



## 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 التنوير العلمي وأهم مصادره وكيفية إثارته .





## مقدمة:

يتصف عالمنا المعاصر بالتغير السريع والتطور الهائل في مجال العلم والتكنولوجيا، وكان للتغير السريع والأخذ بالاتجاه العلمي على نطاق واسع والتطبيق العلمي لنتائج العلوم المختلفة أثر واضح في تزايد المعرفة بصورة كبيرة في جميع الميادين، وأصبح العالم يمر بشورة في المعلومات في 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 في 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 قديماً وحديثاً، مبيّناً 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 التي تستخدم للوصول إلى تلك المعارف والمعلومات العلمية.

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

كما يستعرض معنى التنور العلمي، وأهم مصادره، وكيفية إراثه من قبل المناهج، وكذلك من قبل المعلم.

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



## ١ - العلم والمجتمع المعاصر :



نحن نعيش اليوم في عالم سريع التغير لأننا نعيش عصر العلم.. عصر الآلات الحاسبة الإلكترونية، وأجهزة تسجيل الصوت المجسم، والتلفزيون الملون الذي 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 العلمي والتكنولوجي هائلة كما وكيفا، وتؤثر على الأفراد والمجتمعات والأمم. وليست كل التغيرات الحادثة في عالم اليوم تعتبر سبب سعادتنا

وهنا 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 ملوثاً بالغازات المتصاعدة من عادم السيارات ومداخن المصانع وزادت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو مما أثر في ارتفاع درجة حرارة الجو، وأثرت بعض المركبات الكيميائية في طبقة الأوزون التي توجد بالغلاف الجوي مما زاد تعرض الإنسان للأمراض الخطيرة. وكذلك التلوث البيئي بمخلفات البترول والمبيدات والمخصبات والنفايات النووية مما سبب خطورة على حياة الإنسان والحيوان والنبات. هذا بخلاف الآثار الضارة للضوضاء على سكان المدن، والحوادث اليومية التي يروح العديد من البشر ضحايا لها سواء ضحايا سيارات أم قطارات أم طائرات أم سفن. وغير ذلك من الأضرار الناتجة عن التقدم العلمي والتكنولوجي للإنسان على وجه الأرض.

ومع هذه الأضرار فإننا لا نستطيع العودة إلى حياة الأجداد؛ لأننا نعم - رغم الأضرار سالفة الذكر - بالعلم وكل تطبيقاته في حياتنا المعاصرة، فلقد صار العلم قوة عملاقة تقوم بدور هائل في عالمنا المعاصر، فهو يسهم بلا جدال في تنمية كل جانب من جوانب الحياة، فالمجتمع العالمي المعاصر يعيش ثورة علمية وتكنولوجية ضخمة حيث شهدت السنوات القليلة الماضية تحولات علمية وتكنولوجية كبيرة في جميع مناحي الحياة. ولعل التدفق الهائل في المعلومات العلمية وتطبيقاتها خير 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 ومحكوماً 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 يلي:

#### أ - المعيار التكنولوجى:

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

#### ب - 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.

#### ج - المعيار الاقتصادى:

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

#### د - المعيار السياسى:

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

#### هـ - 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 سאלفة 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 - 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، وأيضاً بدائية الحوار وعدم احترام حدود التخصص العلمى والمهنى.

#### ب - قتل الروح الابتكارية لدى النشء:

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

#### ج - 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 غالباً طابع الحدس والعفوية.

#### د - تضخم البيروقراطية :

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

#### هـ - الانفصام الثقافى :

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

#### و - ضعف النشر :

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

## ز - الاعتماد على الخبرة الأجنبية :

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

## ح - 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 .

كما 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 تترى 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 دائم واختراعات مذهلة . . وتطورات سريعة وظفرات 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 التى يسبق بعضها سرعة الصوت، وعرفنا أيضاً الإذاعة والتلفزيون 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 سيراً حثيثاً 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 مزدهراً ومأموناً . 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 - التصنيع - الغذاء والتغذية - الطب والدواء - النقل والمواصلات - التعدين والثروة المعدنية - العسكرى - الإعلان - شؤون البيئة نجد ما يلى:

### **أمثلة لبعض تطبيقات تكنولوجيا المعلومات فى المجالات المختلفة:**

#### **أولا : قطاع المال والاقتصاد :**

\* آلية أعمال البنوك «صنفظ شرمقنخمضوف» 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 : Econometric 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 - المواد الخام - الطاقة) .

- تحقيق دقة ومرونة أعلى .



\* التصميم بمساعدة الكمبيوتر:

Computer Assisted Design

التي تستهدف:

- سرعة التعديل وتعدد تجارب التصميم.

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

### ثالثا: قطاع الغذاء والتغذية،

\* إدارة المزارع والصوبات : Farms and reen house Management التي

تستهدف:

- زيادة إنتاجية الأرض .

- تحديد أنسب الطرق لاستغلال

المخصبات الزراعية .

- تقليل فاقد الإنتاج .

- تحديد أنسب الطرق لمقاومة

الآفات .

