

חיים וסביבה

פרקי מבוא ללימודי סביבה

מדריך למורה

משרד החינוך התרבות והספורט – המינהל הפדגוגי – האגף לתכניות לימודים

הוכן על ידי צוות לימודי סביבה באגף לתכניות לימודים

מרכז הצוות : ד"ר נטע עורבי

כתיבה : זאב שטסל

מנון הרן

עריכת הלשון : עטרה סמואל

תוכן עניינים

5	הקדמה
9	פרקי הספר
9	מבוא
9	מהי אקולוגיה
10	כוכב הלכת "ארץ"
10	כדור הארץ ביקום
14	האטמוספירה והאקלים של כדור הארץ
17	הגיאולוגיה של כדור הארץ
21	התפתחות החיים על פני כדור הארץ
27	מערכות אקולוגיות – מבנה ותפקוד
29	היצורים בסביבתם
32	אוכלוסיות
38	מעברי אנרגיה וחומרים במערכת אקולוגית
44	יציבות ואי יציבות במערכת אקולוגית
47	מערכות אקולוגיות בעולם ובארץ

הקדמה

למי מיועד הספר?

ספר הלימוד **חיים וסביבה** מיועד לתלמידי החטיבה העליונה הלומדים במגמת **לימודי הסביבה**. לפיכך הנושאים בספר נכתבו על פי העקרונות המנחים בתכנית הלימודים (לימודי סביבה בחטיבה העליונה, האגף לתכניות לימודים, התשנ"ב - 1992). למותר לציין שאוכלוסיות תלמידים נוספות יכולות להיעזר בו לצורכי העשרה והרחבה.

במה עוסק הספר?

הספר מהווה את יחידת המבוא הבסיסית ללימודי הסביבה בחטיבה העליונה. הנושא המרכזי של יחידה זו הכרת הסביבה על מרכיביה השונים הפיזיים והביולוגיים, זאת, בהתאמה למפרט הנושאים שכותרתו בסילבוס היא: **מערכות אקולוגיות**. המטרה העיקרית בתחום התוכן היא להבנות אצל התלמידים את מושגי היסוד הקשורים למבנה ולתהליכים המרכזיים שמתרחשים במערכת אקולוגית. ההכרה במורכבותן של מערכות אקולוגיות טבעיות וההבנה שכל שינוי באחד המרכיבים שלהן גורר שינויים במרכיבים נוספים, הן הבסיס לכל דיון ועיסוק במקומו של האדם בטבע ובהשפעותיו על הסביבה. ביחידה זו מעורבותו של האדם בסביבה אינה מודגשת, אך היא תהווה את עיקר הלימוד ביחידות ההמשך.

מהו הייחוד של הספר?

בספר משולבים תחומי דעת שונים בעיקר ממדעי כדור הארץ וממדעי החיים, כמתחייב מעיסוק בנושא בין-תחומי **לימודי סביבה**. כדי להבין היטב את התהליכים המאפיינים מערכת אקולוגית ומעצבים אותה, יש צורך להכיר ולדעת את מקומו של כדור הארץ וייחודו במערכת השמש וביקום, כיוון שמקומו וייחודו קובעים את התנאים הפיזיים פניו. לכן מוקדש חלקו הראשון של הספר **לכוכב הלכת "ארץ"**, ומשולבים בו נושאים מתחומי האסטרונומיה (כגון, היווצרות היקום, תנועת כדור הארץ), המטאורולוגיה (כגון, אקלים), הגיאולוגיה (כגון, סלעים, היווצרות קרקעות) ומדעי החיים (כגון, אבולוציה ביולוגית). החלק השני של הספר מוקדש **למבנה ולתפקוד של מערכות אקולוגיות**. לכל אורך הספר מודגש ההיבט המקומי - הארץ ישראלי: האקלים, הגיאולוגיה, החי, הצומח והנוף.

מהם הדגשים בתחום התוכן?

העיקרון המנחה את תכנית הלימודים "לימודי הסביבה" הוא לימוד על הסביבה, בסביבה ולמען הסביבה. בספר זה מודגש **הלימוד על הסביבה**, וחשיבות מיוחדת יש לכך שהוא ייערך בסביבה עצמה. הידע על הסביבה הוא מרכיב בסיסי בטיפול כושרם של תלמידים לנתח בעיות סביבתיות ולהציע דרכים מועילות לפתרונן.

להלן כמה רעיונות מרכזיים המודגשים בספר :

- שילוב בין תנאים פיזיקליים וכימיים על פני כדור הארץ הוא המאפשר חיים על פניו.
- התנאים על פני כדור הארץ משתנים ללא הרף : הקרום של כדור הארץ עובר שינויים והרכב האטמוספירה משתנה. כל אלה משפיעים על תהליך האבולוציה הביולוגית, על מגוון המינים ועל תפוצתם.
- היצורים מותאמים לסביבה שבה הם חיים. התאמה לסביבה היא תוצאה של תהליכי ברירה טבעית.
- קיימות השפעות הדדיות בין היצורים לבין המרכיבים הפיזיים בסביבתם - הגורמים האביוטיים משפיעים על תהליכים בגופם של יצורים, והיצורים משפיעים על גורמים אביוטיים בסביבתם.
- גודלן של אוכלוסיות מושפע מגורמי סביבה שונים. שינויים בגודל של אוכלוסיות הם מדד ליציבותן של מערכות אקולוגיות.
- הביוספירה היא מערכת פתוחה בהקשר לאנרגיה אך סגורה בהקשר לחומר. החומרים עוברים תהליכי מחזור במחזורי החומרים הביוגיאוכימיים.
- בשרשרות המזון עוברים חומרים ואנרגיה מהיצרנים לצרכנים. רוב האנרגיה שעוברת מרמה טרופית אחת לאחרת נפלטת לסביבה כאנרגיית חום, שיצורים אינם יכולים לנצל.
- שיווי משקל אקולוגי, המבטא את יציבותן של מערכות אקולוגיות הוא דינמי. פגעי טבע ומעורבותו של האדם, עלולים להפר בצורה קיצונית את שיווי המשקל.
- בגלל מיקומה הגיאוגרפי של ישראל וההיסטוריה הגיאולוגית של האזור, יש בארץ, בשטח מצומצם, מספר רב יחסית של בתי גידול המאכלסים מגוון רחב של מינים.

מהם הדגשים בתחום פיתוח הכשרים, המיומנויות והערכים ?

החשיבות של פיתוח מיומנויות חשיבה ועבודה אצל תלמידים מקבלת ביטוי ברוב חומרי הלמידה החדשים שיוצאים לאור. נציין כמה מהמיומנויות הללו המודגשות ביחידה זו :

- **למידה עצמית** : ספר הלימוד אינו מספק את כל הידע הנדרש, וישנן כמה הזדמנויות שבהן נדרשים התלמידים לחפש מידע בספרייה ובמאגרי מידע ממוחשבים, ולעבד אותו. במסגרת זו נחשפים בפני התלמידים מאמרים מדעיים שאותם הם צריכים לנתח בראייה ביקורתית ולהפיק מהם את המידע הנחוץ.
- **דרכי עבודה במחקר מדעי** : חשוב שתלמידים יכירו את דרכי המחקר באקולוגיה, הכוללים כמו בכל תחום מדעי : איסוף נתונים, עריכת ניסויים ותצפיות, עיבוד התוצאות בתרשימים, בטבלאות ובגרפים, הסקת מסקנות ודיווח. בספר מובאים כמה מחקרים בנושאים שונים באקולוגיה.
- **עבודה בשדה ובמעבדה** : לימוד נושאים סביבתיים מחייב עריכת תצפיות ומחקרים בשדה. לשם כך התלמידים יתרגלו שימוש במכשירים, בכלי מדידה ובמגדירים. מספר מצומצם יחסית של ניסויים בתחום האקולוגיה יכולים להתבצע במעבדת בית הספר ובספר, כלולות כמה הצעות לניסויים.
- **טיפוח ערכי טבע ושמירה על הסביבה** : מטרה מרכזית זו בלימודי הסביבה מודגשת בכל היחידות הנלמדות במסגרת התכנית ובמיוחד ביחידה זו. הכרת טבע הארץ, הנופים, הצמחים ובעלי החיים האופייניים, היא הדרך העיקרית להשגת מטרה זו.

הערות אחדות על מבנה הספר

- בכל אחד מפרקי הספר משולבים **קטעי הרחבה והעשרה** המתקשרים למידע המצוי בפרק. הקטעים הללו נבדלים גרפית (רקע צבעוני) מהטקסט הרציף. חלקם הגדול מלווה בשאלות ומומלץ בהחלט להתייחס למידע המצוי בהם.
- **הסיכום** בכל פרק כולל, בצורה מתומצתת מאוד, את עיקרי המידע הניתן בו.
- בסיום כל פרק מובאת **רשימה של המונחים המרכזיים** הכלולים בו. המונחים הללו מודגשים בטקסט, וההסבר לכל אחד מהם נמצא במילון המונחים שבסוף הספר.
- בפרק הדין במערכות אקולוגיות בעולם ובארץ שולבה הצעה לצפייה מודרכת בסרט שנושא "ביומים". זו דוגמה אחת שכמותה ישנן רבות. מומלץ מאוד לשלב **צפייה בסרטים** לגיוון דרכי ההוראה והלמידה, להעשרת המידע הניתן בדרך מילולית ולהמחשתו. הצעות לסרטים נוספים יובאו בדיון המפורט שבהמשך על כל אחד מפרקי הספר.

הצעה לחלוקת שעות

לנושא **מערכות אקולוגיות** מוקצבות על פי תכנית הלימודים 40 שעות. להלן הצעה לחלוקת השעות:

שם הפרק	מספר שיעורים
מבוא - מהי אקולוגיה (עמ' 5-6)	1
כדור הארץ ביקום (עמ' 9-18)	3-2
האטמוספירה והאקלים של כדור הארץ (עמ' 19-26)	3-2
הגיאולוגיה של כדור הארץ (עמ' 27-40)	5-4
התפתחות החיים על פני כדור הארץ (עמ' 43-63)	6-5
היצורים בסביבתם (עמ' 69-81)	4-3
אוכלוסיות (עמ' 83-109)	9-8
מעברי אנרגיה וחומרים במערכות אקולוגיות (עמ' 111-136)	5-4
יצירות ואי-יצירות במערכת אקולוגית (עמ' 137-146)	3-2
מערכות אקולוגיות בעולם ובארץ (עמ' 147-172)	3-2

מקורות מידע ופעילויות ברשת האינטרנט

רשת האינטרנט מזמנת למורים ולתלמידים סביבת לימוד חדשה. סביבת למידה זו מלבד היותה מגוונת, עשירה ומאתגרת מכילה מידע רלוונטי ומעודכן, היכול לפתוח אפיקים רבים להוראה וללמידה אחרת. אחד האתרים החינוכיים ברשת, בשפה העברית, הוא **סנונית**, אתר משותף למשרד החינוך ולאוניברסיטה העברית בירושלים. האתר מיועד למורים ולתלמידים ויש בו חומר רב במגוון רחב של תחומים ונושאים, ביניהם נושאים רלוונטיים לתוכני הספר "חיים וסביבה". מאתר זה אפשר כמובן, להמשיך לגלוש לאתרים נוספים ברשת. כתובת האתר:

[http:// www.snunit.k12.il](http://www.snunit.k12.il)

שימוש בכתבי עת אלקטרוניים

באתר **סנונית** קיימת ספרייה וירטואלית ובה כתבי עת. ניתן באמצעות מנגנוני החיפוש למצוא ולעיין במאמרים. כתבי העת הרלוונטיים לנושאי הספר ושחלקם נמצאים בספרייה הוירטואלית

הם :

- אקולוגיה וסביבה
- ארץ וטבע
- גלילאו
- הביוספירה
- טבע הדברים
- טבע וארץ
- כמעט 2000
- מסע אחר
- סביבות
- עלון למורי הביולוגיה
- עלון למורי הכימיה

פרקי הספר

מבוא

מהי אקולוגיה

הערות והצעות מתודיות

- פרק המבוא משמש כשיעור פתיחה ליחידה כולה, במסגרתו כדאי להבהיר את המושג **אקולוגיה**, מהו תחום האקולוגיה, מהן שאלות המחקר בתחום האקולוגיה ומה חשיבותן לאדם מעבר לסיפוק הסקרנות האנושית.
- מצד אחד יש לחדד את ההבדלים בין תחום האקולוגיה ובין תחום איכות הסביבה ומצד אחר יש להצביע על הקשרים ביניהם. האקולוגיה היא ענף במדעי החיים, העוסק בקשרי הגומלין שבין היצורים לסביבתם על כל המשתמע מכך. עם התגברות הבעיות הסביבתיות הלך והתפתח תחום נוסף והוא **האקולוגיה האנושית**. תחום זה מתמקד ביחסים המורכבים שבין האדם לסביבה ובמסגרתו יש ביטוי לנושאים באיכות הסביבה. יש להבחין בין אקולוגים ובין אנשי איכות הסביבה. מובן שפעולות האדם משפיעות על מערכות אקולוגיות טבעיות וכאן הקשר בין שני התחומים האלה.
- אפשר להביא דוגמאות אקטואליות מהעיתונות היומית, נוסף לאלה המוזכרות בספר, שיבהירו את תחומי העניין של האקולוגים לעומת תחומי העניין של אנשי איכות הסביבה ושל חוקרי האקולוגיה האנושית. יש מקום להציע לתלמידים שיביאו דוגמאות מתחומים אלה.
- אפשר להיעזר בשיעור המבוא בסרט **מהי אקולוגיה**, סרט בהפקת "מוחות" באורך 21 דקות. הסרט מציג את מדע האקולוגיה ומתאר את שיטות המחקר הנהוגות בו. בסרט מתוארים יחסי גומלין בין בעלי חיים וצמחים ויש בו הצגה יפה של ביומים שונים.

כוכב הלכת "ארץ"

החלק הזה בספר כולל מבואות כלליים בשלושה נושאים חשובים הדרושים להבנת התהליכים שעיצבו ומעצבים את הסביבה הפיזית: מיקומו של כדור הארץ ביקום, האטמוספירה והאקלים על פני כדור הארץ, והגיאולוגיה של כדור הארץ. בהמשך מוקדש פרק להתפתחות החיים על פני כדור הארץ. למרות החשיבות שיש לנושאים אלה בהבנת המבנה והתפקוד של מערכות אקולוגיות לא יכולנו במסגרת המבואות להרחיב ולהעמיק בהם. אפשר להיעזר ברשימת הספרות המומלצת המצוינת בכל אחד מהפרקים על מנת להרחיב במידת הצורך.

לחומר חזותי יש חשיבות רבה ביותר להבנת הנושאים האלה ומומלץ מאוד להיעזר, בעת ההוראה, באיורים שבספר ובסרטים. רשימה של סרטים נבחרים תמצאו בעמ' 10. הרשימה כוללת סרטים שנבחרו על פי שלושה קריטריונים: רלוונטיות מבחינת התוכן, מידת התאמתם לרמת התלמידים ומידת הנחות להשגתם.

כדור הארץ ביקום

רעיונות מרכזיים בפרק

- האדם שינה את תפיסתו לגבי מקומו ביקום מגישה גיאוצנטרית (שרוחה בעת העתיקה ובימי הביניים), שראתה בכדור הארץ את מרכז היקום, לתמונת היקום של היום. על פי תמונת יקום זו כדור הארץ הוא רק אחד המרכיבים במערכת השמש, שהיא מרכיב אחד מיני רבים בגלקסיה שלנו, שהיא אחת מגלקסיות רבות אחרות ביקום.
- השאלה כיצד נוצרו היקום ומערכת השמש העסיקה מדענים רבים אשר הציעו תאוריות העונות על כך. התאוריות המקובלות כיום מסבירות את היווצרות היקום באירוע הקרוי "המפץ הגדול" ואת היווצרות מערכת השמש בקריסת ענן של אבק וגז.
- כדור הארץ סובב סביב השמש יחד עם כוכבי הלכת האחרים.
- תנועת כדור הארץ סביב השמש וצירו הנטוי למישור המִלְקָה, מסבירים את קיומן של עונות השנה.

הערות דידקטיות

- בפרק זה, ובפרקים נוספים, מוצגות בפני התלמידים תאוריות שונות ואמונות שרווחו בעבר. יש מקום לדון עם תלמידים על ההבדלים שבין תאוריה לאמונה. התאוריה היא תורה שמשולבות בה הנחות והשערות המבוססות על עובדות, לעומת זאת לאמונות אין בסיס עובדתי.
- נושא האסטרונומיה מעניין ומרתק את רוב התלמידים, אך לעתים רחוקות הוא נלמד במסגרות הרגילות רק לעתים רחוקות. בפרק זה אנו מביאים מושגים בסיסיים אחדים בתחום זה במטרה להסביר ולהבין את מקומו וייחודו של כדור הארץ במערכת השמש וביקום. כדאי לברר עם התלמידים, בטרם יחלו ללמוד את הפרק, מהו הידע הקודם שיש

להם בנושאים אלה. חלק מהמושגים נלמדו במסגרת לימודי הגיאוגרפיה בחטיבת הביניים. מומלץ לעיין בספר הלימוד 'כדור הארץ במסלולו' (הוצאת ת"ל, תשמ"ח). תלמידים שמתעניינים במיוחד בנושאים אלה אפשר להפנות למאמרים ולספרים על פי הרשימה המצורפת בעמוד 13.

