

الطرائق العلمية Scientific Methods

الأهداف

- تحديد خطوات الطريقة العلمية.
- تقارن بين أنواع البيانات.
- تحديد أنواع المتغيرات
- تصف الفرق بين النظرية والقانون العلمي.

الفكرة الرئيسة يتبع العلماء الطريقة العلمية لطرح أسئلة، واقتراح إجابات لها، واختبارها، وتقويم نتائج الاختبارات.

الربط مع الحياة ماذا تفعل إذا أردت أن تقوم برحلة طويلة؟ هل تأخذ معك جميع ملابسك في حقيبة، أم أنك تخطط لما تلبسه؟ إن إعداد خطة هو الأفضل عمومًا. وكذلك يطور العلماء خططًا تساعدهم على استقصاء العالم.

الطريقة النظامية في البحث A Systematic Approach

ربما قمت بإجراء تجربة مخبرية مع زملائك في صفوف سابقة. لذلك أنت تعرف أن كل فرد في المجموعة قد يكون لديه فكرة مختلفة عن طريقة إجراء التجربة. هذا الاختلاف في الآراء يعد من فوائد العمل الجماعي. إن تبادل الأفكار بفاعلية بين أفراد المجموعة وربط المشاركات الفردية معًا لإيجاد حل يتطلب بذل جهد في العمل الجماعي.

يقوم العلماء بعملهم بطرائق متشابهة؛ فكل عالم يحاول فهم عالمه بناءً على رؤية فردية وإبداع ذاتي، وغالبًا ما يستخلص أعمال عدة علماء للوصول إلى فهم جديد للموضوع. لذا قد يكون من المفيد أن يستعمل العلماء خطوات موحدة لتنفيذ تجاربهم.

الطريقة العلمية طريقة منظمة تستعمل في الدراسات العلمية، سواء أكانت كيميائية أو حيوية أو فيزيائية أو غير ذلك. يتبع العلماء الطريقة العلمية لحل المشكلات، وللتحقق من عمل العلماء الآخرين. وبين الشكل 9-1 نظرة عامة لخطوات الطريقة العلمية. ولا يقصد بهذه الخطوات أن تنفذ بالترتيب. لذا يجنب على العلماء أن يصفوا طرائقهم عند عرض نتائج أبحاثهم. وإذا لم يستطع العلماء الآخرون تأكيد النتائج باتباع الخطوات نفسها فإن هناك شكًا في صدق النتائج.

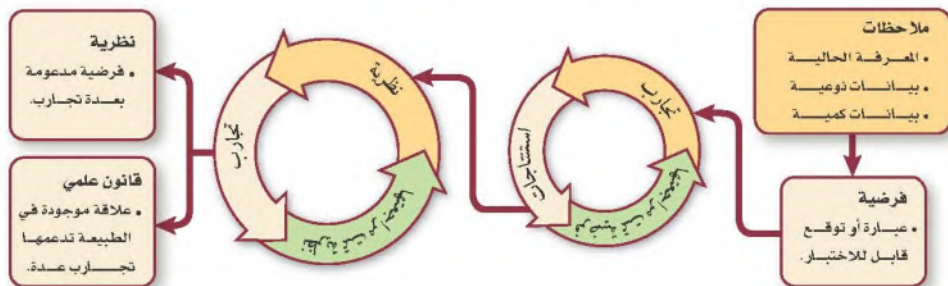
مراجعة المفردات

الطريقة النظامية: أسلوب منظم لحل المشكلات.

المفردات الجديدة

- الطريقة العلمية
- البيانات النوعية
- البيانات الكمية
- الفرضية
- التجربة
- المتغير المستقل
- المتغير التابع
- الضابط
- الاستنتاج
- النظرية
- القانون العلمي

الشكل 9-1 تكرر خطوات الطريقة العلمية إلى أن تدعم الفرضية أو تلغىها.



تجربة

تطوير مهارات الملاحظة

6. ضع قطرة واحدة من كل نوع من أربعة أنواع من ملونات الطعام في أربعة أماكن على سطح الحليب. لا تضع أي قطرة ملون في مركز الطبق.
7. كرر الخطوات 3 و 4.

لماذا تعد مهارات الملاحظة مهمة في الكيمياء؟ تستعمل الملاحظات عادة للوصول إلى استنتاجات. الاستنتاج تفسير أو توضيح للملاحظة.

