

## الهندسة بين العلم والتكنولوجيا

- الفصل الأول : العلم والثورة التكنولوجية
- الفصل الثاني : الهندسة والتطور التكنولوجي
- الفصل الثالث : افكار المهندسين بين العلم التكنولوجي والواقع الهندسي

## مدخل

يُمثل هذا الباب ضرورة أساسية بالنسبة لنا نحن الذين نرتاد أول الطريق إلى الهندسة ، وهو ضرورة لابد أن نتعطف بالدراسة لنمر عليها .. إلا أننا نتساءل : لماذا ؟

ربما لأن هناك لبسًا مُستمراً في مفاهيمنا حول كلمتي العلم .. . والتكنولوجيا .. ثم بعدهما أو قبلهما كلمة الهندسة ! ! والحقيقة أن كلاً من هذه الكلمات الثلاث لها تعريفها الواضح المحدد .

ونُحب أن نُلفت نظر القارئ في هذا المقام أننا وإن كنا قد تناولنا بعض ما عرفناه هنا في أبواب سابقة فإنما لنزيد المعنى وضوحاً ونستقصى جوانب دلالاته المختلفة عمقاً وتvasلاً .. هذا بالإضافة إلى أن تناولنا لموضوعات التعريف باللفظ المحدد والمختصر والشامل في نفس الوقت يُعدّ - ونحن في غنى عن القول - من أهم ظواهر العصر على الإطلاق .

وربما لأن العلاقة بين العلم والتكنولوجيا علاقة عامة في أذهاننا لم تلمسها يد التحديد والتوضيح والتجسيم بعد .. وهو امر خطير للغاية بينما دراستنا الأولية والعالية مرتبطة كل الارتباط بالعلم والتكنيك وبالعلاقتهما سوياً .. ثم بعلاقتهما بالهندسة ..

ولقد عَنّ لي - حين اقدمت على وضع هذا الباب - أن يخرج بأحدث الصور التي وصلت إليها دراسة موضوعه وهي الصورة الكمية .. التي نضع فيها المقادير موضع الدراسة كدوال ترتبط بعضها ببعض عن طريق علاقات مختلفة .. هي أشبه ما تكون بالعلاقات الرياضية البحتة .. وهو ما وصل إليه العلماء والباحثون والاساتذة في الأماكن المتقدمة علمياً .. ومعنى ذلك مثلاً أن نأخذ العلم كدالة رياضية في الزمن ونرى كيفية تطوره معه لنعرف كيف يضيف الإنسان جديداً للعلم كل يوم .. إن العلم يُمكن أن يُعتبر دالة للزمن أو متغيراً تابعاً له كمتغير مُطلق وأساسى إلا أن تشوفاً يتطلع لأن يُحدّد أبعاد هذا المتغير .. ويلبس عن قرب كيف يحدث التأثير المتبادل الفعّال .. وهنا تكمن أهمية هذا الباب في دراسة هذه العلاقات والوقوف على أثرها البالغ ..

كذلك تتغير « دالة » التكنولوجيا مع الزمن .. وترتبط مع « دالة » العلم بعلاقات أساسية وهامة يهمننا - بل ويلزمننا - أن نقف عليها بالإضافة إلى دالة « الفكر الهندسى » التي ندرسها بالتفصيل في الباب التالى ..

ولقد مرّت التكنولوجيا والصناعة بمنعطفين رئيسيين في تطورهما .. وهما ما اصطلح على تسميتهما بالثورة الصناعية الأولى ، والثورة الصناعية الثانية .. وقيمة هذين المنعطفين في أن نوعية التطور بعد كل منهما تختلف عن نوعية التطور قبلهما .. وعلى سبيل المثال كان الاختلاف في الثورة الصناعية الأولى - التي تَمّت في القرن التاسع عشر - هو أن الإنسان بدأ يعتمد وبشكل رئيسي على الآلة لتقوم بدلاً منه بالجهد العضلي .. أما الثورة الصناعية الثانية - التي تُعاصرها الآن في النصف الثاني من القرن العشرين - فقد تميّزت باعتماد الإنسان على الآلة لتؤدي بعض الجهد الذهني بدلاً منه ..

ولقد ثارت في الآونة الأخيرة نقاشات - ما أطولها - حول الثورة الصناعية الثانية ، وليست هذه المناقشات بمدعاة للقلق فلقد ثار بعد الثورة الصناعية الأولى مناقشات مثلها أو تزيد ، ومع ذلك استمرت الثورة وحدث التغيير .. بيّد أننا بحكم انتمائنا الهندسي .. والوطني أيضاً .. وبُحكم واقعنا الذي يبدو بعيداً عن العقول الإلكترونية - وهو ليس ببعيد - يجب علينا أن نُتقن أيضاً اللغة التي يتحاور بها العالم من حولنا وذلك كله يقتضى منا الإلمام ببعض ظواهر الثورة الصناعية الثانية : كالأوتومية والسيبرنتيقا .. كما يتعين علينا أيضاً أن ندرس امكانية تأثير تلك الثورة على المجتمعات النامية ..

ولكن ما هو السبيل كي نتقل لمتابعة ذلك السباق الكبير ؟ ! وما هي الاداة التي تستخدمها الشعوب القديمة والحديثة في مجال التكنيك لتجسيد التكنولوجيا بشكل نهائي على أرض الواقع ؟ .. انها الهندسة .. ولا بد للهندسة - لهذا السبب - أن ترتبط بتطور العلم والتكنولوجيا ارتباطاً مباشراً ..

إن المسيرة الطويلة التي بدأتها التجسيمات الهندسية للتكنولوجيا كانت رائعة وعظيمة فعلاً .. حتى أن كثيراً من الانجازات الهندسية المنتشرة حالياً في حياتنا كانت بمثابة الأحلام للمهندسين .. ولا بد أن هذا سوف يتكرر بصورة أخرى في الفترة القادمة .. لذلك كان لابد لنا أيضاً أن نلقى نظرة على أحلام المهندسين ..

واستتبع ذلك أن يجيء الباب الثالث حول الهندسة بين العلم والتكنولوجيا في ثلاثة فصول رئيسية :

الأول : العلم والثورة التكنولوجية ..

الثاني : الهندسة والتطور التكنولوجي ..

الثالث : افكار المهندسين بين الحلم التكنولوجي والواقع الهندسي ..

## الفصل الأول

# العلم والثورة التكنولوجية

### أولاً: ماهو العلم؟ وماهى التكنولوجيا

لنبدا اولاً بالمدلول حتى يمكن لحديثنا ان يُبنى فيما بعد على أسس سليمة ..

#### ١ - العلم :

هو المعرفة ، المنسقة ، بُغية الكشف عن الحقائق المختلفة ، أى ان رسالة العلم هى التعرف على قوانين الطبيعة والمجتمع ، لذلك فالعلم ليس عملاً انفرادياً انعزالياً ، كما انه ليس جهداً دراسياً فقط ؛ بل هو بالضرورة : حشد انتاجى وفكرى مُنظم ، يعتمد على رصيده السابق من التراث العلمى الإنسانى ، ويحلم بما يمكن ان يضيفه مع الزمن .

#### ٢ - التكنولوجيا :

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

#### ٣ - الهندسة :

هى محصلة العلم والتكنولوجيا معا .. فهى تنظم العلاقة بينهما وتصوغها بكيفية ثابتة وراسخة ، ثم هى تجسيد للمخترعات والتصميمات التكنولوجية ، وتقوم بانتاجها على نطاق متسع . وهى النهاية العامة لان يُصبح العلم منافع مادية فى متناول يد الإنسان .. ويزيد ذلك من مسؤولية المهندس إذ يتطلب منه ان يكون مُلمّاً – بجانب الهندسة – بمعلومات واسعة عن التكنولوجيا .. وبقدر كبير من العلم ..

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

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

#### ٤ - الفرضية Postulate :

هى التكهّن الذى يضعه الباحث فى محاولة لمعرفة الصلات بين العوامل  
أو الظواهر ومُسبّباتها .. والفرض مؤقت لأنه إما أن يثبت فيصبح  
قانوناً أو يتأكد فسادَه فيُترك .. والفروض العلمية يجب أن تكون  
موضوعية وخالية من التناقض .  
أو بمدلول آخر :

الفرض هو هذا التفسير المؤقت الذى يضعه العالم للتكهّن بطبيعة  
القوانين التى تحكم سير الظواهر المختلفة .. فليس فى استطاعة المنهج  
التجريبى أن يقتصر على ملاحظة الظواهر وتحليل الواقع بل لا بد لهذا  
المنهج من أن يعتمد إلى تفسير وتأويل الواقع عن طريق مجموعة من  
« الأفكار المقترحة » التى تُختبر صحتها بالرجوع إلى التجربة أو  
الاستنتاج العلمى المنطقى المتسلسل ..  
مثال : فرضية بوهر التى تقول بدوران الإلكترونات حول النواة فى  
مدارات ثابتة بدون فقد للطاقة ..

#### ٥ - النظرية Theorem :

وهى مجموعة من الأفكار العلمية والفرضيات مرتبطة معا بحيث  
تأخذ شكلاً شاملاً متناسباً فى إطار علمى متكامل ( وهى تقبل النقد  
والتوسع والتعديل والإضافة ) .. وقد تكون فى الرياضيات أو غيرها من  
العلوم الفيزيائية .  
مثال : النظرية النسبية لإينشتين .

#### ٦ - الاكتشاف Exploration :

هو الملاحظة العلمية لظاهرة من الظواهر وتسجيلها بصورة تسمح  
باستخدامها بطريقة علمية ..  
مثال : اكتشاف النشاط الإشعاعى لبعض العناصر المشعة كالراديوم  
.. والاستفادة من هذا الاكتشاف فى التعرف على تركيب الذرة .

#### ٧ - الاختراع Invention :

هو عملية الاستفادة من الفرضيات والنظريات والاكتشافات والأفكار

العلمية وتنسيقها بما يمكن معه الحصول على أداة جديدة لخدمة الإنسان .. واللاسلكى والراديو والخلايا الكهربية والموتور والدينامو تدخل فى نطاق المخترعات .

#### ٨ - التطوير Development :

وهو إدخال تحسينات جديدة مُتعددة على الاختراع بحيث يُصبح أكثر ملاءمة للأداء والخدمة والوظيفة .  
مثال : التليفزيون الملون تطوير جديد .

#### ٩ - التصميم Design :

هو وضع التشكيل النهائى والمواصفات الدقيقة لكل الانجازات الهندسية ، ويُستعان فى ذلك بالنظريات والاعتبارات الهندسية والفنية المختلفة ، ويتحكم فى ذلك إلى حد بعيد اغراض الاستعمال . ويعتمد التصميم ( وهو مجهود هندسى بحث ) على كل ما سبقه من جهود فى الاكتشاف والاختراع والتطوير ، بل هو وسيلة صياغتها ..  
مثال : تصميم المكثات والمباني وقطع الفيار والآلات ..

#### ١٠ - الانتاج Production :

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

ومن المدلولات العشرة السابقة تتبلور فى أذهاننا صورة اوضح للعلم والتكنولوجيا والهندسة ..

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

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

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

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

## ثانياً : المفترق بين العلم والتكنولوجيا

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

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

### ١ - المرحلة الاولى لنمو العلم والتكنولوجيا

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

ويواجهنا التساؤل : ماذا يعنى شكل التطور في كلتا الحالتين ؟  
وحقائق المعنى تجلّى واضحة إذا اعتبرنا كلاً من العلم والتكنولوجيا دالة في الزمن بالسنوات .. ثم وقفنا الاكتشافات العلمية والمخترعات التكنولوجية في رسم بياني على محور يقابل محور الزمن ( شكل رقم ٣ - ١ ) فإننا نرى ان تطور العلم كان تطوراً اقرب ما يكون لان يُرسم منحنى ذا ميل ثابت تقريباً يمكننا اعتباره خطاً مستقيماً بقدر معقول من التجاوز .. اما تطور التكنولوجيا فنلاحظه أُسياً منذ البداية اى انه يرسم منحنى له المعادلة ( $y = e^{kx}$  ) حيث ( $k$  ) ثابت يتوقف على نوعية التكنيك ( زراعى - صناعى .. إلخ ) .

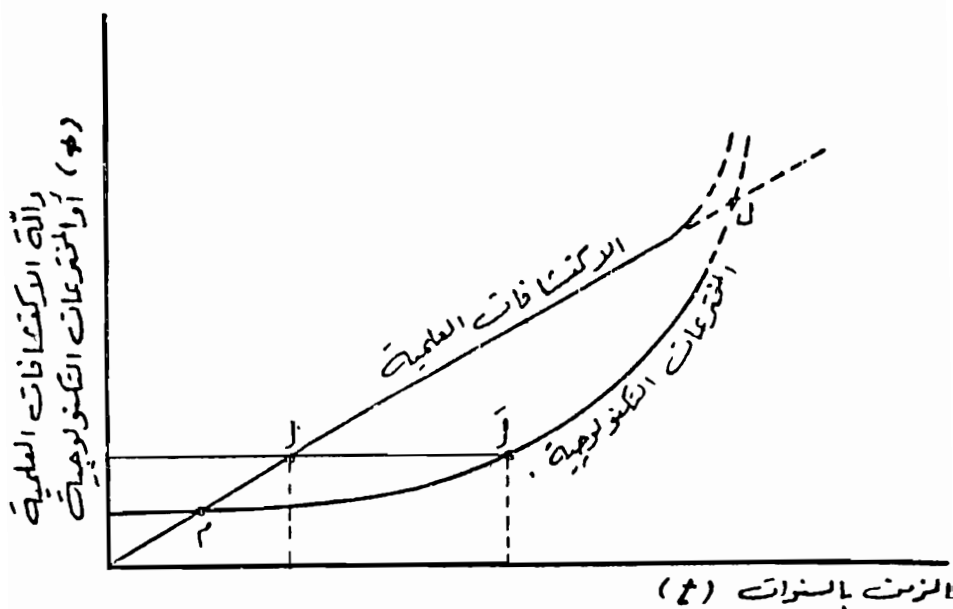
ونحب هنا ان نُسجّل هذه الملاحظات فيما يتعلق بكلتا المنحنيين :  
- النقطة التى يبدأ منها كل من المنحنيين تختلف فيهما اختلافاً بيّناً .  
فبينما يبدأ منحنى العلم من نقطة الصفر حيث راح الإنسان الاول يُسجّل بنفسه ملاحظاته ويستنبط منها علومه .. اتخذ منحنى التكنولوجيا من الوحدة نقطة بدايته نظراً لوجود الإنسان الاول حين خلق وله من المعرفة بعض مما يتعلق بمأكله وملبسه - على الاقل - من تكنيك .

- مع الاستمرار الزمنى تفق التكنولوجيا التى حصلها 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 مرتكزاً اساساً على تطور الرياضيات والفلك بسرعة معقولة .. وكان لازماً ان يتقاطع المنحنيان ليسبق العلم التكنولوجيا وبأخذ وضعه الطبيعى كنتظير دائم ينتظر التطبيق .  
إن التطور العلمى يسبق تقدم التكنولوجيا باستمرار .. ومنطقيّاً ان

تظل هذه العلاقة الزمنية بين العلم والتكنولوجيا حتى ولو تضاعل الفارق الزمني بقدر يمكن إهماله .

ولقد يكون أمراً مفيداً أن نستقصي : كيف بدأت عملية ترسيب العلم الإنساني ؟ فمن الثابت عموماً أن الرسوم في كهوف ما قبل التاريخ لا تُصوّر النباتات والحيوانات وأعمال الإنسان بصدق وأمانة -وحسب- بل تُصوّر كذلك الظواهر الطبيعية مثل كوكبات النجوم التي راقبها الإنسان البدائي .. ولقد عثر علماء الآثار على حصن منقوش عليها ما يمكن أن يكون نوعاً من الكتابة البدائية والأرقام وإن كنا لا نستطيع قراءتها .. ولكننا لا نملك إلا أن نستخلص من الآثار ، التي ترجع إلى قرون عديدة بعد ظهور الإنسان على الأرض ، أن الإنسان بدأ في مراقبة وتسجيل بعض الظواهر الطبيعية في وقت مبكر جداً .

وبوجه عام .. فلقد ظلّت الحال هكذا حتى بداية النهضة العلمية التي أسرعت الخطى جداً مع القرن التاسع عشر حين أخذت العلوم النظرية في النمو بمعدلات فاقت كل معدلاتها السابقة .. واستطاع العلماء أن يتقدّموا بخطوات واسعة في مجالات العلوم الفيزيائية والكيميائية وغيرها في حين كانت التكنولوجيا تزحف للوصول إلى العلوم .. ولم يخرج العالم من تلك المرحلة إلا بعد ما اكتشف وات الآلة البخارية تطبيقاً لقوانين نيوتن .