- על מנת להבין מדוע נטו הקדמונים לראות את כדור הארץ כמרכז היקום אפשר לעקוב עם התלמידים אחר המהלך של גרמי השמים. לשם כך יש לבדוק את מיקומו בשמים של הגרם השמימי שבו אנו צופים בהפרשים של שעות מעטות. ביום - אפשר לבדוק את תנועת השמש בשמים ובלילה - את תנועת הירח ואת תנועתן של קבוצות כוכבים נבחרות. בפלטרום אפשר להדגים תופעה זו בדרך מצוינת.
- חשוב להדגיש בפני התלמידים שבנושא היווצרות היקום ומערכת השמש קיימות תאוריות שיש להן אמנם ראיות תומכות, אך אין כל ודאות שכך אכן התרחשו הדברים. נמנעו מלפרט בנושא זה. אם הנושא עולה בכיתה, ניתן להזכיר אחת מן הראיות החשובות התומכות בתאוריית "המפץ הגדול": האור של רוב הגלקסיות שניתן לצפות בהן, מוסט לאדום. עובדה זו מעידה על כך שהן מתרחקות מאתנו, כלומר: היקום מתפשט.
- ממדיו העצומים של היקום קשים מאוד לתפיסה. אנו מנסים להבהיר ולהמחיש נושא זה במידת מה, בעזרת האיור והטקסט שבעמודים 12-13 שבספר הלימוד.
- ההבנה של תופעת עונות השנה דורשת תפיסה תלת-ממדית. רצוי מאוד לבצע הדגמה של תנועת כדור הארץ מסביב לשמש - בחדר חשוך. ניתן לבצע זאת באמצעות גלובוס המייצג כמובן את כדור הארץ ומקור אור המייצג את השמש. יש לסובב את הגלובוס מסביב ל"שמש" בעוד צירו (של הגלובוס) מופנה כל העת לאותו כיוון (למשל לפינה מסוימת בחדר). לשים לב לאזורי האור והצל על פני הגלובוס. לאחר שהתלמידים ראו והבינו את ההדגמה אפשר לתת להם להתנסות בה בעצמם: כל תלמיד יקבל כדור קטן שייצג את כדור הארץ (אפשר להשתמש בכדורים מקלקר שאפשר לרכוש בחנויות צעצועים). על הכדור יתבקשו התלמידים לצייר קווי אורך וקווי רוחב. לאחר מכן הם ינעצו את הכדור על עיפרון או על עט בנקודת הקוטב הדרומי. מציבים במרכז השולחן נר, המייצג את השמש, וחוזרים על ההדגמה המתוארת למעלה. אפשר להרחיב את הניסוי ולבקש מהתלמידים להציב את "כדור הארץ" שלהם בנקודות שונות במסלולו, המתאימות לעונות שונות, למשל לקיץ צפוני, לחורף דרומי וכן הלאה.
- בעמוד 18 בספר הלימוד, הבאנו קטע מתוך הספר "הנסיך הקטן". זו הזדמנות להראות לתלמידים תיאור ספרותי יפה של תנועת כדור הארץ.

תשובות לשאלות נבחרות

שאלה 1, עמ' 17

תצפית פשוטה בשמים מגלה שגרמי השמים - השמש הירח והכוכבים - נעים מסביב לנקודת מבטו של הצופה מכדור הארץ. הם נראים לו זורחים במזרח ושוקעים במערב.

שאלה 2, עמ' 17

קיים קושי ליישב בין תמונת היקום המתבססת על תצפיות וחישובים אסטרונומיים שנעזרים באמצעי הגדלה רבי-עוצמה ובין תצפיות יום-יומיות פשוטות. בשל אמונות דתיות שונות ובשל שמרנות נמנעו רבים, במשך שנים רבות, מלהשלים עם העובדה שכדור הארץ והחיים על פניו, שהם נזר הבריאה, אינם מרכז היקום.

שאלה 3, עמ' 17

כוכבי לכת אינם קורנים אור מעצמם וגודלם קטן בהרבה מגודלו של הכוכב שמסביבו הם נעים. משום כך לא ניתן להבחין בהם באופן ישיר.

שאלה 4, עמ' 17

נתייחס לאביב בחצי הכדור הצפוני. לקראת האביב והקיץ מואר חלק גדול יותר של חצי הכדור הצפוני, משום כך, כל נקודה הנמצאת על קו רוחב כלשהו בחצי הכדור הצפוני תימצא באור זמן רב יותר מאשר בחושך.

שאלה 6, עמ' 17

בכל עונות השנה מגיעות קרני השמש לאזור קו המשווה בזוויות הקרובות ל 90° -, משום כך, הקרינה על כל יחידת שטח היא בעוצמה רבה יותר. כמו כן קרני שמש, המגיעות לכדור הארץ בזוויות הקרובות ל 90° -, עוברות דרך קצרה יותר באטמוספירה, ופחות קרינה נבלעת ומתפזרת בדרך.

שאלה 1, עמ' 18

הדלקת הפנסים עצמה, דהיינו מצב שבו נראים הכוכבים בתחילתו של הלילה, נובעת מתנועות כדור הארץ מסביב לצירו ומהסתרת השמש. קרינת השמש אינה מאפשרת לראות את הכוכבים במשך היום.

שאלה 2, עמ' 18

כדור הארץ סובב סביב צירו, וכך אזורים עוברים על פניו, כל העת, מתחום שבו ניתן לראות את השמש ושורר בהם יום, אל תחום שממנו לא ניתן לראות את השמש ושורר בהם לילה.

שאלה 3, עמ' 18

מהחלל.

שאלה 4, עמ' 18

בִּקְטָבִים חצי שנה יום וחצי שנה לילה.

מקורות עיון למורים

דר א' (1988), **השמש שלנו**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.
הוקינג ס' ו' (1989), **קיצור תולדות הזמן - מן המפץ הגדול עד חורים שחורים**, ספרית מעריב.
ליבוביץ א' (1981), **כוכבים כפולים**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.
מידב מ', ברוש נ', נצר ח' (1988), **היקום, יסודות האסטרופיזיקה**, הוצאת רמות, אוניברסיטת תל אביב.

שביב ג' (1978), **קוסמולוגיה - פרקים נבחרים בתולדות היקום**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.

שביב ג' (1983), **קוסמולוגיה - אסטרופיסיקה והחיים מחוץ לכדור הארץ**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.

מקורות עיון לתלמידים

ברוש נ' (1997), 'מערכות שמש אחרות', **גליליאו**, 25, עמ' 33-39.
בר-נון ע' (1996), 'אולי אנחנו לא לבד', **גליליאו**, 18, עמ' 44-45.
גלנט ר' (1993), **היקום**, ספריית מעריב.

יאיר י' (1998), 'הגבול האחרון- קצה העולם והיקום', **כמעט 2000**, 19, עמ' 8-11.
קולין ר' (1993), **תולדות היקום**, הוצאת דניאלה די-נור, ידיעות אחרונות וספרי חמד.
חדוות הדעת - היקום (1983), הוצאת מסדה.
כדור הארץ במסלולו (1988), הוצאת האגף לתכניות לימודים.

סרטים

היקום - עולם בלי גבולות, סדרה של האוניברסיטה הפתוחה (טל: 03-6460585) ובה 26 פרקים.
משך כל פרק 30 דקות.
פרק 19 - **מקורותיה של מערכת השמש**. הפרק עוסק בהיווצרות מערכת השמש.
פרק 20 - **כוכב הלכת ארץ**. הפרק עוסק בהיווצרות כדור הארץ ובייחודו במערכת השמש.
פרק 25 - **חיים בעולמות אחרים**. הפרק עוסק בשאלת קיומם של חיים מחוץ לכדור הארץ.
כוכבי הלכת, סדרה חדשה של האוניברסיטה הפתוחה (טל: 03-6460585) ובה 26 פרקים. משך כל פרק 30 דקות (מומלצת מאוד).
פרק 1 - **ילדי השמש**. כיצד השתנתה, במהלך ההיסטוריה, תפיסת האדם את היקום.
פרק 7 - **האם אנחנו לבד ביקום?** הפרק עוסק בשאלת החיים מחוץ לכדור הארץ.

האטמוספירה והאקלים של כדור הארץ

רעיונות מרכזיים בפרק

- תכונות שונות של האטמוספירה, כגון טמפרטורה ולחץ האוויר, משתנות עם הגובה. בהתאם לכך נוהגים לחלק את האטמוספירה ל**שכבות**: טרופוספירה, סטרטוספירה, יונוספירה.
- בכדור הארץ ארבעה **אזורים אקלים** עיקריים: אקלים טרופי, אקלים מדברי, אקלים ממוזג ואקלים קוטבי.
- אזורים האקלים נוצרים עקב התחממות רבה יותר של אזורים קו המשווה בהשוואה לאזורים המרוחקים ממנו. כמו כן גורמת התחממות זו להיווצרות זרמי האוויר באטמוספירה המעבירים אנרגיית חום מקו המשווה לכיוון הקטבים ומשפיעים גם הם על היווצרות אזורים האקלים.
- רצועות האקלים מוסטות דרומה או צפונה מקווי הרוחב שבהם אמורות להיות על פי חישובים תאורטיים. הסיבות לכך הן בעיקר: השפעות האוקיינוסים והימים על שולי היבשות, הגובה הטופוגרפי, והתבליט המקומי שעשוי להשפיע על מסלולי הרוחות והחשיפה לגושי אוויר הבאים מהים.
- עננים מורכבים מטיפות מים זעירות ומגבישי קרח זעירים הנוצרים בדרך כלל כאשר גושי אוויר עולים למעלה ומתקררים ואדי המים שבגושי אוויר עולה מתעבים. המשקעים נוצרים כאשר טיפות המים או גבישי הקרח גדלים, נעשים כבדים ונופלים מטה בנפילה חופשית.
- בישראל - שני אזורים אקלים עיקריים: אזור שבו **אקלים מדברי** המתאפיין במיעוט משקעים ובטמפרטורות גבוהות ואזור של **אקלים ים תיכוני** שבו סוג של אקלים ממוזג המתאפיין בחורף גשום וקריר ובקיץ חם ויבש.

הערות דידקטיות

- גורם מרכזי המאפיין את האקלים במקום מסוים הם המשקעים ולכן חשוב להכיר תחילה מה הם המנגנונים היוצרים עננים ומשקעים. מנגנונים אלה מתוארים בספר הלימוד בעמוד 24.
- מזג האוויר הוא נושא המעסיק כל אחד מאתנו במידה זו או אחרת ויש לו ביטוי גם באמצעי התקשורת, במידת האפשר, כדאי להפנות את תשומת ליבם של התלמידים לתחזיות מזג האוויר שבהן מוזכרים מושגים רבים הנלמדים בפרק זה.
- למעוניינים להרחיב בנושא האקלים ומזג האוויר ניתן להיעזר באתר ברשת האינטרנט שבו מוצעות לתלמידים פעילויות במטאורולוגיה. באתר זה מנתחים התלמידים מידע מטאורולוגי עדכני על פי מפות ותמונות לוויין. אחת ההפעלות 'מזג האוויר בעונות שונות' מתאימה במיוחד לנושאים המוזכרים בפרק זה. הפעלה זו מאפשרת לראות ולנתח, בזמן אמת, את מזג האוויר בכל העולם ולזהות את אזורים האקלים בעולם. באתר - הפניות לאתרים נוספים בעולם העוסקים באקלים ובמזג אוויר.
כתובת האתר - <http://gifted.snunit.k12.il/courses/meteor>

- מומלץ להיעזר במפות צבעוניות שבאטלסים ובמפות קיר של אזורי אקלים ומשקעים בעת הוראת הנושא בכיתה.
- תוך כדי לימוד נושא האקלים אפשר להעלות לדיון ראשוני בכיתה את השפעת האקלים גם על היצורים החיים. נושא זה יובא בהרחבה בהמשך, אך מומלץ להזכיר את הנושא המרכזי של ספר הלימוד שהוא הכרת המבנה והתפקוד של מערכות אקולוגיות, מידי פעם בפעם, בעיקר בעת הוראת פרקי המבואות.
- נושא מזג האוויר נלמד בחטיבת הביניים במסגרת שיעורי הגיאוגרפיה וחלק מהנושאים שבהם אנו עוסקים הם בבחינת חזרה לתלמידים שלמדו אותו. ספר הלימוד שבו משתמשים רבים מתלמידי חטיבות הביניים הוא 'מזג אוויר ואקלים' מאת שמואל יפה.

תשובות לשאלות נבחרות

שאלה 1, עמ' 26

באזורים הקרובים לקו המשווה כמות אדי המים באוויר גדולה יותר מכיוון שחם יותר, ההתאדות גדולה יותר ואוויר חם יכול להכיל כמות גדולה יותר של אדי מים בהשוואה לאוויר קר. בקיץ חם יותר ולכן בעונה זו כמות אדי המים באטמוספירה גדולה ביחס לעונת החורף.

שאלה 4, עמ' 26

כמויות קרינה גבוהות מגיעות לקו המשווה בהשוואה לקטבים. בעקבות כך אזורים הקרובים לקו המשווה מתחממים יותר מאשר אזורי הקטבים. הבדלים אלה גורמים להתפתחות מערכת של זרמי אוויר וזרמי ים המעבירים אנרגיית חום מאזור קו המשווה לאזורי הקטבים. הבדלי הטמפרטורות וזרמי האוויר והים הם הגורמים המרכזיים ביצירת האקלים במרבית המקומות בכדור הארץ.

שאלה 5, עמ' 26

כמויות המשקעים מושפעות בעיקר מהימצאותו של מקור לאדי מים (ים, אוקיינוס). יש גם צורך בקיום תנאים של התאדות ושל עליית האוויר ובו אדי מים. לדוגמה, במקום שבו אוויר נדחף לעבר הר ועולה או במקום שקיים בו שקע ברומטרי, שלתוכו מתכנס אוויר הנדחף כלפי מעלה.

שאלה 6, עמ' 26

בין קווי הרוחב 20° - 30° שוקע אוויר מהשכבות הגבוהות של האטמוספירה במשך כל השנה, ויוצר רמה ברומטרית (הרמה הסובטרופית). אוויר ששוקע מתחמם ואינו מאפשר עליית אוויר מלמטה והתפתחות עננים. באזורים שבהם לא נוצרו מדבריות הגורם לכך הם התנאים המקומיים ובעיקר סמיכות אזורים אלו לאוקיינוסים.

שאלה 7, עמ' 26

כאשר עולים בהר עוברים למעשה דרך אזורי אקלים מאזורים חמים אל אזורים קרים. ככל שמתרחקים מקו המשווה מתחילים את הטיפוס על ההר באקלים קר יחסית, ולכן עוברים במהלך הטיפוס פחות אזורי אקלים.

שאלה 8, עמ' 26

האקלים המדברי בנגב הוא תוצאה של השתייכות האזור לרצועת המדבריות העולמית. בכל עונות השנה שוקע אוויר מהשכבות הגבוהות של האטמוספירה מעל לאזורים אלה, ונמנעת היווצרות עננים ומשקעים (הרמה הסובטרופית). האקלים היבש במדבר יהודה ובבקעת הירדן נוצר עקב היות אזורים אלה ב"צל הגשם" (הרי יהודה ושומרון יוצרים מעין מחסום המונע ירידת משקעים בהם).

האזורים שבהם שורר אקלים ים תיכוני נמצאים בחורף תחת השפעת האקלים הממוזג שבו יורדים משקעים, כאשר חולפים באזור שקעים ברומטריים. בקיץ נמצאים אזורים אלה תחת השפעת האוויר החם, השוקע מהשכבות הגבוהות (הרמה הסובטרופית), המונע היווצרות משקעים.

שאלה 9, עמ' 26

ראו תשובה לשאלה 8.

שאלה 10, עמ' 26

כאשר ישנו שקע ברומטרי שמרכזו באזור קפריסין, מזג האוויר בארץ יהיה בהיר, שכן מצדי השקע ישנה בדרך כלל רמה ברומטרית. קיים סיכוי גבוה שלאחר כיממה ינוע השקע לאזורנו ובארץ ירדו משקעים.