\* إدارة موارد الري : Irriga-

tion Control Manafement التي

تستهدف:

- تقليل الفاقد من المياه .

\* تطبيقات الهندسة

الوراثية في تنمية الثروة الحيوانية : التي تستهدف:

- تعظيم إنتاج البروتين الحيواني واستحداث فصائل جديدة .



## رابعاً : قطاع الطب والدواء :

### \* نظم الخبرة لتشخيص الأمراض Expert

Diagnostic Systems التي تستهدف :

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

### \* نظم المعلومات الدوائية : Pharmaceutical

Information Systems التي تستهدف :

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

### \* الرقابة على غرف العناية المركزة :

Intensive Care Monitoring التي تستهدف :

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

## خامساً : قطاع النقل والمواصلات :

### \* نظم الحجز المركزى : Central Reservation Systems التي تستهدف :



- تحسين خدمات الحجز على الطائرات والقطارات والحافلات .

- حسن استغلال المقاعد المتاحة .

### \* نماذج إدارة وتخطيط

المروور :- Traffic Manag-

ment Models التى

تستهدف :

- التحكم فى إشارات المرور لتقليل الاختناقات .

- الإسهام فى تخطيط المدن والميادين .

\* السنترالات والشبكات الرقمية :

Digital Central 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 .



\* توجيه الصواريخ والقنابل : Rockets and Bombs Guidance ويستهدف :

- زيادة دقة التصويب وفاعلية قوة النيران .

\* نظم المعلومات لمساندة التدريب والاستعداد العسكري :

Military Training Simulators وتستهدف :

- تدريب المقاتلين في بيئة تحاكي ظروف المعارك وتقليل الوقت اللازم للاستعداد

القتالي .

**ثامناً : قطاع التعليم والتدريب :**

\* برامج الكمبيوتر المساندة للتعليم والتعلم :

Computer Assisted Instruction and Learning وتستهدف :

- زيادة إنتاجية المعلم والطالب في مواجهة تضخم المادة التعليمية وتعقدتها .

\* 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 في مجال التعليم

**تاسعاً : قطاع الإعلام :**

\* استخدام شبكات الفيديو تكس : Videotex Systems ويستهدف :

- تقديم خدمات معلوماتية متنوعة للمنازل

والمكاتب كالتسويق وأجزاء المعاملات المصرفية من المنزل .

\* وسائل الترفيه الإلكتروني : Elec-

tronic Entertainment وتستهدف :

- إتاحة عدد هائل من قنوات ومواد

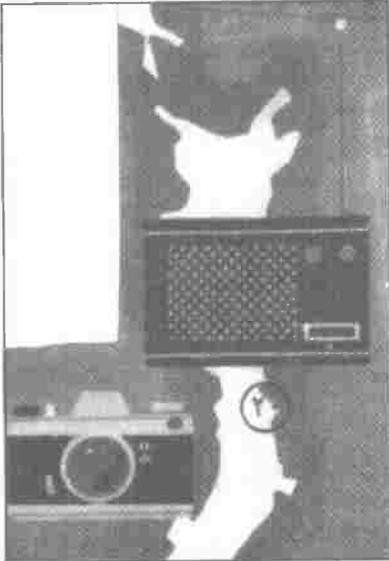
الإرسال .

**عاشراً : قطاع الشؤون البيئية :**

\* الإنذار المبكر للكوارث البيئية :

Flood and Earthquake Prediction ويستهدف :

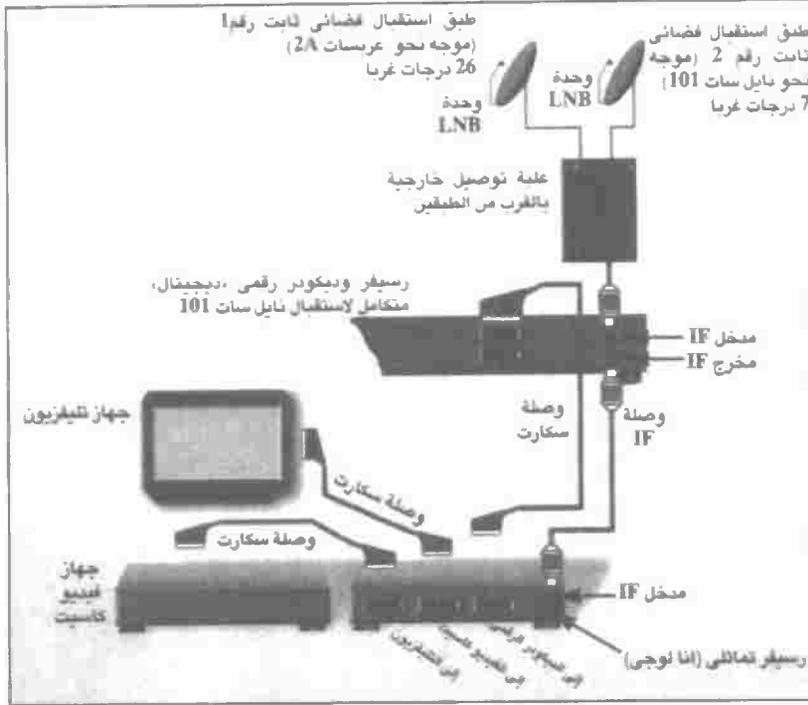
- تقليل الخسائر البشرية وغير البشرية .



