

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על מדעי הסביבה

תוכנית הלימודים
מדעי הסביבה

לחטיבה העליונה

בכל המגזרים

ירושלים, התשע"ד 2014

עדכון התכנים בנושא שינוי אקלים תשפ"ה, 2024

קובץ מעודכן

18/01/2026

התוכנית מבוססת על תוכנית קודמת שפורסמה בירושלים בשנת התשס"ז, 2007¹
התוכנית עודכנה על ידי חברי ועדת המשנה לעדכון תוכנית הלימודים ואושרה על ידי ועדת המקצוע.

חברי ועדת מקצוע

פרופ' טלי טל	– יו"ר הוועדה. הטכניון, המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה
ד"ר אירית שדה	– מפמ"ר ומרכזת הוועדה והמקצוע, משרד החינוך
גב' סאמיה אבו-ח'יט	– מורה למדעי סביבה בתיכון עתיד טירה
ד"ר שדאד אבו פול	– מפקח במדעי הסביבה – משרד החינוך
ד"ר רוחמה ארנברג	– אגף מדעים, משרד החינוך
ד"ר עדנה בן יצחק	– אוניברסיטת בן גוריון ומורה במקיף א באר שבע
ד"ר ארנה ברגרזון	– סגנית המדענית הראשית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר דפנה גולדמן	– מכללת בית ברל
ד"ר רקפת דנאי	– אגף מדעים, משרד החינוך
פרופ' עמוס דרייפוס	– האוניברסיטה העברית, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש ר"ה סמית וסמינר הקיבוצים
ד"ר אריה ונגר	– סמינר הקיבוצים ומכללת דוד ילין
ד"ר עביר עאבד	– מורה למדעי הסביבה בתיכון הגליל, נצרת
גב' מדי קן	– מורה למדעי הסביבה בתיכון דרכא גדרה, ע"ש בגין
מר יצחק רובס	– מורה למדעי הסביבה בתיכון בר אילן, נתניה
ד"ר שרה קלצקו	– אוניברסיטת בר אילן

חברי ועדת משנה לעדכון התוכנית 25.3.19

ד"ר רוחמה ארנברג	– יו"ר הוועדה, אגף מדעים, משרד החינוך
גב' עדה אבשלום	– מכון סאלד
ד"ר עדנה בן יצחק	– אוניברסיטת בן גוריון ומורה במקיף א באר שבע
ד"ר אריה ונגר	– סמינר הקיבוצים ומכללת דוד ילין
גב' רבקה משגב	– מורה למדעי הסביבה, תיכון קבוצת יבנה
ד"ר עביר עאבד	– מורה למדעי הסביבה בתיכון הגליל, נצרת
ד"ר סארי עאסלה	– מורה למדעי הסביבה, מקיף אלבוכארי, עראבה
ד"ר אירית שדה	– מפמ"ר מדעי הסביבה, משרד החינוך

¹ שמות חברי ועדת תוכנית תשס"ז והיועצים מפורטים בעמוד 50.

תוכן העניינים

מבוא כללי / 4

חלק א

מבוא / 7

התפיסה הרעיונית של תוכנית הלימודים / 7

מטרות הוראה-למידה / 8

דרכי הוראה-למידה / 10

אוכלוסיית היעד של התוכנית / 12

חלק ב

מבנה התוכנית / 13

הערכה חיצונית / 13

הערכה פנימית / 14

מרכיבי התוכנית / 14

הסדנה הסביבתית / 15

מחקר סביבתי – אקוטופ / 15

מפרט התכנים / 17

א. נושאי ליבה

נושא 1. מערכות אקולוגיות ויחסי אדם סביבה / 19

נושא 2. שינוי אקלים / 22

נושא 2. משאב המים / 26

נושא 3. משאב האוויר / 28

נושא 4. פסולת כמשאב / 30

ב. התמחות והעמקה

נושא 1. מערכות אקולוגיות ויחסי אדם סביבה / 34

נושא 2. משאב המים / 36

נושא 3. משאב האוויר / 39

נושא 4. פסולת כמשאב / 41

נושא 5. תכנון וניהול סביבתי / 43

נושא 6. אתיקה וסביבה / 46

חלק ג

דרכי הערכה ומשוב / 48

מבוא כללי

תוכנית הלימודים המעודכנת נועדה לשתי מטרות:

- א. ליצור הלימה בין הקפי התכנים של תוכנית הלימודים לבין מספר השעות העומדות בפועל לרשות המורה, המחויב לתהליכי הוראה-למידה משמעותיים (בוצע לקראת תשע"ד).
- ב. ליצור ליבה מחייבת ברמת מושגים ועקרונות, לכלל התלמידים הלומדים את המקצוע (בוצע במהלך תשע"ד ויחייב את התלמידים שיתחילו לימודיהם בכיתה י' תשע"ה).

