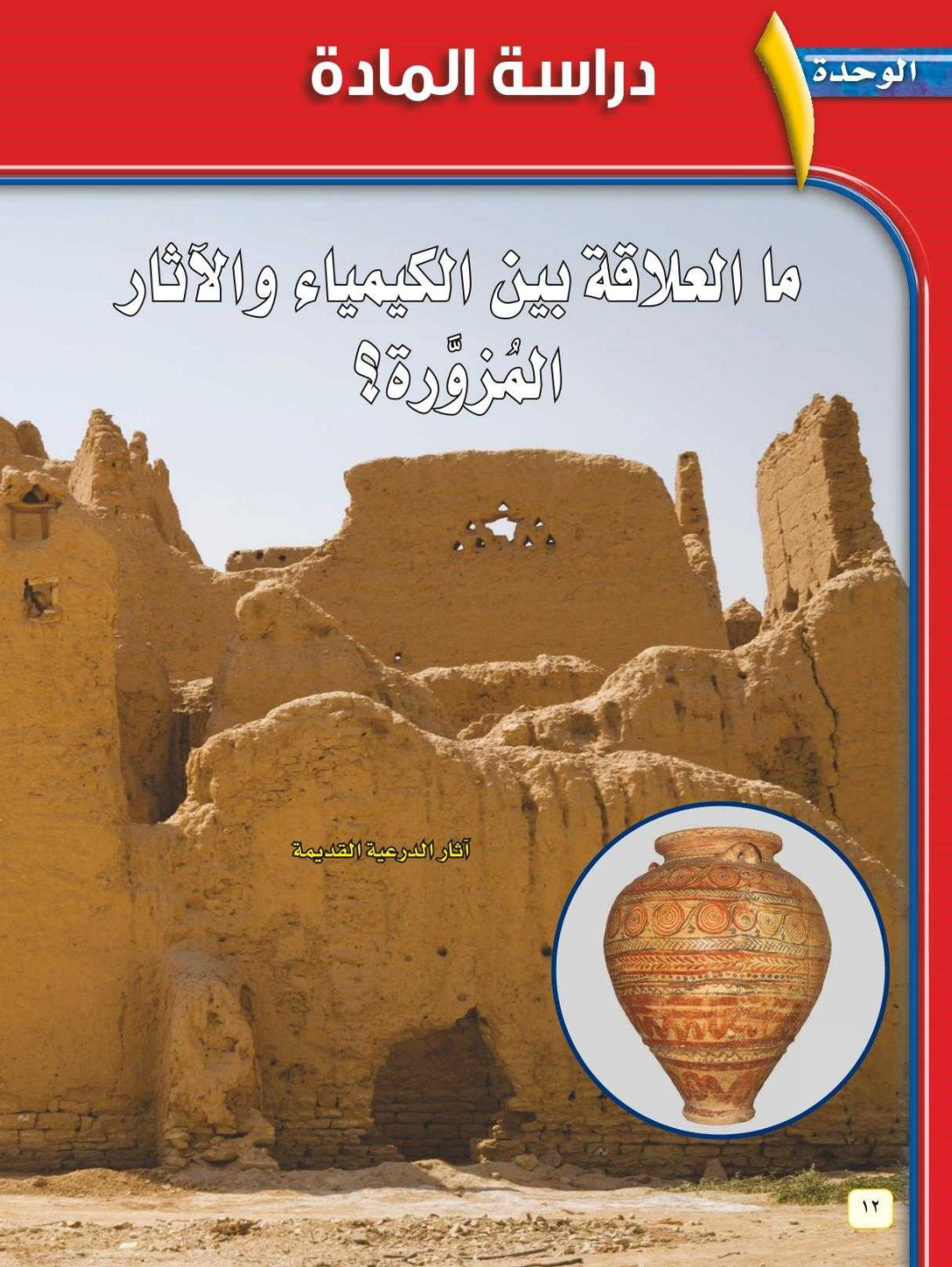
ما العلاقة بين الكيمياء والآثار المُزوَّرة؟



آثار الدرعية القديمة

يحاول الكثير من ضعاف النفوس تزوير (تزييف) العديد من الآثار لبيعها على أنها أصلية، حيث يستخدم هؤلاء مواد شبيهة بالمواد الأصلية، ويتم تقليد شكلها بأسلوب دقيق بحيث لا يميّزها عن القطع الأصلية إلا الخبراء الأكْفاء. ويستخدم الخبراء وعلماء الآثار طرقًا عدَّة لتمييز القطع الأثرية الحقيقية من المزيفة. ومن ذلك استخدام طرق التأريخ الإشعاعي وخصوصًا استخدام عنصر الكربون ١٤ لتحديد عمر القطعة الأثرية. كما يستعان بمجاهر حديثة لدراسة نمط التركيب الكيميائي والتركيب الجزيئي للمادة المكونة للقطع الأثرية، حيث يتغيران مع مرور الزمن، ويختلف التركيب الكيميائي من مادة إلى أخرى. ومع أن العديد من المزورين يستخدمون المواد الخام نفسها ويحاولون تغيير خصائصها الكيميائية الناتجة عن التقادم في الزمن، فإن العلماء يمكنهم تمييز القطع الأصلية باستخدام الفحص المجهري.

- التاريخ: ابحث في إسهامات الكيميائيين في تعرُّف خصائص الأحماض والقواعد.
- التقنية: صمم لوحة جدارية تمثل الذائبية، واستفد من معلومات اللوحة في التعليم والمراجعة.
- النماذج: جهز سلطة من أربعة عناصر أو أكثر، توضح من خلالها ما تعلمته في الوحدة حول مفاهيم المادة، والمخاليط والذائبية.

البحث عبر الشبكة الإلكترونية

طبيعة العلم: ابحث في الشبكة الإلكترونية عن مواقع توضح دور التقنيات الحديثة -ومنها الكمبيوتر والرادار- في الاكتشافات الأثرية.

لقد ساهم العلم الحديث في اكتشاف العديد من التقنيات الحديثة التي تمكننا من التعرف علي مكونات الأثر، ونسبها ونواتج التلف وذلك بأخذ جزء صغير جداً من الأثر كعينة لا تتجاوز العديد من المليجرامات في بعض التقنيات ومنها تحليل العينة باستخدام حيود الأشعة السينية والفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني كما يقوم علماء الآثار بجمع البيانات المختلفة عن المواقع الأثرية وإحداثيات المواقع عن طريق الكمبيوتر

الفصل ١

طبيعة العلم

الفكرة العامة

العلم طريقة لفهم العالم من حولنا.