## \* نظم المعلومات البيئية :

Environmental Information Systems وتستهدف :

- متابعة التغيرات المناخية . - متابعة ثقب الأوزون .



كما سبق يتضح الدور الهائل للعلم والتكنولوجيا في حياتنا المعاصرة وحيياة المجتمع المعاصر، ويتضح ذلك تماماً من مقارنة الحياة اليومية لمجتمع حديث ومتقدم بالحياة اليومية لمجتمع بدائي متخلف .

وإذا كان العلم بتدفق معلوماته واستخدام تطبيقاته يؤثر في كافة عناصر المجتمع، فإن المجتمع أيضاً يؤثر في العلم ويدفع عجلة التقدم العلمي إلى الأمام، وذلك عن طريق المؤسسات التعليمية التي ينشئها ويرعاها ويتيح لها من الإمكانيات المادية والبشرية ما يمكنها من أن تقوم بعملها . فالمدارس والمعاهد والكلية 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 سندا للعلم والعلماء يقدر جهودهم ويعمل

على تهيئة الإمكانيات المناسبة لهم. وأيضاً عن طريق التربية العلمية يمكن أن تعد القاعدة العريضة التي تفتح المجال للانتقاء والاختيار وظهور الكفاءات والمواهب العلمية وبالتالي إعداد الأخصائيين والفنيين.

كما أن دور المجتمع في مجال البحث العلمي دور هام وخطير؛ فقد أصبح الباحثون يحتاجون إلى سنوات طويلة من الإعداد والتدريب والتفرغ، وبالتالي فهم ما يحتاجون إلى العون المادي على المجتمع أن يوفره لهم. كما أن مستلزمات البحث العلمي من تجهيزات ومعدات ومطبوعات وغيرها من أدوات البحث ومتطلباته مطلوب توافرها من قبل المجتمع. لذا كان لزاماً على المجتمعات التي تهدف إلى التقدم العلمي أن تنشئ المنظمات الحكومية أو النقابية أو الأهلية الراسخة مادياً وإدارياً لتتمكن من توفير هذه الضرورات العلمية للمشتغلين بالعلم وتطبيقاته.

بناء على ما سبق يمكن القول بأنه إذا كان العلم وتطبيقاته يؤثر تماماً في جميع جوانب حياة المجتمع المعاصر الحديث، فإن المجتمع بدوره يؤثر في 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 علمياً وتكنولوجياً التي من أهمها ما يلي:

١ - أن يفهم كيف يؤثر المجتمع في العلم والتكنولوجيا، وأيضاً كيف أن العلم والتكنولوجيا يؤثران في المجتمع.

٢ - يفهم أن المجتمع يتحكم في العلم والتكنولوجيا من خلال المصادر المتنوعة.

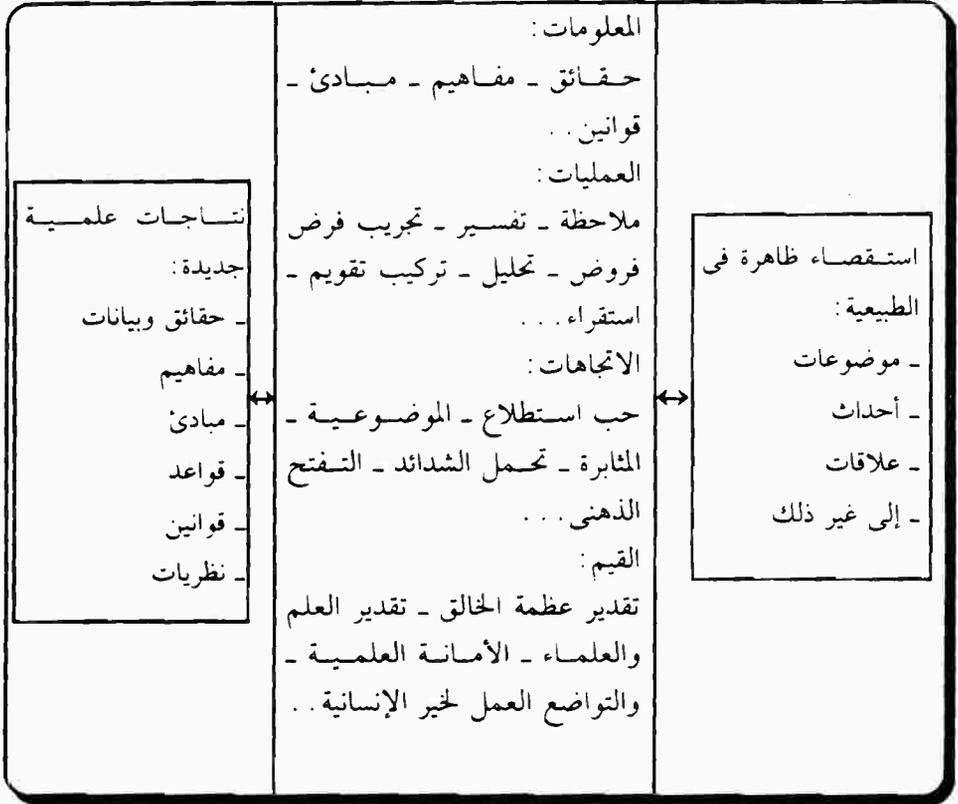
٣ - يتعرف على أهمية وحدود العلم والتكنولوجيا في تقدم الأفراد والمجتمعات والأمم.