מקורות עיון למורים

בן רובי פי (1995), **יסודות המטאורולוגיה ומזג האוויר**, הוצאת זק. ברוך ז', יאיר יי (1994), **מבוא למטאורולוגיה**, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה. גולדהיים יי (1993), 'מזג האוויר והאקלים בישראל', **האנציקלופדיה העברית**, כרך שיש (1), עמ' 203-222.

מקורות עיון לתלמידים

ברודהרסט ל' (1993), 'אטמוספירת כדור הארץ', **גליליאו**, 2, עמ' 34-41. גרשון ד', רזניק ב' (1995), **מזג האוויר**, ספרית מעריב. דן יי (1990), קרקעות ארץ ישראל והקשר שביניהן לבין הצומח הטבעי, **אנציקלופדיה של החי והצומח של ארץ ישראל**, הוצאת משרד הביטחון, כרך 8, עמ' 28-39. יפה שי (1990), **מזג אוויר ואקלים**, מסדה.

סרטים

5 דקות על מזג האוויר - סדרת משדרים בארבע קלטות. כל משדר עוסק בתופעה אחרת של מזג האוויר, ונמשך 30 דקות. בהפקת האוניברסיטה הפתוחה (טל: 03-6460585).
מזג האוויר - הסרט מתאר את היווצרות תופעות מזג האוויר העיקריות ומסביר אותן. משך הסרט 32 דקות. בהפקת "מוחות" (טל: 02-5617522).

הגיאולוגיה של כדור הארץ

רעיונות מרכזיים בפרק

- כדור הארץ מורכב משלושה חלקים: קרום, מעטפת וגלעין, השונים זה מזה בהרכבם ובמצב הצבירה של החומרים שבהם.
- את סלעי כדור הארץ נוהגים למיין על פי דרך היווצרותם לשלושה סוגים: לסלעי יסוד, סלעים מותמרים וסלעי משקע.
- בכדור הארץ מתקיימים תהליכים היוצרים הרים חדשים, ובמקביל מתקיימים תהליכי בליה שהורסים הרים קיימים.
- התאוריה המקובלת כיום, המסבירה את היווצרותם של הרים חדשים, את פתיחתם וסגירתם של אוקיינוסים ואת הסיבות לרעידות אדמה, היא התאוריה של טקטוניקת הלוחות. על פי תאוריה זו בנוי קרום כדור הארץ מלוחות ענק הנמצאים בתנועה האחד ביחס לאחר.
- על פי תפרוסת הסלעים השונים המרכיבים את המסלע בארץ ישראל ועל פי מיקומו של השבר הסורי-אפריקאי ניתן לשחזר את ההיסטוריה הגיאולוגית של ארץ ישראל.
- קרקע היא השכבה העליונה של קרום כדור הארץ המכסה את הסלעים במרבית המקומות. הקרקע נוצרת כתוצאה מתהליכים של בליה מכנית, כימית וביוולוגית הפועלים על הסלעים.
- חשיבות רבה להתפתחות הצמחייה יש לתכונות הקרקע כגון: תכולת המים הזמינים, מידת האוורור, מליחות, ערך ההגבה ועוד.
- השונות הרבה באקלים, בתבליט ובהרכב הסלעים בארץ ישראל גורמים לגיוון רב גם בהרכב הקרקעות.

הערות דיסקטיות

- כדאי לתת לתלמידים להתנסות בזיהוי טיפוסים הסלעים העיקריים, שהוזכרו בעזרת מגדירי שדה. ערכות סלעים, שבהם הסלעים הנפוצים בארץ ישראל, ניתן לרכוש בחנויות של ציוד מדעי לבתי ספר. מגדירי שדה לסלעים אפשר להשיג בחנויות החברה להגנת הטבע. מגדיר כזה נמצא גם בעמוד 30 בספר 'גיאולוגיה בפטיש ישראל' בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה.
- אחד הקשיים בהבנת תהליכים בגיאולוגיה ובאבולוציה קשור לתפיסת ממד הזמן. את לוח הזמנים של תולדות כדור הארץ אפשר להמחיש באמצעות התייחסות לגיל כדור הארץ (4.5 מיליארד שנה) כאל יממה אחת. על פי דרך המחשה זו, האדם המודרני שהופיע על פני כדור הארץ לפני כ-100,000 שנים, הופיע שתי שניות לפני סיום היממה בחצות הלילה (זמן הווה), היונקים הופיעו בשעה 23:00, שעה לפני חצות, ראשית החיים מקבילה לשעה 5:00 בבוקר וכדומה.
- ניתן להמחיש את התנועה האופקית לאורכו של השבר הסורי-אפריקאי עי ידי גזירת תצלום של מפת ארץ ישראל לאורך השבר, והצבת שני החלקים זה בצד זה באופן שעבר הירדן מוסט דרומה בשיעור המקביל ל-100 ק"מ, לפי מיקומו בעבר.
- מומלץ להשתמש בסדרת הסרטים צפונות כדור הארץ (פרטים בעמ' 17) להדגמת תנועות הלוחות ומחזור הסלעים.

- פעילות המעבדה, בעמוד 39 בספר הלימוד, מדגימה את תכונות הקרקע בהתייחסות לקשר בין ובין התפתחות הצומח.
- הקשר בין קרקעות והרכב הצומח מודגם בקטע הדן בזיקת האורן לקרקעות רנדזינה (עמוד 38 בספר הלימוד). אפשר להרחיב ולהעמיק בנושא בעזרת המאמר 'בחולות ירוק יותר', שפרטיו מובאים בהמשך בעמוד 20.
- אפשר להיעזר במגדיר קרקעות שמצוי בעמוד 63 בספר 'גיאולוגיה בפטיש ישראלי'.

תשובות לשאלות נבחרות

שאלה 1, עמ' 34

לא ניתן לבחון ישירות את החומר בפנים כדור הארץ, מכיוון שהקידוחים אינם מעמיקים יותר מ-10 ק"מ. העדויות על ההרכב הן עקיפות.

שאלה 2, עמ' 34

שינויים קיצוניים באקלים כדור הארץ יכולים להסביר הימצאות קרחונים בקו המשווה בעידנים קדומים.

שאלה 3, עמ' 34

סלעים מותמרים נפוצים במקומות מפגש של לוחות טקטוניים. במקומות אלה יש לחצים גדולים וטמפרטורות גבוהות - תנאים מתאימים להיווצרותם.

שאלה 4, עמ' 34

באזורנו ניתן לזהות בים סוף דמיון בין קווי החוף של אפריקה לחצי האי ערב. בירדן מוצאים סלעים דומים לאלה שבישראל אך מוסטים צפונה. זה עשוי להעיד על תזוזת הלוח של ערב צפונה ביחס ללוח האפריקאי שאליו משתייכת ישראל.

שאלה 5, עמ' 34

על פי תאוריית טקטוניקת הלוחות הסיבות לרעשים הם שחרור לחצים מפנים כדור הארץ כתוצאה מתנועת הלוחות. אזורים הנמצאים בגבולות שבין לוחות טקטוניים מועדים במיוחד לרעידות אדמה. לדוגמה אזור תורכיה - אירן, שם מתנגש הלוח של חצי-האי ערב בלוח של אסיה.

שאלה 6, עמ' 34

המונח **מחזור סלעים** אינו מוסבר במפורש בספר. בעמודים 30-31 בספר הלימוד מתוארות התופעות הגיאולוגיות שהן הבסיס לתשובה לשאלה זו. הכוונה ב"מחזור סלעים" היא לתהליכים האלה: סלעים שנוצרו ממגמה בונים את קרום כדור הארץ. באזורי הגבול שבין לוחות טקטוניים הופכים הסלעים לסלעים מותמרים. כאשר החום והלחץ גבוהים מאוד ניתכים הסלעים והופכים שוב למגמה, וכך נסגר המעגל.

שאלה 7, עמ' 34

הנפט נוצר בים בתקופות גיאולוגיות קדומות. ים התטיס שכיסה חלקים נרחבים באזורנו בתקופות קדומות היווה אתר מתאים להיווצרות נפט, ואמנם בארצות השכנות קיימים מאגרי נפט גדולים.

שאלה 1, עמ' 38

קרקעות עשויות להתפתח במהירות רבה יותר באקלים טרופי שבו המשקעים מרובים והטמפרטורות גבוהות יחסית. המשקעים הם גורם חשוב בתהליכי הבלייה של סלעים: הם גורמים לשחיקתם ולהמסת חלק ממרכיביהם. במקביל, הם מאפשרים פעילות ביולוגית שהיא

גורם מרכזי ביצירת קרקעות. טמפרטורות גבוהות מאיצות את התהליכים הכימיים והביולוגיים המשתתפים ביצירת הקרקע.

שאלה 2, עמ' 38

לפעילות הביולוגית בקרקע יש חשיבות בתחומים אחדים: שורשי הצמחים הם גורם חשוב בבלייה הפיזית של הקרקע ותורמים גם לבלייה הכימית על ידי הפרשת חומרים שונים לקרקע. אוכלוסיית המפרקים בקרקע מפרקת את החומרים האורגניים, המצויים בהפרשות של בעלי החיים ובגופם של היצורים המתים, לחומרים זמינים לצמחים הגדלים בקרקע.

שאלה 3, עמ' 38

נפח החללים בקרקע נקבע על פי גודל החלקיקים הבונים אותה. ככל שנפח החללים גדול יותר גדלה כמות המים שהקרקע יכולה לאגור כאשר היא רוויה. גודל החללים קובע גם כמה מים יישארו בקרקע לאחר שיחלחו ממנה מי הכובד והוא קובע גם איזה חלק מהמים יהיה זמין לצמחים ואיזה חלק יישאר ספוח על חלקיקי הקרקע.

שאלה 4, עמ' 38

בקרקעות הבנויות מחלקיקים גדולים כגון קרקע חולית, החלחול יהיה מהיר יותר. ביחידת נפח של קרקעות אלה יש פחות חלקיקים, ולכן סך כל שטח הפנים של החלקיקים קטן יותר. השטח שאליו יכולות להיספח מולקולות המים קטן יותר ומים רבים יותר הופכים למי כובד.

שאלה 5, עמ' 38

קרקעות המכילות כמות גדולה של חללים יכולות להכיל מים רבים הממלאים חללים אלה.

שאלה 6, עמ' 38

בקרקעות חוליות כמות המים הזמינים לצמחים ולמיקרואורגניזמים (מפרקים) היא קטנה יחסית, משום כך קטנה בהן הפעילות הביולוגית, שהיא גורם מרכזי המשפיע על פוריות הקרקע.

שאלה 8, עמ' 38

קרקעות שנוצרו מסלע אב: טרה רוסה, רנדזינה, וקרקעות בזלת. היווצרות קרקעות בדרכים אחרות: קרקעות סחף, אדמת חמרה, קרקעות חוליות, אדמת לס.

מקורות עיון למורים

בגין ז' ב', זילברמן ע' (1993), 'הגיאולוגיה של ישראל', **האנציקלופדיה העברית**, כרך שישי (1), עמ' 21-97.

בן אברהם צ' (1985), **חקר קרקעית היס**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון. דן י' (1990), 'קרקעות ארץ ישראל והקשר שביניהן לבין הצומח הטבעי', **אנציקלופדיה של החי והצומח של ארץ ישראל**, משרד הבטחון, כרך 8, עמ' 28-39.

יעלון ד', קפלון מ' (1993), 'קרקעות ישראל', **האנציקלופדיה העברית**, כרך שישי (1), עמ' 135-153. מזור ע' (1980), **גיאולוגיה בפטיש ישראל**, האוניברסיטה הפתוחה.

מזור ע' (1987), **גיאולוגיה עולם של תצפיות ומסקנות**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.

מרט י' (1990), **זמן עמוק וגיאולוגיה דינמית**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הביטחון. פלכסר ע' (1989), **שיחות על הגיאולוגיה של ישראל**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.

פלכסר ע' (1992), **גיאולוגיה - יסודות ותהליכים**, הוצאת אקדמון, האוניברסיטה העברית בירושלים.

מקורות עיון לתלמידים

אידלמן א', אלנבלום ר', שפרן נ' (1986), **נדידת היבשות**, החברה להגנת הטבע.
אידלמן א' (1990), 'שני לוחות - ללא ברית; ארץ ישראל במרחב הגיאולוגי', **טבע וארץ** ל"ב(5), עמ' 27-25.

גרפונקל צ' (1986), 'נוע תנוע! תנועת היבשות ועתיד הגיאולוגי', **לדעת** ט"ז(2), עמ' 29-32.
גרפונקל צ' (1996), 'על מה הרעשי', **גליליאו**, 14, עמ' 37-39.
וטרס ט' (1994), גג העולם, **גליליאו**, 6, עמ' 36-43.
עורב י' (1984), בחולות ירוק יותר - מדוע הצומח בחולות הנגב עשיר מבשטחי הלס הסמוכים, **טבע וארץ**, כ"ו(2), עמ' 15-16.
פלכסר ע' (1995), **כדור הארץ - חומרים, מבנה ותהליכים**, הוצאת כתר.
רבינוביץ א' (1970), דלות הצומח בקרקעות אאוקניות, **טבע וארץ**, י"ב(3), עמ' 119-123.

סרטים

צפונות כדור הארץ - סדרה מצוינת ובה 26 פרקים, בהפקת האוניברסיטה הפתוחה (טל: 03-6460585). משך כל פרק 30 דקות. הסדרה סוקרת את התחומים השונים שבהם עוסקת הגיאולוגיה.
פרק 1 - **כוכב הלכת הדינמי**. הסרט משחזר את היווצרות מערכת השמש וכדור הארץ.
פרקים 5-8 - **הולדתה של תאוריה, תנועת הלוחות, התרוממות הרים וצמיחת יבשות, מבנה כדור הארץ**.
פרק 15 - **בלייה וקרקעות**.
נדידת היבשות. הצגה יפה ומעניינת של תאוריית הלוחות הטקטוניים. משך הסרט 22 דקות. בהפקת "מוחות" (טל: 02-5617522).

התפתחות החיים על פני כדור הארץ

הנושאים בפרק זה הם במהותם מתחום האבולוציה, אך חשוב לציין שאין כוונה לתת כאן תמונה מקיפה של נושא האבולוציה. מטרת הפרק היא לתת מושג כללי ביותר על מה שמקובל היום כהליך התפתחות החיים על פני כדור הארץ. פרק זה מגשר בין הפרקים הקודמים, העוסקים בהיווצרות כדור הארץ והתנאים הפיזיים שעל גביו, לבין הפרקים הבאים העוסקים באקולוגיה ובמערכות אקולוגיות טבעיות. הגישור חשוב הן במישור התוכני – המעבר מדיון בתשתית הפיזית של כדור הארץ לדיון במערכות החיים שעל פניו, והן במישור סדרי גודל בממד הזמן – מתהליכים שהתרחשו לפני מיליארדי שנים ועד לתהליכים המתרחשים כיום.

רעיונות מרכזיים בפרק

- צירוף ייחודי של תנאים פיזיקליים וכימיים אפשרו התפתחות חיים על פני כדור הארץ.
- מינים החיים בעולם של ימינו התפתחו ממינים שקדמו להם בתהליך מתמשך – תהליך האבולוציה.
- תהליך הברירה הטבעית כפי שתיארו לראשונה דרווין, הוא המנגנון העיקרי המסביר את תהליך האבולוציה.
- לתהליך האבולוציה הביולוגית קדם ככל הנראה תהליך של אבולוציה כימית שבו נוצרו התרכובות האורגניות הראשונות מתרכובות אנאורגניות.
- עדויות מתחומים שונים מצביעות על מגמות מרכזיות בהתפתחותם של היצורים (מחד-תאיים לרב-תאיים, מיצורים אלאוירניים לאוירניים, מיצורים מימיים ליבשתיים ועוד).
- קיים קשר הדוק בין השתנות התנאים הסביבתיים ובין התפתחות מינים על פני כדור הארץ ותפוצתם הגיאוגרפית בפרקי זמן גיאולוגיים.