التحليل

1. صف ما شاهدته في الخطوة 4.
2. صف ما شاهدته في الخطوة 7.
3. استنتج الزيت والدهن في الحليب والشحم يتنميان إلى فئة من المواد تسمى "ليبيدات". ماذا تستنتج عند إضافة المنظف إلى صحن الماء؟
4. **فسّر.** لماذا كانت مهارات الملاحظة مهمة في هذه التجربة؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين.
2. أضف ماء إلى طبق بترتي حتى ارتفاع 0.5 cm، ثم استعمل مخبراً مدرجاً لقياس 1ml من زيت نباتي، وأضفه إلى الطبق.
3. اغمس رأس عود أسنان في سائل تنظيف الأواني.
4. اجعل رأس العود يلامس الماء في مركز الطبق، وسجل ملاحظتك.
5. أضف حليلاً كامل النسم إلى طبق بترتي آخر حتى ارتفاع 0.5 cm.

الشكل 10-1 البيانات الكمية معلومات رقمية. أما البيانات النوعية فهي ملاحظات توصف باستعمال الحواس. **عين** البيانات الكمية والنوعية في الصورة.

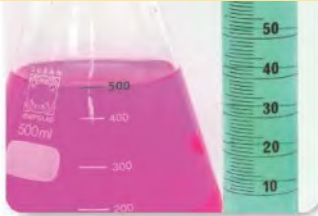
الملاحظة تبدأ الدراسة العلمية عادة بملاحظة بسيطة. والملاحظة عملية جمع معلومات. وغالباً ما تكون الملاحظات الأولية التي يقوم بها العلماء بيانات نوعية (معلومات تصف اللون أو الرائحة أو الشكل أو بعض الخواص الفيزيائية الأخرى). وعموماً فإن كل شيء يتصل بالحواس الخمس هو نوعي، مثل: كيف يبدو شيء ما؟ ما ملمسه؟ ما طعمه؟ ما رائحته؟

يجمع الكيميائيون عادة نوعاً آخر من البيانات؛ فقد يقسرون درجة الحرارة أو الضغط، أو الحجم، أو كمية المادة الناتجة عن التفاعل. هذه المعلومات الرقمية تسمى **البيانات كمية**، وهي تبين سرعة الشيء، أو طوله أو حجمه. ما البيانات الكمية والبيانات النوعية التي تستطيع جمعها من الشكل 10-1؟

الفرضية تذكر ما درست عن قصة المادتين في القسم 1-1. اكتشف الكيميائيان مولينا ورولاندر وجود مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs قبل أن تبين البيانات الكمية تناقص مستوى غاز الأوزون في الستراتوسفير. وقد تولد لديها فضول لمعرفة مدة بقاء CFCs في الجو، فقاما بفحص التفاعلات التي يمكن أن تجري بين المواد الكيميائية المختلفة في الجو، لقد اكتشف مولينا ورولاندر أن مركبات CFCs تبقى ثابتة في الجو لفترة طويلة، لكنها عرفا أن هذه المواد تصعد إلى طبقات الجو العليا، فوضعوا فرضية تنص على أن هذه المركبات تتحلل نتيجة التفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس. كما وضعوا فرضية أخرى تنص على أن الكلور الناتج عن هذا التفاعل يحطم جزيء الفرضية عبارة عن تفسير مؤقت لظاهرة ما أو حدث تمت ملاحظته.

الفرضيات ليست حقائق مثبتة، وإنما هي تخمينات ذكية قابلة للتغيير عندما تتوافر بيانات أو أدلة جديدة.

✓ **ماذا قرأت؟ استنتج لماذا تكون الفرضية مؤقتة؟**



التجارب لا معنى للفرضية ما لم يكن هناك بيانات تدعمها. وهكذا فإن وضع الفرضية يساعد العالم على التركيز على الخطوة الآتية في الطريقة العلمية. التجربة مجموعة من المشاهدات المضبوطة التي تختبر الفرضية. وعلى العلماء أن يصمموا بعناية تجربة أو أكثر وينفذوها من أجل اختبار المتغيرات. والمتغير كمية أو حالة قد يكون لها أكثر من قيمة واحدة.

افترض أن معلم الكيمياء طلب إلى طلاب صفك استعمال المواد الموجودة في الشكل 1-11 لتصميم تجربة لاختبار الفرضية القائلة إن ملح الطعام يذوب في الماء الساخن أسرع من ذوبان في الماء الذي درجة حرارته تساوي درجة حرارة الغرفة (20°C).

ولأن درجة الحرارة هي المتغير الذي تخطط لتغييره فهي متغير مستقل. فإذا وجدت مجموعتك أن كمية من الملح تذوب تمامًا خلال دقيقة واحدة عند 40°C ، فإن الكمية نفسها تحتاج إلى 3 دقائق لتذوب تمامًا عند درجة 20°C ؛ وذلك لأن درجة الحرارة تؤثر في سرعة ذوبان الملح. وتسمى سرعة الذوبان هذه متغيرًا تابعًا؛ لأن قيمتها تتغير تبعًا لتغير المتغير المستقل. ورغم أن مجموعتك تستطيع تحديد الكيفية التي تغير بها المتغير المستقل إلا أنها لا تستطيع التحكم في الكيفية التي يتغير بها المتغير التابع.

