المحاضرة الثالثه

ثامناً : العلم مدقق:

لما كان العلم طريقة أو منهجاً في البحث والتفكير العلمي فإن الفرصة متاحة أمام من يقرأ البحث لفحصه ونقده وتمحيصه والاعتراض على منهجيته ، وإعادة التجربة في ظروف معينة للتأكد من صحة النتائج ودقة الاستنتاجات ، وهكذا نجد المعرفة العلمية مدققة ومجربة مرات عديدة قبل أن تأخذ موقعها في بناء العلم وميدان التطبيق العلمي .

ويترتب على ذلك بعض النتائج منها:

١. يقتصر ميدان الدراسات والأبحاث العلمية على الظواهر أو الأحداث الطبيعية التي يمكن تكرار حدوثها .
٢. تتعرض نتائج الدراسات والأبحاث لاختبار التحقق وإعادة التأكد من صحتها ومعقوليتها.
٣. تنشأ المعرفة العلمية وتنمو عند التأكد من صحتها وتموت إذا ثبت عدم ذلك .
٤. يسارع الباحث في نشر نتائج أبحاثه ودراساته عالمياً للاطلاع عليها والاستفادة منها .
٥. يتيح نشر الأبحاث التحقق من صحة المفاهيم والمبادئ والنظريات العلمية وبالتالي يمنحها قدراً من الثقة .

وينبغي الانتباه والاهتمام عملياً بتعويد الطلاب على :

١. دقة الملاحظة والقياسات العلمية وتقريرها بموضوعية .
٢. إجراء التجارب العلمية وتكرارها .
٣. مقارنة النتائج بما هو مدون في الكتب .
٤. مناقشة النتائج ومقارنتها ببعضها البعض .
٥. نقد التجارب العلمية وبيان الأخطاء المحتملة في المادة العلمية أو التصميمات التجريبية.

تاسعاً : العلم يؤثر في المجتمع ويتأثر به :

العلم وثيق الصلة بالمجتمع يؤثر فيه ويتأثر به . فالمجتمع يتطور بتأثير العلم وتقنياته كما ان العلم ينمو ويترعرع بتأثير الظروف والاتجاهات السائدة في المجتمع ، بمعنى ان هناك صلة وثيقة وعلاقة متبادلة بينهما ، وينبع أثر العلم في حياة المجتمع من مصادر ثلاثة هي :

١. اعتماد الأسلوب العلمي في التفكير والبحث ، ويقصد به ذلك المتلائم مع طبيعة العصر ومتطلباته ، وحين يراد النماء والاستمرار في عطاء العلم أو البحث العلمي فيجب أن يقوم المجتمع بتوفير متطلبات أساسية منها:
   - الفهم الصحيح لمكانة البحث العلمي في المجتمع .
   - الاعتناء بالمبدعين في المجال العلمي .
   - مساندة المجتمع والمؤسسات الخاصة (الصناعية والتجارية والزراعية) للعلم والعلماء مادياً ومعنوياً .
٢. للعلم قيمة خلقية ودولية ، فالقيمة الخلقية تنتج عن الأسلوب والمنهج العلمي الذي يفرض على الباحث خصائص معينة وفضائل اجتماعية تقتضيها سلامة المجتمع وتقدمه. أما القيمة الدولية أو الإنسانية للعلم فتتمثل باعتبار العلم نشاطاً إنسانياً عالمياً ساهمت فيه جميع الأمم والحضارات .
٣. الانتفاع بالفوائد التطبيقية (التكنولوجية) للعلم من خلال اختراع التقنيات الحديثة التي تسعد الإنسان أو تدمره كالطب والصناعة والغذاء والطاقة النووية والعقول الالكترونية وغزو الفضاء والهندسة الوراثية والاتصالات والحاسبات الالكترونية .

وينبغي على معلم العلوم أن يعي هذه الصلة الوثيقة بين العلم والمجتمع وينعكس ذلك على ممارساته التدريسية من خلال :

١. تدريس المواد العلمية وربطها بحياة الطالب ومشكلاته الحياتية اليومية .

