الفصل الثانى

الاعتبارات الواجب مراعاتها فى تدريس العلوم

أهداف الفصل الثانى:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل، أن يصبح المتعلم قادرا على أن:

١ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى تحديد الأهداف المرجوة من الموضوع المراد تدريسه.

٢ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى إعداد الوسائل التعليمية المستخدمة فى تدريسه.

٣ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى تقديمه لدروسه تقديما ناجحا.

٤ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها أثناء سيره فى الدرس.

٥ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لتحقيق إيجابية المتعلم فى عملية التعلم.

٦ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فيما يتعلق بالنشاطات الواجب ممارستها.

٧ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لمقابلة مابين التلاميذ من فروق فردية.

٨ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لتذليل صعوبات عملية التعلم.

٩ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لعمل ملخص سبورى متكامل.

١٠ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لتعرف مدى تحقيق الأهداف المرجوة.

١١ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فيما يكلف به تلاميذه من واجبات.

١٢ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى إعداده لمادة درسه العلمية.

١٣ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى الطريقة المختارة لتدريس موضوع معين.

ولتحقيق هذه الأهداف فمن الطبيعى أن نقدم أولا أمثلة «نموذجية» لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، وفى ضوء هذه الأمثلة يمكننا استخلاص الاعتبارات الواجب مراعاتها لتدريس العلوم فى هاتين المرحلتين.

وفيما يلى بيان ذلك.

أولا: أمثلة لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية

١ - فى المرحلة الاعدادية

المثال الأول: التغير كخاصة من خواص الطبيعة[١]

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس «التغير كخاصة من خواص الطبيعة» أن يصبح التلميذ قادرا على أن:

١ - يقف على المقصود بكل من المفاهيم التالية: التغير الفيزيقى،

(١) يلاحظ أن معالجة هذا الموضوع تتمشى والفلسفة السابق توضيحها فى الفصل الأول لتدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية «العلوم المتكاملة» فالموضوع الواحد قد عولج من جوانبه المختلفة الفيزيقية، والفلكية، والحيوية، والكيميائية، إلخ، ثم تكاملت هذه الجوانب فى مفهوم رئيس واحد وهو مفهوم التغير الطبيعى.

التغير الفلكي، التغير الحيوى، التغير الكيميائى، التغير الكيميائى الحيوى، التغير الطبيعى.

٢ - يتعرف أمثلة للتغيرات الفيزيقية سواء بالنسبة للسوائل أو المواد الصلبة فى المعمل أو فى المنزل أو فى البيئة بصفة عامة.

٣ - يفسر بعض الظواهر التى يراها فى المعمل أو فى البيئة وتتعلق بتمدد الأجسام الصلبة أو إنكماشها.

٤ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الفيزيقية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

٥ - يتعرف أمثلة للتغيرات الفلكية التى يمكن ملاحظتها.

٦ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الفلكية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

٧ - يتعرف أمثلة للتغيرات الحيوية التى يمكن ملاحظتها فى الكائنات الحية.

٨ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الحيوية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

٩ - يتعرف أمثلة للتغيرات الكيميائية التى يمكن ملاحظتها فى المعمل الدراسى أو فى الحياة اليومية بصفة عامة.

١٠ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الكيميائية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

١١ - يتعرف أمثلة للتغيرات الكيميائية الحيوية التى يمكن ملاحظتها فى حياتنا اليومية.

١٢ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الكيميائية الحيوية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

١٣ - يدرك تكامل ظاهرة التغير فى الطبيعة رغم تعدد جوانبها واختلاف مظاهرها.

obeikandi.com

١٤ – يقوم ببعض المهارات العلمية الأساسية كالفحص، والقياس، والملاحظة المقصودة، واستخلاص البيانات والتوصل منها إلى نتائج معينة وتفسير هذه النتائج والتعليق عليها، وإجراء بعض التجارب المبسطة.

١٥ – يقدر أهمية ظاهرة التغير فى الطبيعة كعملية أساسية لدوام الحياة على سطح الأرض واستمرارها.

الوسائل المستخدمة:

مكعبات من الجليد – عدد من الكؤوس – ترمومتر – موقد – ابريق شاى – قطعة من اليود – قارورتان زجاجيتان إحداهما سميكة والأخرى رقيقة – نموذج يوضح دوران القمر حول الأرض (إن وجد) – قطعة من الورق – شمعة – حوض زجاجى – ناقوس زجاجى – مسامير لامعة من الحديد – حمض هيدروكلوريك مخفف – قشر بيض – قطعة صغيرة من المغنسيوم – برتقالة أو قطعة من البطيخ.

التقديم:

قدم لهذا الموضوع بتوجيه الأسئلة التالية للتلاميذ: هل الأرض ثابتة أم تدور؟ هل ينمو الطفل أم يظل كما هو؟ هل هناك اختلاف بين الطفل الصغير والرجل الكبير؟ ماذا يحدث إذا ما سخنا الماء أو بردناه؟ هل إذا ما حرقنا ورقة نستطيع إعادتها سيرتها الأولى؟. ومن خلال الإجابة عليها يدرك التلاميذ أن كل شىء فى الحياة ليس ثابتا وإنما يتغير من حالة لأخرى مما يمهد السبيل لهم لدراسة التغير فى الطبيعة.

خطة السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف المشار إليها، يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: التغير الفيزيقى:

١ – ابدأ هذه الخطوة من واقع خبرات التلاميذ موجها إليهم السؤال:

التالى: ما هى حالات الماء؟ وقد يجيبون من دراستهم فى المرحلة الابتدائية: صلب، سائل، بخار. وعندئذ سلهم: وهل يمكن تحويل كل من هذه الحالات إلى الحالة الأخرى؟. وفى معرض الاجابة على هذا السؤال يمكنك القيام بمشاركة بعض التلاميذ بالنشاطات أو تجارب العرض التالية: انصهار الجليد، تبخر الماء، تكثف البخار.

٢ - وضح أن الحالات السابق دراستها للماء فى (١) لها واقع ملموس فى الطبيعة، سل: ما هو؟ وقد يتوصل التلاميذ إلى أنه يتمثل فى دورة الماء فى الطبيعة. عندئذ إشرح هذه الدورة مستعينا بفيلم (إن وجد) أو بلوحة أو برسم تخطيطى على السبورة مع بيان أهميتها بالنسبة لكل من: نمو الكائنات الحية، تحسن الطقس، تكوين الأنهار.

٣ - أشر إلى أن التغير الفيزيقى لا يقتصر على تغير الماء وغيره من السوائل فحسب من حالة لأخرى، وإنما يشمل المواد الصلبة كذلك بنفس العوامل وهى الحرارة والبرودة. وعندئذ تكون الفرصة مواتية لقيامك، يشاركك بعض التلاميذ، بتجربة عرض خاصة بالتسامى. كما يمكنك لفت نظر التلاميذ إلى بعض الظواهر التى يشاهدونها فى البيئة والتى تشير إلى التمدد والإنكماش.

٤ - دع التلاميذ يدققون فى الأمثلة المتقدم دراستها للتغيرات الفيزيقية وساعدهم على أن يستخلصوا منها أبرز الصفات التى تميز هذه التغيرات.

الملخص السبورى:

● من أمثلة التغيرات الفيزيقية: انصهار الجليد، تبخر الماء، تكثف البخار، التسامى، التمدد والانكماش، دورة الماء فى الطبيعة.

● يمكن تلخيص دورة الماء فى الطبيعة فى المعالات التالية: ماء (سائل) $\xleftarrow{\text{حرارة}}$ بخار ماء (غاز) $\xrightarrow{\text{برودة}}$ ماء (سائل) $\xleftarrow{\text{حرارة}}$ بخار ماء (غاز) $\xrightarrow{\text{برودة}}$ ماء (سائل)... وهكذا.

● لدورة الماء فى الطبيعة أهمية بالغة فى استمرارية الحياة على سطح الأرض.

● من أبرز صفات التغيرات الفيزيقية أنها: تغيرات فى مظهر المادة أو حالتها فقط ولا يصحبها تغير فى التركيب الكيميائى لها، ويتطلب حدوثها وجود طاقة سواء كانت حرارية أم ميكانيكية أم غيرها، وهى فى الغالب عكوسة.

الخطوة الثانية: التغير الفلكى:

١ - ابدأ هذه الخطوة من واقع خبرات التلاميذ موجها إليهم الأسئلة التالية: متى يكون القمر هلالا ومتى يكون بدرا؟ هل يمكننا رؤية القمر بالعين المجردة فى أى وقت من الشهر القمرى؟ هل تظل الأرض ثابتة فى مكانها أم تغير موضعها من وقت لآخر؟ ماذا يحدث للأرض على مدار يوم واحد؟ وماذا يحدث لها على مدار عام كامل؟. ومن خلال الإجابة على هذه الأسئلة يتبين للتلاميذ أن كلا من القمر والأرض ليس ثابتا وإنما يدور وكذلك كل الكواكب والنجوم.

٢ - حاول من خلال مناقشتك مع التلاميذ للأمثلة والتفسيرات الخاصة بالتغيرات الفلكية استنتاج بعض الصفات العامة لهذه التغيرات.

الملخص السبورى:

● كل الكواكب والنجوم ليست ثابتة وإنما تدور.

● من أبرز صفات التغيرات الفلكية أنها تغيرات حركية، ودورية، وغير خاضعة لتحكم الانسان، وتؤدى إلى إحداث تغيرات متعددة على سطح الأرض.

الخطوة الثالثة: التغير الحيوى:

١ - ناقش مع التلاميذ بعض مظاهر التغير والنمو فى كل من النبات

والحيوان مثل التغير فى الشكل والحجم والثقل والتغير فى القدرات والوظائف، وذلك من خلال قيامك معهم بالنشاطات التالية: دراسة التغير فى شكل النبات وحجمه، دراسة التغير فى بعض خصائص حيوان مألوف بعد ولادته، دراسة النمو والتغير فى قدرات حيوان مألوف (كدجاجة أو أرنب) ووظائفه، دراسة النمو والتغير فى قدرات نبات مألوف (كالفول) ووظائفه.

٢ – من خلال النشاطات المتقدم دراستها، وكذلك من خلال خبرات التلاميذ فى البيئة الطبيعية، ناقشهم فى أهم ما يميز التغيرات الحيوية.

الملخص السبورى:

- هناك تغيرات تحدث لجميع الكائنات الحية من نبات وحيوان وإنسان.
- من أبرز صفات التغيرات الحيوية أنها: ملازمة لنمو الكائن الحى وتطوره ودورة حياته، وأنها تؤثر فى تغيير تركيبه الداخلى ومظهره الخارجى ووظائفه وقدراته، ويتطلب حدوثها توافر ظروف مناسبة كالماء والهواء وعناصر التغذية الأساسية.

الخطوة الرابعة: التغير الكيميائى:

١ – قدم أمثلة لهذا النوع من التغيرات الطبيعية كالاحتراق، والصدأ، وتأثير المواد الكيميائية. وذلك من خلال قيامك وتلاميذك بالنشاطات التالية:

(أ) احتراق قطعة من الورق: عند القيام بهذا النشاط سل: ماذا حدث للورقة بعد حرقها؟ هل تشبه المادة المتبقية فى الجفنة قطعة الورق الأصلية؟ هل يمكننا استرجاع قطعة الورق التى بدأنا بها هذا النشاط؟

(ب) احتراق شمعة تحت ناقوس: عند القيام بهذا النشاط سل: ماذا يحدث للهب الشمعة هل ينطفىء أم لا؟ ماذا يحدث لسطح الماء داخل الناقوس؟ ماذا يحدث لسطح الماء فى الحوض؟ ماذا تلاحظ على مادة الفتيل؟ هل يمكن استرجاع الفتيل إلى ما كان علية قبل بداية الاحتراق؟ كيف يمكن تعليل ذلك؟

(جـ) صدأ الحديد: عند القيام بهذا النشاط سل: هل هناك اختلاف فى درجة اللمعان بين مسامير المجموعة المبللة والمجموعة الجافة؟ هل تكونت مادة جديدة على كل من المجموعتين أم على إحداهما فقط؟ على سطح أى من المجموعتين المبللة أم الجافة تكونت هذه المادة؟ ما لونها وخصائصها الأخرى؟ هل تترك أى من المجموعتين أثرا على سطح قطعة الورق؟ فى أى المجموعتين يحدث هذا، المبللة أم الجافة؟ ما لون هذا الأثر؟

(د) تأثير الكيميائيات: مثل وضع حمض هيدروكلوريك مخفف على قطعة صغيرة من المغنسيوم فى أنبوبة اختبار، ووضع بعض الخل على قشر بيض مسحون. عند إجراء كل تفاعل سل: ماذا تلاحظ؟ هل ما حدث يعتبر تغيرا كيميائيا؟ ولماذا؟

٢ - فى ضوء النشاطات السابقة حاول أن تخلص وتلاميذك إلى أهم الصفات التى تميز التغيرات الكيميائية. ويسهل القيام بذلك من خلال جدول يتضمن: رقم التجربة، اسمها، المواد الداخلة فى التفاعل، المواد الناتجة من التفاعل، الظروف المصاحبة للتفاعل، الصفات التى تميز التغير الكيميائى.

الملخص السبورى:

● للتغيرات الكيميائية مميزات منها: تنتج عنها مواد جديدة ذات خصائص مختلفة عن المواد الأصلية، يصحبها تغير فى الطاقة الحرارية ملحوظ أوغير ملحوظ، ترافقها ظواهر مثل تصاعد غاز أو إنطلاق طاقة أو تغير فى اللون أو تكون راسب. وليس بالضرورة حدوث كل ظاهرة من هذه الظواهر بمفردها.

الخطوة الخامسة: التغير الكيميائى الحيوى:

١ - ابدأ هذه الخطوة بتوضيح معنى التغير الكيميائى الحيوى، وذلك بالتفريق بينه وبين كل من التغير الكيميائى والتغير الحيوى.

٢ - اعط أمثلة للتغيرات الكيميائية الحيوية التى تحدث داخل الجسم

الحى كالتنفس والهضم والبناء الضوئى، وكذلك أمثلة للتغيرات الكيميائية الحيوية التى تحدث خارج الجسم الحى مثل تعفن الخبز والفاكهة وفساد الأطعمة وتحمض اللبن. ومن النشاطات التى يمكنك القيام بها وتلاميذك فى هذا الخصوص النشاط الخاص بحدوث التعفن فى الأطعمة الطازجة كبرتقالة أو قطعة من البطيخ، وعند القيام بهذا النشاط سل: هل طرأ تغير على رائحة قطعة الفاكهة؟ هل طرأ تغير على مظهرها؟ هل طرأ تغير على ملمسها؟ هل طرأ تغير على تماسكها أو تجانسها؟ ما المسئول عن حدوث مثل هذه التغيرات إن حدثت؟

٣ - فسر حدوث التغيرات الكيميائية من حيث مسبباتها والآثار الناتجة عنها.

الملخص السبورى:

● التغير الكيميائى الحيوى هو التغير الذى يحدثه كائن حى فى مادة حيوية بفعل مواد كيميائية خاصة.

● من أهم ما يميز التغيرات الكيميائية الحيوية أنها: أكثر تعقيدا من التغيرات الكيميائية، وأنها تحدث بفعل كائن حى، وأنها لا تحدث بنفس سرعة التغيرات الكيميائية.

الخطوة السادسة: تكامل ظاهرة التغير فى الطبيعة:

وضح فى هذه الخطوة أنه على الرغم من أن لكل من الصور المتعددة السابق دراستها فى الخطوات الخمس السابقة صفات وخصائص وشروطا معينة تميز بعضها عن بعض، فإن عددا من هذه التغيرات يتكامل فى الطبيعة بحيث يؤثر حدوث بعضها فى حدوث البعض الآخر. ومن الأمثلة التى يمكنك ذكرها لتوضيح تكامل ظاهرة التغير هذه: النمو، والتحلل.

الملخص السبورى:

على الرغم من تعدد صور التغير فى الطبيعة إلا أنها تؤثر فى بعضها البعض

وكلها مظاهر مختلفة لشيء واحد وهو التغير بصفة عامة.

التقويم:

١ - ضع علامة (√) على يمين العبارات الصحيحة وعلامة (×) على يمين العبارات الخاطئة مما يلى:

(أ) تصحب التغيرات الفيزيقية تغيرات فى التركيب الكيميائى للمادة عادة.

(ب) تتطلب التغيرات الفيزيقية وجود أحد أنواع الطاقة.

(جـ) تكون السحب وسقوط الأمطار هو أحد مظاهر التغيرات الفيزيقية فى الطبيعة.

(د) يرتبط تكون البحيرات والأنهار ارتباطاً مباشراً بدورة الماء فى الطبيعة.

٢ - إذا ابتدأ الماء بالغليان فى درجة حرارة ١٠٠° م ومن ثم زدنا معدل زيادة كمية الحرارة:

(أ) هل ترتفع درجة الحرارة؟ فسر إجابتك.

(ب) هل تزداد سرعة تبخر الماء؟ فسر إجابتك.

٣ - إعط ثلاثة أمثلة توضح دور التغيرات الفلكية فى التغيرات التى تحدث على سطح الأرض فى حياة الإنسان اليومية.

٤ - قارن بين خصائص الطفل حديث الولادة ووالديه من حيث: المظهر الخارجى، آداء الوظائف المختلفة، القدرات.

٥ - (ا) اعط تعريفا مبسطا للتغير الكيميائى.

(ب) أعط ثلاثة أمثلة لبعض التغيرات الكيميائية التى تلاحظها فى المدرسة أو فى البيئة.

٦ - (أ) ما الفرق بين كل من التغير الكيميائى والتغير الكيميائى الحيوى؟

obeikandl.com

(ب) أذكر ثلاثة عوامل ضرورية لحدوث التغير الكيميائى الحيوى.

٧ – ضع علامة (√) على يمين العبارات الصحيحة وعلامة (×) على يمين العبارات الخاطئة مما يلى:

(أ) تعتبر ظاهرة الاحتراق إحدى ظواهر التغيرات الفيزيقية.

(ب) تعتبر ظاهرة الاحتراق إحدى ظواهر التغيرات الكيميائية.

(جـ) تتأثر الصفات الفيزيقية للمادة بالتغيرات الكيميائية التى تحدث لها.

(د) تتأثر الصفات الفيزيقية للمادة بالتغيرات الكيميائية الحيوية التى تحدث لها.

(هـ) لبعض أنواع البكتريا والفطريات تأثيرات نافعة وضرورية.

(و) عملية تحويل الحليب الطازج إلى جبن أو لبن هى عملية تغير فيزيقية.

(ز) وجود البكتريا فى التربة يقلل من جودتها وصلاحيتها للزراعة.

(ح) إضافة الأسمدة الصناعية إلى التربة يحدث فيها تغيرات كيميائية تزيد من صلاحيتها وجودة محاصيلها.

(ط) يخلو جسم الانسان السليم من كل أنواع البكتريا.

٨ – (أ) اعط مثلاً يوضح ارتباط التغيرات الفيزيقية بالتغيرات الفلكية.

(ب) اعط مثلاً يوضح ارتباط التغيرات الكيميائية بالتغيرات الحيوية.

٩ – اعط مثلاً يوضح دور الطاقة الحرارية فى حدوث كل من التغيرات الفيزيقية والتغيرات الكيميائية.

١٠ – اعط ثلاثة أمثلة توضح دور الماء فى حدوث التغيرات الفيزيقية والكيميائية والكيميائية الحيوية (مثل واحد لكل منها).

الواجب المنزلى:

١ – نظم جدولاً للمشاهدة بحيث يشمل اليوم / الليلة والتاريخ ومكاناً

لرسم شكل القمر وآخر لتسجيل حجمه الظاهرى النسبى (صغيراً، متوسطاً، كبيراً) . تتبع التغيرات التى تحدث فى شكل القمر الظاهرى وحجمه كل ليلة وذلك برسم شكل القمر وتحديد حجمه الظاهرى. سجل ملاحظاتك كل ليلة فى الجدول. تفحص ملاحظاتك ومشاهداتك التى تجمعت بعد مرور شهر. ماذا تستنتج؟. هل يتغير شكل القمر على مدار الشهر؟ هل يتغير الحجم الظاهرى للقمر على مدار الشهر؟ هل يمكن ملاحظة التغير فى شكل القمر من يوم إلى يوم؟ أو من أسبوع إلى أسبوع؟ هل يمكن ملاحظة التغير فى حجم القمر الظاهرى من يوم إلى يوم؟ أو من أسبوع إلى أسبوع؟ متى يكون القمر هلالاً فى شكله؟ هل يتكرر هذا خلال الشهر القمرى؟.

٢ – اختر أحد النباتات المألوفة، كالفول، وتفحص شكله وحجمه وسجل ملاحظاتك فى نهاية كل أسبوع وعلى مدى ثمانية أسابيع إن أمكن ذلك. نظم ملاحظاتك الخاصة بنمو النبتة على مدى ثمانية أسابيع فى جدول مناسب. فى حال اعتمادك على نباتات زرعت فى أوقات مختلفة ذات أعمار مختلفة، تأكد من أن هذه النباتات قد زرعت فى تربة مماثلة وتعرضت إلى نفس العوامل من ضوء وماء وتغذية. استعن بملاحظاتك التى سجلتها فى الجدول لتجيب عن الأسئلة التالية: هل يزداد طول النبات مع الزمن؟ هل يزداد عدد الأوراق مع الزمن؟ متى تبدأ الأزهار فى الظهور؟ متى يبدأ تكون الثمار؟.

٣ – تجول بعض الوقت فى البيئة وتعرف على بعض الحيوانات جيدة التغذية وعلى بعض الحيوانات الجائعة. ماذا تلاحظ على كل منها من حيث: الصحة والقوة، الحجم النسبى والوزن (النحافة أو السمنة)، القدرة على العمل لفترة طويلة أو الإنهاك السريع؟.