✓ **ماذا قرأت؟** وضح الفرق بين المتغير المستقل والمتغير التابع.



الشكل 1-11 هذه المواد يمكن أن تستعمل لقياس أثر درجة الحرارة في سرعة ذوبان ملح الطعام.

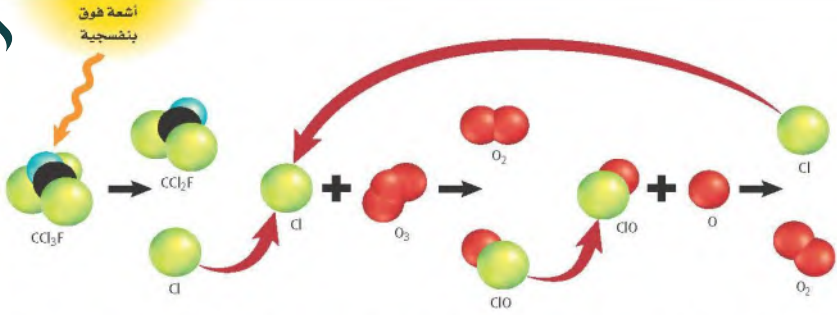
المتغيرات المستقلة هي المتغيرات التي تتغير في أثناء التجربة. أما المتغيرات التابعة فهي التي تتغير تبعًا لتغير المتغير المستقل

الوحيد الذي يُسمح بتغييره في التجربة المخطط لها جيدًا. أما العامل الثابت فلا يسمح بتغييره في أثناء التجربة. ولذلك فإن كمية الملح وكمية الماء وتحريك المزيج يجب أن تبقى ثابتة عند أي درجة حرارة. من المهم وجود ضابط للمقارنة في كثير من التجارب. ففي التجربة السابقة يعد الماء عند درجة حرارة الغرفة هو الضابط. ويبين الشكل 1-12 ضابطًا من نوع آخر؛ فقد أضيف كاشف كيميائي إلى كل من الأنابيب الثلاثة، وهناك محلول حمضي في الأنبوب الموجود عن اليسار، لذا تحوّل لون الكاشف فيه إلى الأحمر. أما الأنبوب الأوسط فيحتوي على ماء، ولون الكاشف فيه أصفر. وأما الأنبوب الأيمن فيحتوي على محلول قاعدي، وتحوّل لون الكاشف فيه إلى أزرق.



الشكل 1-12 لأن حموضة المحاليل في هذه الأنابيب معروفة فمن الممكن أن تستعمل بوصفها ضوابط في تجربة ما. **استنتج** إذا أضيف كاشف كيميائي إلى محلول مجهول الحموضة فكيف تحدد ما إذا كان المحلول حمضيًا أو متعادلاً أو قاعديًا؟

بمقارنة التغير في لون المحلول المجهول بألوان الأنابيب الضابطة



تنبأ نموذج مولينا ورولاندا أن الأشعة فوق البنفسجية تجعل الكلور Cl ينفصل عن CCl_2F أحد مركبات CFCs.

ثم يقوم الكلور بتدمير غاز الأوزون بالاتحاد معه وتكوين غاز الأوكسجين O_2 وأول أكسيد الكلور ClO .

تتحد ذرة أكسجين O مع أول أكسيد الكلور ClO ليكوّن غاز الأوكسجين O_2 والكلور Cl . ثم يتحد الكلور الحر مع جزيء غاز أوزون آخر، وتتكرر العملية.

الشكل 1-13 يبين نموذج مولينا ورولاندا كيف تدمر مركبات CFCs غاز الأوزون.

ضبط المتغيرات التفاعلات الموصوفة أعلاه بين CFCs وغاز الأوزون في نموذج مولينا ورولاندا تضم عدة متغيرات. فعلى سبيل المثال، هناك غازات أخرى غير غاز الأوزون في الستراتوسفير. لذا فإن من الصعب تحديد ما إذا كان أحد هذه الغازات أو كلها تسبب تناقص غاز الأوزون. كما أن الرياح وتغيّر الأشعة فوق البنفسجية قد يغيّران من نتائج أي تجربة في أي وقت، مما يجعل المقارنة صعبة. وقد يكون من الأسهل أحياناً محاكاة الظروف مختبرياً، بحيث يمكن ضبط المتغيرات بسهولة.

