مرشد للمعلّم

مبادئ وأساسيّات علم البيئة

للمرحلة الثانويّة

أيّار، 2020

المؤلّف

د. ساري عاصلة

جميع الحقوق محفوظة للمؤلّف

الفهرس

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	مقدّمة الكتاب.....	6
	الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع.....	6
	الأفكار المركزيّة	6
	المواضيع.....	6
	المعرفة السابقة المطلوبة	8

الموضوع الفرعيّ1: الأنظمة البيئيّة

1.1	**العلاقات المتبادلة بين المخلوقات الحيّة في النظام البيئيّ**	
1.1.1	الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع.....	10
1.1.2	الأفكار المركزيّة	10
1.1.3	الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)	11
1.1.4	اقتراحات تدريسيّة.....	13
1.1.4.1	وصف عمليّة التدريس	13
1.1.4.2	صعوبات مميّزة.....	13
1.1.4.3	اقتراحات لمواجهة الصعوبات.....	14
1.2	**انتقالات الموادّ والطاقة في النظام البيئيّ**	
1.2.1	الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)	15
1.2.2	اقتراحات تدريسيّة.....	15
1.2.2.1	وصف عمليّة التدريس.....	15
1.2.2.2	صعوبات مميّزة.....	16
1.2.2.3	اقتراحات لمواجهة الصعوبات.....	16
1.3	**الاتّزان البيئيّ وتأثير الإنسان عليه**	

1.3.1 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات) 17
1.3.2 اقتراحات تدريسيّة..... 18
1.3.2.1 عمليّة التدريس 18
1.3.2.2 الصعوبات المحتمل مواجهتها..... 18
1.3.2.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات..... 19

1.4 الموارد البيئيّة وإدارة البيئة
1.4.1 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات) 19
1.4.2 اقتراحات تدريسيّة..... 20
1.4.2.1 عمليّة التدريس 20
1.4.2.2 الصعوبات المحتمل مواجهتها..... 20
1.4.2.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات..... 20

1.5 الآداب البيئيّة ومنظّمات حماية البيئة
1.5.1 عمليّة التدريس..... 20
1.5.2 الصعوبات المحتمل مواجهتها..... 21
1.5.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات..... 21
1.6 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل..... 21
المراجع..... 27

الموضوع الفرعيّ 2: مورد الماء
2.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع..... 29
2.2 الأفكار المركزيّة 29
2.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات) 29
2.4 اقتراحات تدريسيّة..... 30
2.4.1 وصف عمليّة التدريس..... 30
2.4.2 صعوبات مميّزة..... 30
2.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات..... 30

2.5 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل..... 31
المراجع..... 35

الموضوع الفرعيّ 3: مورد الهواء

3.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع..... 36
3.2 الأفكار المركزيّة 36
3.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات) 36
3.4 اقتراحات تدريسيّة..... 37
3.4.1 وصف عمليّة التدريس..... 37
3.4.2 صعوبات مميّزة..... 37
3.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات..... 38
3.5 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل..... 38
المراجع..... 43

الموضوع الفرعيّ 4: النفايات الصلبة

4.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع..... 44
4.2 الأفكار المركزيّة 44
4.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات) 44
4.4 اقتراحات تدريسيّة..... 45
4.4.1 وصف عمليّة التدريس..... 45
4.4.2 صعوبات مميّزة..... 45
4.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات..... 45
4.5 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل..... 46
المراجع..... 50

الموضوع الفرعيّ 5: الضجّة والأشعّة

5.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع..... 52

5.2 الأفكار المركزيّة 52
5.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات) 52
5.4 اقتراحات تدريسيّة..... 53
5.4.1 وصف عمليّة التدريس..... 53
5.4.2 صعوبات مميّزة..... 53
5.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات..... 53
5.5 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل..... 54
المراجع..... 60

مقدّمة الكتاب

هذا الكتاب المرشد أو الموجّه معدّ للمعلّم بغية تخطيط، تنفيذ، وتقييم تعليم وتعلّم موضوع "علم البيئة" للمرحلة الثانويّة. ويهدف هذا الكتاب إلى التفعيل في إطار المنهج التعليميّ، ويعتمد على موادّ تعليميّة صادقت عليها وزارة المعارف إلى جانب توجيهات ملائمة إلى هذه الموادّ. لذا فإنّ مضامين هذا الكتاب لا تشكّل بديلاً للموادّ التعليميّة القائمة. يتضمّن الكتاب مادّة خلفيّة (مضامين ومهارات)، وتشديدات تدريسيّة لتخطيط التدريس والتعلّم، وتوصيات بفعّاليّات مفتاحيّة، ومجمّعًا مصنّفًا لأسئلة تقييميّة لاستخدامها لاحتياجات التدريس والمردوديّة.

الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع

أن يتعرّف الطلّاب على البيئة الطبيعيّة أوّلاً واتّزانها، مميّزاتها، مركّباتها واستدامتها، وأن يفهموا أنّ النظام البيئيّ يتضمّن علاقات متبادلة بين المخلوقات، وكذلك بينها وبين بيئتها. ترتبط العلاقات المتبادلة بين المخلوقات بانتقال موادّ وطاقة. من ناحية أخرى يتعرّف الطلّاب على الاستغلال البشريّ للبيئة ومواردها ومساهمة الإنسان في استنزاف ثرواتها وتعطيل اتّزانها. وفي نفس السياق، يتعرّف الطلّاب على طرق حماية البيئة وصيانة مواردها لتخدم الأجيال الآتية أيضًا، وذلك بمعرفة وسائل الوقاية من شتّى أنواع الملوّثات: الهوائيّة، المائيّة، النفايات والضجيج وطرق حماية الاتّزان البيئيّ الطبيعيّ.

يوجد في النظام البيئيّ اتّزان ديناميكيّ ينعكس في تنوّع الأنواع وفي حجم عشائر المخلوقات التي تعيش في البيئات الحياتيّة. التغيّرات في شروط البيئة التي تنبع من عوامل لاإحيائيّة (مثل: تغيّرات في الشروط البيئيّة) أو من عوامل إحيائيّة (مثل: الأنواع الدخيلة) يمكنها أن تخلّ بهذا الاتّزان. يؤثّر الإنسان على العلاقات المتبادلة في الأنظمة البيئيّة وعلى استقرار هذه الأنظمة. التنمية المستديمة، التي تأخذ الأبعاد على البيئة، تقلّص الأضرار التي تلحق بالبيئة، التي يمكنها أن تتسبّب في أعقاب تدخّل الإنسان في الطبيعة، وتعتبر ضروريّة للجيل الحاليّ وللأجيال القادمة.

الأفكار المركزيّة

يحتوي الكتاب على خمسة مواضيع أساسيّة إلزاميّة حسب المنهاج الجديد، وهي:

1. **الأنظمة البيئيّة:**

- ✓ التدريج الإحيائيّ في الطبيعة، ويشمل تطرّقًا إلى المخلوقات الحيّة والعشيرة وبيت التنمية والنظام البيئيّ والمحيط الحيويّ.
- ✓ البيئات الحياتيّة هي منظومات مركّبة، وتشمل مركِّبات لاإحيائيّة ومركِّبات إحيائيّة.
- ✓ في البيئات الحياتيّة هناك تأثيرات متبادلة بين المركِّبات اللاإحيائيّة والمركِّبات الإحيائيّة.
- ✓ في البيئات الحياتيّة هناك تأثيرات متبادلة بين المخلوقات وبيئتها.
- ✓ تنعكس العلاقات المتبادلة بين المخلوقات، من ضمن أمور أخرى، في علاقات المفترس- المفترَس والتكافل والتطفّل والتنافس.
- ✓ تحدث انتقالات للموادّ وللطاقة في النظام البيئيّ. تتعلّق هذه الانتقالات بعلاقات تغذية: منتِجات ومستهلكات.
- ✓ يوجد في النظام البيئيّ اتّزان ديناميكيّ، ينعكس في تنوّع الأنواع وفي حجم عشائر المخلوقات التي تعيش في البيئات الحياتيّة.
- ✓ للإنسان تأثير على الاتّزان في الأنظمة البيئيّة.
- ✓ التنمية المستديمة التي تأخذ التأثيرات البيئيّة بالاعتبار، تقلّص الأضرار البيئيّة التي قد يسبّبها تدخّل الإنسان في الطبيعة، وهي ضروريّة للجيل الحاليّ وللأجيال القادمة.

2. **مورد المياه:**

- ✓ خصائص المياه ومميّزاتها، الفيزيائيّة، الكيميائيّة والبيولوجيّة.
- ✓ أهمّيّة المياه للكائنات الحيّة، يشمل البيئة الداخليّة للخلية.
- ✓ تعريف التلوّث المائيّ ويشمل مساهمة الإنسان في ذلك.
- ✓ طرق حماية مورد المياه ويشمل طرقًا تثقيفيّة وتكنولوجيّة.
- ✓ طرق زيادة المرفق المائيّ ويتطرّق إلى شتّى التقنيّات المتاحة لزيادة كمّيّة المياه المتاحة للاستعمال البشريّ.
- ✓ القوانين البيئيّة لحماية مصادر المياه، ويشمل طرق تطبيقها.
- ✓ المواثيق الدوليّة لحماية البحار والمحيطات.

3. مورد الهواء:

- ✓ تركيبة الغلاف الجوّيّ، ويشمل التغيّر في التركيبة على مدار العصور.
- ✓ تعريف التلوّث الهوائيّ.
- ✓ أنواع الملوّثات الهوائيّة ومصادرها، ويشدّد على المصادر الاصطناعيّة.
- ✓ الأمراض الناتجة عن التلوّث الهوائيّ، ويركّز في الأساس على وسائل النقل والصناعة.
- ✓ طرق تقليص التلوّث الهوائيّ، ويهتمّ بالتثقيف والاهتمام الفرديّ بالصحّة العامّة.
- ✓ القوانين البيئيّة وتطبيقها بما يخصّ تلوّث الهواء.
- ✓ المواثيق الدوليّة والاهتمام بالتلوّث الهوائيّ العالميّ، الاحتباس الحراريّ، ثقب الأوزون والمطر الحامضيّ.

4. النفايات الصلبة:

- ✓ تعريف النفايات الصلبة، ويشمل التغيّر التاريخيّ بتركيبة النفايات وتنوّعها وعلاقتها بالتطوّر المدنيّ.
- ✓ مستوى المعيشة وتأثيره على تركيبة النفايات وتنوّعها، ويركّز على التمدّن والتحضّر كمحرّك للتغيير التركيبيّ والتنويعيّ.
- ✓ أنواع النفايات، ويضمّ التغيير في التركيبة بتأثير الثورة الصناعيّة والميل البشريّ للتطوّر.
- ✓ مصادر النفايات المدنيّة والصناعيّة وتأثير التمدّن والثقافة عليها.
- ✓ طرق التخلّص من النفايات، ويركّز على إمكانيّة تسخير التطوّر التكنولوجيّ في هذا المجال.
- ✓ الالتزام المدنيّ بتطبيق طرق التخلّص من النفايات، ويشدّد على أهمّيّة التكاتف والتعاضد المدنيّ لمكافحته.
- ✓ ثقافة الاستهلاك، التعامل مع النفايات في دول نامية ودول متطوّرة ويضمّ المتطلّبات البشريّة المتغيّرة بتغيّر التطوّر.
- ✓ التشريعات في موضوع النفايات المدنيّة والصناعيّة، ويركّز على المنظّمات الحكوميّة وغير الحكوميّة، ومواجهة التخبّط في اتّخاذ قرارات مؤثّرة.

5. الضجّة والأشعّة:

- ✓ الصوت وتعريفه، فيزيائيًّا وبيولوجيًّا.
- ✓ الأصوات الحياتيّة واللاحياتيّة وأهمّيّة الصوت في التواصل المجتمعيّ في جميع المجتمعات الحياتيّة.
- ✓ الموجة الصوتيّة، التردّد، طول الموجة وسرعة الصوت، ويضمّ الفهم المنطقيّ للصوت ومميّزاته الفيزيائيّة
- ✓ المميّزات الفيزيائيّة للموجة الصوتيّة بالأساس مستوى الصوت، انتقاله وطرق التحكّم به.
- ✓ التردّدات المسموعة، حدّ السمع وحدّ الألم، ويركّز على سبكتروم (مجال واسع) مختلف عند الكائنات الحيّة.

- ✓ انتقال الصوت في الأجسام المحتفلة، ويشدّد على اختلاف وتغيّر سرعة انتقال الصوت باختلاف كثافة الأجسام التي ينتقل بها الصوت.
- ✓ قياس مستويات الضجّة وصلاحيّة السمع، ويركّز على طرق تكنولوجيّة لتحديد مستوى الصوت.
- ✓ الضجّة كمكرهة وكمضرّة وبالأساس الازعاج من ناحية والأضرار من ناحية أخرى.
- ✓ تعريف الضجّة متعلّق بالشخص المتعرّض لها، وليس فقط بمستوى الصوت.
- ✓ مصادر الضجّة المدنيّة والصناعيّة.
- ✓ الضجّة وأنواعها، مميّزاتها وطرق مواجهتها.
- ✓ طرق تخفيف الضجّة، في المصدر، وفي غير المصدر.
- ✓ قوانين لمنع الضجيج، التثقيف البيئيّ ودوره في تخفيف الضجّة.
- ✓ الأشعّة، أنواع الأشعّة، طرق قياس الإشعاع طرق الوقاية من الإشعاع.

المعرفة السابقة المطلوبة

موضوع علم البيئة لا يدرّس في المرحلة الإعداديّة بهذا التوسّع المطلوب هنا في المرحلة الثانويّة، إلّا أنّهم تلقّوا في المرحلتين الابتدائيّة والإعداديّة مقدّمات خفيفة في موضوع العلوم، جلّها يركّز على الأنظمة البيئيّة، فمثلًا:

- ✓ الطلّاب في المدرسة الابتدائيّة وفي الصفّ السابع تحديدًا تعلّموا عن التجانس والاختلاف في عالم الحيوانات، وتعرّفوا تعرّفًا أساسيًّا على بعض مجموعات المخلوقات الحيّة ومميّزاتها: الفقاريّات (الأسماك، البرمائيّات، الزواحف، الطيور، الثدييّات)، واللافقاريّات (الحشرات)، ونباتات من عدّة عائلات (المركّبة والصليبيّة والفراشيّة).
- ✓ تعرّف الطلّاب على المميّزات الحياتيّة المشتركة لجميع المخلوقات (التغذية، التنفّس، التكاثر، النموّ والتطوّر، الاتّصال مع البيئة)، والاحتياجات المعيشيّة الضروريّة للمخلوقات (الغذاء، الماء، الحماية، الأوكسجين للتنفّس)، وطرق مختلفة تحصل المخلوقات بواسطتها على احتياجاتها في بيئتها الحياتيّة.
- ✓ تعلّم الطلّاب أنّ الكرة الأرضيّة تحوي تنوّعًا من البيئات على اليابسة وفي الماء، وتوجد في جميعها مركّبات إحيائيّة ولاإحيائيّة. تعلّم الطلّاب أنّه يوجد في كلّ بيئة تنوّع من المخلوقات الحيّة وأنّ هناك تأثيرات متبادلة بين مركّبات البيئة المختلفة. كما وتعرّفوا على المميّزات البارزة لبيئات مختلفة (الصحراء، الحرش، الماء) وتعلّموا أنّ للمخلوقات التي تعيش في كلّ بيئة ملاءمات متنوّعة لشروط البيئة.
- ✓ في الصفّ السابع تطرّق الطلّاب إلى تأثير الإنسان على البيئة، وإلى حقيقة أنّه بفضل القدرات التكنولوجيّة التي طوّرها، توجد لنشاطاته تأثيرات بيئيّة واسعة النطاق. تعرّف الطلّاب على نمط الحياة المستديم- الحاجة للمحافظة على البيئة والمسؤوليّة الملقاة على كلّ فرد منّا من أجلنا ومن أجل الأجيال القادمة.

إن تدريس موضوع علم البيئة في المرحلة الثانويّة يوسّع الأفق عند الطلّاب في الإحاطة بكافة أطراف القضيّة البيئيّة ومشاكل التلوّث العالميّ حيث يتطرّقون إلى دراسة شاملة لمواضيع بيئيّة مفصّلة، كما ذكرنا آنفًا. ولا يقتصر التعليم في المرحلة الثانويّة على تعلّم البيئة الطبيعيّة فحسب، بل يتعدّى ذلك إلى دراسة المشكلة البيئيّة العالميّة بعمق وبحث منابعها وطرق مكافحتها. إنّ دراسة موضوع علم البيئة في المرحلة الثانويّة سوف يساهم في بناء جيل مثقّف بيئيًّا لا يهتمّ فقط بالأمور التكنولوجيّة، التي لا غنى عنها، بل سيسعى في تطوير تكنولوجيا مستديمة تأخذ بعين الاعتبار البيئة وملكيّتها للجميع فهي ليست مشاعًا ولا هي ملك حصريّ للأجيال الحاليّة بل إنّها ملك للأجيال القادمة أيضًا.

الموضوع الفرعيّ 1: الأنظمة

1.1 العلاقات المتبادلة بين المخلوقات الحيّة في النظام البيئيّ

1.1.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع

أن يتعرّف الطلّاب على مركِّبات النظام البيئيّ والعلاقات المتبادلة بينها، وأن يفهموا أنّ النظام البيئيّ يتضمّن علاقات متبادلة بين المخلوقات، وكذلك بينها وبين بيئتها. ترتبط العلاقات المتبادلة بين المخلوقات بانتقال موادّ وطاقة.

يوجد في النظام البيئيّ اتّزان ديناميكيّ ينعكس في تنوّع الأنواع وفي حجم عشائر المخلوقات التي تعيش في البيئات الحياتيّة.

التغيّرات في شروط البيئة التي تنبع من عوامل لاإحيائيّة (مثل: تغيّرات في الشروط البيئيّة) أو من عوامل إحيائيّة (مثل: الأنواع الدخيلة) يمكنها أن تخلّ بهذا الاتّزان.

يؤثّر الإنسان على العلاقات المتبادلة في الأنظمة البيئيّة وعلى استقرار الأنظمة البيئيّة نفسها.

التنمية المستديمة، التي تأخذ الأبعاد على البيئة، تقلّص الأضرار التي تلحق بالبيئة، التي يمكنها أن تحدث في أعقاب تدخّل الإنسان في الطبيعة، وتعتبر ضروريّة للجيل الحاليّ وللأجيال القادمة.

1.1.2 الأفكار المركزيّة

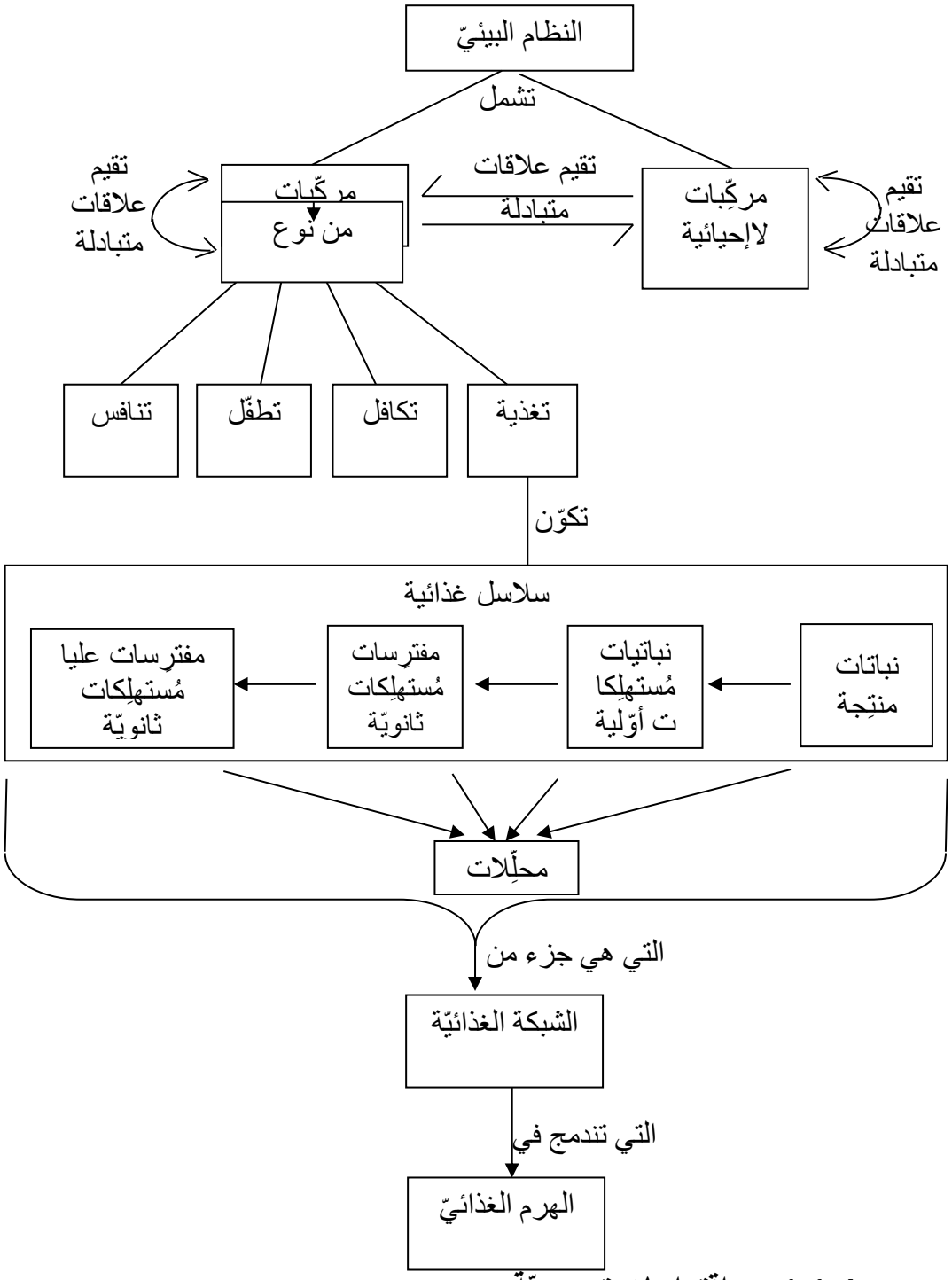
1. **التدريج الإحيائيّ في الطبيعة،** يشمل تطرّقًا إلى المخلوقات الحيّة والعشيرة وبيت التنمية والنظام البيئيّ والمحيط الحيويّ.
2. **البيئات الحياتيّة** هي منظومات مركَّبة، تشمل مركِّبات لاإحيائيّة ومركِّبات إحيائيّة.
3. **في البيئات الحياتيّة** هناك تأثيرات متبادلة بين المركِّبات اللاإحيائيّة والمركِّبات الإحيائيّة.
4. في البيئات الحياتيّة هناك تأثيرات متبادلة بين **المخلوقات وبيئتها.**
5. تنعكس العلاقات المتبادلة بين المخلوقات، من ضمن أمور أخرى، في **علاقات المفترِس- المفترَس والتكافل والتطفّل والتنافس.**
6. تحدث انتقالات **للموادّ وللطاقة** في النظام البيئيّ. تتعلّق هذه الانتقالات بعلاقات تغذية: منتِجات ومستهلكات.
7. يوجد في النظام البيئيّ **اتّزان ديناميكيّ،** ينعكس في تنوّع الأنواع وفي حجم عشائر المخلوقات التي تعيش في البيئات الحياتيّة.
8. **للإنسان** تأثير على الاتّزان في الأنظمة البيئيّة.
9. **التنمية المستديمة** التي تأخذ التأثيرات البيئيّة بالاعتبار، تقلّص الأضرار البيئيّة التي قد تحدث نتيجة تدخّل الإنسان في الطبيعة، وهي ضروريّة للجيل الحاليّ وللأجيال القادمة.