٤ – اكتب قائمة بأهم الحقائق والمفاهيم التى تذكرها عن ظاهرة التغير فى الطبيعة.

المراجع:

١ – المملكة العربية السعودية – وزارة المعارف – إدارة الكتب

والمكتبات المدرسية، **العلوم للصف الأول المتوسط (١)**،الطبعة الثانية، ١٤٠٢هـ/١٩٨٢م:

٢ – كولين رونان، **كتاب العلوم – الجزء الثانى من الموسوعة العلمية الحديثة**، (بيروت: الأهلية للنشر والتوزيع، ١٩٧٩).

٣ – مجموعة من الخبراء، **موسوعة الشباب – قل: لماذا؟**، تعريب على عارف ومحمد العروسى المطوى، الطبعة الثالثة، (تونس: الشركة التونسية للتوزيع، ١٩٨٣).

المثال الثانى: قاعدة أرشميدس وقانون الطفو[١]

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس «قاعدة أرشميدس وقانون الطفو» أن يصبح التلميذ قادراً على أن:

١ – يدرك العلاقة التى تربط بين الدفع وكل من كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر فيه وكتلته.

٢ – يدرك العلاقة التى تربط بين وزن الجسم الطافى وما يزيحه من سائل يطفو فوقه.

٣ – يفسر بعض الظواهر المتعلقة بانغمار الأجسام وطفوها.

٤ – يقف على التطبيقات المختلفة لقاعدة أرشميدس وقانون الطفو فى حياتنا اليومية.

٥ – يكتسب مهارة فى الضبط التجريبى.

٦ – يكتسب بعض المهارات اليدوية مثل مهارة الوزن.

---

(١) يدرس هذا الموضوع، تمشياً مع فلسفة العلوم المتكاملة فى المرحلة المتوسطة، كمظهر من مظاهر الاتزان الفيزيقى الذى يعتبر بدوره مظهراً من المظاهر المتعددة للتوازن فى الطبيعة.

٧ - يفكر تفكيراً علمياً سليماً فى تناوله لظاهرة فيزيقية معينة.

٨ - يكتسب اتجاهاً نحو الاحتكام للتجربة العملية للتحقق من صحة أى فكرة نظرية.

٩ - يكتسب اتجاهاً نحو الدقة والتروى فى إصدار الأحكام.

١٠ - يقدر جهد أرشميدس فى محاولته التوصل إلى قاعدته المشهورة.

الوسائل المستخدمة:

حوض به ماء - حوض به زئبق - أجسام خفيفة (مكعب خشب، قطعة فلين) - أجسام ثقيلة (مسمار حديد، صنجة نحاس، سدادة زجاج) - ميزان زنبركى - بيضة - ثلاثة مخابير - كمية من ملح الطعام - أنبوبتين متداخلتين بهما كرات رصاص (أو ورق قصدير) - مكعبين متساويين فى الحجم ومن مادتين مختلفتين - كأس إزاحة - ميزان حساس.

التقديم:

لعل من المناسب أن تبدأ هذا الدرس بالاشارة إلى بعض المشاهدات المألوفة عن طفو الأجسام وانغمارها فى السوائل، وتذكر أن أمثال هذه المشاهدات كانت موضع تفكير العلماء منذ القدم. فقد اهتم العالم اليونانى أرشميدس بهذه الظواهر ونجح فى كشف القاعدة المسماة باسمه. وهنا يكون من المناسب جدا أن تثير اهتمامات تلاميذك بالدرس بأن تذكر لهم القصة المشهورة التى أدت بأرشميدس إلى التوصل إلى قاعدته الهامة[١].

خطة السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف المشار إليها، يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: العلاقة بين الدفع وكثافة السائل:

---

(١) انظر تفاصيل هذه القصة فى:

صبرى الدمرداش، **الطرائف العلمية مدخل لتدريس العلوم**، الطبعة الثالثة، (القاهرة دار المعارف، ١٩٨٦).

١ – ابدأ هذه الخطوة من واقع خبرات التلاميذ بقولك: كلنا يعلم أن بعض الأجسام تغوص فى الماء وبعضها الآخر يطفو فوقه. وعندئذ الق ببعض الأجسام المتنوعة مثل مسمار الحديد وصنجة النحاس وسدادة الزجاج ومكعب الخشب وقطعة الفلين فى الماء. اضغط على كل من الخشب والفلين ثم اتركهما وكرر هذه العملية عدة مرات لافتاً نظر التلاميذ إلى أن الماء يدفعهما إلى أعلى. هناك إذن دفع إلى أعلى من جانب الماء على كل من الخشب والفلين.

٢ – سل: عرفنا من الخطوة السابقة أن الماء يدفع بعض الأجسام التى تطفو فوق سطحه، ولكن ماذا عن الأجسام الأخرى (مسمار الحديد، صنجة النحاس، سدادة الزجاج) – هل يدفعها الماء كذلك إلى أعلى. وبعبارة أخرى إذا كان الماء يدفع بعض الأجسام التى تطفو فوق سطحه إلى أعلى، فهل يوجد دفع كذلك على الأجسام التى تنغمر فيه أيضاً؟. تلق آراء التلاميذ بهذا الصدد. ولحسم هذه الآراء ربما يتطلب الأمر إجراء التجربة الخاصة بذلك (تجربة الميزان الزنبركى الذى نزن به الجسم فى الهواء ثم فى الماء)، تلك التجربة التى تثبت وجود الدفع وتعين مقداره. ولتثبيت الفكرة كرر التجربة على سوائل أخرى وباستخدام أجسام أخرى.

٣ – سل: ولكن إذا كان الدفع موجودا فى الحالتين، حالة الأجسام الخفيفة التى تطفو والأجسام الثقيلة التى تنغمر، فلماذا طفت الأولى وانغمرت الثانية؟. وقد يصل التلاميذ – فى معرض إجابتهم على هذا التساؤل – إلى أن المسألة مسألة أى القوتين يتغلب: وزن الجسم إلى أسفل أم دفع السائل عليه إلى أعلى. فإذا تغلب الوزن انغمر الجسم وإذا تغلب الدفع طفا الجسم وإذا تعادلا تعلق الجسم فى وسط السائل.

ولكن لا زال هذا مجرد افتراض فى حاجة إلى إثبات صحته. وللتحقق من هذه الصحة أجر تجربة البيضة ومحلول الملح فى الماء بدرجات تركيز ملائمة، بحيث تحصل على الحالات الثلاث المشار إليها: سل: نلاحظ فى هذه التجربة أن البيضة واحدة فى المخابير الثلاثة ووزنها واحد لم يتغير، فما الذى جعلها تطفو فى الأول مثلاً وتعلق فى الثانى وتنغمر فى الثالث؟ وقد يجيب التلاميذ: لا بد أن مقدار الدفع ليس واحداً فى المخابير الثلاثة، لا بد أن يكون كبيراً فى

الأول ومتوسطاً فى الثانى وقليلاً فى الثالث.

٤ – سل: تحققنا من الخطوة السابقة أن الدفع ليس ثابتاً، فما الذى جعله – ياترى – يتغير؟ وبعبارة أخرى لماذا يطفو جسم فوق سطح سائل بينما ينغمر الجسم نفسه فى سائل آخر. ومن السهل – بعدما تقدم – أن يستنتج التلاميذ أن مقدار الدفع يتوقف على كثافة السائل.

ولكن هذا الاستنتاج لا زال افتراضاً والافتراض يحتاج إلى تحقيق، ولتحقيقه أجر التجربة التأكيدية التالية: استبدل حوض الماء بآخر به زئبق وضع فوقه الأجسام الثقيلة التى كانت تنغمر، فى الماء (مسمار الحديد، صنجة النحاس، سدادة الزجاج). ومنها يشاهد التلاميذ أن هذه الأجسام التى كانت تنغمر فى الماء تطفو – هى ذاتها – على الزئبق.

الملخص السبورى:

يتناسب الدفع طردياً وكثافة السائل.

الخطوة الثانية: العلاقة بين الدفع وحجم الجسم المنغمر

١ – سل: عرفنا من الخطوة السابقة أن انغمار الجسم أو طفوه يتوقف على كثافة السائل الذى يوضع فيه، ولكنا نلاحظ من جهة أخرى أن الحديد، وهو الذى ينغمر فى الماء عادة، يمكن أن يطفو فوق سطحه أحياناً (كما فى حالة السفن وصفائح الماء الفارغة). يحدث هذا مع أن الماء هو الماء والحديد هو الحديد، فما الذى يجعل الحديد ينغمر فى الماء أحياناً ويطفو على سطحه أحياناً أخر؟

٢ – فى مجال البحث عن إجابة لهذا السؤال، أو حل لهذه المشكلة، يحتمل أن يلاحظ بعض التلاميذ أن طفو الحديد غالباً ما يحدث عندما يكون الحديد مجوفاً. وبعبارة أخرى فإن دفع الماء على الحديد الذى به تجويف يكون أكبر من دفع الماء على الحديد غير المجوف (المصمت). وانطلاقا من هذه الخبرة التى قد تكون موجودة لدى بعض التلاميذ، سل: هل معنى هذا أن دفع

السائل يتوقف على حجم الجسم المنغمر فيه؟

قد يجيب بعض التلاميذ على هذا التساؤل بالايجاب. ولكن اجابتهم هذه لا زلت افتراضاً والافتراض فى حاجة لتحقيق، ولتحقيقه أجر تجربة ملائمة ولتكن تجربة الأنبوبتين المتداخلتين وكرات الرصاص، فإذا جعلتهما أطول ما يمكن طفتا وإذا قصَّرت طولهما علقا وإذا أدخلت إحداهما تماماً فى الأخرى غاصا. وإذا لم تجد أدوات هذه التجربة استخدم ورق القصدير، فإذا جعلته على شكل مكور أجوف تجده يطفو وإذا ضغطه يعلق وإذا زدت ضغطه يغوص. وجه نظر التلاميذ إلى أن هذا يحدث مع أن وزن الأنبوبتين المتداخلتين وكرات الرصاص ثابت لم يتغير وكذلك وزن ورق القصدير.

وبهذا يخلص التلاميذ إلى نتيجة مؤكدة وهى أن الدفع يتناسب طردياً مع حجم الجسم المنغمر.

ملاحظة: إذا لم تجد أى من الأنبوبتين المتداخلتين وكرات الرصاص أو ورق القصدير يمكنك إجراء التجربة السابقة بنجاح باستخدام علبة صفيح صغيرة فارغة.

الملخص السبورى:

يتناسب الدفع طردياً مع حجم الجسم المنغمر.

الخطوة الثالثة: العلاقة بين الدفع وكتلة الجسم المنغمر

١ – سل: خلصنا من الخطوتين السابقتين إلى العلاقة الطردية التى تربط بين الدفع وكل من كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر فيه، ولكن ماذا عن علاقة الدفع بكتلة الجسم المنغمر؟

هنا يكون التلاميذ قد أدركوا أنه لكى نوجد العلاقة بين عدة متغيرات فلابد من عزل المتغير التجريبى وتثبيت بقية المتغيرات الأخرى. فمثلاً لايجاد علاقة الدفع بكثافة السائل فى الخطوة الأولى كان لا بد من تثبيت حجم الجسم المنغمر وكتلته، ولايجاد علاقة الدفع بحجم الجسم المنغمر فى الخطوة

الثانية ثبتنا كثافة السائل وكتلة الجسم المنغمر. وفى ضوء إدراكهم لهذا يسهل عليهم فهم أنه لكى نوجد العلاقة بين الدفع وكتلة الجسم المنغمر فلابد من تثبيت كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر.

٢ – وفى ضوء هذا طالبهم بتصميم تجريبى يتحقق فيه الاعتبار المشار إليه. وقد يصلون فى محاولاتهم إلى إمكانية استخدام جسمين مختلفين فى الكتلة ولكنهما متساويين فى الحجم ونغمرهما فى سائل واحد.

ولتنفيذ هذا استخدم مكعبين أحدهما من الحديد والآخر من النحاس بحيث يكونان متساويين فى الحجم (طول ضلع الأول = طول ضلع الثانى) وأوجد وزن كل منهما فى الهواء ثم فى الماء وأوجد الدفع فى كل حالة (د١، د٢) – ترى أيهما أكبر د١ أم د٢؟. سوف تشير نتيجة التجربة بجلاء إلى أنهما متساويان، وهذا يعنى أن الدفع لا يتوقف على كتلة الجسم.

٣ – ولكن قد تكون هذه حالة خاصة بالماء مثلاً؟ هكذا قد يتساءل بعض التلاميذ. ومن ثم فلتأكيد هذه الحقيقة من جهة، ولكى تصبح عامة من جهة أخرى، كرر التجربة باستعمال أجسام أخرى وسوائل أخرى، أو على الأقل وجه نظر التلاميذ إلى خطأ التعميم من حالة واحدة أو حالات قليلة.

الملخص السبورى:

لا علاقة بين الدفع وكتلة الجسم المنغمر.

الخطوة الرابعة: استقراء قاعدة أرشميدس

١ – سل: عرفنا العلاقات التى تربط الدفع بكل من كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر وكتلته – ولكن هل يمكننا الوصول إلى علاقة عامة تجمع كل هذه العلاقات؟.

وهنا يمكن أن تتاح للتلاميذ فرصة القيام بدرس عملى بأنفسهم، وتكون – بالطبع – قد عملت ترتيبك لتقسيمهم لمجموعات تقوم كل مجموعة منها بتعيين وزن الجسم فى الهواء، ووزنه فى السائل، وحجم الجسم المنغمر، وكثافة

السائل. ويكون دورك أثناء قيامهم بهذا العمل دور الموجه فقط.

٢ – اجمع نتائج المجموعات وسجل نتائجها على السبورة فى شكل جدول كالآتى بهدف الكشف عن العلاقة بين الدفع وكثافة السائل وحجم الجسم المنغمر فيه:

	وزن الجسم فى الهواء (١)	وزن الجسم فى السائل (٢)	دفع السائل على الجسم (٣)	حجم الجسم (٤)	حجم السائل المزاح (٥)	كثافة السائل (٦)	وزن السائل المزاح (٧)	قارن بين ٧،٣ (٨)
مجموعة أ			—				—	
مجموعة ب			—				—	
مجموعة حـ			—				—	
مجموعة د			—				—	
مجموعة هـ			—				—	

٣ – قارن بين النتائج التى توصلت إليها المجموعات المختلفة تجد أن: الدفع = وزن السائل المزاح. وهذا هو جوهر قاعدة أرشميدس التى تنص على أنه «إذا غمر جسم فى سائل فإنه يلقى دفعاً من أسفل لأعلى، وهذا الدفع يعادل وزن السائل المزاح».

∴ حجم السائل المزاح = حجم الجسم المغمور

∴ الدفع = حجم الجسم × كثافة السائل.

الملخص السبورى:

الدفع = حجم الجسم × كثافة السائل.

الخطوة الخامسة: استقراء قانون الطفو

١ – وجه نظر التلاميذ إلى أن القاعدة التى توصلتم إليها فيما تقدم من خطوات، قاعدة أرشميدس، تفسر فحسب المشاهدات الخاصة بالأجسام التى تنغمر فى السوائل. ومن الطبيعى أن يتساءل التلاميذ فى ضوء ذلك: وماذا عن الأجسام الطافية؟.

وللإجابة على هذا التساؤل لابد من توجيه أنظارهم إلى نقطتين هامتين: الأولى أن الجسم الطافى لا يكون منغمراً بتمامه فى السائل، ولهذه الحقيقة دلالة بالغة الأهمية وهى أن حجم السائل المزاح لا يساوى حجم الجسم كله ولكنه يساوى فقط حجم الجزء المغمور من الجسم فقط. والثانية أنه ما دام الجسم الطافى ثابتا فى مكانه لا يتحرك إلى أسفل أو إلى أعلى، فلابد أن يكون وزنه إلى أسفل مساويا لدفع السائل عليه إلى أعلى.

إن النقطة الأولى حقيقة والثانية افتراض والافتراض يحتاج إلى تحقيق. وللتحقق من صحة هذا الافتراض، ناقش التلاميذ فى تصميم تجريبى يفى بالغرض. وقد تسفر المناقشة عن استخدام كأس الإزاحة الذى يملأ بالماء حتى مستوى فتحته الجانبية ثم يوضع فوق سطح الماء مكعب خشبى معلوم الوزن فيزيح مقداراً معيناً من الماء. زن مقدار الماء المزاح ستجده مساويا لوزن الجسم الطافى. وهو ما سبق توقعه فعلاً.

٢ – ولكننا بسبيل التوصل إلى قانون عام للطفو، والنتيجة السابقة قد تكون حالة خاصة بالماء والخشب، لذا لابد من تكرار التجربة السابقة باستخدام سوائل مختلفة وأجسام طافية مختلفة، أو على الأقل وجه التلاميذ إلى خطأ التعميم من حالة واحدة أو حالات قليلة. وإذا كررتم التجربة ستجدون دائما أن وزن الجسم الطافى = وزن السائل المزاح، مهما كان نوع الجسم الطافى أو السائل المستخدم.

الملخص السبورى:

وزن الجسم الطافى = وزن السائل المزاح (بواسطة الجزء المغمور من الجسم).

الخطوة السادسة: تطبيقات على قاعدة أرشميدس وقانون الطفو:

وضح فى هذه الخطوة أن قيمة القاعدة والقانون اللذين توصلتم إليهما فى الخطوات السابقة لا تكمن فى تفسيرهما للظواهر الخاصة بانغمار الأجسام فى

السوائل وطفوها فحسب، وإنما لما لها من تطبيقات مفيدة وهامة جدًّا فى حياتنا اليومية. وهنا تكون الفرصة مناسبة لذكر بعض هذه التطبيقات فى السلم مثل: عمل الأيدرومترات (مقاييس الكثافة)، وعمل الغواصات، والتمييز بين البيض الطازج والبيض الفاسد، وبعض التطبيقات فى الحرب مثل: الألغام المعلقة، والكبارى العائمة، والعبور، وحماية المعابر... إلخ.

الملخص السبورى

لقاعدة أرشميدس وقانون الطفو تطبيقات هامة فى حياتنا فى كلٍ من السلم والحرب.

التقويم:

١ - أذكر منطوق كل من قاعدة أرشميدس وقانون الطفو؟

٢ - أثبت بالتجربة أن: وزن الجسم الطافى = وزن السائل المزاح.

٣ - علل لما يأتى:

(أ) شعور الانسان أثناء السباحة فى الماء بأن الماء يدفعه إلى أعلى.

(ب) امكان رفع ثقل بسهولة عندما يكون مغموراً تحت سطح الماء، بينما يكون من الصعب رفعه إذا خرج من الماء.

(جـ) يغوص مسمار الحديد فى الماء بينما تطفو السفينة المصنوعة من الحديد فوق سطحه.

(د) غوص الغريق فى أول الأمر ثم طفوه بعد عدة أيام.

(هـ) زيادة الجزء المغمور من السفينة عند انتقالها من الماء المالح إلى الماء العذب.

(و) استخدام إطارات المطاط المنتفخة بالهواء أو المصنوعة من الفلين للتدريب على السباحة أو لانقاذ المشرفين على الغرق.

٤ - لدينا سفينة معروف حجمها الخارجى ووزنها وهى فارغة. كيف

يمكنك – فى ضوء دراستك لكل من قاعدة أرشميدس وقانون الطفو – حساب حمولتها ؟.

٥ – إذا علمت أن قاعدة أرشميدس لا تنطبق على السوائل فحسب، ولكنها تشمل الغازات أيضاً، فأيهما أثقل وزناً طن الخشب أم طن الحديد؟.

المراجع:

١ – إحسان توفيق وآخرون، **العلوم والصحة للصف الأول الإعدادى**، (القاهرة: وزارة التربية والتعليم، ١٩٨٥).

٢ – كولين رونان، **كتاب العلوم – الجزء الثانى من الموسوعة العلمية الحديثة**، (بيروت: الأهلية للنشر والتوزيع، ١٩٧٩).

٢ – فى المرحلة الثانوية

المثال الأول (من ميدان علم الفيزيقا):
التوتر السطحى للسوائل: مفهومه، ومعامله

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس موضوع «التوتر السطحى للسوائل: مفهومه، ومعامله» أن يصبح التلميذ قادراً على أن:

١ – يفسر بعض الظواهر التى قد تبدو متناقضة مع بعض الحقائق العلمية المعروفة مثل طفو بعض الأجسام الأثقل كثافة من سائل ما فوق سطحه.

٢ – يفسر التوتر السطحى لسائل فى ضوء التركيب الجزيئى له.

٣ – يعرف معامل التوتر السطحى لسائل، وأن يقيسه.

٤ – يجرى التجارب الخاصة بالتوتر السطحى للسوائل بسرعة وبدقة.

٥ – يفكر تفكيراً علميًّا سليماً من خلال تدريبه على تفسير المشاهدات وتصميم التجارب وتحليل البيانات واستخلاص النتائج.

٦ – يؤمن بأن لكل ظاهرة فيزيقية أسبابها الموضوعية.

٧ – يقدر أهمية التجريب العملى فى تفسير الظواهر الفيزيقية والكشف عن العلاقات التى تحكمها.

٨ – يقدر جهود بعض العلماء الذين أسهموا فى تفسير ظاهرة التوتر السطحى للسوائل مثل العالم الفرنسى لا بلاس.

الوسائل المستخدمة:

إبرة خياطة – حوامل للإبرة – كوب به ماء – صنبور – قطرة صغيرة من الزئبق – كأس به مقدار من الكحول – كأس به قليل من زيت نباتى – ماصة – مجموعة من الحلقات المعدنية – خيط – سلكاً على شكل زاويتين قائمتين – محلول صابون مجهز حديثاً – ميزان حساس – قليلاً من ماء ملون – عدد من الأطباق – عود ثقاب – سهم ورقى أو خشبى – قليلاً من مسحوق الكبريت – لهب.

