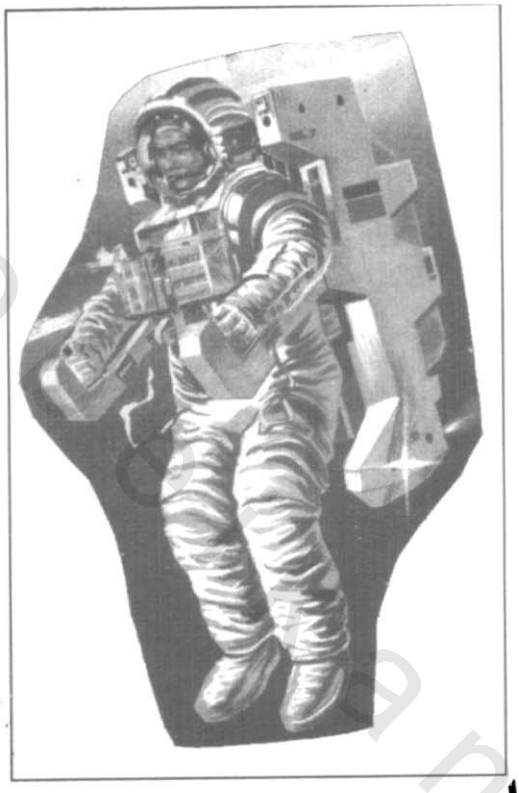


الفصل الأول

العلم

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون في استطاعتك:

- تحديد العلاقة بين العلم والمجتمع المعاصر.
- إعطاء بعض الأمثلة على دور العلم في حياتنا المعاصرة.
- التعرف على بعض العلماء وإنجازاتهم العلمية.
- تحديد أهم صفات وخصال العلماء على مر العصور.
- معرفة المقصود بالعلم ومراحل تطوره وأهدافه وخصائصه.
- تحديد معنى التنور العلمي وأهم مصادره وكيفية إثرائه .

obeikandl.com

مقدمة:

يتصف عالمنا المعاصر بالتغير السريع والتطور الهائل فى مجال العلم والتكنولوجيا، وكان للتغير السريع والأخذ بالاتجاه العلمى على نطاق واسع والتطبيق العلمى لنتائج العلوم المختلفة أثر واضح فى تزايد المعرفة بصورة كبيرة فى جميع الميادين، وأصبح العالم يمر بثورة فى المعلومات فى شتى مجالات الحياة. كما غدا العلم وتطبيقاته مقترنين بالمجتمع المعاصر، فالعلاقة بين العلم والمجتمع المعاصر علاقة وطيدة، وهذا الفصل يبدأ بتوضيح هذه العلاقة، فيتناول دور العلم فى حياتنا المعاصرة، ويعطى الأمثلة على ذلك من قطاعات الحياة المختلفة: الصناعية والاقتصادية والاجتماعية والعسكرية والتربوية. كما يستعرض هذا الفصل سير حياة بعض العلماء العرب والغرب قديمًا وحديثًا، مبينًا أهم صفاتهم وخصالهم على مر العصور، وكذلك يستعرض أهم إنجازاتهم العلمية.

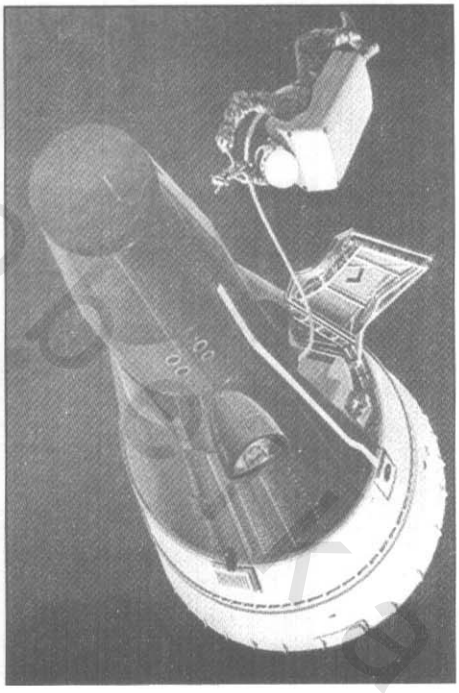
كما يتناول هذا الفصل مفهوم العلم وتطوره، وكيف أنه ليس فقط بناء من المعارف والمعلومات العلمية؛ بل إنه كذلك طرق للتفكير وعمليات العلم التى تستخدم للوصول إلى تلك المعارف والمعلومات العلمية.

واستكمالاً لذلك يتناول الفصل أهداف العلم: الوصف والتفسير والتنبؤ والتحكم، وكذلك خصائص العلم وسماته التى تميزه. وعمليات العلم وخصائصها وأنواعها.

كما يستعرض معنى التنور العلمى، وأهم مصادره، وكيفية إثرائه من قبل المناهج، وكذلك من قبل المعلم.

وينتهى الفصل بعرض لخاتمة ومجموعة من المصادر العربية والأجنبية التى تم الاستفادة منها، ويمكن للقارئ المعنى بالموضوع ويود الاستزادة منه أن يرجع إليها.

١ ـ العلم والمجتمع المعاصر:



نحن نعيش اليوم فى عالم سريع التغير لأننا نعيش عصر العلم.. عصر الآلات الحاسبة الإلكترونية، وأجهزة تسجيل الصوت المجسم، والتليفزيون الملون الذى يعرض صوراً من كافة أنحاء الأرض، عصر الطائرات العملاقة والصواريخ والمركبات الفضائية والوصول إلى القمر والكواكب، عصر أشعة الليزر ومجالات استخدامها المتنوعة، عصر الطاقة النووية والطاقة الهيدروجينية وعصر الهندسة الوراثية والاستنساخ. إن التغيرات الناشئة من التقدم العلمى والتكنولوجى هائلة كماً وكيفاً، وتؤثر على الأفراد والمجتمعات والأمم. وليست كل التغيرات الحادثة فى عالم اليوم تعتبر سبب سعادتنا وهناء حياتنا؛ فكثير منها لها أضرار بالغة على صحتنا وحياتنا، فتلوث البيئة أصبح ظاهرة نشعر بها جميعاً، فلم تعد البيئة قادرة على توازن عناصرها، فأصبح جو المدن ملوثًا بالغازات المتصاعدة من عادم السيارات ومداخن المصانع وزادت نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو مما أثر فى ارتفاع درجة حرارة الجو، وأثرت بعض المركبات الكيميائية فى طبقة الأوزون التى توجد بالغلاف الجوى مما زاد تعرض الإنسان للأمراض الخطيرة. وكذلك التلوث البيئى بمخلفات البترول والمبيدات والمخصبات والنفايات النووية مما سبب خطورة على حياة الإنسان والحيوان والنبات. هذا بخلاف الآثار الضارة للضوضاء على سكان المدن، والحوادث اليومية التى يروح العديد من البشر ضحايا لها سواء ضحايا سيارات أم قطارات أم طائرات أم سفن. وغير ذلك من الأضرار الناتجة عن التقدم العلمى والتكنولوجى للإنسان على وجه الأرض.

ومع هذه الأضرار فإننا لا نستطيع العودة إلى حياة الأجداد؛ لأننا ننعم ـ رغم الأضرار سالفة الذكر ـ بالعلم وكل تطبيقاته فى حياتنا المعاصرة، فلقد صار العلم قوة عملاقة تقوم بدور هائل فى عالمنا المعاصر، فهو يسهم بلا جدال فى تنمية كل جانب من جوانب الحياة، فالمجتمع العالمى المعاصر يعيش ثورة علمية وتكنولوجية ضخمة حيث شهدت السنوات القليلة الماضية تحولات علمية وتكنولوجية كبيرة فى جميع مناحى الحياة. ولعل التدفق الهائل فى المعلومات العلمية وتطبيقاتها لخير دليل على ذلك، حيث

انتشرت وسائل الاتصال وأصبح الحصول على المعلومات فى جميع المجالات تتم من خلال الشبكات مثل شبكة الإنترنت Internet وشبكة الاجتماع بالفيديو عن بعد Vid-eo Confernece ووصلات الأقمار الصناعية، وغيرها من التكنولوجيات الحديثة. كل ذلك أدى إلى أن يكون المجتمع العالمى أشبه بقرية صغيرة، وأصبح أى مجتمع لا يساير أو يواكب باقى المجتمعات الأخرى منعزلاً عنها ومحكوما عليه بالتخلف عن التقدم العلمى، ويوضح مارتين Martin أن هناك خمسة معايير تقاس على أساسها المجتمعات الحديثة المتقدمة تتعلق بالجوانب التكنولوجية والاجتماعية والاقتصادية والسياسية والثقافية كما يلى:

أ ـ المعيار التكنولوجى:

تصبح تكنولوجيا المعلومات مصدر القوة الأساسية ويحدث انتشار واسع لتطبيقات المعلومات والمكاتب والمصانع والمؤسسات التعليمية والمنازل.

ب ـ المعيار الاجتماعى:

يتأكد دور المعلومات والتكنولوجيا كوسيلة للارتقاء بمستوى المعيشة من حيث: السكن والتغذية والصحة والاتصالات والتعليم والترويح، وينتشر وعى الكمبيوتر والمعلومات، ويتاح للعامة والخاصة معلومات على مستوى عال من الجودة.

جـ ـ المعيار الاقتصادى:

تبرز المعلومات والتكنولوجيا كعامل اقتصادى أساسى، سواء كمورد اقتصادى أو كخدمة أو سلعة أو كمصدر لتوفير فرص جديدة للعمالة.

د ـ المعيار السياسى:

تؤدى حرية المعلومات إلى تطوير وبلورة العملية السياسية وذلك من خلال مشاركة أكبر من قبل الجماهير وزيادة معدل إجماع الرأى.

هـ ـ المعيار الثقافى:

تنوع فى كافة المجالات الثقافية وتطورها، والاعتراف بالقيم الثقافية للمعلومات (مثل: احترام الملكية العقلية والحرص على حرمة البيانات الشخصية والصدق الإعلامى

والأمانة العلمية. . . إلى غير ذلك) وذلك من خلال ترويج هذه القيم من أجل الصالح القومى وصالح الأفراد على حد سواء.

وإذا كانت هذه المعايير سالفة الذكر تبين تقدم المجتمعات لوصول كل منها إلى مجتمع المعلومات الحديث المتقدم، فإن هناك معايير أخرى وسمات للمجتمعات التى تتصف بالتخلف المعلوماتى من أهمها ما يلى:

أ ـ غياب الروح العلمية:

وينعكس هذا فى مظاهر اجتماعية عديدة، مثل انعدام الثقة فى البحث العلمى وجدوى الحلول العلمية، وعدم تقدير العلميين، وانقطاع معظم المتعلمين عن تحصيل العلم بمجرد تخرجهم من الجامعات أو حصولهم على درجاتهم العلمية، وأيضًا بدائية الحوار وعدم احترام حدود التخصص العلمى والمهنى.