الدرس الأول

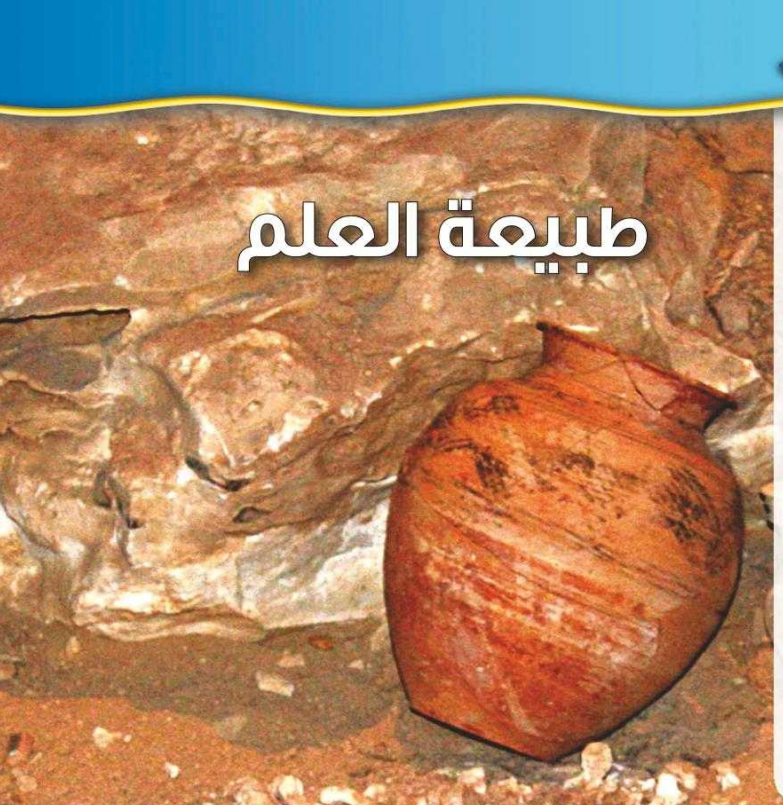
أسلوب العلم

الفكرة الرئيسة: بالعلم نتعرف الحضارات القديمة.

الدرس الثاني

حل المشكلات بطريقة علمية

الفكرة الرئيسة: لابد من إجراء خطوات محددة لحل أي مشكلة بطريقة علمية.



كيف يعيشون؟

عثر الباحثون في أثناء التنقيب في أحد الكهوف على بقايا بشرية، وقدّروا أنها ترجع إلى ما قبل ٢٠٠٠٠٠ سنة.

دفتر العلوم اختر أيًّا من المصنوعات اليدوية البشرية التي تم اكتشافها في بلادك أو في بلاد أخرى، واكتب عنها.

تم العثور على كثير من الأعمال اليدوية للفراعنة أثناء اكتشاف العديد من المقابر الفرعونية القديمة فوجدوا الأواني والمشغولات الذهبية وكذلك الأثاث وامتازت المشغولات الذهبية عند الفراعنة بالجمال والدقة الفائقين والتي تبهر كل من رآها ومنها قناع توت عنخ آمون وكرسي العرش الذي يدل على المهارة العالية عند قدماء المصريين.

نشاطات تمهيدية

نموذج تنقيب عن الآثار

تحتاج عمليات استكشاف آثار الإنسان منذ القدم، ومنها الأدوات التي كان يستعملها، إلى الكثير من الوقت والجهد، وإلى العناية الفائقة من أجل الحفاظ عليها من الكسر أو التدمير.

١. أحضر كعكة مصنوعة من الشوفان، وفيها قطع من الجوز، وحبات الزبيب، أو أي فواكه أو مكسرات أخرى.

٢. ضع الكعكة على صينية كبيرة مفروشة بمنشفة ورقية.

٣. حاول استخراج حبات الزبيب وقطع الجوز أو المكسرات بعناية دون أن تتلف الكعكة، مستعينًا بأدوات دقيقة من مختبر العلوم.

٤. ثم اغسل يديك بالماء والصابون.

٥. **التفكير الناقد** اكتب في دفتر العلوم عبارات تقارن فيها بين استخراج حبات الزبيب من الكعكة، واستخراج العظام والبقايا الفخارية من تربة الأرض.

كلاً من حبات الزبيب والعظام والبقايا الفخارية يحتاج استخراجها إلى الدقة؛ لتجنب إتلافها أو تدميرها.

المطويات

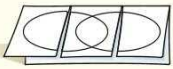
منظمات الأفكار

العلم والتقنية اعمل المطوية التالية لتساعدك على معرفة الفرق بين العلم والتقنية.

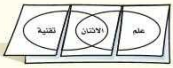
الخطوة ١ اطو ورقة طوليًّا.

الخطوة ٢ اطوها لتعمل ثلاثة أقسام.

الخطوة ٣ افتح الورقة على استقامتها، وارسم شكلين بيضيَّين متداخلين، ثم قصّ عند طولي الطيتين في نصف الورقة العلوي.



الخطوة ٤ اكتب كما هو مبين أدناه.



اقرأ واكتب دوّن ما لاحظته في أثناء قراءتك هذا الفصل ما يخص العلم وما يخص التقنية وما يشتركان فيه معًا، كلاً في مكانه المناسب.

أتهيأ للقراءة

نظرة عامة

١ **أتعلّم** لكي يسهل عليك استيعاب الأفكار والعلاقات التي ترد في النص، اتبع الخطوات التالية:

١. انظر إلى عنوان النص والرسوم التوضيحية الواردة.
٢. اقرأ العناوين الرئيسة والفرعية والكلمات المكتوبة بالخط الداكن.
٣. ألقِ نظرة سريعة على النص لتعرف كيفية تنظيمه، وتقسيمه إلى أجزاء.
٤. انظر إلى الصور والرسوم والأشكال والخرائط، واقرأ العناوين والتفاصيل المرافقة لها.
٥. حدّد الهدف من دراستك، هل تقرأ لتتعلم مادة علمية جديدة أم للبحث عن معلومات محددة؟

٢ **أتدرب** بعد قراءة سريعة للفصل، ناقش زميلك في جزء منه جذَب انتباهك. تصفَّح مع زميلك العناوين الرئيسة والفرعية جميعها، وأجب عن الأسئلة التالية:

- أي أجزاء الفصل كان أكثر إمتاعًا لك؟
- هل هناك أي كلمة في العناوين غير مألوفة لديك؟
- اختر أحد أسئلة المراجعة، وناقشه مع زميلك.

٣ **أطبّق** بعد تصفحك الفصل اكتب فقرة قصيرة تصف فيها شيئًا تودّ تعلمه.

إرشـــاد

عند إلقائك نظرة عامة على الفصل تأكد من اطلاعك على كافة الرسوم والجداول.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يلي:

١ **قبل قراءة الفصل** أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

- اكتب (م) إذا كنت موافقًا على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

٢ **بعد قراءة الفصل** ارجع إلى هذه الصفحة لترى ما إذا كنت قد غيّرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة في أثناء دراستك.

قبل القراءة م أوغ	العبارة	بعد القراءة م أوغ
	١. يدرس علم الآثار عمليات الأرض.	
	٢. الجيولوجيا: علم يدرس الأدوات والتراث الثقافي للإنسان.	
	٣. كثير من الأماكن الأثرية تم العثور عليها دون قصد أو تخطيط.	
	٤. التقنية: استعمال المعرفة العلمية للحصول على منتجات وأدوات جديدة.	
	٥. القوانين العلمية هي الخطوات المتتابعة المستعملة في حل المشكلات العلمية.	
	٦. قد تتغير خطوات الطريقة العلمية، من حالة إلى حالة، وقد يتغير تسلسلها.	
	٧. نادرًا ما يكون إدراك المشكلة وتحديدها ضروريًّا عند اتباع الطريقة العلمية.	
	٨. الفرضية عبارة يمكن اختبارها.	
	٩. المتغيرات: عوامل تظل ثابتة في التجربة.	
	١٠. من المهم تثبيت كل العوامل في التجربة إلا العامل الذي تود اختباره.	