## ٢ - العلماء وإنجازاتهم العلمية :

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

وهم في ذلك يتميزون بأجاهات علمية مثل: حب الاستطلاع، والموضوعية، والمثابرة، وتحمل الشدائد، والتفتح الذهني. 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 الذي نعيش فيه.

وتسمى الأنشطة التي يقوم بها العلماء بـ «عمليات العلم» - Processes of Science، وتسمى ما يتوصلون إليه من اكتشافات واختراعات بـ «نتائج العلم» - Products of Science والشكل رقم (١) التالي يبين العلاقات التي 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 العلمي Scientific Thinking الذي يستهدف دراسة الظواهر المختلفة والتنبؤ بها والحكم عليها، كما يستهدف حل المشكلات المختلفة. وهذا النوع من التفكير يتصف بخصائص معينة أهمها ما يلي:

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

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

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

- 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 تفسيراً لهذه العمليات وتلك التغيرات .

- 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 .

- 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 .

- كما يتميز التفكير العلمى - وهو تفكير العلماء القديم منهم والحديث - بإمكان اختبار ومراجعة صدق نتائجه وتعميماته، بمعنى أن قضايا العلم وعباراته تقبل التحقق أو التثبت من صدقها . ويكون هذا التحقق فى العلوم التجريبية بالرجوع إلى الواقع الخارجى، 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 - 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 العربي (٩٨٠ -



٣٧٠ م) Ibn Sina وأروع إنجازاته على الإطلاق إنجازاته الطبية وعلى رأسها مؤلفه الخالد «القانون في الطب» الذي جاء بمثابة موسوعة طبية في مليون كلمة يفاخر بها العرب والمسلمون، ففي هذه الموسوعة خلاصة الفكر اليوناني في الطب، مع خبراته واجتهاداته الخاصة. ويقع المؤلف في 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 في الجهاز الهضمي.

وهذا إسحق نيوتن البريطاني (١٦٤٢ -



١٧٢٧ م) Isaac Newton وكتابه الخالد «المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية» فهو بأجزائه الثلاثة يعتبر حدثاً كبيراً وعلامة متميزة في تاريخ العلم بل في تاريخ البشرية قاطبة. ويتضمن الكتاب الأول قوانين الحركة، والكتاب الثاني يوضح بإسهاب هذه القوانين ويضيف أفكاراً أخرى مثل المقاومة والتفسير الرياضي لحركة الموجه. أما الكتاب الثالث فيعد نصراً للذكاء الإنساني في توصل نيوتن إلى حساب كتلة كل من الأرض والشمس وأثبت رياضياً أن الأرض منبسطة عند القطبين ومتفخخة عند خط الاستواء ووضع النظرية الرياضية للمد والجزر.

وعلى الرغم من عبقرية توماس إديسون الأمريكي (١٨٤٧ - ١٩٣١ م) Thoms

Edison وكثرة اختراعاته (أكثر من ألف اختراع) فإن اختراعاً واحداً سوف يظل متألماً ومنيراً تحيط به الاختراعات الأخرى وتلتفت حوله التفاف التلاميذ بأستاذهم، ذلكم هو المصباح الكهربائي الذي أضاء للبشرية ليلهم.



وهذا ألبرت أينشتين الألماني (١٨٧٩ - ١٩٥٥م) صاحب النظرية النسبية التي هي سبب مجده وخلوده. لقد قلب عالماً بنظريته هذه الخاصة والعامّة، وعدل من مسار التاريخ العلمى والتي 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 المتحوّلة مضروبة فى مربع سرعة الضوء.

٢ - البدء فى ما انتهى منه الآخرون :

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

فهذا جون دالتون الإنجليزى (١٧٦٦ - 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 - 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 جدولته الدورى الشهير الذى يصنف فيه العناصر والتي كان عددها آنذاك ٦٠ عنصراً وفقاً لأوزانها الذرية؛ فجاء موزلى ليعدل فى الجدول الدورى للعناصر ويرتب العناصر لإعدادها الذرية.

وفى عام ١٨٩٨م اكتشفت ماري كورى Marie Curie 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 إشعاعياً.