1.1.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

1. أن يميّز الطلّاب بين العوامل الإحيائيّة والعوامل اللإحيائيّة في البيئة، ويصفوا التأثيرات المتبادلة بينها.
2. أن يتعرّف الطلّاب على مستويات التغذية المختلفة، ويصنّفوا المخلوقات إلى منتِجات (ذاتيّة التغذية) وإلى مستهلكات (غير ذاتيّة التغذية)، ويصنّفوا المستهلكات إلى نباتيّات، ومفترِسات، ومفترِسات عليا، ومحلِّلات.
3. أن يفهم الطلّاب ما هي السلسلة الغذائيّة وما هي الشبكة الغذائيّة.
4. أن يفهم الطلّاب أشكال تمثيل (عرض) السلاسل الغذائيّة والشبكات الغذائيّة. أن يفهم الطلّاب دلالة اتّجاه الأسهم في هذه التمثيلات (العروض).

5. أن يشخّص الطلّاب حيوانات نباتيّة ومفترسة في جولات في البيئة. أن يركّب الطلّاب سلاسل غذائيّة وشبكات غذائيّة للمخلوقات الموجودة في بيئتهم.
6. أن يجيد الطلّاب تحليل السلاسل الغذائيّة والشبكات الغذائيّة، ويكون باستطاعتهم أن يفسّروا كيف أنّ المسّ بإحدى الحلقات يؤثّر على الحلقات الأخرى في السلسلة أو في الشبكة الغذائيّة.
7. أن يصف الطلّاب، من خلال أمثلة، العلاقات المتبادلة من الأنواع: مفترس- مفترَس، تكافل، تطفّل، تنافس، والتي تقيمها المخلوقات الحيّة فيما بينها، ويفسّروا دلالة هذه العلاقات المتبادلة بالنسبة للمشاركين فيها.
8. أن يُجري الطلّاب تجربة تفحص العلاقة بين كمّيّة الموارد وكثافة النباتات.
9. أن يتمكّن الطلّاب من رسم سلسلة غذائيّة أو شبكة غذائيّة من وصف كلاميّ لبيئة حياتيّة.

خارطة مصطلحات: النظام البيئيّ والعوامل البيئيّة والعلاقات المتبادلة بينها



1.1.4 اقتراحات تدريسيّة

1.1.4.1 وصف عمليّة التدريس

الاعتبارات: هذا الفصل هامّ للغاية من أجل فهم النظام البيئيّ. يعتبر فهم العلاقات البيئيّة بين المخلوقات الحيّة هامًّا لفهم وفرة وانتشار تنوّع الأنواع في البيئات الحياتيّة المختلفة. يشكّل هذا الفصل أساسًا لفهم العمليّات البسيطة والمعقّدة في الطبيعة، التي لا يمكن مشاهدتها في "جولة" عاديّة في الغابة أو على شاطئ البحر أو في بيئة حياتيّة أخرى.
فهم النظام البيئيّ والعلاقات المتبادلة الموجودة فيها، يتطلّب إدراكًا منظوماتيًّا. تبيّن الأبحاث أنّ الطلّاب يجدون صعوبة في فهم العلاقات بين المركّبات المختلفة في النظام البيئيّ. ولفهم

النظام البيئيّ، يجب التطرّق إلى العلاقات المجرّدة بين المركِّبات، تلك التي لا يراها الطلّاب، والتي تنبع من الدمج بين العلاقات المتبادلة المختلفة. نتحدّث هنا عن تفكير افتراضيّ ومجرّد. من الجدير البدء في تدريس الموضوع بمراجعة مصطلحات ومبادئ أساسيّة في علم البيئة، والتأكّد من أنّ الطلّاب يعرفون المصطلحات: محيط حيويّ، نظام بيئيّ، مركِّبات لاإحيائيّة ومركِّبات إحيائيّة.
نوصي بإعادة إجراء جولة بيئيّة بحيث يجب التشديد على المركِّبات الإحيائيّة وعلى العلاقات المتبادلة بينها. من المهمّ تحضير الجولة مسبقًا ورصد العلاقات المتبادلة في منطقة الجولة، والتي يمكن عرضها أمام الطلّاب. على سبيل المثال: أ. الأزهار في البيئة- الحشرات تتغذّى من رحيق ولقاح الأزهار؛ ب. الثمار العصيريّة- ثمار تتغذّى عليها الحيوانات، خاصّة العصافير؛ ج. الأعشاب الحَوْليّة- التي تشكّل أوراقها وسيقانها غذاءً لمخلوقات كثيرة آكلة للأعشاب؛ د. النباتات المتسلّقة- التي تستند إلى نباتات أخرى، وبذلك تتعرّض للضوء؛ ه. ثمار الأكل- التي تشكّل غذاءً للإنسان.
يجب إجمال الجولة برسم السلاسل الغذائيّة والشبكة الغذائيّة التي تمّت مشاهدتها في المنطقة.
نوصي بجمع مقالات علميّة لها صلة بالموضوع، وتحليلها داخل الصفّ. للإحاطة بعدد أكبر من الأمثلة، يمكن العمل ضمن مجموعات في الصفّ، بحيث تحلّل كلّ مجموعة مقالًا مختلفًا، وتعرضه أمام الطلّاب.
في نهاية العمليّة، يمكن تشخيص المميّزات المشتركة لحالات مختلفة، وصياغة تعميمات بالنسبة للعلاقات المتبادلة المختلفة.

1.1.4.2 صعوبات مميّزة

1. يشكّل هذا الفصل أساسًا لفهم انتقال الموادّ والطاقة في الطبيعة، ويجب التشديد على حقيقة كون النباتات منتِجة وبقيّة الحيوانات مستهلِكة. الشبكة الغذائيّة هي الأساس لفهم الهرم البيئيّ الذي يتعلّمه الطلّاب في الفصل التالي. يخطئ الكثير من الطلّاب في تفسير تمثيل اتّجاه جريان الموادّ والطاقة (اتّجاه الأسهم)، الأمر الذي يمسّ بتحليل السلسلة الغذائيّة والشبكة الغذائيّة.
2. الطلّاب لا يفرّقون دائمًا بين السلاسل الغذائيّة والشبكات الغذائيّة (ولاحقًا الهرم الغذائيّ أيضًا)، وينظرون إلى هذه المصطلحات على أنّها متشابهة.
3. يجد الطلّاب صعوبة في فهم العلاقة بين ما يحدث بالفعل في الواقع وبين التمثيل المجرّد لذلك في السلاسل الغذائيّة وفي الشبكات الغذائيّة.
4. يجد الطلّاب صعوبة في تحليل قطعة وتشخيص الشبكات الغذائيّة الموصوفة فيها. ويجدون صعوبة أحيانًا في فهم الحركة الكبيرة الموجودة في الشبكة الغذائيّة في بيت تنمية معيّن، في الأساس لأنّ الأمر يتطرّق إلى منظومة غير ملموسة، ويعتقدون أنّ المسّ بحلقة واحدة في الشبكة الغذائيّة يؤثّر فقط على الحلقات الملاصقة لها.
5. نظرة خاطئة بموجبها تسمّى المنتِجات بهذا الاسم لأنّها تُنتِج الأوكسجين.
6. نظرة خاطئة بموجبها لا تُنتِج المستهلكات مادّة عضويّة (والمنتِجات فقط هي التي تُنتِج مادّة عضويّة).

1.1.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. من المهمّ الشرح للطلّاب الفكرة التي تقف وراء اتّجاه الأسهم (التي تشير إلى اتّجاه انتقال الموادّ والطاقة في السلسلة الغذائيّة أو في الشبكة الغذائيّة، من المنتِجات إلى المستهلكات)، والتمرّن على تحليل وتحضير رسوم توضيحيّة كثيرة للسلاسل الغذائيّة والشبكات الغذائيّة. من الجدير عرض أمثلة لسلاسل أو شبكات مكتوبة باتّجاهات مختلفة (من اليمين إلى اليسار أو من الأعلى إلى أسفل، وبالعكس)، والتشديد على اتّجاه الأسهم.

2. يجب عرض أمثلة لشبكات غذائية، وتشخيص السلاسل الغذائيّة المختلفة داخل الشبكة الغذائيّة العينيّة، وتحليل الشبكات الغذائيّة و"تقاطعات" السلاسل الغذائيّة التي تتواجد داخلها. يجب التشديد على أنّه لا توجد في الطبيعة سلاسل غذائيّة بسيطة، بل شبكات غذائيّة معقّدة. من المهمّ في موضوع الشبكات الغذائيّة التمرّن على العلاقات بين الحلقات وفهم ما يحدث في النظام البيئيّ إذا لحق ضرر بإحدى الحلقات.
3. القيام بجولة في البيئة وتشخيص المخلوقات الحيّة والعلاقات المتبادلة بينها، يمكنه أن يجسّد التمثيل الشكليّ المجرّد للسلاسل الغذائيّة وللشبكات الغذائيّة.
4. يجب التمرّن مع الطلّاب على تحليل قطعة وتشخيص الشبكات الغذائيّة الواردة فيها. يجب التشديد على أنّ إلحاق ضرر بإحدى الحلقات يؤثّر على حلقات أخرى في الشبكة الغذائيّة الموجودة في السلاسل الغذائيّة المختلفة التي تنتمي إليها الحلقة التي تضرّرت، وكذلك على حلقات أخرى في الشبكة غير موجودة في نفس السلسلة الغذائيّة حتّى.
5. تسمّى المنتِجات بهذا الاسم لأنّها تُنتِج مادّة عضويّة (غذاءً) من موادّ غير عضويّة. صحيح أنّ هناك ناتجًا مرافقًا في عمليّة التركيب الضوئيّ - الأوكسجين الذي ينطلق إلى البيئة، لكن كما أسلفنا، الأوكسجين ليس الناتج الأساسيّ في هذه العمليّة.
6. من المهمّ الحديث عن حقيقة أنّ المستهلكات تبني في جسمها مادّة عضويّة، لكنّها لا تبنيها من مادّة غير عضويّة كما تفعل المنتِجات فقط، وإنّما من موادّ عضويّة (الموادّ التي تأكلها)، والتي تحلّلت جزئيًّا في عمليّات الهضم، ووصلت إلى خلايا جسمها عن طريق تيّار الدم.

1.2 انتقالات الموادّ والطاقة في النظام البيئيّ

1.2.1 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

1. أن يشرح الطلّاب ما هي عمليّة التركيب الضوئيّ، ويذكروا الموادّ المتفاعلة والنواتج، ويشرحوا أهمّيّة الضوء في هذه العمليّة.
2. أن يذكر الطلّاب أنّ الطاقة الضوئيّة، في عمليّة التركيب الضوئيّ، تتحوّل إلى طاقة كيميائيّة، يمكن استغلالها في جسم المخلوقات الحيّة.
3. أن يشرح الطلّاب العلاقة بين عمليّة التركيب الضوئيّ والمخلوقات في النظام البيئيّ.
4. أن يخطّط الطلّاب تجارب مراقَبة لفحص العوامل التي تؤثّر على عمليّة التركيب الضوئيّ، ويقدّروا ما هي النتائج المتوقّعة.
5. أن يُجري الطلّاب تجارب يفحصون فيها الموادّ المتفاعلة والنواتج في عمليّة التركيب الضوئيّ، ويفسّروا نتائج التجارب.
6. أن يفهم الطلّاب شكل تمثيل الهرم البيئيّ.
7. أن يفهم الطلّاب العلاقة بين تمثيل الشبكة الغذائيّة وتمثيل الهرم الغذائيّ.
8. أن يشرح الطلّاب انتقالات الموادّ والطاقة بين المخلوقات بواسطة الهرم الغذائيّ البيئيّ.
9. أن يفهم الطلّاب أنّه في عمليّة تنفّس المخلوقات الحيّة، تنطلق طاقة على شكل حرارة إلى البيئة، ولا تكون متوافرة لإعادة الاستعمال.
10. أن يعلّل الطلّاب سبب حصول الهرم الغذائيّ البيئيّ على الشكل الخاصّ الذي يميّزه.
11. أن يصف الطلّاب دورة الكربون في الطبيعة بواسطة مخطّط.
12. أن يفهم الطلّاب تبادل الغازات في الغلاف الجوّيّ كنتيجة لعمليتَي التنفّس والتركيب الضوئيّ في المخلوقات الحيّة.

1.2.2 اقتراحات تدريسيّة

1.2.2.1 وصف عمليّة التدريس

الاعتبارات: يكمل هذا الفصل ويتمّم التوجّه المنظوماتيّ للنظام البيئيّ، من جانب انتقالات الموادّ والطاقة، ويشمل تدريس عمليّة التركيب الضوئيّ. كما وتُدرّس فيه طريقة لتمثيل مجمل انتقالات الطاقة والموادّ في النظام البيئيّ (في مستوى الماكرو)، بواسطة الهرم البيئيّ. لهذا الغرض يجب مراجعة المصطلحات التي تعلّمها الطلّاب في سياق السلاسل الغذائيّة والشبكة الغذائيّة، ومن ثمّ الانتقال إلى الحديث عن الهرم، الذي تتواجد جميع المخلوقات التي تتبع لمستوى التغذية هذا في كلّ طبقة فيه، ويعبّر حجم كلّ طبقة عن الكتلة الإحيائيّة الموجودة فيها. يُحبّذ ابتداء التدريس بحديث قصير عن السلاسل الغذائيّة والشبكة الغذائيّة، مع ذكر المصطلحات التي تتعلّق بهذه المواضيع، نوصي بالاستعانة بالمحاكاة الحاسوبية للهرم الغذائيّ البيئيّ، من خلال شبكة الإنترنت.

في مرحلة لاحقة في التدريس يجب الانتقال إلى عمليّة التركيب الضوئيّ. من المهمّ الاستعانة بمعادلة إجمال العمليّة، التي تشير إلى الموادّ المتفاعلة (الموادّ الأصليّة) وإلى النواتج في العمليّة، والتشديد على ضرورة وجود الضوء كمصدر للطاقة في العمليّة. تنفيذ تجربة مراقبة وتيرة التركيب الضوئيّ في نباتات الألوديا، يجسّد العمليّة والأوكسجين الذي ينطلق فيها. بعد ذلك يجب التطرّق إلى ملاءمة مبنى الورقة لتنفيذ التركيب الضوئيّ: الثغور وأداؤها الوظيفيّ- يمكن الاستعانة بالمحاكاة الحاسوبية لمبنى الثغور (من خلال شبكة الإنترنت) وأدائها الوظيفيّ، وكذلك مشاهدتها بالمجهر (خلايا زهرة العنكبوت)؛ تمثيل صعود الماء في نبتة القرنفل يجسّد أنابيب النقل (الخشب) في النبتة؛ مهمّة الحياة في بركة الأسماك تجسّد تأثيرات عمليّة التركيب الضوئيّ (وعمليّات أخرى) على ما يحدث في البيئة الحياتيّة.
من هنا يجدر الانتقال إلى الموضوع الأخير في هذا الفصل، وهو: دورة الكربون. هذا الموضوع يربط بين جميع العمليّات التي تتغيّر فيها مركّبات الكربون وتنتقل في النظام البيئيّ: التركيب الضوئيّ والتنفّس والأكل- الافتراس وتحليل بقايا الموادّ العضويّة. يُحبّذ التطرّق إلى كلّ واحدة من العمليّات على حدة، خلال إكمال جميع انتقالات الكربون في هذه الدورة.

1.2.2.2 صعوبات مميّزة

1. يجد الطلّاب صعوبة في فهم الفرق بين المادّة والطاقة، ويتطرّقون إلى الطاقة الضوئيّة كإحدى الموادّ الخامّ في عمليّة التركيب الضوئيّ أو يعتقدون أنّ الضوء يتحوّل إلى مادّة في العمليّة.
2. يدّعي بعض الطلّاب أنّ عمليّة التركيب الضوئيّ هي عمليّة تنفّس النباتات أو أنّها عمليّة "التنفّس العكسيّ" للنباتات. تنبع هذه البلبلة من حقيقة أنّ نواتج إحدى العمليتين هي الموادّ المتفاعلة في العمليّة الأخرى.
3. بالنسبة للصعوبة السابقة، يعتقد الطلّاب أنّ الحيوانات تتنفّس في النهار، بينما تنفّس النباتات في الليل.
4. يعتقد بعض الطلّاب أحيانًا أنّ النبتة "تتغذّى" من التربة، ولذلك يجدون صعوبة في فهم العلاقة بين التركيب الضوئيّ والغذاء في النبتة.
5. يجد الطلّاب صعوبة في فهم تفسير الحقيقة أنّ الهرم الغذائيّ يأخذ في الصغر كلّما صعدنا في مستوى التغذية. ترتبط هذه الصعوبة بالاعتقاد الخاطئ الذي مفاده أنّه كلّما صعدنا في مرتقى الهرم، كانت الحيوانات الممثّلة هناك هي الأقوى أو عددها أكبر أو أنّ الطاقة تُفقَد (تختفي) في الانتقال من مستوى تغذية معيّن إلى مستوى التغذية الذي فوقه.

1.2.2.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. من المهمّ دائمًا التذكير بالفرق بين المصطلحين: مادّة وطاقة.

بالإضافة إلى ذلك، من المهمّ التشديد على أنّ الطاقة لا "تتكوّن"، وإنّما تتحوّل من شكل إلى آخر، وفي حالة التركيب الضوئيّ- من طاقة ضوئية إلى طاقة كيميائية. من شأن هذه التشديدات أن تساعد في فهم مصطلح الطاقة، وكذلك في فهم حقيقة أنّه كلّما صعدنا في هرم الكتلة الإحيائيّة أخذ الهرم في الصغر. بطريقة مشابهة، يعتقد الطلّاب أحيانًا أنّ الموادّ تُهدَم وتتحلّل، ولا يفهمون أنّ الموادّ تغيّر شكلها.

2. لشرح عدم وجود علاقة مباشرة بين العمليّتين، من المهمّ التحدّث عن أنّ كلتيهما تحدثان في خليّة النبتة، لكن في عضيّات مختلفة (التنفّس- في الميتوكندريا، والتركيب الضوئيّ- في البلاستيدات الخضراء). لذلك يمكنهما الحدوث في نفس الوقت (عند تعرّض النبتة للضوء).
3. من الجدير إجراء نقاش يوضّح مصدر الخطأ، يتمّ التشديد فيه على أنّ التنفّس هو أحد المميّزات الحياتيّة، وأنّ من يتوقّف عن التنفّس يمت خلال فترة قصيرة.
4. يجب تعليم الطلّاب أنّ تغذية النباتات تشمل عمليّتين: (1) إنتاج مادّة عضويّة من موادّ غير عضويّة، في عمليّة التركيب الضوئيّ؛ (2) استيعاب الأملاح المعدنيّة من التربة، وهذه العمليّة تعتبر ضروريّة لعمليّات لاحقة تحدث في النباتات. في هذه العمليّات اللاحقة تنتج في النباتات موادّ عضويّة أخرى (كربوهيدرات وزلاليّات ودهنيات وڤيتامينات، وغيرها). لتعزيز الفهم، من المهمّ ربط العمليّات اللاحقة باستيعاب الأملاح المعدنيّة وبما سبق وتعلّمه الطلّاب عن المركّبات اللاإحيائيّة في البيئة، كمزوّدة للاحتياجات المعيشيّة للنباتات؛
5. من المهمّ التنويه إلى أنّ الطاقة لا "تضيع"، كذلك لا تنتقل كلّ الطاقة من مستوى إلى آخر في مرتقى الهرم. جزء منها يتنقل في بقايا الغذاء إلى المحلّلات (ولذلك لا ينتقل في مرتقى الهرم)، وجزء آخر ينطلق إلى البيئة على شكل حرارة (تتكوّن في عمليّة التنفّس). (علينا ألّا ننسى أنّه في عمليّات التحليل أيضًا تنطلق طاقة حراريّة).

من الجدير الاستعانة بمحاكاة حاسوبية أو برسم للهرم البيئيّ، والحديث عن الأسهم التي تخرج من الهرم إلى الخارج، وعن دلالتها.

1.3 الاتّزان البيئيّ وتأثير الإنسان عليه

1.3.1 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

أن يفسّر الطلّاب ما هي العشيرة، ويعطوا أمثلة من بيئتهم القريبة لعشائر المخلوقات الحيّة.

1. أن يذكر الطلّاب العوامل البيئيّة والوراثيّة التي تؤثّر على حجم العشائر، مثل: الموارد وعلاقات الافتراس والتنافس، ويفسّروا كيف تؤثّر على البيئة.
2. أن يشرح الطلّاب، من خلال مثال، ما هي العشيرة المستقرّة.
3. أن يعرف الطلّاب أنّه يتحقّق اتّزان بيئيّ في الأنظمة البيئيّة.
4. أن يذكر الطلّاب العوامل الطبيعيّة التي تخلّ بالاتّزان في الأنظمة البيئيّة، مثل: التغيّرات المناخيّة والكوارث الطبيعيّة والأمراض، ويشرحوا تأثيرها على الاتّزان.
5. أن يحلّل الطلّاب، من خلال أمثلة، الأبعاد الإيجابيّة والسلبيّة لتدخّل الإنسان في الطبيعة، وتأثيره على الأنظمة البيئيّة وعلى استقرارها (مثل: استغلال الموارد، الأنواع الغازية، حماية المخلوقات الحيّة وإعادتها إلى الطبيعة)، ويطرحوا ادّعاءات تؤيّد وتعارض.
6. أن يصف الطلّاب طرقًا وحلولًا تكنولوجيّة لتقليص الضرر الذي يلحق بالبيئة، مثل: إعادة تدوير النفايات، الاستهلاك الحكيم/ الرشيد، الإبادة البيولوجيّة، قوانين حماية البيئة، ويشرحوا اعتبارات تنفيذها.
7. أن يشرح الطلّاب ما هو التنوّع البيولوجيّ، ويعطوا أمثلة لطرق مختلفة للمحافظة على التنوّع البيولوجيّ.

1.3.2 اقتراحات تدريسيّة

1.3.2.1 عمليّة التدريس

الاعتبارات: المصطلحان: عشيرة واتّزان، هما مصطلحان من الصعب إدراكهما، خاصّة في المنظومات المعقّدة كالأنظمة البيئيّة التي تعيش فيها أنواع كثيرة من المخلوقات الحيّة. لتوضيح هذين المصطلحين، من المهمّ التطرّق إلى الرسوم التوضيحية لأحداث حقيقيّة تجسّدهما للطلّاب.

العشيرة- مجمل الأفراد الذين يتبعون لنوع معيّن يعيش في نفس البيئة الحياتيّة. يعيش في كلّ بيئة عدد من العشائر يساوي عدد الأنواع التي تعيش فيها. يتحدّد حجم العشيرة حسب التوازن القائم بين عدد الأفراد الذين يُضافون إلى العشيرة في زمن معيّن (الولادات والهجرة الوافدة/ الإيجابيّة) وعدد الأفراد الذين يتركون البيئة الحياتيّة (الوفيّات والهجرة الواردة/ السلبيّة).

يمكن استعمال الأمثلة التي تتناول عشيرة الإنسان، والتي يعرفها الطلّاب من الحياة اليوميّة (حجم العشيرة أو عدد السكّان الذين يسكنون في مدينة معيّنة أو في الدولة). العمليّات التي تؤثّر على عدد السكّان (حجم العشيرة) في البلدات في البلاد (الولادات والوفيّات والهجرة) تؤثّر أيضًا على حجم العشيرة في المنظومات الطبيعيّة. يمكن التحدّث عن الرسم البيانيّ الذي يصف الزيادة السريعة في عشيرة الإنسان في القرن العشرين.