הערות דיסקטיות

- הקושי המרכזי של פרק זה הוא בהכרת מושגים בסיסיים בביולוגיה בכלל ובאבולוציה בפרט ובהבנתם. כתיבת הפרק התבססה על ההנחה שתלמידים רכשו ידע בסיסי בביולוגיה במסגרת לימודיהם בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה. מושגים כגון: תא, תרכובות אורגניות ואנאורגניות, חילוף חומרים, חלבון, חומצה אמינית, חומצת גרעין, פוטוסינתזה, רבייה זוויגית, רבייה אל-זוויגית הם מושגים מרכזיים להבנת פרק זה. אם מושגים אלה לא מוכרים או לא מובנים לתלמידים, הוראת פרק זה תדרוש עבודה מקיפה ויסודית יותר מצד המורה.
- קושי נוסף יכול להתגלות בהוראת מושג "הברירה הטבעית". מסיבות שהוזכרו קודם לכן לא מצוי בפרק זה הסבר מפורט של המושג אלא רק התייחסות כללית (עמ' 47-48 בספר הלימוד). מורה הרואה חשיבות בהבהרת משמעות מושג זה על כל היבטיו, יכול להיעזר בספרות המומלצת ולהפנות את התלמידים למקורות המתאימים.
- אצל תלמידים רבים קיים קושי לקלוט את סדרי הגודל של הזמן שבו התרחשו תופעות אבולוציוניות. הטבלה "לוח זמנים גיאולוגיים" בעמוד 53 שבספר הלימוד, עוזרת לתלמידים להתמצא בזמנים, בסדר התופעות והתפתחותן של הקבוצות הסיסטמטיות. יחד עם זה הטבלה עמוסה מאוד ודורשת ריכוז רב מצד הקורא כדי להפיק ממנה את המרב. אנחנו

- ממליצים למורה לחבר דף עבודה נפרד שיכלול סדרה של שאלות קצרות שתתייחסנה לזמנים ולסדר הופעת הקבוצות הסיסטמטיות השונות.
- הצעה נוספת להמחשת סדרי גודל של זמנים היא הקבלת לוח הזמנים הגיאולוגי של כדור הארץ ללוח של שנה אחת. ההקבלה הזו ממחישה היטב את הזמן הקצר יחסית שבו מתקיימים החיים על פני כדור הארץ ובמיוחד את קיומו של המין האנושי – Homo sapiens.

תשובות לשאלות נבחרות

שאלה 2, עמ' 44

יש כאן התייחסות לשאלה: מי קדם למי - הטפיל למאכסן או המאכסן לטפיל? במקרה זה מדובר בטפילות מוחלטת של צורת החיים הפשוטה ביותר שאנו מכירים. לכאורה, הגיוני לייחס לנגיף את תחילת ההתפתחות לפני שהתפתחו החד-תאיים הראשונים, אלא שקשה להבין כיצד צורת חיים זו יכלה להתקיים בלי החד-תאיים, שהרי היא תלויה, לחלוטין, בתא מאכסן כדי להתרבות. נקודה נוספת לדיון היא האם פשוט אומר קדום יותר או דווקא מאוחר. ייתכן שהפשטות היא רק לכאורה ושיש כאן בעצם שכלול של מנגנון הטפילות ו"איבוד" של מערכות שהיו אולי קיימות בעבר ושלא היה בהן צורך. על פי קו מחשבה זה זוהי דוגמה להתפתחות בכיוון של יעילות וחיסכון.

את הדיון בשאלה זו ניתן להשאיר, אם רוצים, לסוף הפרק, לאחר שהתלמידים מכירים טוב יותר את הנושא. כמו כן ניתן לדחות את הדיון לפרק מאוחר יותר, כאשר לומדים על יחסי טפיל-מאכסן (עמ' 101-102 בספר הלימוד).

שאלה בעמ' 50

התאים יכולים "ליהנות" מתוצרים מטבוליים האחד של האחר. התא הפונדקאי גם יכול לשמש הגנה או סביבה יציבה לתא האחר.

שאלה 1, עמ' 54

המרחק מן השמש מכתוב את טווח הטמפרטורות על פני כדור הארץ. טווח הטמפרטורות הזה מאפשר קיום של מים גם במצב צבירה - נוזל. המים כנוזל הם תנאי הכרחי לקיום תהליכים מטבוליים, שהם הבסיס לכל תהליכי החיים המתקיימים על פני כדור הארץ, גם בסביבות יבשתיות וגם בסביבות מימיות. בטמפרטורות גבוהות (מעל 60 מעלות צלזיוס) חלה דנטורציה של חלבונים, שהם מרכיב חיוני ביותר של יצורים חיים.

שאלה 4, עמ' 54

השונות הגנטית באוכלוסיה של יצורים שרבייתם אל-זוויגית היא מצומצמת. שונות גנטית רבה באוכלוסיה מקנה אפשרות של התאמת חלק מן הפרטים באוכלוסיה לתנאים סביבתיים משתנים. אחידות גנטית עלולה להביא להכחדה של האוכלוסיה עם השתנות התנאים הסביבתיים.

שאלה 6, עמ' 55

העלייה בריכוז החמצן באטמוספירה היא תוצאה של התפתחות הצמחים על פני כדור הארץ ועלייה בהיקף תהליך הפוטוסינתזה.

שאלה 7, עמ' 55

סביר להניח שריכוז החמצן לא השתנה בצורה משמעותית מאז שהיחסים הכמותיים בין הצמחים, אשר משחררים חמצן לאטמוספירה אך גם צורכים חמצן, לבין שאר היצורים הצורכים חמצן, נשאר פחות או יותר קבוע.

שאלה 9, עמ' 55

העלייה בריכוז החמצן באטמוספירה אפשרה התפתחות של יצורים אווירניים המבצעים תהליך נשימה תאית בעילות גבוהה בהרבה בהשוואה לנשימתם של יצורים אלאווירניים. יעילות זו בהפקת אנרגיה זמינה אפשרה התפתחות של יצורים יותר מורכבים, על פי מגמות ההתפתחות שהוזכרו קודם לכן.

שאלה 10, עמ' 55

היונקים נחשבים ליצורים המפותחים ביותר, בין היתר בזכות מוחם המפותח ומערכות גוף מורכבות, ובזכות יכולתם לשמור על טמפרטורת גוף קבועה. כל אלה דורשים אנרגיה רבה המופקת בתהליך הנשימה האווירנית, תהליך הצורך חמצן. טיעון זה יכול לשמש הסבר הגיוני לקשר בין זמן הופעתם של היונקים לריכוז החמצן באטמוספירה.

שאלה 11, עמ' 55

מאחר שלא קיים תיעוד אנושי של אשר אירע במהלך מליארדי השנים שקדמו לזמננו עלינו להסתמך רק על עדויות חלקיות שנותרו מהעבר ולהסיק מהן מסקנות בתהליך שאינו ניתן לאימות בדרך הניסוי המדעי.

שאלה 12, עמ' 55

תאוריה היא פיתוח של רעיון שנועד להסביר תופעה מסוימת. תאוריה הופכת להיות מקובלת כאשר קיימות עדויות התומכות בה. לא פעם, במהלך השנים מתגלות תופעות חדשות שאינן תומכות בתאוריה או שתומכות בתאוריה אחרת. במקרה זה תאוריה שהייתה מקובלת יכולה להתחלף באחרת.

שאלה 13, עמ' 56-57

הפתרונות		דרישות מורפולוגיות ופיזיולוגיות במעבר מן הים ליבשה
צמחים	בעלי חיים	
שכבת קוטיקולה	שיער (יונקים), נוצות (עופות), קשקשים (זוחלים), כיטין (חרקים)	הגנה מפני התייבשות וקרינה
שורשים, פיוניות	מערכת עיכול, מערכת הפרשה	התפתחות מערכות קליטת מים, לוויסות ולמניעת איבוד מים מהגוף
פיוניות	מערכת נשימה – ריאות	חילופי גזים עם הסביבה
מערכות הובלה ותמיכה	שלד עצמות (חולייתנים) שלד חיצוני (פרוקי רגלים)	הגברת תמיכה מכנית ברקמות הגוף
הפריה פנימית בשחלה, התפתחות זרע בתוך פרי	הפריה פנימית, ביצה עם קליפה, (זוחלים ועופות), היריון (יונקים)	מניעת קרינה חזקה והתייבשות של הצאצאים בזמן רבייה

שאלה 1, עמ' 57

ביער צפוף יש יתרון ליצורים קטנים היכולים להתחבא בתוככי הצמחייה העבותה. בשטחים פתוחים וחשופים יש יתרון לבעלי חיים בעלי רגליים ארוכות וחזקות המאפשרות הימלטות מטורפים. השתנות מבנה הלסת והרכב השיניים מותאם לשינוי בסוג המזון – דגניים עתירי תאית, הקשים ללעיסה ולעיכול.

שאלה 2, עמ' 57

מגוון המאובנים שנמצאו משחזר את רצף ההתפתחות על פני 60 מיליון שנה. אפשר להבחין בשינויים במבנה שניתן להסבירם על פי התאוריה הדרווינית, בהשתנות האקלים במשך התקופות.

שאלה 2, עמ' 60

אנחנו נמצאים היום בסוף עידן קרח מכאן לפני הים גבוהים יחסית, והגשר היבשתי מכוסה מים.

שאלה 1, עמ' 61

התשובה לשאלה זו היא בגדר השערה בלבד שלא ניתן לבדוקה. האפשרויות הן רבות. אפשר להעלות השערות בכיוון של קיום של תנאים שונים בשני האתרים, אם כי יש יתרון מה לחופי האי אסנסיון, שם יש ריכוז קטן יותר של טורפים, מעט טפילים, אין תחרות עם מינים אחרים, והטופוגרפיה – הרכב ומבנה הקרקע החולית - מתאימה יותר לתנועה ולחפירת מחילות הטלה, ועוד.

שאלה 2, עמ' 61

שאלה זו באה להדגים את הרעיון של נדידת היבשות ואת ההשפעה שלה על האבולוציה של מינים. על פי תאוריית טקטוניקת הלוחות חופי אפריקה ודרום אמריקה היו בעבר קרובים זה לזה. ניתן לשער שהאי אסנסיון היה בעבר הרחוק קרוב לחופי דרום אמריקה הרבה יותר מכפי שהוא היום, מרחק שצבים יכלו לעבור בשחייה. עם השנים התרחק האי מחוף היבשת אך הצבים המשיכו במסעם, מסע שהפך עם הזמן למפרך יותר. באוכלוסיית הצבים התפתחו התאמות שאפשרו להם עמידה במסעם הארוך לאתרי הטלה.

שאלה 4, עמ' 61

מחקר שמטרתו למצוא קשר בין מבנה הגוף של הצב הירוק להתנהגות הנדידה שלו יכול להתבסס על השוואה מורפולוגית בין אוכלוסיות צבים שונות: כאלה הנוודות וכאלה שאינן נוודות. גם בתוך אוכלוסיית הצבים הנוודים ניתן לנסות למצוא מתאם בין מבנה מורפולוגי ופיזיולוגי לבין יכולת ההישרדות של צבות. כמו כן אפשר לנסות ולמצוא עדויות ממאובנים לגבי השתנות המבנה המורפולוגי והפיזיולוגי של הצבים הירוקים למבנה המותאם יותר לשחייה למרחקים ארוכים.

מקורות עיון למורים

- אטינבורו ד' (1979), **החיים עלי אדמות**, הוצאת מסדה.
- אילן ר' (1993), **אבולוציה**, הוצאת יפתח.
- גולד ס' ג' (1983), **מאז היות דארווין**, הוצאת ספרית מעריב.
- גולד ס' ג' (1990), **בוהן הפנדה**, הוצאת דביר.
- גראור ד' (1990), **מדארווין עד ה-DNA**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.
- דרווין צ' (1960), **מוצא המינים**, מוסד ביאליק.
- יבלונקה ח' (1995), **אבולוציה**, האוניברסיטה הפתוחה.
- פלך ר' (1989), **רעיונות מרכזיים בביולוגיה**, הוצאת כתר.
- פריי א' (1995), **מוצא החיים: מסתורין או בעיה מזערית**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.
- פרנקל ד', פלד ל', וינקלר ר', ברנהולץ ח' (1996), **אבולוציה - אסופה (למורה)**, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

מקורות עיון לתלמיד

- בקר ב' (1993), 'פארק הקרטיקון', גליליאו, 2, עמ' 18-23.
- גולד ס' ג' (1997), 'חזון הבריאה', גליליאו, 24, עמ' 14-22.
- היוולי ו' (1994), 'חיים ברתחה', גליליאו, 5, עמ' 36-39, 48.
- הרלבן י' (1998), 'תעלומה בים', גליליאו, 30, עמ' 7.
- וילס כ' (1993), 'האם הגיעה האבולוציה לקיצה', גליליאו, 2, עמ' 24-27.
- מסטל ר' (1994), 'סיפורן של שיני חרב', גליליאו, 14, עמ' 40-49.
- מרבך א' (ללא ציון שנה), 'מיצורים ירודים ליצורים עילאיים', המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- פריי א' (1995), 'כיצד התהוו החיים', גליליאו, 11, עמ' 14-21.
- פרנקל ד', פלד ל', ברנהולץ ח' (1995), 'אבולוציה-אסופה', המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- האסופה כוללת מאמרים במגוון נושאים ובמגוון רמות. המאמרים מלווים בקטעי קישור ובהם שאלות. הפרקים המומלצים במיוחד הם: א', ב', ג', ו'.
- צי'בה כ' (1993), 'מקור החיים עלי אדמות', גליליאו, 2, עמ' 10-17.
- רידלי מ' (1996), 'פוליטיקה קרה כקרח', גליליאו, 19, עמ' 26-29, 44.

סרטים

- אבולוציה** – הסרט דן בתורת האבולוציה של דרווין, כיצד הגיע דרווין לניסוחה מתוך תצפיות. בסרט זה מובאות דוגמאות לתהליך הברירה הטבעית גם מזמן הווה. משך הסרט 30 דקות. מתוך הסדרה 'אשנב לביולוגיה', האוניברסיטה הפתוחה (טל: 03-6460585).
- אבולוציה** – סדרת סרטים העוסקים בנושאים שונים באבולוציה. משך כל סרט 20 דקות. להלן רשימה חלקית של הסרטים: מנבכי העבר, יחסי גומלין, תהליך הברירה הטבעית, ברירה טבעית ומלאכותית. הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).
- בחזרה לעבר** – על חקר המאובנים ותרומתו להבנת תהליכי האבולוציה. משך הסרט 22 דקות. מתוך הסדרה 'הספרייה המדעית', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).
- בירור טבעי** - סיפור המלניזם התעשייתי והתפתחות עמידות היתושים בפני DDT. המרכזייה הפדגוגית הארצית.
- התפתחות במהלך הזמן** – תיעוד התפתחות החיים על פני כדור הארץ, על מאובנים והעדויות שהם מספקים, על דרווין והבירור הטבעי. משך הסרט 30 דקות. מתוך הסדרה 'צפונות כדור הארץ', האוניברסיטה הפתוחה (טל: 03-6460585).
- התפתחות התאים** – מתאים פרוקריוטים אנארובים עד לתאים אוקריוטים ביצורים רב-תאיים ארוביים. משך הסרט 17 דקות. מתוך הסדרה 'תהליכי חיים בטבע', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).
- כיצד נגזיר חיים?** - מובאים מאפייני החיים יחד עם הבעייתיות הכרוכה בהגדרת המונח "חיים". הסרט מתייחס גם לחיפוש אחר סימני חיים במאדים. משך הסרט 15 דקות, מתוך הסדרה 'אשנב אל הטבע', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).
- עידן היונקים** – על התפתחות היונקים בהקשר לשינויי האקלים שחלו בעידנים השונים. משך הסרט 9 דקות, מתוך הסדרה 'אשנב אל הטבע', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

לומדות

ביו-רום – תקליטור מאגר מידע גרפי וטקסטואלי המכיל, בין היתר פעילויות בנושא אבולוציה.
הוצאת המרכז להוראת המדעים באוניברסיטה העברית. הפצה: ידין עילם (טל: 02-6515721)

מערכות אקולוגיות - מבנה ותפקוד

הפרקים הבאים בספר מתייחסים למבנה של המערכת האקולוגית ולתהליכים המתרחשים בה בלווית דוגמאות רבות. אנו מביאים תחילה רשימה של מקורות עיון כלליים באקולוגיה אשר יכולים לשמש בכל אחד מן הפרקים הבאים, הן את המורה והן את התלמידים. בהמשך, יובאו, בכל פרק, מקורות נוספים לעיון, המתייחסים באופן ספציפי לנושאים הנידונים בפרק.

מקורות עיון כלליים באקולוגיה, למורים

אמיר ר' (1995), **פרקים באקולוגיה (למורה)**, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

ארתור י' (1993), **המכונה הירוקה**, הוצאת גליליאו.

בן חור י' (1995), **אקולוגיה - פרקי הרחבה (מורה)**, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

ויזל י' (1977), **אקולוגיה - עקרונות ותהליכים**, אוניברסיטת תל-אביב (הדפסה שנייה).

כהן ד' (1987), **מבוא לאקולוגיה - חיים בסביבתם**, האוניברסיטה המשודרת, הוצאת משרד הבטחון.

קלצ'קו ש', ברק י', מדאורי ג', (ללא ציון שנה), **אקולוגיה ואיכות הסביבה**, משרד החינוך - האגף ההתיישבותי, איגוד הערים לאיכות סביבה - דרום יהודה (מהדורת ניסוי).

מבוא למדעי החיים (1985), יחידה 1, האוניברסיטה הפתוחה.

צומח וצמחים (תשנ"ב), יחידות 1, 2, 3, האוניברסיטה הפתוחה.