٢. تنمية الاتجاهات العلمية نحو العلماء والعلم وتقنياته وبالتالي تعديل الأفكار الخاطئة حول العلم .
٣. تشجيع الطلاب على زيارة المصانع والشركات ومراكز البحوث العلمية للتعرف على العلم وتطبيقاته .
٤. استخدام الوسائل التعليمية وتكنولوجيا التعليم وتوضيح أهميتها في العملية التعليمية .
٥. اظهار دور العلم وتطبيقاته وما يترتب عليه من تحسن في العلاقات الدولية والنظم الاجتماعية وسبل المعيشة .
٦. بيان دور العلم في تغيير المعتقدات والاتجاهات الخاطئة .
٧. الكشف عن العناصر المبدعة في المجالات العلمية .
٨. التأكيد على دراسة العلم وتدريسه في إطاره الاجتماعي وبيان خيره وشره وأنه سلاح ذو حدين يتوقف الأمر على المستخدم له من حيث قيمه ومبادئه .

المستويات المعرفية للعلم

أولاً: الحقائق العلمية :

هي عبارات مثبتة موضوعياً عن أشياء لها وجود حقيقي، أو أحداث وقعت فعلاً . ويتم التوصل إليها بالملاحظة المباشرة (باستخدام وسائل الحس) أو الملاحظة غير المباشرة (باستخدام وسائل مساعدة للحواس للتغلب على قصور هذه الحواس) .

*** يتوقف صدق الحقيقة على صدق الملاحظة نفسها، ويتحدد صدق الملاحظة في ضوء:**

- إمكانية تكرار الملاحظة .
- وجود أكثر من ملاحظ .
- استخدام أدوات موثوق فيها لتدعيم الملاحظة ولضمان الدقة والموضوعية .

أمثلة لحقائق علمية:

أ – يزداد طول قضيب من النحاس بارتفاع درجة حرارته .
ب – عند إضافة قطرات من HCL المخفف إلى برادة Zn يحدث فوران ويتصاعد غاز يشتعل بفرقعة .

*** الحقيقة العلمية ثابتة لا تتغير ما دامت ظروف الملاحظة التي قادت إليها لم تتغير، وتمثل الحقيقة العلمية الوحدة الأساسية التي تقود إلى بناء المفاهيم والتعميمات العلمية .**

وهي بحق وحدة البناء المعرفي للعلم العقلي، وهي أكثر أجزاء هذا العلم وجوداً وظهوراً وهي البنية التحتية له، فهي تلك الظواهر التي يمكن رصدها مباشرة أو عن طريق الكشف، وهي الجزئية الصغرى من العلم العقلي التي لا تتضمن التعميم، ولكن يمكن تعميمها لتصبح بعد ذلك بناءً أعلى من الحقيقة كمفهوم أو مبدأ. والحقائق تنقسم إلي قسمين رئيسيين:

١- حقائق ثابتة : وهى العلوم الشرعية وما تضمنته من حقائق مادية كشروق الشمس وغروبها وأثر الريح على السحاب وأثر الماء على النبات ورغم أنها علوم مادية ولكن أثبتت بالنصوص الشرعية ولذلك فهي غير قابلة للجدل وغير ممكنة التغيير ، وثبوتها ثبوتاً أبدياً قطعيا، وقد يقال أن الشمس لا تشرق ولا تغرب لأننا لو ركبنا طائرة سريعة أو مركبة فضائية سابقه للصوت لمدة أربع وعشرون ساعة فان الشمس لا تغرب عنا فكيف يقال أن الشمس تشرق وتغرب كل يوم؟ و لا يوجد رد مباشر لهذا الإدعاء، إلا أن الأمر كما ذكر آنفا يعول على خلل في الفهم البشري، وفي هذه الحالة يقال إن الشمس تشرق وتغرب كل يوم والله أعلم بكيفية ذلك إذ أن

الإنسان لم يستطع بعد أن يحيط بهذه الكيفية علما، ولربما أتى يوم يتم فيه التحقق من هذه الحقيقة الثابتة.

٢-حقائق ثابتة نسبيا : وهذا النوع يتسم بالثبوت النسبي في حدود ما هو متاح من وسائل الملاحظة والقياس وتبعا لمحدودية العقل البشري، فقد كان اعتقاد الناس أن الأرض مسطحة وثبت أنها كروية، وكانت قوانين نيوتن تهيمن على علم الميكانيكا قبل النظرية الضوئية للمادة وقبل نسبية اينشتاين. فقد يظن الباحث أن هذه هي الحقيقة المطلقة ولكن عندما تتطور الأجهزة البحثية والأدوات المخبرية يتضح له خطأ ما كان بالأمس، وسجلات الحقائق الفلكية مليئة بمثل هذا النوع من الحقائق المتغيرة استنادا إلى ما يملكه الإنسان من مجاهر وتلسكوبات، وكتب العلوم المدرسية مليئة بمثل هذه الحقائق. و من أمثلة هذه الحقائق "حاليا": يتمدد النحاس بالحرارة ،و يتمدد الحديد بالحرارة.