( شكل رقم ٢ - ١ ) منحنى يوضح الفترة الزمنية بين الاكتشاف العلمي والتطبيق التكنولوجي



إن السمة الأساسية لتلك المرحلة من تاريخ العلم والتكنولوجيا هي أن العلوم لم تزدد عن كونها عملية تحصيل تجريدي .. أما التكنيك فقد كان عملاً مهنيًا بحثًا ، ومنفصلاً عن العلوم السائدة وتطورها . ويمكننا ببساطة الاستدلال على ذلك من المنحنى شكل رقم ( ٣ - ١ ) فحيث كان الفارق الزمني بين المكتشف أو القانون أو النظرية ( ١ ) ، واستخدامه كتطبيق تكتيكي ( ١ ) يستغرق من السنين آلافًا عدة أمكن لهذا الفارق أن يتضاءل مُقَرَّبًا - في زمن النهضة وما بعدها - من البعد الزمني بين الاكتشاف وتطبيقه .. ونذكر في هذا مثالاً : اختراع وات للآلة البخارية تطبيقاً لقوانين نيوتن حيث مضى بينهما قرن كامل من الزمان ..

ويُوضّح الجدول التالي رقم ( ٣ - ١ ) فترات الزمن التي مضت بين التوصل إلى عدد من الاكتشافات الهامة وبين تطبيقها عملياً في صناعة المعدات واستعمالها :

جدول رقم ( ٣ - ١ ) - الفارق الزمني بين الاكتشاف والتطبيق

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

#### ب - المرحلة الثانية لنمو العلم والتكنولوجيا :

ولقد يتساءل القارئ عن المرحلة الثانية من العلاقة بين تطور العلم والتكنولوجيا . ولابد أن ذهنه ذاهب لتصور الأمور وقد آلت في النهاية لأن يتقاطع منحنى التطور الخطى للعلم بمنحنى التطور التكنولوجي « الأسى » في نقطة ( ل ) مثلاً .

إلا أن المعنى النظري لهذا التقاطع أن التطبيق التكتيكي لا يكتشف

علمي سيتم بعد نوان من هذا الاكتشاف - بل هو يسبقه فيما بعد  
النقطة ( ل ) - وفي هذا بطبيعة الحال استحالة نظرية .

ولكننا يُمكننا أن نذهب في تصورنا إلى أن التقارب يتزايد جدا حتى  
لقد يظهر الاكتشاف العلمي في السابعة صباحاً مثلاً ويتداول الناس  
تطبيقه المطروح في السوق في السابعة مساءً على سبيل المثال أيضاً .  
وحيث يستحيل التقاطع يصبح التصور المقبول منطقياً أن يميل  
منحنى العلم ليتخذ الشكل الأتي هو أيضاً فيما بعد الثورة الصناعية  
الأولى بفترة نظراً لحقيقة العلاقة التي نمت بين العلم والتكنولوجيا .  
فأصبحت التكنولوجيا تمد العلم بأدواته وأجهزته المختلفة.. بل وأصبحت  
أيضاً تُقدم له الظروف اللازمة للعمل في شتى المجتمعات والأماكن .  
ولقد تبين من الاحصاءات المختلفة أن ٩٠ ٪ من اجمالي عدد العلماء  
الذين عرفتهم الإنسانية منذ فجر التاريخ يعيشون على ظهر الأرض اليوم .  
وتقول نشرة اليابان الصادرة في يوليو ١٩٧٠ « أن جملة استثمارات  
اليابان في مجال الأبحاث العلمية وقد بلغت في عام ١٩٦٨ وحده ٧٦٧٨٠٠  
مليون ين ( ٢١٣٣ مليون دولار ) بزيادة قدرها ٢٦٥ ٪ عن السنة  
السابقة وبذلك تكون نسبة هذه الاستثمارات إلى الدخل القومي العام  
قد وصلت إلى ١٨٢ ٪ وهي أقل كثيراً من الولايات المتحدة حيث تصل  
هذه النسبة إلى ٣٨ ٪ ، وأكثر من ٢ ٪ في الدول الأوروبية .  
ولقد وصل عدد اليابانيين العاملين في مجال الأبحاث حتى عام ١٩٦٩  
إلى ١٥٧ر٠٥٧ شخصاً ، ويُعتبر هذا العدد أكبر من عدد العاملين في هذا  
المجال سواء في بريطانيا أو ألمانيا الغربية إلا أنه يقل عن عددهم في كل من  
الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي .  
ونخرج من هذا بأن طبيعة تلك المرحلة من تطور العلم والتكنولوجيا  
هي الارتباط بينهما ارتباطاً متبادلاً .. وأن حركة تطور العلم هي الأخرى  
قد بدأت تكتسب شكلاً أسياً ..

### ثالثاً: الثورتاه الصناعيتاه الأولى والثانية :

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

الثورة هي التحول النوعي والكيفي في سر الأمور عقب مجموعة من  
الترسيبات الكمية .. ولايضاح هذا المعنى نذكر على سبيل المثال أن  
الماء ينلى عند ١٠٠م وبالتالى يتحول إلى بخار عند هذه الدرجة . .  
ولكن لكي يصل الى ١٠٠م لابد وأن يمر بدرجة ٩٥ و ٩٦ و .. حتى  
الدرجة ٩٩ وهو لم يزل ماء أما عند ١٠٠م فانه يتحول إلى بخار . .

ويُسمى الارتفاع من ٩٥ إلى ٩٦ مثلاً ترسيباً كمياً ، اما التحول الذي يحدث عند ١٠٠م فيطلق عليه : تحولاً نوعياً ..

والثورة تحول نوعي في مجريات الأمور ..

والثورة الصناعية بالتالي تحول نوعي وجوهري في شكل العمل والحياة التكنولوجية فيما قبلها وما بعدها .. ولذلك اطلق اسم الثورة الصناعية الاولى على التطور التكنيكي الذي استطاع بعده الإنسان ان يستخدم الآلة ليوفر جهداً بدنياً جباراً .. وأطلق اسم الثورة الصناعية الثانية على التطور التكنيكي الذي استطاع بعده الإنسان ان يستخدم الآلة ليوفر جهداً ذهنياً مضمناً .

ولقد تمثلت الترسيبات الكمية السابقة للثورة الصناعية الاولى في مجموعة الافكار التي نادى بها مفكرو عصر النهضة .. وفي الآراء الفلسفية التي سادت هذا العصر .. وفي منهج البحث التجريبي الذي ارتفع النداء به عالياً كي يتقدم كل جهد فكري جديد .

ويمكننا اجمال بعض من الملامح الأساسية لهذه الترسيبات الكمية في مجموعة الأفكار العلمية التي قامت في الفلك على يد كوبرنيكوس وتينخوبراها وكيلر وجاليليو وهوجنز . وفي الميكانيكا على يد شتيفن وجاليليو وهوجنز . وفي البصريات بفضل جاليليو وكيلر وديكارت وهوجنز .

ثم جاء بعد ذلك نيوتن ليصوغ أساسيات علم الميكانيكا معتمداً على مجموعة من البديهيات .. بل وحقق ارتباطاً بين شتى الطبيعيات الأرضية والسموية ، وخلق بهذا امكانيات جديدة للعلم الطبيعي بأمره ، استمر العمل بها حتى يومنا هذا فيما يسمى الآن بالعلم الكلاسيكي ..

وفي اعقاب عصر النهضة اقدم جيمس وات وزملاؤه في اوائل القرن التاسع عشر على استغلال البخار في تسيير شتى الآلات ، وامكن للمنازل الضخمة ان تعمل وتنتج في اسبوع ما كانت اليد البشرية تُنتجه في عام كامل .. وبدأت الآلة البخارية تُستخدم في الانتقال وشتى وسائل الخدمات الأخرى . واعقب عصر البخار دخول الانسان عصر الكهرباء .. إلا ان عصر الكهرباء رغم خطورته وأهميته لم يكن في حد ذاته سوى استمرار للثورة الصناعية الأولى .. لانه أيضاً كان استخداماً وتهذيباً للطاقة من أجل الإنسان ، ولكنه في نفس الوقت صار بمثابة التمهيد للثورة الصناعية الثانية ..

## ب - التحول التكنيكي بعد الثورة الصناعية :

امكن للتحول التكنيكي الذي اعقب الثورة الصناعية أن يمتد شاملاً في شتى مجالات الحياة والعمل .. ولم يترك مجالاً واحداً دون ان يطرده .. فالصناعة مثلاً تحولت سريعاً من « منزلية بدائية » إلى « حديثة نمطية » .. واصبح الانتاج الوفير هو السمة الاولى والتميزة للعمليات

الصناعية .. بل شمل ذلك ايضا قطاع الانتاج الزراعى وشتى القطاعات الأخرى حيث تمت ميكنة وسائل وادوات الانتاج .. واخذت هذه الادوات فى التحسن تدريجياً بما اتاح للعاملين عليها وبها مزيداً من الانتاج ..

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

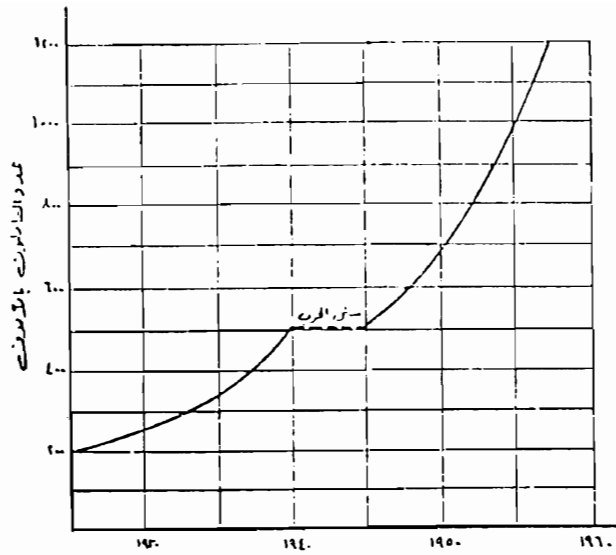
ولكى نعى جوهر تلك الثورة الصناعية الثانية لابد لنا ان نأخذ بعين الاعتبار عملية النمو العلمى والتكنولوجى الفذة التى تُميّز عالمنا الآن .. حتى لقد يصدق عليه ما لُقّب به من أنه عصر العلم والتكنولوجيا ..

ونستطيع أن نقول إن العلم ينمو بسرعة مطردة تجعل كل ما عداه يبدو - بالمقارنة - وكأنه ساكن تقريباً إذ ان كثافة العلم فى حضارتنا 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 أصبح فيها مجال العلم بصفة عامة - والتطبيقات الوثيقة الارتباط به - مسئولاً عن إنفاق بضعة أجزاء من المائة من كل انتاجيتنا القومية والقوى العاملة المتاحة .

وتُعتبر صناعة الهندسة الكهربائية نموذجاً ممتازاً لهذا إذ ان تكنولوجيا هذه الصناعة أكثر ارتباطاً بالعلم من غيرها ، ونظهر بيانات القوى العاملة المنشورة ( شكل رقم ٣ - ٢ ) نمط النمو اللوغاريتمى المألوف ، وكان هذه الصناعة قد بدأت برجل واحد حوالى عام ١٧٥٠ ( أى وقت تجارب فرانكلين على البرق ) متضاعفة حتى أصبح هناك مائتا ألف نفس يعملون فيها عام ١٩٢٥ ، زادت إلى مليون فرد بحلول عام ١٩٥٥ .

ويقتضى هذا المعدّل ان يصبح كل البشر العاملين مشغولين فى هذا الميدان الصناعى الواحد فى عام ١٩٩٠ ، ومن ثَمَّ فإنه يبدو من المعقول ان تُسمى نمو العلم هذا ، ونمو التكنولوجيا المرتبطة به - من البداية المتواضعة التى بدأ بها إلى مكانته الحالية كأكبر قطاع للعمالة القومية - بـ « الثورة الصناعية » .



( شكل رقم ٢ - ٣ ) - النمو في عدد العاملين في الصناعات الكهربائية قبل وبعد الحرب العالمية الثانية

### ج - الانتشار اللوغاريتمي للعلم

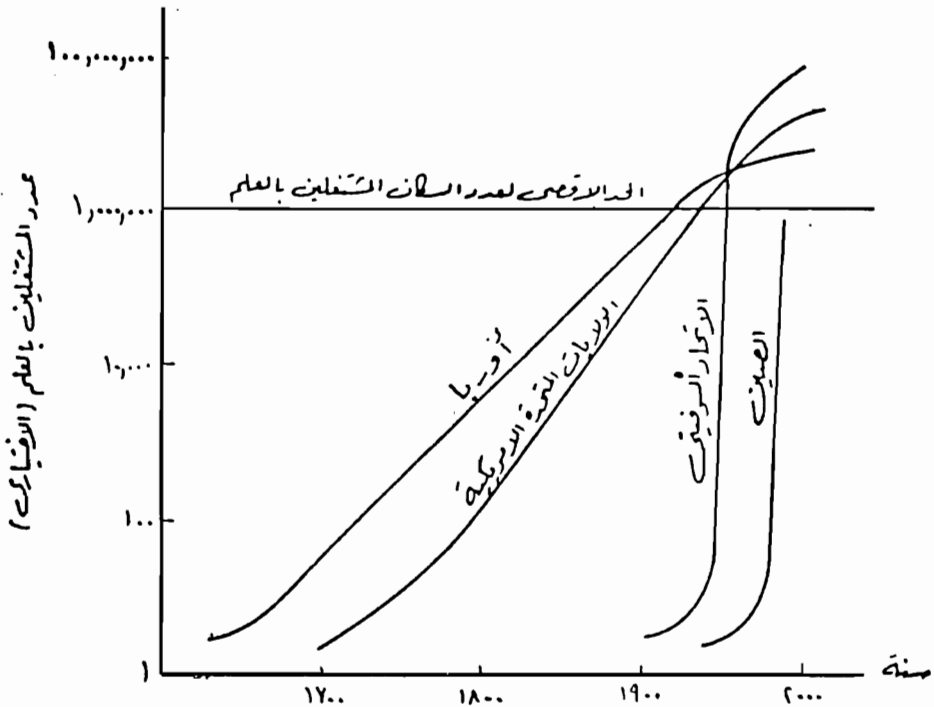
بدأت الحركة العلمية في أوروبا في منتصف القرن السابع عشر وأدركت أبعاداً ضخمة في أواخر القرن الثامن عشر ومطلع القرن التاسع عشر . وفقاً لهذا يمكننا اعتبار المنحنيات المختلفة للنمو التراكمي تصويراً كمياً لمسار الثورة الصناعية ، وهذا يمنحنا بدوره مفتاحاً للتواريخ والظواهر المختلفة المرتبطة بالتقدم البشري العام .

ومن المفيد في هذه الدراسة مقارنة خرائط النمو لأوروبا بمثيلاتها في الولايات المتحدة ( شكل رقم ٣ - ٣ ) فكل الإحصائيات المتاحة تُشير إلى أن الولايات المتحدة قد مرّت بنفس النوع من الانتشار اللوغاريتمي مثل أوروبا . والفرق هو أن الولايات المتحدة تقدّمت بمجرد أن بدأت هذا التطوير وربما يرجع القدر الأكبر من التفسير إلى مجرد أن هذه الدولة كانت تنمو في فراغ علمي وليس إلى أية صفات خاصة أو شاذة للأسلوب الأمريكي في الحياة .. يُضاف إلى ذلك أنها بدأت مسيرتها بمساعدة المرحلة المتقدمة التي كان العلم قد أدركها والتي أضحت ذخيرة عامة في المعرفة للجنس البشري . أما أوروبا فقد بدأت من المستهل الأول وكان لديها في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر رصيد طيّب من التقاليد ومعاهد العلم والتكنولوجيا الموطدة الدعائم .

وأيًا كان السبب فلقد استمرت الولايات المتحدة في التوسع بهذا المعدل أسرع من أوروبا واكتسبت مع مرور الزمن تركيزًا للعلم في المجتمع فاق تركيزه في أوروبا ، ويُمكننا أن ننظر إلى التقدم العلمي في روسيا بنفس الطريقة ، فلم يكن العلم ضئيل الشأن في روسيا القيصرية بالمقارنة بالمستوى العلمي في أوروبا ، إلا أن جهدًا حاسمًا قد بذل بعد عام ١٩١٨ ( الثورة الشيوعية ) لتنمية العلم . وتُظهر الاحصائيات مرة أخرى أن التقدم في روسيا سار لوغاريتميا في دقة فائقة وأن المعدل الزمني لتضاعف النشاط العلمي أصبح حوالي سبع سنوات بدلاً من عشر سنوات كما هو الأمر بالنسبة للولايات المتحدة أو خمسة عشر عامًا كما في أوروبا .