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

أسلوب العلم

في هذا الدرس

الأهداف

- توضح مفهوم علم الآثار.
- تقارن بين العلم والتقنية.

الأهمية

للعلم والتقنية أهمية كبيرة في عالمنا، ولكل منهما دور في حياتنا اليومية.

مراجعة المفردات

القطع الأثرية: أشياء صنعها الإنسان قديمًا ولها أهمية تاريخية وثقافية، ومنها الأدوات والأسلحة.

المفردات الجديدة

- العلم
- التقنية

الكنز المدفون

صحب المعلم الطلاب في رحلة لمشاهدة عملية تنقيب عن الآثار في مكان صحراوي خارج المدينة، وقد شاهدوا عملية استخراج قطع فخار لوعاء قديم محطم، **الشكل ١**.

الشكل ١ يمكن معرفة الكثير عن الحضارات القديمة من الآثار التي خلّفوها.

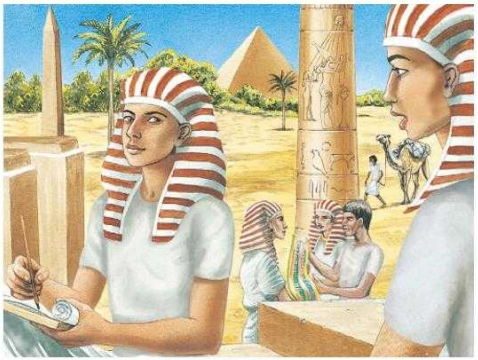
وبعد أن شاهد الطلاب الحفريات جرى نقاش بينهم وبين الأثريين؛ حيث توقع أحدهم العثور على المزيد من قطع الفخار المطمورة في هذا المكان. ورجح آخر أن ما عثروا عليه ليس مجرد قطع من إناء فخاري مطمور منذ عهد قريب، بل هو بقايا قطع فنية أثرية قديمة جدًّا.

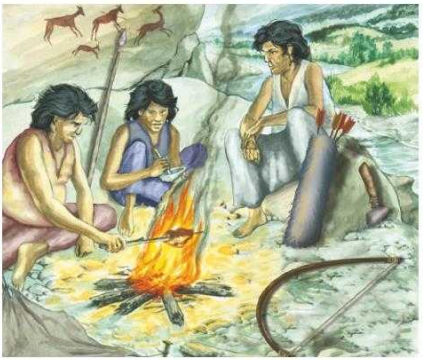
وعند عودة الطلاب إلى المدرسة جرى نقاش وحوار بينهم، خلصوا منه إلى أن العلم هو وسيلتهم لفهم كل ذلك. **العلم** Science أسلوب دقيق لفهم العالم من حولنا.

علم الآثار

ولمعرفة المزيد عن هذه القطع الفخارية وما إذا كانت قد طمرت من سنوات قليلة أم أنها آثار قديمة لها أهمية تاريخية أو ثقافية تستحق الاهتمام، دعت المدرسة أحد علماء الآثار المعروفين لكي يلتقي الطلاب، ويجيبهم عن التساؤلات التالية: ما نوع قطعة الفخار؟ ومتى وجدت؟ وكيف استعملت؟

ولم يكتف الطلاب بذلك، بل واصلوا بحثهم عبر مطالعتهم كتب علم الآثار القديمة وغيرها من المراجع والموسوعات العلمية.





توصل الطلاب من خلال بحثهم إلى أن علم الآثار هو العلم الذي يدرس الأدوات وما خلفته حضارات الإنسان. وينقسم علم الآثار إلى قسمين رئيسين، كما يوضح **الشكل ٢**، أحدهما يهتم بدراسة الإنسان الذي عاش قديمًا في فترة ما قبل تدوين التاريخ. أما الفرع الآخر فيركز على دراسة الحضارات التي ظهرت ونمت من بداية تدوين التاريخ. اكتشف الطلاب من خلال البحث أيضًا أن الفترة الزمنية التي يدرسها علم الآثار تقدر بثلاثة ملايين سنة.

ماذا قرأت؟ ما الفرعان الأساسيان لعلم الآثار؟

الفرع الأول يدرس حياة القدماء الذين عاشوا قديماً والفرع الثاني يدرس الحضارات التي نمت وتطورت من بداية تدوين التاريخ.

التقنية عرف الطلاب أن **للتقنية** Technology – وهي استعمال المعرفة العلمية للحصول على منتجات وأدوات جديدة – أهمية كبيرة في دراسة الآثار، وأن جهاز الحاسوب وآلات التصوير والرادار وغيرها أدوات مهمة في دراسة المناطق الأثرية. **الشكل ٣**.

قبل البدء في عمليات الحفر والتنقيب، ولمعرفة ما إذا كانت منطقة ما ذات أهمية أثرية يستفيد الباحثون من تقنية الرادار لإجراء بحث في المنطقة للكشف عما في باطنها، كما قد يتطلب الأمر دراسة جيولوجية المنطقة. ويختص علم الجيولوجيا بدراسة الأرض؛ من حيث تركيبها، والعمليات الطبيعية التي تحدث فيها، وكيفية تكونها، ولهذا لابد من استشارة جيولوجي عند دراسة المنطقة.

الشكل٢ فرعا علم الآثار؛ أحدهما يبحث في الناس الذين عاشوا قديمًا، ويبحث الثاني في الحضارات الإنسانية مثل الحضارة الفرعونية.
استنتج ماذا نتعرف من التاريخ المدون باللغة الهيروغليفية في الرسومات الصخرية.

نتعرف من التاريخ المدون باللغة الهيروغليفية تاريخ الحضارات الإنسانية القديمة وكيف كان يعيش الإنسان قديماً.

الشكل٣ الحاسوب والرادار من التقنيات المستعملة في التنقيب عن الآثار وأبحاثها العلمية.
اذكر ثلاث تقنيات أخرى.

مشغلات الأقراص المدمجة، والأجهزة الطبية، والمجهر.

العمل في فريق بعد كل هذه المشاهدات والمناقشات والقراءات، عاد الطلاب مع معلمهم إلى مكان الحفريات ومعهم عالم الآثار.

فحص عالم الآثار قطعة الفخار، ثم قرّر أنها قديمة جدًّا، وذات أهمية تاريخية. وبناءً على ذلك، تم اعتبار المكان موقعًا أثريًّا، واستمرت فيه عمليات البحث والتنقيب عن المزيد من الآثار.

عمليات الحفر والتنقيب بدأت عمليات الاستكشاف والبحث والتنقيب، وجرت عمليات مسح باستعمال الرادار. شارك بعض الطلاب في عمليات الحفر تحت إشراف علماء الآثار ليتعرّفوا جانبًا من تاريخ بلادهم، **الشكل ٤**. قبل نقل القطع الأثرية التي تم العثور عليها في الموقع، قام الفريق بتصويرها، أو عمل رسوم لها. تستعمل الصور والرسوم في عمل خرائط توضح الموقع الدقيق لكل قطعة أثرية قبل نقلها، كما تستعمل الخرائط في تحديد الانتشار الأفقي والعمودي للقطع الأثرية في موقع التنقيب.

العمل المختبري تم ترقيم القطع وكتابة مواقعها الأصلية واتجاهها ثم نقلت بكل حرص وعناية إلى المختبر، حيث تم تنظيفها، والشروع في إجراء الدراسات والتحاليل الكيميائية للتوصل إلى العمر التقريبي لها.