التنوّع البيولوجيّ يربط معًا ثلاثة مستويات من التنوّع (التنوّع الجينيّ، وتنوّع الأنواع، وتنوّع البيئات الحياتيّة)، اثنان منها سبق للطلّاب التعرّف عليهما من قبل. العشيرة والاتّزان البيئيّ هما مصطلحان يرتبطان في الأساس بتنوّع الأنواع التي تعيش في كلّ بيئة حياتيّة. لكنّ انقراض، ولو نوع واحد فقط من المخلوقات الحيّة، يمسّ بمستويات التنوّع البيولوجيّ الثلاثة.

هذا هو الوقت الملائم لإجراء نقاش في الصفّ حول المعضلة البيئيّة: اعتمادًا على أبحاث الحالة التي أجراها الطلّاب، والتي جسّدت إصابة الإنسان بالمنظومات الطبيعيّة وتأثيرات هذه الإصابة على الإنسان نفسه. يقود هذا النقاش إلى فهم الحاجة للتنمية المستديمة من أجل المحافظة على وجود الإنسان في عالمنا. من الممكن عرض التوجّه البيوسنتريّ (مركزيّة الحياة) في المحافظة على البيئة. حسب هذا التوجّه، من حقّ جميع المخلوقات الحيّة في الحياة لا تقلّ عن حقّ الإنسان، ولكونه أحد المخلوقات التي تعيش في البيئة، لا يتمتّع الإنسان بالحقّ في المسّ بسائر المخلوقات ليضمّن رفاهيّته.

تتعلّق المحافظة على التنوّع البيولوجيّ، بمدى كبير، بقيم كلّ واحد منّا، وبأنماط سلوكنا. الفعّاليّات التي تتناول التعرّف عن قرب على المواقع الطبيعيّة المجاورة للمدرسة، بكلّ مركِّباتها، وتبنّي المواقع، من شأنها أن تزيد من مدى مشاركة الطلّاب وتفهّمهم لأهمّيّة المحافظة على التنوّع البيولوجيّ. من المثير المقارنة بين الأعمال التي تُتَّخذ من أجل المحافظة على نوع معيّن (كالباز الأحمر مثلاً)، والنضال من أجل حفظ بيئات كاملة (كالنضال من أجل المحافظة على شاطئ البحر ومنع البناء والتطوير بالقرب منه).

1.3.2.2 الصعوبات المحتمل مواجهتها

1. تكمن الصعوبة الأساسيّة في موضوع الاتّزان في الأنظمة البيئيّة في النظرة المنظوماتيّة للظاهرة. الوحدة الأساسيّة هي عشيرة النوع وليس الفرد. يُنظَر إلى التغيّرات التي تطرأ على المنظومة أوّلاً وقبل كلّ شيء في مستوى العشيرة وفي تركيبها. يُنظَر أيضًا إلى العلاقات المتبادلة في مستوى عشيرة الأنواع المختلفة وليس في مستوى الأفراد المختلفة.
2. إدراكنا أنّ المنظومة مستقرّة يُحفَظ فيها الاتّزان البيئيّ، لا يعني أنّ المنظومة تخلو من التغيّرات بتاتًا، وإنّما هي منظومة تحدث فيها تغيّرات طوال الوقت حول قيمة معدّلة معيّنة. في اللحظة التي يتغيّر فيها تركيب المنظومة تركيبًا غير قابل للرجوع (اختفاء نوع معيّن أو ظهور نوع جديد أو تغيّرات في نطاق أوسع) لا يُحفَظ الاتّزان البيئيّ فيها.
3. فهم العوامل التي تؤثّر على الاتّزان البيئيّ ودلالة العامل المحدّد: من السهل نسبيًّا فهم التأثيرات المباشرة كالنقص في الغذاء والماء والضوء (عند النباتات). الأصعب يكمن

في فهم تأثيرات تغيّرات درجة الحرارة (أو النقص في الضوء عند الحيوانات)، وهي في معظمها تأثيرات غير مباشرة (عن طريق التأثير على النباتات وهي مصدر غذائيّ أو على توافر الماء في أعقاب جفاف مصادر المياه).

1.3.2.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. إنّ تناول أمثلة كثيرة قدر الإمكان قد يساعد في توضيح دلالة الاتّزان في العشيرة، والتأثيرات المتبادلة بين العشائر المختلفة والعلاقة بين هذه التأثيرات والمحافظة على الاتّزان في النظام البيئيّ كلّها.
2. لتجسيد تأثيرات الشروط البيئيّة على الاتّزان البيئيّ، يمكن عرض تأثيرات ظواهر سنوات الْمَحْل (سنوات القحط) على منظومات طبيعيّة في البلاد: النقص في الماء يقلّص كمّيّة النباتات في الأراضي المفتوحة، ويؤثّر على تكاثر الحيوانات؛ درجات الحرارة العالية تؤدّي إلى حدوث جفاف أسرع للتربة وللمجمّعات المائيّة، وإلى تقصير فترة نموّ وإزهار النباتات، الأمر الذي يؤثّر على حيوانات كثيرة.

1.4 الموارد البيئيّة وإدارة البيئة

1.4.1 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

1. أن يفسّر الطلّاب ما هو المورد البيئيّ، ويعطوا أمثلة من بيئتهم القريبة.
2. أن يشرح الطلّاب، من خلال مثال، ما هو المورد البيئيّ.
3. أن يعرف الطلّاب أهمّيّة الحفاظ على المورد البيئيّ من أجل أن يتحقّق اتّزان بيئيّ في الأنظمة البيئيّة.
4. أن يذكر الطلّاب مساهمة الإنسان في استنزاف موارد البيئة.
5. أن يحلّل الطلّاب، من خلال أمثلة، الأبعاد الإيجابيّة والسلبيّة لتدخّل الإنسان في الطبيعة واستنزاف مواردها من أجل استغلالها لرفاهيّته، ويطرحوا ادّعاءات تؤيّد وتعارض.
6. أن يصف الطلّاب طرقًا وحلولاً تكنولوجيّة لتقليص الضرر الذي يلحق بالموارد البيئيّة، مثل: إعادة تدوير النفايات، الاستهلاك الحكيم، الإبادة البيولوجيّة، قوانين حماية البيئة؛ ويشرحوا اعتبارات تنفيذها.

1.4.2 اقتراحات تدريسيّة

1.4.2.1 عمليّة التدريس

الاعتبارات: المصطلحان: موارد البيئة وإدارة البيئة، هما مصطلحان من الصعب إدراكهما، خاصّة في عصر التطوّر التكنولوجيّ وتقديم مصلحة الإنسان الضيّقة على استدامة البيئة. لتوضيح هذين المصطلحين، من المهمّ التشديد على أنّ الموارد البيئيّة ليست حكرًا على الأجيال الحاليّة بل يجب أن تستديم لتخدم الأجيال القادمة.

1.4.2.2 الصعوبات المحتمل مواجهتها

1. تكمن الصعوبة الأساسيّة في موضوع موارد البيئة وإدارتها في تحديد الاعتبارات المنطقيّة لتفضيل مصلحة الإنسان على حساب موارد البيئة دون الاهتمام بالأهمّيّة الملحّة لاستدامة هذه الموارد. إدراك أنّ الموارد البيئيّة هي ليست حكرًا على الأجيال الحاليّة وإنّما هي هبة يجب أن تخدم كل الأجيال- هي محور الشرح الصحّيح هنا مما يسهّل عمليّة التدريس.
2. فهم الحاجة البشريّة لاستغلال موارد البيئة والعمل على تسخير البحث العلميّ في المساعدة في إيجاد طرق تقنيّة ودودة للبيئة من أجل تقليص استنزاف الثروات الطبيعيّة.

1.4.2.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. بإمكان تناول أمثلة كثيرة قدر الإمكان أن يساعد في توضيح دلالة حفظ الموارد مثلًا إيجاد موارد متجدّدة وعدم استنزاف الموارد المتآكلة، تطوير تقنيّات لا تضرّ بالبيئة مثل استعمال الدرّاجة الهوائيّة للتنقّل داخل البلدة أو استعمال المركبة المهجّنة وتقليل استعمال النفط في الصناعة.
2. لتجسيد تأثيرات استنزاف الموارد، يمكن عرض تأثيرات ظواهر المشاكل العالميّة المتعلّقة بجودة البيئة الإشارة إلى أنّ الأضرار لا تصيب الشخص أو الدولة الصناعيّة فقط، بل هي عالميّة ومن هنا يمكن التعريج على مصطلح العدالة البيئيّة وحقّ الشعوب جميعًا بالعيش النقيّ.
3. التشديد على أنّ إدارة سليمة للبيئة ومواردها قد يضمن استدامة أطول لتخدم الأجيال القادمة.

1.5 الآداب البيئيّة ومنظّمات حماية البيئة

1.5.1 عمليّة التدريس

الاعتبارات: يجب التشديد هنا على مصطلح الحقّ في الحياة لجميع المكوّنات البيئيّة وليس للإنسان فقط. من هنا يجب تعليم مصطلح الآداب البيئيّة الذي يركّز على ذلك. مفهوم الإنسان في المركز، الحياة في المركز، والبيئة في المركز. يجب طرح قضايا عينيةّ مثل شقّ طريق على حساب غابة، بناء حي سكني على حساب مساحة مفتوحة خضراء، وغيره. يجب إشراك الطلّاب في اتّخاذ القرارات بشأن قضيّة تدعو إلى التخبّط والحيرة (דילמה).
يمكن استعمال الأمثلة التي تتناول التطوّر الصناعيّ، الزراعيّ والاهتمام بمصلحة الإنسان على حساب البيئة. ويجب التركيز على الالتفاف الجماهيريّ ضمن منظّمات حماية البيئة الحكوميّة وغير الحكوميّة، وبيان دورها في التأثير على عمليّة اتّخاذ القرارات.

1.5.2 الصعوبات المحتمل مواجهتها

1. تكمن الصعوبة الأساسيّة في موضوع الآداب البيئيّة في كون التعليم البشريّ والتربية البشريّة قد وُجِّها منذ الأزل للتفكير في خدمة الإنسان ولا يهمّ الثمن البيئيّ الذي قد ندفعه مقابل ذلك. إنّ دور المعلّم هنا هو في توجيه الطلّاب للتفكير نحو التطوير لخدمة الإنسان، لكن مع مراعاة البيئة واستدامتها وعدم استنزاف مواردها.
2. فهم القوّة المدنيّة الموجودة عند السكّان وقدرتهم على التأثير على متّخذي القرارات، وجعل القرارات تراعي حماية البيئة.

1.5.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. تناول أمثلة كثيرة قدر الإمكان من الحياة اليوميّة يجسّد التكاتف ضدّ إقامة مشاريع لا تراعي البيئة، وتشجيع العمل على الضغط على متّخذي القرارات بإلغائها او بتحسينها بيئيًّا.
2. توضيح الحق في الحياة لجميع مكونات النظام البيئيّ وليس فقط للإنسان.

1.6 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل

سؤال 1.1 صفحة 22

1. بشكل عامّ، في الرسم البيانيّ الذي يصف تأثير عامل بيئيّ معيّن على حجم العشيرة مثلًا، يكون "X" (العامل المؤثّر/ المستقلّ) عاملًا محدّدًا عندما نلاحظ أنّ أيّ تغيير بقيمته يؤثّر على "Y" (العامل المتعلّق/ المتأثّر). وهنا كما يظهر في الرسم البيانيّ يكون المورد "X" عاملًا محدّدًا عندما نلاحظ أنّ أيّ تغيير بقيمته يؤثّر على عدد أفراد العشيرة "Y"، أي في القطعة "ب".
2. بقي عدد أفراد العشيرة ثابتًا في القطعة "ب" لأنّ المورد "X" لم يعد يؤثّر عليه؛ ولذلك لم يعد عاملًا مؤثّرًا، في القطعة "ب"، وهنا يتأثّر عدد أفراد العشيرة بموارد أخرى وليس بالمورد "X".

سؤال 1.2 صفحة 22

أ. عندما نُمّي النوعان في نفس الوعاء (المعالجة I)، عشيرة النوع "أ" نمت بشكل ملحوظ حتّى وصلت إلى الثبات. بينما العشيرة "ب" نمت قليلًا في البداية، وبعد 6 أيّام أخذت بالتناقص بشكل ملحوظ. عندما نُمّي كلّ نوع في وعاء منفرد (المعالجة II)، نمت كلّ عشيرة حتّى وصلت إلى عدد ثابت.

ب. في المعالجة I تنافس النوعان على مورد واحد ومحدّد مثل الغذاء، وكما يبدو لم يكن كافيًا لكليهما. استطاع النوع "أ" أن يتكاثر بشكل أكبر مقارنةً بالنوع "ب"، لأنّه، كما يبدو، استهلك من المورد المتاح لهما كمّيّة أكبر، ممّا أدّى إلى تنحية النوع "ب". أو قد يكون النوع "أ" افرز مادّة سامّة أدّت إلى حدوث إعاقة ملموسة في نموّ النوع "ب". بينما في المعالجة II، لم تحدث عمليّة تنافس بين النوعين لأنّهما نُمّيا كلٌّ في وعاء منفرد، ولذلك لم يتأثّر النوعان من بعضهما ونميا إلى الدرجة التي تسمح بها قدرة التحمّل البيئيّة لكل وعاء.

سؤال 1.3 صفحة 24

أ. الوحدات الزمنيّة التي يجب كتابتها على محور "X" هي: أشهر. حسب المعطيات تنجب أنثى الفأر نسلًا مرّة واحدة في الشهر، ولو كانت الوحدات الزمنيّة على محور"X" أقلّ من شهر فلن يُلاحَظ التغيّر في عدد أفراد العشيرة في محور"Y".

ب. يكون حجم العشيرة ثابتًا، أي أنّ نسبة الولادة مساوية لنسبة الوفيّات؛ لوجود عامل محدّد لنموّ العشيرة مثل مساحة الرقعة البيئيّة وكمّيّة الغذاء المتوافرة.

ج. العوامل التي إذا تمّ تغييرها في النقطة المُشار إليها بسهم في الرسم البيانيّ قد تغيّر توجّهه هي: 1) إدخال مفترس لبيت التنمية 2) تغيير كمّيّة الغذاء 3) تغيير مساحة بيت التنمية 4) تغيير درجة الحرارة 5) تغيير كمّيّة المياه المتاحة 6) إدخال طفيليّ لبيت التنمية 7) إدخال سموم 8) إدخال منافس 9) تغيير الإضاءة.

سؤال 1.4 صفحة 25

1. عندما ترتفع درجة الحرارة تدخل النملات إلى مساكنها، وعندما تنخفض درجة الحرارة تخرج النملات من مساكنها.
2. في درجات الحرارة المرتفعة تتضرّر النملات؛ لذلك تختبئ في مساكنها، وتخرج منها عندما تنخفض درجات الحرارة. قد تتضرّر العمليّات الحيويّة عند النملات بتأثير الحرارة المرتفعة.

سؤال 1.5 صفحة 28

أ. دخول الأنواع الغازية/ الدخيلة قد يؤدّي إلى اختفاء أنواع من البيئة بسبب قدرته على افتراسها، لا سيّما وأنّه في البيئة الجديدة لا يتواجد العدوّ الطبيعيّ للأجناس الدخيلة؛ فيكثر عددها بشكل كبير ممّا يؤدّي إلى اختفاء الأنواع التي تتغذّى عليها، وفي النهاية يحدث خلل بيئيّ جسيم.

ب. تدخل الأنواع الدخيلة إلى دولة معيّنة بطرق عديدة منها: مع المسافرين في أصقاع الأرض حيث قد تلتصق بأجسادهم أو بأغراضهم وتُنقل معهم بواسطة الطائرات، السفن، والقطارات السريعة إلى بلادهم. التنقّل السريع بواسطة

المواصلات السريعة في أيّامنا هذه مكّن أنواعًا كثيرة من الكائنات من التنقّل مع المسافرين، والاستيطان في بلادهم دون أن يلاحظوا ذلك. قد تنتقل الأنواع الدخيلة بسبب التجارة العالميّة حيث قد نستورد منتجًا من بلاد بعيدة وتكون عليه بيوض لحشرات دخيلة. كذلك، التعامل الصناعيّ بين الدول الذي يعتمد على نقل موادّ خامّ من دولة لأخرى قد يؤدّي إلى نقل أنواع دخيلة أو نقل بيوضها للدولة المستوردة. ويمكن أيضًا شراء أنواع من بلاد بعيدة بغرض الزينة، ولكنّها تهرب من الأقفاص لتتكاثر في البيئة الواسعة.

ج. تشديد الرقابة على المسافرين، تنظيم آليات الاستيراد والتصدير، جلب العدوّ الطبيعيّ للنوع الدخيل من أجل كبح نموّه.

سؤال 1.6 صفحة 31

أ. كلّما زادت مساحة الجزيرة ارتفع عدد الأنواع فيها. إنّ ازدياد مساحة الجزيرة يدلّ على زيادة تنوّع بيوت التنمية ووفرة الموارد فيها؛ ولذلك يزداد عدد الأنواع فيها.

ب. عوامل قد تؤثّر على عدد الأنواع في الجزيرة: البعد عن القارّة القريبة، شكل الجزيرة (الجزيرة مستطيلة الشكل تتميّز بوجود شاطئ أطول من الجزيرة الدائريّة ذات المساحة نفسها؛ وهذا يؤثّر على عدد الأنواع فيها)، نوع العلاقات الإحيائيّة في الجزيرة، التضاريس، نوع التربة والصخور، وجود استيطان بشريّ في الجزيرة، توافر الماء والغذاء.

ج. النوع الأنديميّ هو نوع يتميّز بانتشاره المحدود في منطقة معيّنة. الأنواع الأنديميّة في القارّة القريبة تكون أقلّ منها في الجزيرة (لوحدة مساحة) لأنّ الأنواع الأنديميّة في القارة عرضة للتنافس الشديد/ الافتراس/ الأمراض مقارنة بالأنواع الأنديميّة في الجزيرة، لذلك فاحتمال انقراضها من القارّة أكبر منه من الجزيرة؛ لذلك في الجزر تعيش أنواع إنديميّة لا يمكنها العيش في القارة.

سؤال 1.7 صفحة 33

أ. أهمّيّة التفاوت الوراثيّ: التفاوت الوراثيّ هو المادّة الخامّ التي تمكّن العشيرة أو الجنس من التلاؤم التدريجيّ لظروف البيئة المتغيّرة (بواسطة الأنتخاب الطبيعيّ). نميّز بين نوعي تفاوت وراثيّ: التفاوت بين نفس أفراد الجنس الواحد، والتفاوت بين أفراد من أجناس مختلفة. بالنسبة للتفاوت الوراثيّ بين أفراد نفس الجنس، فتكمن أهمّيّته في أنّه يتعلّق بسيادة صفات وراثيّة على الأخرى بين فرد وآخر، وهو أساس التفاوت في الصفات في كلّ عشيرة أو جنس معيّن، والتي تمكّن العشيرة من البقاء الأطول في ظروف البيئة القاسية. أمّا بخصوص التفاوت الوراثيّ بين الأجناس والعشائر المختلفة فإنّ الصفات الوراثيّة لكل جنس وآخر تمكّن جنسًا معيّنًا دون الآخر من استغلال أكبر كمّيّة موارد في البيئة؛ وبذلك تضمن له البقاء الأطول.

ب. عوامل قد تؤدّي إلى تقليص التفاوت الوراثيّ في عشيرة معيّنة: 1) تقليص عدد أفراد العشيرة بسبب مرض أو كارثة أو تدخّل بشريّ قد يقلّص التفاوت الوراثيّ بينها بسبب قلّة عدد الأفراد 2) عزل بعض الأفراد عن العشيرة حتّى ولو لفترة محدودة يؤدّي إلى انخفاض في التفاوت الوراثيّ بسبب احتمالات التمازج الجيني المنخفضة؛ لأنّ عددًا من الأفراد لن يساهم في الخلط الوراثيّ في عمليّة التزاوج بسبب عزله، وبذلك تنخفض احتمالات التوليفات الوراثيّة المختلفة.

كذلك، فحدوث تغيير حادّ في ظروف البيئة يؤدّي إلى ديمومة الأقوياء فقط؛ فتنخفض احتمالات التوليفات الوراثيّة المتنوعة. كذلك، فزواج الأقارب يؤدّي

إلى تقليل فرص التمازج الوراثيّ مع أفراد مختلفين وراثيًّا؛ وبذلك تنحصر التوليفة الوراثيّة على جزء من الأفراد المتزاوجين ولا يتمّ توسيعها مع أفراد مختلفين (ليسوا أقارب).

ج. طرق لزيادة التفاوت الوراثيّ: 1)خلط المجموعات بواسطة نقل أفراد مجموعة معيّنة للعيش مع أفراد مجموعة أخرى من نفس الجنس 2) إزالة الحواجز الجغرافيّة التي تمنع تنقّل المجموعات المختلفة وفتح الجسور الجغرافيّة بينها.

سؤال 1.8 صفحة 35

1. الإنّتاج الأوّليّ (كمّيّة الموادّ العضويّة التي تنتجها المنتجات في بيئة معيّنة)، ويتعلّق بوتيرة التركيب الضوئيّ في البيئة، حيث أنّ الكتلة الإحيائيّة للمنتجات تتعلّق بكمّيّة الموادّ العضويّة التي تنتجها في التركيب الضوئيّ، ولذلك ففي البيئة التي تكون فيها وتيرة التركيب الضوئيّ عالية يكون الإنتاج الأوّليّ أكثر. ما قد يؤثّر على كمّيّة الأنّتاج الأوّليّ: 1)كثافة المنتجات 2) شدّة الضوء وتوفّره 2) كمّيّة الماء وتركيز الأملاح فيها 3) درجة الحرارة، وغيرها.
2. منطقة صحراويّة، منطقة قطبيّة، ومنطقة استوائيّة. الترتيب من القيمة الدنيا إلى القيمة القصوى، ويتعلّق بغزارة الموارد في البيئة.

سؤال 1.9 صفحة 38

1.

2. الهرم "أ" يمثّل بيئة مائيّة بي

التفسير: في البيئة على اليابسة، تكون نسبة كبيرة من المكوّنات الحيويّة في الفريسة غير مستغلّة لبناء الكتلة الإحيائيّة للمفترس، وذلك بسبب عدم قدرة المفترس على الاستفادة من هذه المكوّنات، على سبيل المثال: هنالك أجزاء من النباتات لا تستطيع المستهلكات الأوّليّة استغلالها كغذاء مثل الجذر، الأغصان، والجذوع.

بالمقابل، في البيئة المائيّة معظم الكتلة الإحيائيّة للفريسة تُستغلّ في بناء الكتلة الإحيائيّة للمفترس، فمثلًا: الطحالب لا تحتوي (كما هي الحال عند النباتات) على جذور وسيقان، ولذلك يتمّ استغلال نسبة كبيرة من مكوّناتها في بناء الكتلة الإحيائيّة للأسماك ولذلك، وبما أنّ مساحة المستويات الغذائيّة في الهرم الغذائيّ تُعبّر عن كمّيّة الكتلة الإحيائيّة، الطاقة، او العدد، فإنّنا نلاحظ حدوث تناقص كبير في مساحة المستويات الغذائيّة العليا مقارنة بالمستويات الدنيا، للإشارة إلى عدم استغلال المفترس لكلّ المركّبات لدى الفريسة، وهذا ما نلاحظه في الهرم الغذائيّ على اليابسة فهو أقلّ وطأةً في الهرم البيئيّ المائيّ.