ويعزى هذا المعدل السريع لا إلى مميزات خاصة للروس ، ولا إلى برامج الحشد المركز ولكن إلى أن مستوى المعرفة العلمية قد بلغ درجة أعلى بكثير - بالنسبة لهم - عما كان عليه بالنسبة لبدايته في الولايات المتحدة .

ولنتنظر في النهاية إلى نموذج الصين الشعبية ، ونحن هنا أمام بداية أكثر حداثة مما استعرضناه قبلا ، فالاحصائيات تُشير - اتساقا مع نظريتنا - إلى تضاعف يحدث كل خمسة أعوام ، ومن دلائل ذلك أنه قد



( شكل رقم ٣ - ٢ ) - منحنيات النمو العلمي في مناطق مُعيّنة من العالم

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

ومرة أخرى نعود لنؤكد - بدلاً من اعطاء الصينيين أية صفات مُتميّزة - أن الأمر لا يعدو أكثر من أنهم يتوسعون في مجال علمي أكبر بادئين من مستوى أعلى مما بدأ منه سابقوهم .

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

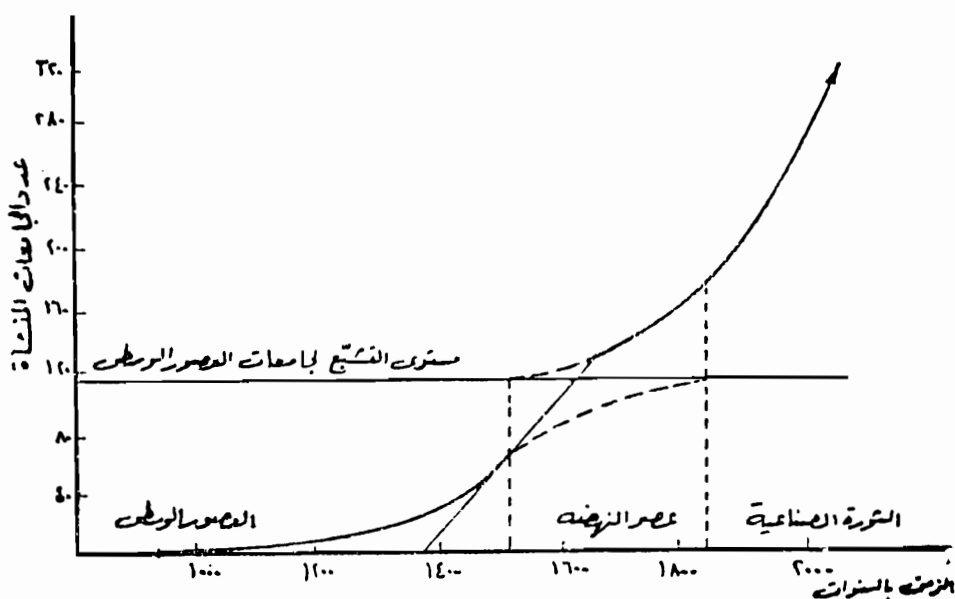
ومن الواضح ، نظرًا للأهمية البارزة للسباق العلمي بين الولايات المتحدة وروسيا والسباق الذي قد يجري بين هذين البلدين وبين الصين ، أن هذه الدراسة للتاريخ الطبيعي للثورات الصناعية تحتاج إلى مزيد من الاهتمام . ويُقدم لنا التطور العلمي الحديث لليابان مثالاً مُمتازًا للدراسة .

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

أما وقد ناقشنا البدايات التاريخية والتقدم الإحصائي للبحث العلمي فعليًا أن ندرس ما هي نهاية المطاف بالنسبة لهذا المعدل السريع للتقدم العلمي . ومن الواضح أن هذا المعدل لا يُمكنه أن يستمر إذ أنه يفوق بمراحل معدل الزيادة السكانية في العالم . . كما يفوق أيضًا معدل النمو الاقتصادي . . ولو قُدِّر لهذا النمو العلمي المطرد أن يستمر بالمعدل الذي كان عليه لآدَى ذلك حتمًا إلى كارثة تفوق خطورتها مشاكل الانفجار السكاني والتضخم الاقتصادي . . ولتقريب هذا المعنى إلى الأذهان نقول أنه لو خُصِّصَت كل مدرسة وكلية في الولايات المتحدة لتخريج علماء الطبيعيات وحدهم دون غيرهم متجاهلين كل ماعدا هذا من العلوم الأخرى والإنسانيات فسيظل هناك ، بحكم الضرورة نقص في الأفراد العاملين في مجال الطبيعيات قبل انقضاء قرن آخر من الزمان ، ولا يخفى علينا ما في الأمر من مُبالغة . .

ويتطلب النمو الطبيعي للعلم الذي نشأ جيلنا معه نصيباً أكبر من مواردنا كل عام . ولا مفرّ من أن يدرك هذا الطلب مرحلة لا يمكننا عندها الوفاء به ، وهى حالة تشبّع المجتمع بالعلم ، ونستطيع أن نعتبرها الهدف النهائى للثورة الصناعية عند اكتمالها . وبهذا تسير بنا هذه العملية من الخطوات القليلة الأولى المتعقّرة إلى الجهد الأقصى . والسؤال الوحيد الذى يتعين علينا إجابته هو تحديد حالة التشبّع هذه وتقدير زمن وقوعها .

ويبين الشكل رقم ( ٣ - ٤ ) منحنى تخطيطياً للنمو فى عدد الجامعات الأوروبية منذ العصور الوسطى حيث يبدأ المنحنى بنمو لوغارىتمى من عام ٩٥٠ حتى عام ١٥٠٠ ، ولو كان النمو قد استمر على هذا المنوال لوصل إلى حد التشبّع عام ١٨٣٠ تقريباً ، غير أن شيئاً جديداً قد حدث فى النظام نفسه ، ذلك هو بداية عصر النهضة الذى قلب النظام من أساسه وجعل المنحنى يقفز - من عام ١٥٠٠ حتى عام ١٦١٠ فى فترة تحول انتقالية - إلى شكل جديد يبدأ بنمو لوغارىتمى آخر مع بداية الثورة الصناعية حتى العصر الحالى ، وسوف تدرك هذه الزيادة حالة تشبّع فى المستقبل حيث يكمن هدف الثورة الصناعية فى جعل المجتمع مُشبّعاً بالعلم .



٤ - ٣ - ١ - الشكل رقم ٢ - النمو وحالة التشبّع فى المجال العلمى بالنسبة لجامعات أوروبا



## الفصل الثاني

# الهندسة والنظور التكنولوجي

### أولا لمحات تكنولوجية أثرت على الهندسة

استمرت العلوم الطبيعية تأخذ دورها المرموق مع سير السنين منذ القرن التاسع عشر ، وأصبح منهجها أهم مكاسب الحضارة الأوروبية بعد عصر النهضة ، حيث استطاعت أوروبا بفضلها قهر كثير من النظريات الداتية ووجهات النظر والبنائيات الأسطورية والميتافيزيقا\* .. بل ان منهج العلوم الطبيعية أصبح هو شرط التيقن ، والضامن للموضوعية ، والكفيل بتقدم العلم .. وأصبح العمل في ذاك العصر هو المكان الذي تحولت إليه الظواهر لتخضع لقياس اجهزته المختلفة ..

ولقد لعت امامنا في كتب التاريخ .. عن عصر النهضة الأوروبية وما تلاه احاديث شتى عن علماء في مختلف المجالات .. وعرفنا في الفلك كوبرنيكوس وكبلر وجاليليو ونيوتن وهرشل .. وفي الفيزيقا والكيمياء بريستلى ولافوازيه ودايفى ووهلر وفاراداي ومكسويل وميكلس ولنجمبور .. وفي مجال الدرة دالتن وافوجادرو ومنديليف وكورى وطمس وموزلى ورذرفورد .. وفي مجال البحوث الجديدة في الميكانيكا اينشتين .. اما في مجال التكنولوجيا فكان اديسون وماركونى وريت ويرد ووات .. بل وفي مجال تكنولوجيا الطب يانتج ومينو وفاجنر وروس ..

وإذا كانت الصورة امامنا الآن واضحة ، فإننا بحاجة لان نطل على بعض الأعمال التكنولوجية التى انتقلت بها الاكتشافات العلمية للقرن ١٩ إلى حيز التنفيذ ، تاركين تكرير العلماء الاوائل لمؤرخى الحركة العلمية ، ليوفوهم حقهم غير ناسين أهمية اطلاعنا - كمهندسين - على هذا التاريخ ..

ولسوف نعرض في اول هذا الفصل خمس لمحات تكنولوجية أثرت

---

\* فرع من الفلسفة يبحث عن الحقيقة الأولية للوجود .

على الحياة الهندسية ، وليس هذا تاريخاً لتلك الأعمال – فلتاريخ مكان آخر – ولكنه فقط استعراض للأهمية التكنيكية لتلك الأعمال :

١ – جيمس وات James Watt ١٧٣٦ – ١٨١٩ :

وهو الذى اخترع المحرك البخارى ، وعلى الرغم من ان قوانين الميكانيكا وضعها نيوتن قبل ذلك بمائة عام تقريباً .. 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 الى شغل ميكانيكى وسيطرته عليها لظلت ملابسنا تنسج حتى الآن فى المنازل على انوال يدوية ، ولبقينا نركب العربات التى تجرها الخيول .. وبعد ذلك نشأت هندسة الميكانيكا وصارت من الأهمية بما هى عليه الآن .. وتكريماً له فلقد سميت وحدة القدرة (Power) فى النظام المترى باسمه حتى الآن ..

٢ – توماس ادیسون Thomas Edison ١٨٤٧ – ١٩٣١ :

تكمن أهمية اختراع ادیسون للمصابيح الكهربائية ، فى ان اختراعه



( شكل رقم ٣ - ٥ )  
- نموذج لاول مصباح اضاءة  
اختراعه ادیسون  
فى اكتوبر ١٨٧٩

كانت له الصفة الهندسية لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية ، وعلى الرغم من أن همفري دافنى قد أثبت مع مطلع القرن ١٩ أن التيار الكهربى الناتج من عمود مُكوّن من الفى خلية يحدث قوساً من الضوء فى عمودين من الكربون مفصول احدهما عن الآخر بمسافة قصيرة .. وعلى الرغم ايضا من أن 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 - لاعتبارات هندسية - 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 - جوليلمو ماركونى Guglielmo Marconi ١٨٧٤ - ١٩٣٧ :

قام ماركونى فى ديسمبر ١٩٠١ بتجربته التى استطاع بها نقل الموجات اللاسلكية وأثر ذلك على تطور الهندسة اللاسلكية ولقد ثابر ماركونى حتى بلغت المسافة التى نقل خلالها اشاراته ٤٠٠ ميل ، ثم أرسل هذه الاشارات عبر الاطلنطى إلى القارة الأمريكية . وبالطبع فإن القيمة الهندسية لتلغراف ماركونى اللاسلكى اكبر بكثير من قيمة تلغراف مورس الذى لا يستغنى عن الاسلاك ..

### ٤ - أورفيل وويلبر رايت ١٨٧١ - ١٩٤٨ و١٨٦٧ - ١٩١٢ :

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

### ٥ - جون بيرد John Baird ١٨٨٨ -

وحيث تواجدت الخلية الكهروضوئية كنتائج للفيزيقا الحديثة على ايدى ليفى فذّ من العلماء .. امكن لعام ١٩٢٦ أن يشهد بلندن التجربة التى قام بيرد بإجرائها لأول تلفزيون نقل فيه الصور كالاشباح من غرفة إلى أخرى .. يبيّن أنه فى عام ١٩٢٨ استطاع نقل الأجسام الكائنة تحت الضوء العادى .. وتكون بذلك اول تلفزيون طورته هندسة الاتصالات الكهربائية فيما بعد حتى وصل الى ما هو عليه الآن .. وأصبحت شاشته ملونة أيضا ..

## ثانياً : السبرنتيقا والأونومية ( الآلية الذاتية ) :

### ١ - سؤالات مُحيرة ؟ !

استطاع الإنسان أن يواصل مسيرته - عقب الثورة الصناعية الأولى - بحثاً عن الرفاهية وتقصيًاً للراحة وأساليبها فتقدمت الآلة وشملت الطاقات المختلفة واستخداماتها شتى جوانب حياة الإنسان .. وكانت طاقة البخار هي الأولى .. وأعقبها طاقة الوقود المحترق كالبتروول .. ثم أطلقت الكهرباء شرارتها التي ما لبثت أن غطت أغلب احتياجات الطاقة .. ثم كان التفجير الذرى بداية عهد جديد ومجيد لاستحداث الطاقة ..

الا ان الإنسان ظلَّ مُحتاجاً إلى « تشغيل » ذهنه متفكراً وراء الآلة على الرغم من راحة عضلاته .. ولكن الذهن الإنسانى فى حاجة هو الآخر للراحة والهدوء ولقد كان العلم رهن مطلب الإنسان وطوع لإشارته .. فأمكن للآلات الحاسبة البسيطة أن تظهر .. وإذا بالتحكم الأوتوماتى ( الآلى الذاتى ) يأخذ دوره فى المصانع رويداً رويداً .. ثم استيقظ الناس فجأة على صوت « الحاسب الالىكترونى » وبدأوا « فرك » عيونهم مُنبهرين أمام « الإنسان الآلى » ... وكانت الثورة الصناعية الثانية .

واستمرت التساؤلات بعد ذلك تتوالى :

هل يُمكن للآلة ان تحل محل الإنسان ؟ !

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

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

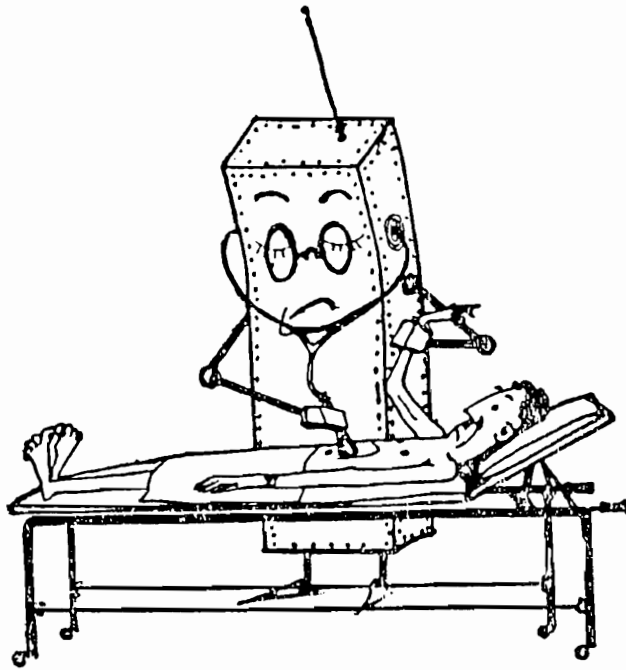
وخرج عام ١٩٥٧ أول قلب إلكترونى للنور وكان حجمه ضخماً بالنسبة للقلب البشرى .. لكنه بدأ يتطور ويُصبح أكثر ملائمة من حيث الحجم والأداء .

### ١ - الطبيب الإلكترونى :

ترى كيف يُشخّص الطبيب - من ابنائنا خريجي كلية طب قصر العينى او غيرها - الامراض المختلفة ؟ وكيف يعرفها ؟ ومعرفة المرض اول الطريق للعلاج ..

يحفظ الطبيب فى ذاكرته بأعراض الامراض المختلفة ويبدأ فى مقارنتها بالأعراض التى يحصل عليها من الفحص والتحليل .. ففى امراض القلب مثلاً ، إذا كان هناك ٩٠ مرضاً من امراضه ، فيمكن بالربط بين بعضها البعض - بطرق متنوعة - ترتيب قائمة تحوى ١٥٦ عَرَضاً .. ولا تعدو المسألة بعد ذلك ان تكون مُجرد إجراء مطابقة بعد عمل بعض التوافق والتبادل ..

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



لا تستغرق سوى دقيقتين فقط في تشخيص المرض .. ولا يستطيع أى إنسان بالقطع أن يقوم بحسابات بهذه الدقة ويتعرف على المرض تماماً في أضعاف أضعاف ذلك الوقت ..  
وليس معنى ذلك - معاذ الله - أن نستغنى عن الأطباء البشريين ، فقط أصبح عليهم الآن أن يقوموا بعملية - طبية رياضية - هى رسم الدوال والمتغيرات (Parameters) الخاصة بالحالات التى تصادفهم .