٣ - الموهبة :

بدأت مواهب كثير من العلماء تفتق 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 الأستلندى (١٨٣١ - ١٨٧٩م) صاحب النظرية الكهرومغناطيسية الذى كان منذ صغره شغوفاً 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 ضرورية 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،

وأيضاً إلى اكتشافه التطعيم الوقائى، وقد أدى جلده وصبره على العمل إلى كشف طبية عديدة رغم معاناته من بعض البشر الذين ألقوا به وبسمعته التهم والإهانات، ورغم الكوارث التى قابلته فى حياته فقد مات له ثلاثة أولاد تباعاً . كما أصابه مرض الشلل، وكان يعمل ثمانى عشرة ساعة متواصلة يومياً 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 التجريبي ووصف العمليات الكيميائية والأجهزة والتجارب وتحدث عن





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



وكذلك العالم الكيميائي الفرنسي أنطون لافوزييه (١٧٤٣ - ١٧٩٤ م) An-toine Lavoisier وهو من أعظم الشخصيات التي ساعدت في تطوير علم الكيمياء، وأصدر كتابه الشهير «مبادئ الكيمياء» عام ١٧٨٩ وفيه وضع إطاراً كاملاً لحقائق كيميائية، ومنها أن الاحتراق معناه الاتحاد الكيميائي بين الأكسجين والمادة المشتعلة، كما أن الماء ليس عنصراً دائماً وإنما هو مركب كيميائي بين الأكسجين والهيدروجين، وأيضاً الهواء مخلوطاً من الأكسجين والنتروجين. وكان يقضى في معمله ساعات طوال دون غذاء كافٍ.

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

يتكون من ثلاثين مجلداً تجلت فيها مقدرته الفائقة على ابتكار التشخيص والعلاج لكثير من الأمراض وله أيضاً كتاب المنصوري فى التشريح ويقع فى عشرين مجلداً، وكتاب منافع الأغذية يقع فى تسعة عشر باباً، 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 ينسأ بالمرّة».

ويقول باستير: «عندما يدرك اليقين بعد طول عناء، فإننا نحظى بمتعة يعز أن

تشعر النفس البشرية بمثلها».

ويقول برنار عالم البيولوجيا

الشهير: «متعة الكشف من أبهج المتع

التي يستطيع الإنسان أن يحسها».

وكتب جنر الإنجليزي (١٧٤٩ -

١٨٢٣م) Jenner قاهر الجدري يقول:

«كانت غبطينى طاغية وسرورى عظيماً

فى إزالة نكبات الجنس البشرى من

مرض الجدري».

إذ إن المتعة والنشوة هما اللذان

يدفعان العالم إلى الصبر والمثابرة

والمحاولة تلو المحاولة.

#### ٥ - تحمل الشدائد :

كم قاسى العلماء من ويلات شخصية، ولكنهم كانوا دائماً يتحلون بالقدرة على

الثبات ورباطة الجأش، والاستمرار فى مواصلة مسيرتهم العلمية السامية ورسالتهم

الإنسانية النبيلة.

فهذا كبلر الألمانى (١٥٧١ - 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) .

ومارى كورى ( ١٨٦٧ - ١٩٣٤م ) Marie Curie من بولونيا التى قاست من الجوع فى شبابها وسقطت عدة مرات مغشياً 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 - الالتزام بالمنهج العلمى :

ما يميز العلماء قديماً وحديثاً التزامهم بالمنهج العلمى السليم الذى يتبعونه فى تفسيرهم للظواهر وحلهم للمشكلات وتعاملهم مع الأشياء والأحداث . فهذا ابن الهيثم العربى (٩٦٥ - 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 .

#### ٧- التحلى بالاتجاهات العلمية:

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

فمندليف لم يقدم جدولته الدورى - 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 حكماً أو يقطع رأياً .

كما كان - مثل غيره من العلماء - حذر من التعميمات الخاطئة التى تنشأ من مجرد مشاهدات عشوائية لحالات معينة . وأيضاً كان يترىث فى قبول حقيقة ما مالم تساندها الأدلة المقنعة وتؤكداه البراهين المنطقية .

## ٨ - القدرة على التنبؤ :



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

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 فعلاً اكتشافها بعد مماته مثل عنصر الجاليوم الذي اكتشفه العالم بوردان، وعنصر الجرمانيوم الذي اكتشفه العالم فتكلر .

## ٩ - الاستبصار :

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



## ١٠ - القدرة على استثمار الصدف :

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

هام مع باستير وبحوثه الخاصة بكوليرا 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 عبر العصور، فكلمة علم كانت تعنى فى العصور الوسطى المعارف من حقائق وقوانين ونظريات والتي تتصل بكافة فروع المعرفة التى عرفتها البشرية حتى ذلك الوقت، ومع بداية القرن العشرين ازداد حجم المعرفة العلمية والتطبيقات التكنولوجية ازدياداً كبيراً، الأمر الذى وجه الأنظار إلى دراسة الكيفية التى تم عن طريقها حدوث هذا الازدياد المعرفى، وجعل المتخصصين يتساءلون عن الأسلوب أو الطريقة التى مكنت من التوصل إلى هذا الكم الهائل من المعارف.