ثانياً : المفاهيم العلمية :

هي مجموعة الأفكار التي تم تعميمها في مناسبات أو ملاحظات أو مواقف معينة تتكون لدى كل فرد من معنى وفهم يرتبط بكلمات أو عبارات أو عمليات معينة.
و المفاهيم المشتركة هى الوحدة البنائية للعلوم وهي مكونات لغتها ، وعن طريق المفاهيم يتم التواصل بين الأفراد سواء داخل المجتمعات العلمية أو خارجها.
والمفهوم العلمي من حيث كونه عمليه هو عمليه عقليه يتم عن طريقها تجريد مجموعة من الصفات أو السمات أو الحقائق المشتركة ..
تنظيم معلومات حول صفات شيء أو حدث أو عمليه أو أكثر ، هذه المعلومات تمكن من تميز أو معرفة العلاقة بين قسمين أو أكثر من الأشياء .
تعميم عدد من الملاحظات ذات العلاقة بمجموعه من الأشياء .

والمفهوم العلمي من حيث كونه ناتج للعملية العقلية السابق ذكرها :
هو الاسم أو المصطلح أو الرمز الذي يعطي لمجموعة الصفات أو الحقائق أو الخصائص المشتركة أو العديد من الملاحظات أو مجموعة المعلومات المنظمة.
أمثلـه :
أسمـاء : الحرارة ، والضوء، والتكاثر ' والهضم .
مصطلحات : الكر وموسوم ، الإلكترون .
رموز : Na - , D.N.A
وكل مفهوم له مدلول معين أو تعريف معين يرتبط به ويطلق عليه أحيانا أسم مفهوم المفهوم .. اى المعنى الدال على المفهوم وهذا المعنى قد يكون وصفياً أو تقريرياً .
الوصفي : يتمثل في وصف المعنى لمصطلح أو شيء مثل مفهوم الكلب : (حيوان ثدي له أربع أرجل وذيل يصدر منه صوت معين يسمى نباحاً)
التقريري : يتمثل في تقرير معنى معين لمصطلح أو شيء . مثال: مفهوم الاوم المعياري : (مقاومة عمود من الزئبق طوله ١٠٦ سم ومساحة مقطعه ١مم في درجة الصفر المئوي)

ومن ثم يمكن النظر إلى المفاهيم من عدة زوايا ...
أولا : من حيث طريقة إدراك هذه المفاهيم :
أ / مفاهيم حسية (قائمة على الملاحظة)
وهي تلك المفاهيم التي يمكن إدراك مدلولاتها عن طريق الملاحظة باستخدام الحواس أو أدوات مساعده للحواس .

مثال :
المفهوم : الحرارة ..
المدلول : الإحساس بالبرودة أو السخونة .
ب / مفاهيم مجرده (مفاهيم نظريه)
مثال: المفاهيم التي لايمكن إدراك مدلولاتها عن طريق الملاحظة بل لابد لإدراكها من القيام بعمليات عقليه وتصورات ذهنيه معينه ، مثال :
المفهوم: الذرة.
المدلول : هي أصغر وحده في العنصر والتي يمكن إن توجد بمفردها أو مرتبطة مع غيرها وتحمل صفات ذلك العنصر .

ثـانيـا : من حيث مستوياتها :
حيث يتم ترتيب المفاهيم ترتيبا هرميا حسب مستوياتها في قاعدة الهرم المفاهيم الاوليه وفي قمته المفاهيم المشتقة
أ/ مفاهيم أوليه : مثل الطول- الزمن - الكتلة
ب/ مفاهيم مشتقه : وهي تلك المفاهيم التي يمكن اشتقاقها من مفاهيم أخرى .مثل: السرعة

ثـالثـا : من حيث درجة تعقيدها
أ- مفـاهيم بـسيـطـة : وهي تلك المفاهيم التي تتضمن مدلولاتها عددا قليلاً من الكلمات . مثال :
المفهوم : الخلية .
المدلول : وحدة بناء الكائن الحي .