ب ـ قتل الروح الابتكارية لدى النشء:

وذلك بتقييد حرية التفكير والحركة لديهم وتثبيط همم المبتكرين والمبدعين، وسيطرة متوسطى الآراء وأنصاف الموهوبين على المراكز القيادية الحساسة.

جـ ـ قصور خدمات المعلومات :

وذلك سواء قلة المتاح منها أم قلة الطلب على هذا المتاح من قبل الطلاب الباحثين أو من أصحاب المهن المختلفة. وعدم استغلال المعلومات المتوافرة فى عملية اتخاذ القرارات التى يسودها غالبًا طابع الحدس والعفوية.

د ـ تضخم البيروقراطية :

وبطء تجاوبها مع المشكلات الاجتماعية، وتقديس الإجراءات على حساب تحقيق الأهداف المنشودة.

هـ ـ الانفصام الثقافى :

وذلك بين التخصصات العلمية والفنية وتخصصات الإنسانيات مما يؤدى إلى تعذر إقامة الحوار بينها فى إطار الدراسات متعددة التخصصات.

و ـ ضعف النشر :

وخاصة النشر العلمى، وبطء حركة الترجمة وانخفاض معدلات إصدار الكتب والمجلات العلمية والمهنية.

ز ـ الاعتماد على الخبرة الأجنبية :

وعدم الثقة فى الخبرة الوطنية، وذلك سواء فى التصميم أو التطوير أو التشغيل.

ح ـ قصور فى أداء العلماء :

فتحول كثير من العلماء من صناع للعلم إلى رواة عن العلم وإنجازاته وعدم تشجيعهم للدارسين على اكتساب قدرات التفكير العلمى وعمليات العلم والاتجاهات العلمية.

مما سبق يتضح أن المجتمعات المتخلفة هى فى حقيقتها مجتمعات تربيتها متخلفة فى عصر يقوم فيه التقدم والازدهار وتقوم فيه الحضارة على العلم والتكنولوجيا، وأصبحت الشعوب والمجتمعات تتربى تربية هادفة مقصودة إذا أرادت أن تعيش عصرها وتتفوق فيه. والعيش بمقاييس العصر حياة مخططة ومصنوعة تنهض بها مفاهيم وتصورات، وقدرات وكفاءات، وقيم واتجاهات، وهذه كلها ثمرة علم وتعليم وتعلم، فهذا العصر الذى نعيشه عصر جد وعمل دائب واختراعات مذهلة.. وتطورات سريعة وطفرات مدهشة.

إننا نذكر العصور السابقة التى عاشها آباؤنا وأجدادنا عندما لم يكن لديهم أى شىء من المستحدثات العلمية والمخترعات الجديدة، فكانوا يستخدمون الفحم والخشب للتدفئة وطهو الطعام، وينتقلون على ظهور الدواب، عاشوا فى زمان لم يكن فيه كهرباء ولا قطارات ولا سيارات أو طائرات، أما نحن فقد عرفنا الإضاءة الكهربائية وتكييف الهواء والطائرات النفاثة والتى يسبق بعضها سرعة الصوت، وعرفنا أيضًا الإذاعة والتليفزيون والطاقة الذرية والطاقة الهيدروجينية وسفن الفضاء والوصول إلى القمر والكواكب الأخرى، وكذلك استخدمنا الكمبيوتر والتلكس والفاكس والإنترنت.

إن العصر الحديث يتسم بما يسمى «الثورة العلمية التقنية» وهى طابع علمى شامل لكل ما يحدث فى هذا العصر تقريبا وهى ثورة سائرة فى طريق التقدم والأمن والرخاء سيرًا حثيثًا دون ما حدود أو موانع. ويمكن القول: إن الإنسان المعاصر يكتب الآن تاريخه بمداد من العلم والإيمان وهو واقف على أبواب مستقبل يرجى أن يكونا مزدهرًا ومأمونًا. فلقد انتشرت تطبيقات تكنولوجيا المعلومات فى شتى المجالات وعلى جميع المستويات فى المصانع والحقول ومكاتب الإدارة وفصول المدارس وقاعات الجامعات،

ومن غرف العمليات إلى غرف المعيشة، ومن سفن الفضاء إلى أدوات المطبخ، وعلى ما يبدو فلا حدود لتطبيقات هذه التكنولوجيا، فلو تحدثنا عن بعض الأمثلة من تطبيقات تكنولوجيا المعلومات فى المجالات المختلفة للإنتاج والخدمات والبحوث والتطوير فى قطاعات: المال والاقتصاد ـ التصنيع ـ الغذاء والتغذية ـ الطب والدواء ـ النقل والمواصلات ـ التعدين والثروة المعدنية ـ العسكرى ـ الإعلان ـ شئون البيئة نجد ما يلى:

أمثلة لبعض تطبيقات تكنولوجيا المعلومات فى المجالات المختلفة:

أولا: قطاع المال والاقتصاد:

* **آلية أعمال البنوك** «صخفظ شومتخخصضتف» التى تستهدف:
- تحسين الخدمة.
- سرعة ضبط الحسابات.
- مساندة الرقابة المالية على البنوك.

* **تحويل الأموال إلكترونيا** : Electronic fund Transfer التى تستهدف:
- سرعة الخدمة.
- تقليل العمل الورقى للعمليات بين البنوك.

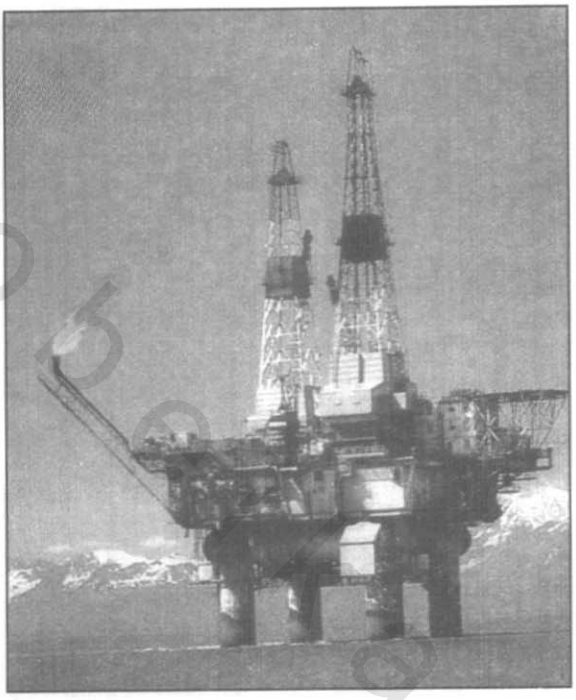
* **إقامة النماذج الاقتصادية** : Economitric Modelling التى تستهدف:
- تحليل أداء النظم الاقتصادية وتقييم الإستراتيجيات.

* **إدارة الاستثمارات**: Investment Management التى تستهدف:
- تعظيم عائد الاستثمارات.
- تحليل المخاطر.

* **نظم معلومات أسواق الأوراق المالية**: Stock Exchange Information Systems التى تستهدف:
- فورية بث المعلومات للمتعاملين.
- سهولة استخراج إحصائيات تغير أسعار الأسهم والسندات.

ثانيا: قطاع التصنيع:

* **آلية المصانع**: Factory Automation التى تستهدف:
- تقليل كلفة الإنتاج (العمالة ـ المواد الخام ـ الطاقة).
- تحقيق دقة ومرونة أعلى.



* التصميم بمساندة الكمبيوتر: Computer Assissted Design التى تستهدف:

- سرعة التعديل وتعدد تجارب التصميم.

- توفير جهد ما بعد التصميم من خلال قيام النظام الآلى بتحديد قائمة المكونات والمواد الداخلة فيه.

ثالثا: قطاع الغذاء والتغذية:

* **إدارة المزارع والصوبات**: Farms and reen house Management التى تستهدف:

- زيادة إنتاجية الأرض.
- تحديد أنسب الطرق لاستغلال المخصبات الزراعية.
- تقليل فاقد الإنتاج.
- تحديد أنسب الطرق لمقاومة الآفات.

* **إدارة موارد الرى**: Irriga- tion Control Manafement التى تستهدف:

- تقليل الفاقد من المياه.

* **تطبيقات الهندسة الوراثية فى تنمية الثروة الحيوانية**: التى تستهدف:

- تعظيم إنتاج البروتين الحيوانى واستحداث فصائل جديدة.

رابعًا : قطاع الطب والدواء :

*** النظم الخبيرة لتشخيص الأمراض** Expert Diagnostic Systems التى تستهدف :

- معاونة الطبيب البشرى على تشخيص الأمراض .
- تدريب الأطباء الجدد .
- إتاحة استثمارات طبية أفضل للمناطق النائية .

*** نظم المعلومات الدوائية :** Pharmaceutical Information Systems التى تستهدف :

- مساندة البحث العلمى فى مجال الدواء .
- إرشاد الأطباء والمرضى إلى الجديد فى مجال الدواء .

*** الرقابة على غرف العناية المركزة :**

Intensive Care Monitoring التى تستهدف :

- تقليل عنصر المخاطرة ضد الإهمال البشرى .
- دقة متابعة حالة المرضى .

خامسًا : قطاع النقل والمواصلات :

*** نظم الحجز المركزى :** Central Reservation Systems التى تستهدف :

- تحسين خدمات الحجز على الطائرات والقطارات والحافلات .
- حسن استغلال المقاعد المتاحة .

*** نماذج إدارة وتخطيط المرور :-** Traffic Management Models التى تستهدف :

- التحكم فى إشارات المرور لتقليل الاختناقات.

- الإسهام فى تخطيط المدن والميادين.

*** السنترالات والشبكات الرقمية :**

Digital Centeral Switchess & Networks التى تستهدف:

- تحسين خدمات الاتصال.

- تقليل الأعطال فى هذه الخدمات.

- زيادة سعة قنوات الاتصال.

سادساً: قطاع التعدين والثروة المعدنية :

*** تحليل المواد وتخليقها :** Material Analysis & Synthesis التى تستهدف:

- تحليل البنى الجزيئية للمواد غير المعروفة.

- التخطيط لسلسلة تفاعلات لتوليد مواد عضوية جديدة.

*** اكتشاف مواقع الثروة المعدنية:** Exploration of Geological Deposits ويستهدف:

- مسح مناطق شاسعة بالاستشعار عن بعد وتحديد احتمالات وجود المواد الطبيعية بدرجة يقين عالية.

