اطلقت الكهربا شرارتها التى ما لبثت ان غطّت اغلب احتياجات الطاقة .. ثم كان التفجير الذرى بداية عهد جديد ومجيد لاستحداث الطاقة ..

الا ان الإنسان ظلّ مُحتاجًا إلى « تشغيل » ذهنه متفكرًا وراء الآلة على الرغم من راحة عضلاته .. ولكن الذهن الإنسانى فى حاجة هو الآخر للراحة والهدوء ولقد كان العلم رهن مطلب الإنسان وطوع إشارته .. فأمكن للآلات الحاسبة البسيطة أن تظهر .. وإذا بالتحكم الأوتوماتى (الآلى الذاتى) يأخذ دوره فى المصانع رويدًا رويدًا .. ثم استيقظ الناس فجأة على صوت « الحاسب الالكترونى » وبداوا « فرك » عيونهم مُنبهرين امام « الإنسان الآلى » ... وكانت الثورة الصناعية الثانية .

واستمرت التساؤلات بعد ذلك تتوالى :

هل يُمكن للآله ان تحل محل الإنسان ؟!

هل يُمكن لها ان تفكر وتدبر ؟! ان تُعالج وتكتب ؟!

بل اكثر من هذا : هل يُمكن لها ان تتكاثر ؟ ! ..

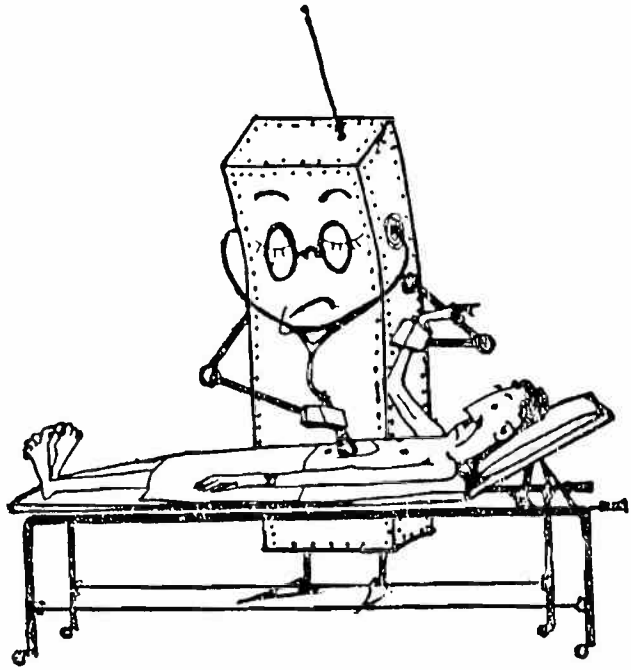
وخرج عام ١٩٥٧ اول قلب إلكترونى للنور وكان حجمه ضخما بالنسبة للقلب البشرى .. لكنه بدا يتطور ويُصبح اكثر ملاءمة من حيث الحجم والاداء .

١ ـ الطبيب الإلكترونى :

ترى كيف يُشخّص الطبيب ـ من ابنائنا خريجى كلية طب قصر العينى او غيرها ـ الأمراض المختلفة ؟ وكيف يعرفها ؟ ومعرفة المرض اول الطريق للعلاج ..

يحتفظ الطبيب فى ذاكرته بأعراض الأمراض المختلفة ويبدا فى مقارنتها بالأعراض التى يحصل عليها من الفحص والتحليل .. ففى امراض القلب مثلاً ، إذا كان هناك ٩٠ مرضًا من امراضه ، فيمكن بالربط بين بعضها البعض ـ بطرق متنوعة ـ ترتيب قائمة تحوى ١٥٦ عَرَضًا .. ولا تعدو المسألة بعد ذلك ان تكون مُجرد إجراء مطابقة بعد عمل بعض التوافيق والتباديل ..

وبالنسبة للطبيب الإلكترونى فبإمكاننا تبسيط مهمته بأن نرسم له دوال رياضية تستوعب الأعراض المختلفة كلها .. إن الآلة الحاسبة



لا تستغرق سوى دقيقتين فقط فى تشخيص المرض .. ولا يستطيع اى إنسان بالقطع ان يقوم بحسابات بهذه الدقة ويتعرف على المرض تمامًا فى اضعاف أضعاف أضعاف ذلك الوقت ..

وليس معنى ذلك ـ معاذ الله ـ أن نستغنى عن الأطباء البشريين ، فقط أصبح عليهم الآن ان يقوموا بعملية ـ طبية رياضية ـ هى رسم الدوال والمتغيرات (Parameters) الخاصة بالحالات التى تصادفهم .

٢ ـ هل يمكن أن تتكاثر الآلة ؟!

يعنى التكاثر فى الكائنات الحيّة الانقسام او التوالد حيث تخرج كائنات جديدة مشابهة للكائنات الأم ؛ ونعنى ايضا بتكاثر الآلة أن تنمو ثم تنقسم فتخرج آلات أخرى مشابهة لها تمامًا وهكذا ..

ولكننا نتساءل والدهشة تعلو وجوهنا : كيف يمكن أن يحدث هذا ؟ لننظر اولاً كيف تعمل « الآلات » الموجودة داخل جسم الإنسان حتى يتكاثر ونرى ما أثمرته هذه الدراسة فى إنشاء مستعمرة « المطوّر » التى تكاثرت فيها الحيوانات الآليه ..

إذا تناولنا الجسم الحىّ والدراسات البيولوجية الخاصة به ـ من وجهة نظر تكنيكية ـ نجد أن الخليّة حين تنقسم تقوم بإعطاء أبنائها سرّ النوع او شفرة الوراثة والانقسام ؛ لذلك فان شجرة البرتقال تنبت

برتقالاً والسنجاب يلد سناجيب والأوزة لا تضع إلا بيضًا ينتج أوزًا . .
والحقيقة أن هناك شفرتين يُورّثهما كل جيل من أى نوع من الكائنات فى الجيل الذى يليه : أولاهما شفرة التكاثر أو الوراثة وتحملها نواة الخلية ، وهى لجميع الأنواع ، عبارة عن تباديل وتوافيق لأربعة أنواع من الجزيئات تترتب فيما بينها مثنى مثنى ، وباختلاف هذا الترتيب تتكون الصفات الوراثية . والشفرة الثانية هى شفرة التكوين التى تتعلق بتركيب سلاسل البروتين ؛ حيث يختلف البروتين البقرى مثلا عن بروتين الماعز ، وكلاهما يختلف عن بروتين البازلاء ، وهى شفرة أعقد ، نظرا لأن سلاسل جزيئات البروتين طويلة بحق . .

وفى سنة ١٩٦١ استطاع البيوكيماوى الأسبانى سيفيرو فَكّ شفرات البروتين والوراثة واكتشف انها تتركب من عشرين حرفًا فى الأربعة أصناف الرئيسية من الجزيئات . . واستطاع المجهر الإلكترونى بعد ذلك أن يرينا الجزيئات نفسها وهى تتحرك لتؤدى وظائف الجسم المختلفة .

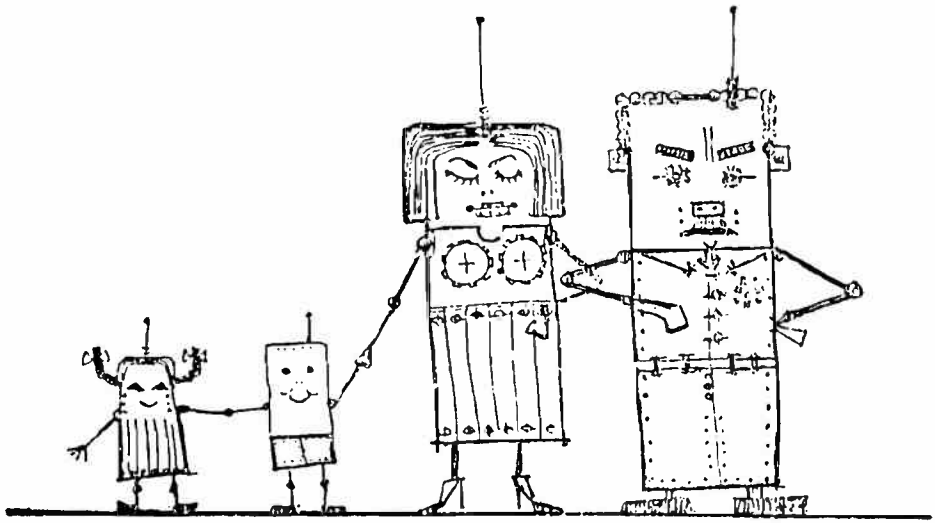
وقبل أن نتناول مستعمرة « المطوّر » نجد لزامًا علينا أن نلقى نظرة على مدى آلية الحركة داخل جسم الإنسان ، وسنأخذ مثلا التحكم الأوتوماتى فى درجة حرارة الانسان :

إن جهاز التسخين المركزى — وهو يقع فى نخاع الراس المستطيل — يعمل ميكانيكيًا تبعًا للمعلومات التى ترد له عن الظروف الخارجية المؤثرة على الجسم ، ومن العجيب أن متابعة العلماء له اثبتت أنه قد يصدر أوامره أحيانًا بالاقتصاد فى إعطاء الحرارة للجلد حتى لا تخرج منه فيفقدها الجسم أثناء البرد ، كما أنه يشغل أجهزته الاحتياطية أثناء فترة البرودة للحفاظ على درجة حرارة الجسم ، وهو يمنع العرق ايضا ؛ ويأمر احيانًا بإعطاء حرارة أكثر للعضلات حسب تقديره للمعلومات التى ترد له عن طريق اجهزة المتابعة الخاصة به والتى تختلف عن الجهاز العصبى العام.

وعمومًا فإن الأجهزة المختلفة فى جسم الإنسان والتى تشبه الوحدات الأوتومية يبلغ عددها مائة مليار وحدة . . وفى مملكة النحل نرى مثالاً آخر للتحكم الأوتوماتى فعندما ترتفع درجة الحرارة يقوم النحل برش الماء بخراطيمه والتهوية حتى يرطب الجو حوله ، وعندما تنخفض درجة الحرارة يأخذ النحل فى الطنين حتى يأتيه الدفء . .

ولنعد الآن إلى مستعمرة « المطوّر » حيث الحيوانات الآلية ، لنرى إلى أى مدى أمكن أن تقوم الآلة بوظيفة الإنسان فى التكاثر . . لقد وضع العلماء فى هذه المستعمرة بلنجراد الأرض والماء كبداية لعالم المطوّر العجيب . . وجاءوا بالحيوانات الآلية التى صمموها ، واختاروا لها ٦٤ نموذجًا من نماذج سلوك الحيوان (كالأكل والسعى وراءه والشراب والملبس والتكاثر ... الخ) . . ووضعوا هذه السلوكيات فى صورة دوال رياضية

بأرقام سهلة ولقنوها للآلات واستطاع سكان المطوّر بعد ذلك أن يتكاثروا بالأسلوب البروتوزوى* ، وبدأت بينهم المعركة من أجل البقاء ففنى منهم من لم يستطع اللحاق بالطعام ، بينما استطاع الذين تحركوا نحوه واللحاق به المعيشة وملاءمة أنفسهم ثم أبنائهم بالظروف المحيطة وتحسّنت الأجيال المتعاقبة منهم ... !!



ب ـ السيبرنتيقا

١ ـ مفهوم السيبرنتيقا :

تُعدّ السيبرنتيقا من أحدث العلوم التكنيكية كما تُعدّ فى الوقت ذاته من أحدث العلوم البيولوچية . وقد امكن بوجه عام أن يُوصف هذا العلم ذات مرة بأنه « العلم الذى يشرح فيه الفسيولوچيون* للمهندسين كيف يبنون الآلات ، ويشرح فيه المهندسون للفسيولوچيين كيف تسير الحياة .. »

وتُعرّف السيبرنتيقا ايضا بأنها « العلم الذى يدرس النظريات العامة للتحكم فى النُظم المختلفة سواء كانت بيولوچية أم تكنولوچية ، ويُقال عليها إنها علم نقل الإشارات أو علم التحكم الذاتى » .

ولقد استخدم العالم الفرنسى امبير كلمة « سيبرنتيقا » لأول مرة عام ١٨٣٤ بينما كان يتحدث عن الحكومة الفرنسية وطريقة الحكم آنذاك

---

* أى التكاثر بالانشطار والاقتران والبرعمة .

* الفسيولوجيا : هى العلم الذى يدرس وظائف الاعضاء .

ولم يعن أمبير بهذه الكلمة سوى أن الحكومة تسوس الحكم بطريقة مُعيّنة للوصول إلى هدف كان موضوعًا من قبل ، ويُشترط هنا ان يكون موضوعًا من قبل لأن الهدف فى حد ذاته لا دخل له فى السيبرنتيقا بينما وضعه من قبل هو العملية المرتبطة بها . . اما كلمة السيبرنتيقا فهى عبارة عن اشتقاق فى اللغة اليونانية القديمة ويقصد بها دقّة الربان او دفة القيادة . ولقد القى المهندس الألمانى هيرمان أشميدت فى عام ١٩٤٠ محاضرة اكدّ فيها اهمية نظرية التحكم للعلوم الهندسية والفسيولوجية بل واعتبرها اساس فهم هذه العلوم . .

بَيْد ان نوربرت ڤينر (Norbert Weiner) يُعتبر هو المؤسّس الفعلى لعلم السيبرنتيقا إذ جمع دراساته المختلفة حول هذا الموضوع فى كتاب أصدره عام ١٩٤٨ وربط فيه العلوم المختلفة بعضها ببعض داخل اطار نظرية التحكم ، وقد تضخم الاهتمام بعد ڤينر بالسيبرنتيقا حيث خرجت أعداد من الكتب الأخرى تتناولها بالبحث وتفرّعت هى نفسها إلى أجزاء مختلفة كالسيبرنتيقا البيولوچية والسيبرنتيقا التكنولوچية وغيرهما . . وهذه الفروع بدورها تفرعت إلى اتجاهات عديدة ، ويقوم الآن عديد من الجامعات فى اوروبا وامريكا بتدريس السيبرنتيقا كعلم مستقل بذاته . .