3. كما أســـلفنا، كلّما ارتفعنا في الهرم الغذائيّ (الهرم العدديّ مثلاً) إلى الأعلى قلّ العدد، فعدد الأرانب (الفريسة) أكبر من عدد الذئاب (المفترس)

سؤال 1.10 صفحة 41

أ. كلّما انتقلنا في السلسلة الغذائيّة نحو المستهلكات العليا ازداد تركيز DDT في أجسام الكائنات الحيّة.
ب. التضخّم البيولوجيّ.
ج. فتاكة، سهلة الاستعمال، ورخيصة الثمن

سؤال 1.11 صفحة 46

بين صغير النوع "ب" وكبار النوع "أ" - تطفّل
بين صغير النوع "ب" وصغار النوع "أ" – تنافس

سؤال 1.12 صفحة 48

علاقة تنافس، لأنّ أعداد النوعين قلّت عندما عاشا في مكان مشترك مقارنةً بأعدادهما المرتفعة عندما عاشا كلٌّ لوحده.

سؤال 1.13 صفحة 59

أ. الدولة " أ " هي دولة متطوّرة، لأنّ نسبة السكّان الذين عاشوا في المدن ثبتت عند 80% تقريبًا، أي أنّ عمليّة التمدّن تمّت. بينما الدولة "ب" هي دولة نامية، لأنّ نسبة السكّان الذين عاشوا في المدن وصلت إلى 40% فقط ولا تزال ترتفع، أي أنّ عمليّة التمدّن لم تتمّ بعدُ.
ب. نعم .فإنّ مصادر التشغيل في القرية محدودة، ولذلك عندما يزداد عدد السكّان يكون هنالك نقص في مصادر التشغيل في القرية، فيحدث انتقال إلى المدينة بحثاً عن مصادر معيشة.

سؤال 1.14 صفحة 62

أ. دمار بيت التنمية، نقص في الغذاء، نقص في أماكن التعشيش والتكاثر، كوارث طبيعيّة، تغيّر المناخ، أمراض، تدخّل الإنسان، تنحية تنافسيّة، افتراس، وغيرها.
ب. النباتات المائيّة، لأنّ عدد أنواع النباتات المائيّة التي انقرضت هو الأكثر مقارنة بعدد أنواعها الكليّ، أي أنّ نسبة الانقراض عندها هي الأكثر من بين الأشكال الحياتيّة المذكورة في الجدول. قد يكون السبب الدمار الذي يحدث للبيئة المائيّة فيؤثّر على النباتات فيها، مثلًا: تجفيف المستنقعات بسبب التطوير البشريّ والاستيطان، استغلال مصادر الماء للاستعمال البشريّ وخفض منسوبها أو تجفيفها، تلويث الأنّهار والمجمّعات المائيّة بسبب النشاط الصناعيّ لدى الإنسان.

سؤال 1.15 صفحة 64

أ. منحنى "ب" يشبه نطاق استعمال الموارد الطبيعيّة في القرن العشرين؛ لأنّ استهلاكه آخذ بالتزايد كلّما تقدمنا في السنوات. هذا الأمر يمثّل الاستهلاك المتزايد بالفعل للموارد في القرن العشرين دون التفكير الجدّيّ في إيجاد بدائل للحفاظ على المورد. بينما المنحنى "أ" يمثّل استهلاكًا ثابتًا للموارد، وهو لا يمثّل الحقيقة البيئيّة والصناعيّة في القرن العشرين.
ب. في نقطة التقاء المنحنيين إشارة إلى أنّ كمّيّة استهلاك المورد وكمّيّة إنتاجه متساويتان.

سؤال 1.16 صفحة 70

أ. كلّما ازداد عدد سكان العالم انخفض عدد أنواع الكائنات الحيّة.
ب. خدمات النظام البيئيّ هي عمليّات في النظام البيئيّ توفّر للإنسان وباقي الكائنات احتياجات حيويّة لحياتها. مثال: تطهير مياه عادمة بواسطة البكتيريا، منع الانجرافات بواسطة النباتات، المحافظة على تركيبة الغلاف الجوّيّ (من حيث تركيز الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون بفضل عمليتيّ التركيب الضوئيّ والتنفّس)، تثبيت النيتروجين، دورة الموادّ في الطبيعة.

ج. عند تناقص عدد الأنواع في العالم تتضرّر خدمات النظام البيئيّ التي يوفّرها للكائنات، وذلك لأنّ: نجاعة فعّاليّة الكائنات الحيّة تنخفض بانخفاض أنواعها، اختفاء أنواع معيّنة كانت تقوم بفعّاليّات حيويّة تستفيد منها الكائنات الحيّة (انخفاض عدد الحشرات يعيق عمليّة تلقيح الأزهار خاصّة في مرفق الزراعة)، انخفاض عدد الأنواع يخلّ بالاتّزان البيئيّ، وفي النهاية تنخفض الفائدة من النظام البيئيّ، أو تختفي باختفائه.

سؤال 1.17 صفحة 77

أ. نلاحظ من خلال الرسم البيانيّ أنّ بصمة القدم البيئيّة آخذة بالازدياد مع الوقت، وأنّ هذه البصمة التي يُعبَّر عنها بوحدات مساحة قد فاقت مساحة الكرة الأرضيّة، ممّا يعني أنّ هذا الكوكب لا يمكنه استيعاب عدد السكّان القاطنين عليه، لا سيّما مع وجود استنزاف موارد بشكل مستمرّ من قبل الإنسان مع العلم بأنّ الموارد على الكرة الأرضيّة محدودة.

ب. يجب احتساب المساحة الأرضيّة اللازمة للفرد الواحد من أجل ضمان توفير لغذائه، لمائه، لمأواه، ولمكان التخلّص من نفاياته. تتعلّق بصمة القدم البيئيّة بمدى استعداد الإنسان إلى المحافظة على التخطيط المستديم الذي يحفظ الموارد للأمد البعيد، وكذلك على التفتيش عن موارد بديلة ودودة للبيئة.

سؤال 1.18 صفحة 93

1. عندما تكون الموارد محدودة ويتركّز اهتمام الناس في توفير احتياجاتهم فقط عابثين بالضرر الذي قد يتسبّب للجميع، هذه الوضعيّة تُسمّى تراجيديّة أو مأساة المرعى المشترك.
2. سنّ قوانين منظمة لاستهلاك الموارد والحفاظ عليها من الاستنزاف، والعمل على التثقيف للاستدامة، إيجاد حلول بديلة للموارد المتآكلة.

سؤال 1.19 صفحة 95

البناء: 1) استعمال موادّ بناء غير ملوّثة للبيئة أثناء بنائها 2) بناء جدران عازلة للصوت 3) بناء مسالك هوائيّة لتكييف الهواء بشكل ودود للبيئة 4) بناء شبابيك مواجّهة لحركة الرياح.

صيانة البناية: 1) استعمال موادّ طبيعيّة للتنظيف 2) استعمال تظليل نباتيّ للزينة وحجب الصوت والتظليل من حرارة الشمس.

هدم البناية: 1) استعمال الموادّ المتراكمة في ردم أخاديد وأنفاق مهجورة 2) استغلال الموادّ المتراكمة في تدويرها لاستغلالها من جديد.

سؤال 1.20 صفحة 97

أ. **شراء منتجات تُنتَج من موادّ مستحدثة**: للتقليل من استنزاف الثروات والموارد وإطالة عمر المورد.
استعمال موادّ تنظيف تتحلّل بسرعة في البيئة: لمنع تراكمها في الشبكة الغذائيّة في عمليّة التضخّم البيولوجيّ.
استهلاك منتجات من الزراعة العضويّة: لتشجيع الزراعة العضويّة وتعزيزها للحدّ من وتيرة الزراعة المكثّفة التي تعتمد على الأسمدة والمبيدات التي تضرّ بالبيئة.

ب. الاستهلاك للموارد البيئيّة، بحدّ ذاته، هو استنزاف للموارد، حيث من المفروض العمل على الحفاظ على استدامة الموارد، حتّى الاستهلاك الأخضر يُعتبر استنزافًا إلّا أنّه يتمّ بوتيرة قليلة تختلف كثيرًا عن الاستنزاف غير المنتظَم.

سؤال 1.21 صفحة 99

أ. المواثيق الدوليّة عبارة عن اتّحاد فكريّ، سياسيّ، تطبيقيّ يضمّن نجاعة العمل المشترك الذي ينتج عنه حفاظ على البيئة بزخم كبير. إنّ التفاهمات البيئيّة بين الدول، وتوقيعها على الالتزام بمضامين المواثيق البيئيّة تجعل العمل الدؤوب بين الدول مستمرًّا حيث يمكن تبادل الأفكار التكنولوجيّة، السياسيّة والتطبيقيّة لمواجهة مشاكل بيئيّة علميّة.

ب. ليست جميع الدول صناعيّة لتنتج غازات دفيئة بشكل كبير، فهناك دول تتميّز بصناعات متقدّمة مثل الدول المتطوّرة، وهناك دول لا يوجد عندها صناعات متطوّرة مثل الدول النامية؛ ولذلك لا يُطلب منها الاستنفار لمواجهة مشاكل تلوّث الهواء الناتج عن الصناعة.

سؤال 1.22 صفحة 100

أ. منظّمات (حكوميّة وغير حكوميّة) تدعو لحماية البيئة مثل جمعيّة حماية الطبيعة، سلطة الحدائق الوطنيّة، كيرن كييمت، وهي منظّمات حكوميّة بينما، أدام تيفع فَدين مثلًا هي منظّمة غير حكوميّة ترعى شؤون البيئة.

ب. **أفضليّة**: متابعة المخطّطات القطريّة خاصّة تلك التي قد تؤثّر على البيئة، والعمل على كشفها للجمهور للاطّلاع عليها والضغط على متّخذي القرارات.
سلبيّة: كثرة المنظّمات قد يؤدّي إلى تشتيت الوجهة النضاليّة بحيث ينخفض تأثير المنظّمات الخضراء على الجمهور عند كثرتها ويمكن في النهاية أن توصل الجمهور إلى عدم الثقة بها بسبب كثرة الإملاءات والطلبات المترتّبة على وجود عدد كبير منها؛ وبالتالي ضياع القيادة الجماهيريّة.

أسئلة متعددة الخيارات صفحة 107

رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة
1	2	12	4	23	3	34	2
2	2	13	2	24	4	35	2
3	3	14	4	25	1	36	3
4	4	15	1	26	4	37	4
5	2	16	1	27	3	38	3
6	3	17	4	28	2	39	1
7	4	18	1	29	1	40	1
8	5	19	2	30	3	41	1
9	1	20	4	31	1		
10	2	21	2	32	2		
11	3	22	1	33	2		

المراجع

- **غرابيّه سامح، يحيى الفرحان (1998).** المدخل إلى العلوم البيئيّة، عمّان- الأردن.
- **גודווין פ׳، (2001).** חיות ללא גבולות، נשיונל גיאוגרפיק (עברית)، ספטמבר 2001.
- **פרבולוצקי א׳ וג׳ פולק، (2001).** אקולוגיה- התיאוריה והמציאות הישראלית، ירושלים.

- **שקדי י' ואי שדות, (2000).** מסדרונות אקולוגיים בשטחים פתוחים ככלי לשמירת טבע, פרסומי חטיבת המדע של רשות הטבע והגנים.
- **Baer, D. M., & Pinkston, E. M.** (**2019**). Environment and behavior. In Environment And Behavior. https://doi.org/10.4324/9780429039614
- **Byers J.E.، Goldwasser L.** (**2001**). Exposing the mechanism and timing of impact of non-indigenous species on native species. Ecology 82.
- **Cao, G., & Orrú, R.** (**2014**). Current environmental issues and challenges. In Current Environmental Issues and Challenges. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8777-2
- **Ford, D., & Williams, P. (2013**). Karst Hydrogeology and Geomorphology. In Karst Hydrogeology and Geomorphology. https://doi.org/10.1002/9781118684986
- **Hakeem, K. R. (2015**). Crop production and global environmental issues. In Crop Production and Global Environmental Issues. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23162-4
- **Moulton M.P.، Sanderson J.** (**1999**). Wide life issues in a changing world. Lewis publishers، Boca Raton.
- **Nevo E. (2000**). Genetic resources of Wild Emmer، Triticum dicocoides، for Wheat Improvement in the third millennium. Israel Science of Plant sciences. 49
- **OECD**. (**2018**). Health at a Glance: Europe 2018 - State of Health in the EU Cycle. In OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264012639en
- **Quezada, I. M., & Gianoli, E. (2011).** Crassulacean acid metabolism photosynthesis in Bromeliaceae: An evolutionary key innovation. *Biological Journal of the Linnean Society*. https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01713.x
- **Schaltegger, S., & Burritt, R. (2012**). Contemporary Environmental Accounting: Issues, Concepts and Practice. In A Greenleaf Publishing Book.

الموضوع الفرعيّ 2: مورد

2.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع

أن يتعرّف الطلّاب على مورد المياه في إسرائيل والعالم، المياه المتاحة للاستعمال البشريّ والحاجة الملحّة للحفاظ عليها من التلوّث. توضيح الحقيقة أنّ الماء هو مورد متجدّد إذ يتجدّد في كلّ عام حسب دورة المياه في الطبيعة، وتهطل كمّيّات ثابتة من الأمطار في كلّ عام إلّا أنّ التوزيع المائيّ السنويّ للماء متغيّر من سنة لأخرى حسب المناطق المختلفة على الكرة الأرضيّة. شرح تأثير الإنسان على جودة المياه والطرق التقنيّة لزيادة المخزون المائيّ الصالح للاستعمال البشريّ.

2.2 الأفكار المركزيّة

1. خصائص المياه ومميّزاتها، الفيزيائيّة، الكيميائيّة، والبيولوجيّة.
2. أهمّيّة المياه للكائنات الحيّة، يشمل البيئة الداخليّة للخليّة.
3. تعريف التلوّث المائيّ، ويشمل مساهمة الإنسان في ذلك.
4. طرق حماية مورد المياه، ويشمل طرق تثقيفيّة وتكنولوجيّة.
5. طرق زيادة المرفق المائيّ، ويتطرّق إلى شتّى التقنيّات المتاحة لزيادة كمّيّة المياه المتاحة للاستعمال البشريّ.
6. القوانين البيئيّة لحماية مصادر المياه ،ويضمّ طرق تطبيقها.
7. المواثيق الدوليّة لحماية البحار والمحيطات.

2.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

1. أن يميّز الطلّاب بين مياه متوافرة للاستعمال البشريّ ومياه غير متوافرة، وأن يفهموا أهميتها لتواجد الحياة على الأرض.
2. أن يتعرّف الطلّاب على الخصائص الفيزيائيّة، الكيميائيّة، البيولوجيّة والإشعاعيّة للمياه، والعلاقة بجودتها للاستعمال البشريّ.
3. أن يفهم الطلّاب تأثير الإنسان على جودة المياه المتوافرة مثل المياه العلويّة والجوفيّة.
4. أن يتعرّف الطلّاب على المشكلة البيئيّة الناجمة عن استغلال غير سليم لمورد المياه، كذلك الأضرار وطرق المواجهة.
5. أن يفهم الطلّاب طرق زيادة المرفق المائيّ.
6. أن يفهم الطلّاب القوانين، المواثيق والاهتمامات ذات الصلة في الحفاظ على البيئة البحريّة.

اقتراحات تدريسيّة

2.4.1 وصف عمليّة التدريس

الاعتبارات: في هذا الفصل يتمّ تعليم الخواصّ المائيّة، التوافر المائيّ العالميّ، المجمّعات المائيّة العلويّة والجوفيّة، الحاجة إلى حماية المرفق المائيّ، معايير للتعرّف على جودة الماء، وطرق لزيادة كمّيّة المياه في العالم ووسائل حمايتها بالنظم والقوانين، كذلك المواثيق العالميّة لحماية الأنظمة البيئيّة المائيّة والثروة السمكيّة في البحار والمحيطات.
يشدّد المعلم في هذا الفصل على أهمّيّة المياه للكائنات الحيّة وعلى أنّها تعتبر عاملًا محدّدًا للحياة على الكرة الأرضيّة. الحاجة الملحّة لإيجاد تقنيّات توفير مياه للاستعمال البشريّ والرقابة على جودة المياه.
نوصي بإجراء جولة بيئيّة لبحيرة طبريّا كمصدر ماء علويّ عذب، ولنهر الكيشون الذي بات ملوّثا بفعل الفعّاليّات الصناعيّة. يجب التشديد على المركّبات الإحيائيّة في المجمّع المائيّ وتأثير التلوّث عليها. من المهمّ تحضير الجولة مسبقًا ورصد العلاقات المتبادلة في منطقة الجولة وإبراز دور الإنسان في تغيير الأوضاع الحياتيّة في المجمّع المائيّ. يجب إجمال الجولة برسم السلاسل الغذائيّة والشبكة الغذائيّة التي تمّت مشاهدتها في المجمّع المائيّ والتشديد على تأثير نشاط الإنسان عليها.
نوصي بجمع مقالات علميّة لها صلة بالموضوع، وتحليلها في الصفّ. للإحاطة بعدد أكبر من الأمثلة، يمكن العمل في مجموعات داخل الصفّ، بحيث تحلّل كلّ مجموعة مقالاً مختلفًا، وتعرضه أمام الطلّاب.
في نهاية العمليّة، يمكن تشخيص المميّزات المشتركة لحالات مختلفة، وصياغة تعميمات بالنسبة لتأثير نشاط الإنسان على النظام البيئيّ المائيّ.

2.4.2 صعوبات مميّزة

1. يشكّل هذا الفصل أساسًا لفهم المورد المائيّ العالميّ، ويجب التشديد على حقيقة كون جودة المياه المتوافرة للاستعمال البشريّ مهدّدة بالتلوّث.
2. الطلّاب لا يفرّقون دائمًا بين جودة المياه الفيزيائيّة، الكيميائيّة والبيولوجيّة؛ لذلك يجب توضيح الأمر بشكل مبسّط.
3. يجد الطلّاب صعوبة في فهم الحاجة إلى التطوّر التكنولوجيّ والحاجة إلى الحفاظ على الموارد.
4. يجد الطلّاب صعوبة في تحليل نتائج لجودة المياه أُخذت من مكان ملوّث، كذلك يجدون صعوبة في فهم القدرة الذاتيّة على التنقية.
5. يجد الطلّاب صعوبة في الربط بين تركيز الموادّ العضويّة في الماء وتركيز الأوكسجين المذاب فيه.
6. يجد الطلّاب صعوبة في فهم العلاقة بين وجود البكتيريا القولونيّة ووصول مياه عادمة للمجمّع المائيّ.

2.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. من المهمّ الشرح للطلّاب الفكرة أنّ المياه المتوافرة للاستعمال البشريّ في العالم قليلة جدًّا وهذا يؤكّد الحاجة إلى الحفاظ على المورد المائيّ من التلوّث والهدر.
2. يجب عرض أمثلة لجودة مياه مختلفة بحيث يتمّ التشديد، في كل مثال، على أحد معايير الجودات الفيزيائيّة، الكيميائيّة والبيولوجيّة.

3. القيام بجولة لمجمّعات مائيّة ذات جودات مختلفة وتشخيص المخلوقات الحيّة والعلاقات المتبادلة بينها من شأنه أن يجسّد التمثيل الشكليّ المجرّد للسلاسل الغذائيّة وللشبكات الغذائيّة، ومشاهدة التأثير البشريّ على جودة مياه المجمّع وعلى النظام البيئيّ داخله.
4. يجب التمرّن مع الطلّاب على تحليل قطعة تتناول جودة المياه في نهر معيّن وتشخيص الشبكات الغذائيّة الواردة فيه. يجب التشديد على أنّ إلحاق ضرر بإحدى الحلقات يؤثّر على حلقات أخرى في الشبكة الغذائيّة، الموجودة في السلاسل الغذائيّة المختلفة التي تشكّل الحلقة التي تضرّرت هي جزءًا منها، وحتّى على حلقات أخرى في الشبكة غير موجودة في نفس السلسلة الغذائيّة. يجب التأكيد على قدرة التنقية الذاتيّة للنهر، وعلى ديمومة التحليل البيولوجيّ فيه.
5. يجب التشديد على أنّ الموادّ العضويّة تحلّلها البكتيريا باستغلال الأوكسجين المذاب، وأنّ أيّ انخفاض في تركيز الأوكسجين هو دلالة على وجود موادّ عضويّة وتلوّث.
6. يجب التشديد على أنّ وجود بكتيريا قولونيّة في المياه دليل على وجود مياه عادمة في المجمّع المائيّ؛ لأنّ البكتيريا القولونيّة مصدرها أمعاء الحيوانات.

2.5 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل

سؤال 2.1 صفحة 127

أ. الماء هو مذيب جيّد لذلك تذوب فيه الموادّ الغذائيّة والغازات جيّدًا، وهذا الأمر يمكّن الكائنات من العيش في الماء لأنّه يستطيع توفير الغذاء والأوكسجين لها.
ب. انتشار الملوّثات في الماء يتعلّق بسرعة ذوبانها فيه، فعندما تذوب الملوّثات في الماء قد يتساوى تركيزها في المحلول ويصبح متجانسًا، ولذلك تمكّن هذه الصفة الملوّثات من الانتشار في الماء بسرعة.

سؤال 2.2 صفحة 130

1. تُعتبر المياه موردًا متجدّدا كونها تستطيع التجدّد في الطبيعة خلال دورة المياه المعروفة (تبخّر، تكاثف وهطول الأمطار). قد يطرأ انخفاض على جودة المياه بشكل طبيعيّ بعد جريان المياه في البيئة وملامسة الملوّثات وإذابتها، استعمال الكائنات للمياه كمصدر للشرب وإفراز البول أو استغلال المياه بشكل اصطناعيّ في فعّاليّات الإنسان: الصناعيّة، الزراعيّة، والترفيهيّة.
2. دورة المياه في الطبيعة، فعّاليّة الكائنات المحلّلة في المياه مثلًا التنقية الذاتيّة لمياه الأنّهار، عمليّة التنفّس تنتج ماءً بشكل طبيعيّ، ذوبان الثلج.
3. المياه العذبة هي مورد متجدّد لأنّها جزء من دورة المياه في الطبيعة، فبعد استعمالها قد تتبخّر فتتكاثف وتسقط مياهًا عذبةً من جديد، فهي تتميّز بمناليتها. بينما المياه الأحفوريّة صعبة المنال وهي محجوزة في أعماق الأرض لا يمكن استغلالها ولا تدخل في دورة المياه في الطبيعة.

سؤال 2.3 صفحة 134

أ. بالرغم من توافر المياه بشكل كبير إلّا أنّ الغالبيّة الساحقة منها إمّا مالحة أو ملوّثة أو أحفوريّة لا يمكن ضخّها.
ب. الشرب، التنظيف، الترفيه، الصناعة، الزراعة.

سؤال 2.4 صفحة 135

أ. الطبقة غير المشبعة في الأكفيفر: الطبقة العليا من الأكفيفير التي تتميّز بوجود ثقوب مليئة بالهواء، في هذه الطبقة تكون قدرة تخزين المياه قليلة نسبيًّا، بينما الطبقة المشبعة: الطبقة السفلى من الأكفيفر التي تتميّز بقدرة تخزين قصوى للمياه.

ب. الاستعمالات البشريّة: الصناعة والزراعة (الأسمدة)، وصول الملح من مياه البحر في حالة مجمّع الشاطئ.
ح. تحرّك الإسفين المائيّ نحو المياه الجوفيّة بسبب الضخّ الزائد، يمكن أيضًا التحدّث عن نشاط الإنسان على سطح المجمّع المائيّ.
د. يمكن للملح المتجمّع في المنطقة غير المشبعة أن يصل إلى المياه الجوفيّة عند هطول الأمطار التي تذيبه فيتغلغل مذابًا مع الامتلاء العائد.