## ٢ - هل يمكن أن تتكاثر الآلة ؟!

يعنى التكاثر فى الكائنات الحية الانقسام أو التوالد حيث تخرج كائنات جديدة مشابهة للكائنات الأم ، ونعنى أيضاً بتكاثر الآلة أن تنمو ثم تنقسم فتخرج آلات أخرى مشابهة لها تماماً وهكذا ..  
ولكننا نتساءل والدهشة تعاو وجوهنا : كيف يمكن أن يحدث هذا ؟ لننظر أولاً كيف تعمل « الآلات » الموجودة داخل جسم الإنسان حتى يتكاثر ونرى ما أثمرته هذه الدراسة فى إنشاء مستعمرة « المطور » التى تكاثرت فيها الحيوانات الآلية ..

إذا تناولنا الجسم الحى والدراسات البيولوجية الخاصة به - من وجهة نظر تكنولوجية - نجد أن الخلية حين تنقسم تقوم بإعطاء أبنائها سر النوع أو شفرة الوراثة والانقسام ؛ لذلك فإن شجرة البرتقال تنبت

برتقالاً والسنباب بلد سناجيب والاوزة لا تضع إلا بيضاً ينتج اوزاً . .  
والحقيقة أن هناك شفرتين يؤرثهما كل جيل من أى نوع من الكائنات  
في الجيل الذى يليه : اولاهما شفرة التكاثر أو الوراثة وتحملها نواة  
الخلية ، وهى لجميع الأنواع ، عبارة عن تبادل وتوافق لاربعة انواع  
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 مثلاً عن بروتين  
الماعز ، وكلاهما يختلف عن بروتين البازلاء ، وهى شفرة أعقد ، نظراً لأن  
سلاسل جزيئات البروتين طويلة بحق . .

وفى سنة ١٩٦١ استطاع البيوكيماوى الاسبانى سيفيرو فك شفرات  
البروتين والوراثة واكتشف انها تتركب من عشرين حرفاً فى الاربعة  
اصناف الرئيسية من الجزيئات . . واستطاع المجرى الإلكترونى بعد  
ذلك ان يرينا الجزيئات نفسها وهى تتحرك لتؤدى وظائف الجسم  
المختلفة .

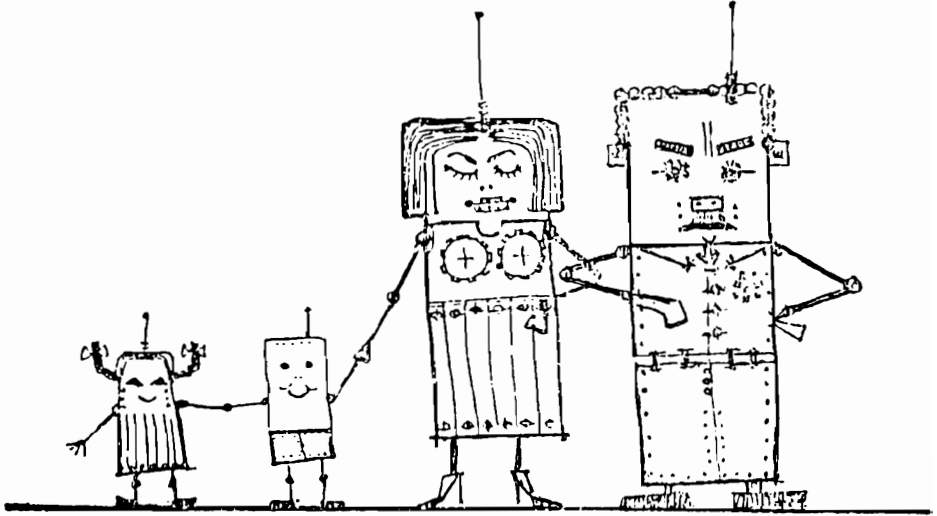
وقبل ان نتناول مستعمرة « المطور » نجد لزماً علينا أن نلقى نظرة  
على مدى آلية الحركة داخل جسم الإنسان ، وسنأخذ مثلاً التحكم  
الآوتوماتى فى درجة حرارة الانسان :

إن جهاز التسخين المركزى - وهو يقع فى نخاع الراس المستطيل -  
يعمل ميكانيكياً تبعاً للمعلومات التى ترد له عن الظروف الخارجية المؤثرة  
على الجسم ، ومن العجيب ان متابعة العلماء له اثبتت أنه قد يصدر  
أوامره أحياناً بالاقتصاد فى إعطاء الحرارة للجسد حتى لا تخرج منه فيفقد  
الجسم أثناء البرد ، كما أنه يشغل أجهزته الاحتياطية أثناء فترة البرودة  
للحفاظ على درجة حرارة الجسم ، وهو يمنع العرق أيضاً ، ويأمر أحياناً  
بإعطاء حرارة أكثر للعضلات حسب تقديره للمعلومات التى ترد له عن  
طريق اجهزة المتابعة الخاصة به رالتى تختلف عن الجهاز العصبى العام .

وعموماً فإن الاجهزة المختلفة فى جسم الإنسان والتى تشبه الوحدات  
الآوتومية يبلغ عددها مائة مليار وحدة . . وفى مملكة النحل نرى مثلاً  
آخر للتحكم الآوتوماتى فعندما ترتفع درجة الحرارة يقوم النحل برش  
الماء بخراطيمه والتهوية حتى يربط الجو حوله ، وعندما تنخفض درجة  
الحرارة يأخذ النحل فى الطنين حتى يأتية الدفء . .

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

بأرقام سهلة ولقنوها للآلات واستطاع سكان المطور بعد ذلك ان يتكاثروا بالاسلوب 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 انبأهم بالظروف المحيطة وتحسنت الاجيال المتعاقبة منهم ... !!



## ب - السيبرنتيقا

### ١ - مفهوم السيبرنتيقا :

تُعدّ السيبرنتيقا من أحدث العلوم التكنيكية كما تُعدّ في الوقت ذاته من أحدث العلوم البيولوجية . وقد امكن بوجه عام ان يُوصف هذا العلم ذات مرة بأنه « العلم الذى يشرح فيه الفسيولوجيون\* للمهندسين كيف يبنون الآلات ، ويشرح فيه المهندسون للفسيولوجيين كيف تسير الحياة .. »

وتُعرّف السيبرنتيقا ايضا بأنها « العلم الذى يدرس النظريات العامة للتحكم فى النظم المختلفة سواء كانت بيولوجية أم تكنولوجية ، ويُقال عليها إنها علم نقل الإشارات أو علم التحكم الذاتى » .  
ولقد استخدم العالم الفرنسى امير كلمة « سيبرنتيقا » لأول مرة عام ١٨٣٤ بينما كان يتحدث عن الحكومة الفرنسية وطريقة الحكم آنذاك

\* أى التكاثر بالانشتار والافتران والبرعمة .

\* الفسيولوجيا : هى العلم الذى يدرس وظائف الاعضاء .

ولم يعن أمير بهذه الكلمة سوى أن الحكومة تسوس الحكم بطريقة مُعيّنة للوصول إلى هدف كان موضوعاً من قبل ، ويُشترط هنا أن يكون موضوعاً من قبل لأن الهدف في حد ذاته لا دخل له في السيبرنتيقا بينما وضعه من قبل هو العملية المرتبطة بها . . اما كلمة السيبرنتيقا فهي عبارة عن اشتقاق في اللغة اليونانية القديمة ويقصد بها دقة الربان او دفة القيادة . ولقد ألقى المهندس الألماني هيرمان أشميدت في عام ١٩٤٠ محاضرة أكد فيها أهمية نظرية التحكم للعلوم الهندسية والفسيولوجية بل واعتبرها اساس فهم هذه العلوم . .

بيد ان نوربرت فينر (Norbert Wiener) يُعتبر هو المؤسس الفعلي لعلم السيبرنتيقا إذ جمع دراساته المختلفة حول هذا الموضوع في كتاب أصدره عام ١٩٤٨ وربط فيه العلوم المختلفة بعضها ببعض داخل اطار نظرية التحكم ، وقد تضخم الاهتمام بعد فينر بالسيبرنتيقا حيث خرجت أعداد من الكنب الأخرى تتناولها بالبحث وتفرّعت هي نفسها إلى أجزاء مختلفة كالسيبرنتيقا البيولوجية والسيبرنتيقا التكنولوجية وغيرهما . . وهذه الفروع بدورها تفرّعت إلى اتجاهات عديدة ، ويقوم الآن عديد من الجامعات في أوروبا وأمريكا بتدريس السيبرنتيقا كعلم مستقل بذاته . .

وإذا حاولنا استعراض مجموعة من الأفكار التي طرحها فينر في كتابه سوف نجد أنه يقوم في جزء منه بتوضيح مفهوم العلم منذ العصر النيوتوني حتى الآن ، ويبيّن أن هذا التطور في العلم وتطبيقاته يخضع أساساً للمفاهيم السائدة في كل عصر عن الكون ككل ، والتي هي عبارة عن مُحصّلة العلوم المختلفة التي تتحكم في تكنولوجيا العصر . وهو يبدأ بنظريات نيوتن في الفلك ومفهومه للزمن ، ثم ينتهي إلى عصر الأوتومية المبنية على نظريات السيبرنتيقا . .

وتقسّم السيبرنتيقا - بمفهومها كعلم لتفسير عمل النظم التي تعتمد في وجودها على الإشارات - إلى :

- نظرية المعلومات والإشارات ، ويدخل تحتها نظرية نقل المعلومات ( زمانياً ومكانياً ) ووضع شفرة لها .
- نظرية تفهم المعلومات والإشارات .
- نظرية تنظيم المعلومات .
- نظرية التعامل مع النظم الأخرى ( الرد على الإشارات ) .

## ٢ - أساسيات النظام السيبرنتيقي :

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



تكون هذه المتتاليات الزمنية ممتدة كما قد تكون مُركبة أو بسيطة ، ويدخل ضمنها تغير الضغط في جهاز التليفزيون أو في جهاز الرادار مثلاً . وتهتم كل هذه الظواهر في المقام الأول باستقبال وحفظ واستخدام المعلومات التى تنقل كل منها حسب شفرة خاصة بها . ونخرج من هذه الأمثلة البسيطة إلى تفسير المعلومات وكيفية انتقالها ، بل وكيفية قياس حجمها أيضاً وبأى طريقة تقدر . وهنا تلعب الرياضيات المتقدمة دوراً هاماً في تفسير المصطلحات . .

ومن النقاط الهامة جداً في تقدير حجم المعلومات التى يُراد نقلها ، ان المعلومات نفسها يمكن أن تنقل بلا حدود ، إذا لم تتعرض إلى أى تشويش ، بينما في وجود التشويش تنقل المعلومات ولها حدود حيث يتحدد حجم الإشارات المنقولة بحجم المعلومات وحجم التشويش ، وبالتالي يُمكن ان يصل حجم الإشارات إلى قيمة صفرية أى تنعدم الإشارات كلها إذا زاد التشويش عن حد مُعين .

وهذه الحقيقة نراها واضحة في التشويش الذى يحدث لأجهزة الرادار وهى تدخل ضمن أجهزة استقبال المعلومات . وكلما زاد التشويش فإن هذه الأجهزة تعجز عن استقبال المعلومات الأساسية التى يجب نقلها وهى تحركات الطائرات مثلاً . ويُمكن اعتبار عملية التشويش هذه جزء من نظرية تفهم المعلومات ، حيث أنها تؤثر على محتوى المعلومات الأساسية المنقولة .

ويحتوى أى نظام سببرنتيقى على أنظمة استقبال تستقبل المعلومات القادمة ، وتفهمها ، بمعنى أن يكون هذا النظام المستقبل قادراً على حل شفرة الرسالة القادمة ، حيث تنتقل المعلومات باستمرار بشفرة خاصة لكل نظام . . وإذا حدث أى خلل في تفهم الشفرة يتبعه بالضرورة خلل في تفهم الإشارة القادمة وبالتالي يُؤدى إلى عدم إمكان تنظيم المعلومات تنظيماً سليماً . .

وبعد تفهم المعلومات المرسله ، ووضعها في المكان المناسب يتم ربطها بالمعلومات السابقة الموجودة في النظم السببرنتيكية الأخرى ، حتى يُمكن إحداث رد الفعل المناسب المطلوب بناء على الإشارة المرسله أساساً .

مما سبق نجد أنه لكي تتم دورة أى نظام سببرنتيقى ، 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 احياناً نظرية الاتصال . وعلى ذلك يمكن تفسير الاتصال بكل انواعه على انه نظام سببرنتيقى او ان السببرنتيكا تفسير لنظام الاتصال .

## ج - الانفجار التكنولوجى والأوتومية ( الآلية الذاتية )

### ١ - العلاقة بين السيبرنتيقا والأوتومية

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

لقد وصلنا الى فكرة بسيطة عن ماهية علم السيبرنتيقا وعرفنا انه العلم الذى تحدث فيه مقارنة متفاعلة بين الإنسان والآلة ، وكما افاد علماء البيولوجيا من هذا العلم ، فان التكنولوجيين هم الآخرون قد استفادوا منه بدرجة كبيرة جدا . . فقد لاحظوا أن أعصاب الإنسان تقوم بعمليات رد فعل سريعة للعديد من التصرفات فتحكمها . . نرفع مثلاً يداً إذا ارتفعت درجة الحرارة عن الحد الذى نتحملة . . ونغمض عيوننا فى مواجهة الضوء الشديد ، وهكذا . .

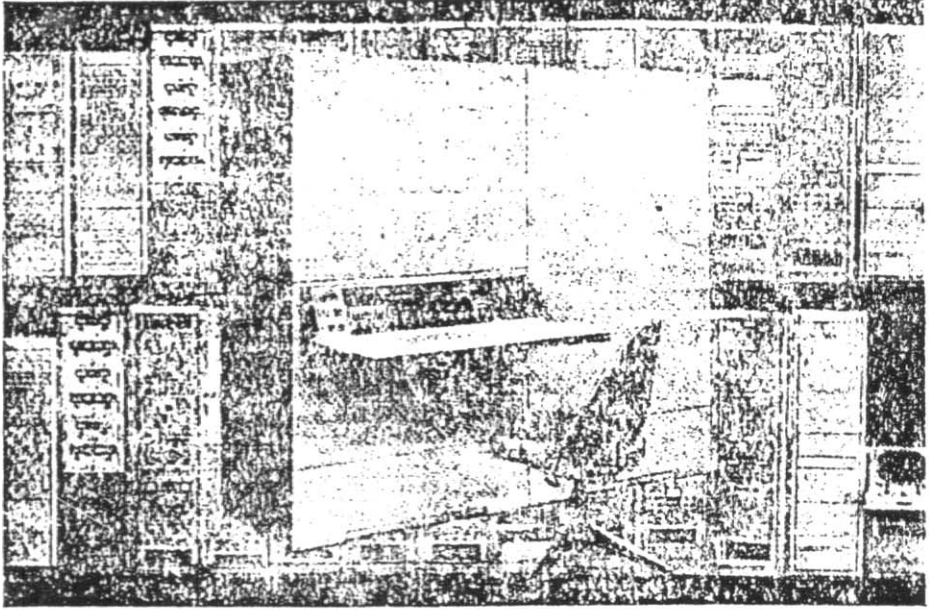
إن نظم التغذية الراجعة يمكن أن تعرف بأنها النظم التى تسير فى اتجاهين ، فإذا ما زاد الفعل فى أحد الاتجاهين ، فإن هذه الزيادة - نفسها - تعمل على التحكم فى هذا الفعل ، وإبطائه ، وإذا قلّ الفعل عن حدّ مُعيّن يؤدى ذلك تلقائياً إلى إسرعه للوصول به إلى المستوى المحدّد سابقاً . .

ومثال ذلك أيضاً يكون واضحاً فى مكنة كهربية حين تسحب تياراً مُعيّناً ، فإذا حدث - لآى سبب من الأسباب - أن ضعفت المقاومة بشدة فإن التيار سيتجه حتماً إلى الزيادة الرهيبة التى نخشاها . . بينما إذا فتحت الدائرة فلن يمر تيار البتة ونظام التغذية الراجعة فى هذه الحالة يعمل على أن يظل التيار مستمراً فى معدّله الطبيعى تقريباً . .

### ٢ - التطور السريع للأوتومية :

لم يكن فى الولايات المتحدة الأمريكية حتى عام ١٩٥٥ سوى بضعة عشرات من الحاسبات ( العقول ) الإلكترونية ، بينما لم يكتمل عام ١٩٦٠ حتى كان بها أحد عشر ألف عقل الكترونى . ومن المحقق أن عدد هذه الحاسبات قد ازداد زيادة كبيرة خلال الأعوام العشرة الأخيرة . على أن أهم ما ينبغى أن يلاحظ هنا أن نحو ثلث هذه العقول قد استخدم فى حل المشكلات العلمية والهندسية أما الثلثان الباقيان فمستخدمان لحل المشكلات الإدارية .