التقديم:

ثبت قطعة صغيرة من الصابون فى السهم الورقى أو الخشبى، ثم الق بالسهم برفق على سطح الماء فى الحوض. دع التلاميذ يركزون انتباههم على ما سيحدث. ابتعد عن مكان هذا العرض العملى. بعد فترة سيرى التلاميذ مالم يكن فى الحسبان. ماذا يرون؟ سوف يرون حركة السهم بلا محرك، أى دون تدخل مباشر من المعلم. عندئذ سيندهشون لما حدث ويلحون فى تفسيره. عند هذه اللحظة السيكولوجية المواتية يكون الوقت مناسباً لبدء الدرس.

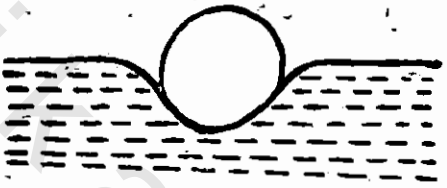
خطوات السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف المشار إليها، يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: مفهوم التوتر السطحى:

١ – اطلب من بعض التلاميذ إعداد حوامل لابرة الخياطة من سلك رفيع

(أو بنسة شعر). دع كل منهم يقوم بوضع الابرة فوق الحامل وغمسه برفق فى ماء كوب ثم إخراج الحامل دون تعرض سطح الماء للإهتزاز. اطلب من التلاميذ ملاحظة ما إذا كانت الابرة ستظل طافية أم ستغوص؟ ذكّرهم بأن الملاحظة التى يخرجون بها تتعارض مع ما نعرفه عن قاعدة أرشميدس وقانون الطفو، دعهم يفكرون فى حل وناقشهم فيه. ويمكن أن تفسر المناقشة إلى أن الحل، أو التفسير الصحيح لهذه الظاهرة، هو أن سطح الماء يعمل كغشاء مرن مشدود (شكل رقم ١).



شكل رقم (١): يتقوس سطح الماء كغشاء مرن يحمل ابرة الصلب

٢ - هنا تكون الفرصة مناسبة لأن توجه أنظار تلاميذك إلى بعض المشاهدات التى تؤيد التفسير الذى توصلتم معاً إليه، مثل استطاعة بعض الحشرات السير فوق سطح الماء حيث يعمل سطح الماء كغشاء رقيق مشدود يحمل تلك الحشرات، كذلك مثل تباعد شعيرات فرشاة الرسم عن بعضها البعض عند غمسها فى الماء محاطة بغشاء رقيق مشدود.

ملاحظة: فى حالة عدم توافر إمكانات لعمل حوامل للابرة، يمكن الاستعاضة عنها باستخدام شفرة حلاقة توضع برفق بسطحها العريض فوق سطح الماء فى كوب أو كأس.

الملخص السبورى:

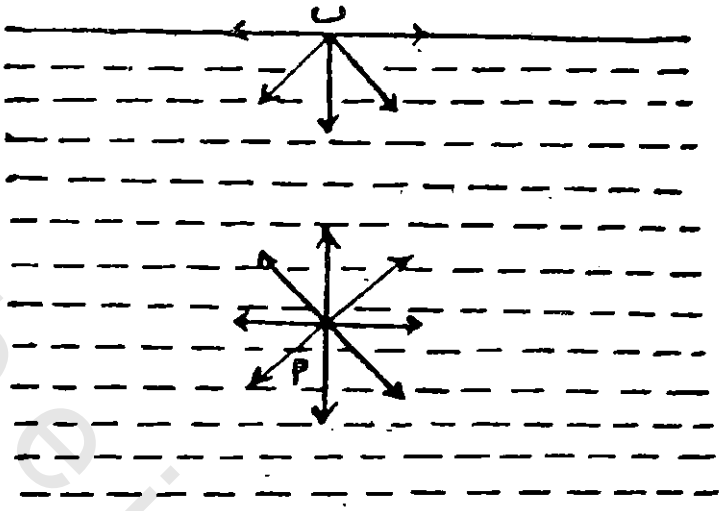
- سطح السائل يعمل كغشاء مرن مشدود.
- التوتر السطحى للسائل: القوة التى تجعل سطح السائل يعمل كغشاء مرن مشدود.

شكل رقم (٢): ينكمش جزء الغشاء المتبقى لثقل مساحة سطحه المعرض

الخطوة الثانية: تفسير التوتر السطحى للسائل فى ضوء التركيب الجزيئى له.

سل التلاميذ: عرفنا من الخطوة السابقة أن سطح الماء (أو أى سائل) يعمل كغشاء مرن مشدود، ولكن ما الذى يجعله يسلك على هذا النحو؟. وللاجابة على هذا السؤال ناقشهم فى كيفية تفسير التوتر السطحى للسائل فى ضوء التركيب الجزيئى له. وحاول أن تصل معهم إلى التفسير الذى وضعه العالم الفرنسى «لابلاس» والذى يتلخص فى أن جزيئات السائل التى على السطح تتعرض لقوى جذب نحو باطن السائل مما ينشأ عنه ميل السائل إلى التقليل من مساحة سطحه فيبدو مشدوداً أو متوتراً (شكل رقم ٣).

الخطوة الثالثة: التوتر السطحى للسائل يعمل على انقاص مساحة سطحه المعرض.



شكل رقم (٣): تفسير التوتر السطحى للسائل فى ضوء التركيب الجزيئى له

ابدأ هذه الخطوة بتذكير التلاميذ بما توصلتم إليه معاً من افتراض أن التوتر السطحى للسائل يعمل على أنقاص مساحة سطحه المعرض، ثم بين لهم أن هذا الفرض يحتاج إلى تحقيق، ولتحقيقه اشترك مع التلاميذ فى القيام بالتدريبات التالية:

١ – دعهم يراقبون سقوط قطرات ماء من صنبور. سلهم: هل يزداد حجم القطرة تدريجياً وهى ملتصقة بفوهة الصنبور أم العكس؟ متى تنفصل قطرة الماء؟ وما هو الشكل الذى تتخذه؟.

٢ – اجعل أحد التلاميذ يضع قطرة صغيرة من الزئبق على سطح زجاجى أفقى أملس. ما الشكل الذى تأخذه القطرة؟ دعه يضغط على القطرة برفق، ماذا يشاهد زملاؤه؟ هل تستعيد القطرة شكلها الذى كانت عليه بعد إزالة الضغط الواقع عليها؟ دع تلميذاً آخر يجزِّئ القطرة إلى قطيرات صغيرة، ما الشكل الذى تتخذه كل قطيرة؟ وإذا اتحدت قطرتان فماذا يكونان؟

٣ – ضع مقداراً من الماء فى كأس، ثم صب باحتراس مقداراً من الكحول

بحيث لا يختلط السائلان معاً ويتكون سطح فاصل بينهما. اسكب كمية قليلة من زيت نباتى (مثل زيت الزيتون) من طرف ماصة مغمورة تحت سطح الماء. ماذا يشاهد التلاميذ؟ وبماذا يفسرون مشاهداتهم؟.

٤ – أعد مجموعة من الحلقات المعدنية من سلك نحاسى مثلاً واربط فى كل منها خيطاً طوله أكبر قليلاً من قطر الحلقة. قسم التلاميذ إلى مجموعات تقوم كل مجموعة منها بغمس إحدى الحلقات فى محلول صابون حديث التجهيز ثم إخراج الحلقة. اطلب من التلاميذ ملاحظة الشكل الذى يتخذه الخيط فى حالة تكون الغشاء وملاحظة ما يطرأ على مساحة الجزء المتبقى من غشاء الصابون وما يطرأ على شكل الخيط (شكل رقم ٢).

ملاحظات:

١ – يكفى إجراء تدريب واحد أو تدريبين فقط من التدريبات السابقة.

٢ – فى حالة إجراء التدريب الخاص بالزئبق، ينبغى الحرص الشديد فى التعامل مع الزئبق لخطورته على الصحة من ناحية، ولتكوينه مملغماً مع الحلى الذهبية كالخاتم والدبلة من ناحية أخرى.

الملخص السبورى:

● يتكيف السائل بحيث تكون مساحة سطحه المعرض أقل ما يمكن بفعل قوى التوتر السطحى للسائل.

● قوى التوتر السطحى للسائل: القوى السطحية التى تؤثر بانتظام فى اتجاه عمودى على طوله.

الخطوة الرابعة: مفهوم معامل التوتر السطحى للسائل:

سل التلاميذ: بعد أن تأكدنا فى الخطوة السابقة من أن قوى التوتر السطحى للسائل تعمل على انقاص مساحة سطحه المعرض، فإذا حاولنا زيادة مساحة هذا السطح ضد هذه القوة فهل يمكننا ذلك؟ ومن خلال

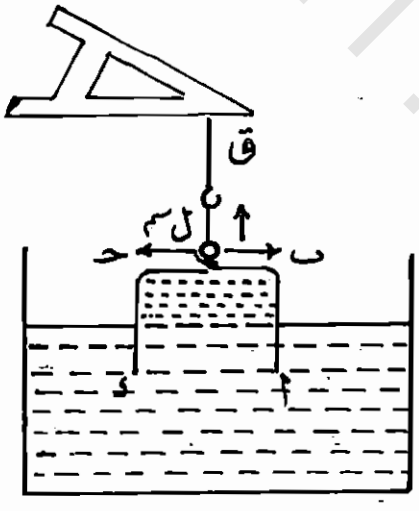
مناقشتهم فى إجاباتهم، يمكن التوصل إلى تحديد المقصود بمعامل التوتر السطحى.

الملخص السبورى:

● معامل التوتر السطحى لسائل: الشغل المبذول لزيادة مساحة سطح السائل بمقدار وحدة المساحات. أو هو القوة المؤثرة عموديًا على وحدة الأطوال من سطح السائل.

الخطوة الخامسة: قياس معامل التوتر السطحى للسائل:

بعد أن توصلت وتلاميذك إلى تحديد المقصود بمعامل التوتر السطحى للسائل فى الخطوة السابقة، فإن التساؤل الذى يفرض نفسه هنا هو: هل يمكننا قياس هذا المعامل؟. وللإجابة على هذا التساؤل، ناقش التلاميذ فى تصميم تجريبى يمكن التوصل من خلاله إلى قياس معامل التوتر السطحى لسائل كالماء. ولعل المناقشة تسفر عن إجراء تجربة على النحو التالى (شكل رقم ٤):



شكل رقم (٤): قياس معامل التوتر السطحى لسائل

علق سلكاً أ ب جـ د على شكل زاويتين قائمتين من أحد طرفى ميزان حساس بحيث ينغمر السلك فى محلول صابون. أضف صنجات صغيرة بالتدريج فى الكفة الأخرى فيرتفع السلك تدريجيًّا حاملاً معه غشائين رقيقين من محلول الصابون (غشاء على كل وجه). سل التلاميذ: هل يحدث ضيق فى سطح السائل أم اتساع؟. استمر فى إضافة أثقال حتى يكون طرفا السلك (أ، د) ملامسين لسطح السائل. اثقب الغشاء فيختل الميزان (لصالح الكفة المحتوية على الصنجات). ارفع صنجات بالتدريج حتى يعود الاتزان.

سل التلاميذ: ما العلاقة بين النقص فى الوزن وقوى التوتر السطحى (ق) التى تؤثر عمودياً على طول يساوى ضعف طول الضلع (ب جـ)؟. ومن خلال الاجابة على هذا السؤال يمكن تعيين معامل التوتر السطحى لسائل من العلاقة:

$$ت = \frac{ق}{٢ ل}$$

الملخص السبورى:

$ت = \frac{ق}{٢ ل}$ حيث ت = معامل التوتر السطحى للسائل، ق = قوة التوتر السطحى.

الخطوة السادسة: اختلاف معاملات التوتر السطحى للسوائل.

بعد تعيين معامل التوتر السطحى للماء فى الخطوة السابقة، يبرز هنا سؤال يفرض نفسه: هل هذا المقدار خاص بالماء وحده أم ينطبق على مختلف السوائل أم يختلف من سائل لآخر؟ ولحسم هذا حاول أن تصل مع التلاميذ إلى تصميمات تجريبية مناسبة، مثل:

١ - دع أحد التلاميذ يضع كمية قليلة من الماء الملون فى حوض بحيث تتكون طبقة رقيقة من الماء على قاعه. ثم يبلل طرف ساق زجاجية بالكحول ويغمر هذا الطرف فى الماء الملون. ماذا يشاهد التلاميذ؟ وما تفسيرهم لما شاهدوا؟.

٢ – املأ عدداً من الأطباق أو الأحواض حتى قرب حافتها بالماء. قسم التلاميذ إلى مجموعات صغيرة. اطلب من كل مجموعة وضع عودى ثقاب فوق سطح الماء بحيث تفصل بينهما مسافة صغيرة حوالى ٢ سم، ثم اجعل كل مجموعة تسكب قطرة من الزيت بين عودى الثقاب إما بواسطة قطارة أو ساق زجاجية. اطلب من التلاميذ ملاحظة ما إذا كان عودى الثقاب سيظلان فى موضعهما أم سيتحركان؟ وملاحظة ما إذا كانا يبتعدان عن بعضهما أم يقتربان؟. حاول أن تصل معهم إلى تفسير لما يشاهدونه.

٣ – انثر بعضاً من مسحوق الكبريت على سطح طبقة رقيقة من الماء موضوعة فى إناء معدنى متسع ونظيف. ضع لهباً هادئاً قريباً من حافة الاناء. دع التلاميذ يلاحظون ما يحدث لمسحوق الكبريت؟ ثم يفسرون ما لاحظوا؟.

٤ – هنا، وفى ضوء التدريبات الثلاثة المذكورة فى هذه الخطوة، يسهل على التلاميذ تفسير العرض الذى قمت به فى بدء الدرس لإثارة اهتماماتهم به.

الملخص السبورى:

- يختلف معامل التوتر السطحى للسائل من سائل لآخر.
- يختلف التوتر السطحى للسائل باختلاف درجة حرارة السائل.

التقويم:

١ ـ ضع علامة √ على الاجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية:

(أ) يعمل التوتر السطحى للسائل على: زيادة مساحة سطحه المعرض ـ انقاص مساحة سطحه المعرض ـ ارتفاع درجة حرارته.

(ب) يميز معامل التوتر السطحى للسائل بوحدة هى: جول ـ داين/سم ـ داين/سم^{٢} ـ ثقل/جم.

(جـ) يمكن قتل يرقات البعوض العالقة على سطح الماء باضافة طبقة من الزيت لأن الزيت: يمنع وصول الأكسجين لليرقات ـ يقلل من التوتر السطحى ـ يسمم يرقات البعوض.

(د) مشى النملة على سطح الماء مثال على: الخاصية الشعرية ـ قاعدة برنولى ـ التوتر السطحى.

٢ ـ كيف يمكنك أن تعين، بتجربة عملية، معامل التوتر السطحى لسائل؟.

الواجب المنزلى:

ربط سلكان بعضهما ببعض بحيث يشكلان زاويةما، وربط خيط بين طرفيهما، ثم غمر السلكان والخيط فى محلول الصابون وأخرجوا منه. ما الشكل الذى يأخذه الخيط؟ ولماذا؟ اختبر إجابتك بإجراء هذه التجربة المبسطة عملياً فى المنزل.

المراجع:

١ ـ محمد عبد المقصود النادى وآخرون، **الفيزيقا للصف الأول الثانوى**، (القاهرة: الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية، ١٩٧٥).

٢ ـ مركز تطوير تدريس العلوم بجامعة عين شمس، **وحدة التركيب الجزيئى للمادة وبعض الخواص الميكانيكية لها ـ كتاب الطالب**، (القاهرة: د.ن.، ١٩٧٦).

٣ ـ مركز تطوير تدريس العلوم بجامعة عين شمس، **وحدة التركيب الجزيئى للمادة وبعض الخواص الميكانيكية لها ـ دليل المعلم**، (القاهرة: د.ن.، ١٩٧٦).

المثال الثانى: من ميدان علم الكيمياء
النظرية الأيونية

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس موضوع «النظرية الأيونية» أن يصبح التلميذ قادراً على أن:

١ ـ يعرف فروض النظرية الأيونية لأرهينيوس (النظرية القديمة أو نظرية التفكك الالكتروليتى).

٢ ـ يدرك العيوب التى فى نظرية أرهينيوس وما بها من أوجه قصور.

٣ ـ يعرف مضمون نظرية التجاذب بين الأيونات.

٤ ـ يلم بفروض نظرية ديباى وهوكل.

٥ ـ يفسر بعض الظواهر فى ضوء النظرية الأيونية مثل: الحمض، والقلوى. والملح، والترسيب، والتعادل، والاحلال.

٦ ـ يكتب بعض المعادلات الكيميائية فى صورتها الأيونية.

٧ ـ يقدر جهود العلماء فى تفسير الظواهر الكيميائية مثل ظاهرة التأين من أمثال أرهينيوس وديباى وهوكل.

الوسائل المستخدمة:

ورق عباد شمس أزرق وأحمر ـ غاز HCL جاف ـ غاز CO_2 جاف ـ غاز NH_3 جاف ـ خارصين ـ حمض كبريتيك مخفف ـ أنابيب اختبار.

التقديم:

لعل من التقديمات المناسبة لهذا الموضوع قيام المعلم بإجراء العرض العملى التالى: احضر سحاحة وضع بها حمض أيدروكلوريك مخففاً، وضع فى

كأس قليلاً من محلول الصودا الكاوية مع قطرات من محلول صبغة عباد الشمس الزرقاء. أضف قليلاً من الحمض إلى محلول الصودا الكاوية على دفعات، وبعد كل مرة ارفع الكأس ورجها ليرى التلاميذ ما يحدث للون صبغة عباد الشمس. استمر فى إضافة الحمض شيئاً فشيئاً حتى يبدأ لون الصبغة فى التحول إلى اللون الأحمر. سيدهش التلاميذ من هذه النتيجة ويطلبون لما حدث تفسيرا.

خطوات السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف المشار إليها يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: النظرية الأيونية لأرهينيوس:

١ ـ فروض نظرية أرهينيوس: أشر فى هذه الخطوة الفرعية إلى أن أرهينيوس قد وضع فى عام ١٨٨٧ فروضاً يفسر بها ظاهرة التحليل الكهربى. ونقترح هنا أن تذكر تلك الفروض للتلاميذ مباشرة كأن تكتبها على السبورة ثم تلجأ إلى مناقشتها معهم إن كانت هناك ضرورة لذلك.

٢ ـ عيوب نظرية أرهينيوس: أشر هنا إلى أن فروض نظرية أرهينيوس السابقة عندما أخضعت للتجريب ثبت أن بها عيوباً لابد من تداركها. وهنا تكون الفرصة سانحة لأن تبرز للتلاميذ أن صحة النظرية، أى نظرية، ليست مطلقة وإنما هى نسبية وقابلة للتعديل والتغيير فى ضوء ما يستجد من ظروف وأدلة. وبعد هذا التنويه اعرض بإيجاز لأهم العيوب التى ظهرت فى فروض نظرية أرهينيوس.

الملخص السبورى:

● تتلخص فروض نظرية أرهينيوس فى: عند إذابة مادة الكتروليتية فى الماء فإنها تعطى محلولاً له خصائص معينة. يحدث الاتزان عندما يكون عدد الجزيئات التى تتفكك إلى أيونات فى أى لحظة مساوياً لعدد الجزيئات التى تتكون من اتحاد الأيونات فى نفس اللحظة. تتوقف درجة التأين على عدة

عوامل منها نوع الالكتروليت ودرجة التخفيف. عند سريان التيار الكهربى فى المحلول فإنه يوجه الأيونات إلى الأقطاب المخالفة لها فى الشحنة.

● تتلخص أهم عيوب نظرية أرهينيوس فى أنها: اعتبرت أن درجة تأين الالكتروليت تقل بزيادة التركيز، وإفترضت أن سرعة الأيونات ثابتة لا تتأثر بالتركيز، ولم تفسر دور المذيب فى عملية التأين، ولم توضح قوى التجاذب بين الأيونات ذات الشحنات المختلفة وأثر ذلك على تقييد حركتها الحرة، ولم تفسر حقيقة توصيل المواد المنصهرة للكهرباء.

الخطوة الثانية: النظرية الأيونية الحديثة:

وضح للتلاميذ فى هذه الخطوة بعض الدلائل التجريبية التى زعزعت من مركز النظرية الأيونية التى وضعها أرهينيوس، ويمكنك أن تخلص معهم ـ من خلال مناقشة تلك الدلائل ـ إلى نتيجة هامة وهى: يمكن اعتبار نظرية أرهينيوس معقولة بالنسبة للالكتروليتات الضعيفة، أما فى حالة الالكتروليتات القوية فإنها قاصرة حيث لا توجد حالة اتزان بين الأيونات والجزيئات غير المتأينة لأنها تامة التأين. ومن هذه النتيجة فلابد من البحث عن نظريات أخرى أكثر اكتمالا. وهنا تكون الفرصة مناسبة لعرض النظريتين التاليتين:

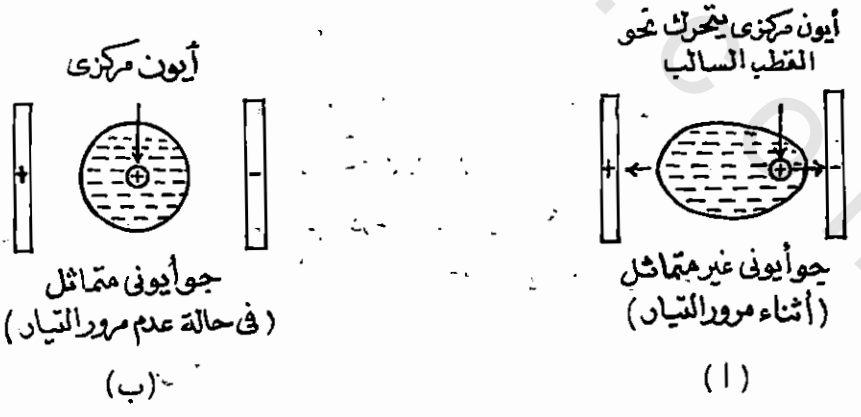
١ ـ نظرية التجاذب بين الأيونات: ناقش التلاميذ فى السبب الحقيقى لفشل نظرية أرهينيوس. وفى ضوء فهم التلاميذ لما تقدم من عيوب هذه النظرية وأوجه القصور فيها يمكن أن تسفر المناقشة إلى أن السبب الحقيقى فى فشلها هو عجزها عن توضيح قوى الجذب بين الأيونات ذات الشحنات المختلفة فى محاليل الالكتروليتات.