سؤال 2.5 صفحة 136

1. هي المياه المتجمّعة في باطن الأرض بعد تغلغلها عند هطول المطر حتّى تصل طبقة صمّاء تخزّنها هناك. يزداد منسوب المياه الجوفيّة كلّما تغلغلت مياه أكثر، ويتعلّق ذلك بوفرة موسم الشتاء وبكمّيّة المياه المسحوبة للاستعمال البشريّ في كلّ عام.
2. الضخّ الزائد، نشاطات الإنسان: الصناعيّة والزراعيّة فوق مجمّع المياه.
3. نقطة التقاء المياه العذبة في المجمّع المتاخم للبحر بالمياه المالحة الآتية من البحر.
4. الضخّ الزائد للمياه من المجمّع يؤدّي إلى تقدّم الإسفين المائيّ نحو المياه الجوفيّة كلّما زادت عمليّة الضخّ من المجمّع، الأمر الذي يسبّب انخفاض جودة المياه مع الوقت بسبب اختلاطها بمياه البحر المالحة.

سؤال 2.6 صفحة 142

1. أنواع استعمالات المياه في الدولتين مختلفة، كذلك استعمال المياه في كلّ المجالات أكبر في بريطانيا منه في بنغلادش ما عدا الطبخ والشرب فهو متقارب فيهما.
2. التفسير هو بسبب ارتفاع مستوى المعيشة في الدول المتطوّرة (بريطانيا)، يكون استعمال المياه أكبر وبمجالات مختلفة لا نجدها في الدولة النامية (بنغلادش).

سؤال 2.7 صفحة 144

أ. زيادة تركيز الموادّ العضويّة: يؤدّي إلى انخفاض تركيز الأوكسجين بسبب عمليّة التحليل لهذه الحمأة بواسطة المحلّلات، كذلك وجود موادّ سامّة في الحمأة مصدرها من المياه العادمة وفي النهاية في كلتا الحالتين تنخفض أعداد الكائنات الحيّة المائيّة ويتضرّر التنوّع البيولوجيّ فيحدث خلل في النظام البيئيّ.
ب. الحرق في محرقة خاصّة تراعي الأمور البيئيّة، الطمر الصحّيّ وإنتاج الكومبوست

سؤال 2.8 صفحة 154

دورة المياه في الطبيعة، حيث تتبخّر المياه فيزداد تركيز الأملاح في المجمّع.

سؤال 2.9 صفحة 158

أ. في إسرائيل أكثر تشدّدًا مقارنةً بالولايات المتّحدة الأمريكيّة في جميع المواصفات القياسيّة المعروضة في الرسم البيانيّ، ما عدا فيما يتعلّق بالزرنيخ إذ أنّ الولايات المتّحدة أكثر تشدّدًا فيه. بالنسبة للكادميوم، يظهر من الرسم البيانيّ أنّ المواصفات القياسيّة له في الدولتين متشابهة جدًا.
ب. بحسب تركيز وانتشار هذه الموادّ في الدولة، فمثلًا في الدول الصناعيّة حيث تركيز وانتشار هذه الملوّثات يكون أكبر نجد أنّ هناك تخفيفًا معيّنًا في المواصفات بينما في الدول التي لا ينتشر فيها الملوّث بشكل مفرط نجد تشدّدًا. كذلك بحسب حساسيّة المجتمع بشرائحه الجيليّة/ العُمريّة للملوّث، حيث يزداد التشدّد مع زيادة الحساسيّة الجيليّة له.
ج. المعادن الثقيلة تنتقل في السلسلة الغذائيّة ولا تتحلّل بل على العكس تخزّن في الطبقات الدهنيّة وتتركّز عند المستهلكات العليا فتسبّب الفتك بها (التضخّم البيولوجيّ).

سؤال 2.10 صفحة 160

1. فحص استهلاك الأوكسجين الكيميائيّ هو فحص يهدف إلى قياس تركيز الموادّ العضويّة (المتحلّلة وغير المتحلّلة بيولوجيًّا) الموجود في المياه، ويتمّ ذلك باستعمال موادّ مؤكسِدة قويّة، حيث يمكن التعرّف على تركيز الموادّ العضويّة

حسب تركيز الموادّ المؤكسِدة المستغلّة في الفحص. إنّ أفضليّة فحص استهلاك الأوكسجين الكيميائيّ على فحص استهلاك الأوكسجين البيولوجيّ هو أنّه قد يكون في المياه موادّ عضويّة غير متحلّلة بيولوجيًّا وهذه الموادّ لا يمكن للبكتيريا أن تحلّلها؛ لذلك فإنّ فحص استهلاك الأوكسجين البيولوجيّ لا يقيسها. يمكن ملاحظة أهمّيّة فحص استهلاك الأوكسجين الكيميائيّ عندما يكون هناك تلوّث من الصناعة، كما هي الحال في نهر الكيشون، عندها يجب إجراء فحص استهلاك الأوكسجين الكيميائيّ لمعرفة المدى الصحيح لوجود الموادّ العضويّة المتنوّعة في المياه.

2. كلا المقياسين يقيسان تركيز الموادّ العضويّة في المياه. إلّا أنّ فحص استهلاك الأوكسجين البيولوجيّ يقيس تركيز الموادّ العضويّة المتحلّلة بيولوجيًّا فقط. وهذا الفحص يعتمد على قدرة المحلّلات في تحليل عيّنة الفحص خلال خمسة أيّام في ظروف معيشيّة مثلى يتمّ توفيرها عند بداية الفحص المخبريّ، بحيث يتمّ التعرّف على تركيز الأوكسجين في بداية الفحص وفي نهايته لقياس تركيز الأوكسجين المستهلَك بيولوجيًّا بواسطة المحلّلات. يمكن التعرّف على تركيز الموادّ العضويّة المتحلّلة بيولوجيًّا بهذه الطريقة حسب معادلة خاصّة بهذا القياس. بينما فحص استهلاك الأوكسجين الكيميائيّ هو فحص يهدف إلى قياس تركيز الموادّ العضويّة (المتحلّلة وغير المتحلّلة بيولوجيًّا) الموجود في المياه، ويتمّ ذلك باستعمال موادّ مؤكسِدة قويّة، حيث يمكن التعرّف على تركيز الموادّ العضويّة حسب تركيز الموادّ المؤكسِدة المستغلّة في الفحص بحسب معادلة خاصّة (أو بطرق حديثة تعتمد على رصد التغيّر بدرجة تعكّر العيّنة قبل وبعد الفحص بالاعتماد على جهاز سبكتروفوتومتر).

3. في حالة وجود تلوّث بمياه مجارٍ غير صناعيّة (مجارٍ بيتيّة مثلًا التي تتميّز بوجود موادّ عضويّة متحلّلة بيولوجيًّا)، يستعملون حينها فحص استهلاك الأوكسجين البيولوجيّ. في حالة وجود تلوّث بمياه مجارٍ صناعيّة يجب إجراء فحص استهلاك الأوكسجين الكيميائيّ لأنّ هذا النوع من المجاري لا يتحلّل بيولوجيًّا.

سؤال 2.11 صفحة 162

1. بحسب خطورة المياه للمستعمل، إذا كانت للشرب فسيشدّدون، ولا يشدّدون في استعمالات أخرى لا تصل فيها المياه إلى جوف المستعمل؛ لأنّ الخطورة تقلّ.
2. نعم، لا سيّما في الزراعة فهناك مقاييس لتحديد تركيز الملح المتاح في السقاية لأنواع مختلفة من المزروعات، حيث أنّ قدرة تحمّل الملح تختلف من نوع لآخر.

سؤال 2.12 صفحة 162

موادّ عضويّة: مصدرها النفايات العضويّة الصلبة والسائلة.
موادّ نيتروجينيّة: بالأساس من الأسمدة وأيضًا من المياه العادمة.
موادّ فوسفوريّة: الأسمدة والمنظّفات الصابونيّة.

سؤال 2.13 صفحة 167

أ. إيجابيّتان: سريعة التحليل، يمكن تحليل كمّيّات كبيرة في مكان صغير نسبيًّا يخدم المنطقة.
سلبيّتان: غالية الثمن، بحاجة إلى تخطيط سليم وخبراء مختصّين.
ب. لأنّها تحتوي على بكتيريا فعّالة يجب استغلالها في التحليل.

سؤال 2.14 صفحة 168

1. مع التقدّم الزمنيّ، يزداد إنتاج مياه المجاري المُكرّرة وتزداد أيضًا طرق استعمالها. التفسير هو أنّه بمرور الزمن يزداد مستوى المعيشة فتزداد مجالات استعمال المياه الصالحة وتزداد كمّيّة المياه الصالحة المُستعمَلة، فتزداد كمّيّة مياه المجاري الناتجة. كذلك، مع مرور الزمن يزداد التطوّر العلميّ والانتباه إلى

تطوير تقنيّات للتخلّص من التلوّث ولذلك تتطوّر تقنيّات تكرير المجاري فتنتج مياه مجاري نقيّة أكثر فتزداد استعمالاتها.

أسئلة متعدّدة الخيارات صفحة 174

رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة
1	3	12	3	23	3	34	2
2	4	13	4	24	4	35	2
3	3	14	4	25	2	36	3
4	1	15	1	26	2	37	1
5	3	16	2	27	1	38	4
6	2	17	1	28	4	39	2
7	4	18	3	29	3		
8	2	19	4	30	2		
9	3	20	2	31	1		
10	3	21	3	32	4		
11	4	22	2	33	1		

المراجع

- **الفيروز آبادي (2005).** القاموس المحيط، دار المعرفة_ بيروت.
- **غرايبّه سامح، يحيى الفرحان (1998).** المدخل إلى العلوم البيئيّة، عمّان.
- **איכות המים בישראל، היבטים סביבתיים (1998).** המשרד לאיכות הסביבה، האגף לאיכות מים.
- **בלנק ר׳، (2000).** משק המים בישראל، רשות הטבע והגנים.
- **גולדמן ד׳، (1996).** ניהול מערכות המים- המסגרת המשפטית בישראל، מכון פלורסהיימר למחקרי מדיניות.
- **גפן מ׳، גל י׳ (1992).** ספר הכינרת، חלק א: האגם، משרד הביטחון- ההוצאה לאור، מנהלת הכינרת.
- **Afroz, R., Masud, M. M., Akhtar, R., & Duasa, J. B. (2014).** Water pollution: Challenges and future direction for water resource management policies in Malaysia. Environment and Urbanization ASIA. https://doi.org/10.1177/0975425314521544
- **Cheremisinoff, P. N. (2019).** Handbook of Water and Wastewater Treatment Technology. In Handbook of Water and Wastewater Treatment Technology. https://doi.org/10.1201/9780203752494
- **Color of water**، From Wikipedia، the free encyclopedia
- **Deep Ocean Physics**، www.jamstec.go.jp
- **Earth's water distribution**، U.S. Geological Survey، www.usgs.gov.
- **Gleick، P. H (1996).** Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather، Oxford University Press، New York، vol. 2، pp.817-823،.
- **Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012).** The water footprint of humanity. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109
- **Schweitzer, L., & Noblet, J. (2018).** Water Contamination and Pollution. In Green Chemistry: An Inclusive Approach. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809270-5.00011-X
- **Wang, Q., & Yang, Z. (2016).** Industrial water pollution, water environment treatment, and health risks in China. Environmental Pollution. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.011

الموضوع الفرعيّ 3: مورد

3.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع

أن يتعرّف الطلّاب على مورد الهواء في العالم، وعلى الحاجة للحفاظ على هواء نقيّ ليخدم جميع المجتمعات فيه. يجب التوضيح هنا على أنّ ما يميّز مورد الهواء هو أنّه ثروة بيئيّة للجميع، لا يمكن تقسيمها بحدود الدول، وأنّ أيّ تلويث هوائيّ ينتج في أيّة دولة قد يضرّ بدول أخرى، من هنا أتت الحاجة للحفاظ على هواء نقيّ يخدم جميع المجتمعات الحاليّة والمستقبليّة. توضيح الحقيقة أنّ الهواء هو مورد متجدّد إذ أنّه يتجدّد في كل لحظة حسب دورة الكربون في الطبيعة المشتملة على عمليّة التركيب الضوئيّ من ناحية وعلى عمليّة التنفّس من ناحية أخرى. يجب التوضيح أنّ النظام البيئيّ الطبيعيّ متوازن من حيث تجدّد الهواء لا سيّما الأوكسجين فيه، غير أنّه يجب التشديد على دور الإنسان في التدخّل بدورة الكربون بواسطة زيادة النظام البيئيّ بكمّيّات كبيرة من الكربون كانت مخزونة في باطن الأرض (النفط، الفحم والغاز الطبيعيّ) والتي استغلّها الإنسان في الصناعة، التدفئة والمواصلات، الأمر الذي أدّى إلى زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجوّ وإلى حدوث ظواهر عالميّة خطرة مثل الاحتباس الحراريّ.

3.2 الأفكار المركزيّة

1. خصائص الهواء، مكوّناته وأجزاء الغلاف الجوّيّ.
2. أهمّيّة الهواء للكائنات الحيّة، والحاجة لتوفير هواء نقيّ.
3. تعريف التلوّث الهوائيّ، ويشمل مساهمة الإنسان في ذلك (تلوّث طبيعيّ واصطناعيّ ومصادر كل واحد منهما).
4. طرق حماية مورد الهواء، ويشمل طرق تثقيفيّة وتكنولوجيّة.
5. الأمراض التنفّسيّة، محطّات رصد الملوّثات الهوائيّة، المواصفات الصحّيّة لجودة الهواء.
6. طرق زيادة الوعي البيئيّ والحاجة لهواء نقيّ، الاعتماد على التثقيف البيئيّ.
7. القوانين البيئيّة لحماية جودة الهواء، ويضمّ طرقًا لتطبيقها.
8. المواثيق الدوليّة لحماية الهواء من التلوّث ودور النضال الشعبيّ في تحقيق المطالب البيئيّة للشعوب.

3.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

1. أن يميّز الطلّاب بين تركيبة الغلاف الجوّيّ قبل وبعد التلوّث، وأن يفهموا أنّ الغلاف الجوّيّ متغيّر التركيبة مع تقدم العصور.
2. أن يتعرّف الطلّاب على خصائص تركيبة الغلاف الجوّيّ في الارتفاعات المختلفة.
3. أن يفهم الطلّاب تأثير الإنسان على جودة الهواء خاصّة في الدول المتقدّمة.
4. أن يتعرّف الطلّاب على المشكلة البيئيّة الناجمة عن استغلال غير سليم لمورد الهواء، كذلك الأضرار البيئيّة والصحّيّة الناتجة عن ذلك، وطرق المواجهة.
5. فهم المواصفات الصحّيّة لهواء نقيّ ومميّزاتها (مربوطة بتعرّض زمنيّ) واختلاف المواصفات باختلاف الأقطار.
6. أن يفهم الطلّاب طرق حماية مورد الهواء تكنولوجيًّا، تثقيفيًّا، وقانونيًّا.
7. أن يفهم الطلّاب القوانين، المواثيق والاهتمامات في الحفاظ على الأوزون، منع الاحتباس الحراريّ، وتقليص الأمطار الحامضيّة.

3.4 اقتراحات تدريسيّة

3.4.1 وصف عمليّة التدريس

الاعتبارات: في هذا الفصل يتمّ تعليم تركيبة الهواء، تغيّر تركيبة الغلاف الجوّيّ مع العصور المتقلّبة، التلوّث الهوائيّ الناتج بالأساس من نشاطات الإنسان المتشعّبة، طرق حماية الهواء، قوانين وتقنيّات للحفاظ على جودة الهواء ومنع الأمراض التنفّسيّة، طرق التوجيه والتثقيف البيئيّ في مجال جودة الهواء، الاهتمام الشعبيّ في الأمور المتعلّقة بظواهر عالميّة ناتجة عن تلوّث الهواء مثل الاحتباس الحراريّ وثقب الأوزون.
نوصي بإجراء جولة بيئيّة لمنطقة صناعيّة مثل خليج حيفا، أو أيّ منطقة صناعيّة أخرى تتميّز بحساسيّتها التلوّثيّة. حيث يجب التشديد على المساهمة البشريّة في التلوّث في المنطقة الصناعيّة وتأثير التلوّث على بيوت التنمية فيها. من المهمّ تحضير الجولة مسبقًا، ورصد العلاقات المتبادلة في منطقة الجولة، ودور الإنسان في تغيير الأوضاع الحياتيّة في البيئة. يجب إجمال الجولة برسم السلاسل الغذائيّة والشبكة الغذائيّة التي تمّت مشاهدتها في المنطقة والتشديد على تأثير نشاطات الإنسان عليها.
نوصي بجمع مقالات علميّة ذات صلة بالموضوع، وتحليلها في الصفّ. للإحاطة بعدد أكبر من الأمثلة، يمكن العمل في مجموعات داخل الصفّ، بحيث تحلّل كلّ مجموعة مقالًا مختلفًا، وتعرضه أمام الطلّاب.
في نهاية العمليّة، يمكن تشخيص المميّزات المشتركة لحالات مختلفة، وصياغة تعميمات بالنسبة لتأثير نشاط الإنسان على النظام البيئيّ بشكل عام وعلى جودة الهواء بشكل خاص. كذلك نوصي بتدريس أهمّيّة المصطلح العدالة البيئيّة بحيث يبيَّن للطلّاب أنّ مجتمعات فقيرة تعاني من الاحتباس الحراريّ الناتج من الصناعة المتقدّمة في المجتمعات الصناعيّة. إنّ توزيع الوزر البيئيّ ليس متساويًا في الوقت الذي تتلذّذ فيه المجتمعات الغنيّة بالتقنيّات الصناعيّة ومردودها الاقتصاديّ إضافة إلى زيادة رفاهيّتها المعيشيّة منها.

3.4.2 صعوبات مميّزة

1. يشكّل هذا الفصل أساسًا لفهم المورد الهوائيّ العالميّ، ويجب التشديد على حقيقة كون جودة الهواء مهدّدة بالتلوّث.
2. يجب تبيان تركيبة الهواء واختلافها مع مرور الزمن فهي ليست ثابتة.
3. يجد الطلّاب صعوبة في فهم الحاجة للتطوّر التكنولوجيّ والحاجة في الحفاظ على الموارد.
4. يجد الطلّاب صعوبة في فهم المواصفات الصحّيّة لجودة الهواء لا سيّما وأنّها مربوطة بزمن التعرّض.
5. لا يميز الطلّاب بين نوعي المواصفات القياسيّة: مواصفات تلوّث الهواء: في الهواء الحرّ، ومواصفات الإطلاق أو الانبعاث: في المدخنة فقط.
6. يجد الطلّاب صعوبة في فهم محطّات الرصد وأهدافها.
7. يجد الطلّاب صعوبة في الربط بين تركيبة الهواء الثابتة تقريبًا وحقيقة أنّ أيّ دخول لأيّ ملوّث (طبيعيّ: غبار اللقاح مثلًا) أو (اصطناعيّ: صناعة ومواصلات مثلًا) هو تلوّث بحدّ ذاته.
8. يجد الطلّاب صعوبة في فهم الحاجة للتثقيف البيئيّ وحماية الهواء من التلوّث.

3.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. من المهمّ أن نشرح للطلّاب فكرة أنّ الهواء هو ملك الجميع، وهذا يشدّد على الحاجة للحفاظ على المورد الهوائيّ من التلوّث والهدر.

2. يجب عرض أمثلة لجودة هواء مختلفة بحيث يتمّ التشديد في كل مثال على المقارنة مع المواصفات القياسيّة والتشديد على نوعي المواصفات: مواصفات تلوّث الهواء: في الهواء الحرّ، ومواصفات الاطلاق أو الانبعاث: في المدخنة فقط
3. القيام بجولة لمناطق صناعيّة ذات جودة هواء مختلفة (أنواع صناعات مختلفة) التعرّف على أنواع التلوّث الهوائيّ فيها، وتشخيص المخلوقات الحيّة والعلاقات المتبادلة بينها في المنطقة، يمكنه أن يجسّد التمثيل الشكليّ المجرّد للسلاسل الغذائيّة وللشبكات الغذائيّة، ومشاهدة التأثير البشريّ على جودة الهواء وعلى النظام البيئيّ (لا سيّما البشريّ) داخل المنطقة المفحوصة في الجولة.
4. يجب التمرّن مع الطلّاب على تحليل قطعة تتناول جودة الهواء في منطقة معيّنة (صناعيّة او شارع رئيسيّ) معيّن وتشخيص النظام البيئيّ فيها، الشبكات الغذائيّة الواردة فيه ومساهمة التلوّث الهوائيّ في هدم النظام البيئيّ هناك. يجب التشديد على أنّ إلحاق ضرر بإحدى الحلقات يؤثّر على حلقات أخرى في الشبكة الغذائيّة، الموجودة في السلاسل الغذائيّة المختلفة التي تشكّل الحلقة التي تضرّرت جزءًا منها، وحتّى على حلقات أخرى في الشبكة غير موجودة في نفس السلسلة الغذائيّة.
5. يجب التشديد على أهمّيّة المواصفات القياسيّة للهواء وتبيان أنواعها.
6. يجب التشديد على أنّ القوانين البيئيّة تلزم الإنسان بالتطوّر التكنولوجيّ الموازي والمراعي للبيئة وأنّ التصويب الصحيح (تصويب التكنولوجيا لرعاية البيئة دون التخلّي عن الفوائد الناتجة عن التطوّر التكنولوجيّ) قد يحافظ على الاستدامة.
7. يجب تبيان المسؤوليّة الجماعيّة تجاه البيئة والعمل على الانخراط في أُطر النضال البيئيّ، والعمل على التوعية البيئيّة والتثقيف البيئيّ.
8. محطّات الرصد تساعد في التعرّف على جودة الهواء المدنيّة والعمل المبكر في إيجاد حلول لحماية البيئة، الصحّة، والرفاهية الاجتماعيّة.

3.5 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل

سؤال 3.1 صفحة 196

1. تتواجد حبيبات اللقاح في طبقة التروبوسفيرا، وهي الطبقة الملامسة لسطح الأرض التي تتميّز بتنوّع أشكال الحياة فيها.
2. حبيبات اللقاح هي ملوّث لكونها مادّة جديدة دخلت على تركيبة الغلاف الجوّيّ بحسب تعريف تلوّث الهواء.
3. ملوّث هواء طبيعيّ هو أيّ تركيبة طبيعيّة دخلت على التركيبة المألوفة للغلاف الجوّيّ مثلًا غبار اللقاح، نواتج التحليل الطبيعيّ للمحلّلات، الغازات الناتجة عن البراكين، وغيرها.
4. الغازات الناتجة عن البراكين تنتج أثناء تكوُّن البركان

سؤال 3.2 صفحة 198

أ. CO_2 ينتج عن حرق الفحم والغاز الطبيعيّ (الموادّ العضويّة) فهو يدخل في تركيب جميع الموادّ العضويّة. NO_2 ينتج هذا الغاز عن حرق الموادّ العضويّة المحتوية على ال DNA وكذلك الزلاليات. SO_2 ينطلق هذا الغاز من حرق الزلاليّات المكوِّنة للموادّ العضويّة. كما يبدو، تنتج محطّة الغاز الطبيعيّ كمّيّات قليلة من هذه الملوّثات مقارنة مع محطّة الفحم حيث يجب لإنتاج 1 كيلو واط في الساعة من الكهرباء كما يبدو، حرق كمّيّة أقلّ من الغاز الطبيعيّ مقارنة بالفحم.

ب. المنظّمات الخضراء قد تدّعي أنّ محطّات الفحم تنتج ملوّثات بكمّيّات أكبر مقارنة بمحطّات الغاز الطبيعيّ لإنتاج نفس كمّيّة الكهرباء. أمّا لجنة البنى التحتيّة فقد تدّعي أنّ الفحم أرخص ثمنًا من الغاز الطبيعيّ ويمكن توفيره بسرعة، وفي كل وقت.

سؤال 3.3 صفحة 199

1. الفحم يحتوي على مكوّنات نباتيّة وحيوانيّة تحتوي على الكبريت الذي مصدره من زلاليّاتها. كذلك يمكن الادّعاء أنّ الكمّيّة المستهلكة من الموادّ الخامّ الثلاث المذكورة في السؤال من أجل إنتاج كمّيّة متساوية من الكهرباء مختلفة.
2. أمراض تنفسيّة، حرقة في العيون، مطر حامضيّ وأضرار للممتلكات.