ويعد موقع الربذة الأثري بمنطقة المدينة المنورة من أهم وأقدم المواقع التي عثر فيها على آثار للإنسان؛ حيث أثبتت الدراسات والتنقيبات التي قامت بها إحدى فرق البحث والتنقيب في المملكة العربية السعودية أن الآثار التي عثر عليها في هذا الموقع تعود إلى حوالي مليون ومئتي ألف سنة!

الشكل ٤ استكشاف المواقع القديمة باستعمال أدوات مختلفة.
وضح أهمية التنقيب في المواقع الأثرية بعناية.

للحفاظ على الآثار من التدمير أو كسرها أو إلحاق أي أذى بها أثناء الحفر فلن يستطيع العلماء ترميمها إذا دمرت.

الرابط مع رؤية ٢٠٣٠
رؤية VISION 2030
المملكة العربية السعودية KINGDOM OF SAUDI ARABIA
مجتمع حيوي.
من أهداف الرؤية:
١٢،٢ المحافظة على تراث المملكة الإسلامي والعربي والوطني والتعريف به.

بحث: اكتب تقريرًا عن أقدم المواقع الأثرية في المملكة العربية السعودية، وأهميتها التاريخية، وكيف تم اكتشافها، واعرض ذلك على زملائك في الصف.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية
ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.

الخلاصة

الكنز المدفون

- العلم طريقة تساعدنا على فهم العالم من حولنا.
- يمكن معرفة الكثير عن الحضارات القديمة من الآثار التي خلفوها.
- يخضع كل اكتشاف للاختبار العلمي للتحقق من صدقه أو صحته.

علم الآثار

- علم الآثار جزء من الدراسات العلمية.
- التقنية تطبيق للمعرفة التي يتوصل إليها العلم.
- العمل الميداني والعمل المختبري كلاهما مهم في الدراسات العلمية.

تطبيق المهارات

٦. قارن بين العلم والتقنية، موضحًا كيف يؤدي التقدم في أحدهما إلى تقدم الآخر؟

العلم: هو أسلوب دقيق لفهم العالم من حولنا.

التقنية: هي توظيف العلم لصنع الأدوات والمنتجات التي يستعملها البشر.

وقد ساهم التقدم العلمي الهائل في الإنجازات التقنية بشكل كبير كما تم توظيف كثير من التقنيات في الأبحاث العلمية مما أثرى العلوم وساهم في تطورها.

اختبر نفسك

١. وضح المقصود بعلم الآثار.

هو علم يدرس بقايا الحضارات القديمة وما تركه أصحاب هذه الحضارات من أشياء.

٢. صف الأشكال الشائعة من التقنية العلمية الحديثة المستخدمة في اكتشاف الآثار.

المجهر والحاسب الآلي والأفوميتر والميزان الرقمي.

٣. فسر لماذا يقوم العلماء بعمل مسح بالرادار لباطن الأرض في المواقع الأثرية قبل مباشرة الحفريات؟

للكشف عما في باطن الأرض دون ضرر أو تدمير للموقع الأثري.

٤. اذكر أمثلة على آثار لحضارات قديمة يدرسها علماء الآثار.

النقوش على الجدران كما في دراسة الحضارة الفرعونية القديمة والأواني والمباني القديمة كالمساجد الأثرية في دراسة الآثار الإسلامية.

٥. التفكير الناقد لماذا تُرسم خرائط المواقع الأثرية القديمة قبل نقل الآثار منها؟

يقوم العلماء بتسجيل الموقع الأصلي للآثار وتحليله لما في ذلك من دراسة للحضارات التي قامت في منطقة ما والتاريخ الثقافي لهذه المنطقة.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

حل المشكلات بطريقة علمية

الطرائق العلمية

اتبعنا في الدرس السابق عدة خطوات لكي نتعرّف قطعة الفخار التي عثر عليها في الحفريات. هل يمكنك ترتيب تلك الخطوات؟ وماذا كانت النتيجة؟ مثل تلك الخطوات التي تتبع في حل المشكلات هي ما يُسمى **الطرائق العلمية** Scientific Methods.

ويوضح **الشكل ٥** الخطوات الأساسية المتبعة عادة في الطرائق العلمية، وإن كان ترتيب هذه الخطوات قد يختلف من حالة إلى أخرى.

ماذا قرأت؟ ما أهمية الطرائق العلمية؟

حل المشاكل التي يتطلب حلها خطوات عدة باتباع نهج منطقي.

الشكل ٥ يوضح الشكل إحدى طرائق حل المشكلة العلمية، أو الإجابة عن سؤال ما.

في هذا الدرس

الأهداف

- **توضح** خطوات الطرائق العلمية.
- **تقارن** بين المتغيرات والثوابت في التجارب العلمية.
- **توضح** كيفية ضبط المتغيرات في أثناء التجربة العلمية.

الأهمية

تساعدنا الطرائق العلمية على حل أنواع مختلفة من المشكلات.

مراجعة المفردات

التحليل: تجزئة الشيء ودراسة محتوياته من أجل التوصل إلى فهم شامل.

المفردات الجديدة

- الطرائق العلمية
- الملاحظة
- الاستنتاج
- الفرضية
- المتغير المستقل
- المتغير التابع
- الثابت
- الضابط

تعرُّف المشكلة

رغم كل ما درسناه في مادة العلوم في السنوات السابقة فإننا لا نزال في حاجة إلى دراسة المزيد لنتعرّف العالم من حولنا.

لقد شاهد أحد الطلاب نباتًا يذبل على شرفة غرفته، فسقاه بالماء، وفي نهاية اليوم لاحظ انتعاش أوراقه، فتوصل إلى أهمية الماء لنموالنبات، فأخذ يسقيه بالماء كل يوم. وبعد عدة أسابيع لاحظ اصفرار الأوراق وتحوّلها إلى اللون البني، فتساءل: لماذا يحدث ذلك للنبات مع أنه يوفِّر له الماء الذي يحتاج إليه؟ لقد حدد الطالب المشكلة، ولكي يحلها وضع خطة يرجع فيها إلى مصادر تزوده بالمعلومات، كما يوضح **الشكل ٦**

ماذا قرأت؟ ما الخطوة الأولى في الطريقة العلمية لحل مشكلة ما؟ **تحديد المشكلة.**

الملاحظة تتضمن **الملاحظة** Observation الحصول على المعلومات باستخدام الحواس، وخصوصًا حواس السمع والبصر واللمس، وتدوينها. لقد لاحظ الطالب سقوط بعض أوراق النبات، وكذلك تغير لون الساق. وبمرور الوقت لاحظ تجمع مادة بيضاء ذات رائحة على التربة بجانب النبات. وعند إدخال إصبعه في التربة وجدها رطبة .

الاستنتاج كثيرًا ما تؤدي الملاحظات إلى **استنتاجات** Inferences. قد يستنتج الطالب مما لاحظه مثلًا أن المبالغة في ريّ النبات هي السبب في ذبوله واصفرار أوراقه.

الشكل ٦ جمع المعلومات من المكتبة أو الإنترنت يسهم في حل المشكلة.
اذكر مصادر معلومات أخرى بالإضافة إلى المكتبة والإنترنت.

إجراء التجارب والمجلات والدوريات ومقابلة الخبراء وفحص العينات.