٢ – نظرية ديباى وهوكل: أشر إلى أن ديباى وهوكل قد وضعا أساس هذه النظرية عام ١٩٢٣. ويمكنك أن تلخص هذا الأساس فى عاملين هما: فترة التداعى أو التراخى، وحركة جزيئات المذيب. وبعد هذا أشرح لهم نص هذه النظرية والذى يدور حول النقاط أو الفروض الستة التالية:

(أ) الجو الأيونى: ويمكنك توضيحه بشكل يبين أيون محاط بعدد من الأيونات المضادة له فى الشحنة. فمثلاً يمكنك رسم أيون سالب محاط بمجموعة من الأيونات الموجبة، أو أيون موجب محاط بمجموعة من الأيونات السالبة.. (كما فى الشكل رقم ٥).

شكل رقم (٥): الجو الأيونى

(ب) تماثل الجو الأيونى: ويمكنك توضيحه بجو أيونى يحيط بالأيون المركزى بانتظام (فى عدم وجود مجال كهربى خارجى). ويمكن تمثيل الجو الأيونى غير المتماثل بأيون مركزى محاط بجو أيونى على نحو غير منتظم (كما فى الشكل رقم ٦).



شكل رقم (٦): تداعى الجو الأيونى.

(جـ) تداعى الجو الأيونى: ولتوضيحه سل: ماذا يحدث لو تعرض الجو الأيونى المتماثل (كما فى الشكل رقم ٦ ـ ب) لتأثير جهد كهربى خارجى؟. ومن خلال إجابة التلاميذ يمكنهم إدراك أن تداعى الجو الأيونى يعنى فقدان تماثله حول الأيون المركزى تحت تأثير جهد كهربى خارجى. وهنا سل سؤالاً آخر مترتب على السؤال الأول: ولكن ما السبب فى فقدان تماثل الجو الأيونى حول الأيون المركزى؟. ويمكنك أن تخلص ـ من خلال مناقشة تلاميذك ـ إلى أن الجو الأيونى يميل إلى التحرك فى الاتجاه المضاد لحركة الأيون المركزى الذى يميل إلى التحرك نحو القطب المخالف له فى الشحنة. ويمكنك توضيح ذلك بالشكل رقم (٦ ـ أ).

(د) فترة تداعى (تراخى) الجو الأيونى: سل التلاميذ الأسئلة التالية ودعهم يحاولون الإجابة عليها مستعينين بالشكل رقم٦: هل كثافة الشحنة فى الجو الأيونى فى المنطقة أمام الأيون المركزى المتحرك (المتداعى) أكبر منها خلفه أم أقل؟ وهل هى أكبر منها فى الأيون المتماثل؟ هل كثافة الجو الأيونى فى المنطقة خلف الأيون المركزى المتداعى أكبر منها أمامه أم أقل؟ وهل هى أكبر منها فى الأيون المتماثل؟ هل يحاول الجو الأيونى استعادة تماثله حول الأيون المركزى المتحرك، أى يصبح فى حالة تداعى؟. وفى ضوء الإجابة عن كل هذه الأسئلة يخلص التلاميذ إلى مفهوم فترة التداعى.

(هـ) إعاقة سرعة الأيون: أشر إلى العلاقة بين سريان التيار الكهربى، أثناء تحرك الأيون نحو القطب المخالف، وسرعة الأيون.

(و) درجة التوصيل: وضح العوامل التى تتوقف عليها درجة التوصيل وهى: درجة التركيز، وحركة جزيئات المذيب. فبالنسبة لدرجة التركيز أشر إلى العلاقة العكسية بينها وبين درجة التوصيل. كذلك فسر كيف تعتبر حركة جزيئات المذيب قوة معطلة من سرعة الأيونات فى المحلول.

الملخص السبورى:

- تتلخص نظرية التجاذب بين الأيونات فى: تعتمد قوى التجاذب بين

الأيونات على تركيز محلول الالكتروليت. ففى المحاليل المخففة جداً تتباعد الأيونات فتزداد سرعتها ومن ثم يزداد التوصيل، أما فى المحاليل المركزة تتجاذب الأيونات فتقل سرعتها ومن ثم ينقص التوصيل.

● تتلخص نظرية ديباى وهوكل فى:

الجو الأيونى: يحاط كل أيون فى محلول الكتروليتى بعدد من الأيونات المضادة له فى الشحنة مكوناً الجو الأيونى.

تماثل الجو الأيونى: يحيط الجو الأيونى بالأيون المركزى (فى حالة عدم وجود مجال كهربى) أى يكون متماثلاً.

تداعى الجو الأيونى: فقدان تماثله حول الأيون المركزى تحت تأثير جهد كهربى خارجى.

فترة تداعى الجو الأيونى: الفترة التى يأخذها الأيون المركزى المتحرك كى يتحول من حالة التداعى (عدم التماثل) إلى حالة التكوين (التماثل).

عند سريان التيار الكهربى وأثناء تحرك الأيون نحو القطب المخالف تنشأ قوة معطلة من الخلف تعوق من سرعة الأيون.

تتناسب درجة التوصيل عكسيا مع درجة تركيز المحلول كما تتأثر كذلك بحركة جزيئات المذيب.

الخطوة الثالثة: تفسير بعض الظواهر فى ضوء النظرية الأيونية الحديثة.

باستخدام النظرية الأيونية الحديثة، يمكنك تفسير بعض الظواهر الكيميائية للتلاميذ مثل:

١ ـ الحمض: سل التلاميذ: هل يؤثر غاز HCL الجاف أو غاز CO_2 الجاف فى ورقة عباد الشمس الزرقاء الجافة (أى يحمرها)؟. وإذا اختلفت اجابات التلاميذ أجر تجربة تستهدف الاجابة على هذا السؤال. ومن خلال التجربة يتأكد التلاميذ من أن أمثال تلك الغازات لا تستطيع أن تحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء إلا إذا كانت مبتلة بالماء. ومن هذا يخلص التلاميذ إلى

مفهوم الحمض. ثم سل: كلنا يلاحظ أن للأحماض جميعها خواص مشتركة، فما المسئول يا ترى عن ذلك؟. وفى معرض الإجابة عن هذا السؤال تجدك فى حاجة لأن تذكر أمثلة لتأين عدد من الأحماض مثل:

$$HCL \rightarrow H^+ + CL^-$$
$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$
$$H_2SO_4 + 2H^+ + SO_4^{--}$$

ومن هذه الأمثلة وغيرها يصل التلاميذ إلى اجابة السؤال المثار. كذلك ينبغى أن تشير فى هذا الخصوص إلى نقطة هامة تتعلق بقوة الحمض أو ضعفه. ويمكنك أن تشير فى ذلك إلى القدرة المتفاوتة لتفكك كلا من حمض النيتريك والهيدروكلوريك والكبريتيك. وكيف أن الأول يعتبر ـ من حيث تفككه إلى أيونات ـ أقوى من الثانى والثانى أقوى من الثالث، إذا قورنوا تحت نفس الظروف من حيث التخفيف ودرجة الحرارة.

٢ ـ القلوى: سل التلاميذ: هل يؤثر غاز NH_3 الجاف على ورقة عباد الشمس الحمراء الجافة (أى يزرقها)؟. وإذا اختلفت اجابات التلاميذ أجر لهم تجربة تستهدف الإجابة عن هذا السؤال. ومن خلال التجربة يتأكد التلاميذ من أن أمثال ذلك الغاز لا تستطيع أن تزرق ورقة عباد الشمس الحمراء إلا إذا كانت مبتلة بالماء. ومن هذا يسهل على التلاميذ التوصل إلى مفهوم القلوى. ثم سلهم: إلى أى شىء تعزى الخواص المشتركة للقلويات؟. وفى معرض الاجابة على هذا السؤال تجدك فى حاجة لأن تذكر أمثلة لتأين عدد من القلويات مثل:

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$
$$KOH \rightarrow K^+ + OH^-$$
$$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{++} + 2OH^-$$
$$AL(OH)_3 \rightarrow AL^{+++} + 3OH^-$$

ومن هذه الأمثلة وغيرها يمكن أن يصل التلاميذ إلى اجابة على السؤال المثار. وهنا تكون الفرصة متاحة لأن تعطيهم فكرة عن قوة القلوى أو ضعفه والمعيار الذى يمكن به الحكم على ذلك، كأن تسألهم: أى القلويات التالية...

يعتبر قوياً وأيها يعتبر ضعيفاً؟ وما هو معيار الحكم؟.

وبنفس الطريقة يمكن أن يتوصل المعلم مع تلاميذه إلى استخلاص مفهوم كل من: الملح، والترسيب، والتعادل، والإحلال.

الملخص السبورى:

- حمض: مادة الكتروليتية تعطى عند إذابتها فى الماء أيونات موجبة هى أيونات الهيدروجين (H^+).
- تعزى الخواص المشتركة للأحماض إلى وجود أيون الهيدروجين فى محاليها.
- تتوقف قوة الحمض على مقدار تفككه أيونيا فى الماء.
- قلوى: مادة الكتروليتية تعطى عند إذابتها فى الماء أيونات الأيدروكسيد السالبة (OH^-).
- تعزى الخواص المشتركة للقلويات إلى وجود أيون الأيدروكسيد فى محاليلها.
- تتوقف قوة القلوى على مقدار تفككه أيونيا فى الماء وإعطاء أيونات الأيدروكسيد فى المحلول.
- تعزى خواص الأملاح إلى خواص كل من الشق الحمضى والشق القاعدى لها.
- تعادل: تفاعل حمض مع قاعدة لتكوين ملح وماء. أو هو اتحاد أيون الهيدروجين الموجب من الحمض مع أيون الهيدروكسيد السالب من القلوى لتكوين جزىء الماء المتعادل.

التقويم:

١ ـ ما أوجه الخلاف بين النظرية القديمة لأرهينيوس والنظرية الأيونية الحديثة؟.

٢ ـ وضح الدور الذى قامت به نظرية التجاذب بين الأيونات فى تصحيح عيوب نظرية أرهينيوس.

٣ ـ لماذا تعتبر نظرية أرهينيوس معقولة بالنسبة للالكتروليتات الضعيفة؟

٤ ـ ما المقصود بالجو الأيونى؟ وضح ذلك بالرسم.

٥ ـ علل لما يأتى، موضحاً اجابتك بمعادلات أيونية ما أمكن:

(أ) تقل درجة التوصيل بزيادة التركيز.

(ب) عدم تأثير غاز النشادر فى ورقة عباد الشمس الحمراء وتحويلها إلى اللون الأزرق إلا إذا كانت مبتلة بالماء.

٦ ـ ما هو الدور الذى تلعبه جزيئات المذيب فى التأثير على درجة التوصيل لمحاليل الالكتروليتات القوية؟.

٧ ـ عرف معنى الحمض فى ضوء النظرية الأيونية، ثم وضح لماذا يعتبر حمض النيتريك أقوى من حمض الهيدروكلوريك.

٨ ـ كيف يمكنك أن تفسر، فى ضوء دراستك للنظرية الأيونية، احلال فلز مثل الخارصين محل النحاس فى أملاحه.

المراجع:

١ ـ أحمد خيرى كاظم وآخران، **الكيمياء التحليلية الوصفية لطلبة الجامعات والمعاهد العليا**، (القاهرة: مكتبة الصباح، د.ت.).

٢ ـ يوسف أخنوخ يوسف وآخرون، **الكيمياء للصف الثانى الثانوى**، (القاهرة: الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية، ١٩٨٤).

المثال الثالث: من ميدان علم البيولوجيا
التوازن البيولوجى

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس موضوع «التوازن البيولوجى»، أن يصبح التلميذ قادرًا على أن:

١ - يتعرف أشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية.
٢ - يدرك صور العلاقات البيولوجية التى تربط بين هذه الكائنات.
٣ - يقف على أهمية استغلال ما بين الكائنات الحية من علاقات فى التحكم فيها والسيطرة عليها.
٤ - يدرك المقصود بالتوازن البيولوجى.
٥ - يتعرف الأخطار التى تتهدد هذا التوازن وتخل به.
٦ - يتعرف كيفية المحافظة على التوازن البيولوجى مما يتعرض له من أخطار.
٧ - يكتسب مهارة فى بناء بعض اشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية، وتفسير العلاقات المتبادلة بينها فى كل شكل من هذه الاشكال.
٨ - يكتسب اتجاها نحو المحافظة على التوازن البيولوجى فى البيئة التى يعيش فيها.
٩ - يقدر خطورة الآثار المترتبة على الاخلال بمقومات التوازن البيولوجى، وأهمية المحافظة على هذه المقومات.

الوسائل المستخدمة:

لوحات توضح أشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية - لوحات توضح صور العلاقات البيولوجية بينها - فيلم «توازن الطبيعة» وهو ثابت ملون - جولات فى البيئة الطبيعية.

التقديم:

قدم لهذا الدرس بسؤال التلاميذ عما يمكن أن يحدث لو فرضنا تزاوج ذكر وأنثى من الضفادع أو حتى الذباب واستمر تزاوج نسلها لسنين طويلة دون أن تتدخل العوامل الطبيعية لتحد من أعدادها الهائلة؟.

كذلك قدم للدرس بسؤال التلاميذ عن بعض مظاهر الاختلال فى الميزان البيولوجى التى يشاهدونها نتيجة التدخل غير الواعى من قبل الإنسان ازاء بيئته الحيوية.

ومن خلال ذلك يتهيأ التلاميذ لموضوع الدرس.

خطوات السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف السابقة يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: أشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية:

فى هذه الخطوة وضح للتلاميذ أن الكائنات الحية التى سبقت لهم دراستها فى المرحلتين الابتدائية والاعدادية لا تعيش مستقلة عن بعضها البعض، وإنما تقوم بينها علاقات غذائية تتخذ أشكالاً متعددة. ومن هذه الأشكال:

أ - السلسلة الغذائية:

أعط التلاميذ مثالاً مبسطًا مثل:

برسيم ← خروف ← إنسان

ففى هذا المثال يقوم نبات البرسيم بإنتاج المواد الغذائية من خلال عملية البناء الضوئى (كائن منتج). ثم يأتى الخروف ليتغذى عليه (كائن مستهلك أول) ثم يأتى الانسان ليتغذى على الخروف (كائن مستهلك ثان)

ومن المفيد أن توجه نظر التلاميذ إلى العلاقة المتسلسلة فى هذا المثال، وأنها بدأت هنا بنبات أخضر هو البرسيم، كما أن الأحياء المستهلكة ليست كلها

ذات مستوى واحد وإنما هناك عدة مستويات منها، فبعضها مستهلك أول (الخروف) وبعضها مستهلك ثان (الانسان).

بعد هذا، وجه نظر التلاميذ إلى ان سلاسل الغذاء فى البيئة الطبيعية لا تكون دائمًا بنفس البساطة التى يتضمنها الشكل السابق، وإنما يمكن أن تمتد إلى حلقات أكثر مثل الشكل التالى المستمد من البيئة المائية:

عوالق نباتية ← قشريات صغيرة ← أسماك صغيرة ← أسماك كبيرة ← إنسان.

ففى هذا الشكل تقوم العوالق النباتية بإنتاج الغذاء من عناصره الأولية عن طريق البناء الضوئى (احياء منتجة)، ثم تأتى القشريات الصغيرة فتتغذى عليها (مستهلكة أولى) ثم تأتى الأسماك الصغيرة فتتغذى بالقشريات الصغيرة (مستهلكة ثانية). وقد تفترس الأسماك الكبيرة الأسماك الصغيرة (مستهلكة ثالثة)، وأخيرًا يأتى الإنسان ليتغذى بالأسماك الكبيرة (مستهلك رابع).

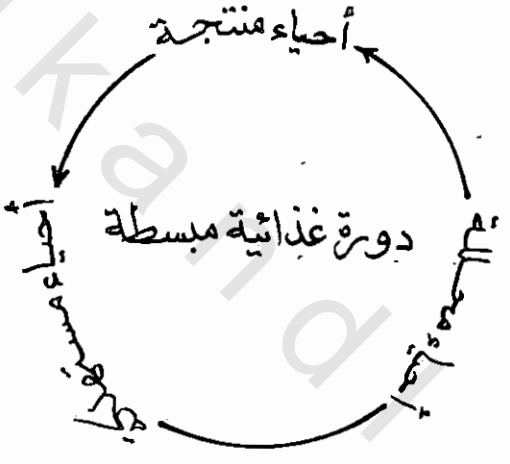
وهنا لا بد من وقفة للمقارنة بين الشكلين المذكورين من حيث بدايتهما ونهايتهما. فمن حيث البداية فهى شرط أن تبدأ بنبات أخضر (كائن منتج)، ولكن النهاية ليست شرطًا أن تنتهى بالانسان، كما هو الحال بالنسبة لهما. إذ يمكن للأسماك المفترسة فى الشكل الثانى أن تأكل الأسماك الكبيرة قبل أن يأكلها الإنسان. كما يحسن فى هذه الوقفة بيان أن الاحياء المستهلكة تعرف - ابتداء من المستهلك الثانى - بآكلات اللحوم نظرًا لتغذيتها على أجسام حيوانية.

٢ - الدورة الغذائية:

حاول أن «تثنى» السلسلة الغذائية السابق دراستها فى الخطوة السابقة لتصير دورة. ولعمل هذا أذكر مثالاً كالتالى:

حشائش ← جراد ← ضفادع ← ثعابين ← صقور ← بكتريا التحلل ← حشائش

ففى هذا المثال يمكن أن يلاحظ التلاميذ أن طائرًا كالصقر يتغذى على ثعبان سبق له أن التهم ضفدعة كانت قد ازدردت جرادة فرغت لتوها من أكل حشائش. ولكن الصقر هنا -وهو يمثل قمة السلسلة أو نهايتها - قد لا يفترسه حيوان آخر، ولكن من المؤكد أنه سيموت، إما بمرض يفتك به أو برصاصة قناص ماهر. وبعد موته تأتى كائناتٌ دقيقة، أو غير دقيقة، فتحلل مادته العضوية وتحيلها مواد بسيطة سرعان ما تختلط بالتربة وتصبح جزءًا من مكوناتها التى تمتص بواسطة الحشائش (فى هذا المثال) على هيئة أملاح بسيطة وعناصر ذائبة مرة أخرى. وهكذا «ثنيت» السلسلة أى انتهت من حيث بدأت. ويمكن تمثيل ذلك فى الشكل رقم (٧):



شكل رقم (٧): دورة غذائية مبسطة

٣ - هرم الغذاء:

نقترح فى هذه الخطوة الفرعية أن توجه التلاميذ لينظروا إلى السلسلة السابقة من منظورات ثلاثة:

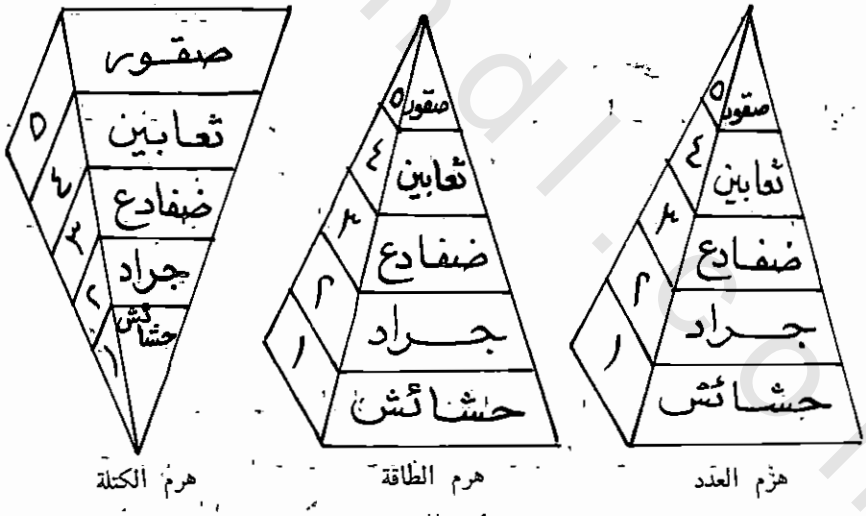
(أ) **منظور العدد:** وفيه يلاحظ التلاميذ أنه كلما ابتعدنا عن حلقة الاحياء المنتجة يقل عدد الاحياء المستهلكة تدريجيًّا. فعدد الجراد أقل من عدد الحشائش، وعدد الضفادع أقل من عدد الجراد، وعدد الثعابين أقل من عدد

الضفادع، وهكذا. مما يجعل العلاقة بينها تأخذ شكلاً هرميًّا يعرف بهرم العدد.

(ب) **منظور الطاقة:** وفيه يلاحظ التلاميذ كذلك أنه كلما ابتعدنا عن حلقة الاحياء المنتجة تقل كمية الطاقة المودعة فى الاحياء المستهلكة تدريجيًّا. فكمية الطاقة المودعة فى الجراد أقل منها فى الحشائش، وكمية الطاقة المودعة فى الضفادع أقل منها فى الجراد، وكمية الطاقة المودعة فى الثعابين أقل منها فى الجراد، وهكذا. مما يجعل العلاقة بينها تأخذ شكلاً هرميًّا يعرف بهرم الطاقة.