سؤال 3.4 صفحة 201

1. كان الرصاص يستعمل في وقود السيّارات (البنزين) لتحسين جودة المحرّك.
2. يضرّ بالكبد، الرئتين، والجهاز العصبيّ.
3. تطوير وقود خالٍ من الرصاص.

سؤال 3.5 صفحة 202

أ. رفع سعر الوقود يقلّل من استعمال المركبات الخاصّة فيقلّ التلوّث.
ب. خفض أسعار المواصلات العامّة.
ج. في الازدحام: 1) يزداد عدد السيّارات التي تطلق ملوّثات في مساحة محدودة 2) تزداد مدّة تعرّض السكّان في هذه المساحة للملوّثات المنطلقة من السيّارات المشغّلة والتي تقف في الازدحام المروريّ، بعكس السيّارات المسافرة بسرعة دون توقّف وازدحام.

سؤال 3.6 صفحة 212

كلّما كانت الجسيمات المنتشرة في الهواء أصغر قطرًا كانت عائمة ولا ترسب؛ ولذلك تزداد احتمالات دخولها إلى الجهاز التنفّسيّ فتضرّ بالرئتين.

سؤال 3.7 صفحة 212

أ. تضرّ الجسيمات بالجهاز التنفّسيّ عند الحيوانات، وكذلك قد تغطّي أوراق النباتات فتسبّب إعاقة لعمليّتي النتح والتركيب الضوئيّ.
ب. غبار اللقاح الناتج عن أزهار النباتات، حبيبات الرمال المنتشرة بسبب العواصف.
ج. تركيب أجهزة ترسيب ومصافٍ في المداخن.

سؤال 3.8 صفحة 214

1. الأوزون السيّء (الأوزون التروبوسفيريّ) هو ملوّث ثانويّ يتركّب بسبب أكاسيد النيتروجين، والمركّبات العضويّة المتطايرة الناتجة عن المواصلات والصناعة، ويؤثّر على انتشاره حركة الهواء والظروف الجوّيّة السائدة المتغيّرة بتغيّر فصول السنة.
2. تطوير تقنيّات حديثة تحدّ من كمّيّات أكاسيد النيتروجين الناتجة بفعل المواصلات بتركيب محفّز فعّال للمركبات، والناتجة عن الصناعة بتركيب مصافٍ.

سؤال 3.9 صفحة 215

أ. ينتج أكسيد النيتروجين في مركز البلاد بالأساس بسبب المواصلات بفعل الإزدحامات المروريّة وأعداد السيّارات الكبيرة هناك بشكل يوميّ (عمليّة اليوممة יומיומיות). تنتقل هذه الأكاسيد إلى منطقة القدس بسبب حركة الرياح، فيتكوّن الأوزون كملوّث ثانويّ في منطقة القدس.
ب. الربو، حرقة في العيون، غثيان.
ج. تل أبيب الساعة 9:00، مودعين الساعة 12:00 والقدس الساعة 15:00. في ساعات الصباح الباكر (الساعة 9:00) تتكوّن ازدحامات مروريّة في تل أبيب؛ فتنتج أكاسيد النيتروجين فيتكوّن الأوزون وهو ملوّث ثانويّ، بعدها ينتقل الأوزون إلى موديعين والقدس مع حركة الرياح فيصل أوّلًا إلى موديعين الساعة 12:00، ثم ينتقل نحو القدس ليصل الساعة 15:00.

سؤال 3.10 صفحة 217

الرسم البيانيّ 1 يصف تركيز أكاسيد النيتروجين في يوم ماطر بينما الرسم البيانيّ 2 في يوم بارد وصافٍ، وذلك لأنّ أكاسيد النيتروجين تذوب في المطر الهاطل وتسقط مذابةً إلى الأرض؛ فينخفض تركيزها في الهواء.

سؤال 3.11 صفحة 224

أ. غازات الدفيئة هي غازات لها قدرة على امتصاص الأشعّة تحت الحمراء (IR) الراجعة من الكرة الأرضيّة بشكل طبيعيّ بعد سقوط أشعّة الشمس عليها.

ب. CO_2 ينتج عن عمليّات التنفّس وعمليّات الحرق في الصناعة، CH_4 ينتج عن فعّاليّات المحلّلات اللاهوائيّة عندما تحلّل الموادّ العضويّة في الطبيعة، N_2O ينتج عن الصناعة بالأساس وحرق الوقود.

ج. لأنّ تركيزه منخفض في الجوّ حتّى بعد الثورة الصناعيّة بالقياس مع باقي الملوّثات في الجدول.

سؤال 3.12 صفحة 224

أ. زيادة مساحات التصحّر، انخفاض التنوّع البيولوجيّ، ذوبان الجليد في القطبين وتهديد حياة الناس بالغرق والموت بسبب ارتفاع منسوب البحار.

ب. تعتمد الولايات المتّحدة الأمريكيّة كثيرًا على الصناعة وخاصّة على الوقود الأحفوريّ لإنتاج الطاقة في الصناعة وغيرها.

سؤال 3.13 صفحة 230

1. يتكوّن المطر الحامضيّ بسبب ذوبان الملوّثات الهوائيّة مثل أكاسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكربون في مياه الأمطار أثناء هطولها.
2. ثانويّ، لأنّه يتكوّن بشكل غير مباشر بعد اختلاطه بالملوّثات الهوائيّة.
3. ضرر للتربة وتقليل صلاحيّتها الزراعيّة، ضرر للنباتات بشكل مباشر وخاصّة للأوراق، ضرر بالممتلكات حيث تتضرّر المباني المبنيّة من الكلس وتذوب أجزاء التماثيل الأثريّة.

سؤال 3.14 صفحة 231

أ. في المكان الأوّل في كل التواريخ المعطاة في الجدول، في المكان الثالث في تاريخ 24.10.99.

ب. اختلاف في كمّيّة الملوّثات الهوائيّة في المناطق الثلاث، يمكن أيضًا أنّ التربة الكلسيّة تشكّل محلولًا منظّمًا (Buffer solution) يحدّ من تأثير الحوامض على الـ pH فيها (إذا كان القياس المعطى في الجدول يمثّل حموضة التربة أيضًا).

سؤال 3.15 صفحة 233

1. المواصفات القياسيّة للانبعاث هي مواصفات تحدّد تركيز الملوّثات الأقصى المسموح انبعاثه من المدخنة في المصنع؛ ولذلك تقاس في المدخنة.
2. يجب مراعاة مواصفات جودة الهواء في المنطقة. يتمّ تحديد المواصفات القياسيّة للانبعاث بشكل يضمن عدم اجتياز الحدّ الأقصى للملوّثات في المنطقة بحسب المواصفات القياسيّة لجودة الهواء.
3. توزّع المداخن العالية الملوّثات الهوائيّة المنبعثة منها على ارتفاعات شاهقة بحيث تضمن عدم تعرّض البيئة المحيطة لها وخاصّة الناس.
4. تحديد نوع الوقود، نوع الموادّ الخامّ للصناعة، تركيب مصافٍ، تطوير بدائل صناعيّة لا تسبّب التلويث.

سؤال 3.16 صفحة 234

1. تركيز الملوّثات على سطح الأرض يكون أكبر من المدخنة المنخفضة (50 مترًا) وذلك لأنّ المدخنة المنخفضة توزع الملوّثات قريبًا من سطح الأرض بسبب ارتفاعها المنخفض، بينما المدخنة المرتفعة (200 متر) توزّع الملوّثات بعيدًا عن سطح الأرض

وفي النهاية يكون تركيز الملوّثات الهوائيّة بمحاذاة سطح الأرض أقلّ حول المدخنة العالية مقارنة بالمدخنة المنخفضة.

2. سرعة الرياح هي عامل آخر مهم يساعد على توزيع الملوّثات الهوائيّة الناتجة عن المدخنة، كلّما كانت الرياح أسرع أبعدت الملوّثات عن منطقة انبعاثها وقلّت تراكيز الملوّثات هناك.

سؤال 3.17 صفحة 237

1. الفريونات هي مركّبات كلور، فلور، وكربون.
2. تستعمل في أجهزة الغاز المضغوط (مثل المبيدات الحشريّة، محرّك الثلّاجة، والمكيّفات)
3. رخيصة، سهلة الاستعمال ومتيسّرة
4. تسبّب تحلّل الأوزون في طبقة الستراتوسفيرا ممّا يمكّن الأشعّة فوق البنفسجيّة من الوصول إلى سطح الكرة الأرضيّة لتسبّب أمراضًا للكائنات الحيّة.
5. الفريونات تتّحد مع الأوزون ليتكوّن أوكسجين جزيئيّ وأوكسجين ذرّيّ ممّا يعني تضعضع وتداعي طبقة الأوزون؛ ولذلك تخترق الأشعّة فوق البنفسجيّة الغلاف الجوّيّ لتصل إلى الكائنات الحيّة وبضمنها الإنسان لتسبّب له سرطان الجلد.

سؤال 3.18 صفحة 238

1. الأوزون الستراتوسفيريّ هو طبقة تمتصّ الأشعّة فوق البنفسجيّة الموجودة مع أشعّة الشمس الساقطة إلى الكرة الأرضيّة بشكل يوميّ. إنّ التعرّض للأشعّة فوق البنفسجيّة قد يسبّب سرطان الجلد لدى الإنسان، ولذلك تسعى الدول في تعهّداتها إلى أن تحافظ على تركيز الأوزون في الستراتوسفيرا، وذلك بمنع انبعاث غازات تؤدّي إلى تحلّل الأوزون مثل غازات الفريونات CFC.
2. التقليل من استعمال الفريونات أو إيجاد بدائل لها.
3. الصعوبة الأوّلى: تعتمد الدول المتطوّرة على الصناعة؛ ولذلك قد تجد صعوبة في التقليل من زخم الصناعة فيها، الصعوبة الثانية: يجب بذل جهود بحثيّة تستوجب تكلفة عالية من أجل إيجاد بدائل، كذلك قد تكون هناك صعوبة في تقبّل المستهلك للمنتج الجديد.

أسئلة متعددة الخيارات صفحة 238

رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة
1	3	12	2	23	2	34	4
2	4	13	4	24	4	35	1
3	2	14	1	25	1	36	4
4	1	15	3	26	3	37	1
5	3	16	2	27	1	38	4
6	1	17	1	28	2	39	3
7	2	18	3	29	3	40	2
8	4	19	1	30	3	41	3
9	4	20	2	31	2		
10	1	21	4	32	3		
11	2	22	3	33	3		

المراجع

- **دعبس محمد، (1994).** تلوُّث البرّ وأنواعه، القاهرة- مصر.
- **نوري طاهر الطيّب، بشير محمود جرّار (1988).** قياس التلوّث البيئيّ، دار المرّيخ للنشر الرياض المملكة العربيّة السعوديّة.
- **زين الدين، (1998).** البيئة والإنسان، المعارف المنشأة بالإسكندرية.
- **عبد العزيز طريح شريف، (1997).** التلوّث البيئيّ، مركز الإسكندريّة للكتاب.
- **عبد الله الصطوف، (1995).** التلوّث البيئيّ، جامعة ليبيا.
- **אבנימלך י׳، עורך، (2001)**، סדרי עדיפות לאומית בתחום איכות הסביבה בישראל، מוסד שמואל נאמן، הטכניון חיפה.
- **אורדינן، ז׳، (1977).** מניעת אבק בתעשייה، חוברת בעריכת בנימין צוקרמן، המוסד לבטיחות וגהות.
- **אפשטיין מ׳، (2001).** זיהום אוויר ובריאות הציבור בישראל، מרכז השל، תל-אביב.
- **הררי נ׳، (1988).** אוורור תעשייתי، המוסד לבטיחות ולגהות.
- **פור נ׳، (1989).** נפט גולמי ומוצרי הדלק، המכון הישראלי לנפט ואנרגיה، תל-אביב.
- **קוך א׳، א׳ דיין، א׳ מי-מרום، (2002).** גזי חממה בישראל- מצאי פליטות וקליטות، המשרד לאיכות הסביבה، ירושלים.

- **Anderson, J. O., Thundiyil, J. G., & Stolbach, A. (2012).** Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health. Journal of Medical Toxicology. https://doi.org/10.1007/s13181-011-0203-1
- **Christopher H. Goss، Stacey A .Newsom، Jonathan S. Schildcrout، Lianne Sheppard and Joel D. Kaufman (2004)**. Effect of Ambient Air Pollution on Pulmonary Exacerbations and Lung Function in Cystic Fibrosis .American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 169، 816-821.
- **Estimated deaths & DALYs** (2002). Attributable to selected environmental risk factors، by WHO Member State.
- **Guarnieri, M., & Balmes, J. R. (2014).** Outdoor air pollution and asthma. The Lancet. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60617-6
- **Jorquera, H., Montoya, L. D., & Rojas, N. Y. (2019).** Urban air pollution. In Urban Climates in Latin America. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97013-4_7
- **Kymisis M، Hadjistavrou K، (2008).** Short-Term Effects Of Air Pollution Levels On Pulmonary Function Of Young Adults. The Internet Journal of Pulmonary Medicine 9 .(2)
- **Nielsen ،John (2002).** "The Killer Fog of 52: Thousands died as Poisonous Air Smothered London ،"National Public Radio
- **Riojas-Rodríguez, H., Romieu, I., & Hernández-Ávila, M. (2017).** Air pollution. In Occupational and Environmental Health. https://doi.org/10.1093/oso/9780190662677.003.0018
- **Sunyer J. (2001).** Urban air pollution and Chronic Obstructive Pulmonary disease: a review ."European Respiratory Journal. 17، 1024-1033.
- **World Health Organization. (2016).** Ambient Air Pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. World Health Organization.
- **Wang, Z. (2018).** Energy and Air Pollution. In Comprehensive Energy Systems. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00127-9

الموضوع الفرعيّ 4: النفايات

4.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع

أن يتعرّف الطلّاب على مورد النفايات الصلبة في إسرائيل والعالم، أن يفهم الطالب أنّ النفايات هي مورد يجب التعامل معه بحذر وأنّ الرمي والاإقاء هو ليس الحلّ الأنّجع للتخلّص من النفايات. يجب التشديد على أنّ الانتقال من مستوى معيشة إلى آخر اعلى منه يؤثّر على نوعيّة وتركيبة النفايات ويجب العمل على التثقيف البيئيّ للفصل بين ازدياد مستوى المعيشة وتغيّر تركيبة وتنويعة النفايات. يجب تبيان مفاهيم اجتماعيّة أدّت إلى تفاقم مشكلة النفايات مثل ثقافة الاستهلاك والهروب إلى الاستهلاك الدائم غير المطلوب من أجل المكانة الاجتماعيّة على حساب المشكلة البيئيّة. يجب توضيح المفهوم البيئيّ بأنّ المنتج مصيره إلى الاستعمال من جديد أو التدوير وليس الإلقاء. منهج من المهد إلى المهد وليس من المهد إلى اللحد.

4.2 الأفكار المركزيّة

1. تعريف النفايات وتغيّر تركيبتها وتنويعتها بتغيّر العصور والتقدم التكنولوجيّ.
2. النفايات في الدول النامية والدول المتقدّمة.
3. الثورة الصناعيّة وتفاقم المشاكل البيئيّة لا سيّما النفايات غير المتحلّلة.
4. طرق التخلّص من النفايات واستغلال موادّها الخامّ من جديد، مناهج تقليل إنتاج النفايات $5R_s$.
5. التكاتف الاجتماعيّ لحلّ مشكلة النفايات والعمل على التثقيف والإرشاد.
6. القوانين البيئيّة لحماية البيئة من النفايات، ومنع تفاقم المشاكل البيئيّة بسببها.
7. بصمة القدم البيئيّة.

4.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

1. أن يميّز الطلّاب بين النفايات كآفة بيئيّة والنفايات كمورد يمكن استغلاله.
2. أن يتعرّف الطلّاب على تأثير مستوى المعيشة والتمدّن على تركيبة وتنويعة النفايات.
3. أن يفهم الطلّاب تأثير نشاط الإنسان على تكوّن النفايات والاهتمام بتطوير تكنولوجيّ يراعي المسائل البيئيّة وخاصّة منع تراكم النفايات.
4. أن يتعرّف الطلّاب على المشكلة البيئيّة الناجمة عن استغلال غير سليم للموارد، وعلى الأضرار وطرق المواجهة.
5. أن يفهم الطلّاب طرق التخلّص من النفايات.
6. أن يفهم الطلّاب القوانين، المواثيق، والاهتمامات في الحفاظ على البيئة المدنيّة.

4.4 اقتراحات تدريسيّة

4.4.1 وصف عمليّة التدريس

الاعتبارات: في هذا الفصل يتمّ تعليم موضوع النفايات الصلبة: تعريفها، تركيبتها وتنويعتها على مدار العصور، تأثير مستوى المعيشة والتمدّن على وتيرة إنتاجها، الأضرار الصحّيّة الناتجة عن تراكمها، طرق التخلّص منها، العمل الميدانيّ للضغوطات على متّخذي القرارات، القوانين المتعلّقة بالنفايات، التثقيف والتوعية البيئيّة، التعاون المجتمعيّ من أجل إنجاح الحلول وتسخير التكنولوجيا لخدمة البيئة.

يشدّد المعلّم، في هذا الفصل، على أهمّيّة استمراريّة الحياة على الكرة الأرضيّة والعمل على التطوير المستديم. الحاجة الملحّة إلى إيجاد تقنيّات لمنع تكوين النفايات والعمل على الحدّ من الأضرار الناتجة عنها.

نوصي بإجراء جولة بيئيّة لمنطقة استُعملت كمكبّ للنفايات وتمّ تحسينها وتحويلها إلى متنزّه (مثلًا متنزه أريئيل شارون في خيريّة بجانب مدينة تلّ أبيب)، بحيث يجب التشديد على المركّبات الإحيائيّة في المنطقة وتأثير التلوّث عليها. من المهمّ تحضير الجولة مسبقًا ورصد العلاقات المتبادلة في منطقة الجولة ودور الإنسان في تغيير الأوضاع الحياتيّة في المنطقة. يجب إجمال الجولة برسم السلاسل الغذائيّة والشبكة الغذائيّة التي تمّت مشاهدتها في المنطقة والتشديد على تأثير نشاطات الإنسان عليها. يمكن زيارة مواقع لطمر النفايات وإجراء جولة موازية للمقارنة.

نوصي بجمع مقالات علميّة ذات صلة بالموضوع، وتحليلها في الصفّ. للإحاطة بعدد أكبر من الأمثلة، يمكن العمل في مجموعات داخل الصفّ، بحيث تحلّل كلّ مجموعة مقالاً مختلفًا، وتعرضه أمام الطلّاب.

في نهاية العمليّة، يمكن تشخيص المميّزات المشتركة لحالات مختلفة، وصياغة تعميمات بالنسبة لتأثير نشاط الإنسان على النظام البيئيّ المدنيّ.

4.4.2 صعوبات مميّزة

1. يشكّل هذا الفصل أساسًا لفهم كون النفايات موردًا إذا تمّ التعامل معها بشكل صحيح ومنظّم.
2. يجب العمل على تبيان الحقيقة بأنّ النفايات بتركيبتها وتنويعتها تختلف باختلاف مستوى المعيشة.
3. يجد الطلّاب صعوبة في فهم الحاجة إلى لتطوّر التكنولوجيّ والحفاظ على الموارد.
4. يجد الطلّاب صعوبة في تذويت أهمّيّة التعاون الاجتماعيّ للتخلّص من مشكلة النفايات.
5. يجد الطلّاب صعوبة في فهم أهمّيّة تطبيق القوانين البيئيّة المتعلّقة بالنفايات.

4.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. من المهمّ أن نشرح للطلّاب فكرة أنّ النفايات هي مورد بيئيّ هامّ إذا استُغلّ بالشكل الصحّيّح.
2. يجب عرض أمثلة للتغيّر في مستوى المعيشة وتغيّر تركيبة وتنويعة النفايات .
3. يجب التشديد على ضرورة التسخير التكنولوجيّ لخدمة البيئة ودوره في حفظ الاستدامة.
4. القيام بجولة لمجمّعات لرمي النفايات منظّمة وغير منظّمة والمقارنة من حيث: المخلوقات الحيّة والعلاقات المتبادلة بينها، حيث يمكنه أن يجسّد التمثيل الشكليّ المجرّد للسلاسل الغذائيّة وللشبكات الغذائيّة، ومشاهدة التأثير البشريّ على جودة مياه المجمّع وعلى النظام البيئيّ داخله.
5. يجب التمرّن مع الطلّاب على تحليل قطعة تتناول تأثير النفايات على النظام البيئيّ وتشخيص الشبكات الغذائيّة الواردة فيه.

6. ننصح بزيارة لأحدى الجمعيات التي ترعى الشؤون البيئيّة وخاصّة مراقبة الإدارة السليمة للنفايات.
7. ننصح بإجراء زيارة لقسم الصحّة والبيئة في السلطة المحليّة للتعرّف على مدى تطبيق القوانين المتعلّقة بالنفايات.

4.5 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل

سؤال 4.1 صفحة 260

أ. النفايات الإشعاعيّة هي النفايات التي تحتوي على موادّ مشعّة خطرة، تتميّز بقدرتها على إطلاق أشعّة ويتعلّق هذا الأمر بنوعيّة الموادّ الكيميائيّة المركّبة للنفايات والتي تختلف فيما بينها بقدرتها على الاشعاع. مثال نفايات المستشفيات ومعاهد التصوير (مثل صور العظام رينتجن، والتمثيل المحوريّ- الطبقيّ **CT: C**omputed **T**omography)، وغيرها. كذلك تنتج هذه النفايات من المختبرات ومراكز الأبحاث، من الجامعات ومن الصناعات الإلكترونيّة.

ب. النفايات الإشعاعيّة يمكنها أن تؤثّر بفضل الإشعاع الصادر عنها وقد يكون تأثيرها خطيرًا إذ قد تؤدّي إلى التسبّب بأمراض السرطان، وقد يكون تأثيرها محدودًا بحسب فترة التعرّض لها ومدى ملامستها لجسم الإنسان.

ج. يجب معالجة النفايات الإشعاعيّة الخطرة بشكل يضمن سلامة وأمن الجمهور بحيث تجُمع في أوعية خاصّة محكمة الإغلاق، ويتمّ طمرها في مكان طمر خاصّ معزول عن التربة والمياه الجوفيّة بطبقة سميكة من الباطون.

سؤال 4.2 صفحة 262

1. الإبر، الضمّادات وصور الأشعّة.
2. حرق النفايات الخطرة قد يطلق للتربة نواتج حرق خطرة لا تنتج بشكل عامّ من حرق النفايات الصلبة البيتيّة، على سبيل المثال قد تنتج معادن ثقيلة خطرة تتراكم في التربة وتضرّ بها وقد تصل إلى المياه الجوفيّة. كذلك، يمكن لحرق هذا النوع من النفايات أن يُطلق للهواء جسيمات خطرة قد تصل إلى الجهاز التنفّسيّ عند الإنسان والحيوان، وملوّثات هوائيّة خطرة مثل الكلور. لكن بالرغم من ذلك يفضلّون حرق نفايات المستشفيات لأنّها قد تحتوي أيضًا على بكتيريا وفيروسات قد تسبّب أمراضًا خطيرة للإنسان عند ملامستها، وبواسطة الحرق يتمّ التخلّص من مسبّبات الأمراض بشكل شبه مؤكّد.

سؤال 4.3 صفحة 263

أ. مشكلة بيئيّة: تراكم النفايات بشكل ملحوظ.