*** ترشيد استهلاك الطاقة** :Rationalization of Energy ويستهدف:

- تقليل فاقد الطاقة واستحداث مصادر جديدة للطاقة.

سابعاً : القطاع العسكرى :

*** نظم الدفاع الجوى المتقدمة:**

Advanced Air Defence Systems وتستهدف: - سرعة التجاوب مع الصواريخ الهجومية والتصدى لعدد كبير منها فى الوقت نفسه.

obeikandl.com

* **توجيه الصواريخ والقنابل** : Rockets and Boms Guidance ويستهدف :

- زيادة دقة التصويب وفاعلية قوة النيران.

* **نظم المعلومات لمساندة التدريب والاستعداد العسكرى** :

Military Training Simulators وتستهدف :

- تدريب المقاتلين فى بيئة تحاكى ظروف المعارك وتقليل الوقت اللازم للاستعداد القتالى.

ثامنًا : قطاع التعليم والتدريب :

* **برامج الكمبيوتر المساندة للتعليم والتعلم** :

Computer Assisted Instruction and Learning وتستهدف :

- زيادة إنتاجية المعلم والطالب فى مواجهة تضخم المادة التعليمية وتعقدها.

* **التدريب من خلال المحاكاة** Simulation Based Training وتستهدف :

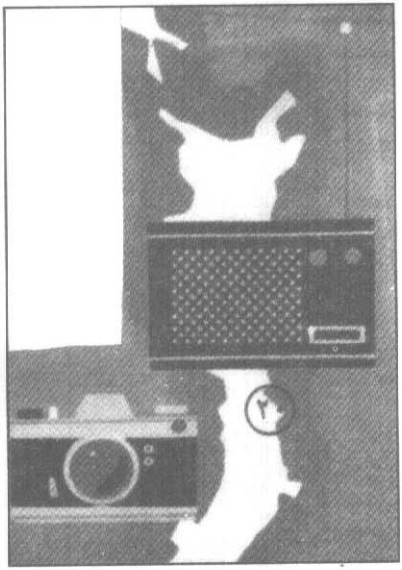
- اكتساب المهارات مع تقليل المخاطر على البشر والمعدات.

* **نظم المعلومات التربوية** : Educational Information Systems

وتستهدف : - الإفادة من جهود البحوث والتنظير فى مجال التعليم

تاسعًا : قطاع الإعلام :

* **استخدام شبكات الفيديوتكس** : Videotex Systems ويستهدف :



- تقديم خدمات معلوماتية متنوعة للمنازل والمكاتب كالتسويق وأجزاء المعاملات المصرفية من المنزل.

* **وسائل الترفيه الالكترونى** : Elec-tronic Entertainment وتستهدف :

- إتاحة عدد هائل من قنوات ومواد الإرسال.

عاشرًا : قطاع الشئون البيئية:

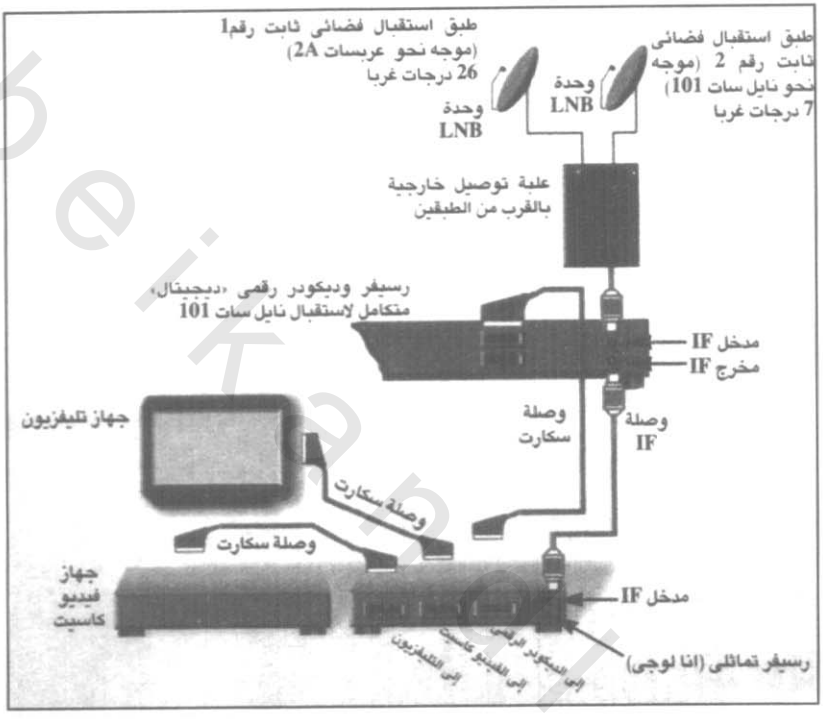
* **الإنذار المبكر للكوارث البيئية** : Flood and Earthquake Prediction ويستهدف :

- تقليل الخسائر البشرية وغير البشرية.

❊ نظم المعلومات البيئية :

Environmental Information Systems وتستهدف :

- متابعة التغيرات المناخية.
- متابعة ثقب الأوزون.



مما سبق يتضح الدور الهائل للعلم والتكنولوجيا فى حياتنا المعاصرة وحياة المجتمع المعاصر، ويتضح ذلك تمامًا من مقارنة الحياة اليومية لمجتمع حديث ومتقدم بالحياة اليومية لمجتمع بدائى متخلف.

وإذا كان العلم بتدفق معلوماته واستخدام تطبيقاته يؤثر فى كافة عناصر المجتمع، فإن المجتمع أيضًا يؤثر فى العلم ويدفع عجلة التقدم العلمى إلى الأمام، وذلك عن طريق المؤسسات التعليمية التى ينشئها ويرعاها ويتيح لها من الإمكانات المادية والبشرية ما يمكنها من أن تقوم بعملها. فالمدارس والمعاهد والكليات تهتم جميعها بالتربية العلمية Science Education لأفراد المجتمع حيث ينتشر الفهم للعلم وطرائقه بين هؤلاء الأفراد فيستطيعون متابعة الأحداث والتطورات العلمية والتكنولوجية، وعن طريق تلك التربية يمكن أن يكون أفراد المجتمع هؤلاء سندًا للعلم والعلماء يقدر جهودهم ويعمل

على تهيئة الإمكانات المناسبة لهم. وأيضًا عن طريق التربية العلمية يمكن أن تعد القاعدة العريضة التى تفتح المجال للانتقاء والاختيار وظهور الكفاءات والمواهب العلمية وبالتالى إعداد الأخصائيين والفنيين.

كما أن دور المجتمع فى مجال البحث العلمى دور هام وخطير؛ فقد أصبح الباحثون يحتاجون إلى سنوات طويلة من الإعداد والتدريب والتفرغ، وبالتالى فهم ما يحتاجون إلى العون المادى على المجتمع أن يوفره لهم. كما أن مستلزمات البحث العلمى من تجهيزات ومعدات ومطبوعات وغيرها من أدوات البحث ومتطلباته مطلوب توافرها من قبل المجتمع. لذا كان لزامًا على المجتمعات التى تهدف إلى التقدم العلمى أن تنشئ المنظمات الحكومية أو النقابية أو الأهلية الراسخة ماديا وإداريا لتتمكن من توفير هذه الضرورات العلمية للمشتغلين بالعلم وتطبيقاته.

بناء على ما سبق يمكن القول بأنه إذا كان العلم وتطبيقاته يؤثر تمامًا فى جميع جوانب حياة المجتمع المعاصر الحديث، فإن المجتمع بدوره يؤثر فى تقدم العلم وتطوره. فالعلاقة بين العلم والمجتمع علاقة تأثير وتأثر. وهذا ما أكدته جمعية معلمى العلوم الوطنية الأمريكية Teachers Association National Science حيث حددت خصائص الفرد المتعلم علميا وتكنولوجيا التى من أهمها ما يلى:

١ ـ أن يفهم كيف يؤثر المجتمع فى العلم والتكنولوجيا، وأيضًا كيف أن العلم والتكنولوجيا يؤثران فى المجتمع.

٢ ـ يفهم أن المجتمع يتحكم فى العلم والتكنولوجيا من خلال المصادر المتنوعة.

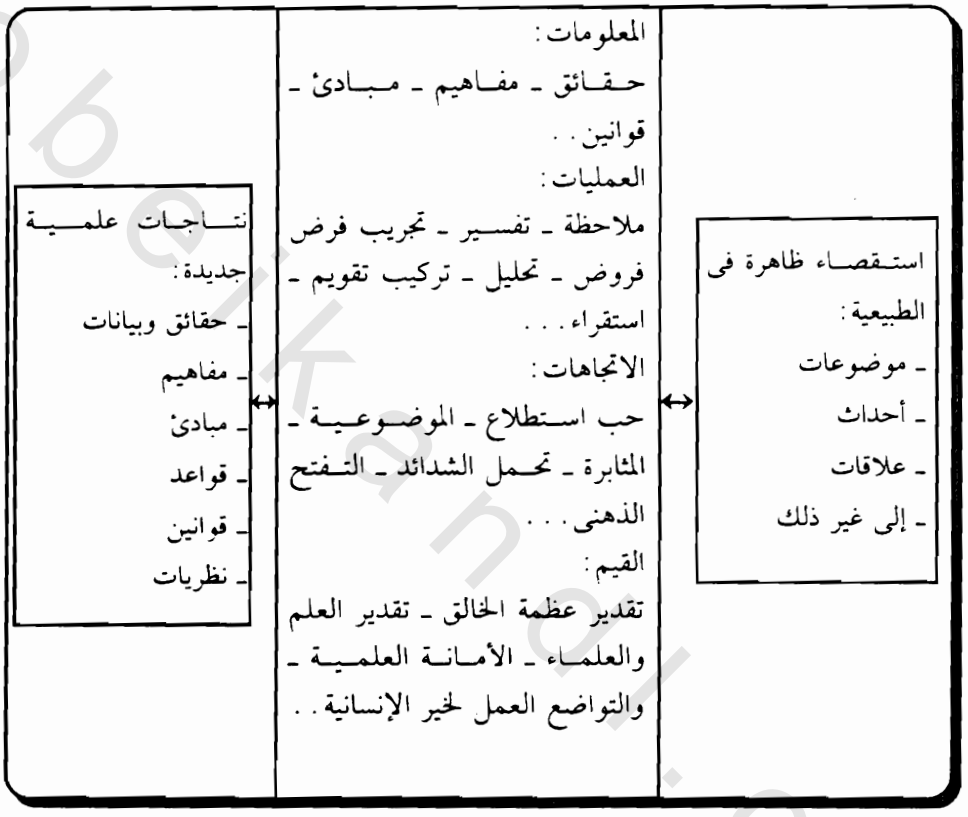
٣ ـ يتعرف على أهمية وحدود العلم والتكنولوجيا فى تقدم الأفراد والمجتمعات والأمم.