وبناء على ما سبق فقد تعددت التعاريف للعلم وأصبحت هذه التعاريف تعكس اختلاف النظرة إلى طبيعة العلم حتى بين العلماء أنفسهم، فهناك من يؤكد الجانب المعرفى وينظر إلى العلم على أنه نظام من المعرفة العلمية المنظمة، وهناك البعض الآخر الذى يؤكد الجانب المنهجى وينظر إلى العلم على أنه طريقة للتفكير والبحث من أجل التوصل إلى هذه المعرفة وتنميتها، وهناك فريق ثالث لا يفصل بين هذين الجانبين وينظر إلى العلم على أنه بناء معرفى وطريقة للتفكير والبحث فى نفس الوقت، وسوف نستعرض فيما يلى وجهات النظر المختلفة حول طبيعة العلم.

## أولاً : . النظرة إلى العلم كبناء معرفى :

ينظر البعض إلى العلم على أنه البناء المعرفى الذى يضم فى نظام معين مجموعة المعلومات (الحقائق - المفاهيم - القوانين - النظريات - التعميمات) التى استطاع العلماء التوصل إليها واكتشافها فى ميادين معينة مثل الكيمياء والفيزياء والبيولوجى وغيرها، وإدراكنا للعلم على أنه يتكون من جانب المعلومات فقط يؤثر على تدريسنا للعلوم فيصبح الهدف الرئيسى من تدريس العلوم هو تزويد التلاميذ بالمعلومات المختلفة التى يتكون منها العلم، ومثل هذه النظرة إلى العلم كمحتوى معرفى فقط تؤثر فى مفهومنا للمناهج، إذ إن المناهج وفقاً لهذه النظرية تكون قاصرة فقط على المعلومات العلمية التى يتعين على التلاميذ دراستها فى الصفوف

المختلفة وتهمل جانباً مهماً وهو الجانب السلوكي، ويمثل هذا الجانب في النشاط الفكري القائم على التفكير السليم والخيال ومهارات واتجاهات التفكير العلمي وحل المشكلات، والنظرة للعلم على أنه هيكل من المعلومات تؤثر في طرق التدريس التي يستخدمها المعلم، واعتمد في التدريس على التلقين والحفظ، وأصبح المعلم هو العنصر الإيجابي في العملية التعليمية بينما تضاعف دور التلميذ في أثنائها.

كذلك ترتب على الأخذ بهذه النظرة للعلم أن أصبح اعتماد المعلم والتلاميذ في عمليتي التعليم والتعلم منصباً على الكتاب المدرسي دون الاستعانة بالمصادر المختلفة والوسائل التعليمية المتعددة. والنظرة أيضاً للعلم على أنه هيكل من المعلومات تؤثر في أساليب التقويم، إذ ينظر للتقويم في هذه الحالة على أنه وسيلة لمعرفة مدى تحصيل التلاميذ من المعلومات ويقاس قدرتهم على الحفظ والتذكر فقط.

### ثانياً: النظرة للعلم كطريقة للبحث والتفكير

ينظر البعض الآخر إلى أن العلم طريقة للبحث والتفكير استخدمها العلماء في الكشف عن الكثير من الحقائق والمعلومات وفي تفسير الظواهر المحيطة بنا. ويطلق على هذه الطريقة اسم الطريقة العلمية وهي توصف في مجموعة من الخطوات يمكن تلخيصها كالآتي:



- الشعور بمشكلة معينة وتحديدتها.
- جمع الملاحظات والبيانات المرتبطة بالمشكلة.
- تكوين الفروض المناسبة.
- اختيار أنسب هذه الفروض والتحقق من صحته.
- تحليل النتائج وتفسيرها.
- الوصول إلى نتيجة معينة أو حل معين للمشكلة.
- تطبيق الحل في مواقف جديدة.

ويرتبط بكل خطوة من هذه الخطوات مجموعة من المهارات والاتجاهات العقلية لها أهميتها في توجيه سلوك الفرد في استخدامه للطريقة العلمية في 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 التي أسفر عنها العلم.

### ثالثاً- النظرة إلى العلم كمادة وطريقة :

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

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

كذلك تؤثر النظرة المزدوجة للعلم على طرق التدريس فأصبحت طرق التدريس تهتم بإيجابية التلميذ ونشاطه ومشاركته في 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 إنساني يهدف إلى دراسة وتفسير الظواهر الطبيعية والكونية المختلفة، ومحاولة للتنبؤ بها والتوصل إلى حقائق وقوانين ونظريات يمكن أن تحكم هذه الظواهر وذلك لخير الإنسانية».

### أهداف العلم : Science Aims

العلم كمنشط إنساني عالمي له أجهزته وأدواته، يسعى لتحقيق أربعة أهداف هي (الوصف والتفسير والتنبؤ والضبط)

وفيما يلي توضيح لكل هدف من هذه الأهداف:

#### ١- الوصف: Description

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

#### ٢- التفسير: Interpretation

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

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

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

#### ٣- 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 في مواقف جديدة، ولكي تكون التنبؤات مقبولة علمياً فإنه ينبغي التحقق من صحتها.