ب/ مـفـاهيـم مـعـقـده : وهي المفاهيم التي تتضمن مدلولاتها عددا كبيرا من الكلمات. مثال :
المفهوم : التكافؤ .
المدلول : عدد الإلكترونات التي يفقدها أو يكتسبها أو يساهم بها العنصر أثناء التفاعلات الكيميائية مع غيره من العناصر....

رابعا : من حيث درجـة تـعلمها :
أ/ مفاهيم سـهلـة التـعلـم : وهي تلك المفاهيم التي يستخدم في تعريفها كلمات مألوفة للمتعلمين و بالتالي تكون الطاقة الذهنية المبذولة في تعلمها أقل . أو بمعنى أدق، هي تلك المفاهيم التي سبق للمتعلم أن درس أو اكتسب متطلبات تعلمها ...

ب / مـفـاهـيـم صـعبة الـتـعلم : وهي تلك المفاهيم التي يستخدم في تعريفها كلمات غير مألوفة للمتعلمين أو لم تمر في خبرتهم من قبل وبالتالي تكون الطاقة الذهنية المبذولة في تعلمها أكبر .
أو بمعنى أدق هي تلك المفاهيم التي لم يسبق للمتعلم أن درس أو أكتسب متطلبات تعلمها

<u>أهمية المفاهيم في تعليم العلوم:</u>
١- تحقق التواصل بين المشتغلين بين العلم ودراسته .
٢- تختزل الكم الهائل من الحقائق.
٣- تسهم في بناء القوانين والمبادئ والنظريات .
٤- تساعده الطلاب على التعامل بفاعلية مع المشكلات الطبيعية والاجتماعية للبيئة عن طريق تجزئتها إلى مجموعة من الأجزاء يمكن التحكم فيها .

٥- تقلل الحاجة إلى إعادة التعليم فالمفاهيم التي يتعلمها الطالب يطبقها ، ويستخدمها عدة مرات في العديد من المواقف التعليمية دون الحاجة إلى تعلمها من جديد .
٦- تساعد في الحد من صعوبات التعلم عند انتقال الطالب من مرحلة إلى أخرى.
٧-تساعد في تنظيم المعلومات المختلفة .
٨- تساعد على تنظيم الخبرات التعليمية
٩- تساعد في البحث عن معلومات وخبرات إضافية وتنظيم ما تعلمه الطلاب في أنماط معينة تسمح لهم بالتنبؤ بالعلاقات المتطورة .
١٠- تساعد المتعلم في تسهيل عمليتي التعلم والتعليم
١١- تساعد المعلم والمتعلم على فهم طبيعة العلم
١٢- تساعد المفاهيم في التعلم ذو المعنى
١٣- تزود المفاهيم المتعلم بمعظم أساسيات التفكير

ثالثاً : المبادئ (التعميمات العلمية)

هي سلسلة مترابطة من المفاهيم العلمية تصف الظاهرة او الحدث وصفاً كيفياً .

فاذا اخذنا على سبيل المثال المفاهيم التالية :

الحامض ،النبات ، ورقة عباد الشمس الزرقاء ، السماد

فإننا نجد ان هذه المفاهيم الاربعة لا ترتبط مع بعضها بعلاقة ، ولا تدور حول ظاهرة او حدث علمي ، وانما نجد ان ثمة علاقة توجد بين الحامض وورقة عباد الشمس الزرقاء وكذلك توجد علاقة بين النبات والسماد ، وعليه يمكن ربط ذات العلاقة على النحو التالي :

- يغير الحامض لون ورقة عباد الشمس الزرقاء .
- يحتاج النبات الى سماد (ن السماد ضروري لحياة النبات)