Begon M, Harper J.L, Townsend C.R (1990), **Ecology**, Blackwell Scientific Publications.

Krebs C.J (1978), **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**, Harper & Row, Publishers (second edition).

Miller G.T (1990), **Living in the Environment**, Wadsworth Publishing Company,

Belmont, California.

Ricklefs R.E (1993), **The Economy of Nature**, W.H Freeman, New-York.

מקורות עיון כלליים באקולוגיה, לתלמידים

אמיר ר' (1995), **פרקים באקולוגיה (לתלמיד)**, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

מאגרי מידע

מאגר המידע ביו-רום - תקליטור מאגר מידע גרפי וטקסטואלי המכיל, בין היתר פעילויות בנושא אקולוגיה. המרכז להוראת המדעים באוניברסיטה העברית. הפצה: ידן עילם (טל: 02-6515721)

אקולוגיה ואיכות הסביבה – תקליטור מאגר מידע המכיל מספר רב של מאמרים בנושאי אקולוגיה מגוונים, מפ"ט –עמל (טל : 03-6452929).
אתר "סנונית" ברשת האינטרנט – מידע כללי בתחום האקולוגיה, בעיקר מאמרים, ניתן להשיג דרך האתר "סנונית" : בספרייה הוירטואלית או דרך נווט. כתובת האתר : [http:// www.snunit.k12.il](http://www.snunit.k12.il)

היצורים בסביבתם

פרק זה משמש בסיס לפרקים שיבואו אחריו. הוא מתייחס לרעיונות מרכזיים באקולוגיה ברמת הפרט. מודגשים בו התלות של היצור בסביבתו להספקת חומרים ואנרגיה והשפעות הדדיות בין היצור לסביבה.

רעיונות מרכזיים בפרק

- כל יצור מקיים מערכות קשרים ויחסי גומלין מורכבות עם סביבתו הביוטית והאביוטית.
- היצורים מותאמים לסביבתם: התאמות מורפולוגיות, פיזיולוגיות, התנהגותיות ועוד.
- ההתאמה היא תוצאה של תהליכי ברירה טבעית המתרחשים מאז שהחלו להתפתח על פני כדור הארץ צורות החיים הראשונות.
- הסביבה מספקת ליצורים את האנרגיה ואת החומרים הדרושים לקיומם.
- נשימה תאית - התהליך להפקת אנרגיה זמינה, מתבצעת בכל היצורים, גם ביצרנים וגם בצרכנים.
- פוטוסינתזה – התהליך להפקת תרכובות אורגניות מאנאורגניות, מתבצעת על ידי יצרנים, בעיקר צמחים.

הערות זידקטיות

- יש להבהיר לתלמידים את ההבדל בין המושגים "קשר ו-יחסי גומלין": לרוב התלמידים יש נטייה לבלבל בין שניהם. המושג יחסי גומלין מחייב קשר הדדי בין שני גורמים: גורם א' משפיע על גורם ב' וב' משפיע על א'. "קשר" אינו מחייב הדדיות. לדוגמה: כמות המשקעים משפיעה על אוכלוסיית נברנים אך אוכלוסיית הנברנים אינה משפיעה על כמות המשקעים. כך יש גם לדייק ולהגדיר את האקולוגיה כמקצוע העוסק בחקר של מערכת קשרים ויחסי גומלין בין יצורים לסביבתם.
- הבחנה בין המושגים "התאמה" (adaptation) ו"הסתגלות" (acclimation). ב"הסתגלות" הכוונה היא ליכולתו של הגוף להגיב לשינויי סביבה (כגון שינויי אקלים עונתיים). שינויים סביבתיים כאלה מתרחשים במהלך חייו של היצור ותופעת ההסתגלות היא הפיכה. יש להבהיר לתלמידים שטווח ההסתגלות היא תוצאה של מנגנוני סלקציה טבעיים ולמעשה, היא ביטוי של התאמה. התאמה היא צירוף של תכונות שהתפתחו במהלך דורות רבים בתהליך ברירה כתגובה לתנאי סביבה. שאלות 5 ו-7 בעמוד 73 בספר הלימוד עוסקות בסוגיה זו – ראו תשובות לשאלות אלה בהמשך.
- מושג ה"התאמה" הוא מושג מרכזי ביותר בתחום האקולוגיה כמו גם בתחום האבולוציה. בעזרת הדיון במושג זה אפשר להצביע על השוני בין שני תחומים אלה: אנשי מדע העוסקים באבולוציה חוקרים את התופעות והמנגנונים שמביאים לכך שהיצור מותאם לסביבתו. לצורך זה הם בודקים את השתנות צורות החיים על פני כדור הארץ בטווחי זמן של מיליוני ואף של מיליארדי שנים במקביל להשתנות התנאים הסביבתיים באותן תקופות. האקולוגים חוקרים כיצד מותאמים היצורים הקיימים לסביבתם, וכיצד שינויים סביבתיים בטווח זמן קצר יחסית של ימים או של שנים משפיעים, או עלולים להשפיע, על אוכלוסיות ועל מערכות אקולוגיות קיימות.

- הפרק "הסביבה כמקור לחומרים ולאנרגיה" הוא פרק עמוס ביותר, ויחד עם זה לא מעמיק. הוא כולל בתוכו תהליכים ומושגים רבים שחלקם כגון "תרכובות אורגניות", "פוטוסינתזה", "יצרן", "צרכן", נלמדו כבר במסגרת לימודי המדעים בחטיבת ביניים. מושגים אחרים כמו "נשימה תאית" עלולים להיות חדשים לתלמידים וההתייחסות אליהם חייבת להיות שונה. אף כי איננו מתיימרים לעבד את המושגים שבפרק באופן יסודי, יש לדאוג שהם יובהרו מכיוון שהם מרכזיים ביותר להבנת הפרקים הבאים. אנחנו ממליצים להשתמש בנספח המתלווה לספר "פרקים באקולוגיה", מאת רות אמיר, עמודים 31-46, הוצאת המרכז להוראת המדעים. הנספח עוסק בהרחבה במושגים חומר אורגני, אנרגיה, ATP ועוד.

תשובות לשאלות נבחרות

שאלה 2, עמ' 72

בשדה המכיל צמחים בעלי שונות גנטית המתבטאת בגבהים שונים, הצמחים הגבוהים ייאכלו ראשונים ואילו לצמחים הנמוכים יהיה סיכוי רב יותר לשרוד ולהתרבות. עם הזמן, לחץ הרעייה יביא להיעלמות הצמחים הגבוהים וממוצע גובה האוכלוסיה ילך ויקטן באופן משמעותי.

שאלה 7, עמ' 73

הדוגמה שמובאת בשאלה זו היא דוגמה להסתגלות. זאת, מכיוון שמדובר בשינוי הפיך: צבע ועובי הפרווה, שינוי המתרחש מדי שנה בהתאם לשינוי הסביבתי הקבוע – עונת חורף מושלגת. יחד עם זאת, היכולת הפיזיולוגית של הגוף לשנות את עובי הפרווה וצבעה בהתאם לשינוי הסביבה היא התאמה של קבוצת היצורים הללו לסביבתם, תוצאה של תהליך אבולוציוני שנמשך דורות רבים.

שאלה בעמ' 76

בחורף כשהטמפרטורות נמוכות יחסית הפעילות המטבולית בגופם של הנמלים נמוכה גם כן. עיקר הפעילות תתרחש לכן בצהריים בשעות החמות של היום, באותם ימים שאינם גשומים וקרים במיוחד. בקיץ, עיקר הפעילות תתרחש בשעות חמות פחות: מוקדם בבוקר ולקראת הערב.

שאלה 1, עמ' 80

הכוונה היא שתלמידים יבינו ששילוב שני גורמים אביוטים – טמפרטורה וכמות משקעים הוא הקובע את התפוצה הכללית של צמחים על פני כדור הארץ.

שאלה 4, עמ' 80

קצב תנועת הזימים מושפע מהטמפרטורה של המים. עד לטמפרטורה של 40°C קיים יחס ישר בין הטמפרטורה לקצב הפעילות המטבולית המתרחשת בגוף הדג. הגברת הפעילות המטבולית תלויה גם בהספקת אנרגיה באמצעות הנשימה וזאת הסיבה להגברת תנועת הזימים עם העלייה בטמפרטורה.

שאלה 5, עמ' 80

הגורם האביוטי הנוסף המשפיע על קצב תנועת הזימים הוא ריכוז החמצן המומס במים. ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר כמות החמצן המומס במים במצב של רוויה קטנה יותר. ריכוז חמצן נמוך מפעיל מנגנון משוב שלילי בדג הגורם להגברת קצב תנועת הזימים.

שאלה 6, עמ' 80

על מנת לבדוד את השפעת שני הגורמים; טמפרטורת המים וריכוז חמצן מומסים ולנטרל השפעה של אחד מהם. לדוגמה, אם מעוניינים לנטרל את השפעת החמצן ולבדוק את השפעת הטמפרטורה

על קצב תנועות הזימים, יש להכניס את הדג למים בטמפרטורות שונות אך לדאוג להעשרה מלאכותית בחמצן, כדי שריכוז החמצן במים יישאר קבוע.

שאלה 7, עמ' 80

הדגים צורכים חמצן בנשימתם וזה גורם לירידת ריכוז החמצן המומס במים. כמו כן משתחררת מגופם אנרגיית חום, המעלה את טמפרטורת המים.

מקורות עיון למורים

אמיר ר' (1993), **הוראת הפוטוסינתזה – ספר למורה**, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

דנין א' (1994), 'התאמת הצמחים לחולות המדבר', **אקולוגיה וסביבה** 2 (1), עמ' 3-11.

מקורות עיון לתלמידים

אמיתי פ' (1995), 'דבר אלי בצבעים', **גליליאו**, 9, עמ' 41-45.

היוולי ו' (1994), 'החיים ברת'יחה', **גליליאו**, 5, עמ' 36-39, 48.

לבנה מ' (1986), 'הסתגלות צמחים לתנאי מדבר', **טבע וארץ** כ"ו (6), עמ' 21-27 וכ"ט (7), עמ' 12-15.

לשנר ה' (1993), 'מירוץ החימוש של הצמחים', **טבע וארץ** ל"ו (8), עמ' 42-43.

סלווין מ' (1996), 'סוד הקיום: חיסכון', **גליליאו**, 15, עמ' 7.

סרטים

החיים במערכת מאוזנת – בסרט מוצגים התנאים הדרושים לקיום יצורים ודנים בשאלה כיצד ניתן ליצור מערכת אקולוגית סגורה. משך הסרט 13 דקות. מתוך הסדרה 'תהליכי חיים בטבע', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

הקרניים המפוארות ביותר – על התאמת עגי הבר של כריתים לבית גידולם בהשוואה לעז מבויתת. משך הסרט 25 דקות. מתוך הסדרה 'בעלי חיים באגן הים התיכון', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

בתי גידול – על עיקרון של התאמת היצור לבית גידול, דרך הכרה של סביבות מגוונות. משך הסרט 12 דקות. מתוך הסדרה 'תהליכי חיים בטבע', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

יערות 1 – בסרט מוצגים חשיבותו של היער ושל תהליך הפוטוסינתזה במערכת האקולוגית והסכנות האורבות ליערות. משך הסרט 22 דקות. מתוך הסדרה 'הספרייה המדעית', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

שובו של האייל – על מאפייני בית הגידול בהרי האפנינים שבאיטליה תוך הכרת הצמחייה ובעלי החיים האופייניים. משך הסרט 34 דקות. מתוך הסדרה 'בעלי חיים באגן הים התיכון', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

אוכלוסיות

בפרק זה מדובר בתהליכים המשפיעים על מערכת אקולוגית ועל יציבותה, דרך מעקב אחר האוכלוסיה ומכלול הגורמים הקובעים את גודלה. לימוד עקרונות אקולוגיים ברמת האוכלוסיה מאפשר הבנה טובה יותר של המערכת האקולוגית כולה. ההתמקדות באוכלוסיה כיחידת ארגון מאפשרת גם התייחסות משמעותית למחקר האקולוגי, דרך הטיפול בנתונים כמותיים.

רעיונות מרכזיים בפרק

- האוכלוסיה הינה יחידת ארגון במערכת, נוחה יחסית למחקר האקולוגי. חקר האוכלוסיות מאפשר לחקור ברמה כמותית את מערכת הקשרים הענפה המתקיימת במערכת אקולוגית.
- גודלן של אוכלוסיות תלוי במכלול רב של גורמים ביוטיים ואביוטיים. במחקרים מנסים לבדוד את השפעתו של כל גורם על גודלה של האוכלוסיה הנבדקת, בתנאים מבוקרים.
- אוכלוסיה אינה גדלה ללא סוף. תמיד קיים גורם כלשהו בסביבה, המגביל את הגידול.
- קיום מנגנוני משוב הומיאוסטטיים, ברמה של אוכלוסיה, מאפשרים שמירה על יציבותה לאורך זמן.

הערות זידקטיות

- בחרנו בהצגת הנושא יחסי גומלין ביוטיים מנקודת המוצא של האוכלוסיה. בצורה זו אפשר להמחיש טוב יותר את משמעות יחסי הגומלין הביוטיים ברמה כמותית: כיצד, למשל, קיום של אוכלוסיה א', בגודל מסוים, משפיע על גודלה של אוכלוסיה ב' באותה מערכת.
- הנושא מלווה במגוון דוגמאות ממחקרים אקולוגיים. בעזרת הדוגמאות הללו אפשר לעסוק בדרך המחקר המדעי: הגדרת בעיה, תכנון מחקר מבוקר תוך בידוד גורם שמעוניינים לבדוק את השפעתו, הצגת נתונים, הסקת מסקנות ועוד. כמו כן מומלץ להתייחס לקושי הספציפי של עריכת מחקרים בתחום האקולוגיה, הנובע בעיקר מהמורכבות של הקשרים בין המרכיבים השונים במערכת אקולוגית.
- נושא יחסי הגומלין הביוטיים אינו קשה ובדרך כלל חביב על התלמידים. אפשר, על כן להעמיק בו בעזרת הפניה למאמרים בכתבי עת ובמאגרי מידע ממוחשבים ולאפשר לכל תלמיד להרחיב את ידיעותיו באופן עצמאי. רצוי לעניין תלמידים במחקרים אקולוגיים אשר התבצעו בארץ. בצורה זו ירחיבו התלמידים את היכרותם, גם אם היא תאורטית, עם מערכות אקולוגיות בארץ ועם הפלורה והפאונה המקומית, אשר לא תמיד מושם עליהן דגש במערכת ההוראה שלנו. ההיכרות עם מחקרים אקולוגיים גם תקנה בסיס לעבודות האקוטופ שחלק מהתלמידים יבצע.
- בפרק זה מופיעים שלושה מונחים קשים וראוי לתת על כך את הדעת מבעוד מועד.
כושר נשיאה: קושי אחד לגבי מונח זה נובע מכך שהוא אינו מתייחס לאוכלוסיה עצמה כי אם לסביבה שבה מתקיימת אותה אוכלוסיה. כלומר גודל האוכלוסיה המקסימלי שהסביבה יכולה לשאת. קושי נוסף נובע מהיות המונח גם יחסי וגם תאורטי. מדוע יחסי? מכיוון שכושר הנשיאה נקבע באופן יחסי לרמת המשאבים העומדת לרשות אוכלוסיה מסוימת במצב נתון. עם השתנות רמת המשאבים גם כושר הנשיאה משתנה.

מדוע תיאורטי? מכיוון שבמציאות לא ניתן להצביע על אוכלוסיה שהגיעה לערך של כושר הנשיאה של הסביבה שבה היא מתקיימת. גודל האוכלוסיה לא נקבע רק על פי כמות המשאבים אלא גם על פי מגוון של גורמים אחרים, כגון טורף, טפיל או גורמים אביוטיים כמו קור עז (טמפרטורה נמוכה). במציאות, אם כך, גודל האוכלוסיה יהיה קרוב לוודאי נמוך מכושר הנשיאה של הסביבה.