ب. بذلك لا يكون من حقّ الزبون رمي الأجهزة أو التخلّص منها وإنّما تقوم الشركة باستردادها وتجهيزها من جديد وهذا الأمر يساهم في تقليص كمّيّة النفايات الملقاة. لكن، من الناحية الاقتصاديّة يجب أن تكون رسوم الإشتراك الشهريّ معقولة ويقبلها الزبون (أقلّ بكثير من تكلفة اقتناء الجهاز) لكي يقتنع بها ويشترك.

سؤال 4.4 صفحة 266

أ. في درجات الحرارة الوســـطى (ميزوفيليّة) تزداد فعّاليّة المحلّلات؛ ولذلك ينخفض تركيز الموادّ العضويّة بسبب تحليلها.

ب. <u>الأفضليّة الأوّلي</u>: يتمّ التخلّص من النفايات العضويّة ومن الأضرار التي قد تسبّبها للتربة وللمياه الجوفيّة. <u>الأفضليّة الثانية</u>: تُعاد الموادّ إلى دورتها في الطبيعة بحيث يمكن استغلال نواتج التحليل من قبل المنتجات، وبذلك تُحفظ استمراريّة الكائنات الحيّة في النظام البيئيّ.

ج. رطوبة التربة: إذ لا تتمّ عمليّات التحليل إلّا في نسبة رطوبة معقولة 35%-60% لتضمن عمليّات أيض سليمة ومثاليّة لدى المحلّلات وتضمن انتشار الموادّ نحو البكتيريا المحلّلة وانتشار الإنزيمات التي تفرزها المحلّلات خارج الخليّة لتحلّل الموادّ من حولها. عندما تكون درجة الرطوبة أقلّ من 35% لا يحدث أيض مثاليّ عند المحلّلات ولذلك لا تتحلّل الموادّ العضويّة بشكل كبير، كذلك إذا ارتفعت نسبة الرطوبة عن 65% سوف تتكوّن ظروف لاهوائيّة لا تسمح للبكتيريا الهوائيّة بالتحليل ولا تتحلّل الموادّ العضويّة بشكل كبير. درجة الحامضيّة والقاعديّة للتربة: تحتاج البكتيريا المحلّلة إلى درجة حموضة ثابتة ولا يكون تحليل الموادّ العضويّة مثاليًّا إلّا بها؛ لذلك في حالة تغيّر هذه الدرجة سوف تنخفض نجاعة تحلّل الموادّ العضويّة في التربة.

سؤال 4.5 صفحة 269

أ. تنبعث روائح كريهة من كومة النفايات بسبب تكوُّن ظروف لاهوائيّة تضمن فعّاليّة البكتيريا اللاهوائيّة والتي لا تعتمد على الأوكسجين في التحليل؛ لذلك تكون هناك عمليّة تحليل اختزاليّة وليست أكسدة (كما هي الحال مع الأوكسجين)، من هنا تنتج موادّ تتميّز برائحة كريهة. مثال: مركّب يحتوي على كبريت لو تحلّل هوائيًّا سوف ينتج SOx وهو بدون رائحة بينما لو تحلّل هذا المركّب بشكل لاهوائيّ فسوف ينتج H_2S وهو ذو رائحة كريهة جدًّا.

ب. يمكن تهوئة الكومة لنضمن استمراريّة التحليل الهوائيّ.

سؤال 4.6 صفحة 273

1. طمر النفايات بصورة صحّيّة يضمّن عدم تكوّن أضرار بيئيّة ولا صحّيّة من العمليّة. من سلبيّات العمليّة: إهدار الموارد واستنزافها اذ يمكن استحسان موادّ من النفايات لتدويرها والاستفادة منها بدلًا من استنزاف الموارد وهدرها، كذلك طريقة الطمر الصحّيّ تحتاج إلى مساحات واسعة لطمر النفايات.
2. العمل الأوّل إغلاق مكبّات النفايات هذه وعدم السماح باستعمالها والعمل الثاني إيجاد بدائل وهي أماكن الطمر الصحّيّ المنظّمة. يجب أيضًا تثقيف الناس وزيادة الوعي البيئيّ، مراقبة وسنّ قوانين صارمة. هناك عدّة مشاكل لا يجدون لها حلًّا حتّى بعد تأهيل الموقع مثلًا: إلزام المواطنين باستعمال الأماكن المؤهّلة حتّى ولو كان الاستعمال يلزم دفع رسوم؛ ولذلك يجب تطبيق قوانين تلزم المواطن بذلك، تثقيف الناس لاستعمال الأماكن المؤهّلة وزيادة الوعي البيئيّ عندهم بواسطة محاضرات، نشرات وورشات عمل.

سؤال 4.7 صفحة 275

أ. نيمبي (NIMBY) تعني "ليس في ساحة بيتي الخلفيّة" والمقصود عدم إلقاء نفايات خاصّة بمنطقة (دولة) معيّنة في منطقة (دولة) أخرى لا تُنتج فيها مثل هذه النفايات.

ب. من الناحية البيئيّة يجب الأخذ بعين الإعتبار الحساسيّة البيئيّة للموقع الذي تُنتَج فيه النفايات بحيث قد تنتج النفايات فعلًا هناك، ولكن لا يمكن طمرها حيث نتجت؛ ولذلك يجب التفتيش عن أماكن أخرى في مناطق أقلّ حساسيّة بيئيّة.

سؤال 4.8 صفحة 276

1. **RDF- R**efuse-**D**erived **F**uel: عبارة عن نفايات مضغوطة في قطع صغيرة بهدف الحرق وإنتاج الطاقة، ويتمّ اختيار النفايات التي تتميّز بقيمة تدفئيّة مرتفعة جدًّا، مثل: البلاستيك والورق والكرتون. بعد أن نفصل الموادّ القابلة للاشتعال نقوم بتقطيعها وضغطها إلى قطع أصغر تستعمل كوقود.
2. أفضليّات: إنتاج الطاقة، التخلّص من النفايات، استغلال الموارد بدلًا من هدرها في الطمر، لا تحتاج إلى مساحات واسعة، سريعة التكوين.

سؤال 4.9 صفحة 276

أ. هي عمليّة تحليل كيميائيّ للنفايات الصلبة التي تحدث تحت ضغط مرتفع، ودرجة حرارة أعلى من 450 درجة مئويّة، وبدون وجود أُوكسجين. يتمّ التحليل الحراريّ في جهاز مغلق، ولذلك لا تطلق ملوّثات إلى الجوّ، وهذه تعطيها أفضليّة عن باقي الطرق.
ب. إنّ عمليّة التحليل الحراريّ تحوّل النفايات إلى موادّ جديدة (نواتج)، وهذه الموادّ هي موادّ خامّ لعمليّات أُخرى تنتج الطاقة بعكس عمليّة حرق النفايات التي تعطي الطاقة مباشرة.
ج. **الفرق**: في التحليل الحيويّ اللاهوائيّ يحدث تحلّل لاهوائيّ ينتج عنه غاز الميثان، بواسطة تحليل بيولوجيّ (بوجود كائنات دقيقة محلّلة) للموادّ العضويّة في بيئة لاهوائيّة وليس فيزيائيًّا بواسطة الضغط والحرارة المرتفعة كما هي الحال في التحلّل الحراريّ. كذلك من الناحية التنفيذيّة تكلفة التحلّل اللاهوائيّ أقلّ من التحلّل الحيويّ. **التشابه**: ينتج الميثان، نتخلّص من النفايات، تنتج طاقة بشكل غير مباشر.

سؤال 4.10 صفحة 277

1. لمنع عمليّات التحليل اللاهوائية التي تتمّ بشكل تلقائيّ في النفايات العضويّة المخزونة، وبذلك نمنع انبعاث روائح كريهة من المخزن، في ضغط الهواء المنخفض تُعاق فعّاليّة المحلّلات.
2. احتراق كامل لنضمن التخلّص الكامل من النفايات وليس لتحويلها لموادّ عضويّة جديدة، في الاحتراق الكامل ينتج بالأساس ثاني أكسيد الكربون وماء بالإضافة إلى الرماد وهو مجمل الموادّ غير العضويّة التي ركّبت النفايات.
3. **الهدف الأوّل**: التخلّص من النفايات بحوالي 90% من حجمها. **الهدف الثاني**: إنتاج كمّيّة طاقة عالية.
4. **الصعوبة الأولى**: التكلفة الاقتصاديّة الباهظة. **الصعوبة الثانية**: الحاجة إلى تخطيط مسبق ومواجهة المعارضين لمثل هذا القرار على أساس منطق نيمبي NIMBY.
5. القيمة التدفئيّة (بوحدة Kcal\ Kg) هي مجمل السعرات الحراريّة الناتجة عن حرق كغم واحد من النفايات الصلبة. كلّما كانت نسبة الموادّ العضويّة في النفايات أعلى كانت القيمة التدفئيّة أقلّ بسبب وجود الماء في هذه الموادّ. تتميّز النفايات في إسرائيل بنسبة الموادّ العضويّة العالية بخلاف النفايات في الولايات المتّحدة.

سؤال 4.11 صفحة 280

<u>المرحلة الوسطى (ميزوفيليّة):</u> حيث تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل الموادّ العضويّة، وخلال عمليّة التحليل تنطلق حرارة. هذه الحرارة ترفع من درجة حرارة الكومة حتّى تصل إلى 40 درجة مئويّة. عندها يتوقف عمل الكائنات المعتدلة؛ وتستمر هذه المرحلة عدة أيّام.

<u>المرحلة الحارّة (ثيرموفيليّة):</u> في هذه المرحلة يبدأ نوع آخر من الكائنات المحلّلة بالعمل وهو النوع الذي يستطيع أن يتحمّل درجة حرارة مرتفعة. تستمرّ درجة الحرارة بالارتفاع حتّى تصل إلى درجة حرارة 60 درجة مئويّة. عندها تكون قد تحلّلت أغلب الموادّ العضويّة سهلة التحليل. في هذه المرحلة يتمّ القضاء على الكائنات المسبّبة للأمراض (بسبب الحرارة المرتفعة)؛ وتستمرّ هذه المرحلة عدّة أسابيع.

<u>مرحلة التبريد والنضوج:</u> بانتهاء تحليل الموادّ العضويّة تبدأ مجموعة الكائنات المحلّلة بالموت، وتنخفض درجة الحرارة، وفي النهاية تعود درجة الحرارة إلى ما كانت عليه في بداية العمليّة؛ وهذه المرحلة تستمر عدّة شهور.

سؤال 4.12 صفحة 280

أ. **أفضليّه واحدة**: التخلّص من النفايات الناتجة في الفندق، إنتاج كومبوست لتسميد حدائق الفندق أو لبيعه.
ب. قد تنتج روائح كريهة تؤذي النزلاء في حالة حدوث مشكلة في عمليّة التحليل، تحتاج النفايات لأيدٍ عاملة من أجل معالجتها بهذه الطريقة.
ج. مستهلكات؛ لأنّها تستهلك موادّ عضويّة.

سؤال 4.13 صفحة 283

1. **الاعتبار البيئيّ**: يجب الحفاظ على الغابات وعدم قطع المزيد من الأشجار لصناعة الأوراق.
2. **الاعتبار الاقتصادي:** الكلفة الاقتصاديّة لعمليّة التدوير عالية نسبيًّا، لذلك فقد تكون كلفة الورق المعاد تدويره أكبر من كلفة الورق المصنوع بطريقة عاديّة.

سؤال 4.14 صفحة 290

1. هناك ارتفاع كبير في عدد العبوات المُعادة إلى شبكات التسويق مع مرور الوقت.
2. **السبب الأوّل**: العائد الماليّ من الإرجاع، **السبب الثاني**: الحفاظ على النظافة العامّة وتقليل كمّيّة النفايات.
3. **الهدف الأوّل**: الحفاظ على الثروات من الاستنزاف حيث أنّ إعادة العبوات لتدويرها يوفّر في استعمال مورد البلاستيك/ المعادن، **الهدف الثاني**: تقليص كمّيّة النفايات والحفاظ على النظافة العامّة.
4. العلاج المتكامل هو عبارة عن خلط عدّة طرق معالجة للتخلّص من النفايات، بحيث يضمن هذا الخلط تجنّب، قدر المستطاع، سلبيّات المعالجة وتحرّي علاجات تضمن الحدّ الأقصى من الأفضليّات. التدوير، إعادة الاستعمال، التقليل في المصدر، إنتاج الطاقة، والتصليح هي المناهج المثالية لتبنّي العلاج المتكامل. قانون الرهنيّة يساعد ويشجّع (بفضل العائدات الماليّة) من التدوير، وهو أحد جوانب العلاج المتكامل.
5. **المشكلة الأوّلى**: العائدات الماليّة المسترجعة المنخفضة قد لا تشجّع الجمهور على إعادة العبوات؛ ولذلك يجب العمل على رفعها. **المشكلة الثانية**: لا يُعاد جميع أنواع العبوات إلى مراكز التسويق للتدوير بحسب ما نصّ عليه القانون؛ لذلك سيقوم الجمهور بإرجاع العبوات التي نصّ عليها القانون فقط.

أسئلة متعدّدة الخيارات صفحة 292

رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة
1	1	12	2	23	3	34	3
2	3	13	2	24	4	35	1
3	2	14	1	25	3	36	1
4	4	15	1	26	2	37	3
5	4	16	2	27	2	38	2
6	2	17	3	28	3		
7	1	18	2	29	1		
8	3	19	1	30	3		
9	2	20	1	31	4		
10	3	21	2	32	3		
11	4	22	4	33	3		

المراجع

- **شيخ عوض با وزير(1997).** مشكلات الخدمات البيئيّة في مدينة عدن، المؤتمر العامّ الحادي عشر لمنظّمة المدن العربيّة، تونس، 28-26 مايو.
- **محمد عبد الله الحماد (1991).** الخدمات البيئيّة في المدن والبلديّات العربيّة (الإدارة والمعوّقات)، المؤتمر العربيّ الأوّل للبحوث والدراسات البيئيّة، القاهرة، 5-3 ديسمبر.
- **אבנימלך י׳, א׳ אילון, מ׳ שכטר, (1996).** הפרד ומשול באשפה, ירוק כחול לבן 9, עמ׳ 18-16.
- **אברמוביץ׳׳ ג׳ (2001).** מחזור הנייר נותר יציב, סימני חיים 2000, מרכז השל ת״א, עמ׳ 128.

- **הונסון מ׳ (2001).** פסולת ביתית: ללא שינוי ניכר, סימני חיים 2000، מרכז השל ת״א. מחזור והשבה-מצב בעולם ובארץ،(מרץ 2001)، האגף לפסולת מוצקה המשרד לאיכות הסביבה.
- **Atlas R.، M. and Bartha R. (2000).** Microbial Ecology، Addison Wesley Longman، Chapter 12.
- **Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2015).** Waste to energy - key element for sustainable waste management. Waste Management. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.02.003
- **Demirbas, A. (2011).** Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. Energy Conversion and Management. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.09.025
- **EEA (2009).** "Diverting waste from landfill -Effectiveness of waste-management policies in the European Union", Report No 7/2009, p.8
- **Eurostat (2009).** "Sustainable development in the European Union - 2009 monitoring report on the EU sustainable development strategy". Pp 128-130. Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-78-09-865/EN/KS-78-09-865-EN.PDF
- **Gálvez-Martos, J. L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018).** Construction and demolition waste best management practice in Europe. Resources, Conservation and Recycling. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016
- **Giusti, L. (2009).** A Review of Waste Management Practices and Their Impact on Human Health. Waste Management, 29, 2227–2239.
- **Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016).** A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner Production. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007
- **Kaufman D. and CM. Franz (2000).** "Energy Issues"، in: Biosphere 2000. pp. 194-246. USA.
- **Moya, D., Aldás, C., López, G., & Kaparaju, P. (2017).** Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: A worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-To-Energy Technologies. Energy Procedia. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.618
- **Sakai, S. ichi, Yano, J., Hirai, Y., Asari, M., Yanagawa, R., Matsuda, T., … Moore, S. (2017).** Waste prevention for sustainable resource and waste management. Journal of Material Cycles and Waste Management. https://doi.org/10.1007/s10163-017-0586-4
- **UN Habitat (2010).** "Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the World's Cities". Available at: http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2918
- **Van Ewijk, S., & Stegemann, J. A. (2016).** Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput. Journal of Cleaner Production. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.051

الموضوع الفرعيّ 5: الضجّة

5.1 الأهداف الأساسيّة لتدريس الموضوع

أن يفهم الطلّاب تكوّن الأصوات والضجّة وتعريفها وأنهّا ظاهرة فيزيائيّة تؤثّر على الكائنات الحيّة. أن يتعرّف الطلّاب على مصادر الضجّة في إسرائيل والعالم، مميّزات الموجة الصوتيّة، سرعة الصوت، إنتقال الأصوات في الأجسام، تعريف الضجّة بشكل شخصيّ، مستويات الضجّة، حدّ السمع وحدّ الألم، مصادر الضجّة وطرق مواجهة الضجيج. توضيح مفهوم الأشعّة وأنواعها، أنواع واشكال الإشعاع، الاستعمالات الطبّيّة للأشعّة، الاستعمالات التكنولوجيّة، التلوّث الإشعاعيّ، الإضرار بصحّة الإنسان وقياس مستوى الإشعاع. التشديد على أنّ الضجّة هي مكرهة في حالات معيّنة ومضرّة في حالات أخرى وأنّ انتهاء إصدار الضجيج يفضي إلى اختفاء أثرها بعكس باقي المواضيع المعالَجة في كتاب الطالب (التي يبقى أثرها حتّى ولو توقّفنا عن إنتاجها).

5.2 الأفكار المركزيّة

1. الصوت وتعريفه، الضجّة كملوّث شخصيّ، مكرهة الضجّة ومضرّة الضجّة.
2. الموجة الصوتيّة ومميّزاتها: طول الموجة، التردّد، السعة الصوتيّة، النغمة والرنّة.
3. الطاقة الناتجة عن الموجة الصوتيّة وعلاقتها بطول الموج، اختفاء الأصوات كلّما زاد البعد عن مصدرها، تحوّل الطاقة الحركيّة للذبذبات الصوتيّة إلى طاقة حراريّة.
4. المجال السمعيّ وقدرة التمييز بين الأصوات، ليس كلّ ما يصدر نسمعه، قدرة الحيوانات على السمع.
5. قياس مستوى الضجّة وفحص صلاحيّة السمع.
6. طرق مواجهة الضجّة: القوانين، التخطيط السليم والتكنولوجيا.
7. التحرّك الشعبيّ للتأثير على متّخذي القرارات.
8. الإشعاع: أنواعه، استعمالاته، أضراره، قياسه وطرق الوقاية منه.

5.3 الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

1. أن يميّز الطلّاب بين الصوت والضجّة، تعريف كل منهما، مكرهة ومضرّة.
2. أن يتعرّف الطلّاب على الخصائص الفيزيائيّة للموجة الصوتيّة.
3. أن يفهم الطلّاب تأثير الإنسان على الضجّة المدنيّة والصناعيّة.
4. أن يتعرّف الطلّاب على المشكلة البيئيّة الناجمة عن الضجّة، عن أضرارها، وعن طرق مواجهتها.
5. أن يفهم الطلّاب تأثير الضجّة فسيولوجيًّا، نفسيًّا واقتصاديًّا.
6. أن يفهم الطلّاب القوانين، المواثيق والاهتمامات في الحفاظ على البيئة المدنيّة.
7. ان يفهم الطلّاب استعمالات الإشعاع، أضراره وطرق مواجهته.

5.4 اقتراحات تدريسيّة

5.4.1 وصف عمليّة التدريس

الاعتبارات: في هذا الفصل يتمّ تعليم الخواصّ الفيزيائيّة للموجة الصوتيّة والتمييز بين الأصوات المسموعة وغير المسموعة، الأضرار الناتجة من الضجّة بسبب التطوّر التكنولوجيّ، طرق المواجهة، عمليّة السمع والأضرار الناتجة عن الضجيج، قياس الصوت

وصلاحيّة السمع، القوانين المانعة للضجيج. كذلك التشديد على التلوّث الإشعاعيّ والأضرار الناتجة عنه، وطرق مواجهته.
نوصي بإجراء جولة بيئيّة لشارع رئيسيّ وشارع فرعيّ، لمنطقة صناعيّة ولمنطقة مفتوحة، لبيئة مدنيّة مكتظّة وبيئة مدنيّة غير مكتظة وفحص مستويات الضجيج في كلّ منها، وبحث الأضرار الصحّيّة في كلّ منها، والتأثير على سعر الأرض والشقق السكنيّة في كلّ منطقة.
نوصي بجمع مقالات علميّة ذات صلة بالموضوع، وتحليلها في الصفّ. للإحاطة بعدد أكبر من الأمثلة، يمكن العمل في مجموعات داخل الصفّ، بحيث تحلّل كلّ مجموعة مقالاً مختلفًا، وتعرضه أمام الطلّاب.
في نهاية العمليّة، يمكن تشخيص المميّزات المشتركة لحالات مختلفة، وصياغة تعميمات بالنسبة لتأثير نشاط الإنسان، خاصّةً المنتج للضجّة، على النظام البيئيّ المدنيّ.

5.4.2 صعوبات مميّزة

1. يشكّل هذا الفصل أساسًا لفهم الصوت ومميّزاته، ويجب التشديد على حقيقة صعوبة الحياة بل استحالتها بدون أصوات.
2. الطلّاب لا يفرّقون دائمًا بين الصوت والضجّة، لذلك يجب توضيح الأمر لهم بشكل مبسّط.
3. يجد الطلّاب صعوبة في فهم الحاجة للتطوّر التكنولوجيّ والحاجة في الحفاظ على الموارد.
4. يجد الطلّاب صعوبة في فهم معنى حدّ السمع وصلاحيّة السمع، طول الموجة الصوتيّة وترددّاتها.
5. يجد الطلّاب صعوبة في الربط بين تكوّن الضجّة والأضرار الاقتصاديّة الناجمة عنها (ثمن الشقق السكنية مثلًا).
6. يجد الطلّاب صعوبة في فهم العلاقة بين أهمّيّة التكنولوجيا (الهواتف النقّالة، الميكروويف، جهاز الإرسال، وغيرها) والأضرار الصحّيّة الناتجة عن الإشعاع.

5.4.3 اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. من المهمّ أن نشرح للطلّاب فكرة أنّ الصوت هو ظاهرة فيزيائيّة تنتج عنها طاقة تنتقل بين جزيئات الهواء (يضيع منها جزء على شكل حرارة؛ لذلك لا تصل كل الموجة إلى السامع، وتختفي على بعد معيّن) إلى أن تصل إلى الأذن لتسمعها وتفهمها.
2. يجب التشديد على أهمّيّة الأصوات لاستمراريّة حياة الكائنات الحيّة.
3. يجب التشديد على أنّ التعرّض الدائم للضجّة أو لضجّة عالية في الأساس يؤدّي إلى إعياء سمعيّ دائم أو مؤقت.
4. يجب توضيح مصطلح حدّ السمع وأنّه إذا كان منخفضًا فإنّ القدرة على سماع الأصوات ستكون منخفضة جدًا.
5. يجب التوضيح على أنّ الضجّة قد تكون مكرهة تؤثّر على رفاهيّة العيش وأسعار الشقق مثلًا، وقد تكون مضرّة تسبّب أضرارًا صحّيّة.
6. يجب شرح الإشعاع: مميّزاته، الفوائد، الأضرار، وطرق مواجهة الأضرار.

5.5 حلّ الأسئلة التي وردت في الفصل

سؤال 5.1 صفحة 315

أ. سرعة الصوت هي معدّل تقدّم الأمواج الصوتيّة، وتقاس بوحدات متر/ الثانية. تختلف سرعة الصوت باختلاف الوسط الذي تمرّ فيه الموجة الصوتيّة، فكلّما كانت كثافة الوسط عالية كانت سرعة مرور الصوت عبر

الوسط أسرع. لذلك وبما أنّ الفولاذ كثافته أعلى من كثافة الحديد (كما هو معلوم)؛ إذًا تكون فيه سرعة الصوت أكبر.