(جـ) **منظور الكتلة:** وفيه يلاحظ التلاميذ أنه كلما ابتعدنا عن حلقة الاحياء المنتجة تزداد كتلة الكائن الفرد تدريجيًّا. فكتلة الجرادة الواحدة أكبر من كتلة نبات الحشيش الواحد وكتلة الضفدعة الواحدة أكبر من كتلة الجرادة الواحدة، وكتلة الثعبان الواحد أكبر من كتلة الضفدعة الواحدة وهكذا. مما يجعل العلاقة بينها تأخذ شكل هرم مقلوب يعرف بهرم الكتلة.

ويمكن تمثيل تلك «الأهرامات» الثلاثة فى الشكل رقم (٨):



شكل رقم (٨): أهرام العدد والطاقة والكتلة

وبدمج الأهرام الثلاثة: هرم العدد + هرم الطاقة + هرم الكتلة = هرم الغذاء.

٤ - الشبكة الغذائية:

وضح للتلاميذ فى هذه الخطوة الفرعية أنه لو تداخلت سلاسل الغذاء مع بعضها البعض، وهى كذلك فى الطبيعة، فإنها تكون فى النهاية شكلاً يشبه الشبكة ويسمى الشبكة الغذائية.

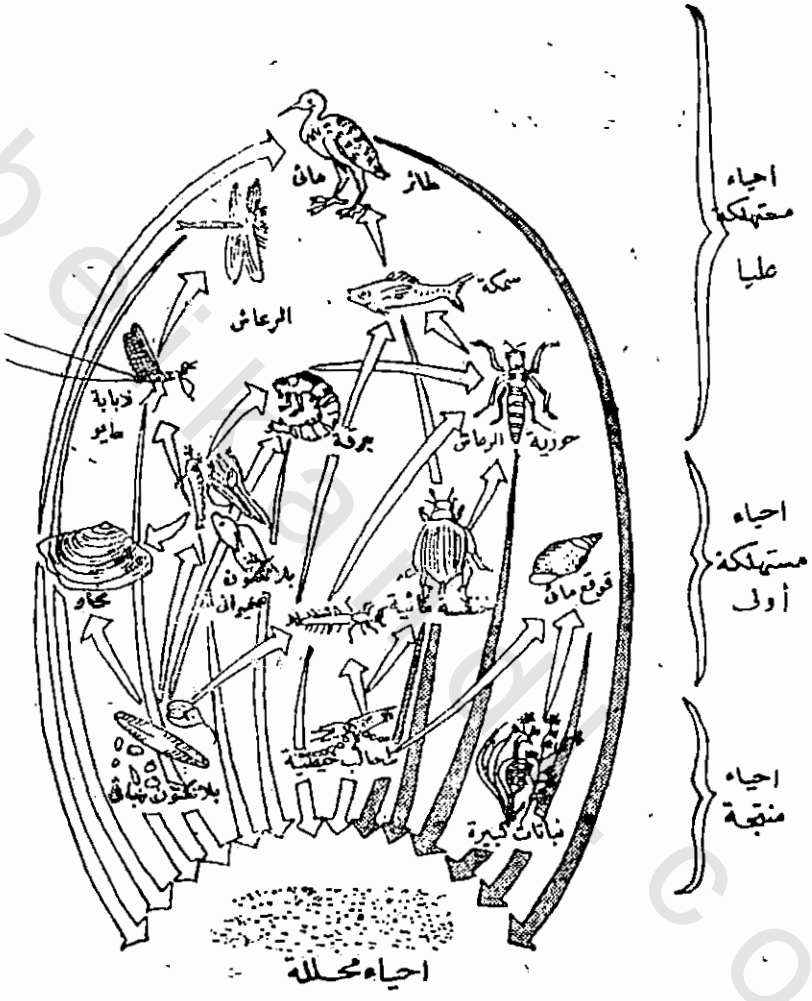
فالصقر مثلاً، الذى ورد ذكره فى السلسلة الغذائية المستمدة من البيئة الزراعية، يحتمل أن يكون قد تغذى أيضًا على فأر كان قد افترس خنفساء تغذت يرقاتها على أحد النباتات الخضر، كما أنه يمكن أن تتغذى حشرات معينة ببعض هذه النباتات ثم تأتى الضفادع لتأكلها. وقد تقفز الضفدعة هنا وهناك فيقابلها ثعبان أو صقر يتغذى بها، وإذا تغذت دجاجة بواحد من النباتات الخضر المشار إليها فقد يفترسها ثعلب جائع. وبالمثل فإنه إذا تغذت الأغنام بأحد النباتات الخضر كالبرسيم فإنه يمكن أن يهاجمها ذئب ويفترس إحداها. وبموت الأحياء المختلفة، منتجة كانت أو مستهلكة، تقوم الأحياء المحللة بتحليلها. ويمكن للمعلم أن يلخص هذه العلاقات المتبادلة بين هذه الكائنات فى صورة شبكة غذائية.

وينبغى أن يوجه المعلم نظر التلاميذ هنا إلى أنه على الرغم من تعقيد شبكة الغذاء هذه وتداخل سلاسلها، إلا أن مسرى الغذاء يبتدئ فيها أيضًا من الاحياء المنتجة (الحشائش فى الشبكة المشار إليها).

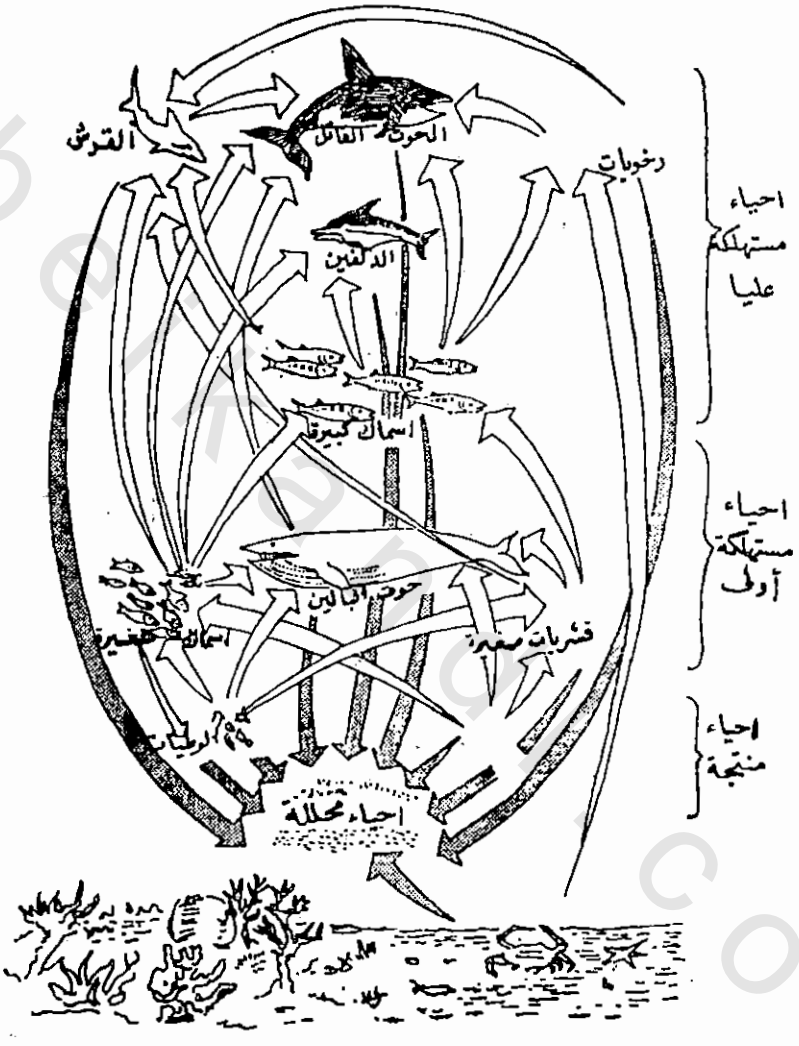
هذا ويوضح الشكلين التاليين شبكتين غذائيتين احداهما فى بركة والأخرى فى البيئة البحرية.

٥ - شبكة الحياة:

عمِّق من ادراك تلاميذك للعلاقات الغذائية بين الكائنات الحية، بأن تشير فى هذه الخطوة إلى أن الشباك الغذائية التى سبقت للتلاميذ دراستها فى الخطوة السابقة ما هى فى الحقيقة إلا مجرد أمثلة (أو خيوط) منعزلة من شباك أخرى أكثر تعقيدًا، إذ أنها ترتبط فى الطبيعة بشباك أخرى عديدة وتتصل بها. وفى ضوء ذلك يمكن أن يدرك التلاميذ وجود شبكة معقدة تعرف بشبكة الحياة تضم مجموعة الشباك الغذائية المتداخلة مع بعضها البعض.



شكل رقم (٩): شبكة غذائية فى بركة



شكل رقم (١٠): شبكة غذائية فى البحر

الملخص السبورى:

● سلسلة غذائية: شكل تمثل فيه العلاقات الغذائية بين الكائنات الآكلة والمأكولة بعدة حلقات متسلسلة.

● النباتات الخضر هى الحلقة الأولى فى أى سلسلة غذائية.

● للأحياء المستهلكة مستويات متعددة.

● تتخذ السلسلة الغذائية نظامًا عامًّا وهو: أحياء منتجة ← آكلات نبات ← آكلات لحوم.

● دورة غذائية: دورة المواد الغذائية من الأحياء المنتجة إلى الاحياء المستهلكة بمستوياتها، ثم إلى الأحياء المحللة، ومنها إلى الاحياء المنتجة مرة أخرى.

● تلعب الأحياء المحللة دورًا هامًّا فى اتمام دورة الغذاء وفى استمرارها.

● شبكة غذائية: مجموعة من سلاسل الغذاء متداخلة مع بعضها البعض، يتخذ التخطيط العام لها شكل شبكة تعرف بالشبكة الغذائية.

● على الرغم من تداخل شبكة الغذاء وتعقيدها، فإن مسرى الغذاء فيها يبتدئ دائمًا من الاحياء المنتجة.

● هرم الغذاء: شكل يضم العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية فى بيئة معينة، تشغل قاعدته الاحياء المنتجة صغيرة الوزن كثيرة العدد، بينما تحتل القمة الاحياء المستهلكة كبيرة الوزن قليلة العدد.

● تتخذ العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية أشكالاً متعددة: سلسلة، دورة، هرم، شبكة.

● الأحياء المنتجة هى الاساس فى تكوين الغذاء فى أى شكل غذائى.

● لولا عملية البناء الضوئى التى يقوم بها النبات الاخضر لما وجدت حياة على سطح الأرض.

● الغذاء محور هام من المحاور التي ترتكز عليها الاشكال المختلفة للعلاقات بين الكائنات الحية.

openkanal.com

الخطوة الثانية: صور العلاقات البيولوجية بين الكائنات الحية:

لمساعدة التلاميذ على تعرف أهم هذه الصور ينبغى أن تشير بصفة أساسية إلى النوعين التاليين من العلاقات:

(ا) علاقات بين افراد النوع الواحد.

وفيها تشير إلى علاقتين هامتين وهما التنافس والتعاون.

١ - **التنافس:** ولبيان هذه العلاقة أشر إلى التنافس فى عالم الأحياء كالتنافس الذى يحدث بين النباتات فى سبيل الحصول على حاجتها من العناصر اللازمة لنموها كالماء والضوء، كما تشير إلى التنافس فى عالم الحيوان مثل التنافس بين ذكور خلية النحل من أجل الظفر بالملكة وتلقيحها. وفى ضوء ذلك يستطيع التلاميذ ادراك المقصود بالتنافس.

وهنا تكون الفرصة مناسبة لتبرز نقطتين هامتين:

الأولى: أنه عندما يكون التنافس بين الكائنات الحية على الشيء نفسه، فإن هذا التنافس يشتد إلى درجة كبيرة. فمثلا إذا كان التنافس بين النباتات التى تعيش فى منطقة ما على الضوء لقلته فى هذه المنطقة فإنها تتصارع فيما بينها على مد سطوحها الخضر لإ قتناص أكبر كمية ممكنة منه. وبالمثل فإنه إذا شح الماء فى منطقة معينة تزاحمت جذور النباتات لتحصل منه على أكبر قدر مستطاع..

والثانية: أنه فى أثناء هذا التسابق والصراع بين الكائنات الحية تفوز الاحياء القوية بالشيء الذى تريده بينما تهلك الاحياء الضعيفة. ولعل من اللازم هنا ان توضح أن حصول الكائن الحى على حاجته لا يعتمد على مجرد قوته فحسب، وانما يعتمد كذلك على صلاحيته (وان كانت القوة فى ذاتها هى عنصر من عناصر الصلاحية) ومدى ما لديه من إمكانات تيسر له الحصول على هذه الحاجة قبل غيره من الكائنات الأخرى أو بكمية اكبر منها. وفى

ضوء ذلك يمكن أن يستخلص التلاميذ مبدءا بيولوجيا هاما يحدد نتيجة ذلك الصراع.

٢ - **التعاون:** ولشرح المقصود بالتعاون، أشر إلى أمثلة مناسبة توضحه. ويمكنك ان تشير فى هذا المجال إلى التعاون بين افراد النحل حيث يعيش النحل حياة اجتماعية تعاونية يقوم كل عضو فيها بدور معين وتتكامل الادوار فى النهاية لخدمة استمرارية الحياة فى الخلية. ومن المفيد أن تبرز هنا أنه على الرغم من استطاعة كل فرد من افراد هذه الجماعة العيش بمفرده، الا انه لضمان انتاجية الجماعة واستمراريتها فإن هناك ضرورة لأن تتكامل الأدوار.

(ب) علاقات بين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية:

وفيها تشير إلى العلاقات الأربع الرئيسة: التطفل، والتكافل (التعايش والتقايض)، والافتراس، والترمم.

ولشرح كل علاقة من هذه العلاقات او كل مفهوم من هذه المفاهيم نقترح تدريسه باستخدام ما يسمى بـ «طريقة الأعمدة». وفيها تكتب على السبورة قائمتين بكائنات حية تربط بينها علاقة، وتتح للتلاميذ فرصة ادراك هذه العلاقة ثم استخلاصها وتجريدها فيكون المفهوم. وفيما يلى نموذجا لذلك:

أ		ب	أ		ب
بلهارسيا	←	انسان	ريموراز	→	القرش
دودة كبدية	←	ماشية	أوليات	→	إنسان
حامول	←	برسيم	مجهريات	→	اسفنج
هالوك	←	فول			
دودة ورق القطن	←	قطن			
بمبلا	←	ديدان لوز القطن			
		تطفـــل			تعـــايش

أ		ب
بكتريا عقدية	⇆	بقوليات
نمل أبيض	⇆	سوطيات
بلشبون	⇆	فيل
زقزاق	⇆	تمساح
زوكلوريللا	⇆	هيدرا
فطر	⇆	طحلب

تقايض

أ		ب	أ		ب
قطة	←	فيران	بكتريا	→	نباتات ميتة
حدأة	←	فراريج	ديدان	→	حيوانات ميتة
أسد	←	حمير وحشية			
نمر	←	غزلان			
بومة	←	فيران			

افتراس ترمم

وعلى ضوء هذا النموذج يمكن شرح العلاقات المشار إليها على النحو التالى:

١ - **تطفل**: يلاحظ التلاميذ فى العمود الأول أنه يضم قائمتين بكائنات حية تربط بينها علاقة وهى علاقة المستفيد بالمضار (يشير إلى ذلك السهم ذى الاتجاه الواحد نحو(ب). فأى كائن من القائمة (أ) يستفيد بينما يضار الكائن المقابل له من المجموعة (ب). فالبلهارسيا تستفيد والإنسان يضار، والدودة الكبدية تستفيد بينما تضار الماشية والأغنام، والحامول يستفيد بينما يضار البرسيم، والهالوك يستفيد بينما يضار الفول، وهكذا. ويمكن للتلاميذ استخلاص العلاقة المشتركة بين جميع الكائنات فى هذا العمود بأنها «معيشة

كائن حى على حساب آخر» وهى التى نطلق عليها - تجريدا - مصطلح «تطفل».

٢ - **تعايش**: يلاحظ التلاميذ فى العمود الثانى أن الصورة قد اختلفت، إذ أنه يضم قائمتين بكائنات حية تربط بينها علاقة وهى علاقة المستفيد باللامستفيد واللا مضار (يشير إلى ذلك السهم ذى الاتجاه الواحد نحو أ). فأى كائن من القائمة (أ) يستفيد بينما لا يستفيد الكائن المقابل له من المجموعة (ب) ولا يضار. فالريورا (أو ما تعرف بقملة القرش) تستفيد كل الفائدة حيث تقبع على ظهر القرش وترافقه فى حله وترحاله متغذية على فتات ما أكل، فهى تستفيد بذلك الغذاء بينما لا يستفيد القرش ولا يضار، كذلك فالحيوانات الأولية داخل أمعاء الإنسان تستفيد حيث تحصل على الغذاء والمأوى دون أن تلحق بالإنسان ضرًا أو تجلب له نفعا، وهكذا. ويمكن للتلاميذ استخلاص العلاقة المشتركة بين كائنات هذا العمود بأنها «علاقة فائدة من طرف واحد» وهى التى نطلق عليها - تجريدا - «تعايش».

٣ - **تقايض**: يلاحظ التلاميذ فى العمود الثالث أن الصورة أكثر اختلافا فالسهم أصبح متبادلاً لأول مرة. فهذا العمود يضم قائمتين بكائنات حية تربط بينها علاقة المستفيد بالمستفيد. فالبكتريا العقدية مثلا لا تقوى على انتاج الغذاء لخلوها من المادة الخضراء ومن ثم تحصل عليه من البقوليات ولكنها - فى مقابل هذا - تقوم بتثبيت نيتروجين الهواء الذى يتخلل التربة لتستفيد منه البقوليات فى انتاج الغذاء. كذلك فالنمل الأبيض يقوم بقرض الخشب ولكنه لا يقوى على هضم سليولوزه، وهنا تأتى السوطيات التى تعيش فى قناته الهضمية لتتولى تحويله إلى سكريات بسيطة تأخذ جزءا منها وتترك الباقى للنمل. وبهذا تستفيد السوطيات الغذاء والمأوى وفى المقابل تمنح النمل الأبيض الحياة، إذ وجد أنه بدون تلك السوطيات لا يستطيع الحياة. وبالنسبة للبلشون والفيل، فالبلشون يتمتع بوجبة شهية من حشرات جلد الفيل والفيل يتخلص بذلك من بعض قمله، وهكذا. ويمكن للتلاميذ استخلاص العلاقة

المشتركة بين كائنات هذا العمود بأنها «علاقة تبادل منفعة» وهى التى نطلق عليها - تجريدا - «تقايض».

٤ - **افتراس**: تنعكس الصورة فى العمود الرابع إلى ما كانت عليه فى العمود الأول ولكن بفرق جوهرى. ففى العمود الرابع يلاحظ التلاميذ أن العلاقة التى تحكم كائناته هى علاقة المستفيد بالمضار مثلها فى ذلك مثل العمود الأول حيث تأكل القطط الفيران، وتنقض الحدأة على الفراريج، وينهش الأسد الحمير الوحشية وجبته المفضلة، ويفتك النمر بالغزال، وهكذا.

ويمكن للتلاميذ استخلاص العلاقة المشتركة بين كائنات هذا العمود بأنها «علاقة مستفيد بمضار» وهى التى نطلق عليها - تجريدا - «افتراس». والفرق الرئيسى بين التطفل والافتراس هو أن الأولى علاقة دائمة لأن من مصلحة الطفيلى أن يبقى على عائله لأنه لا يستطيع أن يحيا بدونه، أما الثانية فهى علاقة مؤقتة تنتهى باستهلاك الفريسة أو جزء منها.

٥ - **ترمم**: يلاحظ التلاميذ فى العمود الخامس أن العلاقة التى تحكم كائناته هى «تغذى الحى على الميت»، وهى ما نطلق عليها - تجريدا - «ترمم».

وقبل الانتهاء من هذه الخطوة فى موضوع التوازن البيولوجى لابد من الاشارة إلى نقطة على جانب كبير من الأهمية وهى امكانية استغلال العلاقات المشار إليها، وخصوصا العلاقات بين الأنواع المختلفة بين الكائنات الحية، فى القضاء على الكائنات الضارة تطفلا أو افتراسا. فمثلا يمكن استغلال تطفل حشرة البمبلا على ديدان لوز القطن فى مقاومة هذه الديدان. كذلك يمكن استغلال القطط للفيران فى مكافحة الأخيرة. وبالمثل يمكن استغلال قدرة بعض الرميات على تحليل المواد العضوية المعقدة فى صناعات كثيرة مثل صناعة النسيج وصناعة الورق وغيرهما.

الملخص السبورى:

● تنافس: التسابق والصراع بين الأحياء، التى من نوع واحد عادة،

للحصول على احتياجاتها الضرورية اللازمة لها من بيئتها.

● كلما تشابهت الاحتياجات الضرورية اللازمة للكائنات الحية كلما اشتد التنافس بينها.

● فى الصراع بين الكائنات الحية من أجل الحياة يكون البقاء دائمًا للأصلح.

● تعاون: علاقة اختيارية بين كائنات من نوع واحد تستفيد من ارتباطها معا.

● تطفل: علاقة اجبارية بين كائنين من نوعين مختلفين يعيش فيها احدهما على حساب الآخر. ويسمى الطرف الأول الذى ينفرد بالنفع «الطفيلى»، ويعرف الطرف الذى يلحق به الضرر «العائل».

● لا يستطيع الطفيلى أن يحيا بغير عائله.