وإذا حاولنا استعراض مجموعة من الافكار التى طرحها ڤينر فى كتابه فسوف نجد أنه يقوم فى جزء منه بتوضيح مفهوم العلم منذ العصر النيوتونى حتى الآن ، ويُبيّن أن هذا التطور فى العلم وتطبيقاته يخضع اساسًا للمفاهيم السائدة فى كل عصر عن الكون ككل ، والتى هى عبارة عن مُحصّلة العلوم المختلفة التى تتحكم فى تكنولوچية العصر . وهو يبدأ بنظريات نيوتن فى الفلك ومفهومه للزمن ، ثم ينتهى إلى عصر الأوتومية المبنيّة على نظريات السيبرنتيقا . .

وتُقسّم السيبرنتيقا ـ بمفهومها كعلم لتفسير عمل النظم التى تعتمد فى وجودها على الإشارات ـ إلى :

- نظرية المعلومات والاشارات ، ويدخل تحتها نظرية نقل المعلومات (زمانيًا ومكانيًا) ووضع شفرة لها .
- نظرية تفهم المعلومات والاشارات .
- نظرية تنظيم المعلومات .
- نظرية التعامل مع النُظم الأخرى (الرد على الإشارات) .

٢ ـ أساسيات النظام السيبرنتيقى :

تُطلق « المتتالية الزمنية » كاصطلاح على الظواهر التى يرتبط ظهورها بالزمن مثل القياس المتتابع لدرجات الحرارة بواسطة الترمومتر . . وقد

تكون هذه المتتاليات الزمنية متسقة كما قد تكون مُركّبة أو بسيطة ، ويدخل ضمنها تغير الضغط فى جهاز التليفزيون أو فى جهاز الرادار مثلاً.

وتهتم كل هذه الظواهر فى المقام الأول باستقبال وحفظ واستخدام المعلومات التى تنقل كل منها حسب شفرة خاصة بها .

ونخرج من هـذه الأمثلة البسيطة إلى تفسير المعلومات وكيفية انتقالها ، بل وكيفية قياس حجمها أيضا وبأى طريقة تقدر . وهنا تلعب الرياضيات المتقدمة دورًا هاما فى تفسير المصطلحات . .

ومن النقاط الهامة جدا فى تقدير حجم المعلومات التى يُراد نقلها ، ان المعلومات نفسها يمكن أن تنقل بلا حـدود ، إذا لم تتعرض إلى أى تشويش ، بينما فى وجود التشويش تنقل المعلومات ولها حدود حيث يتحدّد حجم الإشارات المنقولة بحجم المعلومات وحجم التشويش ، وبالتالى يُمكن ان يصل حجم الإشارات إلى قيمة صفرية أى تنعدم الإشـارات كلها إذا زاد التشويش عن حدّ مُعيّن .

وهذه الحقيقة نراها واضحة فى التشويش الذى يحدث لأجهـزة الرادار وهى تدخل ضمن أجهزة استقبال المعلومات. وكلما زاد التشويش فإن هذه الأجهزة تعجز عن استقبال المعلومات الأساسية التى يجب نقلها وهى تحركات الطيّارات مثلاً . ويُمكن اعتبار عملية التشويش هذه جزءمن نظرية تفهم المعلومات ، حيث انها تؤثّر على محتوى المعلومات الأساسية المنقولة .

ويحتوى أى نظام سيبرنتيقى على انظمة استقبال تستقبل المعلومات القادمة ، وتتفهمها ؛ بمعنى أن يكون هذا النظام المستقبل قادرًا على حل شفرة الرسالة القادمة ، حيث تنتقل المعلومات باستمرار بشفرة خاصة لكل نظام . . وإذا حدث أى خلل فى تفهم الشفرة يتبعه بالضرورة خلل فى تفهم الإشارة القادمة وبالتالى يُؤدّى إلى عدم امكان تنظيم المعلومات تنظيمًا سليمًا . .

وبعد تفهم المعلومات المرسلة ، ووضعها فى المكان المناسب يتمّ ربطها بالمعلومات السابقة الموجودة فى النظم السيبرنتيقية الأخرى ، حتى يُمكن إحداث ردّ الفعل المناسب والمطلوب بناء على الإشارة المرسلة اساسًا .

مما سبق نجد أنه لكى تتم دورة أى نظام سيبرنتيقى ، يجب ان تتم العمليات الفرعية الآتية : نقل المعلومات واستقبال الاشارات الدالة عليها ثم تفسير هذه الاشارات وارسال اشارات او اوامر معينة نتيجة للمعلومات التى وصلت (رد فعل) وهذا هو ما يطلق عليه احيانًا نظرية الاتصال .

وعلى ذلك يمكن تفسير الاتصال بكل انواعه على انه نظام سيبرنتيقى او ان السيبرنتيقا تفسير لنظام الاتصال .

جـ ـ الانفجار التكنولوچى والأوتومية (الآلية الذاتية)

١ ـ العلاقة بين السيبرنتيقا والأوتومية

يمكننا القول بأن الصناعة الحديثة مدينة فى أوتوميتها لنظرية السيبرنتيقا التى أمدتها بنظم التغذية المرتدة أو التحكم الذاتى للأخر (Feed back control systems) . . وفى البداية نتساءل : كيف نشأت العلاقة بين الاثنين ؟

لدة وصلنا الى فكرة بسيطة عن ماهية علم السيبرنتيقا وعرفنا انه العلم الذى تحدث فيه مقارنة متفاعلة بين الإنسان والآلة ، وكما أفاد علماء البيولوچيا من هذا العلم ، فان التكنولوچيين هم الآخرون قد استفادوا منه بدرجة كبيرة جدا . . فقد لاحظوا أن أعصاب الإنسان تقوم بعمليات ردّ فعل سريعة لعديد من التصرفات فتحكمها . . نرفع مثلا يدنا إذا ارتفعت درجة الحرارة عن الحدّ الذى نتحمله . . ونغمض عيوننا فى مواجهة الضوء الشديد ؛ وهكذا . .

إن نظم التغذية المرتدة يمكن أن تعرف بأنها النُظم التى تسير فى اتجاهين ، فإذا ما زاد الفعل فى أحد الاتجاهين ؛ فإن هذه الزيادة ـ نفسها ـ تعمل على التحكم فى هذا الفعل ، وابطائه ، وإذا قلّ الفعل عن حدّ مُعيّن يؤدى ذلك تلقائيًا إلى إسراعه للوصول به إلى المستوى المحدّد سابقًا . .

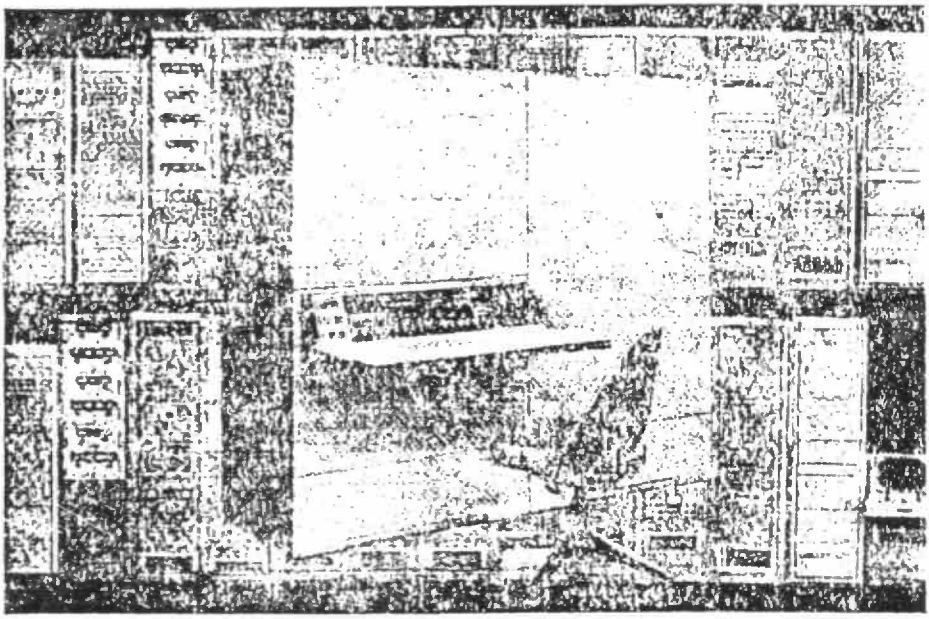
ومثال ذلك ايضا يكون واضحًا فى مكنة كهربية حين تسحب تيارًا مُعيّنا ، فإذا حدث ـ لأى سبب من الأسباب ـ أن ضعفت المقاومة بشدة فإن التيار سيتجه حتمًا إلى الزيادة الرهيبة التى نخشاها . . بينما إذا فتحت الدائرة فلن يمر تيار البتة ونظام التغذية المرتدة فى هذه الحالة يعمل على ان يظل التيار مستمرًا فى معدّله الطبيعى تقريبًا . .

٢ ـ التطور السريع للأوتومية :

لم يكن فى الولايات المتحدة الأمريكية حتى عام ١٩٥٥ سوى بضع عشرات من الحاسبات (العقول) الإلكترونية ، بينما لم يكتمل عام ١٩٦٠ حتى كان بها أحد عشر ألف عقل الكترونى . ومن المحقق ان عدد هذه الحاسبات قد ازداد زيادة كبيرة خلال الاعوام العشرة الأخيرة .

على أن أهم ما ينبغى ان يلاحظ هنا ان نحو ثلث هذه العقول قد استخدم فى حل المشكلات العلمية والهندسية أما الثلثان الباقيان فمستخدمان لحل المشكلات الإدارية .

إن بعض جوانب الأوتومية ليس جديدًا فلقد سبق أن اخترع « باسكال » الفرنسى عِدّة أجهزة حاسبة خلال عامى ١٦٤٢ و١٦٤٣ . وفى سنة ١٨٠١ عرض فرنسى آخر اسمه « چاكار » فى پاريس منولا يدور بتعليمات تسقط فى فتحة به على هيئة ورق مقوى مثقوب ، وكانت



(شكل رقم ٢ ـ ٦) حاسب الكترونى (عقل الكترونى) :

المحولات التليفونية (سويتش بورد) الآلية معروفة فى لندن خلال العشرينات ، وابتداء من سنة ١٩٢٥ أخذت إدارة البريد فى لندن تسير قطارات أوتومية ـ دون سائقين ـ للبريد تحت سطح الأرض ..

بَيْد ان الأوتومية لم تصبح عملية تمامًا فى مجال التطبيق إلا بعد الاهتداء إلى مجموعة من النظريات المثيرة إبّان الحرب العالمية الثانية ادّت فى النهاية إلى صُنع العقول الإلكترونية . وبفضل التقدم الهائل فى ميدان التكنولوجيا فى أعقاب تلك الحرب وخاصة خلال الخمسينات اصبحت مصانع « فورد » السيارات فى كليفلاند تستعين بشخص واحد فقط لإدارة جهاز يقوم بأكثر من خمسمائة عملية .. وقبل إدخال الأوتومية على تلك المصانع كانت تلك العمليات تحتاج إلى عدد من الرجال يتراوح بين ٣٥ ، ٧٠ ..

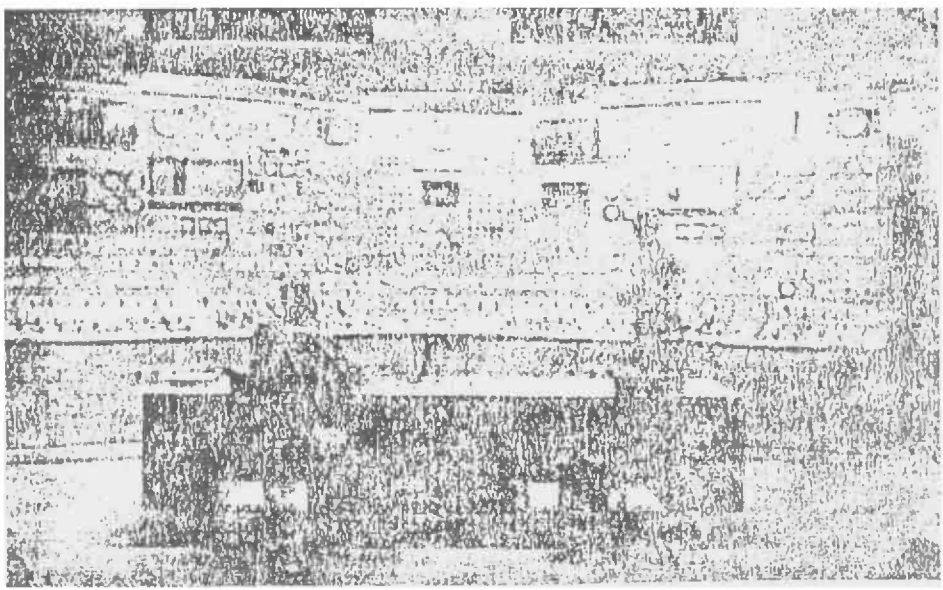
وفى احد مصانع أجهزة الراديو فى شيكاجو يشتغل شخصان فقط فى تركيب ألف جهاز يوميا وكانت هذه العملية تحتاج فى الماضى ـ قبل الاعتماد على الأوتومية ـ إلى ٢٠٠ شخص .. كما استطاعت إحدى الشركات باستخدام عقل الكترونى أن تحلّ فى ثلاثين ساعة فقط مشكلة كيميائية ما كان لشخص واحد أن يحلها جزئيا إلا إذا عمل ٤٠ ساعة فى الأسبوع خلال عشرين سنة .. وفى معهد الدراسات العليا بجامعة برنستون يُعدّ احد العقول الالكترونية التنبؤات الجوية فى ثلاث ساعات

ولو ان شخصًا زُوّد بآلة حاسبة لما استطاع الاضطلاع بهذه العملية فى ثلاثة قرون ..