ب. سرعة الصوت في الوسط المحدّد ثابتة وهي تؤثّر على تردّد الموجة وعلى طولها. حتّى لو تغيّر تردّد الصوت تبقى سرعته ثابتة ما لم يتغيّر الوسط الذي تمرّ عبره.

سؤال 5.2 صفحة 316

الموجة "أ" نغمة عالية، الموجة "ب" نغمة منخفضة.

الصوت العالي ينتج عن الموجة التي تردّدها عالٍ أي طولها منخفض، وكذا الصوت المنخفض ينتج عن الموجة التي تردّدها منخفض وطولها كبير.

سؤال 5.3 صفحة 316

أ. حدّ السمع عند الإنسان هو أقلّ نغمة يمكن للأذن البشريّة سماعها.

ب. في فحص صلاحيّة السمع نقيس أَقلّ حدّ سمع تستطيع أذن الإنسان سماعه في تردّدات مختلفة. الفرق بين حدّ السمع لشخص طبيعيّ وحدّ السمع لشخص أصيب في سمعه يُدعى "إعياء سمعيّ".

سؤال 5.4 صفحة 320

يعتبر الشباب الصافرات وصافرات الإنذار مصدر ازعاج لهم إلّا أنّه عند إجراء استطلاع للتعرّف على المعاناة من اضطرابات سمعيّة نتيجة للتعرّض لأصوات من مصادر مختلفة تبيّن أنّ 30% منهم يعانون من اضطرابات سمعيّة مصدرها الملهى الليليّ، هذا يدلّ على أنّ تعريف الضجّة يختلف باختلاف الأعمار، الثقافة، التربية، وغيرها ولذلك في الحقيقة (فسيولوجيًّا) هم يعانون من اضطرابات سمعيّة بسبب التعرّض للموسيقى من الملهى الليليّ، لكنّهم اعتبروا صافرات الإنذار مصدر ازعاجهم لأنّهم يُعرّفون الضجّة بحسب ميولهم؛ فالضجّة بالأساس صوت، والأصوات متباينة بين مرغوبة ومنبوذة، بغض النظر عن قدرتها على إحداث اضطرابات سمعيّة أم لا.

سؤال 5.5 صفحة 321

1. تعريف الضجّة هو شخصيّ يتعلّق بالسامع نفسه وليس بالضرورة بارتفاع شدّة الصوت.
2. احتكاك المروحة بهيكلها الثابت يصدر أصواتًا مضجّة، ولذلك وبما أنّ سرعة دوران المروحة لم تتغيّر بسبب الاحتكاك فمن الطبيعيّ أن تُبذَل طاقة إضافيّة لتعويض الطاقة التي هُدرت على الاحتكاك وانبعثت بصورة حرارة.
3. سماع صوت القطار بواسطة وضع الأذن على السكّة الحديديّة يعني رصد الأمواج الصوتيّة المنتقلة بواسطة جزيئات الحديد المكوّنة للسكّة الحديديّة، بينما سماع الأصوات من الهواء يعني رصد الأمواج الصوتيّة المنتقلة في الهواء. معلوم أنّه كلّما زادت كثافة الوسط الذي تنتقل به الأمواج الصوتيّة ازدادت سرعة انتقال الأمواج الصوتيّة به (تزداد سرعة الصوت)، لذلك سيسمعون أوّلًا صوت القطار بعد وضع الأذن على السكّة الحديديّة، وليس الأصوات المنتقلة في الهواء.

سؤال 5.6 صفحة 321

1. يعرّفون الضجّة على أنّها تلوّث لأنّها تسبّب مكرهات صحّيّة وحتّى مضرّات صحّيّة.
2. الفرق بين تلوّث الضجّة وبين الملوّثات الأخرى المعروفة هو أنّ الضجّة تختفي عند إيقاف مصدر الصوت إلّا أنّ باقي الملوّثات لا يختفي أثرها تلقائيًّا حتّى ولو

اوقفنا مصدر تكوينها. مثال: لو أوقفنا عمليّة حرق نفايات بشكل غير منتظم سيبقى هناك أثر لها مثل التلوّث الهوائيّ بينما الضجّة تختفي في لحظة الإقلاع عن إصدارها ولا أثر باقيًا لها.

3. الموجة الصوتيّة تتكوّن بسبب احتكاك أو تصادم الأجسام فتنتقل طاقة حركيّة في جزيئات الهواء وتواصل الانتقال من جزيء إلى آخر بعد أن تُفقَد كمّيّة من الطاقة الحركيّة بصورة حرارة مع الانتقال من جزيء إلى الجزيء المحاذي له، وهكذا، فتضعف شدّة الصوت كلّما ابتعدنا عن المصدر، وفي النهاية ستتحوّل الطاقة الحركيّة كلّها إلى طاقة حراريّة وتختفي الموجة الصوتيّة ولا تُسمع بعد ذلك بتاتًا.

سؤال 5.7 صفحة 323

أ. تقليص الضجّة بالقرب من الشقق السكنيّة سيزيد من قيمة الشقق لأنّ الضجّة هي عامل سلبيّ يحدّ من الإقبال على شراء الشقق، خاصّة في المناطق الصاخبة. تقليص الضجّة سيساهم في زيادة الإقبال وارتفاع ثمن الشقق السكنيّة.

ب. نسبة التذمّر من الضجّة عند الناس تكون أكبر في المناطق المعروفة بالهدوء بشكل عام، اعتادت البيئة القرويّة على الهدوء لذلك يمكن ملاحظة التذمّر عند القرويّين في حالة ازدياد الضجّة حتّى ولو بديسيبيل واحد. بينما في المدينة الصاخبة تكون استجابة الناس لانخفاض 1 ديسبيل من مستوى الضجّة أقلّ لأنّ البيئة ما زالت صاخبة، وهذا الانخفاض يكاد يكون غير ملموس.
هناك مستوى معيّن (حرِج/ קריטי) للضجّة فيه نجد غالبيّة الناس يتذمّرون. كلّما زاد مستوى الضجّة بالقرب من الشقق السكنيّة ازداد التذمّر عند الناس، ولكن الازدياد ابتداءً من المستوى الحرج يزيد التذمّر بشكل أقلّ مقارنةً بالازدياد ابتداءً من مستوى أقلّ بكثير من المستوى الحرج. المقصود هو أنّه في المناطق القرويّة يسود عادةً مستوى ضجّة منخفض بحيث أنّ أي زيادة أخرى أو نقصان يمكن ملاحظتها، بينما في المدينة الصاخبة زيادة 1 ديسبيل او انخفاضه يكون أقلّ تأثيرًا على أصحاب الشقق مقارنةً بالمنطقة القرويّة.

ج. قد يكون أحد القطارين يمرّ بمحاذاة الحيّ السكنيّ، قد يكون أيضًا تأثير السائق من حيث السرعة، الصافرة وطريقة السياقة.

سؤال 5.8 صفحة 325

الطريقة الأوّلى (تقليص في المصدر): تحديد حركة الطيران بحيث تُقلّص الرحلات أثناء الليل، تركيب محرّكات هادئة، إحاطة المطار بجدران عازلة للصوت.

الطريقة الثانية (تقليص ليس في المصدر): تركيب نوافذ عازلة للبيوت، وضع سمّاعات على الاذنيين للمواطنين، زراعة أشجار حول البيوت أو بناء جدار عازل للصوت.

سؤال 5.9 صفحة 331

إعياء سمعيّ هو عدم قدرة الأذن على سماع الأصوات بالشكل الطبيعيّ أو ارتفاع حدّ السمع عند المصاب، وقد يكون الارتفاع مؤقّتًا أو دائمًا (عجز سمعيّ). قد يحدث إعياء سمعيّ مؤقّت نتيجة للتعرّض لأصوات مرتفعة لفترة زمنيّة وجيزة، وقد يحدث عجز سمعيّ نتيجة التعرّض لأصوات مرتفعة جدًّا. إذا تعرّض الإنسان لأصوات مرتفعة لمدّة زمنيّة طويلة (سنوات) فسيُصاب بعجز سمعيّ لدى البالغين "بيرسبيكوسيا".

أ. ضجّة السيّارات هي ليست ضجّة مرتفعة جدًّا، إلّا أنّها مرتفعة وتؤدّي إلى حدوث إعياء سمعيّ مؤقّت.

ج. التذمّر، عدم الارتياح وفقدان القدرة على التركيز.

سؤال 5.10 صفحة 333

أ. إذا ظهر على شاشة جهاز الديسيبل الرقم صفر فهذا معناه أنّ المنطقة التي يتواجد فيها الجهاز لا تحتوي على ضجّة ولا على أصوات بشكل مطلق. في هذا المقياس هنالك فلاتر تبطل الأصوات التي يقلّ تردّدها عن 250 هيرتس ويعلو على 4 آلاف هيرتس، ثم يسجّل ما تبقّى بوحدات ديسيبل.

ب. تقاس الضجّة بمقياس خاصّ يُسمّى "مقياس الضجّة"، ويُعبّر عن الضجّة بوحدات db (ديسيبل). يحتوي مقياس الضجّة على ميكروفون يحوّل التغييرات في ضغط الهواء الذي تلامسه إلى إشارات كهربائيّة تنتقل بواسطة مكبّر، والتي يمكن قياسها بعد ذلك.

سؤال 5.11 صفحة 335

بحسب الرسم البيانيّ:

النغمة الأوّلى: النغمة التي تردّدها 1,000 هيرتس بشدّة 10 ديسيبل **يسمعها** الشخص المفحوص.

النغمة الثانية: النغمة التي تردّدها 100 هيرتس بشدّة 10 ديسيبل **لا يسمعها** الشخص المفحوص.

التفسير:

يستطيع الشخص سماع النغمات الموجودة بين حدّ السمع وحدّ الألم أي أعلى من حدّ السمع وأقلّ من حدّ الألم. الرسم البيانيّ يظهر منحنى يصف أدنى صوت يمكن للإنسان المفحوص سماعه. أي أنّ أيّ نغمة تقع تحت المنحنى لا يمكن أن يسمعها الشخص المفحوص. النغمة الأوّلى تقع في نطاق الرسم البيانيّ (أعلى من المنحنى)، وكلّ نغمة تكون في نطاق حدّ السمع فهي مسموعة، بينما النغمة الثانية تقع أدنى من حدّ السمع أي خارج نطاق الرسم البيانيّ، وبالتالي لا يسمعها الشخص المفحوص.

سؤال 5.12 صفحة 337

أ. الصوت ناتج عن طاقة حركيّة سببها التصادم أو الاحتكاك الذي نتج عن مصدر الصوت، تنتقل الموجة الصوتيّة في الهواء بواسطة انتقال الطاقة من جزيء هواء إلى الجزيء المجاور له بحيث يضيع قسم من الطاقة بصورة حرارة خلال الانتقال بين جزيئات الهواء؛ ولذلك تضعف شدة الصوت كلّما ابتعدنا عن المصدر. عندما تصطدم الموجة الصوتيّة (الطاقة الحركيّة) بالألواح العازلة يضيع جزء كبير منها بصورة حرارة وتضعف شدّة الصوت.

ب. كل موجة صوتيّة تنتج طاقة وهي تتعلّق علاقة طرديّة بالتردّد، فكلّما ازداد التردّد ازدادت الطاقة الناتجة من الموجة الصوتيّة. كلّما كانت الطاقة أقلّ (التردّد أقلّ) كانت احتمالات امتصاصها بواسطة الألواح العازلة أكبر.

سؤال 5.13 صفحة 342

أ. في معظم أنوية العناصر الكيميائيّة يكون عدد البروتونات مساويًا لعدد النيوترونات، وفي بعض أنوية بعض العناصر يكون عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات، وتُسمّى هذه العناصر بالنظائر. وهذه النظائر بعضها ثابت، تركيبها الذرّيّ لا يتغيّر بمرور الزمن، وعادةً ما يكون لها عدد ذرّيّ منخفض. لكن، بعض هذه النظائر قد يكون غير مستقرّ، وغالبًا ما تكون أعدادها الذرّيّة عالية، وتُسمّى بالنظائر المشعّة، وهذه النظائر سوف تلفُظ أنويتها دقائق نوويّة (أي سوف يصدر عنها إشعاعات نوويّة) تُسمّى بأشعّة ألفا، بيتا، وجاما. وبمرور الوقت تتحوّل هذه العناصر إلى عناصر أُخرى أقلّ وزنًا، وتختلف في صفاتها الكيميائيّة والفيزيائيّة عن العنصر الأصليّ.

ب. **دقائق ألفا**: يمكن إيقاف مسار أشعّة ألفا بواسطة قطعة من الورق، أَو بواسطة جسم الإنسان، ولكن لو تمّ استنشاق أبخرة المادّة التي تشعّ منها دقائق ألفا أَو بلعها ودخولها إلى الجسم نتيجة وجود جرح فيه، فإنها تكون مؤذية جدًّا.
دقائق بيتا: لا يمكن إيقاف دقائق بيتا بواسطة قطعة الورق، ويمكن إيقاف سريان هذه الأشعّة بواسطة قطعة من الخشب، وقد تسبّب أذىً جسيمًا إذا اخترقت الجسم.
أشعّة جاما: من أخطر أَنواع الإشعاعات، ولها قوّة اختراق عالية جدًّا تفوق بكثير أشعّة ألفا وأشعّة بيتا. ويمكن إيقاف سريانها بواسطة حاجز من الخارصين. وتقع أشعّة إكس من ضمن تقسيمات أشعّة جاما، ولكنّها أَقلّ قدرة على الاختراق من أشعّة جاما.
تتعلّق قدرة الأشعّة على الاختراق بحسب تردّدها فكلّما ازداد التردّد ازدادت الطاقة الناتجة عن الموجة الضوئيّة وازدادت احتمالات اختراقها؛ أشعّة جاما ذات التردّد الأعلى من بين الأنواع الثلاثة من الأشعّة المعروضة في السؤال.

ج. الخارصين هي المادّة التي يمكنها أن تقي من أنواع الأشعّة الثلاثة المعروضة في السؤال.

سؤال 5.14 صفحة 343

أ. بعد كارثة تشيرنوبل في أوكرانيا انتشرت الأشعّة في المنطقة القريبة من المفاعل، ولذلك هناك احتمال بوجود اشعاعات في المنتجات الغذائيّة القريبة من مكان الحادثة، ومن أجل السلامة العامّة أوصوا بعدم شراء منتجات غذائيّة من هناك بسبب احتمال وجود موادّ مشعّة في الغذاء ممّا يهدّد صحّة المستهلك.

ب. تستعمل الأشعّة في الطبّ لتصوير العظام والاجزاء الداخليّة. ويختلف تشخيص الأمراض عند المصاب بحسب موقعه والجهاز الذي يعاني منه المريض، لذلك تستعمل الأشعّة لتصوير الأعضاء الداخليّة غير المرئيّة للعيان، يمكن للأشعّة أن تخترق اعضاءً معيّنة دون أخرى بحسب نوع الأشعّة وتردّدها. لقد استعملت هذه الميزة في الطبّ وعلم التصوير الأشعيّ لتلائم نوع الأشعّة التي يجب استعمالها لتشخيص مرض معيّن بحسب فرضيّة الطبيب الأوّليّة. يجرى التصوير الأشعيّ من أجل التأكّد من صحّة الفرضيّة وحصر مكان المرض.

ج. تسبّب الأشعّة أمراضًا أهمّها مرض السرطان لأنّها تغيّر مبنى المادّة الوراثيّة، وذلك بحسب الطاقة التي تُكسبها الأشعّة للمادّة الوراثيّة عند اصطدامها بها. تتعلّق الطاقة بتردّد الموجة الإشعاعيّة فكلّما ازداد التردّد ازدادت الطاقة، وازداد الخطر من الأشعّة.

سؤال 5.15 صفحة 344

أ. أشعّة كهرومغناطيسيّة غير مرئيّة، حيث أنّها تتميّز بطول موجة أَقلّ من تردّد الضوء المرئيّ. وتنبعث الأشعّة فوق البنفسجيّة مع أشعّة الشمس، وهي ضارّة لصحّة الإنسان، حيث تتسبّب في حدوث مرض سرطان الجلد، وبعض أَمراض العين (مثل: مرض عتامة العدسة كتراكت). ويمكن استعمال الأشعّة فوق البنفسجيّة في الطبّ، المختبرات البحثيّة ولإبادة الكائنات المجهريّة في مياه الشرب.

ب. الصنف "أ" هو الأكثر صمودًا أمام الأشعّة فوق البنفسجيّة لأنّ نسبة البكتيريا من الصنف "أ" التي بقيت على قيد الحياة بعد تعرّضها للأشعّة فوق البنفسجيّة كانت عالية جدًّا مقارنةً بالبكتيريا من الصنف "ب".

ج. تسبّب الأشعّة فوق البنفسجيّة مرض سرطان الجلد للإنسان المتعرّض لها بشكل كبير ودائم. يمكن الوقاية منها بواسطة تجنّب أشعّة الشمس أو كلّ مصدر اصطناعيّ آخر مثل المستشفيات، الأجهزة الالكترونيّة ومختبرات البحث العلميّ.

سؤال 5.16 صفحة 347

أ. إنّ الإشعاع غير المؤيّن هو الإشعاع الكهرومغناطيسيّ الذي له طاقة محدودة وقليلة تكفيه للتحرّك حول الذّرّات داخل الجزيئات، أو تسبّب لها اهتزازًا وتذبذبًا. إشعاع لا يوجد فيه ما يكفي من الطاقة من أجل تغيير مبنى الذرّة مثل الإشعاعات الكهرومغناطيسيّة، ومنها موجات الراديو والتليفزيون، وموجات الرادار، والموجات الحراريّة ذات الأطوال الموجيّة القصيرة (ميكروويف) والموجات تحت الحمراء والأشعّة فوق البنفسجيّة والضوء العاديّ. ورغم أنّ خطر الإشعاع غير المؤين أقلّ من خطر الإشعاع المؤيّن بسبب قدرته المتدنّية على خلق التغيّرات في الخلايا العضويّة إلّا أنّه لا يخلو من تأثير سلبيّ على صحّة الإنسان، وعلى جودة البيئة.

ب. لأنّه تزداد احتمالات إصابتهم بالمرض بسبب الإشعاع المنبعث من الهوائيّات.

ج. أجهزة البثّ الصغيرة تسبّب تعرّضًا لوجبات إشعاع صغيرة وانخفاض الاحتمالات بالإصابة بالأمراض. أمّا سلبيتها فهي أنّه على شركات الهواتف النقّالة دفع تكلفة أكبر مقابل هذه الأجهزة وتوزيعها، وكذلك عليها إقناع عدد أكبر من الناس لوضعها في بيوتهم.

د. يمكن للهوائيات أن تضرّ أيضًا بالحيوانات وليس فقط بالإنسان.

سؤال 5.17 صفحة 350

أ. بسبب تعرّض المحصول الزراعيّ للأشعّة قد تحدث تغيّرات وراثيّة للمحصول فتسبّب مرضًا لمستهلكيه (بشكل غير مباشر). أو قد يتبقّى إشعاع (الناتج من الرادون الفعّال مثلًا) يغطّي المحاصيل الزراعيّة فيسبّب أضرارًا مباشرة لمستهلكيه.

ب. مثالان لاستعمال الأشعّة في الطبّ: 1) إجراء تصوير رنتجن 2) استعمال الإشعاع للتخلّص من الأورام السرطانيّة.

ج. ضرر قد يحدث بسبب استعمال الأشعّة ذات النشاط الإشعاعيّ في الطبّ: طفرات في الخلايا البشريّة فتؤدّي إلى مرض السرطان؛ أو قد تتضرّر أيضًا الخلايا السليمة أثناء علاج الخلايا السرطانيّة بواسطة الإشعاع.

أسئلة متعدّدة الخيارات صفحة 355

رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة	رقم السؤال	رقم الإجابة
1	3	12	2	23	4	34	3
2	1	13	4	24	2		
3	2	14	1	25	3		
4	2	15	2	26	2		
5	3	16	1	27	3		
6	1	17	1	28	4		
7	1	18	4	29	4		
8	3	19	1	30	4		
9	3	20	2	31	1		
10	2	21	3	32	4		
11	1	22	2	33	3		

المراجع

- **أحمد فؤاد باشا: (1993)**. الإنسان ومشكلة التلوّث بالضوضاء، مجلّة الأزهر، الجزء الثامن، السنة الخامسة والستّون، فبراير، القاهرة.
- **حسن أحمد شحاتة (1999)**. التلوّث البيئيّ فيروس العصر المشكلة أسبابها وطرق مواجهتها، دار النهضة العربيّة، القاهرة.
- **روبرت لافون جرامون (1977).** التلوّث وقضايا الساعة، ترجمة نادية القبّاني وجورج عزيز، الناشر شركة ترادكسيم.
- **مارى كلادابوت - رينيه شوشول(1991)**. الضوضاء، ترجمة نادية الجندي، ناجى سمير شحاتة، دار المستقبل العربيّ، القاهرة.
- **محمد السيد أرناؤوط (1999)**. الإنسان وتلوُّث البيئة، مكتبة الأسرة، الدار المصريّة اللبنانيّة، القاهرة.
- **קלצ'קו ש'، ג' מדאורי، י' ברק (1992).** אקולוגיה ואיכות הסביבה בשילוב מחשב, ירושלים.
- **קלרי י'، (2003).** הנחיות לחיזוי רעש מכבישים، המשרד לאיכות הסביבה، האגף למניעת רעש.

- **A¨ıt-Sahalia، Y.، P. Mykland، and L. Zhang، (2005).** "How Often to Sample a Continuous-Time Process in the Presence of Market Microstructure Noise،" Review of Financial Studies، 18 (2)، 351–416.
- **Bandi، F. M.، and J. R. Russell، (2005).** "Realized Covariation، Realized Beta، and Microstructure Noise،" manuscript University of Chicago.
- **Barndorff-Nielsen O. E.، Hansen P. R.، Lunde A.، Shephard N.، (2006).** "Designing Realised Kernels to Measure the Ex-Post Variation of Equity Prices in the Presence of Noise،" manuscript University of Oxford.
- **Fiedler, P. E. K., & Zannin, P. H. T. (2015).** Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs-Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.09.014
- **Frid, C. L. J., & Caswell, B. A. (2017).** Marine pollution. In *Marine Pollution*. https://doi.org/10.1093/oso/9780198726289.001.0001
- **Gabbay S.، (2002).** The environment of Israel. State of Israel. Ministry of environment، Jerusalem.
- **Hammer, M. S., Swinburn, T. K., & Neitzel, R. L. (2014).** Environmental noise pollution in the United States: Developing an effective public health response. *Environmental Health Perspectives*. https://doi.org/10.1289/ehp.1307272
- **Iglesias Merchan, C., Diaz-Balteiro, L., & Soliño, M. (2014).** Noise pollution in national parks: Soundscape and economic valuation. *Landscape and Urban Planning*. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.11.006
- **Slabbekoorn, H. (2019).** Noise pollution. *Current Biology*. https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.07.018
- **Khan, J., Ketzel, M., Kakosimos, K., Sørensen, M., & Jensen, S. S. (2018).** Road traffic air and noise pollution exposure assessment – A review of tools and techniques. *Science of the Total Environment*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.374
- **Kunc, H. P., McLaughlin, K. E., & Schmidt, R. (2016)**. Aquatic noise pollution: Implications for individuals, populations, and ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0839

- **Murphy, E., & King, E. A. (2014).** Environmental Noise Pollution. In *Environmental Noise Pollution*. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-411595-8.00001-x
- **Merchant, N. D., Pirotta, E., Barton, T. R., & Thompson, P. M. (2014).** Monitoring ship noise to assess the impact of coastal developments on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin*. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.058