إن بعض جوانب الأوتومية ليس جديداً فلقد سبق أن اخترع « باسكال » الفرنسى عدّة أجهزة حاسبة خلال عامى ١٦٤٢ و ١٦٤٣ . وفى سنة ١٨٠١ عرض فرنسى آخر اسمه « چاكار » فى باريس منولا يدور بتعليمات تسقط فى فتحة به على هيئة ورق مقوى مثقوب ، وكانت



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

المحولات التليفونية ( سويتش بورد ) الآلية معسوفة في لندن خلال العشرينات ، وابتداء من سنة ١٩٢٥ أخذت إدارة البريد في لندن تسير قطارات اوتومية - دون سائقين - للبريد تحت سطح الأرض .. كَيْد أن الأوتومية لم تصبح عملية تماماً في مجال التطبيق إلا بعد الاهتداء إلى مجموعة من النظريات المثيرة إبان الحرب العالمية الثانية أدت في النهاية إلى صُنع العقول الإلكترونية . وبفضل التقدم الهائل في ميدان التكنولوجيا في أعقاب تلك الحرب وخاصة خلال الخمسينات أصبحت مصانع « فورد » للسيارات في 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 ..

وفي أحد مصانع أجهزة الراديو في شيكاغو يشتغل شخصان فقط في تركيب ألف جهاز يوميا وكانت هذه العملية تحتاج في الماضي - قبل الاعتماد على الأوتومية - إلى ٢٠٠ شخص .. كما استطاعت إحدى الشركات باستخدام عقل الكترونى أن تحلّ في ثلاثين ساعة فقط مشكلة كيميائية ما كان لشخص واحد أن يحلها جزئياً إلا إذا عمل ٢٠ ساعة في الأسبوع خلال عشرين سنة .. وفي معهد الدراسات العليا بجامعة برنستون يُعدّ أحد العقول الالكترونية التنبؤات الجوية في ثلاث ساعات

ولو ان شخصاً زُوِدَ بِآلة حاسبة لما استطاع الاضطلاع بهذه العملية في ثلاثة قرون ..

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

وتُعدّ شبكة « الترانسيت » في لندن أضخم شبكة من نوعها في العالم فهي تُنظم حركة أكثر من عشرة آلاف أوتوبيس وتسعمائة قطار مستعينة في كل ذلك بعقل إلكترونى يمر داخل شريط مثقب واحد .

وتستخدم إحدى الوزارات الأمريكية عقلاً إلكترونيا مهمته تحديد مصر ٣٥٠ مليون شيك تصرفها في كل عام ، وقد حلّ هذا العقل محلّ ٤٥٠ موظفاً في الوزارة ، كما تستخدم إحدى الشركات عقلاً يُنظم ويُنتق مرتبات ستة وعشرين ألفاً من الموظفين في عمليات حسابية تستغرق ٢٠ دقيقة فقط ..



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

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

المحاور « أوتوميا بحيث لا تصل إليها يد أى شخص من ساعة إدخال الصلب الخام حتى وصول كُرَات المحاور إلى علب الكرتون ..  
ولدى الاتحاد السوفيتى عدد كبير من « العقول الهوائية » أى التى تعمل بضغط الهواء .. ومع أن هذه العقول أبطأ بعض الشيء من العقول الإلكترونية إلا أنها خالية من القطع المنحركة ، ولذا فهى ليست أطول عمراً وأكثر دقة فحسب بل يُمكن استخدامها كذلك فى المصانع والمعامل الكيميائية حيث يتعذر استخدام العقول الإلكترونية لخطورتها ..

وحتى الذين لم يستطع أن يبقى بعيداً عن الأوتومية فالإجابة على الرسائل التى يتلقاها الواعظ الأمريكى الشهير « بيلى جراهام » تتم بوسائل أوتومية على النحو الآتى : تفتح ثمانى سيدات الخطابات العديدة التى يتلقاها الواعظ يومياً ويستخدمن أقلّاماً 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 كتابة أوتومية للإجابة على الأسئلة التى يوجهها الناس عن التمييز العنصرى ومسير الذين يهملون تعاليم المسيحية ورجال الدين الذين يحميدون عن جادة الصواب وحتى الرجال الذين يهملون فى حلاقة ذقونهم ..

### ٣ - حول مفهوم استعمال العقول الإلكترونية :

ثمة ملاحظة هامة لابد من تسجيلها هى أن الكثير من الناس يعتقدون أن العقول أو الحاسبات الإلكترونية تستطيع أن تُفكر ، وهو أمر يُثير الفرع فى النفوس . والواقع أن « التفكير » هو العملية الذهنية الوحيدة التى لا تستطيع العقول الإلكترونية القيام بها .. إنها تجمع وتطرح وتضرب وتقسم ، كل هذا بسرعة البرق ، ولكنها لا يسمعا أن تفكر كما يفعل الإنسان . إن فى وسع بعض العقول أن تجمع عشرة أرقام كبيرة فى بضع ثوانى أى أنها أسرع من استجابة العقل البشرى للأعصاب . وتستطيع هذه العقول أن تصوّر الطريقة التى يُمكن أن تتحرك بها قطع الشطرنج فى أية مسابقة وأن تُحدّد فى لحظة الخطة التى يجب أن يُنفّذها هذا المتبارى أو ذلك 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 وأن تُصوّب أخطاءها إذا أخطأت أيضاً .

ولهذه العقول ذاكرة قوية جداً بيد أن الذاكرة هنا تعتمد على تغذية العقل بالمعلومات والبيانات والاحصاءات والردود ، على أن هناك من

الحيوانات من يتمتع بمثل هذه القدرة « الذهنية » وفي مقدمتها الفيل الذى لا ينسى أبدا ..  
والعقل الإلكتروني قادر على أن يحفظ بسهولة « عن ظهر قلب » قاموساً إنجليزياً روسياً مثلاً 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 « قدرة على التعلم » كافية في « رءوس » العقول الإلكترونية فقد نجح بعضهم في توفير قدرة موسيقية في عقل من ابتكاره بدليل أن هذا العقل يستطيع أن يُنغم الحائناً بسيطة .. ويزعم العلماء البريطانيون أن لديهم عقلاً إلكترونياً اقدر على لعب الشطرنج من صانعه . ويُقال أيضاً أنه سيصبح في وسع العقول الإلكترونية في المستقبل القريب جداً أن تعد الحجج القانونية في القضايا تمهيداً لأملاء مذكرات تُقدم إلى القضاة في المحاكم .

### ثالثاً : اللقاء بين التكنولوجيا والعلوم الإنسانية :

في هذا البند نحاول - بإيجاز شديد - أن نتطرق إلى تطبيق تكنولوجيا وهندسة آخر للعلم الحديث . في مجال يظن الكثيرون منا أن العلم والتكنولوجيا والهندسة أبعد ما تكون عنه ، ذلك هو مجال العلوم الإنسانية ..

#### ١ - علمية الدراسات الإنسانية :

لنسأل أنفسنا أولاً : ما معنى عبارة « علمية الدراسة » ؟ ..  
إن علمية الدراسة هي « اتباع نسق مُنظم من المعرفة التي تُكتسب وتُصاغ عن طريق منهج مُعين مُحدد » .. ذلك هو تعريف العلم .. وعلى هذا فإننا نجد العلوم الفيزيائية ( التي تدرس كل ما هو غير حي ) والعلوم البيولوجية ( التي تدرس أشكال الحياة ) قد أصبحت علوماً راسخة في علميتها بعد أن تخطت كل أشكال التخمين العشوائي .. وهى علوم يمكن أن توصف بأنها متقدمة .. بينما العلوم الإنسانية ( كالفلسفة وعلم النفس .. الخ ) ما زالت في عداد العلوم النامية لأنها لم تتمرس بعد باستخدام الوسائل الرياضية والمنطقية والتجريبية لكى تمحص كل فروضها واستنتاجاتها بدقة .

ولكن كمّة تشكيك ما حتى الآن في مدى امكانية ان تصبح الدراسات الاجتماعية علمية في شكلها ومضمونها ، وهنا خمس نقاط يتأكد معها الرد على هذا التشكيك :

١ - إن الظواهر الاجتماعية هي ظواهر طبيعية لأنها تحدث تحت سمعنا

وبصرنا في الطبيعة وبالتالي يمكن توصيفها وإدراكها بواسطة الحواس البشرية .

٢ - يمكن استخدام الوسائل المساعدة للحس البشرى - والتي تُستخدم أيضا في العلوم الفيزيائية والبيولوجية - مثل التسجيل السينمائي والصوتى للأحداث الاجتماعية وذلك يضمن لنا مزيداً من الدقة والموضوعية .

٣ - إن الظواهر الاجتماعية لها قدر معقول من الثبات النسبى والتكرار وتطورها لا يجب أن يكون مُزعجاً إذ أن كل الظواهر الطبيعية تتطور تقريباً . . إبتداءً من التطور السريع جدا الذى يحدث نتيجة للإشعاع من ذرة الراديوم ( جزء من الثانية ) إلى التطور البطيء وغير الملحوظ في تعاقب فصول العام صيفاً وخريفاً وشتاءً وربيعاً .

٤ - لا يجب أن نتصور أن التجربة العملية هي الوسيلة الوحيدة للمنهج العلمى ، وعلى سبيل المثال فإن علوم الفلك والجيولوجيا والمحيطات لا تعتمد على التجربة العملية ، ولكنها تعتمد على الملاحظة والقياس . . ومع ذلك فإن التصميم التجريبي يمكن أن يساعد العلوم الاجتماعية .

٥ - القانون والتنبؤ والفرضية أمور غير ثابتة نسبياً حتى في الفيزياء والبيولوجيا ، وليست هناك أية قوانين غير قابلة للتعديل . . ومن ثم فانه يمكن أن تكون هناك قوانين في العلوم الاجتماعية . .

وعلى وجه العموم يجب علينا إدراك أن العلوم الإنسانية تقترب من المنهج العلمى إقتراباً كبيراً وبمعدلة 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 في الحياة الاجتماعية بما يوازى التغيير في حياة قرية من قرى ريفنا من مستواها الحالى إلى حياة مدينة من كبريات مدن العالم المعروفة كطوكيو أو غيرها . . وبالقِطْع فإن كون العلوم الإنسانية دالة في التكنولوجيا ساعد على مزيد من العلمية في هذه العلوم .
- احتاجت التكنولوجيا - كما سنتولى تفصيل ذلك في الباب التالى - إلى دراسات دقيقة لحياة العمال والمهندسين الذين يُشكّلون عنصراً أساسياً في العمل .
- قدمت التكنولوجيا امكانيات جديدة للعلوم الإنسانية في صور مباشرة وغير مباشرة منها مثلاً التصوير السينمائي وغيره من أدوات التسجيل والمتابعة ، مما ساعد على تقدم هذه العلوم وتطوير أدائها . .

## ب - أسلوب تحليل المنظومات :

أفادت العلوم الإنسانية - كما اشرنا - من التقدم التكنيكي .. بصورة غير مباشرة أولاً حيث استخدمت أسلوبه في القياس .. ثم بصورة مباشرة حيث قدّم لها بعض أجهزة التسجيل ، على أن أقصى أنواع الاستفادة جاء باستخدام أسلوب تحليل المنظومات - System analysis - الذى ادخل العلوم الإنسانية عصر التكنولوجيا الحديث أو ما اصطلح على تسميته بعصر العقول الالكترونية .

ولسوف نطرح هنا دون التطرق العميق لدراسة المنظومات مجموعة من المفاهيم المحيطة بها حتى يتسنى للقارئ أن يتفهم معنا الفكرة الرئيسية التى مكّنت العلوم الإنسانية أن تفيد من التقدم التكنولوجي .. ومن هذه المفاهيم مفهومى التركيب والتحليل لعدد من الجزيئات الصغيرة جداً « بطريفة التفاضل والتكامل » والتى ترتبط فيما بينها بعلاقات مختلفة كالتجاذب والتنافر وغيرها . .

والعلاقات البشرية عموماً يمكنها أن تتّبع ظروفاً متنوعة يمكن وضعها بشكل رياضى كأن تدرس لها السلوك المتوسط أو أقصى وأدنى سلوك ممكن حسب نظرية الاحتمالات مثلاً ..

والمنظومة - كما عرّفها ريتشارد كيرشمار - هى : « جمع من الكيانات أو الأشياء ( الحية أو الجماد ) يتلقى مُدخلات مُعيّنة ويُؤثر فيها بشكل متناسق ليعطى مُخرجات مُعيّنة بقصد تحقيق نهاية قصوى لبعض الصفات المرتبطة بالمدخلات والمخرجات » .

وعلى ذلك - فى المجال البشرى - 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 ) وتُؤثر عليها لتعطى مُخرجات ( منها الراحة والجو المكيف والوجبات والفضلات والفواتير أيضاً ) وذلك بقصد الحصول على الحد الأقصى من الربح ..

## ج - الهندسة البشرية (Human Engineering) :

الهندسة البشرية هى علم تحديد احتمالات سلوك الإنسان ، وقد كانت فى البداية مُجرّد فرع غير تطبيقي من علوم المنظومات ، ثم بدأت تستقر مستقلة ، ونمت بنموها العلوم الاجتماعية المختلفة التى يزداد اعتمادها على الهندسة البشرية بسرعة كبيرة .. ونحن فى البداية يلزمنّا التركيز على نقطتين أساسيتين هما :



## ١ - التغذية المرتدة (Feed back) :

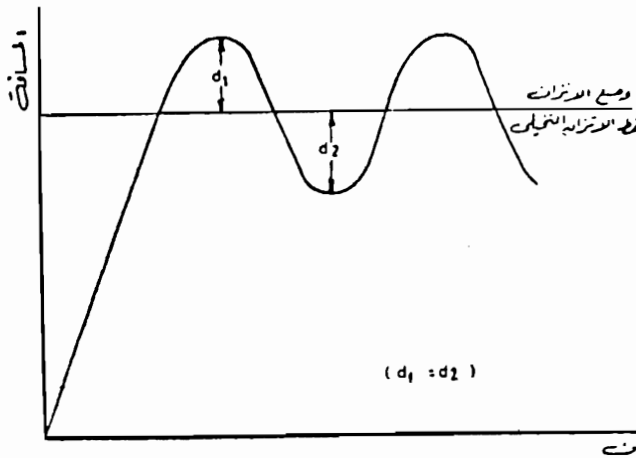
إذا حدث انحراف في الاداء لأى جزء من أجزاء الجسم الإنسانى عن الأداء المطلوب في السلوك الفعلى لهذا الجزء .. تقوم التغذية المرتدة بتوجيه هذا الجزء ليتحرك عكس الانحراف . ومثال ذلك يحدث إذا مدّ الإنسان يده ليلتقط قلماً يتدحرج على سطح مائل فإذا ما وصلت يده إلى مسافة قريبة من القلم فإنه على الفور يُحرك يده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

## ٢ - الاستقرار (Stability) :

يكون الإنسان في أى موقع له ، جزءاً من منظومة متكاملة للعمل أو اللعب أو أى مهمة أخرى وهذه المنظومة تكون عادة ميالة للاستقرار، والعودة إلى وضع مُتزن جديد إذا تمّ ازعاجها والخروج بها عن وضعها المتزن الابتدائي ..

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

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

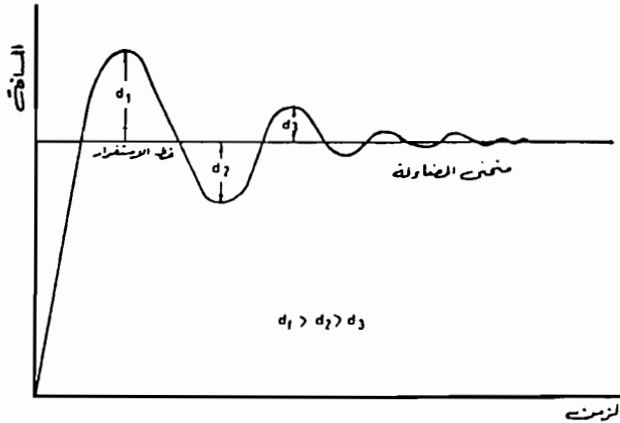


( شكل رقم ٣ - ٨ ) رسم بياني يوضح الحركة تحت شرط التغذية المرتدة فقط

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

ولكن هذا الشخص يستمر - بعد فترة - في تكوين ألفة بينه وبين الدراجة ليعملًا معًا كمنظومة (System) ، وفي هذه الحالة فإن الإنسان سوف يضع في اعتباره الحالة التي يحاول بها تصحيح مساره ويتنبه جيدًا إلى كمية الانحراف واتجاهه مما يُساعد على مضادة (Damping) هذا الانحراف واتجاهه مما يُساعد على مضادة الاستقرار التي تنشدها المنظومة ( شكل رقم ٣ - ٩ ) فكان المضادة تُحقق هدف الاستقرار عادة ..