ومن المعروف ان أجهزة التحكم الآلى الخاصة بالقذائف الموجهة جزء هام من برنامج الدفاع الأمريكى ، حيث تُرسل القذيفة المنطلقة بالراديو أنواعًا شتى من البيانات إلى مركز المراقبة الأرضية وهذه البيانات تُسجّل على الفور بطريقة أوتومية ثم تتلقفها العقول الإلكترونية بسرعة لتتخذ القرارات الهامة اللازمة بشأنها فى ثوان معدودات .

وتُعدّ شبكة « الترانسيت » فى لندن أضخم شبكة من نوعها فى العالم فهى تُنظم حركة اكثر من عشرة آلاف اوتوبيس وتسعمائة قطار مستعينة فى كل ذلك بعقل إلكترونى يمر داخل شريط مثقب واحد .

وتستخدم إحدى الوزارات الأمريكية عقلاً إلكترونيا مهمته تحديد مصير ٣٥٠ مليون شيك تصرفها فى كل عام ، وقد حلّ هذا العقل محلّ ٤٥٠ موظفاً فى الوزارة ، كما تستخدم إحدى الشركات عقلاً يُنظّم ويُنسّق مرتبات ستة وعشرين الفًا من الموظفين فى عمليات حسابية تستغرق ٢٠ دقيقة فقط ..



(شكل رقم ٣ - ٧) - لوحة تحكم آلى بأحد المصانع

وفى الاتحاد السوفيتى مصنع آلى ١٠٠ ٪ لانتاج « بساتم » مُحركات سيارات النقل ولا تحتاج الأجهزة المستخدمة فى هذا المصنع العجيب إلى أى عامل للاشراف عليها .. وهناك مصنع روسى آخر يصنع « كرات

المحاور » اوتوميا بحيث لا تصل إليها يد اى شخص من ساعة إدخال الصلب الخام حتى وصول كُرات المحاور إلى علب الكرتون ..

ولدى الاتحاد السوفيتى عدد كبير من « العقول الهوائية » اى التى تعمل بضغط الهواء .. ومع ان هذه العقول أبطأ بعض الشىء من العقول الإلكترونية إلا انها خالية من القطع المتحركة ، ولذا فهى ليست اطول عمرًا واكثر دقة فحسب بل يُمكن استخدامها كذلك فى المصانع والمعامل الكيميائية حيث يتعذر استخدام العقول الإلكترونية لخطورتها ..

وحتى الذين لم يستطع ان يبقى بعيدًا عن الأوتومية فالإجابة على الرسائل التى يتلقاها الواعظ الأمريكى الشهير « بيلى جراهام » تتم بوسائل اوتومية على النحو الآتى : تفتح ثماني سيدات الخطابات العديدة التى يتلقاها الواعظ يوميًا ويستخدمن أقلامًا عديدة الألوان فى رسم خطوط تحت الألفاظ الهامة فى الرسائل ، ثم يدخلن الرسائل فى جهاز يقرأ الكلمات الهامة بعينه السحرية الإلكترونية .. وعندئذ تنطلق عدة آلات كاتبة أوتومية للإجابة على الاسئلة التى يوجهها الناس عن التمييز العنصرى ومصير الذين يهملون تعاليم المسيحية ورجال الدين الذين يحيدون عن جادة الصواب وحتى الرجال الذين يهملون فى حلاقة ذقونهم ..

٣ ـ حول مفهوم استعمال العقول الالكترونية :

ثَمّة ملاحظة هامة لابد من تسجيلها هى أن الكثير من الناس يعتقدون أن العقول او الحاسبات الإلكترونية تستطيع ان تُفكّر ، وهو امر يُثير الفزع فى النفوس . والواقع ان « التفكير » هو العملية الذهنية الوحيدة التى لا تستطيع العقول الإلكترونية القيام بها .. إنها تجمع وتطرح وتضرب وتقسم ، كل هذا بسرعة البرق ، ولكنها لا يسعها أن تفكر كما يفعل الإنسان . إن فى وسع بعض العقول ان تجمع عشرة أرقام كبيرة فى بضع ثوان اى انها اسرع من استجابة العقل البشرى للأعصاب. وتستطيع هذه العقول ان تتصوّر الطريقة التى يُمكن أن تتحرك بها قطع الشطرنج فى اية مسابقة وأن تُحدّد فى لحظة الخطة التى يجب ان يُنفّذها هذا المتبارى أو ذاك إذا أراد أن يضمن الفوز .

كما أن فى وسع العقول الإلكترونية أن تصيح « حريق .. حريق .. » إذا حدث ماس كهربائى يُهدّد بنشوب حريق ، وأن تُحدّد الضرائب التى يجب أن تستقطع من مرتبات الموظفين وأن تجيب على عدد لا نهاية له من الأسئلة فى كل فروع العلم والمعرفة وان تُصوّب اخطاءها إذا اخطأت ايضًا .

ولهذه العقول ذاكرة قوية جدا بَيْد ان الذاكرة هنا تعتمد على تغذية العقل بالمعلومات والبيانات والاحصاءات والردود ، على أن هناك من

الحيوانات من يتمتع بمثل هذه القدرة « الذهنية » وفى مقدمتها الفيل الذى لا ينسى ابدا ..

والعقل الإلكترونى قادر على أن يحفظ بسهولة « عن ظهر قلب » قاموسًا إنجليزيا روسيا مثلا ولكن الترجمة بين اللغتين ما برحت مستعصية عليه لعدة أسباب لعل أهمها تعقيدات القواعد اللغوية والعجز عن استخدام « الذكاء » لتفسير معانى كثير من الكلمات ..

ومع أن العلماء قد عجزوا حتى الآن عن تكوين « قُدرة على التعلم » كافية فى « رءوس » العقول الإلكترونية فقد نجح بعضهم فى توفير قُدرة موسيقية فى عقل من ابتكاره بدليل ان هذا العقل يستطيع أن يُنغّم الحانًا بسيطة .. ويزعم العلماء البريطانيون ان لديهم عقلا إلكترونيا اقدر على لعب الشطرنج من صانعه . ويُقال ايضا انه سيصبح فى وسع العقول الإلكترونية فى المستقبل القريب جدا أن تعد الحجج القانونية فى القضايا تمهيدًا لاملاء مُذكرات تُقدم إلى القضاة فى المحاكم .

ثالثًا : اللقاء بين التكنولوجيا والعلوم الانسانية :

فى هذا البند نحاول ـ بإيجاز شديد ـ أن نتطرق إلى تطبيق تكنولوجى وهندسى آخر للعلم الحديث . فى مجال يظن الكثيرون منا أن العلم والتكنولوجيا والهندسة ابعد ما تكون عنه ، ذلك هو مجال العلوم الإنسانية ..

١ ـ علمية الدراسات الانسانية :

لنسأل انفسنا اولا : ما معنى عبارة « علمية الدراسة » ؟ ..

إن علمية الدراسة هى « اتباع نسق مُنظم من المعرفة التى تُكتسب وتُصاغ عن طريق منهج مُعيّن مُحدّد » .. ذلك هو تعريف العلمية .. وعلى هذا فإننا نجد العلوم الفيزيقية (التى تدرس كل ماهو غير حى) والعلوم البيولوجية (التى تدرس اشكال الحياة) قد اصبحت علومًا راسخة فى علميتها بعد ان تخطت كل أشكال التخمين العشوائى .. وهى علوم يمكن ان توصف بأنها متقدمة .. بينما العلوم الإنسانية (كالفلسفة وعلم النفس .. الخ) ما زالت فى عِداد العلوم الناسية لأنها لم تتمرس بعد باستخدام الوسائل الرياضية والمنطقية والتجريبية لكى تمحص كل فروضها واستنتاجاتها بدقة .

ولكن ثَمّة تشكيك ما حتى الآن فى مدى امكانية أن تصبح الدراسات الاجتماعية عِلمية فى شكلها ومضمونها ، وهنا خمس نقاط يتأكد معها الرد على هذا التشكيك :

١ ـ إن الظواهر الاجتماعية هى ظواهر طبيعية لأنها تحدث تحت سمعنا

وبصرنا فى الطبيعة وبالتالى يمكن توصيفها وادراكها بواسطة الحواس البشرية .

٢ ـ يُمكن استخدام الوسائل المساعدة للحسّ البشرى ـ والتى تُستخدم أيضا فى العلوم الفيزيقية والبيولوجية ـ مثل التسجيل السينمائى والصوتى للأحداث الاجتماعية وذلك يضمن لنا مزيدًا من الدقة والموضوعية .

٣ ـ إن الظواهر الاجتماعية لها قدر معقول من الثبات النسبى والتكرار وتطورها لا يجب أن يكون مُزعجًا إذ أن كل الظواهر الطبيعية تتطوّر تقريبا .. إبتداءً من التطور السريع جدا الذى يحدث نتيجة للإشعاع من ذرة الراديوم (جزء من الثانية) إلى التطوّر البطىء وغير الملحوظ فى تعاقب فصول العام صيفًا وخريفًا وشتاءً وربيعًا .

٤ ـ لا يجب أن نتصور أن التجربة المعملية هى الوسيلة الوحيدة للمنهج العلمى ، وعلى سبيل المثال فان علوم الفلك والجيولوجيا والمحيطات لا تعتمد على التجربة المعملية ، ولكنها تعتمد على الملاحظة والقياس .. ومع ذلك فإن التصميم التجريبى يمكن أن يساعد العلوم الاجتماعية .

٥ ـ القانون والتنبؤ والفرضية أمور غير ثابتة نسبيًا حتى فى الفيزيقا والبيولوجيا ، وليست هناك أية قوانين غير قابلة للتعديل .. ومن ثم فانه يمكن أن تكون هناك قوانين فى العلوم الاجتماعية ..

وعلى وجه العموم يجب علينا إدراك ان العلوم الإنسانية تقترب من المنهج العلمى إقترابًا كبيرًا وبعجلة متزايدة كنتيجة طبيعية للثورة التكنولوجية (الصناعية الثانية) التى تحدثنا عنها قبلاً :

- فقد عملت هذه الثورة على تغيير العديد من المفاهيم القديمة لدى الناس ، ويكفى لو قلنا أن التكنولوجيا قد غيّرت فى الحياة الاجتماعية بما يوازى التغيير فى حياة قرية من قرى ريفنا من مستواها الحالى إلى حياة مدينة من كبريات مدن العالم المعروفة كطوكيو أو غيرها .. وبالقطع فإن كون العلوم الإنسانية دالة فى التكنولوجيا ساعد على مزيد من العلمية فى هذه العلوم .
- احتاجت التكنولوجيا ـ كما سنتولى تفصيل ذلك فى الباب التالى ـ إلى دراسات دقيقة لحياة العمال والمهندسين الذين يُشكّلون عنصرًا أساسيًا فى العمل .
- قدمت التكنولوجيا امكانيات جديدة للعلوم الإنسانية فى صور مباشرة وغير مباشرة منها مثلا التصوير السينمائى وغيره من أدوات التسجيل والمتابعة ، مما ساعد على تقدم هذه العلوم وتطوير أدائها ..

ب ـ أسلوب تحليل المنظومات :

أفادت العلوم الإنسانية ـ كما اشرنا ـ من التقدم التكنيكى .. بصورة غير مُباشرة اولاً حيث استخدمت أسلوبه فى القياس .. ثم بصورة مُباشرة حيث قدّم لها بعض اجهزة التسجيل ، على أن أقصى انواع الاستفادة جاء باستخدام أسلوب تحليل المنظومات — System analysis — الذى ادخل العلوم الانسانية عصر التكنولوچيا الحديث أو ما اصطلح على تسميته بعصر العقول الالكترونية .

ولسوف نطرح هنا دون التطرق العميق لدراسة المنظومات مجموعة من المفاهيم المحيطية بها حتى يتسنّى للقارىء ان يتفهم معنا الفكرة الرئيسية التى مكّنت العلوم الانسانية أن تفيد من التقدّم التكنولوچى .. ومن هذه المفاهيم مفهومى التركيب والتحليل لعدد من الجزيئات الصغيرة جدا « بطريقة التفاضل والتكامل » والتى ترتبط فيما بينها بعلاقات مُختلفة كالتجاذب والتنافر وغيرها . .

والعلاقات البشرية عمومًا يُمكنها ان تتّبع ظروفًا متنوعة يُمكن وضعها بشكل رياضى كأن تدرس لها السلوك المتوسط او اقصى وأدنى سلوك مُمكن حسب نظرية الاحتمالات مثلاً . .

والمنظومة ـ كما عرّفها ريتشارد كيرشنار ـ هى : « جمع من الكيانات أو الأشياء (الحيّة او الجماد) يتلقى مُدخلات مُعيّنة ويُؤثّر فيها بشكل متناسق ليعطى مُخرجات مُعيّنة بقصد تحقيق نهاية قصوى لبعض الصفات المرتبطة بالمدخلات والمخرجات » .

وعلى ذلك ـ فى المجال البشرى ـ فإن بناء فندق مثلاً لا يُعتبر منظومة . . ولكن البناء والعاملين ونظام العمل يمكن اعتبارها منظومة تتلقى مُدخلات (هى الطعام والشراب والوقود والضيوف والمال والشكاوى والفواتير) ويُؤثّر عليها لتعطى مُخرجات (منها الراحة والجو المكيّف والوجبات والفضلات والفواتير أيضًا) وذلك بقصد الحصول على الحد الأقصى من الربح . .

جـ ـ الهندسة البشرية (Human Engineering) :

الهندسة البشرية هى علم تحديد احتمالات سلوك الإنسان ، وقد كانت فى البداية مُجرّد فرع غير تطبيقى من علوم المنظومات ، ثم بدات تستقر مستقلة ، ونمت بنموها العلوم الاجتماعية المختلفة التى يزداد اعتمادها على الهندسة البشرية بسرعة كبيرة . .