٢ - العلماء وإنجازاتهم العلمية :

العلماء هم أشخاص قد تدربوا فى ميادين العلم المتنوعة التى تهتم بدراسة الظواهر المختلفة من خلال عمليات مثل: الملاحظة، والتفسير، والتجريب، وفرض الفروض والتحليل والتركيب، والتقويم، والاستقراء، والاستنباط، والاستدلال.. إلى غير ذلك.

وهم فى ذلك يتميزون باتجاهات علمية مثل: حب الاستطلاع، والموضوعية، والمثابرة، وتحمل الشدائد، والتفتح الذهنى. كما أنهم يتميزون بالقيم العلمية مثل: تقدير عظمة الخالق، تقدير العلم والعلماء، الأمانة العلمية، التواضع، العمل لخير البشرية. وهم يكملون مجهوداتهم بالعديد من الإجراءات التجريبية والإحصائية للكشف عن الأسرار العجيبة للكون الذى نعيش فيه.

وتسمى الأنشطة التى يقوم بها العلماء بـ «عمليات العلم» Processes of Science، وتسمى ما يتوصلون إليه من اكتشافات واختراعات بـ«نتاجات العلم» Products of Science والشكل رقم (١) التالى يبين العلاقات التى تربط استقصاء ظاهرة ما بالمعلومات والعمليات والاتجاهات والقيم العلمية ونتاجاتها:



شكل رقم (١)

العلاقة بين استقصاء ظاهرة ما بالمعلومات والعمليات والاتجاهات والقيم العلمية ونتاجاتها

ويطلق على تفكير العلماء اسم التفكير العلمى Scientific Thinking الذى يستهدف دراسة الظواهر المختلفة والتنبؤ بها والحكم عليها، كما يستهدف حل المشكلات المختلفة. وهذا النوع من التفكير يتصف بخصائص معينة أهمها ما يلى:

- أنه نشاط عقلى منظم يترتب بطريقة محددة ومنظمة عن وعى ويتصف بالدقة والضبط، يقوم على الواقع والمشاهدة ويدعو الأفراد إلى استخدام حواسهم فى الوصول إلى الحقائق والمعارف المختلفة، ويعتمد فى ذلك على الملاحظة العلمية الدقيقة.

ـ ويتميز التفكير العلمى بالمرونة Flexibility فهو بعيد عن الجمود وبعيد عن التعصب، فالنتائج قابلة للمراجعة والتحقيق والتطوير.

ـ كما يتميز هذا النوع من التفكير بالموضوعية Objectivity حيث ينصرف إلى الموقف بعناصره وأبعاده وظروفه وشروطه وينأى قدر المستطاع عن كل ما يتعلق بالذات.

ـ والتفكير العلمى ذو طبيعة تفسيرية، فلا يكتفى بالربط بين البدايات والنهايات فى الأحداث، وإنما يهتم بتتبع العمليات والتغيرات التفصيلية التى تنطوى عليها الظواهر موضوع البحث ويقدم تفسيرا لهذه العمليات وتلك التغيرات.

ـ ويقوم التفكير العلمى على التحليل Analysis ما دام أنه يهدف إلى التفسير بغرض التعرف على أبسط العناصر التى تكون الظاهرة موضوع البحث. كما يقوم كذلك على التركيب Synthesis وهى صفة مكملة للتحليل؛ وذلك للتعرف على العناصر التى يمكن تركيبها لتكون الكل أو الظاهرة.

ـ والتفكير العلمى كذلك يقوم على التعميم Generalization ، بمعنى أن الأحكام أو النتائج التى ينتهى إليها ينبغى ألا تقتصر على تفسيرها لحالات جزئية، بل تنصرف إلى جميع الحالات الجزئية المماثلة.

ـ كما يتميز التفكير العلمى ـ وهو تفكير العلماء القديم منهم والحديث ـ بإمكان اختبار ومراجعة صدق نتائجه وتعميماته، بمعنى أن قضايا العلم وعباراته تقبل التحقق أو التثبت من صدقها. ويكون هذا التحقيق فى العلوم التجريبية بالرجوع إلى الواقع الخارجي، وفى العلوم المنطقية والرياضية بالكشف عما إذا كان هناك اتساق فيها أو فيما بينها.

· هذه لمحة سريعة عن التفكير العلمى وخصائصه الذى يتحلى به العلماء، ولنا عودة إلى هذا النوع من التفكير الإنسانى الصحيح بتوسع فى فصل لاحق.

صفات وخصائص وخصال العلماء على مر العصور :

عندما نستعرض أهم صفات وخصائص وخصال العلماء على مر العصور والتى تميزهم عن سائر البشر نجد أنها ما يلى :

١ ـ العمل الخالد المتفرد:

يتميز كل عالم من العلماء على مر العصور والأجيال بعمل متفرد أو إنجاز كبير يعتبر السبب الرئيسى فى شهرته وخلوده فى دنيا العلم.

فهذا ابن سينا العربى (٩٨٠ ـ ١٠٣٧م) Ibn Sina وأروع إنجازاته على الإطلاق إنجازاته الطبية وعلى رأسها مؤلفه الخالد «القانون فى الطب» الذى جاء بمثابة موسوعة طبية فى مليون كلمة يفاخر بها العرب والمسلمون، ففى هذه الموسوعة خلاصة الفكر اليونانى فى الطب، مع خبراته واجتهاداته الخاصة. ويقع المؤلف فى خمسة كتب تختص بالطب والأمراض والأدوية، وهو أول من حقن الإبر تحت الجلد، وأول من استخدم التخدير لإجراء الجراحات، وأول من درس أمراض المعدة والأمعاء دراسة متعمقة وأول من فطن إلى تأثير أحوال النفس فى الجهاز الهضمى.

وهذا إسحق نيوتن البريطانى (١٦٤٢ ـ ١٧٢٧م) Isaac Newton وكتابه الخالد «المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية» فهو بأجزائه الثلاثة يعتبر حدثًا كبيرًا وعلامة متميزة فى تاريخ العلم بل فى تاريخ البشرية قاطبة. ويتضمن الكتاب الأول قوانين الحركة، والكتاب الثانى يوضح بإسهاب هذه القوانين ويضيف أفكارًا أخرى مثل المقاومة والتفسير الرياضى لحركة الموجه. أما الكتاب الثالث فيعد نصرًا للذكاء الإنسانى فى توصل نيوتن إلى حساب كتلة كل من الأرض والشمس وأثبت رياضيًا أن الأرض منبسطة عند القطبين ومنتفخة عند خط الاستواء ووضع النظرية الرياضية للمد والجذر.

وعلى الرغم من عبقرية توماس إديسون الأمريكى (١٨٤٧ ـ ١٩٣١م) Thoms Edison وكثرة اختراعاته (أكثر من ألف اختراع) فإن اختراعًا واحدًا سوف يظل متألقًا ومنيرًا تحيط به الاختراعات الأخرى وتلتفت حوله التفاف التلاميذ بأستاذهم، ذلكم هو المصباح الكهربائى الذى أضاء للبشرية ليلهم.

وهذا ألبرت أينشتين الألمانى (١٨٧٩ ـ ١٩٥٥م) صاحب النظرية النسبية التى هى سبب مجده وخلوده. لقد قلب عالمنا بنظريته هذه الخاصة والعامة، وعدل من مسار التاريخ العلمى والتى كان من أول تطبيقاتها التفجير النووى الأول، فضلاً عن آثارها العظمى فى مجالى الحرب والسلام. وأساسها العلمى أن الطاقة الناتجة فى التفجير النووى تعادل كتلة المادة المتحولة مضروبة فى مربع سرعة الضوء.

٢ ـ البدء فى ما انتهى منه الآخرون :

كثير من النظريات والمكتشفات والمفاهيم والقوانين العلمية الكبرى لم تتم بشكل طفرى، وإنما كانت هناك دائمًا محاولات على الطريق مهدت الطريق لأصحابها فلم تبدأ من الصفر.

فهذا جون دالتون الإنجليزى (١٧٦٦ ـ ١٨٤٤م) صاحب النظرية الذرية القديمة التى تحدد فروضها أن المادة تتألف من دقائق صغيرة لا تنقسم ولا تنعدم تسمى الذرات ثم جاء جوزيف طومسون الإنجليزى (١٨٥٦ ـ ١٩٤٠م) الذى اكتشف أن الذرة تتكون من جسيمات منها السالبة (الإلكترونات) ومنها الموجبة «البروتونات» وأن الأشعة السينية وهى أشعة مهبط ما هى إلا جسيمات مكهربة.

وفى عام ١٨٧١م قام مندلييف بوضع جدوله الدورى الشهير والذى يصنف فيه العناصر والتى كان عددها آنذاك ٦٠ عنصرًا وفقًا لأوزانها الذرية؛ فجاء موزلى ليعدل فى الجدول الدورى للعناصر ويرتب العناصر لإعدادها الذرية.

وفى عام ١٨٩٨م اكتشفت مارى كورى Marie Carie وزوجها بيير كورى جسيمات ألفا وبيتا التى تنطلق على هيئة إشعاعات من اليورانيوم الخام، وفى عام ١٩٠٠م اكتشف بول فيلارد الفرنسى أشعة جاما فى العناصر النشيطة إشعاعيا.

٣ ـ الموهبة :

بدأت مواهب كثير من العلماء تتفتق منذ الصغر، ومن أمثلة هؤلاء العلماء:

- الفارابى الفارسى الأصل العربى الثقافة (٨٧٢ - ٩٥٠م) الذى كان منذ صغره مولع بقراءة كل ما تقع عليه عيناه من الكتب.

- ماكسويل الأسكتلندى (١٨٣١ - ١٨٧٩م) صاحب النظرية الكهرومغناطيسية الذى كان منذ صغره شغوفًا بالرياضيات، وقد نال وهو فى الرابعة عشرة من عمره ميدالية الأكاديمية فى الرياضيات.

- أما أصغر من بدت عليه بوادر النبوغ فهو إديسون، إذ لاح ذكاؤه وهو رضيع لم يصل بعد إلى الثانية فى وقائع كثيرة.