● لا يكاد يوجد كائن حى لا يتعرض للتطفل بصورة أو بأخرى.

● تعايش: علاقة بين كائنين من نوعين مختلفين، وفيها يعود النفع كله على احدهما ويسمى «المتعايش»، بينما لا يعود على الآخر وهو «المضيف» أية فائدة كما لا يصاب بشىء من الضرر.

● تقايض: علاقة بين كائنين من نوعين مختلفين، يأخذ فيها احدهما من الآخر بقدر ما يعطيه، فيصيب كل منهما قدرًا من النفع ولا يلحق بأيهما شىء من الضرر.

● افتراس: علاقة بين كائنين من نوعين مختلفين غالبا. وفيها يستفيد احد الطرفين كل الفائدة ويسمى «المفترس»، بينما يقع الضرر كل الضرر على الطرف الثانى ويعرف بـ«الفريسة». وهى علاقة مؤقتة تنتهى باستهلاك الفريسة أو جزء منها.

● ترمم: تغذى بعض الأحياء على أجسام الحيوانات والنباتات الميتة.

الخطوة الثالثة: التوازن البيولوجى: مفهومه، ومسببات الاخلال به، وكيفية المحافظة عليه:

١ - **مفهوم التوازن البيولوجى:** وجه النظر إلى أن الأشكال الغذائية التى سبق للتلاميذ دراستها فى الخطوة الأولى تعيش فى كل منها حياة على حياة أخرى فى حلقات متتابعة، وتخضع العلاقة بين هذه الحلقات لنظرية العرض والطلب. والعرض هنا بمثابة الغذاء الناتج والطلب بمثابة الكائن الذى يأكله، أى بمثابة الآكل والمأكول. ولكى تجد الكائنات ما تأكله لابد وأن يزيد الانتاج من المأكول على حاجة الآكل منه، أى يكون العرض أكثر قليلا من الطلب وانه لتحقيق ذلك فلابد من ضمان، ويتمثل هذا الضمان هنا فى صورة اسس انتاجية سليمة تتخذ شكلا هرميا، إذ كلما صعدنا إلى القمة (أى ابتعدنا عن حلقة الأحياء المنتجة) فى كل شكل من أشكال الخطوة الأولى، يقل تكاثر الكائنات الحية تدريجيا، وذلك حتى تظل العلاقة بين الآكل والمأكول فى حالة توازن.

ولكن إذا حدث وزاد الطلب، أى زاد كائن على حساب آخر، جاء كائن آخر - مفترس له أو متطفل عليه - ليحد من تكاثره حتى يعود التوازن من جديد. وإذا طغى المفترس أو المتطفل فى تأثيره على الكائنات الأخرى بدرجة تخل بالتوازن بينها، جاء من يفترسه أو يتطفل عليه. ولهذا لا نجد المفترسات تسود كما لا تسود الطفيليات. وعلى هذا النحو تسير العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية يحكمها ميزان فى احدى كفتيه الآكلين وفى الأخرى المأكولين. فإذا زاد المأكول مثلا فلابد أن يزيد الآكل، وإذا زاد الآكل على حد معين لعبت الأعداء الحيوية له دورها فى الإيقاف به عند الحد المعقول. وهكذا يحدث التوازن البيولوجى فى كل حالة. وفى ضوء هذا يمكن أن يدرك التلاميذ المقصود بالتوازن البيولوجى.

٢ - **مسببات الاخلال بالتوازن البيولوجى:** أشر إلى بعض النشاطات التى يمارسها الإنسان وتتسبب فى الاخلال بمقومات التوازن البيولوجى فى

البيئة الطبيعية بصورة أو بأخرى. ويمكنك أن تشير فى هذا الصدد إلى نشاطات مثل: الاستخدام غير الراشد للمبيدات، ادخال نباتات جديدة إلى البيئة، عمل تغييرات فى الاجراءات الزراعية، على أن توضح الاخطار التى ترتبت على كل منها. فبالنسبة للنشاط الأول مثلا، تسبب الاستخدام غير الراشد للمبيدات الحشرية فى مصر فى السنوات الأخيرة لمقاومة بعض الآفات الضارة فى هذه البيئة وخصوصا الرش بالطائرات إلى قلة بعض الطيور البرية أو اختفائها كالحدأة والصقر، مما ترتب عليه تحول العصافير الدورية فى تلك البيئة من طيور نافعة اقتصاديا إلى ما يسمى فى عرف علماء البيئة «آفة طارئة»، نتيجة اختفاء أعدائها الحيوية أو قلتها.

٣ - **المحافظة على التوازن البيولوجى:** وهذه الخطوة الفرعية لها أهميتها الخاصة، فهى تعتبر الخطوة الاستراتيجية فى موضوع التوازن البيولوجى وكل ما سبقتها من خطوات فهى خطوات تكتيكية لها.

أشر هنا إلى حقيقة هامة وهى أن التوازن الذى يحدث بين الكائنات الحية المختلفة يعتبر من أهم عوامل المحافظة على استمرار الحياة فى مجموعها. وهنا تكون الفرصة سانحة لأن تشير إلى بعض الجهود التى ينبغى أن تبذل فى بعض البيئات مثل ترشيد استخدام المبيدات الزراعية، والتوسع فى اسلوب المقاومة البيولوجية، ومنع ادخال أية أحياء جديد إلى البيئة إلا بعد التأكد من أنه سوف لا يكون لها أضرار جانبية مثل ظهور الآفات الطارئة.

ومن المفيد أن تؤكد فى هذا الخصوص أن المحافظة على التوازن البيولوجى فى البيئة الطبيعية ليست بالعملية السهلة، وإنما تحتاج إلى وعى كاف من قبل الإنسان بالعلاقات الوثيقة والدقيقة التى تربط بين مختلف الكائنات الحية فى بيئته. وأن يسأل نفسه قبل اتخاذ أى اجراء ازاء أى مكون من مكونات هذه البيئة مثل: ابادة نبات، أو القضاء على حيوان، أو بناء مصنع، أو شق ترعة، أو اقامة خزان، أو تشييد سد، أو تحويل مجرى نهر، الخ - يسأل الإنسان نفسه: ما الآثار الضارة التى يمكن أن تترتب على هذا الإجراء فى شبكة

العلاقات بين الكائنات الحية فى هذه البيئة؟ وكيف يمكن التغلب على هذه الآثار أو الحد منها.

الملخص السبورى:

● توازن بيولوجى: حالة من التعادل الطبيعى بين الأحياء فى البيئة الواحدة بحيث لا يطغى أحدها فى تأثيره على الأحياء الأخرى فى هذه البيئة.

● تلعب المفترسات والطفيليات دورًا هامًا فى اقامة التوازن البيولوجى فى البيئة الطبيعية واستمراره.

● آفة طارئة: تحول كائن معين لا ضرر ظاهر له، نتيجة الإخلال بالتوازن البيولوجى فى البيئة بفعل الإنسان عادة، إلى كائن ذا خطر ملحوظ من الناحية الاقتصادية.

● لكل عملية يقوم بها الإنسان ازاء بيئته الطبيعية، دون وعى وتخطيط كافيين، آثار ضارة لابد منها.

● التوازن الذى يحدث بين الكائنات الحية المختلفة من أهم عوامل المحافظة على استمرار الحياة فى مجموعها.

● من أهم التحديات التى تواجه الإنسان فى الوقت الحاضر هى كيفية المحافظة على مقومات التوازن البيولوجى فى البيئة الطبيعية.

التقويم:

١ – اذكر سلسلة غذائية برية وأخرى مائية. ما هى أهم العناصر الواجب توافرها فى أى سلسله غذائية؟

٢ – ما المقصود بما يأتى:

(ا) هرم الطاقة.

(ب) التوازن البيولوجى.

٣ – ما الفرق بين كل من التطفل والافتراس. وضح اجابتك بأمثله من بيئتك المحلية.

٤ – بماذا تسمى العلاقة بين السوطيات والنمل الأبيض وما هو مفهومك لهذه العلاقة؟

٥ – ما هى أهم الأخطار التى تهدد مقومات التوازن البيولوجى فى البيئة المصرية، وكيف يمكن التغلب عليها؟.

الواجبات المنزلية:

١ – قم بزيارة بعض الحقول المزروعه وبركة ومجرى مائى (نهر أو ترعة أو مسقى):

(أ) لاحظ مختلف المواد الغذائية للكائنات الحية (نباتية كانت أم حيوانية).

(ب) اذكر أسماء الكائنات الحية مرتبة لتكوين سلاسل غذائية مبتدئا بالمنتج فى كل سلسلة.

٢ – إحضر نباتا بقوليا كالفول أو البرسيم أو الترمس. إغسل برفق ما قد يكون عالقا على جذوره من أتربة ترى أجزاء منتفخه هى العقد الجذرية. إفحص شريحة مجهزة للعقدة تلاحظ وجود كائنات دقيقة داخل الخلايا هى البكتريا العقدية. إرسم ما تراه.

٣ – قم بزيارة أقرب الحقول لمدرستك واجمع عينات من نبات الهالوك ملتصقه بعائله بداخلها البذور الدقيقة. لاحظ شكل الطفيلى وما عليه من أوراق حرشفية وأزهار أو ثمار بداخلها البذور الدقيقة والجسم الدرنى الملتصق بالعائل. ارسم شكلا للنبات موضحا اتصاله بالعائل. إفحص شريحة مجهزة توضح اتصال أنسجة الطفيلى بأنسجة عائله وارسم تخطيطا لما تراه تحت المجهر.

٤ – تجول فى أحد الحقول أو شاهد فى المتحف الزراعى بعض الحيوانات المفترسه كالحشرات (مثل فرس النبى والخنافس)، والسحالى، والضفادع، وبعض الأسماك الغضروفية.

٥ - ارسم لوحة توضح هرما غذائيا وأخرى توضح شبكة غذائية من بيئتك المحلية.

المراجع:

١ - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **مرجع فى التعليم البيئى لمراحل التعليم العام** (القاهرة: د. ن، ١٩٧٦) ص ص: ٦٠-٨١.

٢ - آن هاريس وآخرون، **بيئة الإنسان**، ترجمة يوسف شوقى ص ص: ٦-٧.

٣ - حسين سعيد وآخرون، **علم الأحياء للصف الأول الثانوى**، (القاهرة: الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية، ١٩٨٤) ص ص: ٧٤-٨٠، ص ص: ٨٩-٩٦

٤ - عبد المحسن صالح، **دورات الحياة**، (القاهرة: دار القلم، ١٩٦٤).

ثانياً: الاعتبارات المستخلصة

قدمنا فى الجزء السابق من هذا الفصل أمثلة توضح كيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية. ومن هذه الأمثلة يمكننا استخلاص أهم الاعتبارات التى ينبغى أن يراعيها المعلم فى تدريسه للعلوم فى تلك المرحلتين. وفيما يلى هذه الاعتبارات:

الاعتبار الأول: تحديد الأهداف المرجوة من الدرس

إن أول اعتبار ينبغى أن يراعيه المعلم فى تدريسه لدرس معين هو تحديد الأهداف المرجوة من هذا الدرس. وينبغى أن يكون هذا التحديد واضحًا ودقيقًا ويلتزم به أثناء تدريسه إلا إذا حدث من المتغيرات ما يجعله يعيد النظر

فيه. ولا يأتى التحديد الواضح والدقيق لأهداف تدريس درس معين بالطبع إلا بعد الدراسة المتأنية له من جميع جوانبه حتى يمكن تحقيقها من خلاله. أنظر مثلاً إلى الهدف التالى: ادراك العلاقة التى تربط بين الدفع وكل من كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر فيه وكتلته. إنه يحدد بدقة المطلوب تحقيقه وهو معرفة قاعدة أرشميدس التى تربط بين دفع السائل على الجسم والمتغيرات الثلاثة الأخرى. كذلك فإن هدفاً مثل اكتساب بعض المهارات اليدوية مثل مهارة الوزن، يحدد بدقة ما يجب على المعلم التركيز عليه، ذلك أن مهارة الوزن هى المهارة الرئيسية فى دراسة قاعدة أرشميدس وقانون الطفو. وبالمثل فإن هدفاً مثل تقدير خطورة الآثار المترتبة على الإخلال بمقومات التوازن البيولوجى، يحدد بدقة ما يجب على المعلم مراعاته عند تدريسه للخطوة الخاصة بمسببات الاخلال بهذا النوع من التوازن.

وبالاضافة إلى وضوح الأهداف ودقتها ينبغى أن تكون شاملة بمعنى أن تشتمل على الأهداف المعرفية والمهارية والانفعالية المرجو تحقيقها. على أن هذا لا ينسحب بطبيعة الحال على جميع الموضوعات. فمن الموضوعات ما يغلب عليها الجانب المعرفى، أو الجانب المهارى، أو الجانب الانفعالى، أو يجمع بين جانبين أو أكثر. ونلاحظ فى أهداف الموضوعات المذكورة أنها تشتمل على الجوانب الثلاثة: فالأهداف (١-١٣) من التغير كخاصة من خواص الطبيعة، والأهداف (١-٤) من قاعدة أرشميدس وقانون الطفو، والأهداف (١-٣) من التوتر السطحى، والأهداف (١-٥) من النظرية الأيونية، والأهداف (١-٦) من التوازن البيولوجى كلها أهداف معرفية. بينما الهدف (١٤) من الموضوع الأول، والأهداف (٥-٧) من الموضوع الثانى، والهدفين (٤-٥) من الموضوع الثالث، والهدف (٦) من الموضوع الرابع، والهدف (٧) من الموضوع الخامس كلها أهداف مهارية. والهدف (١٥) من الموضوع الأول، والأهداف (٨-١٠) من الموضوع الثانى، والأهداف (٦-٨) من الموضوع الثالث، والهدف (٧) من الموضوع الرابع، والهدفان (٨-٩) من الموضوع الخامس كلها أهداف انفعالية.

الاعتبار الثانى: إعداد الوسائل المستخدمة

ينبغى أن يعنى المعلم، قبل التدريس، بإعداد كافة الوسائل التى سوف يستخدمها لأن عدم توفر إحداها أو بديل لها يؤثر فى فاعلية عمليتى التعليم والتعلم. وتختلف الوسائل التعليمية المستخدمة باختلاف الموضوع المراد تدريسه. ففى الموضوعات الأربعة الأولى كانت كلها أدوات وأجهزة خاصة بالتجريب والعروض العملية، بينما كانت فى الموضوع الخامس بمثابة لوحات وأفلام وجولات فى البيئة الطبيعية. وإعداد الوسائل المناسبة يتطلب من المعلم - بالضرورة - التعرف الكامل على إمكانات معمل المدرسة وغيره من المصادر. ولعل حرية التصرف فى استخدام وسائل تعليمية غير تلك التى نص عليها فى الكتاب المدرسى المقرر تكفل له استخدام ما يراه مناسبًا منها ما دام يحقق الغرض المنشود. كما يستطيع معلم العلوم «الهاوى» أن يبتكر من هذه الوسائل ما يسد نقصًا حقيقيًا قد يراه بسبب ظروف المدرسة التى يعمل بها.

الاعتبار الثالث: تقديم الدرس تقديمًا شيقًا ومثيرًا

يعتبر التقديم الشيق والمثير للدرس عاملاً هامًا فى البدء به بداية قوية، حيث يعتبر بمثابة الحافز الذى يولد لدى التلاميذ استعدادًا طبيعيًا للتعلم. وتتعدد الأساليب فى تقديم الدروس وتتنوع وفقًا لعوامل عديدة منها: طبيعة الموضوع، فالتقديم لموضوع تجريبى غير التقديم لموضوع نظرى. ومستوى نضج المتعلم، فتقديم الدرس لتلاميذ فى المرحلة الابتدائية مثلاً قد يختلف عنه بالنسبة لتلاميذ فى المرحلة الثانوية حتى لو كان موضوع الدرس واحدًا. والإمكانات المتاحة، فقد يرى المعلم فى درس ما أن أفضل طريقة لتقديمه هى مشاهدة فيلم والفيلم غير متيسر الحصول عليه أو القيام برحلة والرحلة يصعب القيام بها، ومن ثم قد يلجأ إلى التقديم اللفظى المباشر. وهنا نود أن لفت نظر معلم العلوم إلى نقطة نعتبرها - فى ضوء الخبرة الميدانية المستمدة

من الإشراف على طلاب التربية العملية – فى غاية الأهمية. وهى أنه مهما إختلفت طبيعة الدروس وتباين مستوى نضج التلاميذ وتوافرت إمكانات أم لم تتوافر، فعلى المعلم أن يجتهد فى إيجاد التقديم المناسب الذى يعمل على إثارة اهتمامات التلاميذ بالدرس ويجذبهم إليه.

ويلاحظ فى الموضوعات المذكورة اختلاف أسلوب التقديم باختلاف طبيعة الموضوع. فالموضوع الأول يصلح له الحوار الشائق، والثانى القصة المثيرة، والثالث التجربة الطريفة، والرابع العرض العملى المدهش، وهكذا.

الاعتبار الرابع: تقسيم الدرس إلى خطوات

وهذا الاعتبار يعتبر لب الدرس وجوهره، وإن شئت «جسم الدرس». وأهم ما نوجه نظر معلم العلوم إليه هنا هو تقسيم الدرس المراد تدريسه إلى خطوات أساسية يمكن أن تتفرع من كل منها خطوات فرعية.

ويراعى فى الخطوات الأساسية أن تكون بمثابة محاور رئيسة تحدد معالم الدرس وتعين كيانه. فمثلاً تحدد الخطوات الثلاث الرئيسة التالية معالم موضوع التوازن البيولوجى: أشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية، صور العلاقات البيولوجية بين الكائنات الحية، التوازن البيولوجى: مفهومه، ومسببات الاخلال به وكيفية المحافظة عليه. كما تحدد الخطوات الست الرئيسة التالية موضوع قاعدة أرشميدس وقانون الطفو: العلاقة بين الدفع وكثافة السائل، العلاقة بين الدفع وحجم الجسم المنغمر، العلاقة بين الدفع وكتلة الجسم المنغمر، استقراء قاعدة أرشميدس، استقراء قانون الطفو، تطبيقات على قاعدة أرشميدس وقانون الطفو.

كما يراعى فى الخطوات الأساسية، بل والفرعية كذلك، أن تكون متسلسلة ومترابطة ترابطًا عضويًا بمعنى أن تكون كل خطوة منها بمثابة نتيجة طبيعية للخطوة التى تسبقها وهى فى الوقت ذاته تعتبر مقدمة منطقية للخطوة التى تليها. وهذه النقطة فى غاية الأهمية لتسلسل الدرس وضمان «سيولته»

و«انسيابيته». ولعل المتفحص لما عرضنا من موضوعات يجد الحرص على ذلك واضحًا قويًّا، يتجلى فى أننا جعلنا - دون كلفة أو تصنع - الخطوة السابقة منطلقًا للخطوة اللاحقة. أو بمعنى آخر فإن نقطة البدء فى تدريس أى خطوة هى ما انتهت إليه الخطوة التى تسبقها.

انظر مثلاً إلى الخطوة الأولى من الموضوع الأول، وهى الخطوة الخاصة بالعلاقة بين الدفع وكثافة السائل. لقد انتهت الخطوة الفرعية الأولى منها إلى أن هناك دفعًا إلى أعلى من جانب الماء على كل من الخشب والفلين. وكانت بداية الخطوة الفرعية الثانية: عرفنا من الخطوة السابقة أن الماء يدفع بعض الأجسام فوق سطحه، ولكن ماذا عن الأجسام الأخرى هل يدفعها الماء كذلك إلى أعلى؟. وانتهت هذه الخطوة بإثبات وجود الدفع فى الحالتين، ومن ثم كانت نقطة البداية فى الخطوة الفرعية التى تليها: ولكن إذا كان الدفع موجودًا فى الحالتين، حالة الأجسام الخفيفة التى تطفو والأجسام الثقيلة التى تنغمر، فلماذا طفت الأولى وانغمرت الثانية؟ وانتهت هذه الخطوة إلى أن الدفع ليس ثابتًا وإنما هو قابل للتغير، ومن ثم كانت بداية الخطوة الفرعية التى تليها: تحققنا من الخطوة السابقة أن الدفع ليس ثابتًا، فما الذى جعله - ياترى - يتغير؟.

كذلك أنظر إلى الخطوة الأولى من الموضوع الخامس، وهى الخطوة الخاصة بأشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية: فقد بدأناها بسلسلة غذائية، فإذا «ثنينا» السلسلة كانت الدورة الغذائية (الخطوة الفرعية الثانية). وفى الخطوة الفرعية الثالثة نظرنا إلى السلسلة ذاتها من منظورات ثلاثة (منظور العدد، ومنظور الطاقة، ومنظور الكتلة)، فكان هرم الغذاء. وفى الخطوة الفرعية الرابعة تداخلت السلاسل وتقاطعت فكانت الشبكة الغذائية. وفى الخطوة الفرعية الخامسة تداخلت الشباك الغذائية وتقاطعت فكانت شبكة الحياة.

بهذه التتالية والمنطقية يتابع التلاميذ الدرس خطوة خطوة دون أن تقطع تفكيرهم قفزة فجائية أو انتقال ظفرى لا يدرون له اتصالاً بين السابق واللاحق.

الاختبار الخامس: تحقيق إيجابية المتعلم

المتأمل للأمثلة المذكورة يلمس بشكل بارز وجود المتعلم فى كل خطوة من خطوات السير فى الدرس بل وفى تقديمه وتقويمه. يتضح ذلك من أفعال الأمر الموجهة للمعلم لكى يشرك تلاميذه دائمًا معه: سل، ناقش، اتح، وجِّه، إلخ. فهو عندما يسأل فإنه يسأل التلاميذ وعندما يناقش فإنه يناقشهم وكذلك اتاحة الفرص والتوجيه.