تجربة عملية حل المشكلة.. بطريقة علمية
ارجع إلى كراسة التجارب العملية

تكوين الفرضيات

بعد تحديد المشكلة، قد يكوِّن العالِمُ فرضية، وقد يطرح سؤالًا محددًا حول هذه المشكلة. والفرضية Hypothesis تخمين علمي عن كيفية ارتباط المتغيرات بعضها مع بعض. ويوضح **الشكل ٨** كيف تبنى الفرضية في ضوء الملاحظات والبحوث والمعرفة السابقة حول المشكلة. ويمكن تكوين أكثر من فرضية للمشكلة الواحدة؛ فقد يضع الطالب ـ بعد ما لاحظه ـ الفرضية التالية: تنمو النبتة أفضل عند ريها بالماء مرة واحدة كل أسبوع.

لا بد من إجراء تجربة لكي تختبر الفرضية؛ ففي حالة ذبول النبات قد نجري التجربة الموضحة في **الشكل ٧**. في مثل هذه التجربة، هناك عامل يتغير باستمرار، وهو عدد مرات ري النبات أسبوعيًّا. ويُسمى هذا العاملُ **المتغيرَ المستقلّ** Independent Variable. أمّا نمو النبات فهو **المتغير التابع** Dependent Variable، وهو المتغير أو الناتج الذي نريد أن نقيسه في التجربة.

ماذا قرأت؟ ما المتغير التابع في التجربة؟ **هو الناتج المراد قياسه في التجربة.**

اختبار الفرضيات

عند اختبار الفرضيات يُراعى ما يلي:

التخطيط للتجربة عند اختبار الفرضيات يتم اختبار متغير واحد وتثبيت العوامل الأخرى دون تغيير. وتسمى هذه العوامل **الثوابت** Constants. وفي تجربة النبات فإن: نوع النبات، وحجمه، ونوع التربة، وكميتها في الأوعية المستخدمة، ومقدار الإضاءة المتوافرة تُعد جميعها ثوابت. وفي بعض التجارب قد يُستعمل أحد العوامل معيارًا للمقارنة ويسمى العامل **الضابط** Control. فإذا أراد الطالب مثلًا أن يدرس مكونات التربة فسوف يحلل عينة منها، ثم يقارن البيانات التي يحصل عليها ببيانات تحليل تربة أخرى معروفة مسبقًا.

إجراء التجربة جمع الطالب المواد التي يحتاج إليها لاختبار فرضيته، ووضع خطة ليتتبعها، واستخدم ثلاثة أصص متماثلة مزروع فيها النوع نفسه من النبات. النبات (أ) تم ريّه مرة واحدة عند بدء التجربة. والنبات (ب) تم ريّه بالماء يوميًّا،

بعد إجراء التجربة — قبل إجراء التجربة

الشكل٧ تأثير الريّ في نموّ النباتات بعد مضي شهر على التجربة –وقد تم تثبيت كل العوامل ماعدا عدد مرات ريّ النبات– أوضحت التجربة تأثير عدد مرات الريّ في نموّ النبات.

الملاحظة والاستنتاج

الخطوات

١. تأمل الشكل أعلاه، وهو جزء من صورة أكبر.

٢. سجِّل في دفتر العلوم كل ما تلاحظه في هذا الشكل.

التحليل

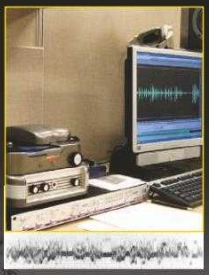
١. ما الذي تستنتجه حين تنظر إلى هذا الشكل؟

٢. قارن استنتاجاتك بالشكل الموجود في "مراجعة الفصل". إلى أي مدى كانت استنتاجاتك صحيحة؟

الفرضية

الشكل ٨

كثيرًا ما يكون تكوين الفرضيات مبنيًّا على ما نلاحظه من أشياء تثير اهتمامنا أو تلفت انتباهنا. ومن ذلك ما حدث لإحدى الباحثات في أثناء ملاحظتها سلوك الفيلة في حديقة الحيوان. لقد شعرت هذه الباحثة بذبذبات مزعجة في الهواء، مما جعلها تفترض أن الفيلة تصدر أصواتًا تحت سمعية (ذات ذبذبات منخفضة لا تلتقطها الأذن البشرية) لكي تتواصل فيما بينها عبر المسافات الطويلة.



١ ولكي تختبر الباحثة فرضيتها استعملت جهازًا ذا مواصفات خاصة لتسجيل وقياس ما قد تصدره الفيلة في حديقة الحيوان من أصوات. وقد أوضحت الذبذبات الإلكترونية التي سجلها الجهاز أنَّ الفيلة تصدر بالفعل أصواتًا ذات تردّدات منخفضة جدًّا.

٢ لاختبار الفرضية بشكل أدق سافرت الباحثة برفقة فريق بحثي إلى إفريقيا، وقامت بتسجيل الذبذبات تحت السمعية التي تصدرها الفيلة في بيئاتها الطبيعية.

٣ عندما قامت الباحثة بتشغيل الجهاز على بعد ميلين من قطيع أفيال لإحداث الذبذبات التي سجلتها سابقًا، لاحظت أن الفيلة نصبت آذانها وسكنت في أماكنها. اختارت الباحثة قطيعًا آخر من الفيلة ليكون مجموعة ضابطة؛ هذه المجموعة لم يتم تعريضها للصوت، وقد لوحظ أنها سلكت سلوكًا عاديًّا، ولم تظهر أي استجابة أو سلوكًا مختلفًا.

هذه النتائج دعمت فرضية الباحثة، وأكدت صحة أن الفيلة تصدر أصواتًا تحت سمعية للتواصل فيما بينها.

أما النبات (ج) فقد رُوي بالماء مرة واحدة أسبوعيًّا.

وصمّم الطالب جدولًا لتسجيل بياناته شمل: رمز كل نبات، وعدد مرات ريّه. ثم بدأ يسجل فيه: طول كل نبتة، ومدى تغير لونها، وعدد الأوراق الساقطة إن وجدت، وذلك طوال فترة التجربة التي استمرت شهرًا كاملًا.

تحليل البيانات

في أي تجربة علمية يتم جمع البيانات، ثم تحليلها. ويختلف نوع البيانات من تجربة إلى أخرى؛ فقد تكون بعض هذه البيانات مقادير كمية، ومنها طول جسم معين، ودرجة حرارة سائل. وبعضها يتم التعبير عنه بمصطلحات، منها: أسرع من، أصغر من، أكثر بياضًا، أشد قساوة.... وهكذا. وعلى مَن ينفذ التجربة أن يسجل هذه البيانات، ويدرسها بدقة قبل أن يستخلص النتائج.

وقد لوحظ في التجربة السابقة أن النبات الذي رُوي مرة واحدة أصاب الذبولُ الشديد جميعَ أوراقه، والنبات الذي رُوي يوميًّا أصاب الذبولُ معظمَ أوراقه. أما النبات الذي كان يُروى أسبوعيًّا فقد نما بصورة جيدة، وكانت أوراقه نضرة خضراء.