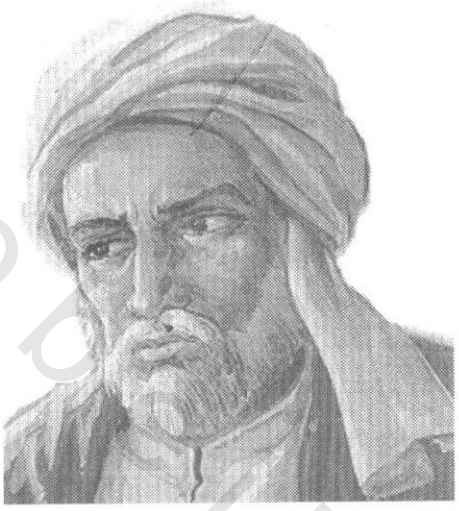
٤ - الصبر والمثابرة :

لعل من أهم ما يميز العلماء فى جملتهم تحليهم بشيمة الصبر والمثابرة، يحدوهم الأمل فى أنها ضريبة الإنجاز فى النهاية وسلمه الذى يرقى بالعلم ويسعد البشرية.

فهذا لويس باستير الفرنسى (١٨٢٢ - ١٨٩٥م) Louis Paster الذى يعتبر أعظم شخصية فى تاريخ الطب رغم أنه عالم كيميائى، فقد ساهم باجتهادات كثيرة فى العلوم الحديثة، ولكن فضله الأول يرجع إلى اكتشافه الجراثيم وعلاقتها بالمرض، وأيضًا إلى اكتشافه التطعيم الواقى، وقد أدى جلده وصبره على العمل إلى كشوف طبية عديدة رغم معاناته من بعض البشر الذين ألصقوا به وبسمعته التهم والإهانات، ورغم الكوارث التى قابلته فى حياته فقد مات له ثلاثة أولاد تباعًا. كما أصابه مرض الشلل، وكان يعمل ثمانى عشرة ساعة متواصلة يوميًا فى مناخ تخضبه الخصومة وتعتمه الوفاة، ويكدره المرض ولكنه صبر حتى ظفر.

وهذا جابر بن حيان العربى (٧٢٠ - ٨١٣م) Jabir ibn-Hayyan وضع قواعد المنهج العلمى التجريبى ووصف العمليات الكيميائية والأجهزة والتجارب وتحدث عن

تكوين المعادن والتفاعل الكيميائى والاتحاد الكيميائى، وعن الفلزات واللافلزات واكتشف مستحضرات كيميائية وضع بها أسسًا لعلوم البلمرات والصباغة والدباغة والسموم. ولقد قام بتأليف مائة واثنتى عشرة مقالة فى صنعة «الكيمياء» وسبعين أخرى أوضح فيها مذهبه فى تلك الصنعة، وأربعين فى علم الموازين وغيرها. من أين له بالصبر والمثابرة، بل من أين له الوقت والجهد؟.



وكذلك العالم الكيميائى الفرنسى أنطون لافوزييه (١٧٤٣ ـ ١٧٩٤م) Antoine Lavoiser وهو من أعظم الشخصيات التى ساعدت فى تطوير علم الكيمياء، وأصدر كتابه الشهير «مبادئ الكيمياء» عام ١٧٨٩ وفيه وضع إطارًا كاملاً لحقائق كيميائية، ومنها أن الاحتراق معناه الاتحاد الكيميائى بين الأكسجين والمادة المشتعلة، كما أن الماء ليس عنصرًا دائمًا وإنما هو مركب كيميائى بين الأكسجين والهيدروجين، وأيضًا الهواء مخلوطًا من الأكسجين والنتروجين. وكان يقضى فى معمله ساعات طوال دون غذاء كافٍ.

وهذا أبو بكر الرازى العربى (٨٦٤ ـ ٩٢٤م) Abubaker al Razi والملقب بأبو الطب العربى، كان فى الواقع موسوعة فى العلوم، بيد أنه اشتهر بصفة خاصة بالطب والكيمياء والصيدلة. فضلاً عن دوره الرائع فى كل من الفلسفة والرياضيات والفلك وعلم الأخلاق والميتافيزيقا وقواعد اللغة العربية والموسيقى فكان بذلك علامة عصره. ومن مؤلفاته فى الطب كتابه «الجامع الكبير» أو «الحاوى فى علم التداوي» وهو

يتكون من ثلاثين مجلداً تجلت فيها مقدرته الفائقة على ابتكار التشخيص والعلاج لكثير من الأمراض وله أيضًا كتاب المنصورى فى التشريح ويقع فى عشرين مجلداً، وكتاب منافع الأغذية يقع فى تسعة عشر بابًا، وغيرها.

فمن أين جاء بالصبر والمثابرة على كل هذه المؤلفات وهذه التخصصات؟

والسؤال: ما الذى يجعل العلماء يصبرون ويثابرون ويصرون ويصمدون؟

لنستمع إلى أصحاب الشأن أنفسهم

يقول أحدهم: «من ذاق متعة الابتكار مرة فلن ينساه بالمرة».

ويقول باستير: «عندما يدرك اليقين بعد طول عناء، فإننا نحظى بمتعة يعز أن تشعر النفس البشرية بمثلها».

ويقول برنار عالم البيولوچيا الشهير: «متعة الكشف من أبهج المتع التى يستطيع الإنسان أن يحسها».

وكتب چنر الإنجليزى (١٧٤٩ ـ ١٨٢٣م) Jenner قاهر الجدرى يقول: «كانت غبطتى طاغية وسرورى عظيمًا فى إزالة نكبات الجنس البشرى من مرض الجدري».

إذ إن المتعة والنشوة هما اللذان يدفعان العالم إلى الصبر والمثابرة والمحاولة تلو المحاولة.

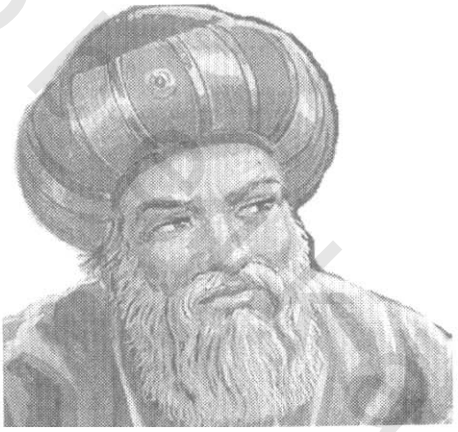
٥ ـ تحمل الشدائد :

كم قاسى العلماء من ويلات شخصية، ولكنهم كانوا دائمًا يتحلون بالقدرة على الثبات ورباطة الجأش، والاستمرار فى مواصلة مسيرتهم العلمية السامية ورسالتهم الإنسانية النبيلة.

فهذا كبلر الألمانى (١٥٧١ ـ ١٦٣٠م) مكتشف قوانين حركة الكواكب كانت حياته كلها من المهد إلى اللحد سلسلة متصلة الحلقات من الضعف الصحى والقلق المالى

والنكد العائلى. بيد أن كل هذه المتاعب لم تصرفه عن تأمله فى النظام الشمسى جعله يخرج بقوانينه الثلاثة المعروفة التى ضمنها كتابه (الفلك الجديد).

وماری كورى (١٨٦٧ ـ ١٩٣٤م) Marie Curie من بولونيا التى قاست من الجوع فى شبابها وسقطت عدة مرات مغشيا عليها بسببه وبسبب الجهد الكبير الذى تبذله وإصابتها بمرض فى الرئة اليسرى، ولقد كانت تهتم ببيتها وزوجها وأولادها وهى تدرس الدكتوراه وتعمل فى معمل رطب بارد سنوات طويلة.



٦ ـ الالتزام بالمنهج العلمى:

مما يميز العلماء قديمًا وحديثًا التزامهم بالمنهج العلمى السليم الذى يتبعونه فى تفسيرهم للظواهر وحلهم للمشكلات وتعاملهم مع الأشياء والأحداث. فهذا ابن الهيثم العربى (٩٦٥ ـ ١٠٣٨) من البصرة قد أخذ فى بحوثه بكل من الاستقراء والاستنباط، كما عنى بضرب الأمثلة، وهى العناصر الثلاثة الرئيسية التى تشكل الركائز الرئيسية فى البحث العلمى.

٧ـ التحلى بالاتجاهات العلمية:

ومن هذه الاتجاهات: التروى فى إصدار الأحكام ـ الفضول وحب الاستطلاع ـ التخيل ـ السعى والترحال طلبًا للعلم ـ سعة الأفق ـ الأمانة العلمية ـ التواضع العلمى ـ التعاون بين العلماء ـ الاستقلالية فى التفكير.

فمندليف لم يقدم جدوله الدورى ـ إلا بعد أن ظل يقرأ لعشرين سنة كل ما كتب عن العناصر المعروفة، فضلاً عن التجارب التى أجراها ليتحقق بنفسه من أمور معينة. وكان يحرص على جمع كل ما يستطيع جمعه من شواهد وأدلة قبل أن يصدر حكمًا أو يقطع رأيًا.

كما كان ـ مثل غيره من العلماء ـ حذر من التعميمات الخاطئة التى تنشأ من مجرد مشاهدات عشوائية لحالات معينة. وأيضًا كان يتريث فى قبول حقيقة ما مالم تساندها الأدلة المقنعة وتؤكدها البراهين المنطقية.

٨ ـ القدرة على التنبؤ :

من خصائص العلم القدرة على التنبؤ بأشياء جديدة فى ضوء معطيات حالية تربط بينها علاقة. وكلما كانت المعطيات ذاتها صحيحة والعلاقة بينها قائمة ووثيقة، ولم يقع خطأ فى عملية الاستدلال، كان التنبؤ صحيحًا.

فهذا ماكسويل يتنبأ بالموجات الكهرومغناطيسية وحدد خصائصها، ثم لم تكتشف إلا بعد وفاته بسنين عشر على يد العالم هرتز.

كما تنبأ مندليف بوجود بعض عناصر جديدة ستكتشف وحدث فعلا اكتشافها بعد مماته مثل عنصر الجاليوم الذى اكتشفه العالم بوردان، وعنصر الجرمانيوم الذى اكتشفه العالم فنكلر.

٩ ـ الاستبصار :

يقصد بالاستبصار : تلك الفكرة الموفقة والحاسمة التى تطرأ على الذهن فجأة. وكثيرًا ما يحدث هذا عندما يكون المرء لا يفكر فى الأمر الذى يشغله. كذلك تستعمل ألفاظ (الحدس) و(الوحى) و(الإلهام) و(الاستنارة) كبدائل قريبة لمصطلح الاستبصار. فهذا عالم الرياضيات والفيزيقا جاوس حاول حل مشكلة لسنوات دون جدوى ثم أتاه اللغز المستعصى بسرعة البرق الخاطف.