ونحن فى البداية يلزمنا التركيز على نقطتين اساسيتين هما :

١ ـ التغذية المرتدة (Feed back) :

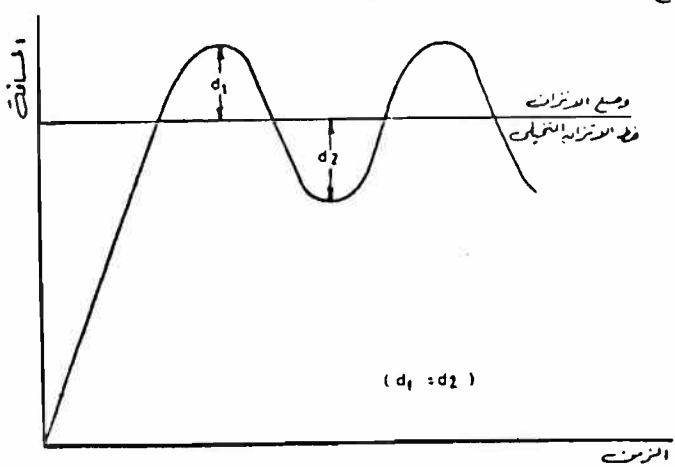
إذا حدث انحراف فى الاداء لأى جزء من أجزاء الجسم الإنسانى عن الأداء المطلوب فى السلوك الفعلى لهذا الجزء .. تقوم التغذية المرتدة بتوجيه هذا الجزء ليتحرك عكس الانحراف . ومثال ذلك يحدث إذا مدّ الإنسان يده ليلتقط قلمًا يتدحرج على سطح مائل فإذا ما وصلت يده إلى مسافة قريبة من القلم فإنه على الفور يُحرك يده لتقليل المسافة (الخط) بينها وبين القلم حتى تتلاشى .. وهناك امثلة اخرى لا حصر لها لحركة جميع اعضاء الجسم وفقًا لنظام التغذية المرتدة .

٢ ـ الاستقرار (Stability) :

يكون الإنسان فى اى موقع له ، جزءًا من منظومة متكاملة للعمل او اللعب او اى مُهمّة أخرى وهذه المنظومة تكون عادة ميالة للاستقرار، والعودة إلى وضع مُتزن جديد إذا تمّ ازعاجها والخروج بها عن وضعها المتزن الابتدائى ..

ونضرب الآن مثالاً عامًا يُوضّح فكرتى التغذية المرتدة والاستقرار لدى الإنسان ، وهذا المثال يكشف الفرق بين هاتين الفكرتين كما يُوضّح العلاقة بينهما ..

لنتصور ان ايًّا منا يريد ان يتعلم كيفيّة ركوب الدراجة لأول مرة : فإنه سوف يعمل ـ عندما تميل الدراجة ناحية اليسار ـ إلى ادارة قضيب القيادة جهة اليمين .. وذلك يتم عن طريق التغذية المرتدة من المخ إلى أعصاب اليدين (شكل رقم ٣ ـ ٨) .. ويبالغ الإنسان فى عملية التصحيح فينحرف ناحية اليمين بقدر يزيد على انحرافه الأصلى مما

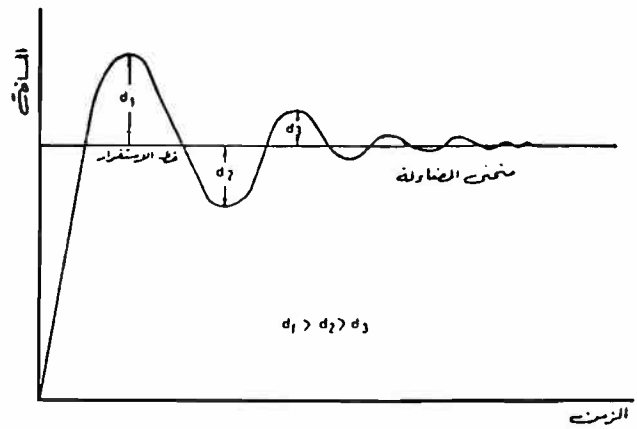


(شكل رقم ٣ ـ ٨) رسم بيانى يوضح الحركة تحت شرط التغذية المرتدة فقط

يجعله يقوم بعملية تصحيح ناحية اليسار وهكذا باستمرار ، مما يُسبّب ترنح الراكب يمينًا ويسارًا ، ثم وقوعه من فوق الدراجة بشكل يُثير ضحكات المارة ..

ولكن هذا الشخص يستمر ـ بعد فترة ـ فى تكوين ألفة بينه وبين الدراجة ليعملا معًا كمنظومة (System) ، وفى هذه الحالة فإن الإنسان سوف يضع فى اعتباره الحالة التى يحاول بها تصحيح مساره ويتنبه جيدًا إلى كميّة الانحراف واتجاهه مما يُساعد على مضاءلة (Damping) هذا الانحراف واتجاهه مما يُساعد على مضاءلة الاستقرار التى تنشدها المنظومة (شكل رقم ٣ ـ ٩) فكأن المضاءلة تُحقّق هدف الاستقرار عادة ..

وهذه المفاهيم ـ عمومًا ـ تقبل التطبيق المباشر على الكائنات الحيّة بل هى مفاهيم بالغة الأهمية فى السيبرنتيقا ، ذلك العلم الذى يربط بين المكنات والكائنات الحيّة ، ويُعالج كلاً منهما على انه منظومة تخضع لقوانين ديناميكية يُمكن صياغتها بقدر معقول من الدقة . وفى مجال العلوم البشرية ، وعلى الرغم من وجود احتمالات مختلفة وعديدة لتصرف الإنسان بطريقة بعيدة عن العقل او الضابط الميكانيكى .. إلا انه مهما كانت هذه الاحتمالات ، فإن حساب المتوسط الذى سوف يكون الاستقرار المطلوب نحوه يُصبح امرًا يسيرًا .. كما ان حساب اقصى وادنى احتمال سيكون هو الآخر امرًا مُمكنا على الأقل ..



(شكل رقم ٣ ـ ٩) رسم بيانى يُوضّح الحركة تحت شرطىّ التغذية المرتدة والمضاءلة معًا ليصل الجسم المتحرك إلى وضع الاستقرار

الفصل الثالث

أفكار المهندسين
بين الحلم التكنولوجى والواقع الهندسى

أولا : مفهوم الحلم التكنولوجى

قدّمت السنوات الأخيرة خير دليل على امكانية تحقيق مجموعة من الافكار والآراء والتصميمات التى كان مُجرّد التفكير فيها حلمًا بعيدًا عن الواقع ودَرْبًا من دروب الخيال ، بَيْد ان السِمَة الاساسية للانجازات التكنيكية فى تلك السنوات هى ان الفترة الزمنية بين التطلّع إلى الأحلام والخيال وبين القُدرة على تحقيقها كانت قصيرة ـ اشدّ ما يكون القِصَر ـ بالنسبة لتلك التى كانت تُراود اجدادنا فيما مضى . وعلى سبيل المثال فإن حلم التحليق فى اجواء السماء قد راود الإنسان منذ فجر التاريخ وتكرّر فى الاساطير والروايات القديمة على مرّ السنين وظلّ عالقًا فى اذهان الاجيال المتتالية حتى ان عباس ابن فرناس حاول فى تجربته المعروفة الطير بأجنحة من ريش ، ولم يتحقّق الحلم إلا عندما قام الاخوان«رايت» بتصنيع أول طيّارة حلّقت فوق فرجينيا بالولايات المتحدة مع مطلع هذا القرن .

أ ـ شروط معقولية الحلم التكنولوجى :

وارى اننا بحاجة الآن لأن نقف قليلاً امام مفهوم الحلم التكنولوجى فى الفترة القادمة وحتى لا يُصبح هذا الحلم ضربًا من احلام اليقظة فلا بد وان يرتبط بشرطين اساسيّين :

١ ـ الموضوعيّة :

ونعنى بها ارتباط التطلع العلمى أو الحلم التكنولوجى بموضوع متكامل الأجزاء وبُعده عن ان يكون تطلعًا ذاتيًا محضًا . وعلى ذلك ففكرة السوبرمان او خاتم سليمان او مصباح علاء الدين لا يمكن ان تصبح احلامًا تكنولوجية او تطلعات علمية إذ انها ترتبط بتطلّع الحلم إلى تحقيق ذاته بشكل خيالى والوصول بقدراته للكمال الذى يفوق تصوّر الآخرين وهذه كلها لا تعدو ان تكون اوهامًا لا ترتبط بالعِلميّة بأى رباط ..

٢ ـ النظر إلى الممكن وحساب المتاح :

ونعنى هنا النظر للممكن من الظروف والامكانيات الموضوعية والأجهزة العلميّة ، وحساب المتاح من رصيد العلم البشرى وبالتالى يجب ألا نخرج عن نطاق العلم الموجود لدينا وهذا هو المقصود بالمتاح ، لكننا بالنسبة للتكنولوجيا يمكننا أن نتطلع إلى امكانية تطوّر عدد من أجهزة البحث الموجودة تحت ايدينا وهذا هو المقصود بالممكن .

ويقتضى التطلّع العلمى او الحلم التكنولوجى ان يكون مرتبطاً بشكل أو بآخر بهذين العنصرين وإلا لما امكن تحقيقه .

وفى المثال الذى ذكرناه من قبل عن حلم الطيران الذى راود أجدادنا نجد أن الحلم ظلّ وهمًا حتى عباس ابن فرناس .... ولكن لماذا ؟ .. لأنه اولا لم يُحقّق موضوعيته فكان مجرد أسطورة ، ولأنه ثانيًا لم يبدأ من دراسة الممكن والمتاح . وعندما جاء عباس ابن فرناس بالأجنحة التى حاول التحليق بها حقّق نظرة جزئية إلى الممكن وذلك انه امعن النظر فى كيفية الطيران لدى مجموعات الطيور المختلفة وتصور أنه يُمكن للإنسان وبأجنحة أكبر ان يُمارس عملية الطيران .

وفى عصرنا هذا يُصبح التطلع إلى تخليق الخلية الحيوانية صناعيا واكتشاف الحياة على الكواكب الأخرى واستغلال شتّى انواع الطاقات المتاحة على الأرض احلاما تكنولوجية لأنها تحقق الشرطين السابقين ... بينما لا تكتسب فكرة الإنسان النبروتى والسير بسرعة الضوء نفس الدرجة .

وبالنسبة لحلم تخليق الخلية الحيوانية مثلاً والذى قد يتحقق فى اى لحظة من اللحظات ـ فإننا نجد شرطى الحلم التكنولوجى منطبقين عليه . فالتخليق مُرتبط قبل كل شىء بعلم السيبرنتيقا الذى ابتدعه نينر عام ١٩٤٨ وطوّره العلماء الامريكيون والسوفيت حتى صار عِلْم العلوم هذه الأيام وبالتالى فإن التخليق لن يبدأ من فراغ بل كل مايحتاجه فقط هو مزيد من العناية بدراسة العمليات الكيماوية التى تحدث فى الخلية ويخدم ذلك جيدًا ان الأجهزة الموجودة تحت أيدى علمائنا الآن وامكانية تطويرها يسمحان بذلك . وكذلك الحال بالنسبة للتطلع إلى الكشف عن أسرار الحياة على الكواكب الأخرى حيث وصل العلم إلى رصد حركة هذه الكواكب رصدًا دقيقًا وتمكّنت التكنولوجيا من تجهيز المركبات الفضائية التى تحمل الإنسان إلى خارج نطاق أرضه .

والشرطان السابقان ينطبقان ايضًا على حلم الإنسان باستغلال الطاقات الموجودة فوق سطح الأرض بما فيها الطاقة الشمسية . اما بالنسبة لفكرة الإنسان النبروتى التى طرحها المؤلف « نستا نسلوليم » فهو يصف فيها كوكب نبروت بأنه كوكب من الصغر بحيث لا توجد به غرف نوم كافية لسكانه ويتصور أن النبروتيين بسعة حيلتهم امكنهم ان

يحلوا هذه المشكلة حيث قاموا بترتيب رسوم بيانية ذرية لكل فرد منهم تُمثل صورة الجسم ذرة ذرة وعندما يحلّ موعد النوم يضغط النبروتى نفسه خلال باب صغير داخل رشّاش ذرّى فيتبعثر جسمه من فتحة أخرى إلى ذرات يمكن رصدها بعيدًا حتى يحلّ الليل وفى الصباح تقوم ساعة إنذار بتشغيل الرشّاش الذرى فيُعاد تجميع الجسم النبروتى وفقًا للرسم البيانى الذرّى وينفتح باب ليخرج منه النبروتى حيث يتثاءب ويشرب فنجان الشاى ويذهب لعمله . ولا يخشى النبروتيون من أن الذرات المبعثرة لواحد منهم سيُعاد تجميعها على هيئة شخص آخر بل أنهم عثروا على تطبيقات أخرى مُفيدة للرشّاش الذرى النبروتى فعندما يعجز أحدهم عن حل مشكلة عويصة فإنه لا يُفكّر فى الانتحار وكل مايفعله هو أن يدخل الرشّاش ويمكث عشرات السنين مبعثرًا فى هيئة ذرات وعندما يعود مرة ثانية فغالبًا ما تكون المشكلة قد تمّ حلها وبالنسبة لهذه الفكرة التى طرحها المؤلف البولندى « ستانسلوليم » فإننا لا نجد الشرطين السابقين ينطبقان عليها . ولذلك فلا يُمكن وصفها بالحلم التكنولوچى .

كذلك لا نجد المتاح من العلم يُحقّق لنا فكرة الجرى بسرعة الضوء حيث أن أحدث ما وصل إلينا من العلم الآن هو ما وصلت إليه نسبية إينشتين وهى تبحث فيما دون سرعة الضوء وعلى ذلك فلا يمكن اعتبار تلك الفكرة حلمًا تكنولوچيا هى الأخرى .