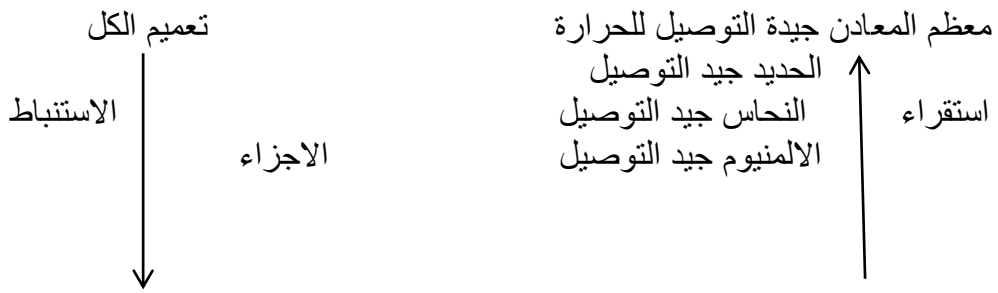
فاذا ما وضعت المفاهيم على هذا النحو تكون قد اكتسبت معنى جديداً واصبحت تشكل تعميمات علمية.

فالتعميمات العلمية هنا تتصف بما يلي :

١. الربط بين المفاهيم المتناثرة، والتي قد لا تشكل بمفردها معنى علمياً كبيراً ولكن ما استقرئ منها جاء مفيداً وموظفاً توظيفاً علمياً .

٢. توظيف التفكير الاستقرائي حيث ان كل تعميم لا يمكن الوصول اليه الا من خلال مشاهدة حالات جزئية. فعلى سبيل المثال لم نتوصل الى التعميم (يغير الحامض لون ورقة عباد الشمس الزرقاء) الا من خلال تجريب عدد كبير من الحوامض وملاحظة اثرها على ورقة عباد الشمس الزرقاء، ونفس الشيء يقال على التعميم الثاني.

٣. توظيف التفكير الاستنباطي . فعندما نقول ان (المعادن جيدة التوصل للحرارة) يمكن استنباط ان الحديد جيد التوصيل للحرارة، اي الانتقال من الكل الى الاجزاء.



٤. وصف الظواهر والاحداث الطبيعية وصفاً كيفياً الامر الذي يسهم في فهم ما يدور حولنا في عبارات قليلة جمعت بين مفاهيم عديدة، ولذلك نجد ان عدد التعميمات اقل بكثير من عدد المفاهيم .

امثلة على المبادئ :

- الكائنات الحية تتفاعل مع البيئة ويتأثر كل منها بالآخر.
- ينكسر الضوء عند مروره من وسط قليل الكثافة الى وسط اكثر كثافة .
- الحوامض المعدنية تحتوي على الهيدروجين .
- تتحول الغازات بالضغط والتبريد الى سوائل .
- الكريات الحمراء اصغر حجماً واكثر عدداً من البيضاء .
- الكائنات الحية لها القابلية على تكوين انواع متشابهة لها .
- الجراثيم كائنات حية لا ترى بالعين المجردة .... الخ

رابعاً : القوانين

القانون العلمي هو سلسلة مرتبطة من المفاهيم تصف الظاهرة او الحدث وصفاً كمياً. فالقانون هنا يربط بين المفاهيم بروابط العلاقات الكمية. فاذا نظرنا الى قانون بويل او قانون شارل للغازات نجد ان هذه القوانين تربط بين مفاهيم الحجم، ودرجة الحرارة والضغط، ففي قانون بويل نجد انه يصف العلاقة بين هذه المفاهيم وصفاً كمياً على النحو التالي:

عند ثبوت درجة الحرارة فان جم الغاز يتناسب عكسياً مع ضغطه

اي ان ح $\propto \frac{١}{ض}$ عند ثبوت درجة الحرارة .

وهذه العلاقة يمكن تحويلها الى معادلة اذا ما استبدلنا علاقة التناسب بضرب احد الطرفين في مقدار ثابت بحيث يصبح على النحو التالي :

$$ح = م \times \frac{١}{ض}$$

حيث ان م مقدار ثابت .

وبنفس الطريقة امكن الربط كمياً بين مفهومي الحجم ودرجة الحرارة في قانون شارل على النحو التالي :

ح $\propto$ ق عند ثبوت الضغط ، حيث ان ق درجة الحرارة المطلقة

(درجة الحرارة المطلقة = الدرجة المئوية + ٢٧٣)

ويمكن تحويل هذه العلاقة الى معادلة كما يلي :

ح = م × ق حيث ان م مقدار ثابت

ومن خصائص القوانين العلمية :

١. الجمع بين المفاهيم العلمية بروابط كمية الامر الذي يجعل العلم ميسور التناول لان المفاهيم بدون هذا الربط تبقى متناثره وبحد ادنى من المعنى العلمي . ففي قانون بويل، كما شارنا درست العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة ، ولو بقيت هذه المفاهيم ، حجم الغاز، ضغط الغاز، درجة الحرارة بدون هذه العلاقة فإنها لن تضيف الى العلم شيئاً ذا اهمية .