الاستنتاج يمكن أن تظهر التجربة قدرًا كبيرًا من البيانات، وهذه البيانات يأخذها العلماء عادة، ويحلونها، ويقارنونها بالفرضية للتوصل إلى استنتاج. والاستنتاج حكم قائم على المعلومات التي يتم الحصول عليها. نحن لا نستطيع إثبات فرضية ما. ولهذا عندما تؤيد البيانات الفرضية فإن ذلك يشير فقط إلى أن الفرضية قد تكون صحيحة. وإذا جاءت بعد ذلك بيانات لا تدعم الفرضية فعلىنا رفض الفرضية أو تعديلها.

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

وضع مولينا ورولاندا فرضية عن ثبات مركبات CFCs في طبقة الستراتوسفير، وجمعا بيانات تؤيد فرضيتهما، كما طوروا نموذجًا يقوم فيه الكلور الناتج عن تفكك CFCs بالتفاعل مرة بعد أخرى مع غاز الأوزون.

كما أنه يمكن اختبار النموذج واستعماله في القيام بتوقعات. فقد توقع نموذج مولينا ورولاندا تكوّن الكلور وتناقص غاز الأوزون، كما هو مبين في الشكل 1-13. كما وجدت مجموعة بحثية أخرى دليلاً على تفاعل غاز الأوزون والكلور عندما قامت بإجراء قياسات في طبقة الستراتوسفير. لكن هذه المجموعة لم تعرف مصدر الكلور. لقد توقع مولينا ورولاندا في نموذجهما مصدر الكلور، وتوصلنا إلى استنتاج أن غاز الأوزون في الستراتوسفير يمكن أن يتحطم بفعل مركبات CFCs، وكان لديهم دعم كافٍ لفرضيتهما مكنهما من نشر اكتشافهما، ففازا بجائزة نوبل عام 1995م.



الشكل 14-1 ينطبق قانون نيوتن للجاذبية على كل قفزة من قفزات هؤلاء المظليين مهما تعددت.

النظرية والقانون العلمي Theory and Scientific Law

النظرية تفسر لظاهرة طبيعية بناءً على مشاهدات واستقصاءات مع مرور الزمن. ولعلك سمعت عن نظرية أينشتاين في النسبية، أو عن النظرية الذرية. تصف النظرية عمومًا مبدأ رئيسًا في الطبيعة تم دعمه مع مرور الزمن. ولكن النظريات كلها تبقى عرضة للبحث، وقد يتم تعديلها. كما أن النظريات تؤدي غالبًا إلى استنتاجات جديدة. وتعد النظرية ناجحة إذا أمكن استعمالها للقيام بتوقعات صحيحة.

يتوصل عدد من العلماء أحيانًا إلى الاستنتاجات نفسها عن بعض العلاقات في الطبيعة، ولا يجدون أي استثناءات لهذه العلاقات. أنت تعرف مثلًا أنه مهما كان عدد مرات قفز المظليين، الماء يتكاثف عند 100°C. أنت تعرف مثلًا أنه مهما كان عدد مرات قفز

المتغير المستقل درجة الحرارة، والمتغير التابع حجم البالون؛ كمية الهواء في البالون؛ بالون مماثل محفوظ في درجة الحرارة العادية. عدة تجارب. وعلى العلماء أن يطوروا فرضيات وتجارب أخرى لتفسير وجود هذه العلاقات.

تختلف طبيعة الأبحاث كثيرًا، ولذا فإن خطوات تنفيذها تختلف أيضًا

مجموعة عملية
التقنيات المختبرية
والسلامة في المختبر
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة هون

التقويم 3-1

الخلاصة

نوعي، سائل ذو لون فضي؛

كمي، 0 ml

يسمى قانون شارل لأنه يصف

ظاهرة تحدث باستمرار.

توقعت نماذجهم بأن ازدياد تركيز

مركبات CFC يؤدي إلى تناقص

مستوى الأوزون

15. العنونة ▶ البريئة فسر لماذا لا يستعمل العلماء مجموعة محددة من الخطوات

في كل بحث يقومون به؟

16. فرق أعط مثالًا على بيانات كمية وآخر على بيانات نوعية.

17. قومُ طُلب إليك أن تدرس أثر درجة الحرارة في حجم بالون، فوجدت أن حجم البالون يزداد عند تسخينه. ما المتغير المستقل؟ وما المتغير التابع؟ وما العامل الذي بقي ثابتًا؟ وما الضابط الذي ستقارن به؟

18. ميز ووصف العالم شارل العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لجميع الغازات عند ضغط ثابت. هل نسمي هذه العلاقة قانون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟

19. فسر النماذج العلمية الجيدة يمكن فحصها واستعمالها للقيام بتوقعات. ماذا توقع نموذج مولينا ورولاندي عن كمية غاز الأوزون في الجو عند ازدياد كمية CFCs؟