ولسوف نعرض فى هذا الفصل لنوعين من الأحلام التكنولوچية الأول منها قد تحقّق فعلاً أما الثانى فلم يتحقّق حتى الآن وإن كان هناك احتمال لتحقيقه . ولا يعنى ذلك أن هذه فقط هى أحلام المهندسين فى الفترة الماضية بل أن أغلب الانجازات الهندسية على طول الزمن كانت أحلامًا فى وقت من الأوقات كما أن هناك آلافًا أُخرى من الأحلام تنتظر التحقيق بالجدّ والكدّ والمثابرة العلمية .

ب ـ لماذا لا تتحقق بعض الأحلام التكنولوچية ؟

والآن .. قد يتساءل البعض عن الأسباب التى حالت دون تحقيق عدد من الأحلام التكنولوچية على الرغم من اكتمال جانب الدراسة الهندسية لها فى الوقت الذى تخطو فيه أحلام أخرى بطريقة ثابتة نحو التحقيق والانتشار .

ولعله يكون مناسبًا أن نقوم بعملية تقسيم لهذه الأسباب إلى عامة تتعلق بالاقتصاديات وأخرى سياسية ، ولا تعتريك الدهشة حين نقول : سياسية ، فكثيرًا ما تتوقف أقدار المشروعات الهندسية على اعتبارات سياسية لا تمت للواقع التكنولوچى بصلة مثلما تدخلت هذه الاعتبارات لعرقلة تنفيذ النفق الممتد بين انجلترا وفرنسا وذلك نتيجة لرفض

الإنجليز تنفيذ هذه الفكرة خوفًا من قيام الأعداء « المانيا » باحتلال مدخل النفق عند إنجلترا وإنزال قوات بطريق هذا النفق .. وكذلك أيضا معارضة عدد من الدول لمشروع الاتلانتروبا الذى سيتناوله حديثنا فيما بعد :

وعمومًا فإننا نعتقد ان التعاون الدولى فى مجال الهندسة ، سوف يتيح الفرصة لتحقيق أحلام أكثر إذا توافرت لها الظروف الملائمة ، وذلك من ناحيتين :

١ ــ الناحية السياسية .

٢ ــ الناحية الاقتصادية وهى الأهم حيث نشعر بحيوية دعم الدول الفنية الآن للدول النامية فى رفع مستوى العمل الهندسى بها.

وفى الدعم السياسى والاقتصادى للاحلام التكنولوچية دعم للهندسة قبل اى شىء ، ويكفى ان القاعدة الهندسية سوف تتسع وبالتالى يتسع لها مجال التنفيذ .

ولا يجب ان يأخذنا الانزعاج أو التهيّب أزاء غزارة الأحلام التكنولوچية التى يتدفق بها خيال المهندسين فى عالمنا المعاصر ، فمعظم الانجازات التى تحققت بالفعل ــ كما اوضحنا من قبل ــ كانت أحلامًا ، ومعظم الأحلام كانت بادىء ذى بدء امرًا بعيد المنال والتحقيق .. بل لا نكون قد ابتعدنا عن العملية إذا اكّدنا أن الثورتين الصناعيتين اللتين حققتا تسخير الطاقة لخدمة جهد الانسان وفكْره كانتا خلال انفجارهما ونموهما عبارة عن انجاز لعدد من الأحلام .. وانشطار الذرة نفسه .. والفكر السيبرنتيقى ــ الذى اتهم العلماء بسببه بالكُفر والجنون فتأخر نموه قليلا ــ كان فروضًا اقتربت بالتدريج من التنفيذ ثم خرجت إلى النور هائلة ضخمة عملاقة .

وهناك احلام تكنولوچية تنتظر من المهندسين مهمة تطويرها لتصبح اكثر واقعية من الناحية الهندسية ، وذلك يقتضى ما اصطلحنا على تسميته بالحاسة الهندسية التى تُدرك كيفية وصول العلم إلى المستهلك عن طريق التكنولوچيا والهندسة .. وهذه الحاسة يتعلمها المهندس من بداية حياته الهندسية بالممارسة وعن طريق المهندسين الكبار .. وتصبح بعد تعوده عليها امرًا عاديًا حيث تترسب كمية من المعلومات الخاصة بالهندسة لتُصبح فى عقل المهندس الداخلى تابعة لنظام التغذية الرتدة وتأتى لردّ الفعل المباشر دون حاجة منه إلى تفكير طويل او اللجوء لحل مسائل رياضية مُعقّدة .

ثانيا . أمثلة لأحلام تكنولوجية تحققت :

نعرض هنا لمثالين من الأحلام التكنولوجية التى تحقّقت فعلاً وبدا جنى ثمارها كبيرًا رائعًا ـ وقد قصرنا حديثنا عليهما كنموذجين تتضح فيهما العناصر التى ذكرناها قبلا ـ وهما السد العالى ، واستغلال الطاقة الشمسية .

اما السد العالى فلأنه حلم عشناه طويلا فى وجداننا الوطنى وعاصرنا مراحله خطوة خطوة ودقيقة بدقيقة بل منا من شاهد الانجاز الجبار على الطبيعة وعاينه عن قرب وهو بعد احجار وكراكات وخرسانة ومواد بناء .

وأكثر من ذلك اننا عشنا معاركه السياسية والاقتصادية ، وعرفنا عن كثب كيف للسياسة ان تتحكّم فى اقـــدار التكنولوچيا واحلامها ومُنجزاتها . وهو فوق ذلك يعنى بالنسبة لنا اكثر من حلم ، لانه رمز إرادة ودليل اقتدار شعب بأكمله .

ويتداخل الحلم هنا بأكثر من طريق

فهو حلم هندسى تكنولوچى

وهو حلم وطنى كبير

وهو اختبار للصلابة والصمود

تحقّق رائعًا متخطيًا ببراعة برنامجه الزمنى ومؤكّدًا معان تجسدها بساطة هذا القول وقوته ايضا . .

« شعب اعطى للدنيا وللحياة . . وشعب سيُعطى للدنيا وللحياة شعب يبنى كل يوم . . وشعب يقاتل فى اى يوم . . يعرف قيمة البناء . . ولكنه يُدرك بعمق واصالة فى نفس الوقت اهمية حمل السلاح دفاعًا عن الأمل فى البناء . . ودفاعًا عن تحقيق البناء » .

اما بالنسبة لحلم استغلال الطاقة الشمسية فهو على الرغم من أنه ليس جديدًا فى مداعبته للخيال الهندسى إلا ان تحقيقه سيدخل بعنصر جديد من عناصر استغلال الطاقة بالإضافـــة لارتباط الشمس الوثيق بحياتنا بل وتوقف هذه الحياة عليها إلى جانب كونها عنصرا فى الطبيعة التى لم يزل الإنسان يتطلع الى تطويعها والسيطرة عليها .

١ ـ السد العالى :

عرف قدماء المصريين السدود منذ خمسة آلاف سنة ، ويُعدّ سدّ الكفرة اول سدّ فى العالم ما زالت آثاره باقية حتى الآن تشهد بمقدرتهم على البناء .

ومع بداية تكوين الدولة الحديثة فى مصر فى أوائل القرن التاسع عشر بدأت سلسلة مشروعات لتخزين المياه بإنشاء القناطر . ففى عام ١٨٧٣ بُنيت قناطر ديروط ، وفى مطلع القرن العشرين أُقيمت مجموعة قناطر إسنا ونجع حمادى وأسيوط وزفتى وقناطر الدلتا وإدفينا وفارسكور ، ثم كان بناء سد أسوان عام ١٩٠٢ فكان أعظم هذه الأعمال .

وبعد ذلك برزت فكرة بناء السد العالى لتداعب خيال بعض المهندسين المصريين زمنًا إلى أن خرجت من نطاق الحلم التكنولوچى إلى الواقع الهندسى بالغة نفقات تنفيذها ما يقرب من ١٢٠٠ مليون دولار ، وكما ذكرنا فالسد العالى صورة كاملة للثورية المتعددة الجوانب فى نضال الشعب المصرى السياسى والاجتماعى والتكنولوچى والهندسى والاقتصادى والعسكرى والمعنوى أيضا .. ويُعدّ نموذجًا للحلم التكنولوچى الذى تتداخل العوامل السياسية فى إعاقته أو انجازه .

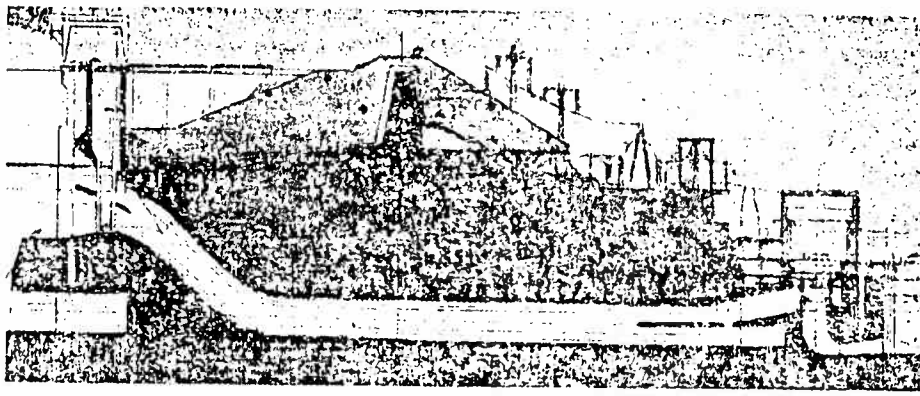
١ ـ الوصف العام للسد العالى :

ويُعتبر السد العالى أكبر سدّ ركامى فى العالم وهو يقفل مجرى النيل على بعد ٧ كيلو مترات جنوبى أسوان بينما يتابع النيل جريانه عن طريق قناة مكشوفة تُسمى « قناة التحويل » على الضفة الشرقية من النيل تتوسطها أنفاق ستة ؛ على مداخلها بوابات للتحكم فى كميات المياه المارة منها ، ثم تصب المياه بعد ذلك فى محطات القوى الكهربية .

ولقد سبق بناء السد عديد من الدراسات الهامة التى حدّدت معالمه وحلّت سائر مشاكل تصميمه متناولة كل ما هو مُتاح من النماذج لاختيار أوفقها مع دراسة شاملة لمشاكل الثبات والاتزان العام بالإضافة لاختيار افضل مواد التنفيذ والبناء على أُسس سليمة ، كذلك أُجريت تجارب عديدة لتخدم نتائجها ما يتعلق بهيدروليكية الأنفاق وأجزاء السدّ المختلفة وعلى الأخصّ الجزء الأمامى منه . وتُعتبر الاحتياطات والضمانات التى اتخذت عند تصميم السد العالى مثالاً فريدًا فى ضمانات واحتياطات السدود .

ويبلغ طول السد ٣٦٠٠ متر منها ٥٢٠ مترًا بين ضفتى النيل ويمتد الباقى على هيئة جناحين على جانبى الموقع ويبلغ طول الجناح الأيمن ٢٣٢٥ مترا والأيسر ٧٥٥ مترًا وارتفاع السد ١١١ مترًا فوق قاع النيل وعرضه عند القاع ٩٨٠ مترًا وعند القمة ٤٠ مترًا .

ويتكون جسم السد من ركام الجرانيت والرمال ويتوسطه نواة من الطين مانعة لتسرب المياه تتصل من الأمام بستارة أفقية مانعة للماء . والتفاصيل الدقيقة لجسم السد تتضح من القطاع العرضى لجسم السد (شكل رقم ٣ ـ ١٠) .



(شكل رقم ٣ ــ ١١) الأنفاق ومداخلها ومحطة القوى الكهربية

وتوجد محطة الكهرباء عند مخارج الانفاق وتحتوى على ١٢ توربين قُدرة كل منها ١٧٥ ألف كيلو وات تنتج طاقة كهربية تصـــل إلى ١٠ مليارات كيلو وات ساعة سنويًا .

ويوجد اعلى محطة الكهرباء عند منسوب (٠٠ر١٤٢) محطة محولات لرفع ضغط التيار الناتج من ٧٥ر١٥ إلى ٠ر٠٠ر٥ كيلو ڤولت لنقله للقاهرة وقد أُنشئت شبكة من خطوط القوى الكهربية لنقل الطاقة الكهربية من اسوان إلى القاهرة والمراكز الصناعية الكُبرى وربطها بالشبكة الكهربائية العامة فى مصر ، ويوضح شكل رقم (٣ ــ ١١) قطاعًا راسيا يوضّح الانفاق ومداخلها ومحطة القوى الكهربية .

وبمقارنة سعة خزان السد العالى (بحيرة ناصر) بسعة خزانات السدود العالمية مثل سد هيبوور باليابان وسيربونسون بفرنسا ودافيز على نهر كلورادو بأمريكا نجد أن سعتها مجتمعة لا تتجاوز ٣ ٪ من سعة خزان السد العالى [وتختزن البحيرة ١٣٠ مليارًا من الامتار المكعبة حيث تبلغ مساحتها ٥٠٠ كم٢] . كما ان قوتها الكهربية تبلغ ٣٠ ٪ فقط من قوة محطة السد العالى .

٢ ــ أهم المزايا الاقتصادية للسد العالى :

ــ التوسّع الزراعى فيما يقرب من مليون فدان بالاضافة إلى تحويل مساحة قدرها ٧٠٠ر٠٠٠ فدان تُزرع برىّ الحياض فى الوجه القبلى إلى ريّ دائم مما يزيد المساحة المزروعة بحوالى ٣٠ ٪ .

ــ ضمان سد احتياجات الريّ لجميع الأراضى المزروعة حاليًا .

ــ تحسين صرف جميع الأراضى الزراعية بما يزيد غِلّتها ويوفر الكثير من العُملات الصعبة .

ـ الوقاية الكاملة من اخطار الفيضانات .
ـ تحسين الملاحة النيلية مما يخفّف العبء على وسائل النقل الأخرى.
ـ تحسين اقتصاديات كهربة خزان اسوان بما يضاعف الطاقة الكهربية الثابتة للمحطة .
ـ توليد طاقة كهربية تُقدر بنحو ١٠ مليارات كيلو وات ساعة سنويًا .
ـ توفير حوالى ٢٫٥ مليون طن سنويًا من المازوت .
ـ تشغيل مئات الآلاف من العمال فى اصلاح الأراضى الجديدة .