استخلاص النتائج ثم التواصل

يتم - بعد تنفيذ التجربة وجمع البيانات وتحليلها - استخلاص النتائج. ففي التجربة السابقة كان ذبول النبات عائدًا إلى عدم ريّه أو إلى المبالغة في ريّه. وهكذا فقد استخلص الطالب من هذه التجربة أن المناسب لنمو هذا النبات بشكل جيد - في ظل هذه الظروف والمعطيات- هو أن يروى مرة واحدة كل أسبوع.

وعندما عرض الطالب نتائج تجربته طلب إليه المعلم أن يعيدها مرة أخرى للتأكد من صحة استنتاجاته. وقد أعاد الطالب التجربة بكل خطواتها، وخرج بالنتائج نفسها، ممّا عزّز ثقته فيها وفي صحتها، وأتاح له أن يقدمها بثقة إلى زملائه في اليوم العلمي؛ لكي يطلعوا عليها، ويعيدوا إجراءها للتأكد من مدى صحتها ودقة نتائجها. وهذه هي مهارة التواصل مع الآخرين التي يمارسها العلماء أيضًا عندما ينشرون نتائج أبحاثهم وتجاربهم على الآخرين في المجلات العلمية المتخصصة؛ للاستفادة منها والبناء عليها.

ويوضح **الجدول (١)** النتائج التي توصل إليها أحد الطلاب عندما أجرى تجربة مشابهة، ويبين توافقها مع نتائج التجربة الأولى.

الجدول ١ : طول النبات (سم)

الأسبوع	النبات أ	النبات ب	النبات ج
١	١٠,٥	١٠,٣	١٠,٨
٢	١٠,٧	١١,٢	١٢,٦
٣	٩,٢	١٢,٠	١٤,٦
٤	٥,١	١٢,٤	١٥,٥

الخلاصة

الطرائق العلمية

- تتضمن الطرائق العلمية خطوات منظمة تُتَّبع أثناء الاستقصاء العلمي.

تعرّف المشكلة وتحديدها

- تحديد المشكلة هو الخطوة الأولى في الاستقصاء العلمي.

تكوين الفرضية

- الفرضية عبارة يمكن اختبارها.
- يتم اختبار الفرضيات بإجراء تجارب يتم تثبيت بعض عواملها، وقياس عوامل أخرى متغيرة.

تحليل البيانات، واستخلاص النتائج، والتواصل

- يتضمن تحليل البيانات إجراء حسابات وإنشاء رسوم بيانية.
- في ضوء تحليل البيانات يتم استخلاص النتائج، ومن ثم التواصل بها مع الآخرين.

تطبيق المهارات

٦. استخدام المتغيرات والضوابط فكر في متغير مستقل آخر يمكن أن يؤثر في نمو النبات الذي خضع للتجربة السابقة في هذا الدرس، وصمّم تجربة لاختبار تأثير هذا المتغير.

المتغير المستقل: هو كمية السماد.
تنمو النباتات بشكل أفضل عند وضع كمية السماد المناسبة للتربة دون زيادة أو نقص.
أحضر ثلاث نباتات من نفس النوع مزروعين في أواني لها نفس الحجم وبها نفس نوع التربة ونفس الكمية.
أضع في الإصيص الأول كمية سماد كبيرة أكبر مما تحتاجه التربة وأضع في الإصيص الثاني كمية سماد أقل مما يحتاجه النبات وأضع في الإصيص الثالث كمية مناسبة من السماد.
أسقي النباتات وأضعها في مكان به ضوء مناسب.
ألاحظ نمو الثلاث نباتات على مدى شهر وأسجل ملاحظاتي.
أجمع البيانات وأحللها ثم أستخلص النتائج.

اختبر نفسك

١. ما الخطوات المتبعة في أي طريقة علمية؟

تحديد المشكلة- تكوين الفرضية – تصميم التجربة – اختبار الفرضية - تسجيل الملاحظات- تحليل النتائج - استخلاص النتائج ثم التواصل.

٢. وضح كيف تختلف الملاحظات عن الاستنتاجات؟

الملاحظات هي: الحصول على معلومات باستخدام الحواس وخاصة حاستي السمع والبصر ثم تدوينها.
أما الاستنتاجات فهي: تعتمد على الملاحظات.

٣. قارن بين العامل الثابت والعامل المتغير في التجربة.

العامل الثابت: هو العامل الذي لا يتغير أثناء التجربة.
العامل المتغير: هو العامل الذي يتغير أثناء التجربة.

٤. قوّم. ما أهمية تكرار إجراء التجربة العلمية؟

للتأكد من صحة النتائج.

٥. التفكير الناقد قال إسحق نيوتن: "لقد رأيت أبعد من غيري لأنني أقف على أكتاف العمالقة من العلماء الذين سبقوني". تُرى، ما الذي كان يعنيه نيوتن بقوله هذا؟

أي أن أفكار نيوتن أعتمدت على ملاحظات وأفكار العلماء السابقين وأنه لابد من التواصل للعلماء للمشاركة في أفكارهم ومناقشتها وبذلك يتقدم العلم.

نمذجة موقع للتنقيب عن الآثار

سؤال من واقع الحياة

يستخدم العلماء غالبًا نماذج لدراسة الأجسام الكبيرة جدًّا أو الصغيرة جدًّا التي يصعب ملاحظتها بصورة مباشرة. في هذه التجربة سوف تصمم مجموعتك نموذجًا لموقع أثري. بعد تغطية الموقع بالرمل ستتبادله مع مجموعة أخرى لكي تنقّب عنه. ستصمم نموذجًا مصغرًا لموقع التنقيب عن الآثار مستخدمًا مواد يمدك بها معلمك. ما الذي يمكن أن تتعلمه من عمليات التنقيب عن الآثار؟ كيف تساعدنا النماذج على تعلم العلوم؟

الأهداف

- تستخدم المهارات وأدوات العالِم في أثناء عمل نموذج لموقع أثري والتنقيب عنه مع الاستعانة بالصبر.

المواد والأدوات

- عيدان خشبية
- نكاشات أسنان
- مجارف بلاستيكية
- فراشي ألوان صغيرة
- أحجار صغيرة
- قطع صغيرة من مناديل ورقية سوداء
- قوالب البناء (ليجو)
- صندوق بلاستيكي شفاف
- مسطرة، قلم رصاص، ورقة
- رمل

إجراءات السلامة

الخطوات

١. احصل على صندوق بلاستيكي شفاف لبناء موقعك فيه.

٢. استخدم مواد يزودك بها معلمك، وابدأ التخطيط لما سيحويه النموذج من بقايا أثرية، وتحديد مواقعها.

٣. في أثناء تصميم الموقع ضع في الاعتبار أنها منطقة عاش فيها ناس يومًا ما. قد ترغب في تضمينها مواد من صنع الإنسان مثل مواقد استخدمت للطبخ، حفرة لوضع النفايات، جدار واق، مصدر مياه، وأدوات أخرى.

٤. ضع المواد الأثرية المختارة في مواقعها، ثم صمم خريطة لموقعك. ارسم خريطة بمقياس رسم محدد يظهر النسبة بين المسافات في الموقع والمسافات في الخريطة.

٥. غطِّ موقعك بالرمل؛ بحيث يمكن لمجموعة أخرى من صفّك أن تقوم بالتنقيب عن القطع الأثرية.

٦. استبدل بنموذجك نموذجًا آخر معدًّا من قبل مجموعة أخرى. احتفظ بخريطة موقعك مؤقتًا.