גומחה אקולוגית: אחת הטעויות הנפוצות היא התייחסות למושג "גומחה אקולוגית" במובן הפיזי של המילה ולבלבול בינו לבין המושג **מיקרו סביבה**. "מיקרו סביבה" הוא אזור מצומצם בתוך בית הגידול, שיש לו מאפיינים ייחודיים, לדוגמה: כיס אדמה קטן בתוך סלע הנמצא בבית גידול של חורש טבעי. באותו אזור קטן הרכב מינים יכול להיות שונה מן ההרכב בשאר אזורי בית הגידול. "גומחה אקולוגית", לעומת זאת, הוא מושג מופשט לחלוטין המתיחס לא רק למקום הפיזי שבו מצויים האורגניזמים כי אם גם לתפקודם ולקשרים שלהם עם מרכיבים אחרים של הסביבה – ביוטים ואביוטים. בצורה זו עלינו לחשוב על מרחב רב-ממדי כאשר כל ממד(ציר) מבטא מרכיב אחר של הגומחה: ריכוז חמצן, גודל הטרף, עוצמת האור וכו'. חשוב שהתלמידים יבינו את היחסים בין גומחות של שני יצורים. במרכיבים שונים של הגומחה יכולה אמנם להתקיים חפיפה חלקית או מלאה, אך לכל יצור יש גומחה אופיינית משלו. ככל ששני יצורים, המצויים באותו בית גידול, קרובים זה לזה במבנם או בתפקודם, צפויה חפיפה גדולה יותר בין מרכיבי הגומחות שלהם. מכיוון שפרק זה דן ברמת האוכלוסיה המושג "גומחה" מתייחס למין – (species) ולא לפרט אחד באוכלוסיה. כאשר דנים בתחרות תוך-מינית מתייחסים לגומחה האקולוגית ברמת הפרט (ראו שאלה 4 עמוד 98 בספר הלימוד).

גורם מגביל: זהו מושג שיש לו הקשר לזמן ולמקום. בהנחה שאוכלוסיה אינה גדלה ללא הגבלה, השאלה הנשאלת היא – מהו הגורם המגביל את גודלה במצב נתון? הגורם שמוגדר כ"גורם מגביל" במצב נתון עשוי להשתנות ברגע שישתנו תנאי הסביבה. דבר נוסף שכדאי להדגיש הוא שההתייחסות כאן לגורם מגביל היא במובנה הרחב: "גורם מגביל", בהקשר זה, הוא כל מחסום שאינו מאפשר לאוכלוסיה לגדול. אם יוסר המחסום תמשיך האוכלוסיה ותגדל. עד מתי? עד אשר ייווצר מחסום אחר – "גורם מגביל" אחר. מחסום יכול להיות גורם המצוי בעודף - כגון טורף - או גורם המצוי בחסר - כגון מים, מזון ועוד. אנחנו ממליצים על שימוש בספרה של רות אמיר "הוראת הפוטוסינתזה" – מדריך למורה, בפרקים העוסקים במושג "גורם מגביל", (פרטים על הספר בהמשך בעמ' 36).

תשובות לשאלות נבחרות

שאלה 5, עמ' 84

אם תנאי הסביבה במערכת הם קבועים כפי שמוצג בטקסט גודל האוכלוסיה יישאר קבוע, פחות או יותר, לאורך זמן.

שאלה 4, עמ' 85

שאלת זו נוגעת לקשיים בביצוע מחקרים אקולוגיים. גודל האוכלוסיה מושפע, כאמור, ממכלול של גורמים. אם המעקב אחר גודל האוכלוסיה יבוצע בתנאים טבעיים אין שליטה על הגורמים ועל מידת השפעתם, זהו כמובן חיסרון. מצד אחר, כשמבצעים ניסוי בתנאי מעבדה מצליחים אמנם לבדד גורמים ולשלוט עליהם, אך התנאים שבהם מתקיים הניסוי רחוקים מהמצב האמיתי המורכב המתקיים בסביבה הטבעית. יש לבחון היטב באיזו מידה אפשר להסיק מתוצאות המחקרים במעבדה על מערכות אקולוגיות טבעיות.

שאלה 1, עמ' 88

באזור קן נמלים יש הצטברות גדולה של תרכובות אורגניות שמקורן בהפרשות נמלים ובשאריות מזון המתפרקות עם הזמן על ידי מיקרואורגניזמים והופכות לתרכובות אנאורגניות וביניהן למלחי חנקן ולמלחי זרחן.

שאלה 2, עמ' 88

באזורים אלה מצויה פסולת שמשליך האדם, פסולת המורכבת בחלקה מחומרים אורגניים שבשאריות מזון, המתפרקים לחומרים אנאורגניים כמו מלחי חנקן וזרחן המעשירים את הקרקע.

שאלה 4ב, עמ' 91

כמה קבוצות של ביצים של פרפר לֶבְיִן הכרוב הוחזקו בטמפרטורות שונות בין 15°C ל- 25°C . מלבד טמפרטורה, כל הקבוצות קיבלו אותם תנאים: תאורה, מזון, לחות, מרחב וכו'. החוקרים מדדו את הזמן הממוצע שאורך לפרטים מהקבוצות השונות להתפתח משלב הביצה עד שלב הגולם.

שאלה 5, עמ' 91

עלייה בטמפרטורה (עד גבול מסוים) מגבירה את קצב הפעילות המטבולית דהיינו את קצב התגובות הכימיות בגופו של היצור. ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר, קצב הגדילה של יצורים בעלי חום גוף שאינו קבוע גדל, הזמן שאורך להם להגיע לבגרות מינית הוא קצר יותר, ויותר צאצאים נוצרים בפרק זמן נתון.

שאלה 6, עמ' 91

I. בעקבות חורף קשה, סביר להניח שכמות האוכל תקטן וכושר הנשיאה יקטן אף הוא.
II. חדירת טורף אינה צריכה להשפיע על כושר הנשיאה מכיוון שהיא איננה משפיעה על רמת המשאבים העומדים לרשות אוכלוסיית הסנאים.

שאלה 4, עמ' 97

התשובה לשאלה זו צריכה לכלול התייחסות למרכיבי הגומחה: מקום חיות, מזון ומחילה, שבהם נבדלים שני מיני היערונים.

שאלה 5, עמ' 95

היערון צהוב הצוואר הוא בעל טווח ההסתגלות הגדול יותר. בהיעדר תחרות בתי הגידול שלו מגוונים יותר, כפי שמראות תוצאות המחקר.

שאלה 1, עמ' 98

דו-קיום בין מינים מתקיים כאשר אין חפיפה בגומחות שלהם או כאשר כמות המשאבים אינה מוגבלת.

שאלה 2, עמ' 98

היער הטרופי הוא בית גידול מגוון ועשיר במשאבים. כתוצאה מזה יכולים להתקיים מינים רבים המתאימים לבית גדול זה, כל מין בגומחה הייחודית לו. אין ספק שקיימת חפיפה מסוימת בין הגומחות אך מכיוון שכמות המשאבים גבוהה יחסית, התחרות עליהם קטנה.

שאלה 3, עמ' 98

בסביבות יציבות שיש בהן מגוון של מזונות בכמות רבה יחסית לאורך זמן כמו יערות או ביצות, קיימים התנאים להתפתחות התאמות ספציפיות לסוג מזון. בבתי גידול דלים במזונות (מדבריות, חולות) מידת ההתמחות בסוגי מזון תהיה פחותה יותר. בסביבה שאיננה יציבה יש יתרון למינים היכולים להסתגל בקלות לסוגי מזון רבים שזמינותם משתנה עם השינויים בסביבה.

שאלה 4, עמ' 98

הגומחות של פרטים בני אותו מין הן חופפות זו את זו ולכן כאשר כמות המשאבים מוגבלת התחרות התוך-מינית תהיה בעוצמה רבה יותר בהשוואה לתחרות הבין-מינית.

שאלה 4, עמ' 100

ייתכנו גורמים רבים המשפיעים על אוכלוסיית תרנגולי הבר בשני השטחים באופן ישיר או עקיף כמו מינים מתחרים, גורמי מחלות. ייתכן גם שרמת המשאבים ההתחלתית הייתה שונה בשני המקומות בצורה משמעותית. נוסף לכך, לא נתון גודל האוכלוסייה ההתחלתית והסופי בשני השטחים.

אפשר היה להמשיך את המחקר במשך שנים מספר כדי לוודא שהתוצאות שנתקבלו כעבור שנה לא היו מקריות. כמו כן יש להעריך את מספר הפרטים באוכלוסייה לפני תחילת הניסוי ולדאוג להתחיל מיחס שווה של זכרים ונקבות.

שאלה 5, עמ' 100

אפשר להציע מגוון של גורמים אביוטים באגמים שאליהם היו צריכים הדגים הטורפים להסתגל ולהתאים את עצמם: שינוי טמפרטורה, עכירות, זרמים, ריכוז והרכב מלחים, כמו גם גורמים ביוטים: טורפים, מתחרים, מזון. אפשר לחשוב גם על הימצאותם של אוכלוסיות דגים אחרות שהיו מועדפות כמזון לדגים הטורפים על פני אוכלוסיית דגי השמך. לתלמידים אשר כבר למדו עקומת גידול, ניתן לקשר זאת עם תקופת ה-Lag (ההשהייה) שבה מסתגלים היצורים לסביבתם וקצב הגדילה הוא נמוך יחסית.

שאלה 2, עמ' 106

הרעיון המרכזי שצריך לבוא לידי ביטוי בגרף הוא תנודות מחזוריות בגודל האוכלוסייה: עלייה, ירידה, עלייה, ירידה וכן הלאה.

שאלה 4, עמ' 106

ההבדלים בתנאי אקלים בין שנים שונות כגון, הבדלים בטמפרטורה ממוצעת יכולים להסביר תנודות בעוצמה שונה בגודלה של האוכלוסייה. שנה קרה במיוחד יכולה לגרום לתמותה רבה של ארנבות או לתמותה רבה באוכלוסיית הטורפים של הארנבות. גם גורמי מחלות שמופיעים בשנים מסוימות בעוצמה שונה יכולים להסביר את השינויים בתנודות של גודל האוכלוסיות.

שאלה 2, עמ' 106

שאלה זו באה לחדד את הבנת המושג "גורם מגביל".

תשובה א': אי-אפשר לדעת זאת מתוך הנתונים. אין בתשובה התייחסות למושג "גורם מגביל".
תשובה ב': משפט לא נכון – לא קיימת תופעה של גדילה ללא גבול. תמיד יימצא גורם
מגביל שיחסום את גידולה של האוכלוסיה.

תשובה ג': זו התשובה המתאימה ביותר כי היא מתייחסת לקשר בין הגורם המגביל לבין גודל
האוכלוסיה.

תשובה ד': המשפט אינו נכון.

שאלה 3, עמ' 108

הדוגמה הבאה תמחיש את התשובה לשאלה: בן אדם נוסע מירושלים לחיפה. בדרך עליו לעבור
שני צמתים בעייתיים באזור גוש דן - צומת מורשה וצומת הרצליה. עד לצומת מורשה נסע הנהג
ללא בעיות, במהירות ממוצעת של 85 קמ"ש. כשהגיע לצומת מורשה נתקע בפקק ומהירותו
הממוצעת ירדה ל-15 קמ"ש. באותו זמן היה פקק גדול גם בצומת הרצליה. מה מגביל את
מהירות נסיעתו של הנהג? הפקק בצומת מורשה? הפקק בצומת הרצליה? שניהם? כל עוד לא עבר
הנהג את צומת מורשה, הפקק בהרצליה איננו משפיע על מהירות ההתקדמות שלו בצומת. כלומר
התשובה לשאלה היא שגודל האוכלוסיה מוגבל, ברגע נתון, על ידי גורם מגביל אחד בלבד.

מקורות עיון למורים

אמיר מ', איזיקוביץ ד' (1995), 'התאמת שקד מצוי לפריחה, להאבקה ולהפרייה בתנאי הארץ',
אקולוגיה וסביבה, 2 (גליון 4), עמ' 199-205.
אמיר ר' (1993), **הוראת הפוטוסינתזה**, למורה, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית
בירושלים.

מקורות עיון לתלמידים

לוי נ' (1997), 'אריות במצוקה', **גליליאו**, 20, עמ' 37-39.
עופר י' (1982), 'השפעת נמלים על הרכב צמחייה בשטח מרעה', **ר"ת**, 3, עמ' 48-51.
ספריאל א' (1981), 'פרו ורבו האם זה כדאי? - ויסות גודלן של אוכלוסיות', **לדעת**, ט' (3), עמ' 6-3
ולדעת, ט' (4), עמ' 19-22.
שירמנטר ע' (1993), 'להשמין מהמודרניזציה: התפשטותה המדהימה של אנפית הבקר בישראל',
טבע וארץ, ל"ו (7), עמ' 18-22.
פרקים באקולוגיה - לקט מאמרים בנושא: יחסי גומלין בין אורגניזמים (1997), המרכז להוראת
המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

סרטים

אוכלוסיות - עקומת גידול, גורמים המשפיעים על גודל האוכלוסיה, פירמידת האנרגיה. משך
הסרט 22 דקות. מתוך הסדרה 'אשנב אל הטבע', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6446656).
הלאה אל הים - סיפורן של שתי אוכלוסיות צבים המצויים בסכנת הכחדה. הסרט עוקב אחר
שלבם במחזור החיים שלהם ומציג דרכים לשיקום האוכלוסיות. אורך הסרט 31 דקות. מתוך
הסדרה 'בעלי חיים באגן הים התיכון', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6446656).

התחברויות מוזרות – מבנה גופם ומחזור חייהם של נבוביים, יחסי הדדיות בין שושנת ים לסרטן נזיר. משך הסרט 29 דקות. מתוך הסדרה 'בעלי חיים באגן הים התיכון', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

חרקים מועילים – על הדברה ביולוגית בעזרת חרקים. משך הסרט 32 דקות. מתוך הסדרה 'בעלי חיים באגן הים התיכון', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

שרידי העבר – על גומחות אקולוגיות, תחרות, חלוקת משאבים ודו-קיום בין שני מינים. משך הסרט 33 דקות. מתוך הסדרה 'בעלי חיים באגן הים התיכון', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).

מעברי אנרגיה וחומרים במערכות אקולוגיות

פרק זה עוסק במעברי האנרגיה והחומרים במערכות האקולוגיות. תהליכים אלה מתרחשים בכל המערכות האקולוגיות ובהם באים לידי ביטוי יחסי הגומלין וההשפעות ההדדיות, שבין המרכיבים הביזטים במערכת האקולוגית למרכיבים האביוטים.

רעיונות מרכזיים בפרק

- מקור האנרגיה ברוב המערכות האקולוגיות הוא אור השמש (יוצאות הדופן הן הסביבות הייחודיות במעמקי האוקיינוסים, המוזכרות בספר הלימוד בעמוד 116).
- היצרנים ובעיקר הצמחים הם הבסיס לקיומם של שאר היצורים במערכת האקולוגית. הם קולטים חומרים אנאורגניים ואנרגיה (לרוב אנרגיית אור) מסביבתם ומיצרים תרכובות אורגניות.
- בשרשרת המזון עוברים חומרים ואנרגיה מהיצרנים לשאר היצורים.
- ככל שהרמה הטروفית גבוהה יותר קטנה כמות האנרגיה העומדת לרשות היצורים המשתייכים אליה.
- במערכת אקולוגית לא קיים מחזור של אנרגיה. כל האנרגיה הנכנסת למערכת נפלטת לבסוף כאנרגיית חום. משום כך קיומה של כל מערכת אקולוגית תלוי באספקה שוטפת של אנרגיה מבחוץ.
- המערכת האקולוגית היא מערכת סגורה לחומר ומתקיים בה מחזור חומרים.
- פעילותם של המפרקים היא חיונית לקיומו של מחזור החומרים.
- מעברי החומר בשרשרות המזון הם רק חלק מהמחזור הכולל של חומרים בטבע. מעברי חומר מתקיימים גם בתהליכים כימיים ופיזיקליים המתרחשים בקרקע, באטמוספירה ובהידרוספירה, ועקב פעילות טכנולוגית של האדם.
- פעילות האדם משפיעה על מחזור החומרים.

הערות דידקטיות

- הפרק מתחיל באזכור נושא האנרגיה וגלגוליה, נושא שנלמד קרוב לוודאי במסגרות אחרות אך מומלץ לחזור על מושגי היסוד שהם חשובים להבנת הפרק כולו.
- לפני לימוד הפרק חשוב לחזור עם התלמידים על עקרונות תהליכי הפוטוסינתזה והנשימה כפי שהובאו בעמודים 73-75 בספר הלימוד.
- חשוב להתעכב ולוודא שהתלמידים מבינים את חוקי השימור של האנרגיה והחומר.
- חשוב להיעזר באיורים שמלווים את הטקסט להמחשה ולהבהרה של התהליכים.
- בעמודים 124-125 בספר הלימוד הצגנו בשלבים את מחזור הפחמן, זאת כדי לאפשר מעקב הדרגתי אחר אטום הפחמן ובכך להקל על הבנת העקרונות של מחזורי ביוגיאוכימיים. התחלנו אמנם מאטומי פחמן במולקולות הפחמן הדו-חמצני שבאטמוספירה, אך חשוב להבהיר שבמחזור אין נקודת התחלה או סיום.
- המאמר 'עולם ללא חיידקים' מדגיש בדרך מיוחדת את חשיבות החיידקים במחזורי החומרים בטבע. אפשר לשלב אותו כפתיח לנושא המפרקים, או כסיכום.