وهذه المفاهيم - عمومًا - تقبل التطبيق المباشر على الكائنات الحيّة بل هي مفاهيم بالغة الأهمية في السيبرنتيقا ، ذلك العلم الذي يربط بين المكثات والكائنات الحيّة ، ويُعالج كلاً منهما على أنه منظومة تخضع لقوانين ديناميكية يُمكن صياغتها بقدر معقول من الدقة . وفي مجال العلوم البشرية ، وعلى الرغم من وجود احتمالات مختلفة وعديدة لتصرف الإنسان بطريقة بعيدة عن العقل أو الضابط الميكانيكي .. إلا أنه مهما كانت هذه الاحتمالات ، فإن حساب المتوسط الذي سوف يكون الاستقرار المطلوب نحوه يُصبح أمرًا يسيرًا .. كما أن حساب أقصى وادنى احتمال سيكون هو الآخر أمرًا مُمكنًا على الأقل ..



(شكل رقم ٣ - ٩) رسم بياني يوضح الحركة تحت شرطَي التغذية المرتدة والمضادة معًا ليصل الجسم النحرك إلى وضع الاستقرار

## أفكار المهندسين بين الحلم التكنولوجي والواقع الهندسي

### أولاً : مفهوم الحلم التكنولوجي

قدّمت السنوات الأخيرة خير دليل على امكانية تحقيق مجموعة من الافكار والآراء والتصميمات التي كان مُجرّد التفكير فيها حلمًا بعيداً عن الواقع ودَرْبًا من دروب الخيال ، يَبْدُ أن السِّمة الأساسية للإنجازات التكنيكية في تلك السنوات هي أن الفترة الزمنية بين التطلّع إلى الأحلام والخيال وبين القدرة على تحقيقها كانت قصيرة - أشدّ ما يكون القِصر - بالنسبة لتلك التي كانت تُراود أجدادنا فيما مضى . وعلى سبيل المثال فإن حلم التحليق في أجواء السماء قد راود الإنسان منذ فجر التاريخ وتكرّر في الأساطير والروايات القديمة على مرّ السنين وظلّ عالقاً في أذهان الأجيال المتتالية حتى أن عباس ابن فرناس حاول في تجربته المعروفة الطير بأجنحة من ريش ، ولم يتحقّق الحلم إلا عندما قام الاخوان «رايت» بتصنيع أول طائرة حلّقت فوق فرجينيا بالولايات المتحدة مع مطلع هذا القرن .

#### أ - شروط مفقولة الحلم التكنولوجي :

وأرى أننا بحاجة الآن لأن نقف قليلاً امام مفهوم الحلم التكنولوجي في الفترة القادمة وحتى لا يُصبح هذا الحلم ضرباً من أحلام اليقظة فلا بد وأن يرتبط بشرطين أساسيين :

#### ١ - الموضوعيّة :

ونعني بها ارتباط التطلّع العلمي أو الحلم التكنولوجي بموضوع متكامل الأجزاء وبعده عن أن يكون تطلّعاً ذاتياً محضاً . وعلى ذلك ففكرة السوبرمان أو خاتم سليمان أو مصباح علاء الدين لا يمكن أن تصبح أحلاماً تكنولوجية أو تطلّعات علمية إذ أنها ترتبط بتطلّع الحلم إلى تحقيق ذاته بشكل خيالي والوصول بقدراته للكمال الذي يفوق تصوّر الآخرين وهذه كلها لا تعدو أن تكون أوهاماً لا ترتبط بالعلميّة بأى رباط ..

## ٢ - النظر إلى الممكن وحساب المتاح :

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

ويقتضى التطلع العلمى أو العلم التكنولوجى أن يكون مرتبطاً بشكل أو بآخر بهذين العنصرين وإلا لما أمكن تحقيقه .

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

وفى عصرنا هذا يُصبح التطلع إلى تخليق الخلية الحيوانية صناعياً واكتشاف الحياة على الكواكب الأخرى واستغلال شتى أنواع الطاقات المتاحة على الأرض إلاماً تكنولوجياً لأنها تحقق الشيطان السابقين ... بينما لا تكتسب فكرة الإنسان النبوتى والسر بسرعة الضوء نفس الدرجة .

وبالنسبة لحلم تخليق الخلية الحيوانية مثلاً والذى قد يتحقق فى أى لحظة من اللحظات - فإننا نجد شرطى الحلم التكنولوجى منطبقين عليه . فالتخليق مُرتبط قبل كل شيء بعلم السيبرنتيقا الذى ابتدعه فينر عام ١٩٤٨ وطوّره العلماء الأمريكيون والسوئيت حتى صار علم العلوم هذه الأيام وبالتالي فإن التخليق لن يبدأ من فراغ بل كل ما يحتاجه فقط هو مزيد من العناية بدراسة العمليات الكيماوية التى تحدث فى الخلية ويخدم ذلك جيداً أن الأجهزة الموجودة تحت أيدي 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 دقيقاً وتمكّنت التكنولوجيا من تجهيز المركبات الفضائية التى تحمل الإنسان إلى خارج نطاق أرضه .

والشرطان السابقان ينطبقان أيضاً على حلم الإنسان باستغلال الطاقات الموجودة فوق سطح الأرض بما فيها الطاقة الشمسية . أما بالنسبة لفكرة الإنسان النبوتى التى طرحها المؤلف « نستا نسلوليم » فهو يصف فيها كوكب نبوت بأنه كوكب من الصفر بحيث لا توجد به غرف نوم كافية لسكانه ويتصور أن النبوتيين بسعة حيلتهم امكنهم أن

يحلوا هذه المشكلة حيث قاموا بترتيب رسوم بيانية ذرية لكل فرد منهم تُمثل صورة الجسم ذرة ذرة وعندما يخلّ موعد النوم يضغط النبروتى نفسه خلال باب صغير داخل رشّاش ذرّي فيتبعثر جسمه من فتحة أخرى إلى ذرات يمكن رصدها بعيداً حتى يخلّ الليل وفي الصباح تقوم ساعة إنذار بتشغيل الرشّاش الذري فيُعاد تجميع الجسم النبروتى وفقاً للرسم البياني الذري وينفتح باب ليخرج منه النبروتى حيث يتشاءب ويشرب فنجان الشاي 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 الذري النبروتى فعندما يمجز أحدهم عن حل مشكلة عويصة فإنه لا يُفكر في الانتحار وكل مايفعله هو أن يدخل الرشّاش ويمكث عشرات السنين مبعثراً في هيئة ذرات وعندما يعود مرة ثانية فغالباً ما تكون المشكلة قد تمّ حلها وبالنسبة لهذه الفكرة التي طرحها المؤلف البولندي « نستانسوليم » فإننا لا نجد الشرطين السابقين ينطبقان عليهما . ولذلك فلا يُمكن وصفها بالحلم التكنولوجي .

كذلك لا نجد المتاح من العلم يُحقّق لنا فكرة الجري بسرعة الضوء حيث أن أحدث ما وصل إلينا من العلم الآن هو ما وصلت إليه نسبة أينشتاين وهي تبحث فيما دون سرعة الضوء وعلى ذلك فلا يمكن اعتبار تلك الفكرة حلماً تكنولوجياً هي الأخرى .

ولسوف نعرض في هذا الفصل لنوعين من الأحلام التكنولوجية الأولى منها قد تتحقّق فعلاً أما الثاني فلم يتحقّق حتى الآن وإن كان هناك احتمال لتحقيقه . ولا يعني ذلك أن هذه فقط هي أحلام المهندسين في الفترة الماضية بل أن أغلب الإنجازات الهندسية على طول الزمن كانت أحلاماً في وقت من الأوقات كما أن هناك آلافاً أخرى من الأحلام تنتظر التحقيق بالجدّ والكثّة والمثابرة العلمية .

## ب - لماذا لا تتحقق بعض الأحلام التكنولوجية ؟

والآن . . قد يتساءل البعض عن الأسباب التي حالت دون تحقيق عدد من الأحلام التكنولوجية على الرغم من اكتمال جانب الدراسة الهندسية لها في الوقت الذي تخطو فيه أحلام أخرى بطريقة ثابتة نحو التحقيق والانتشار .

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

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

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

#### ١ - الناحية السياسية .

٢ - الناحية الاقتصادية وهى الأهم حيث نشعر بحوية دعم الدول الفنية الآن للدول النامية فى رفع مستوى العمل الهندسى بها . وفى الدعم السياسى والاقتصادى للأحلام التكنولوجية دعم للهندسة قبل أى شئ ، ويكفى ان القاعدة الهندسية سوف تتسع وبالتالي يتسع لها مجال التنفيذ .

ولا يجب ان يأخذنا الانزعاج أو التهيب أراء غزارة الأحلام التكنولوجية التى يتدفق بها خيال المهندسين فى عالمنا المعاصر ، فمعظم الانجازات التى تحققت بالفعل - كما أوضحنا من قبل - كانت أحلاماً ، ومعظم الأحلام كانت بادية ذى بدء أمراً بعيد المنال والتحقيق .. بل لا تكون قد ابتعدنا عن العملية إذا أكدنا أن الثورتين الصناعيتين اللتين حققنا تسخير الطاقة لخدمة جهد الانسان وفكره كانتا خلال انفجارهما ونموهما عبارة عن انجاز لعدد من الأحلام .. وانشطار الذرة نفسه .. والفكر السيبرنتيقى - الذى اتهم العلماء بسببه بالكفر والجنون فتأخر نموه قليلاً - كان فروضاً اقتربت بالتدرج من التنفيذ ثم خرجت إلى النور هائلة ضخمة عملاقة .

وهناك أحلام تكنولوجية تنتظر من المهندسين مهمة تطويرها لتصبح أكثر واقعية من الناحية الهندسية ، وذلك يقتضى ما اصططحنا على تسميته بالحاسة الهندسية التى تدرك كيفية وصول العلم إلى المستهلك عن طريق التكنولوجيا والهندسة .. وهذه الحاسة يتعلمها المهندس من بداية حياته الهندسية بالممارسة . وعن طريق المهندسين الكبار .. وتصبح بعد تعوده عليها أمراً عادياً حيث ترسب كمية من المعلومات الخاصة بالهندسة لتصبح فى عقل المهندس الداخلى تابعة لنظام التنفيذ المرتدة وتأتى لرد الفعل المباشر دون حاجة منه إلى تفكير طويل أو اللجوء لحل مسائل رياضية معقدة .

## ثانياً . أمثلة لأعلام تكنولوجياية تحففت :

نعرض هنا لمثالين من الاحلام التكنولوجية التي تحففت فعلاً وبدا جنى ثمارها كبيراً رائعاً - وقد قصرنا حديثنا عليهما كنموذجين تتضح فيهما العناصر التي ذكرناها قبلاً - وهما السد العالي ، واستغلال الطاقة الشمسية .

اما السد العالي فلأنه حلم عشناه طويلاً في وجداننا الوطني وعاصرنا مراحله خطوة خطوة ودقيقة بدقيقة بل منا من شاهد الانجاز الجبار على الطبيعة وعينه عن قرب وهو بعد احجار وكراكات وخرسانة ومواد بناء .

واكثر من ذلك اننا عشنا معاركه السياسية والاقتصادية ، وعرفنا عن كسب كيف للسياسة ان تتحكم في اقدار التكنولوجيا 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 تكنولوجياى

وهو حلم وطنى كبير

وهو اختبار للصلاية والصمود

تحقق رائعاً متخطياً ببراعة برنامجه الزمنى ومؤكداً معان تجسدها بساطة هذا القول وقوته ايضاً ..

« شعب اعطى للدينا وللحياة .. وشعب سيعطى للدينا وللحياة شعب يبنى كل يوم .. وشعب يقاتل فى اى يوم .. يعرف قيمة البناء .. ولكنه يدرك بعمق واصالة فى نفس الوقت اهمية حمل السلاح دفاعاً عن الامل فى البناء .. ودفاعاً عن تحقيق البناء » .

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

### ١ - السد العالي :

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 في مصر في أوائل القرن التاسع عشر بدأت سلسلة مشروعات لتخزين المياه بإنشاء القناطر . ففي عام ١٨٧٣ بُنيت قناطر ديروط ، وفي مطلع القرن العشرين أُقيمت مجموعة قناطر إسنا ونجع حمادى وأسيوط وزفتى وقناطر الدلتا وإدينا وفارسكور ، ثم كان بناء سد أسوان عام ١٩٠٢ فكان أعظم هذه الأعمال .

وبعد ذلك برزت فكرة بناء السد العالى لتداعب خيال بعض المهندسين المصريين زمناً إلى أن خرجت من نطاق الحلم التكنولوجى إلى الواقع الهندسى بالغة نفقات تنفيذها ما يقرب من ١٢٠٠ مليون دولار ، وكما ذكرنا فالسد العالى صورة كاملة للثورة المتعددة الجوانب في نضال الشعب المصرى السياسى والاجتماعى والتكنولوجى والهندسى والاقتصادى والعسكرى والمعنوى أيضاً .. ويُعدّ نموذجاً للحلم التكنولوجى الذى تتداخل العوامل السياسية في إعاقته أو إنجازه .

## ١ - الوصف العام للسد العالى :

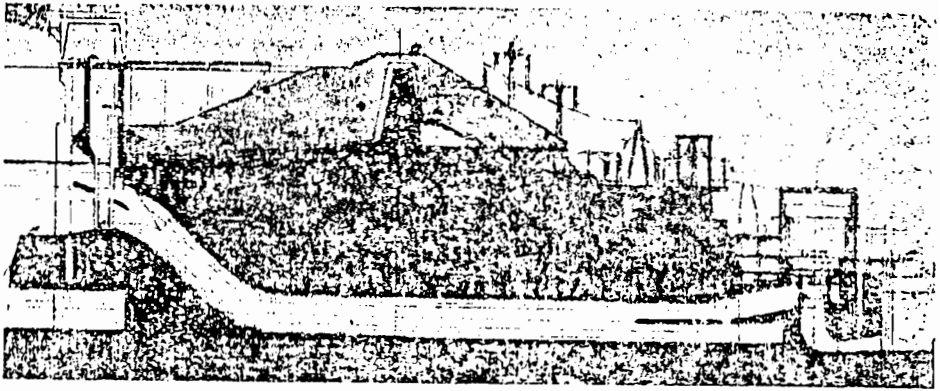
ويُعتبر السد العالى أكبر سدّ ركامى فى العالم وهو يقفل مجرى النيل على بعد ٧ كيلو مترات جنوبى أسوان بينما يتابع النيل جريانه عن طريق قناة مكشوفة تُسمى « قناة التحويل » على الضفة الشرقية من النيل تتوسطها أنفاق ستة ، على مداخلها بوابات للتحكم في كميات المياه المارة منها ، ثم تصب المياه بعد ذلك في محطات القوى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

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 أفضل مواد التنفيذ والبناء على أسس سليمة ، كذلك أُجريت تجارب عديدة لتخدم نتائجها ما يتعلق بهيدروليكية الأنفاق وأجزاء السد المختلفة وعلى الأخصّ الجزء الامامى منه . وتُعتبر الاحتياطات والضمانات التى اتخذت عند تصميم السد العالى مثلاً فريداً في ضمانات واحتياطات السدود .

ويبلغ طول السد ٣٦٠٠ متر منها ٥٢٠ مترًا بين ضفتى النيل ويمتد الباقي على هيئة جناحين على جانبى الموقع ويبلغ طول الجناح الأيمن ٢٣٢٥ مترًا 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 الامام بستارة أفقية مانعة للماء . والتفاصيل الدقيقة لجسم السد تتضح من القطاع العرضى لجسم السد ( شكل رقم ٣ - ١٠ ) .





( شكل رقم ٣ - ١١ ) الأنفاق ومداخلها ومحطة القوى الكهربائية

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

ويوجد أعلى محطة الكهرباء عند منسوب ( ١٤٢٠٠ ) محطة محولات  
لرفع ضغط التيار الناتج من ١٥٧٥ إلى ٥٠٠٠ كيلو فولت لنقله للقاهرة  
وقد أنشئت شبكة من خطوط القوى الكهربائية لنقل الطاقة الكهربائية من  
اسوان إلى القاهرة والمراكز الصناعية الكبرى وربطها بالشبكة الكهربائية  
العامة في مصر ، ويوضح شكل رقم ( ٣ - ١١ ) قطاعاً رأسياً بوضع  
الأنفاق ومداخلها ومحطة القوى الكهربائية .