ويترتب على كل هذه المزايا الاقتصادية زيادة الدخل القومى المصرى بحوالى ٢٣٠ مليون جنيه فى السنة .

ب ـ استغلال الطاقة الشمسية :

لم يكن جديدًا ان يحلم المهندسون باستغلال الطاقة الشمسية فى إدارة الآلة فقد وُجد ذلك الحلم ـ كحلم بعيد ـ منقوشًا فيما تركه « ابوكليد » و « هيرون » من كتابات .

ولقد نُشر فى عام ١٦١٥ ، اول وصف لمحرك شمسى تمّ تشغيله فعلاً وهو عبارة عن مجموعة من العدسات مُثبّتة على لوحة خشبية تجمع اشعة الشمس وتُركّزها على مجموعة صناديق معدنية يمتلىء جزء منها بالماء وعندما يتمدّد الهواء الموجود بالصناديق بتأثير الحرارة يضغط على الماء فيدفعه على شكل نافورة ، وعند غروب الشمس يتقلّص الهواء ويعود الماء لوضعه الأول فتُصبح الآلة جاهزة للعمل مرة اخرى عند الشروق .

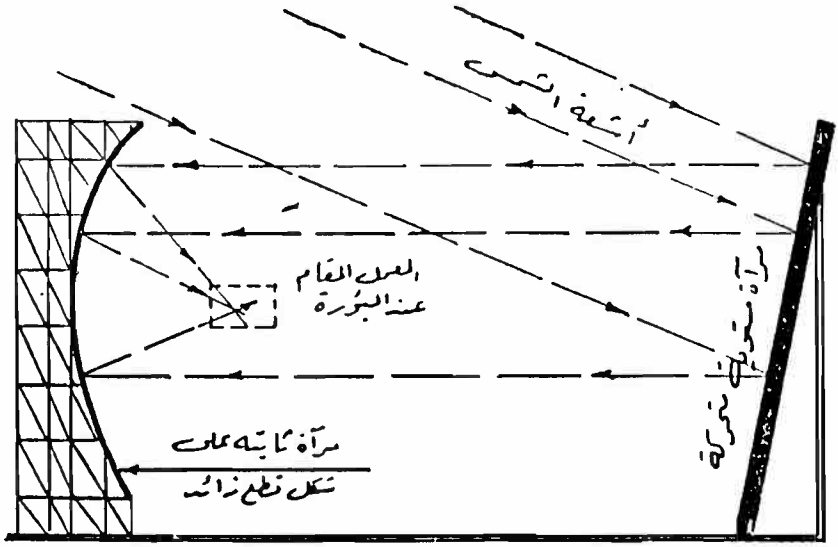
وبعد مضى قرنين من الزمان وفيما بين عامى ١٨٦٤ ، ١٨٧٢ استطاع استاذ عظيم فى الفيزيقا يدعى « اوجستين برنارد موشو » إقامة عدد من الآلات (مراجل) تستمد القوة المحركة من الشمس .

ولتحريك هذه الآلات كانت اشعة الشمس تُجمّع فى مرآة كبيرة على شكل مخروط ناقص يُثبّت بحيث تتجه فتحته الكبرى دائمًا نحو الشمس بما يُركّز الأشعة على محور المخروط حيث وُضع مرجل على شكل مواسير سرعان ما يسخن الماء الذى بداخلها ويتحول إلى بخار .

وقد اتمّت هذه الآلات بعض الأعمال فعلاً وامكن للآلة البخارية التى أُلحقت بالمرجل أن تُدير طلمبة ريّ اخرجت بدورها حوالى طنين ونصف طن من الماء فى الدقيقة الواحدة ، غير ان احدًا لم يحرك ساكنًا لشراء إحدى هذه الآلات نظرا لأن المرجل البخارى العادى أرخص بكثير من هذه الآلة .

وما حدث « لموشو » تكرّر حدوثه فيما بعد على يد مهندس مشهور هو « جون اريكسون » .. الذى انهمك فى بحث الآلات التى تستمد القوى من الشمس ؛ إلا ان احدا لم يُشجّعه مما اضطره إلى هجر العمل .

وفى بداية القرن العشرين ظهر ان مجهودات « موشو » و « اريكسون »



(شكل رقم ٣ – ١٢) رسم تخطيطى يوضح فكرة جهاز لاستغلال الطاقة الشمسية

لم تضع هباءً ، إذ حصل « ا . جـ . اينياس » عام ١٩٠١ على تسجيل لمولد شمسى يُشبه كثيرًا فى مظهره العام ما صنعه « موشو » إلا انه يمتاز عنه بمرآته التى صُمّمت بحيث تدور من تلقاء ذاتها لتكون دائمًا مواجهة لاشعة الشمس طوال النهار .

اما الإسم التالى فى قائمة مخترعى الآلات الشمسية فهو « فرانك شومان » من مدينة فيلادلفيا ، وقد بدأ العمل فى عام ١٩٠٧ مُؤمنًا بأن ما حال دون رواج مخترعات « موشو » و « اريكسون » و « اينياس » هو ارتفاع ثمنها ، ويُعزى ارتفاع الثمن إلى كِبَر حجم المرآة . ففكّر فى العمل بدون مرآة ثم استعاض عن المرآة المقعّرة بمرآة مستوية وهى أرخص بكثير من سابقتها ، ثم صنع احواضًا معدنية طويلة لجمع حرارة الشمس ملأها جُزئيًا بالماء وغطّاها بلوحين من الزجاج لمنع تسرب الحرارة خارجها ، وعلى كل من جانبى هذه الاحواض ثبّت مرايا مستوية مائلة قليلاً .

وقد أُقيم اول نموذج من هذا الطراز من محطات القوى فى بلدة « تاكونى » بالقرب من فيلادلفيا فى عام ١٩١١ مما استرعى انظار اصحاب رؤوس الأموال ، فانشأوا مؤسّسة اطلقوا عليها اسم « الشركة الشرقية للقوى الشمسية » .

وقد انشأت الشركة محطة للقوى المستمدة من الشمس فى ضاحية المعادى بمصر عام ١٩١٣ مُشابهة لتلك التى أُقيمت فى تاكونى بعد ان ضاعفت حجمها وادخلت عليها بعض التحسينات ، وكان هدف الشركة

من إقامة الآلة هو ريّ الأراضي الزراعية فالمعادى تمتاز بأرضها الخصبة وتستطيع انتاج القطن ، إلا ان الماء ينقصها ، وقد بلغت مساحة الأرض التى زُرعت قطنًا بالمعادى ورويت بواسطة تلك الآلة حوالى ٥٠٠ فدان وهى مساحة لا بأس بها .

وبلغت الكفاية الكلية للآلة ٥ ٪ فقط ويرجع السبب فى ذلك إلى كثرة الفواقد التى صاحبت جميع مراحل العملية . وعلى كل حال فإن الكفاية الكلية البالغة ٥ ٪ كانت تُعتبر فى عام ١٩١٣ كفاية لا بأس بها .

وبعد الحرب العالمية الأولى انتقل مركز البحث فى القوى الشمسية إلى أمريكا على يد الدكتور « ث.ج. ابوت » الذى صار داعية شديد التحمّس لمحطات القوى المستمدّة من الشمس وأنشأ عددًا كبيرًا منها دون ان يعتريه كلل او ملل .

وبجانب هذا فثمّة طُرق اخرى ووسائل لتحويل الطاقة الشمسية إلى تيار كهربى مباشرة دون الحاجة لمرايا او مراجل ؛ وأفضل ما عُرف من تلك الطرق هو « المولّد الحرارى ــ Thermo couple » و « الخلية الفوتوكهربية Photo-Electric cell » .

أما المولد الحرارى فهو عبارة عن لفّة سلك تعمل بشكل خاص ويتكون كل من نصفيها من معدن مختلف فإذا ما سُخّنت إحدى الوصلتين بينما ظلت الأخرى باردة ، سرى تيار كهربى فى السلك الموصل بينهما .

ومن الواضح الآن أن مشكلة حلم استخدام الطاقة الشمسية فى الصناعة هى مشكلة مزدوجة تنطوى على امرين :

١ ــ جمع الطاقة الشمسية وتحويلها لقوى يمكن استغلالها .

٢ ــ اختزان تلك الطاقة وهو امر بالغ الأهمية .

وإلى وقتنا هذا لا توجد طريقة لجمع الأشعة يمكن اعتبارها ناجحة تمامًا وان كان من المحتمل ادخال كثير من التحسينات على الطرق المعروفة الآن لرفع كفايتها .

ثالثًا : أمثلة لأحلام تكنولوجية لم تتحقق :

نعرض هنا ثلاثة امثال لأحلام تكنولوجية ما زالت تداعب الخيال الهندسى ويلح عليه تنفيذها .

وقد وقع اختيارنا على مشروع الأتلانتروبا الذى يعالج استغلال البحر المتوسط بكفاية عالية ومشروع بحيرة افريقيا الوسطى التى سيكون لها شأن كبير ــ فيما لو نُفّذت ــ فى أن تغير شكل الصحراء وتنشر فيها ألوانا من النماء الأخضر ، ثم عرضنا بعد ذلك لما يمكن ان يطلق عليه التليمكتبة أو مخزن المعرفة .

ونحن إذ نختار هذه الأمثلة فإنما نختار أوليّها لانهما وثيقا الصلة بنا من بعيد او قريب ، فالبحر المتوسط يمتدّ بحدود الشاطىء الشمالى لمصر اما بحيرة وسط أفريقيا فهى ترتبط بالقارة السوداء البكر ـ التى ننتمى إليها ـ والتى لم تزل حتى الآن فى حاجة لمن يكشف النقاب عن مكنوناتها لتبوح بأسرارها الكبرى ، اما اختيارنا لثالثها فقد وقع انبثاقًا من امكانية تأثيره على المستوى العالمى ككل نظرًا لما له من امتدادات تتصل بأبعاد شتّى يرتبط بها عالمنا المعاصر .

٣ ـ الأتلانتروبا او (استفلال البحر المتوسط)

يدأب الإنسان دومًا التطلع لظواهر الكون من حوله وهو لا يملّ التطلّع ولا يكلّ التفكير ، فتطلعه دائم وفكره فى « شغل » مستمر وطموحه لا يقنع ابدا ..

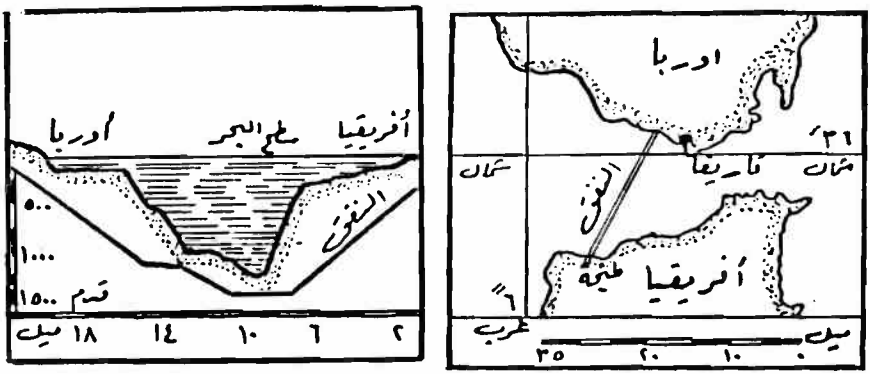
فلم يكفه ان يُقيم الكبارى ويحفر القنوات ويشقّ الأنفاق ليسخّر الطبيعة كما يروق لخدمته ونفعه ، بل ذهب ببصره بعيدًا يتطلع لأن يمد سيطرته على البحر ويتحكم فى اقداره وجغرافيته .

وراق له ان يتأمل طويلا فى الطرف الغربى للبحر المتوسط حيث تقترب كتلتان هائلتان من الصخر كثيرًا من بعضهما البعض حتى ليُصبح الفارق بينهما مضيقًا يمكن السيطرة عليه ليكون مفتاح السيطرة على البحر كله ويُدعى « مضيق جبل طارق » ، ومعلوماته عن المضيق لم تتعدّ طوله البالغ ٤٨ كيلو مترًا وعرضه الذى يزيد عند مدخله من ناحية المحيط الأطلنطى على ٢٥ كيلو مترا ، ثم يضيق تدريجيًا حتى يبلغ ١٢ كيلو مترا ، وتميّزه بتيار مائى شديد التدفق فى اتجاه البحر المتوسط .

١ ـ مشروع نفق جبل طارق :

وُضع هذا المشروع المهندس الفرنسى « برلييه » .. ولما كان المضيق شديد العمق فى اقل نقطه اتساعًا ، فقد أُختير موقع النفق المقترح ليمر بالأجزاء الأقل عمقًا حيث تبلغ المسافة الفعلية بين الشاطئين فى هذا الموقع ٣٢ كم ، إلا أن طول النفق المقترح يبلغ نحو ٤٠ كيلو مترًا ويصل عمق الجزء المتوسط منه إلى ٥٠٤ مترًا تحت منسوب سطح البحر ، ولذا فهو يتطلب مداخل متدرّجة الإنحدار . ويُوضّح (شكل رقم ٣ ـ ١٣) مسقطاً افقيًا وقطاعًا عرضيًا لنفق برلييه المقترح .

وبالرغم من ان نفق « برلييه » لا يخلق مشاكل سياسية بسبب بدايته ونهايته فى اراض اسبانية إلا أن المسألة التى يتعلق بها مصيره هى ما إذا كان ميسورًا اقناع البنوك والممولين بمزاياه الاقتصادية ، وبالتالى اثبات كونه مشروعًا مربحًا ام لا .