١٠ ـ القدرة على استثمار الصدف:

الصدفة جائزة لا يحصل عليها إلا من يستحقها، فالصدفة وحدها هى التى قادت مندل (١٨٢٢ ـ ١٨٨٤) إلى كشف قوانين الوراثة، كما قامت الصدفة بدور

هام مع باستير وبحوثه الخاصة بكوليـرا الدواجن، حيث أدى ذلك إلى معرفة مبدأ هام من مبادئ الوقاية وهو التطعيم بواسطة جراثيم الأمراض الموهنة.

معنى العلم :

هل تعرف ما المقصود بمفهوم العلم؟

لقد مر مفهوم العلم بسلسلة من التطورات عـبر العصور، فكلمة علم كانت تعنى فى العصور الوسطى المعارف من حقائق وقوانين ونظريات والتى تتصل بكافة فروع المعرفة التى عرفـتها البشـرية حتى ذلك الوقت، ومع بداية القـرن العشرين ازداد حجم المعـرفة العلمية والتطبيقات التكنولوجية ازدياداً كبيراً، الأمر الذى وجه الأنظار إلى دراسة الكيفية التى تم عن طريقـها حـدوث هذا الازدياد المعرفي، وجـعل المتخـصصين يتسـاءلون عن الأسلوب أو الطريقة التى مكنت من التوصل إلى هذا الكم الهائل من المعارف.

وبناء على ما سبق فـقد تعددت التعاريف للعلم وأصبـحت هذه التعاريف تعكس اختـلاف النظرة إلى طبيـعة العلم حتى بين الـعلماء أنفسـهم، فهناك من يؤكـد الجانب المعرفى وينظر إلى العلم على أنه نظام من المعـرفة العلمية المنظمـة، وهناك البعض الآخر الذى يؤكد الجـانب المنهجى وينظر إلى العلم على أنه طريقـة للتفكيـر والبحث من أجل التوصل إلى هذه المعرفة وتنميتـها، وهناك فريق ثالث لا يفصل بين هذين الجانبين وينظر إلى العلم على أنه بـناء معـرفى وطريقـة للتفـكير والبـحث فى نفس الوقت، وسـوف نستعرض فيما يلى وجهات النظر المختلفة حول طبيعة العلم.

أولا :ـ النظرة إلى العلم كبناء معرفى :

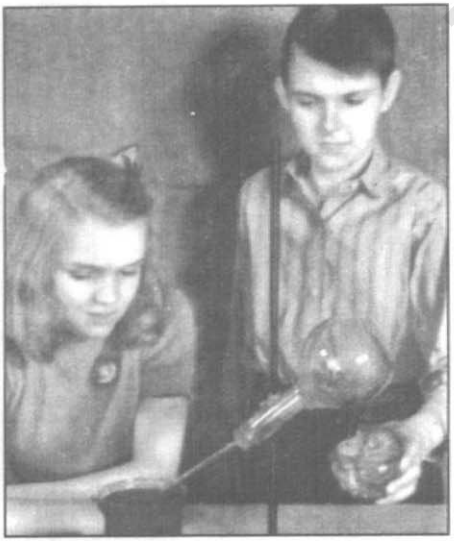
ينظر البـعض إلى الـعلم على أنه البناء المعـرفى الـذى يضم فى نظام مـعين مجـموعة المعلومات (الحـقائق ـ المفاهيم ـ القـوانين ـ النظريات ـ التعميـمات) التى استطاع العلماء التـوصل إليها واكتشـافها فى ميادين مـعينة مثل الكيميـاء والفيزياء والبيولوجى وغيرها، وإدراكنا للعلم على أنه يتكون من جانب المعلومات فقط يؤثر على تدريسنا للعلوم فيـصبح الهدف الرئيسى من تدريس العلوم هو تزويد التـلاميذ بالمعلومات المختلفـة التى يتكون منها العلم، ومثل هذه النظرة إلى العلم كمـحتوى معـرفى فقط تؤثـر فى مفهـومنا للمناهج، إذ إن المناهج وفـقا لهـذه النظرية تكون قاصرة فقط على المعلومـات العلمية التى يتعين على التلاميذ دراستـها فى الصفوف

المختلفة وتهـمل جانبا مهمًا وهو الجانـب السلوكى، ويمثل هذا الجانب فى النشاط الفكرى القائم عـلى التفكير السليم والخـيال ومهـارات واتجاهات التفـكير العلمى وحل المشكـلات، والنظرة للعلـم على أنه هيكل مـن المعلومـات تـؤثر فى طرق التـدريس التى يستـخدمـها المعلم، واعـتمـد فى التدريس على التلقين والحـفظ، وأصبح المعلم هو العنصر الإيجـابى فى العملية التعليمية بينمـا تضاءل دور التلميذ فى أثنائها.

كذلك ترتب على الآخذ بهذه النظرة للعلم أن أصبح اعـتماد المعلم والتلاميذ فى عمليتى التـعليم والتعلم منصبًا على الكتـاب المدرسى دون الاستعانة بالمصـادر المختلفة والوسائل التعليمية المتـعددة. والنظرة أيضًا للعلم على أنه هيكل من المعلومات تؤثر فى أساليب التـقويم، إذ ينظر للتقـويم فى هذ الحالة على أنه وسيلة لـمعرفة مدى تحـصيل التلاميذ من المعلومات ويقيس قدرتهم على الحفظ والتذكر فقط.

ثانيا :. النظرة للعلم كطريقة للبحث والتفكير

ينظر البعض الآخر إلى أن العلم طريقـة للبحث والتفكير استخـدمها العلماء فى الكشف عن الكثير من الحقائق والمعلومات وفى تفسير الظواهر المحيطة بنا. ويطلق على هذه الطريقـة اسم الـطريقـة العلمـيـة وهى توصف فى مـجـمـوعـة من الخطوات يمكن تلخيصها كالآتى:



- الشعور بمشكلة معينة وتحديدها.
- جمع الملاحظات والبـيانات المرتبطة بالمشكلة.
- تكوين الفروض المناسبة.
- اختيار أنسب هذ الـفروض والتحقق من صحته.
- تحليل النتائج وتفسيرها.
- الوصول إلـى نتيجـة معـينة أو حل معين للمشكلة.
- تطبيق الحل فى مواقف جديدة.

ويرتبط بكل خطوة من هذه الخطوات مجموعة من المهارات والاتجاهات العقلية لها أهميتها فى توجيه سلوك الفرد فى استخدامه للطريقة العلمية فى حل المشكلات.

والأخذ بهذه النظرة للعلم كطريقة للبحث والتفكير يتطلب الاهتمام عند تدريس العلوم بتنمية الكثير من المهارات لدى التلاميذ وإعطاء أهمية أقل للمعرفة المنظمة التى أسفر عنها العلم.

ثالثًا- النظرة إلى العلم كمادة وطريقة:

إن النظرة الحديثة للعلم تجمع بين الرأيين السابقين، فهى ترى أن العلم بناء من المعرفة العلمية المنظمة المتطورة وطريقة للبحث والتفكير نتوصل عن طريقها إلى هذه المعرفة العلمية وتطبيقاتها العملية فى حياتنا اليومية.

وهذه النظرة المزدوجة للعلم كمادة وطريقة تؤثر بلاشك على تدريس العلوم، فهى تؤثر على أهداف تدريس العلوم، حيث إن الهدف لا يكون منصبا على إكساب التلاميذ المعلومات فحسب بل تدريبهم أيضا على الطريقة العلمية فى التفكير وإكسابهم النواحى السلوكية الأخرى المصاحبة لهذه الطريقة مثل تنمية الميول والاتجاهات العلمية وزيادة التقدير للعلم ولدور العلماء فى خدمة الإنسانية، كذلك تؤثر النظرة على مجموعة الموضوعات العلمية التى يدرسها التلاميذ، فيصبح المنهج مشتملاً على جميع الخبرات التى تقدمها التربية العلمية إلى التلاميذ بهدف تنميتهم فى جوانبهم المختلفة.

كذلك تؤثر النظرة المزدوجة للعلم على طرق التدريس فأصبحت طرق التدريس تهتم بإيجابية التلميذ ونشاطه ومشاركته فى العملية التعليمية، وتهتم بتدريب التلاميذ على التعلم بأنفسهم، والتعلم عن طريق الاكتشاف، واستخدام أسلوب حل المشكلات. وانعكست هذه النظرة للعلم على أساليب التقويم، إذ يصبح التقويم أداة لمعرفة مدى ما تحقق من أهداف. ويوجه العلم لخير البشر، وهذه النقطة الأخيرة تؤكد على أن العلم يتضمن بجانب المادة والطريقة؛ قيم Ethics. وعليه يمكن اعتبار العلم: «منشط إنسانى يهدف إلى دراسة وتفسير الظواهر الطبيعية والكونية المختلفة، ومحاولة للتنبؤ بها والتوصل إلى حقائق وقوانين ونظريات يمكن أن تحكم هذه الطواهر وذلك لخير الإنسانية».

أهداف العلم: Science Aims

العلم كمنشط إنسانى عالمى له أجهزته وأدواته، يسعى لتحقيق أربعة أهداف هى (الوصف والتفسير والتنبؤ والضبط)

وفيما يلى توضيح لكل هدف من هذه الأهداف:

١ - الوصف: Description

يهدف العلم فيما يستهدفه وصف الظواهر الطبيعية والبيولوجية المختلفة معتمدا على دقة الملاحظة واستخدام الأجهزة والأدوات العلمية.

٢ ـ التفسير: Interpetation

يهدف العلم أبعد من مجرد وصف الظواهر المختلفة بل يتعداها لمحاولة معرفة أسباب هذه الظواهر؛ وذلك لأن الوصف لظاهرة معينة مهما كان دقيقًا لا يؤدى فى حد ذاته إلى فهم الظاهرة ومعرفة أسبابها.

وتحتاج عملية تفسير الظواهر إلى إدراك العلاقات بين الظواهر المراد تفسيرها وبين المتغيرات التى تلازمها أو تسبقها.

ولا يقف العلم عند مجرد تفسير ظواهر معينة محددة وإنما يهدف إلى إيجاد تعميمات تفيد فى تفسير أكبر عدد ممكن من الظواهر.

٣ ـ التنبؤ: Prediction

لا يقف العلم عند حد التوصل إلى تعميمات أو تصورات نظرية معينة لتفسير الأحداث والظواهر وإنما يهدف إلى التنبؤ بما يمكن أن يحدث إذا ما طبقنا هذه التعميمات فى مواقف جديدة، ولكى تكون التنبؤات مقبولة علميًا فإنه ينبغى التحقق من صحتها.