وعلى المعلم أن يدرك هنا أن التدريس ليست عملية من طرف واحد، أى ليست القاءً من جانبه ومجرد استماع من جانب التلاميذ، وإنما التدريس الفعال هو الذى يعتمد على إيجابية المتعلم وفاعليته بحيث يكون محورًا للعملية التعليمية لا مجرد طرف هزيل فيها. فإذا استخدم المعلم وسائل أشرك التلاميذ فى استخدامها ليكتسبوا المهارة وكلفهم بواجبات معينة ليضمن إفادتهم منها. وعندما يقوم المعلم بعرض عملى مثلاً فما المانع أن يشرك بعض التلاميذ فيه؟ بل ما المانع أن يقوموا هم أنفسهم بهذا العرض؟ وإذا أجرى تجربة فما المانع أن يساهموا فيها بأخذ القراءات وتسجيل النتائج والتعليق عليها؟، الخ.

ومما يوطد العلاقة بين المعلم وتلاميذه أثناء التدريس المناقشة. ولكن ليست أى مناقشة وإنما هى المناقشة المقصودة التى سبق للمعلم التفكير فيها بعناية، وبصفة خاصة فى الأسئلة التى يقدم بها لكل خطوة من خطوات السير فى الدرس. فهذه الأسئلة تكون بمثابة تحديد للمشكلات الجزئية التى ينقسم إليها الدرس، وبقدر ما يكون فى الأسئلة – رئيسية كانت أو فرعية – من الوضوح والتحديد والدقة والملاءمة بقدر ما يسهل توجيه الدرس توجيهًا موفقًا لغايته. ومما يجدر ذكره فى هذا الصدد أن أى لفظ غريب على التلاميذ فى السؤال يكون كافيا لتعطيل الفهم ومن ثم تعطيل سير الدرس تبعًا لذلك. وبينما يكون الإسراف فى الأسئلة السهلة مغريًا للتلاميذ على الاستخفاف بالدرس، يكون الإكثار من الأسئلة الصعبة مدعاة لانصرافهم عنه.

على أن تحقيق الإيجابية التى ننشدها منوط فى المحل الأول بمراعاة مستوى نضج المتعلم. إذ مهما أشرك المعلم تلاميذه فيما يستخدم من وسائل، ومهما أجرى من مناقشات أو غير ذلك، فلا جدوى ما لم يتم كل ذلك فى ضوء مستوى نضج المتعلم.

الاعتبار السادس: تنويع الأنشطة الممارسة

لا شك فى أن للنشاط الذى يقوم به كل من المعلم والمتعلم دور هام فى تدريس العلوم. ولذا لا بد أن يعنى المعلم بمثل هذه الأنشطة مراعيًا:

١ - أن استخدام أكثر من لون من الوان النشاط فى الدرس الواحد أمر مرغوب فيه، حتى لا يصاب التلاميذ بالملل من جهة وحتى يمكن الافادة من طاقتهم وحواسهم المختلفة من جهة أخرى. فالدرس الواحد قد يحوى شرحًا من جانب المعلم ومناقشة من جانب التلاميذ وتجارب عرض يجريها المعلم، الخ.

٢ - تحديد عدد الأنشطة بحيث لا تزيد عن الحد المعقول حتى لا يرهق التلميذ أو يتشتت انتباهه.

٣ - حُسن استخدام ما يتوافر له من ألوان النشاط المختلفة. ويعنى مفهوم حسن الاستخدام هنا استخدام النشاط المناسب فى الموقف المناسب وفى الوقت المناسب وبالطريقة المناسبة لتحقيق أهداف محددة.

وإذا كانت الخبرة الميدانية قد دلت على أن بعض المعلمين يقومون بتدريس العلوم بصورة نظرية بحتة، أى دون الاستعانة بأى لون من ألوان النشاط، فغنى عن البيان خطأ هذا لأنه يجعل الموقف التعليمى موقفًا عقيمًا بعيدًا كل البعد عن الحيوية والفاعلية اللتان يتطلبهما التدريس الناجح للعلوم.

الاعتبار السابع: مراعاة ما بين التلاميذ من فروق فردية

على الرغم مما يربط بين التلاميذ من تقارب فى السن وتماثل فى البيئة وتشابه فى بعض الظروف، إلا أنهم فى قدراتهم واستعداداتهم متفاوتون وفى ميولهم واهتماماتهم متباينون. ولعل هذه المسألة، مسألة ما بين التلاميذ من فروق فردية، تعتبر من أدق المسائل التى تواجه معلم العلوم فى تدريسه كما تدل الخبرة الميدانية على ذلك، بل لعلها من أهم القضايا التى تشغل بال المربين بصفة عامة. وقد بذلت بعض الدول المتقدمة بالفعل محاولات فى هذا المجال، مقبولة أو متطرفة، لمراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ.

ومن هذه المحاولات التعامل مع التلاميذ على أساس كونهم أفرادًا لا جماعات. ومعنى هذا أن يعطى كل تلميذ من المسئوليات والواجبات ما يتفق وقدراته واستعداداته هو ويتناسب وميوله واتجاهاته هو لينمو بشكل فردى.

كما أن عملية تقويمه تتم عادة بمقارنته بمستواه السابق هو لا بمستويات غيره من أقرانه. وفى هذه المحاولة يلغى التقسيم التقليدى المعروف فى المدارس العادية، وتعطى للمتعلم الحرية المطلقة، فدخول حجرات الدراسة اختيارى، وبقاءه فيها غير مقيد بوقت معين، وانتقاله من صف لآخر أعلى مرهون بمتطلبات عامة ينبغى له إنجازها. ومن المحاولات ما رأت تقسيم التلاميذ إلى صفوف مختلفة حسب مستوياتهم العقلية أو التحصيلية (وذلك بالاعتماد على اختبارات الذكاء أو نتائج الامتحانات أو توصيات المعلمين) ويدرس تلاميذ كل صف ما يتفق ومستواهم العقلى والتحصيلى فتلاميذ الصف (أ) مثلاً يدرسون دراسات متقدمة تتمشى مع مستواهم الممتاز، بينما يدرس تلاميذ الصف (جـ) أو (د) دراسات مبسطة تتفق ومستواهم المحدود. ويرى فريق ثالث مرونة التقسيم بحيث يمكن للتلميذ من المستوى (د) الانتقال إلى المستوى (ب) أو (أ) إن هو تحسن فى مستواه والعكس صحيح.

ولا شك أن لكل محاولة من هذه المحاولات مؤيدوها ومناهضوها. ولسنا هنا بصدد تفضيل ذلك، لأن الأخذ بأى من تلك المحاولات فى مدارسنا فى الوقت الحاضر ربما يمثل «طفرة» فى النظام التعليمى بل وفى طرز المبانى المدرسية ذاتها، ولكننا مطالبون على الأقل بتحسين الوضع الحالى، ونعنى به تواجد تلاميذ بينهم فروق فردية حادة فى الفصل الواحد، ولتحسين هذا الوضع نقدم المقترحات التالية:

بالنسبة للتلاميذ المتوسطين، وهم الغالبية فى كل فصل، قدم الخبرات المراد تقديمها على المستوى الذى يتلاءم معهم وبذلك تكون قد اشبعت حاجة السواد الأعظم من التلاميذ.

أما بالنسبة للتلاميذ النابغين أو الموهوبين فيمكنك تكليفهم بنشاطات خاصة تميزهم عن غيرهم من التلاميذ (مثل قراءة موضوع علمى فى كتاب خارجى وتلخيصه، تقديم ملخص لحلقة من حلقات برنامج تلفزيونى مثل برنامج «العلم والإيمان» للدكتور مصطفى محمود أو برنامج «عالم البحار» للدكتور حامد عبدالفتاح جوهر، أو برنامج إذاعى مثل برنامج «العلم والحياة»، القيام بتجارب علمية معينة غير تلك المتضمنة فى المنهج، اجراء بحوث مبسطة عن إحدى المسائل العلمية، إدارة جمعية العلوم فى المدرسة، الاشتراك فى نادى العلوم، اصدار نشرة علمية يومية أو أسبوعية أو شهرية)، أو اعطائهم معلومات خارجية ترتبط بالموضوعات التى يدرسونها تتعلق بأحدث الاكتشافات والاختراعات وأحدث الآراء لتفسير ظاهرة أو حل مشكلة معينة، أو توجيه أسئلة تتحدى تفكيرهم، الخ.

ونعتقد أننا لسنا بحاجة هنا لأن نذكّر معلم العلوم بأن الأهتمام بالتلاميذ النابهين وتوجيه رعاية خاصة بهم ليعتبر واجبًا وطنيًّا وانسانيًّا لا يفوته القيام به، فهؤلاء التلاميذ هم الطاقات المبدعة والثروة البشرية القادرة على التجديد والتحديث والاختراع والابتكار وتطوير ظروف المجتمع على نحو أفضل.

وإذا كنا قد أوصينا المعلم بتلاميذه المتفوقين، فلا ننسى أن نوصيه كذلك بالمتأخرين. ولعل أولى وصايانا له بخصوصهم هى أن يؤمن بأن لدى هؤلاء

التلاميذ قدراً من الاستعداد يمكنهم من التعلم المطلوب إذا ما توفرت لهم ظروفه. كذلك فإن تشجيعهم المستمر وخصوصاً إذا ما أتوا باجابة صحيحة أو أحرزوا إنجازًا ما مهما بدا بسيطاً له تأثير كبير على تقدمهم، فليس هناك من عامل يزيد من ثقة التلميذ بنفسه أكثر من إحساسه بالنجاح. وتفيد اللقاءات الخاصة، فردية كانت أو جماعية، بالتلاميذ المتأخرين فى التعرف على الصعوبات الحقيقية التى قد تعترض طريق تقدمهم، كما أن رحابة صدر المعلم لأسئلتهم مهما بدت سخيفة تشجعهم تدريجيا على المشاركة فى العملية التعليمية، وعند توزيع النشاطات والتعيينات التى يكلفون بها يراعى تماماً أن يؤخذ مستواهم فى الاعتبار. وفضلاً عن هذا فالتعاون الصادق من جانب المعلم مع إدارة المدرسة وأولياء الأمور والأخصائى الاجتماعى بالمدرسة يكون له أثره الملموس فى حل مشكلاتهم، إذ قد يكون وراء تخلفهم مشكلات نفسية أو عاطفية أو اقتصادية أو حتى فسيولوجية (كضعف أو نقص فى احدى الحواس مثلاً)[١].

وإذا كنا لم نشر فى خطوات السير فى الدرس فيما قدمنا من أمثلة إلى مسألة مراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ، فليس تهوينا منا بشأنها أبدا، وإنما لاعتقادنا بأن هذا أمراً يترك لتقدير المعلم وفقاً لنوعية تلاميذه. فهو الأعلم بظروفهم المدرك لمستواهم ومن ثم فهو أقدر على معالجة تلك المسألة فى ضوء ما قدمنا من توصيات خاصة بها.

الاعتبار الثامن: تشخيص صعوبات التعلم والعمل على تذليلها

لا يؤدى التدريس ثمرته طالما كانت هناك صعوبات تعوق التعلم أو تحول دونه.

---

(١) Dressel, Paul L., «How the Individual Learns Science» in: **Rethinking Science Education, Fifty - ninth Yearbook of the National Society for the Study of Education,** (Chicago: University of Chicago Press, 1960) pp: 175 - 177.

وواجب المعلم – إزاء هذا – تشخيص هذه الصعوبات والسعى لتذليلها. ففى أحيان كثيرة يلاحظ المعلم أن هناك ما يعيق تعلم تلاميذه. فالبعض لا يستفيد من التجارب التى يجريها أو العروض التى يقوم بها أو المعادلات التى يوزنها أو المسائل التى يحلها. والبعض الآخر يكون تعلمه بطيئاً لا يتناسب والسرعة المفترضة. ولما كان كل سلوك ظاهر هو نتاج لأسباب معينة يمكن التغلب عليها فى معظم الأحيان، فمن المفيد أن يبحث المعلم عن الأسباب التى تدعو إلى هذه الظاهرة ويعمل على تلافيها. فقد يجدها فى عدم وضوح الهدف مما لا يدفع التلاميذ إلى بذل الجهد، لذا حرصنا فيما قدمنا من أمثلة واكدنا على تحديد الأهداف المرجوة من كل موضوع بدقة وبوضوح، وعلى المعلم أثناء التنفيذ أن يحدد الغرض من كل خطوة بل من كل تجربة يجريها أو عرضاً يعرضه، الخ. وقد يجدها فى عدم كفاية الإعداد للدرس مما يؤدى إلى اضطراب عملية التدريس، أو فى تحديد مستويات غير ملائمة فلا يجد التلميذ نفسه قادراً على تحقيقها، أو فى عدم توافر المناخ الاجتماعى المناسب. ومرة أخرى يجب أن يعى معلم العلوم أنه لا جدوى من تدريسه ما لم تتوافر الضمانات الكافية لحسن افادة التلاميذ منه.

الاعتبار التاسع: العناية بالملخص السبورى

من المهم جداً أن يعنى المعلم بتثبيت النتائج التى توصل إليها مع تلاميذه فى كل خطوة قبل الانتقال إلى الخطوة التى تليها. ولهذا عنينا بتثبيت جوانب التعلم المستخلصة من كل خطوة فى الموضوعات الخمسة المذكورة عقب الانتهاء من الخطوة ذاتها وقبل الانتقال إلى الخطوة التى تليها. ومما يساعد على توضيح سير الدرس لكل من المعلم والمتعلم أن يدون المعلم على السبورة نقاطاً أو عبارات أو أسئلة قصيرة. ومن هذه النقاط والعبارات والأسئلة ينمو الملخص السبورى مع الدرس خطوة خطوة، فيكون عوناً للتلميذ على تتبع سيره ومساعداً له على الاشتراك فيه.

ولعل الحديث عن الملخص السبورى لا يتم الا بالحديث عن كيفية

استخدام معلم العلوم للسبورة بحيث يكون استخدامه لها استخداماً صحيحاً. إن تدريس العلوم بطبيعته يتضمن أشكالاً توضيحية ومصطلحات جديدة وأسماء للعلماء وما شابه. وواجب المعلم ازاء ذلك أن يقسم السبورة بحيث يخصص جانباً منها (الأيمن عادة ويشغل حوالى ثلثى السبورة) لجوانب التعلم التى يتألف منها الملخص السبورى والتى ينبغى أن تظل مدونة أمام أعين التلاميذ أطول وقت ممكن من الحصة، ويخصص الجانب الآخر (الأيسر ويشغل الثلث الباقى) لمثل تلك الأشياء التى ذكرناها التى توضح نقطة عابرة أو تجيب على سؤال طارئ ثم يستغنى عنها بعد ذلك.

وهنا، ومن واقع الخبرة الميدانية، قد يكون مفيداً أن نشير إلى بعض الأخطاء التى يقع فيها معلم العلوم والخاصة بالملخص السبورى. ولعل أول هذه الأخطاء تداخل ما هو مدون على السبورة بشكل تكرهه العين ويشق على الذهن تتبعه، وهذا راجع بالطبع إلى عدم التزام المعلم بتقسيم السبورة على النحو الذى أشرنا إليه. والخطأ الثانى كتابة الملخص السبورى دفعة واحدة إما قبل الدرس أو بعده مما لايعين المتعلم على تتبع الدرس ويدفعه إلى المشاركة فيه، ومرد ذلك عدم وعى المعلم بأهمية أن ينمو الملخص السبورى مع الدرس خطوة خطوة وليس مجرد «إفراغه» على السبورة بأى شكل وفى أى وقت. وأما ثالثة الأثافى، ونعنى به الخطأ الثالث، فهو الإلتجاء إلى الشرح اللفظى دون كتابة أى ملخص سبورى أصلاً، وهذا إن دل على شىء إنما يدل على عدم فهم المعلم لطبيعة عمله.

هذا، ونود أن نشير هنا إلى وجهة نظر سمعناها من طلابنا فى الدبلوم العامة للتربية (المسائى)، وهم معلمون بالفعل، أن بعض الموجهين يلحون عليهم بأن يكون الملخص السبورى مجرد عناوين لخطوات الدرس دون ذكر لجوانب التعلم المستخلصة منها بدعوى أن «اكتمال» الملخص السبورى على هذا النحو قد يصرف التلاميذ عن الرجوع إلى الكتاب المدرسى. ونحن نرى أن هذه حجة غير كافية، إذ مهما اكتمل الملخص السبورى فلا زالت هناك التفاصيل والأمثلة والرسومات التى لاغنى للتلميذ عنها برجوعه إلى الكتاب.

والفكرة فى «اكتمال» الملخص السبورى أثناء الدرس نفسه أن يساعد على تثبيت نتائج التعلم فى حينها مما ييسر أمر استرجاعها بالتفصيل فى الكتاب المدرسى.

الاعتبار العاشر: العناية بالتقويم

سبق أن حددنا فى الأمثلة المذكورة الأهداف المرجو تحقيقها من خلال تدريسها، ولكن كيف يمكن لنا معرفة ذلك؟ لا سبيل إلا التقويم. ومن ثم ينبغى أن يعنى المعلم فى كل درس يُدرِّسه بتقويم تعلم تلاميذه له. وينبغى أن يستقر فى ذهن المعلم فى هذا الخصوص أن الغرض من التقويم ليس مجرد إصدار حكم على التلاميذ، إذ أن هناك الكثير من العوامل التى قد تحول بينهم وبين الاستفادة التامة من الدرس، وقد يكون من بين هذه العوامل طريقة المعلم نفسه. وإذا كان التقويم عملية تشخيصية علاجية وقائية تستهدف تحسين عملية التعليم والتعلم، فإن الغرض منه ينبغى أن يتركز حول الكشف عن نواحى القوة والعمل على دعمها وإثرائها وتلمس أوجه القصور تمهيدًا لتلافيها وتحاشيها.

ولما كانت الخبرات التى يقدمها المعلم لتلاميذه متنوعة، فلا بد أن تتنوع وسائل تقويمها كذلك. فالوسائل المستخدمة لتقويم اكتساب التلاميذ للخبرات المعرفية ينبغى أن تختلف عن وسائل تقويم اكتسابهم للخبرات المهارية، وهذه تختلف عن وسائل اكتسابهم للجوانب الانفعالية. وفى الأمثلة التى قدمناها حاولنا تنويع وسائل التقويم بحيث تشمل الجانبين المعرفى والمهارى، أما الجانب الانفعالى فنظرًا لتشعبه وتداخله فنرى أن يلجأ المعلم إلى قياسه بوسيلتين: الملاحظة المقصودة وفيها يراقب سلوك التلاميذ عن كثب فى الفصل والمعمل والبيئة ليتعرف ميولهم واتجاهاتهم وأوجه تقديرهم، كما قد يلجأ أحيانًا إلى استخدام المقاييس النفسية المناسبة[١].

(١) من المقاييس المتاحة التى يمكن لمعلم العلوم استخدامها بهذا الخصوص:
محمود محمد عوف، دراسة تجريبية لانشاء مقياس للاتجاه العلمى، رسالة ماجستير غير منشورة، (القاهرة: كلية التربية جامعة عين شمس، ١٩٥٩).

وللتقويم مستويان: مستوى مباشر وهو يقيس النتائج المباشرة للدرس، أى جوانب الخبرة الحاضرة التى يتضمنها الدرس من معلومات ومهارات وغيرهما، وهذا هو الشائع فى مدارسنا. والآخر غير مباشر وهو يقيس مدى قدرة التلاميذ على الإفادة مما تعلموه من دراستهم لدرس معين فى مواقف أخرى جديدة. وفى الأمثلة المذكورة عنينا بهذين المستويين: فبالنسبة للمستوى المباشر فى الموضوع الأول، أوردنا بعض الأسئلة المباشرة مثل أذكر منطوق كل من قاعدة أرشميدس وقانون الطفو. بينما شمل التقويم مستوى غير مباشر مثل الأسئلة أرقام ٢، ٣، ٤، ٥ فالسؤال: لدينا سفينة معروف حجمها الخارجى ووزنها وهى فارغة، كيف يمكن حساب حمولتها؟ يتطلب من التلميذ قدرة كبيرة على الربط بين قاعدة أرشميدس وقانون الطفو، فى نقطة إلتقاء واحدة. كذلك فالسؤال: إذا علمت أن قاعدة أرشميدس لا تنطبق على السوائل فحسب ولكنها تشمل الغازات أيضًا، فأيهما أثقل وزنًا طن الخشب أم طن الحديد؟ يتطلب درجة عالية من الربط والتحليل والتطبيق وغيرها من العمليات العقلية الراقية.

وإذا كنا قد أكدنا فيما تقدم على ضرورة تقويم المتعلم فلا يعنى هذا ألا تمتد يد التقويم لتشمل المعلم، فالصورة لا تكتمل إلا بتقويم المعلم لذاته فضلاً عن تقويم الآخرين له. فلا أقل من أن يسأل معلم العلوم نفسه عقب كل درس يُدرِّسه أسئلة مثل: إلى أى مدى نجحت فى إثارة اهتمامات تلاميذى بموضوع الدرس؟ هل كانت الوسائل التعليمية ملائمة وكافية؟ هل شارك التلاميذ معى فى الدرس بإيجابية وفاعلية؟ ما هى أهم الأخطاء التى وقعت فيها وكيف يمكن تداركها؟ إلى أى مدى نجحت فى تحقيق الأهداف المرجوة من الدرس؟.. الخ. إن هذه الأسئلة وأمثالها تجعل من المعلم رقيبًا على نفسه مما يسهم فى تحقيق نموه الدائم ويصحح مسار تدريسه أولاً بأول.[١]

---

(١) يوصى المؤلف طلابه فى التربية العملية دائماً بتقسيم الجزء الخاص بالتقويم فى دفتر التحضير إلى قسمين أحدهما لتقويم المتعلم والآخر للتقويم الذاتى للمعلم. ويفيد مثل هذا الإجراء المعلم المبتدىء على وجه الخصوص.