- בספרו של פרימו לוי 'המערכה המחזורית' (ראו רשימת מקורות בעמוד 43) מצוי תאור ספרותי יפה ומרתק של מחזור הפחמן. אפשר לתת לתלמידים לקרוא קטע זה וללמוד באמצעותו על מחזורי החומרים בדרך בלתי שגרתית.
- בעמוד 134 בספר הלימוד מוצעת פעילות מעבדה העוסקת ב'פירוק פסולת אורגנית בתנאי סביבה שונים' באמצעות פעילות זו ניתן לבסס את מיומנויות החקר: העלאת שאלת מחקר, ניסוח השערה, תכנון ניסוי, ביצוע ניסוי, סיכום התוצאות ועיבודן והסקת מסקנות. אפשר לחלק את הכיתה לקבוצות עבודה. כל קבוצה תבדוק גורם אחר ותדווח עליו לכיתה. בסוף התהליך אפשר לסכם את כל התוצאות ולהסיק מסקנות כלליות באשר לתנאים המשפיעים על פירוק חומרים אורגניים.

תשובות לשאלות נבחרות

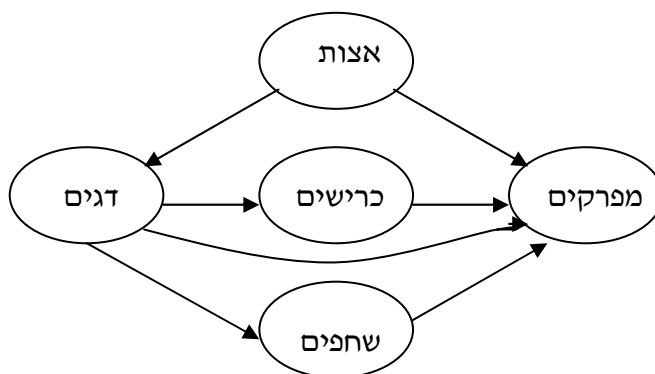
שאלה 2, עמ' 114

- ייתכנו כמה תרחישים כגון: הדגים יאכלו יותר סרטנים ומספר הסרטנים יקטן - בעקבות כך תצטמצם, בגלל המחסור במזון, גם אוכלוסיית הדגים ובסופו של דבר תחזור המערכת לשיווי משקל. אפשרות אחרת הדגים יאכלו את כל הסרטנים, אוכלוסיית הדגים תיכחד בהיעדר מזון ואוכלוסיות האצות תגדל בהיעדר סרטנים.
- האצות ימותו ובעקבותיהן הסרטנים והדגים.
- ייתכן שייווצר שיווי משקל חדש בין סרטנים לאצות לאחר עלייה במספר הסרטנים וירידה בכמות האצות. אפשרות אחרת הסרטנים יאכלו את כל האצות והמערכת תתחסל.
- הדגים ימותו, והאצות יתרבו.
- הסרטנים והדגים ימותו.

שאלה 3, עמ' 114

המפרקים הם צרכנים אך אינם שייכים, למעשה, לרמה טרופית מסוימת. הם קשורים לכל הרמות הטרופיות.

שאלה 4, עמ' 114



שאלה 1, עמ' 116

יצרנים (חיידקי הגופרית) וצרכנים (צדפות, תולעים, דגים וסרטנים). באופן עקרוני מערכת זו אינה נבדלת ממערכות אקולוגיות המבוססת על אנרגיית האור.

שאלה 2, עמ' 114

נצפה למצוא התאמות לתנאי חושך כגון, איברים מפותחים לקליטת אותות כימיים מהסביבה, או התאמות לתנאי לחץ גבוה וטמפרטורה גבוהה.

שאלה 1, עמ' 117

הייצור הראשוני קובע את כמות האנרגיה שעומדת לרשות כל המערכת האקולוגית. כאשר הייצור הראשוני גבוה יכולה להתקיים מערכת אקולוגית מפותחת ומורכבת לעומת זאת כאשר הייצור הראשוני נמוך, כמות האנרגיה העומדת לרשות המערכת האקולוגית נמוכה והתפתחותה מוגבלת.

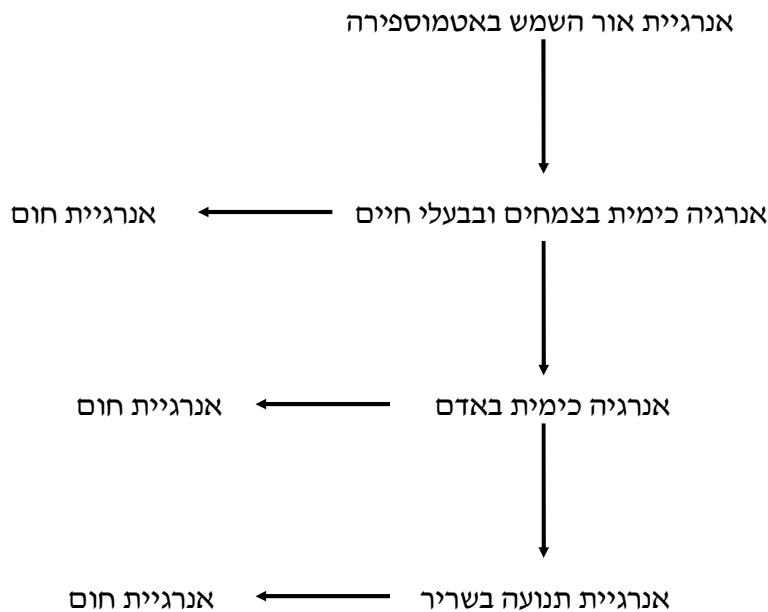
שאלה 2, עמ' 117

אל שפכי הנהרות מגיע סחף רב של חומר אורגני ומינרלים ממעלה הנהר, אלה מדשנים את המים ויוצרים תנאים מתאימים להתפתחות היצרנים. במדבריות שוררים תנאים קשים בעיקר בשל מחסור במים המונעים התפתחות צמחייה.

שאלה 3, עמ' 117

אף שבשפכי נהרות שיעורי הייצור הראשוני גבוהים הרי שבית גידול זה נדיר יחסית בעולם. לעומתם האוקיינוסים שבהם שיעורי הייצור הראשוני נמוכים משתרעים על פני שטחים נרחבים.

שאלה 1, עמ' 121



שאלה 2, עמ' 121

האנשים בחדר צורכים כל העת אנרגיה לקיום תהליכים בגופם. האנרגיה מתגלגלת לאנרגיית חום המעלה את הטמפרטורה בחדר. אם האנשים יתעמלו הם יצרכו יותר אנרגיה, הם יפעילו יותר את שריריהם, יותר אנרגיית חום תיפלט לסביבה והחדר יתחמם יותר.

שאלה 3, עמ' 121

האיבוד הרב ביותר חל בשלב המעבר בין היצרנים לצרכנים הראשוניים. בין הסיבות לכך - חלק מהביומסה בצמחים מצוי בחלקים שהצרכנים הראשוניים אינם יכולים לנצל.

שאלה 4, עמ' 121

ככל שהייצור הראשוני במערכת אקולוגית הוא גדול יותר יכולות להתקיים בה יותר רמות טרופיות.

שאלה 5, עמ' 121

מערכת אקולוגית כזו לא תוכל להתקיים לאורך זמן משום שקיום הצרכנים תלוי באנרגיה המופקת על ידי היצרנים. אנרגיה זו חייבת להיות רבה יותר מן האנרגיה של רמות הצרכנים בגלל איבוד אנרגיית חום לסביבה במעבר בין היצרנים לצרכנים.

שאלה 6, עמ' 121

א. אצות וצמחי מים.

ב. 20,810 קילוקלוריות שמקורן באור השמש.

ג. 20,810 קילוקלוריות התגלגלו על ידי המרכיבים הביוטיים לאנרגיית חום.

ד. היצרנים לדוגמה קלטו ב-20,810 קילוקלוריות שבאור השמש. בתהליכי החיים התגלגלו לאנרגיית חום 13,197 קילוקלוריות, 3,368 קילוקלוריות היו בתרכובות אורגניות בגופם של צמחים שנאכלו על ידי אוכלי צמחים ו-4,245 קילוקלוריות עברו למפרקים שפירקו צמחים שמתו. שה"כ: 20,810 קילוקלוריות.

$$20,810 = 4,245 + 3,368 + 13,197$$

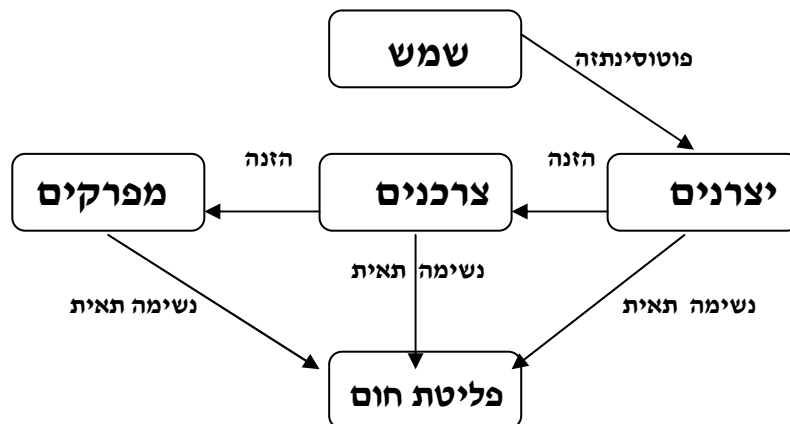
ה. רק חלק מהצמחים נאכל על ידי הצמחונים. זאת, לאחר שהיצרנים ניצלו כבר בעצמם לצורכי קיומם, חלק מהאנרגיה שהייתה בגופם.

ו. במדבר מצפים למצוא ערכי ייצור ראשוני נמוכים יותר ובעקבות כך ייתכן שיהיו פחות רמות טרופיות. מאחר שהרכב המינים הוא שונה, כמויות האנרגיה הנקלטות במערכת והעוברות מרמה טרופית אחת לאחרת תהיינה שונות בהכרח.

שאלה 7, עמ' 121

עץ אחד ביער יכול להיות מקור מצוין למספר רב של יצורים צמחוניים (חרקים, תולעים, מכרסמים וכדומה). לא כך הדבר לגבי הצומח העשבוני המהווה את אוכלוסיות היצרנים בסוואנה. הביומסה של עץ אחד ביער שקולה לביומסה של צמחים עשבוניים רבים בסוואנה.

שאלה 8, עמ' 121



שאלה 2, עמ' 126

האדם משתמש בפחם ובנפט לדלקים ומשחרר בתהליך שריפתם פחמן דו-חמצני לאטמוספירה. כך משתחררים לאטמוספירה אטומי פחמן שהיו במשך מיליוני שנים חלק מהתרכובות האורגניות במעבה האדמה.

שאלה 3, עמ' 126

הפחם מקורו ביערות עד נרחבים ששלטו בעולם בעידן הקרובן. יש להניח שבתקופה זו חלה עלייה בריכוז החמצן באטמוספירה כתוצאה מתהליך הפוטוסינתזה.

שאלה 4, עמ' 126

מדענים רבים סבורים שעלייה בכמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה תגרום להתחממותה בעקבות "אפקט החממה". התחממות זו עשויה להשפיע על יצורים שונים שיצטרכו להתמודד עם תנאים אביוטים וביוטים חדשים בסביבתם. עלייה בכמות הפחמן הדו-חמצני יכולה, לדעת חלק מהמדענים, להגביר את תהליך הפוטוסינתזה במקומות שבהם פחמן דו-חמצני הוא גורם מגביל.

שאלה 1, עמ' 132

הצמחים הם החוליה שדרכה נכנס הזרחן למערכת הביוטית. הצמחים קולטים את תרכובות הזרחן שבקרקע באמצעות השורשים.

שאלה 2, עמ' 132

החיידקים במחזור הזרחן מעורבים בהפיכת בתרכובות הזרחן האורגניות לתרכובות זרחן אנאורגניות הזמינות לקליטה בצמחים. פעולה דומה מבצעים חיידקים במחזור החנקן. פעולה ייחודית של חיידקים במחזור החנקן היא שחרור חנקן מולקולרי מתרכובות חנקן בקרקע - לאטמוספירה.

שאלה 3, עמ' 132

האדם מתערב במחזור הזרחן בעיקר באמצעות הדישון. לדישון יתר יש השפעות שליליות על הסביבה: זיהום הקרקע ומקורות המים, ומפגעים בתחום בריאות האדם.

שאלה 4, עמ' 135

החומר עבר תהליכי פירוק על ידי מפרקים (מיקרו אורגניזמים) והפך לגזים שונים, בהם פחמן דו-חמצני, שנפלטו לאוויר.

שאלה 5, עמ' 135

הריח הרע נובע מכך שחלק מתוצרי הפירוק של החיידקים הם חומרים נדיפים שיש להם ריח רע כגון הגז מימן דו-גופריתי (H_2S).

שאלה 6, עמ' 135

החורים נועדו לאפשר לחמצן מהאוויר לחדור אל השקית ולאפשר תהליכי פירוק על ידי חיידקים אירוביים. כמו כן מאפשרים החורים את פיזור תוצרי הפירוק באוויר.

מקורות עיון למורים

- גופן מ', גל י' (1992), 'הכימיה של מי הכינרת', מתוך: **ספר הכנרת**, משרד-הבטחון ומנהלת הכנרת, עמ' 46-65.
- ויזל י' (1987), מטבוליזם של חברה מתוך: **אקולוגיה עקרונית ותהליכים**, הוצאת המרכז למדעי החיים אוניברסיטת תל אביב, עמ' 72-92.
- אדם בסביבתו**, האוניברסיטה הפתוחה (1978), יחידה 1, עמ' 24-45.
- מבוא למדעי החיים**, האוניברסיטה הפתוחה (1985), יחידה 1, עמ' 1-23.

מקורות עיון לתלמידים

- אמיר ר' (1997), 'גורמים ביוטיים ארגון ותהליכים', מתוך: **פרקים באקולוגיה**, הוצאת המרכז להוראת המדעים האוניברסיטה העברית בירושלים.
- זבורנו ס' (1993), 'בעת שהעולם נושם - מחזור הפחמן הדו חמצני', **גליליאו**, 1, עמ' 42-47.
- לוי פי' (1987), פחמן. מתוך: **המערכה המחזורית**, הוצאת הקיבוץ המאוחד, עמ' 168-174.
- הופיע גם **בעלון מורי הביולוגיה**, 117, עמ' 12-20.
- פרוץ מ' (1997), 'המאניה האמוניה והאירוניה', **גליליאו**, 20, עמ' 46-52.

סרטים

- מחזורים כימיים בניוספירה** – משך הסרט 30 דקות. בהפקת האוניברסיטה הפתוחה (טל: 03-6460585).
- שרשרת המזון והעברת אנרגיה** - הסרט עוסק בשרשרות מזון ומעברי האנרגיה המיוצגים באמצעות פירמידות אקולוגיות. משך הסרט 32 דקות. בהפקת "מוחות" (טל: 02-5617522).

יציבות ואי יציבות במערכת אקולוגית

הלימוד של פרק זה הוא אחרי לימוד מבנה המערכת האקולוגית והתהליכים המתרחשים בה ולפני שהתלמידים מתחילים להכיר דוגמאות של מערכות אקולוגיות בעולם ובארץ. חשיבותן בהבהרת המונח יציבות של מערכות אקולוגיות ובהשפעת האדם על הפרת יציבות.

רעיונות מרכזיים

- יציבות של מערכת אקולוגית לאורך שנים משמעותה שיווי משקל דינמי. שיווי משקל המתבטא בשינויים מתמידים במרכיבי המערכת בתחום צר יחסית, כך שלא נגרמים שינויים דרסטיים במבנה ובתפקוד של המערכת האקולוגית.
- הפרת שיווי משקל נגרמת כתוצאה משינויים קיצוניים במרכיבי המערכת – ביוטים ואביוטים.
- הפרות שיווי המשקל של מערכת אקולוגית נגרמות כתוצאה מפעילות של האדם, אך גם כתוצאה מפגעי טבע.
- סוקצסיה היא תהליך התפתחותה של מערכת אקולוגית, שבמהלכה משתנים התנאים האביוטיים במערכת והרכב אוכלוסיות היצורים החיים בה עד שמתפתחת למערכת יציבה.

הערה דיזקטית

- אפשר לפתוח את הפרק הזה בעזרת כתבות אקטואליות מעיתונים או מהטלוויזיה בנושא: הפרות שיווי משקל במערכות אקולוגיות.
- על מנת להמחיש את רעיון שיווי המשקל הדינמי, השתמשנו במודל פיזיקלי של גולה היוצאת ממצב שיווי משקל בעקבות הפעלת כוח. ברצוננו לציין כי על אף שמודל זה עוזר להבין את תנודות המערכת האקולוגית עם השתנות תנאי הסביבה, הרי שעל פי המודל הפיזיקלי המתואר בעמוד 137 בספר הלימוד, הגולה תמיד תחזור לאותה נקודה במרכז השקעורית. לעומת זאת, במציאות, המערכת האקולוגית תתייצב כל פעם על ערך אחר.