٧. استخدم فراشي الألوان والمجارف، وابدأ عملية الكشف البطيء للموقع الذي تسلّمته مجموعتك.

٨. في أثناء التنقيب تأكد من دقة تحديد مواقع الأدوات التي تم اكتشافها. ارسم خريطة في أثناء عملية التنقيب بمقياس الرسم نفسه الذي استخدمته المجموعة التي صممت الموقع.

الاستنتاج والتطبيق

١. **قارن** ما مدى تشابه هذه التجربة مع عمليات التنقيب الفعلية عن الآثار؟ هل أثرت إحدى الأدوات المستخدمة تأثيرًا سلبيًّا في عملية التنقيب في الموقع؟ كيف يتجنب علماء الآثار الإضرار بالموقع الأثري أو تدميره؟

إجراء جميع الخطوات المتبعة فى أثناء التنقيب حيث قام الطلاب بتحديد الموقع ثم عمل خريطة تحتوي على الابعاد المختلفة للموقع، كما أنه لا يوجد أي آثار سلبية لأي من الأدوات المستخدمة ولتجنب الأضرار بالموقع يتم اتباع الآتى: التعامل بحرص مع العينات ونقلها بعناية من مكان لآخر واستخدام أدوات مناسبة.

٢. **استنتج** تُرى، كيف يستطيع علماء الآثار تعرف المكتشفات غير المألوفة لهم؟ ما الأدلة التي يستخدمونها؟

وذلك عن طريق العمل المختبرى حيث يتم نقل القطع بكل حرص وعناية إلى المختبر حيث يتم تنظيفها والشروع فى إجراء الدراسات والتحاليل الكيميائية.

٣. **فسر** لماذا أعددت خريطة لموقعك وللموقع الذي نقبت عنه؟ كيف تساعد الخرائط العلماء بعد التنقيب عن المواقع؟

وذلك لأنها تعمل على تحديد مكان القطع الأثرية وتعمل على معرفة أبعادها المختلفة.

٤. **قارن** بين الخريطة التي أعددتها للموقع الذي قمت بالتنقيب فيه وبين الخريطة التي أعدّتها مجموعة الطلبة للموقع نفسه قبل التنقيب؟ فيم يتشابهان، وفيم يختلفان؟ اعمل الشيء نفسه في الخريطة التي قمت بإعدادها لموقعك الأثري الذي قمت بنمذجته.

٥. **حدد** أشياء أخرى يدرسها العلماء باستخدام النماذج. فكّر في مفهوم علمي تعلمته، يدرسه العلماء باستخدام النماذج.

نموذج للجهاز التنفسى والاستعانة به فى شرح عملية التنفس وحركة الحجاب الحاجز فى كلًا من عمليتي الشهيق والزفير.

تواصل

بياناتك

اعمل نسخة مكبرة للخريطة التي قمت بإعدادها في أثناء التنقيب عن نتائج بحثك. اعرض خريطتك على ملصق كما يفعل العلماء.

ابن الهيثم

أرجع إلى بوابة إسهامات العلماء المسلمين لأعرف أكثر عن العالم أبو بكر الرازي.

أحد رواد الطريقة العلمية

ولد الحسن بن الهيثم عام ٣٥٤هـ، وهو أحد العلماء المسلمين الذين قدموا إسهامات كبيرة في علوم الرياضيات والبصريات والفيزياء والتشريح والفلك والهندسة والطب والفلسفة وعلم النفس وغيرها؛ معتمدًا على إجراء التجارب المبنية على الطريقة العلمية، وقد قدم للحضارة الإنسانية عددًا من المؤلفات والاكتشافات العلمية التي أكدها العلم الحديث.

فقد وضح في كتابه (المناظر) أن الإبصار يحدث نتيجة سقوط أشعة صادرة من الجسم المرئي على العين لتؤثر فيها، وليس العكس، كما كان سائدًا قبله. كذلك اقترح نموذج الانكسار الضوئي بشكل يصف العلاقة بين زاوية السقوط وزاوية الانكسار، كما يصفها قانون سنل. ويرى الكثير من المؤرخين أن ابن الهيثم يعدّ رائد المنهجية العلمية الحديثة؛ فقد اعتمد في بحوثه على التجربة والملاحظة بهدف الوصول إلى الحقيقة، وقد وضع طرائق تجريبيةً صارمة لمراقبة التجارب العلمية لاختبار الفرضيات واستقراء النتائج. وقد تميزت أبحاث ابن الهيثم في علم البصريات بالمنهجية العلمية المبنية على استخدام الطريقة العلمية. وقد استندت تجاربه كذلك على الجمع بين الفيزياء الكلاسيكية والرياضيات، واستخدام منهج الاستدلال بنوعيه؛ الاستقرائي والاستنباطي، في مجال البحث العلمي.

بحث: اكتب تقريرًا عن رائد في حقل العلوم أو الدواء كان له دور في جعل حياتنا أفضل، واذكر اسمه، وكيف توصّل إلى اكتشافاته المهمة، واعرض ذلك على زملائك في الصف.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.

دليل مراجعة الفصل ١

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول أسلوب العلم

١. العلم هو أسلوب دقيق لفهم العالم من حولنا. أما التقنية فهي استعمال للمعرفة التي نتوصل إليها عن طريق التفكير العلمي وحل المشكلات للحصول على منتجات وأدوات جديدة. ويستفيد علماء الآثار من العلم والتقنية معًا لدراسة آثار الإنسان الذي عاش قديمًا.

٢. كثيرًا ما يقع الكشف عن المواقع الأثرية دون قصد أو تدبير، وعادة يتم التنقيب ببطء وعناية شديدين؛ حرصًا على الموقع وما فيه من آثار مهمة.

٣. يمكن تقدير أعمار بعض الآثار -ومنها العظام- باستخدام التحليل الكيميائي.

الدرس الثاني حل المشكلات بطريقة علمية

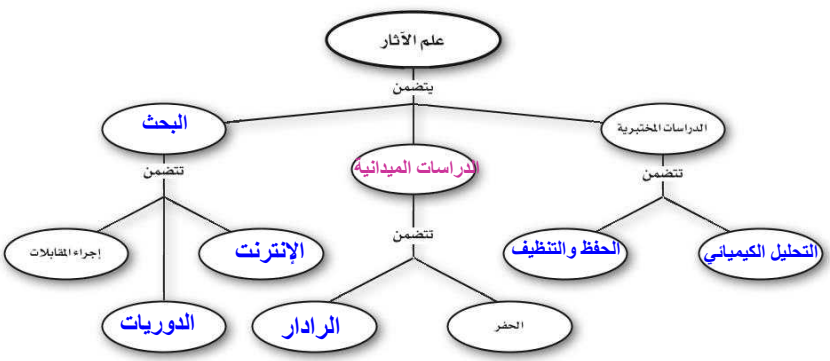
١. تتضمن التجارب العلمية بعض العوامل (أو المتغيرات) التي يتم التعامل معها. المتغير المستقل متغير يقوم الباحث بتغييره. أما المتغيِّر التابع فهو عامل يتغير تبعًا لتغيُّر المتغير المستقل. يغيِّر الباحثُ المتغيرَ المستقل، ويلاحظ مدى تأثيره في المتغير التابع.

٢. الثوابت عوامل لا تتغير في التجربة.