الاعتبار الحادى عشر: إعطاء التلاميذ واجبات منزلية

من الملاحظ أن وقت الحصة غير كاف فى كثير من الأحيان لقيام التلاميذ بجميع أوجه النشاط اللازمة لتحقيق الأهداف المرجوة من درس ما، فضلاً عن أن بعض هذه النشاطات يتطلب مجالاً غير مجال الفصل الدراسى كالرحلة التعليمية. ولهذا يجب على المعلم تكليف تلاميذه بما يراه مناسبًا من نشاطات مختلفة. ويجب أن ينظر إلى هذه التكليفات على أنها جزءًا مكملاً للعمل داخل الفصل وامتدادًا له. ويمكننا تصنيف الواجبات المنزلية التى يكلف المعلم بها تلاميذه، وفقًا لموقعها من الدرس، إلى: واجبات قبلية وأخرى بعدية.

وبالنسبة للنوع الأول، فإنه من المرغوب فيه أن يكلف معلم العلوم تلاميذه بالقيام ببعض الواجبات المنزلية التى تتعلق بموضوع الدرس المقبل. ويختلف مفهوم الواجبات القبلية، إذ ينظر إليها عدد غير قليل إن لم يكن الغالبية من معلمى العلوم على أنها مجرد تكليف التلاميذ بمذاكرة الدرس المقبل وتنحصر مهمة المعلم بعد ذلك فى مناقشتهم فيما ذاكروه ظنًا منهم بأن هذه وسيلة مناسبة لتدريب التلاميذ على التفكير العلمى واكسابهم مهاراته وتنمية قدراتهم الابتكارية. ولكننا لانحبذ هذا السلوك فى بعض الأحيان ولانزكيه، لأنه يتنافى وطبيعة العلوم من حيث كونها وسيلة للبحث عن المجهول، كما أن معرفة التلاميذ لنتائج التجارب - مقدمًا - يفقدها اثارتها وقيمتها التنقيبية، فضلاً عما قد يرسخ فى عقول التلاميذ - نتيجة مذاكرتهم الدرس وحدهم - من مصطلحات ومفاهيم علمية خاطئة قد يصعب تصحيحها ومن ثم تستقر معهم على هذا النحو الخاطئ. ولكن ليس معنى هذا ألا يكلف معلم العلوم تلاميذه بواجبات قبلية، وإنما معناه ترشيد هذا التكليف بحيث تكون هذه الواجبات بشكل يهيىء التلاميذ للمشاركة الفعلية والتعلم الحقيقى من الدرس، ومن قبيل ذلك تكليفهم بجمع بيانات أو عمل جهاز يستخدم فى تدريس الدرس المقبل.

وأما عن النوع الثانى من الواجبات المنزلية، وهى الواجبات البعدية، فهى

تشتمل على نشاطات متنوعة ترتبط بموضوع الدرس الذى فرغ المعلم من تدريسه مثل: قراءة موضوع الدرس فى مرجع آخر غير الكتاب المدرسى المقرر وعمل ملخص له، البحث عن اجابات لأهم الأسئلة التى أثيرت فى الحصة، حل التمارين والمسائل الواردة فى الكتاب المدرسى والمتعلقة بموضوع الدرس، عمل جهاز بديل للجهاز المستخدم فى الدرس، إجراء تجارب سبق للمعلم القيام بها، الخ[١]. وقد نجد أنفسنا فى حاجة هنا لأن نُذكِّر معلم العلوم بما يأتى:

١ – لما كان التلاميذ متفاوتون فى ميولهم واهتماماتهم ومتباينون فى قدراتهم واستعداداتهم، فإنه ينبغى أن تتنوع الواجبات المنزلية التى تكلفهم بها بحيث تراعى ما بينهم من فروق فردية. وإذا كان هناك حداً أدنى للعمل الذى ينبغى أن يقوم به كل تلميذ فى الفصل، فإن هناك من الأعمال ما يلائم التلاميذ المتفوقين، وأخرى تناسب المتوسطين، وثالثة تصلح لمن هم دون ذلك.

٢ – ينبغى عدم تأخير الإعلان عن الواجبات المنزلية التى تكلف بها تلاميذك حتى نهاية الحصة، وإنما يتم تكليفهم بالواجب المعين حسب موقعه من الدرس، ويحسن أن يكون هذا التكليف تحريرياً لا شفوياً.

٣ – لابد من تقويم الواجبات التى أنجزها التلاميذ وذلك فى حصة تالية، وينبغى أن تخصص جزءاً من درجة أعمال السنة لها حتى تكتسب هذه الواجبات الأهمية التى تستحقها وحتى يشعر التلاميذ بجدية ما تكلفهم به.

وهذا لايعنى بالطبع أن كل درس تصحبه بالضرورة واجبات منزلية، وإنما إذا شعر المعلم بضرورة تكليف التلاميذ بها لأن طبيعة الدرس تقتضى هذا فعليه الايتردد فى ذلك.

والمُلاحِظ لما قدمنا من أمثلة توضح نماذج لكيفية تدريس بعض موضوعات

---

(١) فى درس عن الطيف المرئى كلف المعلم تلاميذه بعمل جهاز بديل لقرص نيوتن، وفى درس عن تحضير بعض الغازات كالهيدروجين وثانى أكسيد الكربون كلف المعلم تلاميذه بعمل جهاز بديل لجهاز كب.

العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، يجد أننا أعقبنا بعض هذه الموضوعات بواجبات منزلية تتمثل فى الإجابة عن أسئلة الكتاب المدرسى المتعلقة بها، وفى إجراء بعض التجارب المبسطة، وعمل أجهزة بديلة، والقيام بجولات فى البيئة الطبيعية لإعداد تقارير تتعلق بالمحافظة على التوازن البيولوجى فيها، وجمع بيانات فى جداول واستخلاص نتائج معينة منها.

الاعتبار الثانى عشر: الاستعانة بمراجع أخرى غير الكتاب المدرسى المقرر

لعلك لاحظت - عزيزى معلم العلوم - أننا قد ذيلنا كل موضوع من الموضوعات الخمسة المذكورة بعدد من المراجع بعضها خاص بالمتعلم وآخر يلائم المعلم. ففى موضوع التوازن البيولوجى مثلاً ذكرنا كتاب الصف الأول الثانوى وكتاب دورات الحياة للدكتور عبد المحسن صالح وهما خاصان بالمتعلم. أما المعلم فذكرنا له مرجعان أعلى: الأول مرجع فى التعليم البيئى لمراحل التعليم العام والثانى بيئة الإنسان. فالمرجع الأول يمد المعلم بكثير من التطبيقات التربوية المؤسسة على دراسة النظام البيئى، بينما يزوده الثانى بمعلومات كثيرة عن بيئة الإنسان وخصوصاً ما يتعلق منها بعلاقة الانسان بالتوازن البيولوجى فيها.

ولعلنا نسلم بأن مادة العلوم ذات طبيعة خاصة ربما تختلف عن غيرها من المواد، فلا يمر يوم الا ويتوصل الإنسان فيه إلى جديد فى ميدانها، وهذا بالطبع يلقى عبئاً متراكباً على عاتق معلم العلوم ويضعه أمام مسئولية ملاحقة هذا الجديد ومتابعته والا وضع نفسه فى موقف بل مواقف لا يحسد عليها. وليس هذا قصراً على المعلم المبتدىء فحسب، وإنما لازم كذلك لمن له من الخبرة سنوات وسنوات. فقد دلت الخبرة الميدانية على أن التلاميذ عندما تسترعى انتباههم ظاهرة لا يعرفون لها تفسيراً أو مشكلة لا يجدون لها حلاً فإنهم يتوجهون بالظاهرة، مهما كان نوعها، وبالمشكلة مهما كانت طبيعتها إلى معلم العلوم، وكأن ليس بالمدرسة سوى معلم العلوم!!. ولكننا قد نلتمس العذر لهم

لأن العلوم بطبيعتها متشعبة وتمس جوانب حياتنا مساً دقيقا وعميقاً، وهذا يظهر بالتالى مدى التحديات الواقعة على عاتق معلم العلوم والتى تتطلب منه تجديدًا لمعلوماته وإثراء لمعارفه.

وقد لاحظنا من الخبرة الميدانية كذلك اقتصار بعض المعلمين على ما ورد بالكتاب المدرسى المقرر. نعم يعتبر هذا الكتاب مصدراً أساسياً لمادة الدرس حيث يحدد مجاله وأهم نقاطه، الا أنه غير كاف فى كثير من الأحوال، حيث يحتاج إما إلى إضافة أو اعادة تنظيم بل وربما إلى تصحيح فى بعض الحالات[١].

وهذا يتطلب من المعلم قراءة المادة العلمية للدرس فى مرجع أو أكثر أعلى إلى جانب إطلاعه على الكتاب المدرسى المقرر. والكتاب المدرسى الجيد عليه أن يساعد المعلم فى ذلك بأن يمده بأسماء المراجع الهامة فى كل فصل من فصوله.

وخلاصة القول أن معلم العلوم ينبغى ألا يقتصر فى إعداد دروسه على الكتاب المدرسى وحده، لأنه إن فعل هذا وضع نفسه فى مواقف لا يستطيع معها مجابهة أسئلة التلاميذ واستفساراتهم[٢]. ذلك أن الكتاب المدرسى يمثل -

(١) تذكر بعض كتب العلوم أنه لا يمكن رؤية جزيئات المادة لا بالعين المجردة ولا بأقوى المجاهر، ولكنه بعد اختراع «الميكروسكوب الأيونى» Field Ion Microscope الذى تبلغ قوة تكبيره ٥ مليون مرة أمكن رؤية جزيئات المادة بوضوح على سن إبرة. ومن ثم فالمعلومة المذكورة تحتاج إلى تصحيح.

(٢) من المواقف التى يذكرها المؤلف والتى حدثت لطلاب التربية العملية فى هذا المجال:

● كان الطالب المعلم يدرس درساً عن «الجاذبية الأرضية» وذكر لتلاميذه أن الأجسام التى تعلو عن سطح الأرض لابد ساقطة بفعل جاذبيتها. وهنا سأله أحد التلاميذ: إذا كان الأمر كذلك فلماذا لا تجذب الأرض الطائرة ؟!. وعندما تعرض لمنطقة إنعدام الوزن سأل تلميذ آخر: هل يمكننا «إحداث» مثل هذه المنطقة على سطح الأرض؟ وكيف؟.

● وفى درس عن «التغيرات الفلكية» كان الطالب المعلم بصدد شرح دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق بسرعة كبيرة. وهنا وجه إليه تلميذ سهماً، أقصد سؤالاً: إذا كان الأمر كذلك فلم لا نركب طائرة ونصعد بها إلى أعلى ونظل فى المكان نفسه قليلاً حتى تدور الأرض وتأتى لنا بأمريكا مثلاً لنهبط عليها ونجنب أنفسنا مشقة السفر (الأفقى) بالطائرة ساعات طوال عبر رحلة محفوفة بالأخطار؟!.

فى الواقع – الحد الأدنى من المعلومات التى ينبغى أن يعرفها المتعلم لا المعلم.

وفى إعداد المعلم لمادة درسه العلمية عليه أن يراعى عدة معايير فى المراجع التى يمكن أن يرجع إليها، ومن هذه المعايير: الحداثة بمعنى أن تكون معلوماتها مواكبة للتطورات العلمية المعاصرة، الدقة بمعنى أن تكون معلوماتها صحيحة، عدم التكرار بمعنى ألا تكون معلوماتها مجرد تكرار لما بين أيدى التلاميذ من كتب دراسية.

هذا، ونود أن نوجه نظر معلم العلوم إلى أنه فضلاً عن الكتب الأجنبية التى قد تتاح له فرصة اقتنائها أو استعارتها، فإن المكتبة العربية تزخر بالمراجع العلمية المناسبة التى يمكن له أن يرجع إليها فى إعداد مادة دروسه العلمية.

= ● وفى درس عن «شكل الأرض وقياساتها» ذكر الطالب المعلم أن وزن الأرض يقدر بحوالى ٦ آلاف مليون مليون مليون طنًا. وهنا سأله أحد التلاميذ: كيف وزنوها؟!.

● وفى درس عن «الشمس» ذكر الطالب المعلم أن درجة حرارة سطحها تقدر بنحو ٦٠٠٠°م بينما تصل فى المركز إلى ١٥مليون°م. وهنا صوَّب إليه أحد التلاميذ سؤالاً: كيف قاسوها؟!.

● وفى درس عن «سرعة الصوت» ذكر الطالب المعلم أن سرعة الصوت تزداد بازدياد كثافة الوسط الذى تنتقل عبره الموجات الصوتية، ثم ذكر أن سرعة الصوت فى الهواء تزداد بارتفاع درجة حرارة الهواء بمعدل ٦,٠م/ث للدرجة المئوية الواحدة. وهنا اعترض أحد التلاميذ لوجود تناقض بين هاتين العبارتين. ذلك أنه لو كانت العبارة الأولى صحيحة لكان من المفروض أن تقل سرعة الصوت فى الهواء بارتفاع درجة حرارته ولا تزيد لأن الهواء الساخن أقل كثافة من الهواء البارد. الواقع أن العبارتين المذكورتين صحيحتان، ولكن عدم إدراك الطالب المعلم لكيفية التوفيق بين ما يبدو بينهما من تناقض أوقعه فى حرج شديد.

● وفى درس عن «الخسوف والكسوف» ذكر الطالب المعلم أن القمر عندما يمر بين الأرض والشمس مرة كل شهر قمرى فإنه يحجب عن الأرض أشعة الشمس ومن ثم يحدث الكسوف. ثم ذكر أن «مرور» القمر بين الأرض والشمس يحدث فى بداية الشهر القمرى. وهنا اعترضه تلميذ قائلاً: إذا كان هذا صحيحاً فلماذا لا يحدث الكسوف فى بداية كل شهر قمرى؟!.

● وفى درس عن «التكاثر فى الإنسان» سأل التلميذ الطالب المعلم: كلنا يلاحظ أن الجنين ذى الشهور السبعة يعيش ويكتب له البقاء بينما لا يعيش الجنين ذى الثمانية شهور ـ فما هو التفسير العلمى لهذه الملاحظة الهامة؟!.

الاعتبار الثالث عشر: تعدد الطرق لتدريس الموضوع الواحد

ينبغى ألا يتبادر إلى الذهن أن الطريقة التى اقترحناها لتدريس موضوعات العلوم الخمسة المختارة من المرحلتين الاعدادية والثانوية هى الطريقة الوحيدة التى يمكن اتباعها لتدريس كل منها. إذ أن الطرق قد تتعدد وتختلف من معلم إلى آخر، ولكنها جميعاً صالحة طالما كانت تسير وفقاً لمقتضيات التنظيم السيكولوجى فى عرض المعلومات وتقديمها وتتجه باحكام نحو تحقيق الأغراض المرجوة من الدراسة. فمثلاً درَّسنا الدرس: معامل التوتر السطحى للسَوائل: مفهومه، وقياسه – بطريقة معينة، ولكن يمكننا تدريس الدرس نفسه بطريقة أخرى وهى تدريسه مستخدمين المدخل الكشفى. ولعل فى هذا ما يوضح امكانية تدريس الموضوع الواحد بأكثر من طريقة.

كذلك تتعدد الطرق التى يمكننا استخدامها لتدريس المفاهيم العلمية، ومن هذه الطرق طريقة «الأعمدة» التى أثبتت الخبرة الميدانية جدواها. فللتوصل إلى مفهوم معين يعمل المعلم قائمتان تتضمنان مواد أو كائنات بينها علاقة ويتيح للتلاميذ فرصة تأملها لاستخلاص هذه العلاقة وتجريدها. وقد استخدمنا هذه الطريقة لتدريس بعض المفاهيم العلمية مثل التطفل، والتعايش، والتقايض، والإفتراس، إلخ.

ملخص الفصل الثانى

استهدف هذا الفصل بصفة أساسية مساعدة المتعلمْ على تعرف الاعتبارات الهامة الواجب مراعاتها فى تدريس العلوم فى المرحلتين الإعدادية والثانوية. ولتحقيق هذا الهدف قدمنا أمثلة «نموذجية» لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى كل من هاتين المرحلتين. ففى المرحلة الإعدادية قدمنا مثالين: الأول التغير كخاصة من خواص الطبيعة، والثانى قاعدة أرشميدس وقانون الطفو. وفى المرحلة الثانوية قدمنا ثلاثة أمثلة تغطى فروع العلوم الثلاثة فيها. ففى

الفيزيقا قدمنا التوتر السطحى للسوائل: مفهومه ومعامله، وفى الكيمياء قدمنا النظرية الأيونية، وفى البيولوجيا قدمنا التوازن البيولوجى.

وفى ضوء هذه الأمثلة استخلصنا أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تدريس العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، وهى: تحديد الأهداف المرجوة من الدرس تحديداً واضحاً ودقيقاً، اعداد الوسائل المستخدمة فى التدريس اعداداً كافياً قبل استخدامها، تقديم الدروس تقديماً شيقاً ومثيراً يجذب التلاميذ إليها ويشد انتباههم لها، تقسيم الدرس إلى خطوات رئيسة وأخرى فرعية بينها تنسيق وترابط، تحقيق إيجابية المتعلم وفاعليته، تنويع النشاطات الممارسة من قبل المعلم والتلاميذ، تشخيص صعوبات التعلم والعمل على تذليلها، العناية التامة بالملخص السبورى، الاهتمام الفائق بالتقويم، تكليف التلاميذ بواجبات منزلية تتفق وطبيعة الدرس ومقتضيات الحال، عدم الاقتصار على الكتاب المدرسى المقرر فى اعداد مادة الدرس العلمية والاستعانة بمراجع أخرى، تعدد الطرق لتدريس الموضوع المعين والجانب التعلمى المعين.

نحو مزيد من التعلم

١ ـ حدد بدقة وبوضوح الأهداف المرجوة من الدرسين التاليين لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية:

(أ) طبيعة الضوء.

(ب) النقل والجهاز الدورى.

٢ ـ ما هى أهم المواد والأدوات والوسائل اللازمة لتدريس أحد الدرسين التاليين لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية:

(أ) الخلية وحدة البنية فى الكائنات الحية.

(ب) التغيرات الكيميائية.

٣ ـ طلب منك فى فترة التربية العملية تدريس أحد الدرسين التاليين لتلاميذ فى المرحلة الثانوية ـ كيف يمكنك التقديم له تقديماً شيقاً مثيراً:

(أ) الغازات الخاملة.
(ب) الوراثة فى الإنسان.

٤ ـ عندما كنت تفكر فى تدريس أحد الدرسين التاليين لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية كان عليك أن تقسمه إلى خطوات رئيسة وأخرى فرعية. اختر أحدهما وقم بتقسيمه إلى الخطوات المطلوبة تقسيماً يتميز بالتنسيق والترابط:

(أ) توازن الأجسام فى الموائع الساكنة.
(ب) المجموعة الشمسية.

٥ ـ كنت بصدد تدريس درس عملى محض عن «المخاليط والمركبات» لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية، بين على وجه التحديد كيف يمكن لك إشراك تلاميذك فى عملية التعلم بما يحقق إيجابيتهم وفاعليتهم.

٦ ـ كنت بصدد تدريس درس نظرى بحت عن «التغيرات الفلكية»، هل يمكنك جعل التلاميذ ايجابيين متفاعلين فى تعلمه؟. إذا كانت الاجابة نعم، وضح كيف.

٧ ـ طلب منك تدريس درس عن «مكونات الذرة والحيادية الكهربية» لتلاميذ فى الصف الثانى الاعدادى، ثم طلب منك تدريس الدرس نفسه لتلاميذه فى الصف الثانى الثانوى ـ وضح أهم الفروق التى ستراعيها فى تدريسك لهذا الدرس لأخذ مستوى نضج المتعلم فى الاعتبار.

٨ ـ من الملاحظ من الخبرة الميدانية فى تدريس العلوم أن هناك موضوعات تتميز بصعوبتها على الأقل بالنسبة لبعض التلاميذ. ومن هذه الموضوعات «التفاعلات والمعادلات الكيميائية» لتلاميذ المرحلة الاعدادية و «الوراثة» لتلاميذ المرحلة الثانوية. بين ما الذى ينبغى عليك عمله فى تدريس كل من هذين الموضوعين لمقابلة ما بين التلاميذ من فروق فردية.

ما هى أهم الصعوبات التى قد تعترض تعلمهم لكل من هذين الموضوعين وكيف يمكنك تذليلها؟

٩ ـ ما هى أهم جوانب التعلم (الملخص السبورى) المستخلصة من تدريس درس عن «انعكاس الضوء وانكساره» لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية؟

١٠ ـ بعد انتهاءك من تدريس درس عن «المحول الكهربائى» لتلاميذ فى المرحلة الثانوية، بين كيف يمكنك تقويم مدى نجاحك فى تحقيق الأهداف المرجوة منه؟

١١ ـ ما هى أهم الواجبات القبلية والبعدية التى يمكنك أن تكلف تلاميذك بها فى دراستهم للدرس السابق.

١٢ ـ فى تدريسك لدرس عن «متسلسلة الجهود الكهربية» لتلاميذ فى المرحلة الثانوية، اذكر مرجعاً واحداً متخصصاً يمكنك الاستعانة به فى إعداد مادة هذا الدرس العلمية غير الكتاب المدرسى.

١٣ ـ عرضنا فى الأمثلة المذكورة فى هذا الفصل لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، وبينا أن موضوع «معامل التوتر السطحى للسوائل: مفهومه ومعامله» يمكننا تدريسه بطريقتين: المعتادة، والمدخل الكشفى. اختر مثالاً آخر من تلك الأمثلة وسم طريقة أخرى يمكنك تدريسه بها غير الطريقة المعتادة.