وبمقارنة سعة خزان السد العالى ( بحيرة ناصر ) بسعة خزانات  
السدود العالمية مثل سد هيوور باليابان وسيربونسون بفرنسا ودافيز  
على نهر كلورادو بأمريكا نجد أن سعتها مجتمعة لا تتجاوز ٣ ٪ من سعة  
خزان السد العالى [ وتخزن البحيرة ١٣٠ ملياراً من الأمتار المكعبة حيث  
تبلغ مساحتها ٥٠٠ كم<sup>٢</sup> ] . كما أن قوتها الكهربائية تبلغ ٣٠ ٪ فقط من  
قوة محطة السد العالى .

## ٢ - أهم المزايا الاقتصادية للسد العالى :

- التوسع الزراعى فيما يقرب من مليون فدان بالإضافة إلى تحويل  
مساحة قدرها ٧٠٠٠٠ فدان تُزرع برى الحياض فى الوجه القبلى  
إلى رى دائم مما يزيد المساحة المزروعة بحوالى ٣٠ ٪ .
- ضمان سد احتياجات الرى لجميع الأراضى المزروعة حالياً .
- تحسين صرف جميع الأراضى الزراعية بما يزيد غلتها ويوفر الكثير من  
العملات الصعبة .

- الوقاية الكاملة من اخطار الفيضانات .
- تحسين الملاحة النيلية مما يخفف العبء على وسائل النقل الأخرى.
- تحسين اقتصاديات كهربة خزان اسوان بما يضاعف الطاقة الكهربائية الثابتة للمحطة .
- توليد طاقة كهربية تُقدر بنحو ١٠ مليارات كيلو وات ساعة سنوياً .
- توفير حوالى ٢٠ مليون طن سنوياً من المازوت .
- تشغيل مئات الآلاف من العمال فى اصلاح الاراضى الجديدة .
- ويترتب على كل هذه المزايا الاقتصادية زيادة الدخل القومى المصرى بحوالى ٢٣٠ مليون جنيه فى السنة .

## ب - استغلال الطاقة الشمسية :

لم يكن جديداً ان يحلم المهندسون باستغلال الطاقة الشمسية فى إدارة الآلة فقد وُجد ذلك الحلم - كحلم بعيد- منقوشاً 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 مُثبتة على لوحة خشبية تجمع اشعة الشمس وتُرَكِّزها على مجموعة صناديق معدنية يمتلئ جزء منها بالماء وعندما يتمدد الهواء الموجود بالصناديق بتأثير الحرارة يضغط على الماء فيدفعه على شكل نافورة ، وعند غروب الشمس يتقلص الهواء ويعود الماء لوضعه الاول فتُصبح الآلة جاهزة للعمل مرة اخرى عند الشروق .

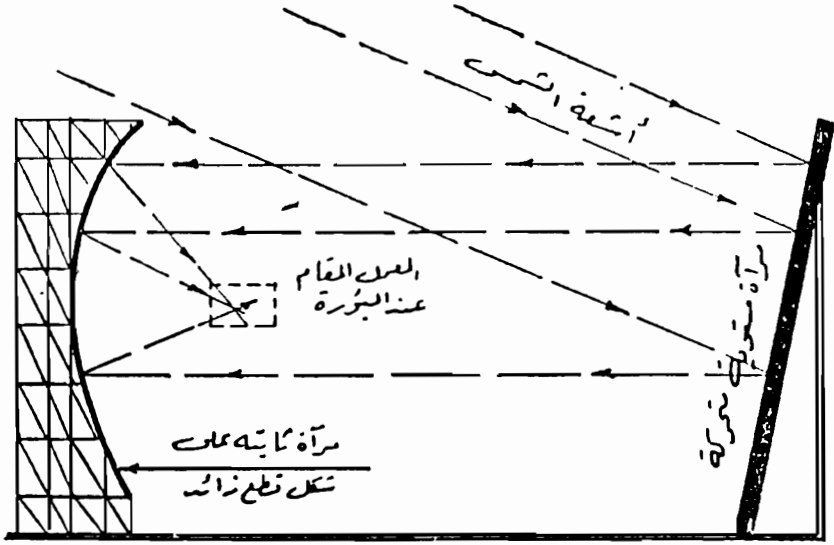
وبعد مضى قرنين من الزمان وفيما بين عامى ١٨٦٤ ، ١٨٧٢ استطاع استاذ عظيم فى الفيزيكا يدعى « اوجستين برنارد موشو » إقامة عدد من الآلات ( مراجل ) تستمد القوة المحركة من الشمس .

ولتحريك هذه الآلات كانت اشعة الشمس تُجمّع فى مرآة كبيرة على شكل مخروط ناقص يُثبت بحيث تتجه فتحتة الكبرى دائماً نحو الشمس مما يُركّز الأشعة على محور المخروط حيث وُضع رجل على شكل مواسير سرعان ما يسخن الماء الذى بداخلها ويتحول إلى بخار .

وقد اتمت هذه الآلات بعض الأعمال فعلاً وامكن للآلة البخارية التى أُلحقت بالرجل ان تُدير طلمبة رى اخرجت بدورها حوالى طنين ونصف طن من الماء فى الدقيقة الواحدة ، غير ان احداً لم يحرك ساكناً لشراء إحدى هذه الآلات نظراً لان الرجل البخارى العادى أرخص بكثير من هذه الآلة .

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

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



( شكل رقم ٣ - ١٢ ) رسم تخطيطي يوضح فكرة جهاز لاستغلال الطاقة الشمسية

لم تضع هباءً ، إذ حصل « ا . ج . اينياس » عام ١٩٠١ على تسجيل لولد شمسي يُشبه كثيراً في مظهره العام ما صنعه « موشو » إلا انه يمتاز عنه بمرآته التي صُمِّمت بحيث تدور من تلقاء ذاتها لتكون دائماً مواجهة لأشعة الشمس طوال النهار .

اما الإسم التالي في قائمة مخترعي الآلات الشمسية فهو « فرانك شومان » من مدينة فيلادلفيا ، وقد بدأ العمل في عام ١٩٠٧ مُؤمناً بأن ما حال دون رواج مخترعات « موشو » و « اريكسون » و « اينياس » هو ارتفاع ثمنها ، ويُعزى ارتفاع الثمن إلى كِبَر حجم المرآة . ففكر في العمل بدون مرآة ثم استعاض عن المرآة المقعرة بمرآة مستوية وهي أرخص بكثير من سابقتها ، ثم صنع أحواضاً معدنية طويلة لجمع حرارة الشمس مألها جُزئياً بالماء وغطاها بلوحين من الزجاج لمنع تسرب الحرارة خارجها ، وعلى كل من جانبي هذه الاحواض ثبَّت مرآيا مستوية مائلة قليلاً .

وقد أُقيم أول نموذج من هذا الطراز من محطات القوى في بلدة « تاكوني » بالقرب من فيلادلفيا في عام ١٩١١ مما استرعى انظار اصحاب رؤوس الاموال ، فانشأوا مؤسسة اطلقوا عليها اسم « الشركة الشرقية للقوى الشمسية » .

وقد انشأت الشركة محطة للقوى المستمدة من الشمس في ضاحية المعادي بمصر عام ١٩١٢ مُشابهة لتلك التي أُقيمت في تاكوني بعد ان ضاعفت حجمها وادخلت عليها بعض التحسينات ، وكان هدف الشركة

من إقامة الآلة هو رى الاراضى الزراعية فالمعادى تمتاز بأرضها الخصبة وتستطيع انتاج القطن ، إلا ان الماء ينقصها ، وقد بلغت مساحة الأرض التى زُرعت قطعاً 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 الفوائد 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 التحمس لمحطات القوى المستمدة من الشمس وأنشأ عدداً كبيراً منها دون ان يعتريه كل او ملل .

وبجانب هذا فُتِّمَتْ طُرُق أخرى ووسائل لتحويل الطاقة الشمسية إلى تيار كهربى مباشرة دون الحاجة لمرايا او مراجل ، وأفضل ما عُرف من تلك الطرق هو « المولد الحرارى - Thermo couple » و « الخلية الفوتوكهربية Photo-Electric cell » .

أما المولد الحرارى فهو عبارة عن لفة سلك تعمل بشكل خاص ويتكون كل من نصفيه من معدن مختلف فإذا ما سُخِّت 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 - جمع الطاقة الشمسية وتحويلها لقوى يمكن استغلالها .
  - ٢ - اختزان تلك الطاقة وهو امر بالغ الأهمية .
- والى وقتنا هذا لا توجد طريقة لجمع الأشعة يمكن اعتبارها ناجحة تماماً وان كان من المحتمل ادخال كثير من التحسينات على الطرق المعروفة الآن لرفع كفايتها .

### ثالثاً : أُمْنٌ لأهلام تكنولوجية لم تخف :

نعرض هنا ثلاثة أمثال لأحلام تكنولوجية ما زالت تداعب إخيال الهندسى ويلج عليه تنفيذها .

وقد وقع اختيارنا على مشروع الأتلاتروبيا الذى يعالج استغلال البحر المتوسط بكفاية عالية ومشروع بحيرة افريقيا الوسطى التى سيكون لها شأن كبير - فيما لو نُفذت - 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 أوليها لأنهما وثيقا الصلة بنا من بعيد أو قريب ، فالبحر المتوسط يمتدّ بحدود الشاطئ الشمالى لمصر أما بحيرة وسط أفريقيا فهى ترتبط بالقارة السوداء البكر - التى ننتهى إليها - والتى لم تزل حتى الآن فى حاجة لمن يكشف النقاب عن مكنوناتها لتبوح بأسرارها الكبرى ، أما اختيارنا لثالها فقد وقع انبثاقاً من امكانية تأثيره على المستوى العالمى ككل نظراً لما له من امتدادات تتصل بأبعاد شتى يرتبط بها عالمنا المعاصر .

### ٣ - الأتلاتنروبا او ( استغلال البحر المتوسط )

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

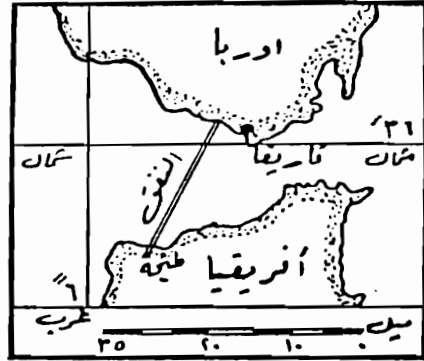
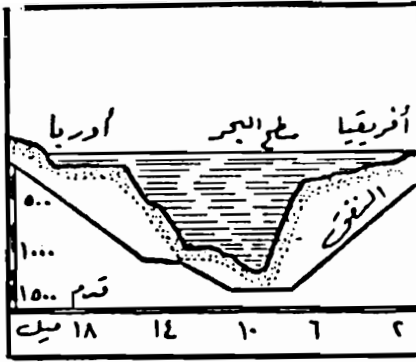
فلم يكفه ان يُقيم الكبارى ويحفر القنوات ويشقّ الاتفاق ليسخر الطبيعة كما يروف لخدمته ونفعه ، بل ذهب ببصره بعيداً يتطلع لان يمد سيطرته على البحر ويتحكم فى اقداره وجغرافيته .

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

### ١ - مشروع نفق جبل طارق :

وُضع هذا المشروع المهندس الفرنسى « برلييه » . . ولما كان المضيق شديد العمق فى اقل نقطه اتساعاً ، فقد أُختر موقع النفق المقترح ليمر بالأجزاء الأقل عمقاً حيث تبلغ المسافة الفعلية بين الشاطئين فى هذا الموقع ٣٢ كم ، إلا أن طول النفق المقترح يبلغ نحو ٤٠ كيلو متراً ويصل عمق الجزء المتوسط منه إلى ٤٥٠ متراً تحت منسوب سطح البحر ، ولذا فهو يتطلب مداخل مندرجة الإنحدار . ويوضح ( شكل رقم ٣ - ١٣ ) مسقطاً أفقيّاً وقطاعاً عرضياً لنفق برلييه المقترح .

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



( شكل رقم ٣ - ١٢ ) مضيق جبل طارق و نفق برلييه

١ - مسقط انقى      ب - قطاع مرضى

## ٢ - الأتلانتروبا :

في مارس عام ١٩٢٨ طالع العلماء والمهندسون لأول مرة ما كُتب عن الخطوط الرئيسية لمشروع لاستغلال البحر المتوسط الذي نشره « هيرمان سورجل » وأطلق عليه : « اتلانتروبا » .

وفي هذا المشروع يقترح « سورجل » إقامة سد في مضيق جبل طارق .. يبلغ طوله نحو ٢٨٥ كم على شكل حدوة حصان يتجه طرفها المفتوح نحو الشرق . وقد رُوعى في تخطيط المنحنى ان يمر فوق النقطة الضحلة من المضيق ولا تزيد اعماق نقطة فيه على ٣٠ متراً تقريباً تحت سطح البحر . اما سطحه العلوى فيعمل بعرض ٥٠ متراً في حين لا تقل قاعدته عن عشرة أمثال هذا العرض ، حتى يتيسر مقاومة ضغط المياه الناشئ من فرق التوازن الضخم الذي سيتعرض له السد .

ويتوقع ان يكون الانخفاض الحقيقى للمنسوب حوالى متر في السنة وبذلك يصبح فرق التوازن على السد في 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 متراً عن مستواه الحالى . وسوف يتبع ذلك ان تظهر على السطح اراض جديدة تُقدّر مساحتها بنحو ٢٣.٠٠٠ كيلو متر مربع ، تتناسب مع اطوال شواطئ كل من البلاد الواقعة على البحر . فإسبانيا مثلاً ستجنى أكبر مساحة من الأراضى الجديدة وايضاً فرنسا خاصة في منطقة مصب نهر الرون ، وستنمو جزيرة صقلية نمواً هائلاً وكذلك تونس حتى يكاد ان يتلامسا وستقل وتتضاءل بالإضافة إلى ذلك المسافة بين إيطاليا وصقلية كما هو مبين في شكل رقم ( ٣ - ١٤ ) .



( شكل رقم ٣ - ١٤ ) الأراضي الجديدة المكتسبة من البحر الأبيض  
في مشروع الانلانتروبيا

وقد اقترح « سورجل » في معرض مناقشته للمشروع أن يُقام سدّان  
آخران أحدهما عبّر المضيق قليل السعة والذي سيبقى بين إيطاليا  
وصقلية ، أما الثاني فيسدّ الثغرة التي ستظل بين تونس وصقلية .  
وإذا ما تمّ هذان السدان فسوف تُصبح مساحة البحر المتوسط أقل  
بنحو ٣٥٠.٠٠٠ كيلو متر مربع مما هي عليه الآن . . كما أن المياه المتوافرة  
من جرّاء ذلك ستوزّع على جميع المحيطات مما يترتب عليه أن يرتفع  
منسوب سطح البحر في كل مكان آخر في جميع أنحاء العالم بنحو متر .

وتُعَدّ الأحوال السياسية الراهنة هي المسئول الأول عن عدم وضع  
هذا المشروع موضع التنفيذ إلا أن المستقبل كفيل - مع الاقتناع بالحاجة  
إليه - بأن يتمّه ، وما من شك في أن المهندس بعد مائة سنة مثلاً سوف  
يتغلب على تلك الصعوبات وإن كان هذا يفرض عليه أن يفغل جميع  
الاعتبارات السياسية والعسكرية حتى يعطى المشروع صبغة تجارية  
بحثة .

#### ب - بحيرة أفريقيا الوسطى :

إن هذا المشروع يدعو للدهشة والاهتمام لأنه يتضمن أمراً مُثيراً  
يتلخص في خلق بحيرتين شاسعتين من المياه العذبة وسط أفريقيا . وقد  
يبدو للوهلة الأولى أن هذا المشروع عسير التنفيذ بل ومستحيل نظراً  
للاعتبارات السياسية اللهم إلا إذا توحدت القارة الأفريقية وأصبحت  
كياناً واحداً بغض النظر عن شتى الاتجاهات الفكرية والسياسية التي  
تحكمها .



( شكل رقم ٢ - ١٥ ) القارة الأفريقية كما تبدو عندما نتحقق  
مشروعات بحيرة الكونغو وبحر تساند

وأول من فكّر في هذا المشروع ورسم خطوته الأولى هو أيضاً «هرمان سورجل» .