(شكل رقم ٣ ـ ١٣) مضيق جبل طارق ونفق برليبه
ا ـ مسقط افقى ب ـ قطاع مرضى

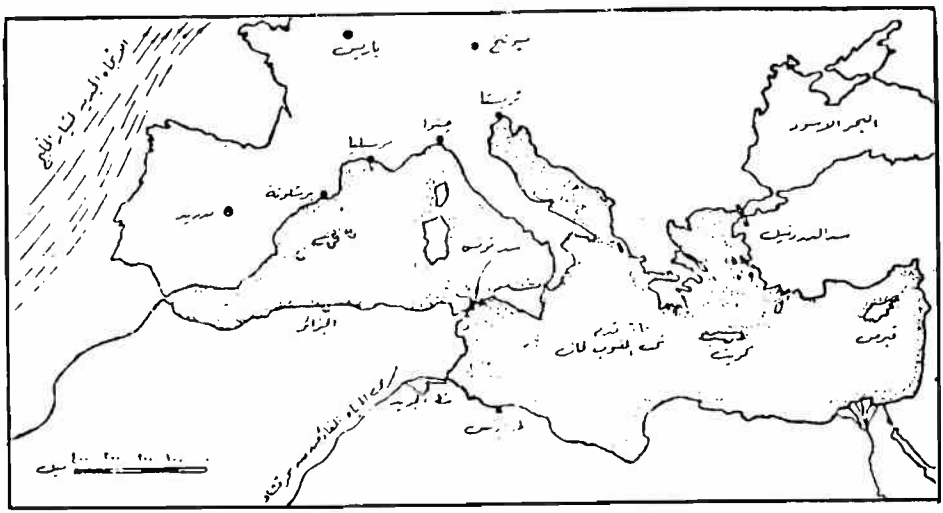
٢ ـ الاتلانتروبا :

فى مارس عام ١٩٢٨ طالع العلماء والمهندسون لاول مرة ما كُتب عن الخطوط الرئيسية لمشروع لاستغلال البحر المتوسط الذى نشره « هيرمان سورجل » واطلق عليه : « اتلانتروبا » .

وفى هذا المشروع يقترح « سورجل » إقامة سدّ فى مضيق جبل طارق .. يبلغ طوله نحو ٢٨ر٥ كم على شكل حدوة حصان يتّجه طرفها المفتوح نحو الشرق . وقد رُوعى فى تخطيط المنحنى ان يمر فوق النقطة الضحلة من المضيق ولا تزيد اعمق نقطة فيه على ٣٠ مترًا تقريبًا تحت سطح البحر . اما سطحه العلوى فيعمل بعرض ٥٠ مترًا فى حين لا تقل قاعدته عن عشرة أمثال هذا العرض ، حتى يتيسر مقاومة ضغط المياه الناشىء من فرق التوازن الضخم الذى سيتعرض له السد .

ويتوقع ان يكون الانخفاض الحقيقى للمنسوب حوالى متر فى السنة وبذلك يصبح فرق التوازن على السد فى مدى عشر سنوات نحو ١٠ امتار وهذا المقدار كاف لتوليد قوى كهربية هائلة .

وينتظر بعد قرن من اتمام سد جبل طارق ان يهبط مستوى البحر المتوسط ٩٩ مترًا عن مستواه الحالى . وسوف يتبع ذلك ان تظهر على السطح اراض جديدة تُقدّر مساحتها بنحو ٢٣٠ر٠٠٠ كيلو متر مربع ، تتناسب مع اطوال شواطىء كل من البلاد الواقعة على البحر . فاسبانيا مثلاً ستجنى أكبر مساحة من الأراضى الجديدة وايضًا فرنسا خاصة فى منطقة مصب نهر الرون ، وستنمو جزيرة صقلية نموًا هائلا وكذلك تونس حتى يكادا أن يتلامسا وستقل وتتضاءل بالإضافة إلى ذلك المسافة بين إيطاليا وصقلية كما هو مُبيّن فى شكل رقم (٣ ـ ١٤) .



(شكل رقم ٣ ـ ١٤) الأراضى الجديدة المكتسبة من البحر الأبيض
فى مشروع الاتلانتروبا

وقد اقترح « سورجل » فى معرض مناقشته للمشروع أن يُقام سدّان آخران أحدهما عَبْر المضيق قليل السعة والذى سيبقى بين إيطاليا وصقلية ، أما الثانى فيسدّ الثغرة التى ستظل بين تونس وصقلية . وإذا ما تمّ هذان السدان فسوف تُصبح مساحة البحر المتوسط اقل بنحو ٣٥٠٫٠٠٠ كيلو متر مربع مما هى عليه الآن .. كما ان المياه المتوافرة من جرّاء ذلك ستُوزّع على جميع المحيطات مما يترتب عليه ان يرتفع منسوب سطح البحر فى كل مكان آخر فى جميع أنحاء العالم بنحو متر .

وتُعدّ الاحوال السياسية الراهنة هى المسئول الأول عن عدم وضع هذا المشروع موضع التنفيذ إلا أن المستقبل كفيل ـ مع الاقتناع بالحاجة إليه ـ بأن يتمّه ، وما من شك فى أن المهندس بعد مائة سنة مثلاً سوف يتغلب على تلك الصعوبات وإن كان هذا يفرض عليه ان يغفل جميع الاعتبارات السياسية والعسكرية حتى يعطى المشروع صبغة تجارية بحتة .

ب ـ بحيرة افريقيا الوسطى :

إن هذا المشروع يدعو للدهشة والاهتمام لأنه يتضمن أمرًا مُثيرًا يتلخص فى خلق بحيرتين شاسعتين من المياه العذبة وسط افريقيا . وقد يبدو للوهلة الأولى ان هذا المشروع عسير التنفيذ بل ومستحيل نظرًا للاعتبارات السياسية اللهم إلا إذا توحدت القارة الأفريقية واصبحت كيانًا واحدًا بغض النظر عن شتّى الاتجاهات الفكرية والسياسية التى تحكمها .

(شكل رقم ٣ ــ ١٥) القارة الأفريقية كما تبدو عندما تتحقق مشروعات بحيرة الكونغو وبحر تشاد

وأول من فكّر فى هذا المشروع ورسم خطوطه الأوليّة هو ايضـًا « هرمان سورجل » .

١ ــ وصف المشروع

لم يكن حوض الكونغو منذ عهد قريب إلا بحرًا داخليًا ، وبتعبير اكثر دقّة بحيرة داخلية عذبة المياه يحوطها إقليم مضطرب چيولوچيا دائم الحركة يتراوح ارتفاعه بين ٩٠٠ و ١٥٠٠ متر ، وعلى الشرق منها هضبة يبلغ ارتفاعها ١٨٠٠ متر فوق منسوب سطح البحر ــ اما منسوب البحيرة فيصل إلى ٣٠٠ متر .

وقد اقترح « سورجل » إقامة سدّ فى مجرى نهر الكونغو فى مكان ملائم بمنطقة « التشينال » لإعادة مَلْء بحيرة حوض الكونغو تلقائيًا . ويبلغ اتساع النهر فى بعض مناطق « التشينال » ١٥٨٤ مترًا فقط وحيث تتدفق المياه بسرعة كبيرة فى تلك المناطق فإن ذلك يُشكّل عقبة يمكن تفاديها بإقامة موقع السد خلف مصب نهر الكوا وامام بركة ستانلى او على الارجح قـرب بركة ستانلى . ومن الممكن نسف التلال المتاخمـة

للمجرى أمام موقع السد لوقف تدفّق مياه النهر بعض الوقت ريثما يتم إقامة سدّ مؤقت لوقاية مباني السدّ الرئيسي اثناء بنائها . وسيترتب على ذلك أن تتجمع المياه المتدفقة من نهر الكونغو والكوا ويوبانجي لتملأ هذه البحيرة الجديدة ، وعندما تبلغ اقصى مداها فإن مساحتها ستُغطّي ما يقرب من تسعين مليون كيلو متر مربع ، وبذلك تتكون بحيرة عظيمة .

٢ ـ مشاريع مُكمّلة للبحيرة :

وسوف يُمكن التكوين الجديد للبحيرة من القيام ببعض المشروعات المترتّبة عليها لاستغلال الامكانيات التي اكتسبها والإفادة منها بأقصى ما يمكن ، ويُعدّ اختيار بعض المواقع الاستراتيجية الجيدة حول البحيرة الجديدة ـ لإنشاء مجموعة من فتحات الصرف على راس هذه المشروعات وهو يتضمّن أن يشتمل كل موقع منها على عدد من الانفاق المتقنة الصنع من الخرسانة الجيدة التسليح تنتهي بمجموعات من المولّدات التوربينية.

وقد اقترح « سورجل » ان يختار للإنفاق مكاناً يقع شمال النقطة التي ينحنى عندها نهر اليوبانجي إنحناءته الحادة .

ويُداعب الخيال ايضاً ـ انطلاقاً من تحقيق هذا الحلم ـ إنشاء نهر يتجه للشمال الغربي متجاوزاً هضبة (احجار) ثم ينحنى نحو الشمال ليتجه إلى الجزائر ويأخذ مجراه مُخترقاً تونس ليصب بعد ذلك في البحر المتوسط ومن الممكن استعمال هذا النهر للملاحة للبواخر الآلية .

وإذا تحقّق هذا الحلم فسوف يتواجد « بحر الصحراء » ويكون في مقدورنا ان نقطع الرحلة من البحر المتوسط إلى هضبة (احجار) على متن إحدى السفن التي تسير في النهر الجديد حتى نهر يوبانجي .

وبالرغم من ان المشروع لم يتبلور في صورته النهائية إلا ان سؤالاً مُلحّاً يبرز لنا ليطالب أن نجيب بالصدق : هل يستحق المشروع هذا العناء من اجله ؟ .. والجواب بالإيجاب .. لأن غابات القارة الافريقية لم تُقهر بعد وكل ما استطاعه الإنسان حيالها ان يطير فوقها فقط ، وما من شك في ان امتلاء حوض الكونغو بالماء سيُتيح للسفن والبواخر السفر راساً من برازفيل إلى هضبة كاتانجا المرتفعة . وهذا اكثر وفراً من النواحي الاقتصادية ، ويُمكننا القول بأن النهر الذي سينشأ هو على قدر عظيم من الفائدة وأن المساحة التي يجب اغراقها في منطقة تشاد يعتبر كل ميل مربع منها تغمره المياه مكسباً عظيماً .. هذا إلى جانب أن البحيرة ستُحسّن كثيراً من مناخ المنطقة .

ولا يُقيّد من تنفيذ هذا المشروع وجني ثمراته الهائلة سوى اوضاع المنطقة واهواء السياسة فيها وحتى تتآلف هذه الظروف ستظل البحيرة الجديدة حلماً ممكن التحقيق ومشروعاً ينتظر إشارة البدء .

جـ ـ التليمكتبة « مخزن المعرفة » :

الآلة تجُرّ القاطرة ..

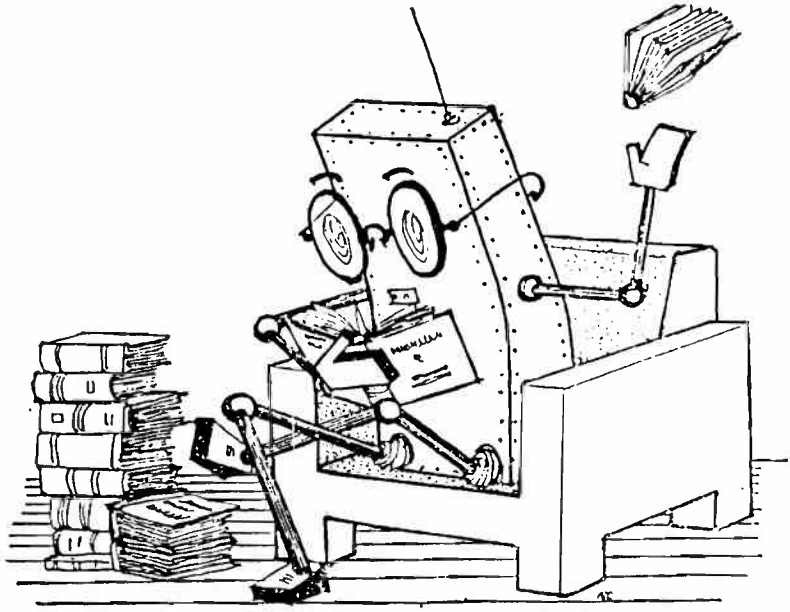
والآلة تشُدّ العربة .. والآلة تطير ..

والآلة تبنى .. والآلة تهدم .. والآلة تُؤدّى باستمرار شتّى أنواع « الشُغل » وتبذل كافة صور « الطاقة » وتدخل فى حياة البشر كأداة يعنى الاستغناء عنها فى الوضع الراهن أن تتوقف ويصيبها الشلل .

هكذا عرفنا الآلة .. ونعرفها .. وسنظل نعرفها .. وكلما تصورنا لها مجالات شتّى يُمكنها ان تخدم فيها فسيبقى تصوّرنا لها أن تبذل « شغلاً » او تُحوّل « طاقة » حتى إذا مارست عملاً ذهنيًا فهى حينئذ الآلة الحاسبة .

اما أن تقرأ الآلة الكُتب وتُقدّم ما يطلب منها من معلومات فهـذا هو الجديد .. الذى خرج به إلينا العالم الالمانى « جوتنماخر » ونشره فى كتاب مثير بعنوان « الآلات المفكرة » وتطلّع إلى تنفيذه كحلم تكنولوچى كبير تمتد آثاره إلى آفاق بعيدة ويُغيّر كثيرًا من الابعاد التى يرتبط بها عالمنا المعاصر .

والآلة الجديدة جهاز مثير يقرأ الكتب ومختلف المطبوعات تمامًا كما يفعل الإنسان ويستطيع فى لحظات ان يُقدّم جميع ما يُطلب منه من معلومات إبتداءً من قوانين نيوتن حتى ميكانيكا الكمّ وقوانين النسـبية وتشخيص الأمراض وعلاجها ومعرفة الطقس خلال الأيام القادمة .



والحلم الذى يتطلّع إليه « جوتنماخر » هو ميّكنة العمل الذهنى .. بمعنى أن تقوم الآلات بتجميع وتخزين مختلف المعارف والعلوم ثم تشغيلها طبقاً لبرنامج موضوع بحيث تُوفّر على الإنسان الجهود الشاقة اللازمة للحصول على ما ينشده من معلومات حول اى موضوع يريد معرفته .