עד לשינוי שיטת יחידות הלימוד והזכאות לבגרות, שנעשה על ידי שר החינוך חה"כ שי פירון, מקצוע מדעי הסביבה, שהוא מקצוע בחירה ברמה של 5 יח"ל, אפשר צבירת יחידות לשתיים, לשלוש ולחמש יחידות, הכוללות:

- 2 יח"ל – **מושגים ועקרונות**, הכוללות תשתית מושגית בסיסית בתחום מדעי הסביבה.
- 1 יח"ל – **סדנה סביבתית**, הכוללת הכרת שלוש סביבות שונות ומעורבות האדם בהן.
- 1 יח"ל – **התמחות והעמקה**, הכוללת העמקה עיונית באחד מהנושאים במדעי הסביבה, מבין כמה נושאים נתונים.

1 יח"ל – **עבודת חקר** – אקוטופ: ביצוע עבודת חקר, כתיבת עבודה ובחינה בעל פה. בשנים האחרונות התעורר חוסר נחת בקרב אנשי ועדת המקצוע, מדריכים ומורים, מאופן חלוקת הנושאים ומתן אפשרויות בחירה רבות של נושאי הלימוד, שכן במסגרת של 2 יח"ל – **מושגים ועקרונות**, נדרשו המורים ללמד את הנושא **מערכות אקולוגיות** ועוד שלושה נושאים שנבחרו מתוך חמישה (משאב המים, משאב האוויר, רעש וקרינה, תכנון וניהול, פסולת מוצקה). גם יחידת ההתמחות אפשרה בחירה רבה, וכך קרה לעתים שתלמידים במסלול של 5 יח"ל במקצוע מדעי הסביבה סיימו את לימודיהם בלי ללמוד מושגים בסיסיים חשובים בנושאים מסויימים, מפני שאלו לא נבחרו על ידי המורים בבתי הספר שלהם. אי לכך הוחלט על יצירת ליבה מחייבת, שתבטיח למידה מקיפה של מושגים בסיסיים במדעי הסביבה.

השיקולים שסומנו כמובילים בבניית המסמך:

- חלוקת שעות מפורטת ליחידות השונות, במטרה לסייע למורים בקביעת מידת ההעמקה הנדרשת להוראת הנושאים השונים;
- קביעת תכנים משמעותיים בכל אחד מנושאי החובה ליצירת ליבה מחייבת, תוך צמצום היקפי התכנים בכל הנושאים;
- תוכני הליבה המחייבת יהוו בסיס למפרט התכנים של יחידת ההעמקה;
- צמצום היקפי התכנים הנדרשים ביחידות ההתמחות וההעמקה, על מנת לאפשר למידה משמעותית ולמידה של יחידת העמקה אחת בלבד (ולא שתיים, כפי שהיה נהוג עד כה);
- מאז 2007 (מועד פרסום התוכנית הקודמת) חלו שינויים בדגשים בתחום הסביבתי, ונוצרו אתגרים חדשים שעמם יש להתמודד, לדוגמה: סוגיית **זיהום אור** והשלכותיה על המערכות האקולוגיות ועל בני אדם. לפיכך, עודכנו ונוספו מושגים חדשים בעקבות ההתפתחויות שחלו בתחום מדעי הסביבה, מאז נכתבה התוכנית בתשס"ז.

- עיסוק בנושאים סביבתיים מחייב ראייה אינטגרטיבית, הקושרת ידע בנושאי סביבה שונים. עד כה נלמד כל אחד מנושאי הסביבה במנותק מהנושאים האחרים, מה שיצר (שלא מרצון) תמונת עולם שבנויה מפרגמנטים, בלי לראות את ההקשר לנושאים אחרים ואת התמונה ההוליסטית של נושאי הסביבה. בתוכנית המעודכנת, שילוב של נושאי הלמוד במקומות הרלוונטיים, יצירת הקשרים בין מושגים המופיעים בנושאים השונים, או התייחסות למושגים חוצי נושאים ופיתוחם מבטיחים יצירת תמונת עולם רחבה, עשירה, שלמה ומשמעותית יותר בתחום המקצוע.
- יצירת התאמה בין היקף החומר הנלמד להיקפי שעות הלימוד תאפשר להפעיל דרכי הוראה מגוונות שמטבען דורשות זמן הוראה רב יותר מאשר שיטות הוראה והערכה מסורתיות (הרצאה ומבחן), כמו לדוגמה: עיסוק בדילמות, למידה בדרך חקר, שילוב סרטים, שימוש בכלים דיגיטאליים, וקיום סיורים לימודיים ופעילויות סביבתיות. כל אלו יאפשרו, במקביל ללמידה משמעותית בתחום הדעת, העמקה בנושאים הקרובים, גם אם אינם מופיעים בחומר לבגרות, והשתתפות תלמידים בתחרויות ובכנסים של מדעי סביבה.
- שיתוף מורים ומומחים בתחומי התוכן ובתכנון תוכניות הלימודים; ועדת המשנה לעדכון תוכנית הלימודים, שפעלה בשיתוף עם ועדת המקצוע, בחנה הצעות של מורים לגבי גיבוש הליבה. חוות דעת אלו, וכן הצעותיהם של המורים ביחס לתוכנית המעודכנת נלקחו בחשבון.
- סוגיית שינוי אקלים שולבה בעבר, בנושאי הליבה ובנושאי ההתמחות וההעמקה שבתוכנית הלימודים. אולם, לאור חשיבות הנושא והמקום שהוא תופס בסדר היום הציבורי, הוחלט להציג באופן מפורש בתוכנית הלימודים.
- המטרה העיקרית של הוראת הנושא הינה לפתח הבנה מדעית מקיפה של הנושא, טיפוח מעורבות אזרחית ואקטיביזם, חוסן רגשי, תקווה ואמונה בפעולת האנושות שיוכלו להצליח המאמץ האנושי להפחתת הפגיעה במערכות כדור הארץ