٣. الطريقة العلمية خطوات منظّمة نتبعها في حل المشكلات، وتتضمن تحديد المشكلة، وتكوين الفرضيات واختبارها، ثم تحليل النتائج، والتوصل إلى الاستنتاجات.

تصور الأفكار الرئيسة

أعد رسم المخريطة المفاهيمية التالية، ثم أكملها مستعينًا بالمفردات الآتية: المكتبة، الدراسات الميدانية، الحفظ والتنظيف، البحث، الإنترنت، الرادار، التحليل الكيميائي:



استخدام المفردات

ما المصطلح الذي تصفه كل عبارة مما يلي؟

١. عامل يقوم الباحث بتغييره في التجربة. **المتغير المستقل**

٢. عبارة يمكن فحصها واختبارها. **الفرضية**

٣. أسلوب منظم يتكوَّن من عدة خطوات لحل المشكلات. **الطريقة العلمية**

٤. أسلوب لفهم العالم من حولنا. **العلم**

٥. عامل لا يتغير في أثناء التجربة. **الثابت**

٦. متغير يُقاس في أثناء التجربة. **المتغير التابع**

تثبيت المفاهيم

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

٧. ما الذي يفعله مُنفِّذ التجربة بعد تحليله البيانات؟

أ. يجري التجربة
جـ. يستخلص النتائج
ب. يصوغ فرضية
د. يحدد المشكلة

٨. يضع العلماء خرائط للمواقع الأثرية من أجل:

أ. تصوير قطع الآثار
ب. حساب العمر الصحيح للقطع الأثرية
جـ. تسجيل مكان وجود القطع الأثرية
د. اكتشاف القطع الأثرية

٩. ينشر العالِمُ نتائج تجاربه. ما اسم هذه المهارة العلمية؟

أ. الملاحظة
جـ. الاستنتاج
ب. التواصل
د. تكوين الفرضية

١٠. أي مما يأتي لا يُعد من خطوات الطريقة العلمية؟

أ. اختبار الفرضية
جـ. تغيير النتائج
ب. الملاحظة
د. الاستنتاج

١١. يجب إعادة التجربة من أجل:

أ. تكوين فرضية
جـ. تغيير الضوابط
ب. تقليل احتمال حدوث خطأ
د. تحديد المشكلة

١٢. ما التقنية التي تساعد عالم الآثار على رؤية مكان مطمور قبل استكشافه؟

أ. الحاسوب
جـ. الرادار
ب. رسْم الخرائط
د. الكاميرا

١٣. ما الخطوة الأولى في الطريقة العلمية؟

أ. جمع العينات
ب. الوصول إلى الاستنتاجات
جـ. ضبط المتغيرات
د. تحديد المشكلة

التفكير الناقد

١٤. **استخلص النتائج** عثر عالم آثار في موقع أثري على قطع أثرية مختلفة، وجدها موزعة في عدة طبقات. ما الذي يمكن أن يستنتجه من ذلك عمّن كانوا يعيشون قديمًا في هذا المكان؟

١٥. **فسّر** لماذا تعد العبارة التالية غير صحيحة؟ "ينحصر عمل العلماء داخل المختبرات".

١٦. **وضح** هل تُحل كل المشكلات العلمية باتباع الخطوات نفسها؟

التفكير الناقد

١٤. استخلص النتائج عثر عالم آثار في موقع أثري على قطع أثرية مختلفة، وجدها موزعة في عدة طبقات. ما الذي يمكن أن يستنتجه من ذلك عمّن كانوا يعيشون قديمًا في هذا المكان؟

يمكن استنتاج أن مجموعات من الناس عاشوا في هذا المكان في أزمنة مختلفة.

١٥. فسّر لماذا تعد العبارة التالية غير صحيحة؟ "ينحصر عمل العلماء داخل المختبرات".

يجري الكثير من العلماء دراساتهم في الميدان ومنهم علماء الاثار.

١٦. وضح هل تحل كل المشكلات العلمية باتباع الخطوات نفسها؟

لا تعتمد الخطوات المتبعة على نوع الاستقصاء العلمي ولا توجد خطوات صحيحة وبالترتيب نفسه لحل كافة المشاكل.

١٧. قوم ما أهمية التدوين الدقيق في أثناء الاستقصاء العلمي؟

قد تؤدي الأخطاء في أثناء تسجيل البيانات إلى استنتاجات غير صحيحة.

١٨. خريطة مفاهيمية أعد رسم الخريطة المفاهيمية في دفتر العلوم حول الخطوات المتبعة عادة في الطريقة العلمية، ثم أكملها، مستعينًا بالمصطلحات التالية: إجراء التجربة، تحليل البيانات، تكوين الفرضيات، الملاحظة.

استعن بالشكل التالي على الإجابة عن السؤالين ١٩ و ٢٠.

١٩. وضح أهم ما تستنتجه من الشكل.

وجود حريق في منزل وأحد الأشخاص يستنجد برجال المطافيء.

٢٠. اذكر بعض التقنيات التي تراها في الشكل.

الخوذة – السلالم المتحركة – مضخات المياه.

أنشطة تقويم الأداء

٢١. تصميم تجربة وضّح كيف يمكنك اختبار نوع الصابون الذي ينظّف أفضل؟ تأكد من استعمالك المتغيرات والثوابت في إجرائك التجربة.

أستخدم نوع الصابون كمتغير مستقل وتكون ثوابت التجربة هي درجة حرارة الماء والمواد المراد تنظيفها ويكون المتغير التابع في هذه الحالة هو درجة نظافة المواد المراد تنظيفها والتي تتغير بتغير نوع الصابون. وتكون المجموعة الضابطة هي المواد النظيفة. فبتغيير نوع الصابون المستخدم في تنظيف المواد المراد تنظيفها يتغير درجة نظافة هذه المواد وبملاحظاتها ومقارنتها بالمجموعة الضابطة يمكن استنتاج نوع الصابون الذي ينظف أفضل.

٢٢. عرض شفهي ابحث كيف تُستعمل التقنيات الحديثة في دراسة الآثار الإنسانية القديمة؟ واعرض ما توصلت إليه على زملائك.

يستخدم الرادار لتحديد مواقع الآثار ثم تستخدم أدوات الحفر والتنقيب مثل الجرارات والآليات الثقيلة والمحافير الصغيرة للتنقيب عن الآثار ولتحديد عمر الآثر وإلى أي العصور ينتمي يتم استخدام العناصر المشعة مثل الكربون المشع ويتم في ذلك استخدام جهاز قياس الطيف الكتلي. كما يتم تحليل العينات الأثرية باستخدام المجهر وأجهزة الأشعة للحصول على معلومات وبيانات كاملة عن الأثر.

تطبيق الرياضيات

٢٣. عينة تربة جمعَ جيولوجيّ ٢,٥ كجم من تربة معينة لتحليلها. إذا تطلّب إجراء التحليل ٢٠ جرامًا فقط من تراب هذه العينة، فما النسبة المئوية لعينة التربة التي سيتم تحليلها؟

المعطيات: وزن التربة = ٢,٥ كجم = ٢٥٠٠ جم

الوزن اللازم لتحليل العينة = ٢٠ جرام

المطلوب = النسبة المئوية %

طريقة الحل:

النسبة المئوية = (٢٠جم ÷ ٢٥٠٠جم) × (١٠٠ ÷ ١٠٠) = ٠,٨%