ويُمكننا أن نلمح ــ ولو من بعيد ــ مدى فعالية تحقيق هذا الحلم .. واهمية هذه العقول الإلكترونية فى تخزين وتقديم المعلومات اذا امعنّا النظر فى تأمل الحقائق التالية :

يبلغ العدد الاجمالى للمواد المطبوعة ــ فى الكتب والمجلدات والنشرات الخ ــ حوالى ١٠٠ مليون موضوع تتناول الجوانب المختلفة لحضارة الإنسان فى مختلف فروع المعرفة .

فإذا عرفنا أن هذه الموضوعات موجودة فى حوالى ٣٠ مليون كتاب وعشرة ملايين شهادة اختراع وأن ما يُنشر منها سنويّا ١٠٠ الف مجلّد يحتوى كل منها ٦٠٠ صفحة فى مجال العلوم والتكنولوچيا فضلاً عن ظهور اكثر من ٨٠ ألف نشرة دورية .

إذا عرفنا هذه الحقائق تتّضح استحالة اختزان « المخ البشرى » لهذه المعلومات بل وصعوبة تخزين هذه الكتب التى تحتاج وحدها إلى ما يقرب من ٣٠٠ كم من الرفوف .

ولقد بُذلت محاولات لحل مشكلة تخزين هذه الكتب .. عن طريق تسجيل المطبوعات على الأفلام .. إذ انه من الممكن لعلبة واحدة من الافلام أن تحتوى على حوالى ٦٠٠ مجلّد كبير ، إلا ان تخزين هذه الثروة من المعلومات فوق الافلام لم يحلّ المشكلة لأن المحافظة عليها تحتاج لأجهزة تكييف خاصة فضلاً عن تعرض هذه الأفلام للتآكل والتمزق عند عرضها .

فكيف السبيل إلى مواجهة هذه القضية بشكل يضمن الحفاظ على المعارف البشرية الزاخرة وتقديمها بسهولة كاملة لمن يريد .

تلك هى وظيفة الآلة الإلكترونية الحديثة وموضع اعتبار هذا الحلم الكبير . ويقول البروفيسور « جوتنماخر » فى معرض حديثه عن الحلم فى كتابه « الآلة المفكّرة » : « قبل أن نتطرق إلى الحديث عن امكانية ترجمة هذا الحلم التكنولوچى إلى واقع هندسى ، يجب علينا أن نُحلّل عمليات آلات الأعلام المنطقية (موضع الحلم) مع ما يقابلها من عمليات النشاط الذهنى للكائن البشرى » .

فكيف يعمل المخ البشرى إذن ؟

فى القرن الخامس قبل الميلاد بدأ الفيزيقى الأغريقى « هبوقراطس» دراسة المخ البشرى بطريقة علمية . وذهب الى أن المخ بمفرده هو الذى

يُحرّك مشاعرنا الآن نسر او نحزن كما ان الفضل ـ كل الفضل ـ لهذا المخ الذى يكسبنا القدرة على السمع والبصر ويمنحنا امكانية التمييز بين الجميل والقبيح .

والحقيقة ان الدراسة الفسيولوچية للمخ امكنها ان تصل إلى ابعد من ذلك ، فالمخ البشرى هو مركز النشاط العصبى فى الإنسان .. كما انه عبارة عن تجميع دقيق لعدد هائل من الخلايا الميكروسكوپية التى يُطلق على كل منها « عصبونة » (وهى مادة رمادية) ويتراوح عددها ما بين ١٠ ، ١٥ الف مليون خليّة . و « العصبونة » خليّة دقيقة الحجم يبلغ طولها واحد مليمتر ومساحة مقطعها ١ر. مم٢ وترتبط ببعضها البعض عن طريق « خيوط » و « شُجيّرات » يُطلق عليها "neuritis" .

ويبلغ حجم المخ ١٥ ديسمتر مكعب بينما يصل وزنه إلى حوالى ٢ر١ كجم ، كما أن له قُدرة (Power) تبلغ حوالى ٥ر٢ وات .

وقد اثبتت البحوث التى أُجريت على المخ بواسطة "electroence phalograms" ان العصبونة تُؤدّى وظيفتها بطبيعة كهربية ، ويظهر نشاطها فى شكل كهربى مُتحدّ التغيّر فى الضغط (فرق الجهد) . كذلك يبلغ فرق الجهد الكهربى على العصبونة ـ مُقاسًا من القشرة الخارجية ـ حوالى ار. فولت .

ومن المعروف حتى الآن ان هناك اقسامًا مختلفة فى المخ يتميّز كل منها بوظيفة مُحدّدة وهذا يعنى ان الأجزاء المختلفة منه لها وظائفها المركزة بدقّة إلا أن ذلك لم يمنع وجود بعض النظريات التى تنفى التركيز والدقّة .

وفى إحدى المرات التى أُجريت فيها بعض العمليات الدقيقة فى المخ حدثت مفاجأة مُثيرة ، فعند إثارة قطاع مُعيّن من الجزء الايمن من المخ بواسطة تيار كهربى خلال إلكترود قالت المريضة أنها تسمع موسيقى . وفى كل مرة وضع فيها الإلكترود فوق هذه النقطة اكّدت المريضة انها تسمع موسيقى أوركسترالية جميلة ، ثم سُئلت ان تُعيد هذه النغمة ولكنها لم تكن قادرة بغير إثارة تلك النقطة بواسطة التيار الكهربى .

وعندما عاد التيار الكهربى على جزء آخر من مخ المريضة ـ لا يبعد أكثر من سنتيمتر عن الجزء الأول ـ تذكّرت كتابًا قراته منذ سنوات ، وانتقل التيار إلى منطقة اخرى من مخ المريضة فأخذت تضحك بشدة وقالت للأطباء انها تتذكر الآن إحدى القصص المضحكة التى قراتها ذات يوم .

والاستدلال المستنتج من ذلك ان خبرات الانسان تُسجّل باستمرار أثرًا واضحًا فى جزء من اجزاء مخه . إلا ان تجميع الانفعالات والخبرات عند إثارة مناطق مُعيّنة من المخ ليس بالبساطة المتصورة .. فهى كثيرة

التفاصيل بحيث لا يمكن استرجاعها تمامًا حتى لو أُجهدت الذاكرة .

كذلك فهناك كثير من العمليات الذهنية التى لا يُمكنها الظهور كرد فعل للنبضة الكهربية كالتفكير الابتكارى والإرادة فى فعل الشىء وطريقة الاختيار .

ويمكن إثارة العصبونة ٢٠٠ مرة فى الثانية تقريبا ، ويبلغ مستوى تركيز الإثارة لكثير من (العصبونات) من ٦ إلى ٦٠ نبضة فى الثانية تقريبًا .

ولعله من المسلّى والطريف ايضًا ان نحسب حجم المعلومات المكتوبة التى تستطيع الذاكرة البشرية استقبالها من الخارج آخذين فى الاعتبار « ضيق الوعى » .

هب ان شخصًا يقرأ من المعلومات المطبوعة ما يستطيع فهمه بسرعة ثلاث كلمات فى الثانية ويُمكنه ان يقرأ لمدة ١٢ ساعة يوميًا وعلى مدى خمسين عاما .

إن الرجل يستطيع ـ تحت هذه الشروط ـ أن يقرأ ٢٣٠ر٠٠ كتاب قوام الواحد ٣٠٠ صفحة تشتمل كل منها على ما يقرب من ٣٥٠ كلمة .

وفى بساطة الحساب وطرافته نجد ان :

٣ كلمات × ٣٦٠٠ ثانية × ١٢ ساعة × ٣٦٥ يوما × ٥٠ سنة

= ٢ر٤ × (١٠)٩ = ٢٤٠٠ مليون كلمة .

ولو اخذنا فى الاعتبار أن كل كلمة تتكوّن فى المتوسط من سبعة حروف وكل حرف يُعرف بخمس علامات مزدوجة من مصطلح التلغراف ، نحصل على :

٢ر٤ × (١٠)٩ كلمة × ٧ حروف × ٥ علامات

= ٨٤٠٠ر٠٠٠ مليون علامة مزدوجة .

ونُلاحظ هنا ان حجم المعلومات المحسوبة قد جاوز التقدير المعقول بمراحل .. فالفرد لا يمكنه ان يفهم لفترة طويلة حتى النهاية ، وخلايا المخ ستخضع حتمًا للتعب وتئول إلى حالة من السكون .

وننتقل من حديثنا العام عن الدهن إلى المكنة البشرية .

إن المكنة المنتظرة يُمكنها ان تخدم فى اكثر من مجال بكفاءة عالية ، فهى قد تقرم بوظائف تناظر عمل الفنيين كالصلة المباشرة بالمراجع واستيعاب النصائح وإعداد البحوث وهى تقوم بها بمثل سرعة ردّ الفعل وبمثل مستوى الذكاء إن لم يتفوّق عليه .

حتى المحادثة بين الإنسان والمكنة وضعت ضوابطها لتجرى بنفس اقيسة الزمن للمحادثة العادية بين شخص وآخر . ويترتب على ذلك

أن الحصول على إجابات عدد كبير من الأسئلة سوف يتمّ فى وقت مقارب لما يستغرقه الشخص العادى فى الردّ عليها .

ومعنى هذا أن يتم تنفيذ اى عمل ذهنى يُقدّم فى صورة محادثة وقتية بالمعدّل المناسب حيث تقرب سرعة ردّ فعل المكنة للأسئلة المطروحة عليها من سرعة النشاط المخى او حتى تجاوزها .

وفى هذه الحالة ينبغى ان تُغذّى المكنة بكل المعلومات التى يُمكن جمعها بواسطة الفرد كإجابة للسؤال المعطى فى صورة مطبوعة او ما يمكن ان نطلق عليه « اقصى اطّلاع » .

وعلى الرغم من النجاح الملحوظ الذى حقّقته جهود الباحثين فى دراسة النشاط الذهنى الذى يُبديه العقل البشرى إلا ان عددًا من العمليات الفسيولوچية التى تحدث فى السُمك الخارجى للمخ لغاية سنتيمتر واحد والمعروفة باسم (Cortex) لم يُمكن حتى الآن ربطها بالظواهر الفسيولوچية العامة الملاحظة فى جسم الإنسان .

ولم يتوافر لدينا حتى الآن من المعلومات ما يكفى لاعطاء صورة كاملة عن مصير المعلومات فى المخ البشرى .

كل ما يُمكننا فعله فقط هو تكوين تشابه متناظر بين الوظائف التى تتم فى ذاكرة المكنة وبين ما يُلاحظ من وظائف الذاكرة البشرية .

ولسنا فى حاجة بالطبع لأن نشير إلى عدم احتياج المكنة للعمليات الطبيعية الحيوية وسائر العمليات الكيميائية الأخرى التى يحتاجها المخ للقيام بوظائفه المختلفة .

إلا أن المماثلة المعقودة قبلاً لا يمكنها ان ترضى نمو المطالب المتزايدة والمعقّدة للمكنات حتى تفى بالتزامات العمل حين تقدمه للناس فى خصّصات كثيرة .

لكننا نعود لنؤكّد ان المماثلة الصناعية للعمليات الفيزيقية على اساس المشابهة الناتجة تفيد كثيرًا فى حل العديد من المشاكل العملية الهامة .

وتُعد المماثلة الكهربية وكذلك المماثلة الالكترونية Electroanalogy من الطرق العظيمة الفائدة لدراسة بعض العمليات المحدودة للنشاط الذهنى البشرى مما يفيد ولا شك فى تطوير « الآلات البشرية » او « مخازن المعرفة » كحلم ينتظر التطبيق .

والسؤال الثائر امامنا الآن :

هل يُصبح الحلم حقيقة ؟

هل يمكن للتكنولوچيا ان تترجمه للواقع الهندسى وتصوغه فى شكل آلة تدخل بيوتنا وتُعمّر مساكننا ؟

هل يُمكننا ان نرى ونلمس ونتقبل خِدْمات الآلة المفكرة الإلكترونية؟

إن واحدًا من اولئك الذين يتطلعون للحلم مع العالم الالمانى يُجيبنا بقوله :

« الجهاز الجديد الذى سيحتلّ مكانه فى منزل الغد ـ إلى جانب التليفون والتلفزيون ـ اسمه : (التليمكتبة) .. فبتحريك بعض الأرقام على قرصه الساحر ـ ويشبه قرص التليفون ـ يحصل المهندس فى منزله او مكتبه .. وفى ثوان معدودة .. على جميع المعلومات التى وصل إليها العلم عن الموضوع الذى يبحثه ويحصل الطبيب على تشخيص المرض وعلاجه فى الحال ، ويحصل سائر المهنيين على مُتطلّبات عملهم فور رغبتهم فى الحصول عليها » .

وحيث تتخصص أجزاء من الذهن بإثارات مُعيّنة فالمطلوب من الآلات المفكّرة الحديثة ان تتخصّص هى الأُخرى فى مختلف العمليات بحيث تستجيب بسرعة وذكاء لكل ما يطلب منها .

فالوظائف التى تُؤدّيها الذاكرة الآلية تشبه إلى حد كبير ما تفعله الذاكرة الإنسانية مع فارق هام هو قُدرة الذاكرة الآلية على تخزين كميات هائلة من المعلومات يستحيل تحقيقها عن طريق الذاكرة الإنسانية .

والمثير فى هذه الآلات المفكّرة هو قدرتها على تحليل المطبوعات المختلفة ـ كُتب ومقالات ـ وقُدرتها على توفير قواعد تدريبية يُمكن عن طريقها (تنشيط) الذاكرة البشرية .

إننا لا نملك إلا ان ننتظر .. ونتطلّع ان تجيب تكنولوجيا الهندسة على تساؤلاتنا وتحقق احلامنا .. وهى التى عوّدتنا ان تُذلّل الصعب وتجعل من المستحيل امرًا ممكنًا ومعقولاً ..