٢. توظيف الاستقراء من احداث وظواهر عديد للوصول الى العلاقة الكمية بين العوامل التي تشكل هذه الاحداث الظواهر. فعلى سبيل المثال نرى ان قانون فاراداي الاول يربط بين كمية الكهرباء المارة في محلول يوجد في خلية تحليل وكمية المادة المترسبة القطب السالب بعلاقة طردية فان الوصول الى هذا القانون ما كان ليتم لولا العديد من المشاهدات التي رصدت باستخدام العديد من المحاليل الالكترونية . اذن تتم عملية الاستقراء بين الاحداث المختلفة للوصول الى القانون .

٣. تقديم وصف كمي للأحداث والظواهر الطبيعية، ولكنها (اي القوانين) لا تقدم تفسير لهذه الاحداث والظواهر. فقانون فاراداي الاول في التحليل الكهربائي لا يفسر عملية التحليل من حيث تأين المحلول الالكتروني (مثل كبريتات النحاس) في الماء وتوصيله للتيار الكهربائي من خلال الايونات الموجبة والسالبة التي يتفكك اليها المحلول الالكتروني. فالقانون يقدم وصفا كميا لحا يحدث ولكنه لا يفسر كيفية حدوثه .

٤. القوانين العلمية تأخذ سمة الثبات النسبي. اي ان الاحداث والظواهر الطبيعية التي يعالجها القانون العلمي متكررة الحدوث. فقانون النسب الثابتة في الكيمياء على سبيل المثال هو الذي ينص على انه اذا اتحد عنصران لتكوين مركب كانت النسب لهما (٨:١) وهذه النسب ثابتة مهما اختلفت طرق تحضير الماء او الزمان او المكان اللذين تجري فيهما التجربة .

خامساً : النظريات

تمثل النظريات العلمية اقصى مراحل التجريد في الربط بين المفاهيم العلمية لتفسير ما يجري من احداث وظواهر ، وتكون النظرية العلمية قوية ومقبولة كلما اتفقت مع الواقع .

خصائص النظرية العلمية :

١. النظرية بوجه عام تمثل فروض نظرية مجردة تربط بين مجموعة كبيرة من القوانين العلمية مثالها النظرية الذرية القديمة لدالتون ربطت بين جميع قوانين الاتحاد الكيميائي في ان واحد ، وكذلك النظرية الذرية القديمة .

٢. تعتمد النظرية في صحتها على اتفاقها مع الواقع من جهة وتفسيرها لهذا الواقع من جهة اخرى فبقدر ما تستطيع تفسير الاحداث المتصلة بظاهرة معينة بقدر ما تكون مقبولة . لذلك يكون الهدف الاساسي من النظرية تفسير الظواهر الطبيعية وبالتالي فهم ما يجري حولنا في هذا الكون .

٣. انطلاقاً من ان الاساس في المبادئ والقوانين والنظريات هي الحقائق العلمية وحيث ان الحقائق العلمية ذات ثبات نسبي ومتغيرة في كثير من الاحيان فان النظرية العلمية بالتالي غير ثابتة ، والتاريخ العلمي الطويل يشهد بذلك فقد سادت نظريات عديدة ثم اندثرت ، والجدير بالذكر ان نظرية النشوء والارتقاء المتعلقة بأصل الانواع وتطورها تقع في اطار تلك النظريات التي ثبت عدم صحتها بالرغم من انها ما زالت تلقى الدعم من بعض العلماء .

٤. تجعل النظريات بالإمكان السيطرة على المعرفة العلمية لأنها تجمع المئات من الحقائق العلمية في اطر قليلة يمكن للمرء الالمام بها بسهولة ويسر .

٥. تساعد النظرية العلمية على التنبؤ ، ولعل هذه السمة من اهم سماتها وفوائدها في البنية المعرفية العلمية ، فالتنبؤ العلمي يسهم بلا شك في توجيه البحث العلمي نحو اكتشاف موضوعات ذات علاقة بالنظرية العلمية .