ولكى نوضح معنى التنبؤ نأخذ مثال ملاحظة العالم مندليف لوجود فجوات معينة فى الجدول الدورى وفى ضوء دراسته للعناصر وخواصها وعلاقتها بالترتيب الدورى فى هذا الجدول استطاع التنبؤ بوجود عنصر جديد هو عنصر الجرمانيوم وغيره من العناصر، وقد حققت الدراسات والأدلة العلمية صحة ما تنبأ به العالم مندليف.

٤ ـ الضبط والتحكم: Control

يهدف العلم إلى جانب التفسير والتنبؤ إلى الضبط أو التحكم فى الظروف والعوامل الأساسية التى تسبب حدثًا ما لكى تمنع حدوثه أو تجعله يحدث على صورة معينة.

ويرتبط هذا الهدف بالأهداف السابقة للعلم، فضبط ظاهرة معينة يتوقف على

مدى صحة تفسيرها ومعرفة الأسباب الحقيقية المسببة لها وفى الوقت نفسه تزداد قدرتنا على ضبط الظاهرة والتحكم فيها كلما زادت قدرتنا على التنبؤ بها.

والضبط كهدف رئيسى للعلم يزيد من قدرة الإنسان على التحكم فى بيئته؛ فمثلا عن طريق إقامة السدود على الأنهار استطاع الإنسان أن يتحكم فى أخطار الفيضانات العالية وقلة كميات المياه فى السنوات التى تقل فيها الأمطار، كما يشير البعض إلى أن الضبط صفة من صفات التكنولوجيا وتجدر الإشارة إلى أن التكنولوجيا تتناول تنفيذ النظريات والقوانين العلمية.

ومما تجدر الإشارة إليه أن الأهداف الثلاثة للعلم وهى: الوصف والتفسير والتنبؤ تسمى بـ «العلم البحت»، بينما يسمى الهدف الرابع: «الضبط والتحكم» بـ «العلم التطبيقى».

الخصائص العامة للعلم:

هناك عدة خصائص للعلم تميزه عن غيره من مجالات المعرفة الأخرى، وفيما يلى عرض لأهم هذه الخصائص:

١ - الحقائق والأحداث العلمية قابلة للتعديل أو التغيير:

الحقيقة العلمية هى نتاج علمى مجزأ لا يتضمن التعميم، وتنتج الحقيقة العلمية من الملاحظة المباشرة أو غير المباشرة أو التجريب العلمى، وهذه الحقائق صادرة عن الإنسان وترتبط بزمان معين وظروف معينة. ولذلك فهى ليست بالأشياء المقدسة أو المعصومة من الخطأ، وإنما هى صحيحة فى حدود ما يتوفر لها من البراهين التى تدعمها وتثبت صحتها وقت اكتشافها وفى حدود الظروف والوسائل والإمكانيات المتوفرة وقتئذ، وبالتالى فهى عرضة للتعديل والتغيير وفقًا لتطور وسائل البحث وأدواته. وهذه الخاصية الدينامية للعلم؛ ينبغى أن يدركها معلمو العلوم، ويجب أن تنعكس على سلوكهم التعليمى وممارساتهم العملية فى تدريس العلوم.

٢ - العلم يصحح نفسه بنفسه:

تجدد المعرفة العلمية نفسها وتنمو وتتطور باستمرار، وإذا نظرنا مثلا إلى الحقائق والمعلومات التى توصل إليها العلم الحديث عن موضوعات معينة كمفهوم الخلية

ووظائفها والوراثة والمادة الوراثية DNA وتركيبها والكون ونظامه لوجدنا أنها عدَّلت وصححت الكثير من هذه الحقائق والنظريات التى كانت فى وقت من الأوقات صحيحة ومعمول بها.

والعلم لا ينبذ الحقائق والنظريات القديمة ولا يعدل فيها ويصححها إلا بعد التأكد من أنها خاطئة أو قاصرة عن التفسير الصحيح للأشياء والظواهر المرتبطة بها. وهو بنفس هذه النظرة يخضع أفكاره وحقائقه ونظرياته الجديدة للتحقق وبذلك يجدد العلم نفسه وينمو ويتطور باستمرار.

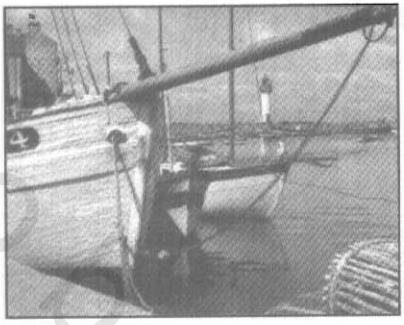
٣ ـ العلم تراكمى البناء

العلم معرفة تراكمية البناء، بمعنى أن العلماء فى نشاطهم العلمى لا يبدأون من نقطة الصفر فى كل مرة يدرسون فيها ظاهرة معينة بل يبدأون من حيث انتهى الذين سبقوهم من العلماء. وهذه المعرفة تنمو أفقيا فتحل المعرفة العلمية الجديدة بناء على الأدلة والبراهين العلمية محل القديمة، ولكن هذا لا يعنى أن العلم يتقدم وينمو بثبات مستمر بدون صعوبات، فتاريخ الاكتشافات العلمية يدل على أنه رغم أن هذه الاكتشافات اعتمدت على المعرفة العلمية السابقة واستفادت منها، إلا أن الطريق إلى هذه الاكتشافات لم يكن بالشىء اليسير. ويجب فى تدريسنا للعلوم أن نشير إلى أن المعرفة السابقة ضرورية لتعلم المعرفة العلمية الجديدة أو اللاحقة.

٤- يتصف العلم بالشمولية والتعميم

إذا كانت تجارب العلماء وأبحاثهم تكون على جزئية ما، وتختص النتائج بهذه الجزئية، فإنها تعمم لتشمل كل ميدان هذه الجزئية. فهذا مندل مؤسس علم الوراثة، بدأ بحوثه وتجاربه على نبات البازلاء. إلا أن نتائج بحوثه وقوانينه بوجه عام عممت، أى أصبحت ذات طابع أعم لتشمل الكائنات الحية جميعها بما فيها الإنسان، وكذلك فى قوانين الجاذبية وقوانين الغازات وغيرها. وهكذا تتحول نتائج البحوث والدراسات العلمية الجزئية الفردية إلى معرفة علمية لها صفة الشمول والتعميم.

٥ ـ العلم نشاط إنسانى عالمي



المعرفة العلمية هى نتاج البحث العلمى وهى نتاج إنسانى لا تخص مكتشفها فقط، بل بمجرد نشرها تصبح ملكا للجميع تتجاوز الحدود الجغرافية أو السياسية، مثل قوانين نيوتن للحركة وغيرها من الاكتشافات وينبغى على معلمى العلوم مساعدة التلاميذ لتقدير جهود العلماء السابقين والمعاصرين الذين أسهموا ويسهمون فى تقدم العلم.

٦ ـ العلم يتصف بالدقة والتجريد والموضوعية

يمتاز العلم بموضوعيته ودقته، فالعالم يسعى إلى تحديد المشكلة موضوع البحث أولا ثم يحدد أسئلته التى يحاول الإجابة عنها ثم يجمع معلومات من خلال أدوات بحثية صادقة، ثم يحلل معلوماته ويتوصل إلى النتائج بعيداً عن الذاتية، لذلك يجب على معلمى العلوم مساعدة التلاميذ لاكتساب اتجاهات علمية إيجابية كالموضوعية والدقة والتأنى فى إصدار الأحكام. . إلى غير ذلك.

٧ ـ العلم له أدواته الخاصة

الأداة هى الوسيلة التى يستخدمها الباحث فى جمع المعلومات أو قياسها، فلا يصح وضع اليد على جبين المريض لنقيس درجة حرارة جسمه، بل ينبغى أن يكون هناك مقياس للحرارة (ترمومتر) لقياس الارتفاع فى درجة الحرارة جسم المريض. وكذلك عندما نود إيجاد كتلة جسم ما، أو طوله، فينبغى أن تقاس هذه الكميات بدقة بواسطة أدوات ومقاييس محددة. ومن هنا تقوم الأدوات والمقاييس بدور أساسى فى جمع المعلومات العلمية الدقيقة التى تضاف إلى نتاج المعرفة العلمية.

٨ ـ العلم يؤثر فى المجتمع ويتأثر به

ارتبط العلم منذ نشأته بحياة الإنسان، وكان له دور كبير فى مساعدته على الإجابة عن الكثير من تساؤلاته، وفى محاولة تفسير الظواهر التى حوله، وفى حل مشكلاته والسيطرة على بيئته، وآثار العلم مختلفة ومتعددة ما بين آثار مادية واجتماعية وفكرية.

وكما أن العلم يؤثر فى المجتمع فإنه يتأثر به، فالمجتمع يستطيع أن يؤثر فى العلم ويعمل على تطوره وذلك عن طريق تشجيع العلماء والاهتمام بمراكز البحوث وتوفير إمكانات البحث، و عقد المؤتمرات والندوات العلمية التى لها علاقة مباشرة بمشكلات المجتمع وأحداثه، فالعلم إذن يؤثر فى المجتمع ويغير من طرق الحياة فيه كما أنه يتاثر بالمجتمع والظروف المحيطة به.

وتدريس العلوم يجب أن يساعد التلاميذ على إدراك العلاقة بين العلم والمجتمع؛ وذلك عن طريق الربط بين المعلومات العلمية التى يدرسها التلاميذ والظروف والمشكلات البيئية والاجتماعية التى تحيط بهم.

التنور العلمى : Scientific Literacy

أصبح التنور العلمى هدفًا رئيسيًا فى تدريس العلوم، إذ إن المواطن العادى الذى لن يتخذ بالضرورة العلم ميدانًا للتخصص، أصبحت تربيته وإعداده للمشاركة المثمرة فى المجتمع لا تكتمل بدون التنور العلمي، فالتربية إعداد للمشاركة المثمرة فى حياة المجتمع. وحيث إن العلم أصبح جزءًا لا يتجزأ من النسيج المتماسك للمجتمع الذى نسعى إليه، فلا يمكن أن تكون هناك مواطنة ناجحة مثمرة فى المجتمع دون دراسة وفهم لكل من العلم وطبيعته والتكنولوجيا والمجتمع والعلاقات المتبادلة بينهم.

معنى التنور العلمى :

هناك محاولات عديدة لتعريف مفهوم التنور العلمي، منها محاولة كوليت Col-lette الذى يحدد هذا المفهوم فى النقاط التالية:

١ ـ الخلفية المعرفية لدى الفرد من حقائق ومفاهيم ونظريات العلم، ومدى قابلية تطبيقه لهذه المعارف فى حياته العملية.