תשובות לשאלות נבחרות

שאלה 5, עמ' 140

להלן כמה הצעות לפתרון:

- I. דיג מבוקר של נסיכת הנילוס בשלבים מוקדמים של גידול הדגים.
- II. צמצום הזרמת הדשנים לאגם, פעולה שתקטין את פריחת האצות ואת תהליכי הפירוק במי האגם.
- III. אוורור מלאכותי של השכבות העמוקות באגם.
- IV. שימוש באמצעי הדברה ביולוגיים: לדוגמה החדרת טפיל התוקף את נסיכת הנילוס אך לא את הדגים המקומיים.
- V. ריבוי מלאכותי של דגי אמנונית והחדרת הדגיגים לאגם.
- VI. פריסת רשתות שלא יאפשרו מעבר של דג נסיכת הנילוס לאזורי החוף בהם מרוכזים דגי אמנונית.

שאלה 6, עמ' 140

תוך 100 שנים (זמן קצר יחסית) הופר האיזון במערכת אקולוגית שהתקיימה קרוב לוודאי אלפי שנים, אם לא יותר, זאת בעקבות שינויים סביבתיים קיצוניים. מכיוון שאי-אפשר לבטל את השינויים שנגרמו כבר, קיימת, למעשה, רק אפשרות של התייצבות המערכת מסביב לנקודת שיווי משקל חדשה, אחרת מן הקודמת. לכן, לא סביר להניח שתהיה חזרה למצב הראשוני.

שאלה 1, עמ' 143

מינים של צמחי חלוץ המתפתחים באי חדש שנוצר צריכים להיות מותאמים לתנאים הקיימים באי. לדוגמה:

- I. מחסור בקרקע: יהיה יתרון לצמחים ששורשיהם יכולים להמיס ולחדור שכבות סלע קשות.
- II. קרינה ורוח בעוצמות גבוהות, מליחות גבוהה, הפרשי טמפרטורות בין יום ללילה ובין קיץ לחורף. יש לצפות שבצמחים אלה יתפתחו מנגנוני הגנה לחלק מתנאים אלה או לכולם. כמו עלים בעלי שטח פנים קטן, קוטיקולה עבה וכו'.
- III. מיעוט היצורים באי מצריך מנגנוני האבקה והפצת זרעים המבוססים על גורמים אביוטיים, כמו רוח.

שאלה 5, עמ' 143

הסוקצסיה של בעלי החיים תתרחש במקביל לסוקצסיה של הצמחים. עם השתנות חברת הצומח מחד-שנתיים לבני שיח ושיחים יתווספו לחברה קבוצות של בעלי חיים, בעיקר מקרב הזוחלים, העופות והיונקים. מערכת הקשרים בין הצמחים לבעלי החיים היא אשר תכתיב אילו בעלי חיים יופיעו ומתי. לדוגמה: מכרסמים הניזונים מבלוטים יופיעו רק אחרי שיצמחו עצים מתאימים (כגון אלונים), ציפורים המקננות בעצים יופיעו, כיושבי קבע, רק בשלב מתקדם של הסוקצסיה. נמלים הניזונים בעיקר מזרעים יופיעו, לעומת זאת, כבר בשלב מוקדם של הטור הסוקצסיוני.

מקורות עיון למורים

פרבולוצקי א' (1996), 'הקשר בין רעייה לשמירת הטבע בישראל', **אקולוגיה וסביבה**, 3 (גליון 4), עמ' 245-248.

אקולוגיה וסביבה, 3 (גליונות 1-2), 1996, **החוברת מוקדשת לנושא השריפה בכרמל**.

מקורות עיון לתלמידים

באסקין א' (1994), 'מותו של אגס', **גליליאו**, 7, עמ' 26-33.

בן פורת א' (1997), 'חיסול הארנבת באוסטרליה', **גליליאו**, 21, עמ' 5.

הרלבן י' (1997), 'שריפה וטוב לה', **גליליאו**, 24, עמ' 8.

סרטים

ניגוד אינטרסים – על סכנות הכחדה של מינים בבתי גידול מימיים ויבשתיים כתוצאה מהשפעת האדם. משך הסרט 33 דקות. מתוך הסדרה 'בעלי חיים באגן הים התיכון', הטלוויזיה החינוכית (טל : 03-6466656).

סוקצסיה – מעקב אחר תהליך הסוקצסיה באגם משיגן – ארצות הברית, הן של אוכלוסיות צמחים והן של אוכלוסיות בעלי חיים. משך הסרט 12 דקות. מתוך הסדרה 'אשנב אל הטבע', הטלוויזיה החינוכית (טל : 03-6466656).

מערכות אקולוגיות בעולם ובארץ

אחרי לימוד עקרונות המבנה של המערכת האקולוגית והתהליכים המתרחשים בה, מוצג בפרק זה, על קצה המזלג, המגוון האדיר של מערכות אקולוגיות בעולם ומגוון המערכות האקולוגיות בישראל תוך התחייחות לתנאים הביזטים והאביוטים המיוחדים באזורנו.

רעיונות מרכזיים בפרק

- תנאי האקלים באזורים גיאוגרפיים שונים, מכתיבים את חברת הצמחים ובעלי החיים.
- באזורים אקלימיים דומים בעולם, מוצאים דמיון גם בחברות היצורים המאכלסים אותם.
- עולם החי והצומח בישראל הוא ייחודי, ובולט בו עושר מינים גדול במיוחד ביחס לשטח המצומצם. תורמים לכך אקלים מגוון ואירועים גיאולוגיים רבים שהתרחשו באזור.

הערות זידקטיות

- עיקרו של פרק זה בחשיפה למגוון של מערכות אקולוגיות בעולם בכלל ובישראל בפרט. כדי שההיכרות תהיה חווייתית ומעניינת, אנחנו מציעים לשלב בהוראת פרק זה סרטים וסיורים מתאימים. מידע על שני סרטים מומלצים נמצאת בהמשך.
- קיימת נטייה להתייחס אל הים כאל מערכת אקולוגית אחת גדולה. חשוב להדגיש את השוני בין ימים ובין אוקיינוסים, בין ים צפוני וים באזור ממוזג. השוואה בין ים-סוף וים תיכון, מבליטה את השוני ועוזרת לתלמידים להבין את הרב-גונית הרבה שקיימת גם בסביבות הימיות. סיור באחד מחופי הים התיכון במפרץ אילת יכול להמחיש לתלמידים את הנקודה הזאת.
- בעקבות הפרק "היצורים בסביבתם" ייתכן בלבול בין המונחים "בית גידול", "ביומה" ו"תצורת צומח". ראשית יש להדגיש שהמונחים "ביומה" ו"תצורת צומח" רלוונטיים אך ורק לגבי בתי גידול יבשתיים. ביומה היא למעשה בית גידול. הביומה היא אזור גיאוגרפי נרחב על פני כדור הארץ המאופיין על ידי חברה מסוימת של צמחים. רוב הביומות נקראות על שם תצורת הצומח הנפוצה בהן.
- ישראל היא מקום מפגש של כמה אזורים אקלים ושל שלוש יבשות. התוצאה היא אזורי חורש ים-תיכוני לצד אזורים מדבריים. בתוך כל אזור ניתן להבחין בין מערכות אקולוגיות שונות. לדוגמה: במדבר מבחינים בין חולות ובין נאות מדבר. בפרק מערכות אקולוגיות בישראל הצגנו דרך מסוימת לחלוקה של המערכות האקולוגיות. החלוקה יכולה להיות מפורטת יותר אך לא מצאנו צורך בזה ולא חשבנו שזה מתאים למסגרת זו של לימוד.

תשובות לשאלות נבחרות

שאלה 2, עמ' 150

על התשובה להתייחס למאפיינים של כל ביומה ובהתאם לכך לעלה של צמח המותאם לאותן ביומות, לדוגמה: מדבר חם מאופיין בטמפרטורות גבוהות, בכמות משקעים קטנה ובקרינה חזקה.

העלים קטנים (היחס שטח פנים לנפח קטן), בשרניים לאגירת מים, הפיוניות שקועות ומרוכזות באפידרמיס התחתון של העלה, פני העלה שעירים.

טונדרה מאופיינת בטמפרטורות נמוכות וברוחות חזקות.
העלים מחטניים (שטח פנים קטן), קוטיקולה עבה (להגנה).

שאלה 2, עמ' 155

אזור הפְּרִית עשיר בבתי-גידול (מיקרו סביבות) בעלי תנאים ייחודיים, שבהם יכולים להתקיים מגוון של יצורים שונים. לעומת זאת הים הפתוח, על אף היותו גוף מים גדול, אינו עשיר במיוחד בבתי גידול ולכן מגוון היצורים בו מצומצם יחסית.

שאלה 4, עמ' 155

היעדר שיכוב תרמי באוקיינוס נובע משתי סיבות עיקריות:
I. ערבול מתמיד של המים, בעיקר כתוצאה מזרמים חזקים.
II. גוף מים בעל נפח גדול.

שאלה 5, עמ' 155

ככל שהטמפרטורה גבוהה התהליכים - גם הביולוגיים וגם הפיזיקליים - מתרחשים בקצב מהיר יותר. בקיץ סביר למצוא יותר יצורים בשכבה העליונה החמה של המים. הסיבות לכך: ריכוז גבוה של אצות המבצעות פוטוסינתזה (קרינה גבוהה וטמפרטורות גבוהות), וכתוצאה מכך ריכוז החמצן גבוה והמזון זמין לצרכנים ראשוניים הניזונים מאצות. יחד עם זה יש לקחת בחשבון שקצב גידול מוגבר של אוכלוסיות האצות עלול לגרום לעכירות המים וכתוצאה מכך לירידה בקצב תהליך הפוטוסינתזה ולתמותת אצות. האצות המתות עוברות תהליכי פירוק הגורמים להיווצרות תנאים אנאירוביים. שינוי התנאים יגרום לשינוי באוכלוסיות היצורים באגם. בשכבה הנמוכה, הקרה, יימצאו יצורים המותאמים לתנאים אלה, בעיקר דגים טורפים. בחורף במצב של ערבול וטמפרטורות נמוכות אוכלוסיית היצורים תקטן באגם, לא נצפה להבדלים משמעותיים בפיזור היצורים בעומקים השונים.

שאלה 2, עמ' 156

בשאלה זו באה לידי ביטוי משמעות המושג עושר מיניים המתייחס לכמות המינים ביחידת שטח או נפח. אמנם בסין נמצא מספר מיני העופות הגדול ביותר ברשימה, אך יש לחלק מספר זה בשטחה של סין. הערך המתקבל קטן בהרבה מן הערך שמתקבל עבור ישראל. על פי חישוב זה ניתן לראות שעושר המינים הגדול ביותר מבין המדינות המוזכרות, מצוי בישראל.

שאלה 3, עמ' 157

מתוך הסתכלות בטבלה שבעמוד 148 בספר הלימוד, עולה שישראל שייכת ל"יערות וחוקשים נוקשי עלים" וגם ל"מדבריות חמים". זאת, למרות שטחה הקטן.

שאלה 3, עמ' 163

למרות הדמיון קיימים הבדלים בין שני בתי הגידול האלה כגון, טמפרטורה ממוצעת. הקרבה לים (רסס מלח באוויר) והקרבה לבתי גידול אחרים, כל אלה משפיעים על הרכב הצומח ובעלי החיים האופייניים לכל אחד מבתי גידול אלה.

שאלה 1, עמ' 164

הצמחים החד-שנתיים זקוקים לעוצמת אור גבוהה, למים ולטמפרטורות נוחות כדי לנבט ולהתפתח. בארץ השילוב של התנאים האלה מתקיים בחורף ובתחילת האביב. באקלים ממוזג (צפון אירופה לדוגמה) התנאים הללו מתקיימים בעונת הקיץ.

שאלה 2, עמ' 164

גם הגיאופיטים וגם החד-שנתיים מותאמים לעונת הקיץ היבשה. הגיאופיטים הם צמחים רב-שנתיים שבעונת הקיץ נותרים רק עם איבר אגירה תת-אדמתי. איבר זה מקיים פעילות מטבולית

מצומצמת ביותר. החד-שנתיים משלימים את מחזור חייהם בפרק זמן קצר, לרוב במהלך עונות החורף והאביב. עם הגיע הקיץ, צמחי האגס כבר נבלו ודור ההמשך, בצורת זרעים, נכנס לתרדמה עד לחורף הבא.

שאלה 2, עמ' 167

האזור הפונה אל החוף מואר יותר. האצות הסימביוטיות, החיות באלמוגים, מקיימות פעילות פוטוסינתטית מוגברת והדבר מלווה בתהליך השקעת גיר מוגבר. תהליך זה איטי יותר בחלקה העורפי של השונית, המואר פחות.

שאלה 3, עמ' 167

הסבר מקובל הוא שבבתי גידול, שבהם מגוון המינים רב, מתפתחים דגמי תקשורת חזותיים ייחודיים לכל מין. התוצאה היא מגוון מרהיב של דגמי צבע.

שאלה 2, עמ' 170

להלן דוגמאות של השפעות אפשריות:

- I. גידול אוכלוסיית אמנון הגליל בעונת החורף.
- II. דחיקה תחרותית של מיני אצות אחרים בעונת החורף.
- III. תמותה מוגברת של יצורים בתחילת הקיץ כתוצאה מירידה בריכוז החמצן המומס.

שאלה 1, עמ' 171

בבית גידול, שבו הזרימה של המים חזקה ומשתנה, יוכלו לשרוד יצורים בעלי תכונות עמידות לזרמים חזקים כגון יכולת הידבקות למצע סלעי, שורשים עמוקים וחזקים. כמו כן צריכה להיות להם יכולת לשרוד תקופת מה גם בסביבה יבשתית.

שאלה 2, עמ' 171

מאז תחילת המאה עבר אזור החוף שינויים חריפים בכל מה שקשור לפיתוח. הפיתוח מלווה בתופעות זיהום חריפות הנובעות בין היתר מהזרמת ביוב אל תוך הנחלים. על אף שגם אזור העמקים בצפון עבר פיתוח מאז תחילת המאה הרי שקצב הפיתוח בו הלא קטן יחסית בהשוואה לאזור החוף.

שאלה 3, עמ' 171

ראו תשובה לשאלה 5, עמ' 155.

שאלה 4, עמ' 171

ביס המלח מצויים אורגניזמים השייכים לשתי רמות טרופיות: יצרנים (ביניהם אצות, כחוליות וחיידקים) וצרכנים מפרקים. לא ימצאו צרכנים ראשוניים, טורפים ראשוניים, משניים וכו'.

מקורות עיון למורים

אנציקלופדיה של החי והצומח בארץ ישראל, 1990, עורך: עזריה אלון, הוצאת משרד הבטחון, החברה להגנת הטבע.

כרך 1 - מבואות ומפתחות: על ייחודו של הטבע בישראל

כרך 4 - החיים במים: על בתי גידול מימיים שונים בארץ

כרך 8 - הצומח של ישראל בבתי גידול שונים

בן חור יי (1997), **המים בטבע ובסביבת האדם**, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

גפן מ', גל יי (1992), **ספר הכנרת**, משרד הבטחון-ההוצאה לאור, מינהלת הכנרת.

גפן מ', נשרי ע', (1997), 'פריחת אצות כחולות בכנרת', **אקולוגיה וסביבה**, 4 (גליון 1), עמ' 11-14.
ויזל י', פולק ג', כהן י' (1978), **אקולוגיה של הצומח בארץ ישראל**, הוצאת המדור לאקולוגיה
בע"מ.

מקורות עיון לתלמידים

אורן א' (1996), 'חיים בים המוות', **גליליאו**, 18, עמ' 36-43.
גזית א' (1982), 'שלולית החורף, מקום חיות בסכנת הכחדה', **טבע וארץ**, כ"ה (10), עמ' 13-16.
סטיבנס ג' (1996), 'חיים רוחשים ביבשת הקרח', **גליליאו**, 15, עמ' 51-55.
סליון מ' (1996), 'השפעה מרחוק', **גליליאו**, 14, עמ' 7.
שלמון ב' (1995), 'שלום המפרץ', **ארץ וטבע**, 39, עמ' 27-42.

סרטים

לילה בשונית – על היצורים הליליים בשונית האלמוגים, על אורח חייהם, על מזונם ועל דרכי
התגוננותם. משך הסרט 28 דקות. מתוך הסדרה 'לצלול בים האדום', הטלוויזיה החינוכית
(טל: 03-6466656).

מעבר לחולות – תיאור של מערכת אקולוגית של חולות חוף על מרכיביה הביולוגיים. משך הסרט
30 דקות. מתוך הסדרה 'בעלי חיים באגן הים התיכון', הטלוויזיה החינוכית (טל: 03-6466656).