ولكي نوضح معنى التنبؤ نأخذ مثال ملاحظة العالم مندليف لوجود فجوات معينة في الجدول الدوري وفي ضوء دراسته للعناصر وخواصها وعلاقتها بالترتيب الدوري في 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- الضبط والتحكم: Control

يهدف العلم إلى جانب التفسير والتنبؤ إلى الضبط أو التحكم في الظروف والعوامل الأساسية التي تسبب حدثاً ما لكي تمنع حدوثه أو تجعله يحدث على صورة معينة.

ويرتبط هذا الهدف بالأهداف السابقة للعلم، ف ضبط ظاهرة معينة يتوقف على

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

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

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

### الخصائص العامة للعلم:

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

#### ١- الحقائق والأحداث العلمية قابلة للتعديل أو التغيير:

الحقيقة العلمية هي نتاج علمي مجزأ لا يتضمن التعميم، وتنتج الحقيقة العلمية من الملاحظة المباشرة أو غير المباشرة أو التجريب العلمي، وهذه الحقائق صادرة عن الإنسان وترتبط بزمان معين وظروف معينة. ولذلك فهي ليست بالأشياء المقدسة أو المعصومة من الخطأ، وإنما هي صحيحة في حدود ما يتوفر لها من البراهين التي تدعمها وتثبت صحتها وقت اكتشافها وفي حدود الظروف والوسائل والإمكانات المتوفرة وقتئذ، وبالتالي فهي عرضة للتعديل والتغيير وفقاً لتطور وسائل البحث وأدواته. وهذه الخاصية الدينامية للعلم؛ ينبغي أن يدركها معلمو العلوم، ويجب أن تنعكس على سلوكهم التعليمي وممارساتهم العملية في تدريس العلوم.

#### ٢- العلم يصحح نفسه بنفسه:

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

وظائفها والوراثة والمادة الوراثية DNA وتركيبها والكون ونظامه لوجدنا أنها عدّلت وصححت الكثير من هذه الحقائق والنظريات التي 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 - 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 - العلم نشاط إنساني عالمي



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

## ٦ - العلم يتصف بالدقة والتجريد والموضوعية

يمتاز العلم بموضوعيته ودقته، فالعالم يسعى إلى تحديد المشكلة موضوع البحث أولاً ثم يحدد أسئلته التي 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 والتأني فى إصدار الأحكام . . إلى غير ذلك .

## ٧ - العلم له أدواته الخاصة

الأداة هي الوسيلة التي يستخدمها الباحث فى جمع المعلومات أو قياسها، فلا يصح وضع اليد على جبين المريض لقياس درجة حرارة جسمه، بل ينبغي 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 التي تضاف إلى نتاج المعرفة العلمية.

## ٨ - 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 التي حوله، وفى حل مشكلاته والسيطرة على بيئته، وآثار العلم مختلفة ومتعددة ما بين آثار مادية واجتماعية وفكرية.

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

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

### التنور العلمي : Scientific Literacy

أصبح التنور العلمي هدفاً رئيسياً في تدريس العلوم، إذ إن المواطن العادي الذي لن يتخذ بالضرورة العلم ميداناً للتخصص، أصبحت تربيته وإعداده للمشاركة المثمرة في المجتمع لا تكتمل بدون التنور العلمي، فالترية إعداد للمشاركة المثمرة في حياة المجتمع. وحيث إن العلم أصبح جزءاً لا يتجزأ من النسيج المتناسك للمجتمع الذي نسعى إليه، فلا يمكن أن تكون هناك مواطنة ناجحة مثمرة في المجتمع دون دراسة وفهم لكل من العلم وطبيعته والتكنولوجيا والمجتمع والعلاقات المتبادلة بينهم.

### معنى التنور العلمي :

- هناك محاولات عديدة لتعريف مفهوم التنور العلمي، منها محاولة كوليت Col-lette الذي يحدد هذا المفهوم في النقاط التالية :
- ١ - الخلفية المعرفية لدى الفرد من حقائق ومفاهيم ونظريات العلم، ومدى قابلية تطبيقه لهذه المعارف في حياته العملية.
  - ٢ - فهم واضح للعمل العلمي وطبيعة العلم.
  - ٣ - اتجاه موجب متلائم لقيمة العلم والتكنولوجيا.
  - ٤ - تقدير أثر العلم والتكنولوجيا في المجتمع، وأثر المجتمع في العلم والتكنولوجيا.
  - ٥ - قابلية استخدام عمليات العلم في حل المشكلات واتخاذ القرارات اليومية.

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

٧ - توظيف عمليات العلم فى العمل وفى وقت الترويج وفى الحياة الاجتماعية بصفة عامة.

٨ - 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 علمياً فى النقاط التالية:

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

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

٣ - 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 - إدراك الوسائل والعلاقات الأساسية التى يعتمد فيها العلم والرياضيات والتكنولوجيا بعضها على بعض؛ وذلك نظراً إلى أن معرفة ذلك تزداد أهمية فى حياتنا للمواطن العادى يوماً بعد يوم.