٢ ـ فهم واضح للعمل العلمى وطبيعة العلم.

٣ ـ اتجاه موجب متلازم لقيمة العلم والتكنولوجيا.

٤ ـ تقدير أثر العلم والتكنولوجيا فى المجتمع، وأثر المجتمع فى العلم والتكنولوجيا.

٥ ـ قابلية استخدام عمليات العلم فى حل المشكلات واتخاذ القرارات اليومية.

٦ ـ قابلية استخدام إصدارات وقرارات قيّمة حكيمة فى القضايا الاجتماعية المتعلقة بالعلم.

٧ ـ توظيف عمليات العلم فى العمل وفى وقت الترويح وفى الحياة الاجتماعية بصفة عامة.

٨ ـ نظرة جيدة وفهم واضح للبيئة كنتيجة لدراسة العلوم.

ويمكن تعريف التنور العلمى بأنه:

«قدر من المعارف والمهارات والاتجاهات يتصل بالمشكلات والقضايا العلمية والرياضية والتكنولوجية، وقدرات ومهارات التفكير العلمى اللازمة لإعداد الفرد للحياة اليومية التى تواجهه فى بيئته ومجتمعه».

يحدد محمد صابر سليم أهم صفات الفرد المتنور علميًّا فى النقاط التالية:

١ ـ فهم طبيعة العلم وجوانبه: الفيزيقية، والبيولوجية، والاجتماعية، والقدرة على قراءة العلم وفهمه كما تعرضه الوسائل العامة.

٢ ـ فهم طبيعة الرياضيات والعمليات الرياضية الأساسية، والقدرة على حل المشكلات اليومية، والثقة فى استخدام الرياضيات وإدراك العلاقات العلمية كلما دعت الحاجة إلى ذلك.

٣ ـ فهم طبيعة التكنولوجيا وأهم مميزاتها وظواهرها الشائعة فى الحياة المعاصرة، والقدرة على استخدام الأدوات والمواد التى تواجه الفرد، وتنمية ميله وقدراته على أن يتعلم كيف تعمل الأشياء.

٤ ـ إدراك الوسائل والعلاقات الأساسية التى يعتمد فيها العلم والرياضيات والتكنولوجيا بعضها على بعض؛ وذلك نظرًا إلى أن معرفة ذلك تزداد أهمية فى حياتنا للمواطن العادى يومًا بعد يوم.

٥ ـ تكوين العادات الذهنية التى تساير التفكير العلمي، والتى تساعد على استخدامه فى العلم وفى الحياة بصفة عامة، والاشتراك فى نشاطات المجتمع.

٦ ـ فهم العلم والرياضيات والتكنولوجيا فى إطار مفاهيمى تاريخي، بدلاً من تناولها على أنها معلومات متنافرة مشتتة.

٧ ـ إدراك العلم والرياضيات والتكنولوجيا فى إطار الأنشطة البشرية ذات الأبعاد الفكرية والوجدانية والعلمية والجمالية.

مصادر التنور العلمى:

يستند التنور العلمى إلى عدة مصادر مختلفة بعضها محلى والآخر عالمى، ومن الأهمية بمكان التعرف على هذ المصادر؛ إذ إن مفهوم التنور العلمى بعناصره يؤثر فى بناء المناهج الدراسية. وأهم هذه المصادر ما يلى:

١ ـ التقدم العلمى وما يتتبعه من إضافات معرفية وتدفق معلومات.

٢ ـ الاتجاهات العالمية والقضايا العلمية الدولية مثل: المفاعلات النووية وكيفية التخلص من النفايات الناتجة عنها.

٣ ـ مشكلات المجتمع المختلفة مثل: مشكلات التغذية والأمراض، والتلوث، والسكان وغيرها من مشكلات المجتمع.

٤ ـ الثقافة البيئية والزراعية والصناعية.

دور منهج العلوم فى التنور العلمى:

يمكن لمنهج العلوم أن يسهم فى تنمية التنور العلمى عندما يبنى محتواه على أساس المفاهيم الأساسية فى العلم، ويمد التلاميذ بخبرات علمية تساعدهم على فهم العلم وأهدافه، والوصول إلى التعميمات المختلفة باستخدام عمليات العلم مثل: الملاحظة والقياس والتفسير والتجريد، والتنبؤ والاستقراء والاستنباط. ويستطيع التلاميذ المتنورون أن يفكروا علميًا فى الأمور المرتبطة بالبيئة مثل الطاقة، والمشكلة السكانية وعلاقتها بإنتاج الغذاء، وتلوث البيئة، والانفجارات النووية، والتعامل مع الأجهزة المختلفة.

أما منهج العلوم الذى يقدم فقط الحقائق والقوانين والنظريات بصورة جاهزة فإنه لا يقدم تنورًا علميًا للتلاميذ.

دور معلمى العلوم فى تنمية التنور العلمى للتلاميذ:

كثيرًا من معلمى العلوم لا يهتمون إلا للبعد المعرفى فى تدريسهم، والذى يشتمل

فقط على الحقائق والمفاهيم والنظريات العلمية، ويهملون الأبعاد الأخرى للتنور العلمى لدى تلاميذهم.

ويعتبر دور معلم العلوم من أكثر العناصر أهمية فى تنمية التنور العلمى لدى التلاميذ. وهنا تأتى أهمية إعداد معلم العلوم بصورة جيدة فى كليات التربية قبل التحاقهم بالخدمة. والاهتمام بعمل دورات تدريبية وورش عمل فى أثناء الخدمة، وذلك لتحقيق ما يلى:

١ ـ أن يكون لدى معلمى العلوم فهمًا واضحًا عن طبيعة العلم، وأن يكون لديهم إلمام بالتطورات العلمية والتكنولوجية التى تؤثر يوميًّا فى مجتمعهم.

٢ ـ أن تكون لديهم الرغبة فى مساعدة تلاميذهم فى تنمية مهارات البحث والاستقصاء، ويمدونهم بالمعرفة العلمية والتكنولوجية.

٣ ـ أن تكون لديهم المقدرة على مد تلاميذهم بالخبرة التى تساعدهم فى استخدام المهارات المعرفية والتكنولوجية فى اتخاذ القرارات المختلفة.

٤ ـ أن تكون لديهم الرغبة فى مد تلاميذهم بالخبرات التى تساعدهم على تكوين اتجاهات موجبة نحو العلم.

٥ ـ أن يساعدوا التلاميذ فى تكوين أحكام قيمية نحو الموضوعات العلمية التى يتعرضون لها فى حياتهم اليومية، أى تنمية الاتجاهات الموجبة لديهم نحو تقدير دور العلم والتكنولوجيا فى تقدم المجتمع.

٦ ـ أن يساعدوا التلاميذ على دراسة التفاعل بين كل من العلم والتكنولوجيا والمجتمع.

ويمكن القول بأن الجهود التى تبذل فى تنمية التنور العلمى لدى التلاميذ لن يكتب لها النجاح ما لم يشارك معلمو العلوم فى هذه التنمية مشاركة فعالة.

خاتمة الفصل الأول

تناول هذا الفصل مفهوم العلم وعلاقته بالمجتمع، مع إعطاء بعض الأمثلة عن دور العلم فى حياتنا المعاصرة فى القطاعات المختلفة الصناعية والاقتصادية والاجتماعية والعسكرية والتربوية وغيرها. كما استعرض هذا الفصل لبعض العلماء من العرب أو من الغرب، والذين هم من ذوى الإنجازات العلمية البارزة، موضحًا أهم صفات وخصائص هؤلاء العلماء التى تميزهم عن سائر البشر، لتكون هذه الصفات وتلك الخصائص منارة يهتدى بها، ومثلاً يحتذى به.

وعلاوة على تناول الفصل الأول من هذا الكتاب لمفهوم العلم؛ فإنه تناول كذلك أهداف العلم، وأهم الخصائص والسمات التى تميزه، حتى يمكن للقارئ أن يميز بين المعلومات والأفكار والرؤى العلمية وبين غيرها. ويكتسب عمليات العلم. كما يتعرض الفصل لمفهوم التنور العلمي، وأهم مصادره، وكيفية إثراء هذا التنور العلمى سواء من قبل المناهج الدراسية؛ أم من قبل المعلم. كما يقدم مبررات التأكيد على التنور العلمى للمتعلمين. ويمهد الفصل الأول للكتاب للفصل الثانى الذى يتناول «بنية العلم» وتصنيف المعرفة العلمية.

وتعتبر مجموعة المصادر العربية والأجنبية التى توجد فى نهاية الفصل فرصة متاحة للقارئ الذى يود أن يستزيد من فكرة معينة أو موضوع معين، ويود أن يستفيض فى معرفتها.

قائمة مراجع الفصل الأول

١ـ أحمد خيرى كاظم، سعد يس زكى: تدريس العلوم، القاهرة، دار النهضة العربية، ١٩٨٨.

٢ـ حسن حسين زيتون: طبيعة العلم، الإسكندرية، دار المطبوعات الجديدة ١٩٨٢.

٣ـ خليل يوسف الخليلي، عبداللطيف حسين حيدر، محمد جمال الدين يونس: تدريس العلوم فى مراحل التعليم العام، دولة الإمارات العربية المتحدة، دار القلم، ١٩٩٦.

٤ـ صبرى الدمرداش: قطوف من سير العلماء ـ الجزء الثاني، الكويت: مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، سلسلة الثقافة العلمية، ط١، ١٩٩٧.

٥ـ عايش محمود زيتون: أساليب تدريس العلوم؛ عمان ـ الأردن، دار الشروق للنشر والتوزيع، ١٩٩٤، ط١.

٦ـ عايش محمود زيتون: طبيعة العلم وبنيته: تطبيقات فى التربية العلمية، عمان ـ الأردن، دار عمان للنشر والتوزيع، ١٩٩١، ط٢.

1-Brian J. Altens: "mhose Nautre of science" Journal of Research in Science Teaching, vol. 34, N.1,1997.

2-Carin, A.A. &Sund, R.B.,: Teaching Modern Science, Merrill pablishing company, colambus, ohio,1988.

3-Collette, A.T. & Chiappetta,E.L.: Science Instraction in the Middle and Secondary Schools, Merrill publishing Company, Columbus, Ohio,1989.

4-Finley, F.N; Science Processes Journal of Research in science Teaching, Vol. 30, N.1,1983.

5-Good, R.G; How children learn science, New York, Macmillan publishing company, inc, 1977.

6-Martin, W.J.,: The Information Society, London: Aslib, the Association for Information Management,1988.

7-Rodger W.Bybee and others: Teaching about the History and Nature of science and technology An Indroduction Journaal of Research an science teaching, vol. 29, No.4.1992