## ١ - وصف المشروع

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

وقد اقترح « سورجل » إقامة سدّ في مجرى نهر الكونغو في مكان ملائم بمنطقة « التشينال » لإعادة ملء بحيرة حوض الكونغو تلقائياً . وبلغ اتساع النهر في بعض مناطق « التشينال » ١٥٨٤ متراً فقط وحيث تتدفق المياه بسرعة كبيرة في تلك المناطق فإن ذلك يُشكّل عقبة يمكن تفاديها بإقامة موقع السد خلف مصب نهر الكوا وامام بركة ستانلي او على الأرجح قرب بركة ستانلي . ومن الممكن نفس التلال المتاخمة



للمجبرى أمام موقع السد لوقف تدفق مياه النهر بعض الوقت ريثما يتم إقامة سد مؤقت لوقاية مباني السد الرئيسى اثناء بنائها . وسيترتب على ذلك أن تتجمع المياه المتدفقة من نهر الكونغو والكوا وبوبانجى لتملأ هذه البحيرة الجديدة ، وعندما تبلغ اقصى مداها فإن مساحتها ستُغطى ما يقرب من تسعين مليون كيلو متر مربع ، وبذلك تتكون بحيرة عظيمة .

## ٢ - مشاريع مُكَمَّلة للبحيرة :

وسوف يُمكن التكوين الجديد للبحيرة من القيام ببعض المشروعات المترتبة عليها لاستغلال الامكانيات التى اكتسبها والإفادة منها بأقصى ما يمكن ، ويُعدّ اختيار بعض المواقع الاستراتيجية الجيدة حول البحيرة الجديدة - لإنشاء مجموعة من فتحات الصرف على رأس هذه المشروعات وهو يتضمّن أن يشتمل كل موقع منها على عدد من الانفاق المتقنة الصنع من الخرسانة الجيدة التسليح تنتهى بمجموعات من المولدات التوربينية . وقد اقترح « سورجل » أن يختار للإنفاق مكاناً يقع شمال النقطة التى ينحنى عندها نهر البوبانجى لإنحناءته الحادة .

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

وإذا تحقّق هذا الحلم فسوف يتواجد « بحر الصحراء » ويكون فى مقدورنا أن تقطع الرحلة من البحر المتوسط إلى هضبة ( احجار ) على متن إحدى السفن التى تسير فى النهر الجديد حتى نهر بوبانجى . وبالرغم من أن المشروع لم يتبلور فى صورته النهائية إلا أن سؤالاً مُلحاً يبرز لنا ليطالب أن نجيب بالصدق : هل يستحق المشروع هذا العناء من أجله ؟ .. والجواب بالإيجاب .. لأن غابات القارة الافريقية لم تُفهر بعد وكل ما استطاعه الإنسان حيالها أن يطير فوقها فقط ، وما من شك فى أن امتلاء حوض الكونغو بالماء سيُتيح للسفن والبواخر السفر رأساً من برازفيل إلى هضبة كاتانجا المرتفعة . وهذا أكثر وفراً من النواحي الاقتصادية ، ويُمكننا القول بأن النهر الذى سينشأ هو على قدر عظيم من الفائدة وأن المساحة التى يجب اغراقها فى منطقة تشاد يُعتبر كل ميل مربع منها تغمره المياه مكسباً عظيماً .. هذا إلى جانب أن البحيرة ستُحسّن كثيراً من مناخ المنطقة .

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

## ج - التليمكتبة « مخزن المعرفة » :

الآلة تجرّ القاطرة ..

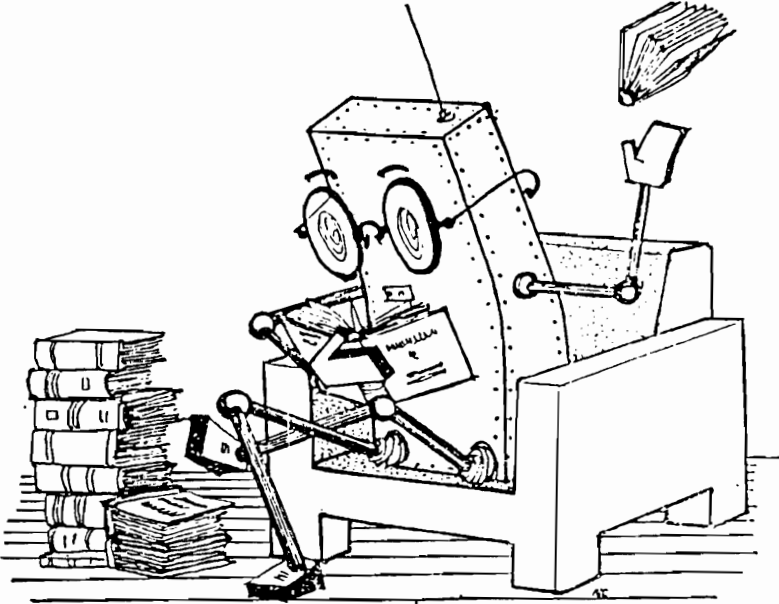
والآلة تُشدّ العربّة .. والآلة تطير ..

والآلة تبنى .. والآلة تهدم .. والآلة تُؤدّي باستمرار شتى أنواع « الشغل » وتبذل كافة صور « الطاقة » وتدخل في حياة البشر كأداة يعنى الاستغناء عنها في الوضع الراهن أن تتوقف وبصيبتها الشلل .

هكذا عرفنا الآلة .. ونعرفها .. وسنظل نعرفها .. وكلما تصوّرنا لها مجالات تتيح إمكانها أن تخدم فيها فسيبقى تصوّرنا لها أن تبذل « شغلاً » أو تُحوّل « طاقة » حتى إذا مارست عملاً ذهنيّاً فهي حينئذ الآلة الحاسبة .

أما أن تقرأ الآلة الكتب وتُقدّم ما يطلب منها من معلومات فهذا هو الجديد .. الذى خرج به إلينا العالم الألماني « جوتنماخر » ونشره في كتاب مثير بعنوان « الآلات المفكرة » وتطلع إلى تنفيذه كحلم تكنولوجيا كبير تمتد آثاره إلى آفاق بعيدة ويُغيّر كثيراً من الأبعاد التي يرتبط بها عالمنا المعاصر .

والآلة الجديدة جهاز مثير يقرأ الكتب ومختلف المطبوعات تماماً كما يفعل الإنسان ويستطيع في لحظات أن يُقدّم جميع ما يُطلب منه من معلومات ابتداءً من قوانين نيوتن حتى ميكانيكا الكمّ وقوانين النسبية وتشخيص الأمراض وعلاجها ومعرفة الطقس خلال الأيام القادمة .



والحلم الذى يتطلع إليه « جوتنماخر » هو ميكنة العمل الذهنى . .  
بمعنى ان 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 أى موضوع يريد معرفته .

ويمكننا أن نلمح - ولو من بعيد - مدى فعالية تحقيق هذا الحلم . .  
وأهمية هذه العقول الإلكترونية فى تخزين وتقديم المعلومات اذا أمعنا النظر  
فى تأمل الحقائق التالية :

يبلغ العدد الإجمالى للمواد المطبوعة - فى الكتب والمجلدات والنشرات  
الخ - 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 سنوياً ١٠٠ ألف مجلد  
يحتوى كل منها ٦٠٠ صفحة فى مجال العلوم والتكنولوجيا فضلاً عن  
ظهور أكثر من ٨٠ ألف نشرة دورية .

إذا عرفنا هذه الحقائق نتضح 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 أنه من الممكن لعبة واحدة من الأفلام  
أن تحتوى على حوالى ٦٠٠ مجلد كبير ، إلا أن تخزين هذه الثروة من  
المعلومات فوق الأفلام لم يحل المشكلة لأن المحافظة عليها تحتاج لأجهزة  
تكيف 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 المفكرة » : « قبل أن نتطرق إلى الحديث عن امكانية  
ترجمة هذا الحلم التكنولوجى إلى واقع هندسى ، يجب علينا أن  
نحلل عمليات آلات الاعلام المنطقية ( موضع الحلم ) مع ما يقابلها من  
عمليات النشاط الذهنى للكائن البشرى » .

فكيف يعمل المخ البشرى إذن ؟

فى القرن الخامس قبل الميلاد بدأ الفيزيقي الأغرقي « هوقراطس »  
دراسة المخ البشرى بطريقة علمية . وذهب الى أن المخ بمفرده هو الذى

يُحَرِّك مشاعرنا الآن نر او نحزن كما ان الفضل - كل الفضل - لهذا المخ الذى يكسبنا القدرة على السمع والبصر ويمنحنا امكانية التمييز بين الجميل والقبيح .

والحقيقة ان الدراسة الفسيولوجية للمخ امكنها ان تصل إلى ابعاد من ذلك ، فالمخ البشرى هو مركز النشاط العصبى فى الإنسان . . كما انه عبارة عن تجميع دقيق لعدد هائل من الخلايا الميكروسكوبية التى يُطلق على كل منها « عصبونة » ( وهى مادة رمادية ) ويتراوح عددها ما بين ١٠ ، ١٥ الف مليون خلية . و « العصبونة » خلية دقيقة الحجم يبلغ طولها واحد مليمتر ومساحة مقطعها ٠.١ مم<sup>٢</sup> وترتبط ببعضها البعض عن طريق « خيوط » و « شجيرات » يُطلق عليها "neuritis" . ويبلغ حجم المخ ١٥ ديسمتر مكعب بينما يصل وزنه إلى حوالى ١٢٠٠ جم ، كما ان له قدرة (Power) تبلغ حوالى ٢٥ وات .

وقد اثبتت البحوث التى أُجريت على المخ بواسطة "electroence phalograms" ان العصبونة تُؤدّى وظيفتها بطبيعة كهربية ، ويظهر نشاطها فى شكل كهربى مُتحدّد التغير فى الضغط ( فرق الجهد ) . كذلك يبلغ فرق الجهد الكهربى على العصبونة - مُقاساً من القشرة الخارجية - حوالى ١٠٠ فولت .

ومن المعروف حتى الآن ان هناك اقساماً مختلفة فى المخ يتميز كل منها بوظيفة مُحدّدة وهذا يعنى ان الاجزاء المختلفة منه لها وظائفها المركزة بدقة إلا ان ذلك لم يمنع وجود بعض النظريات التى تنفى التركيز والدقة .

وفى احدى 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 اكدت المريضة انها تسمع موسيقى أوركسترا لية 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 - لا يبعد أكثر من سنتيمتر عن الجزء الأول - تذكّرت كتاباً قرأته منذ سنوات ، وانتقل التيار إلى منطقة اخرى من مخ المريضة فأخذت تضحك بشدة وقالت للأطباء انها تتذكر الآن إحدى القصص المضحكة التى قرأتها 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 تماماً حتى لو أُجهدت الذاكرة .  
كذلك فهناك كثير من العمليات الذهنية التي لا يُمكنها الظهور كرد  
فعل للنبضة الكهربائية كالتفكير الابتكارى والإرادة فى فعل الشئ وطريقة  
الاختيار .

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

ولعله من المثلّى والطريف أيضاً ان نحسب حجم المعلومات المكتوبة  
التي تستطيع الذاكرة البشرية استقبالها من الخارج آخذين فى الاعتبار  
« ضيق الوعى » .

هـب ان شخصاً يقرأ من المعلومات المطبوعة ما يستطيع فهمه بسرعة  
ثلاث كلمات فى الثانية ويُمكنه ان يقرأ لمدة ١٢ ساعة يومياً وعلى مدى  
خسعين عاماً .

إن الرجل يستطيع - تحت هذه الشروط - ان يقرأ ٢٣.٠٠٠ كتاب  
قوام الواحد ٣٠٠ صفحة تشتمل كل منها على ما يقرب من ٣٥٠  
كلمة .

وفى بساطة الحساب وطرافته نجد ان :

$$٣ \text{ كلمات} \times ٣٦٠٠ \text{ ثانية} \times ١٢ \text{ ساعة} \times ٣٦٥ \text{ يوماً} \times ٥٠ \text{ سنة} \\ = ٢٤ \times ١٠ = ٢٤٠٠ \text{ مليون كلمة} .$$

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

$$٢٤ \times ١٠ \text{ كلمة} \times ٧ \text{ حروف} \times ٥ \text{ علامات} \\ = ٨٤٠٠٠ \text{ مليون علامة مزدوجة} .$$

ونلاحظ هنا ان حجم المعلومات المحسوبة قد جاوز التقدير المعقول  
بمراحل .. فالفرد لا يمكنه ان يفهم لفترة طويلة حتى النهاية ، وخلافاً  
المخ ستخضع حتماً للتعب وتثول إلى حالة من السكون .

وننتقل من حديثنا العام عن الدهن إلى المكنة البشرية .

إن المكنة المنتظرة يُمكنها ان تخدم فى أكثر من مجال بكفاءة عالية ،  
فهى قد تقرر بوظائف تناظر عمل الفنين كالصلة المباشرة بالمراجع  
واستيعاب النصائح وإعداد البحوث وهى تقوم بها بمثل سرعة ردّ الفعل  
وبمثل مستوى الدكاء 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 يتم في وقت مقارب لما يستغرقه الشخص العادي في الرد عليها .

ومعنى هذا أن يتم تنفيذ أى عمل ذهنى يُقدّم في صورة محادثة وقتية بالمعدل المناسب حيث تقرب سرعة رد فعل المكنة للأسئلة المطروحة عليها من سرعة النشاط المخى أو حتى تجاوزها .

وفي هذه الحالة ينبغي أن تُغذى المكنة بكل المعلومات التى يُمكن جمعها بواسطة الفرد كإجابة للسؤال المعطى في صورة مطبوعة أو ما يمكن أن نطلق عليه « أقصى اطلاع » .

وعلى الرغم من النجاح الملحوظ الذى حققته جهود الباحثين في دراسة النشاط الذهنى الذى يُبدية العقل البشرى إلا أن عدداً من العمليات الفسيولوجية التى تحدث في السّمك الخارجى للمخ لغاية سنتيمتر واحد والمعروفة باسم (Cortex) لم يُمكن حتى الآن ربطها بالظواهر الفسيولوجية العامة الملاحظة في جسم الإنسان .

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

كل ما يُمكننا فعله فقط هو تكوين تشابه متناظر بين الوظائف التى تتم في ذاكرة المكنة وبين ما يُلاحظ من وظائف الذاكرة البشرية .  
ولسنا في حاجة بالطبع لأن نشير إلى عدم احتياج المكنة للعمليات الطبيعية الحيوية وسائر العمليات الكيميائية الأخرى التى يحتاجها المخ للقيام بوظائفه المختلفة .

إلا أن المائلة المعقودة قبلاً لا يمكنها أن ترضى نمو الطالب المتزايدة والمعقدة للمكنات حتى تفى بالتزامات العمل حين تقدمه للناس في خصّصات كثيرة .

لكننا نعود لنؤكد أن المائلة الصناعية للعمليات الفيزيائية على أساس المشابهة الناتجة تفيد كثيراً في حل العديد من المشاكل العملية الهامة .  
وتُعد المائلة الكهربائية وكذلك المائلة الالكترونية Electroanalogy من الطرق العظيمة الفائدة لدراسة بعض العمليات المحدودة للنشاط الذهنى البشرى مما يفيد ولا شك في تطوير « الآلات البشرية » أو « مخازن المعرفة » كحلم ينتظر التطبيق .

والسؤال الثانى أمامنا الآن :

هل يُصبح الحلم حقيقة ؟

هل يمكن للتكنولوجيا أن تترجمه للواقع الهندسى وتصوغه في شكل آلة تدخل بيوتنا وتُعمّر مساكننا ؟

هل يمكننا ان نرى ونلمس ونتقبل خدمات الآلة المفكرة الإلكترونية؟

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

« الجهاز الجديد الذى سيحتل مكانه فى منزل الغد - إلى جانب التليفون والتلفزيون - اسمه : ( التليمكتبة ) .. فبتحريك بعض الأرقام على قرصه الساحر - ويشبه قرص التليفون - يحصل المهندس فى منزله أو 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 مُتطلبات عملهم فور رغبتهم فى الحصول عليها » .

وحيث تخصص أجزاء من الذهن بإشارات مُعيّنة فالمطلوب من الآلات المفكرة الحديثة ان تتخصص هى الأخرى 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 فُدرة الذاكرة الآلية على تخزين كميات هائلة من المعلومات يستحيل تحقيقها عن طريق الذاكرة الإنسانية . والمثير فى هذه الآلات المفكرة هو قدرتها على تحليل المطبوعات المختلفة - كُتب ومقالات - وقُدرتها على توفير قواعد تدريبية يُمكن عن طريقها ( تنشيط ) الذاكرة البشرية .

إننا لا نملك إلا ان ننتظر .. ونتطلع ان تجيب تكنولوجيا الهندسة على تساؤلاتنا وتحقق احلامنا .. وهى التى عودتنا ان تُدلل الصعب وتجعل من المستحيل امراً ممكناً ومعقولاً ..