٥ - تكوين العادات الذهنية التى تسير التفكير العلمى، والتى تساعد على استخدامه فى العلم وفى الحياة بصفة عامة، والاشتراك فى نشاطات المجتمع.

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

٧ - إدراك العلم والرياضيات والتكنولوجيا في إطار الأنشطة البشرية ذات الأبعاد الفكرية والوجدانية والعلمية والجمالية.

### مصادر التنور العلمي:

يستند التنور العلمي إلى عدة مصادر مختلفة بعضها محلي والآخر عالمي، ومن الأهمية بمكان التعرف على هذه المصادر؛ إذ إن مفهوم التنور العلمي بعناصره يؤثر في بناء المناهج الدراسية. وأهم هذه المصادر ما يلي:

١ - التقدم العلمي وما يتبعه من إضافات معرفية وتدفق معلومات.

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

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

٤ - الثقافة البيئية والزراعية والصناعية.

### دور منهج العلوم في التنور العلمي:

يمكن لمنهج العلوم أن يسهم في تنمية التنور العلمي عندما يبنى محتواه على أساس المفاهيم الأساسية في 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 علمياً في الأمور المرتبطة بالبيئة مثل الطاقة، والمشكلة السكانية وعلاقتها بإنتاج الغذاء، وتلوث البيئة، والانفجارات النووية، والتعامل مع الأجهزة المختلفة.

أما منهج العلوم الذي يقدم فقط الحقائق والقوانين والنظريات بصورة جاهزة فإنه لا يقدم تنوراً علمياً للتلاميذ.

### دور معلم العلوم في تنمية التنور العلمي للتلاميذ:

كثيراً من معلم العلوم لا يهتمون إلا للبعد المعرفي في تدريسهم، والذي يشتمل

فقط على الحقائق والمفاهيم والنظريات العلمية، ويهملون الأبعاد الأخرى للتطور العلمي لدى تلاميذهم.

ويعتبر دور معلم العلوم من أكثر العناصر أهمية في تنمية التطور العلمي لدى التلاميذ. وهنا تأتي أهمية إعداد معلم العلوم بصورة جيدة في كليات التربية قبل التحاقهم بالخدمة. والاهتمام بعمل دورات تدريبية وورش عمل في أثناء الخدمة، وذلك لتحقيق ما يلي:

١ - أن يكون لدى معلمى العلوم فهماً واضحاً عن طبيعة العلم، وأن يكون لديهم إلمام بالتطورات العلمية والتكنولوجية التي تؤثر يومياً في مجتمعهم.

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

٣ - أن تكون لديهم المقدرة على مد تلاميذهم بالخبرة التي تساعدهم في استخدام المهارات المعرفية والتكنولوجية في اتخاذ القرارات المختلفة.

٤ - أن تكون لديهم الرغبة في مد تلاميذهم بالخبرات التي تساعدهم على تكوين اتجاهات موجبة نحو العلم.

٥ - أن يساعدوا التلاميذ في تكوين أحكام قيمة نحو الموضوعات العلمية التي يتعرضون لها في حياتهم اليومية، أى تنمية الاتجاهات الموجبة لديهم نحو تقدير دور العلم والتكنولوجيا في تقدم المجتمع.

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

ويمكن القول بأن الجهود التي تبذل في تنمية التطور العلمي لدى التلاميذ لن يكتب لها النجاح ما لم يشارك معلمو العلوم في هذه التنمية مشاركة فعالة.

## خاتمة الفصل الأول

تناول هذا الفصل مفهوم العلم وعلاقته بالمجتمع، مع إعطاء بعض الأمثلة عن دور العلم في حياتنا المعاصرة في 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، موضعاً أهم صفات وخصائص هؤلاء العلماء التي 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 التي 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 التي 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

- ١- أحمد خيرى كاظم، سعد يس زكى: تدريس العلوم، القاهرة، دار النهضة العربية، ١٩٨٨.
- ٢- حسن حسين زيتون: طبيعة العلم، الإسكندرية، دار المطبوعات الجديدة ١٩٨٢.
- ٣- خليل يوسف الخليلي، عبداللطيف حسين حيدر، محمد جمال الدين يونس: تدريس العلوم فى مراحل التعليم العام، دولة الإمارات العربية المتحدة، دار القلم، ١٩٩٦.
- ٤- صبرى الدمرداش: قطوف من سير العلماء - الجزء الثاني، الكويت: مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، سلسلة الثقافة العلمية، ط١، ١٩٩٧.
- ٥- عايش محمود زيتون: أساليب تدريس العلوم؛ عمان - الأردن، دار الشروق للنشر والتوزيع، ١٩٩٤، ط١.
- ٦- عايش محمود زيتون: طبيعة العلم وبنيته: تطبيقات فى التربية العلمية، عمان - الأردن، دار عمان للنشر والتوزيع، ١٩٩١، ط٢.

- 1-Brian J. Altens: "mhosé 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 publishing 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