הנחות היסוד:

- תהליכי הלמידה ישלבו מיומנויות חקר בכל הנושאים, בכל הרמות.
- בכל נושאי הלימוד תשולבנה פעילויות מעבדה (הדגמה והתנסות) ויציאה מחוץ לכותלי הכיתה. יימשך השימוש בשיטות ההוראה ובשיטות ההערכה המגוונות שהיו נהוגות בעבר.
- מדעי הסביבה הוא תחום חדשני, המתעדכן כל העת, ויש להדגיש בו את ההשלכות האקטואליות.
- ממטרות הוראת הנושא: הטמעה של אורח חיים מקיים ושל אקטיביזם סביבתי.
- בטבלאות המופיעות בהמשך מוצגים מפרטי התכנים ומספר שעות מומלץ לכל תת-נושא. מספר השעות הרשום הוא בגדר המלצה, ואינו מחייב. כל מורה יתאים את חלוקת השעות בכל יחידה לאופי הכיתה, ליכולות התלמידים ולמשאבים העומדים לרשותו.

התאמה התוכנית למדיניות הלמידה המשמעותית (קישור)

במקצוע מדעי הסביבה שולבו גם בעבר שיטות הוראה ושיטות הערכה שונות, כמו גם אפשרות בחירה למורה בחלק העיוני ובחלק המעשי, עוד לפני שנכנסה לתוקפה תוכניתו של השר שי פירון. הלמידה הייתה משמעותית, עסקה בנושאים אקטואליים ודרשה הפעלת מיומנויות שונות של התלמיד ועשייה סביבתית. ההלימה מבחינת היקף החומר בוצעה כבר בשנת תשע"ד, ולכן אין שינוי מהותי בתחום זה לעומת שנת הלימודים תשע"ד. התלמידים יעמיקו בנושא התמחות אחד במקום בשניים שנדרשו להעמיק בהם בעבר. שני שינויים עיקריים בתוכנית קשורים ליצירת ליבה מחייבת ולאופן ההערכה המכונה **70-30**.

א. יצירת ליבה מחייבת – במקום ללמד את הנושא **מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי** וכן שלושה נושאי בחירה ברמת המושגים והעקרונות, גובשה ליבה (ללא בחירה) הכוללת חלק מהתכנים של כל אחד מהנושאים ברמת המושגים והעקרונות. במקום תכנים שהועברו לרמת ההתמחות וההעמקה בכל אחד מהנושאים, הוכנסו לליבה תכנים שבעבר היו נחלת נושא העמקה, כדוגמת חלק מהנושא **קרינה**. היקף השעות שיש להקדיש לרמת המושגים והעקרונות במתכונת חדשה זו – דומה.

ב. חלוקה בהתאם לאופי ההערכה **70-30**

בעקבות התוכנית של השר, שונו מספר אירועי ההבחנות החיצונית למקצוע ודרכי ההיבחנות. עקב כך, אופן ההערכה יחולק כמפורט להלן:

60% הערכה חיצונית – על התכנים של נושאי הליבה ועל נושא אחד מתוך יחידות ההתמחות וההעמקה.

40% הערכה בית-ספרית – יחידת הסדנה הסביבתית ויחידת האקוטופ – עבודת החקר, היחידות המעשיות במסגרת מדעי הסביבה.

ביחידות המעשיות הייתה למורה בחירה, והיא נשארת:

ביחידת הסדנה:

- א. בחירת בתי הגידול והסיור בהם;
 - ב. בחירת אופן ההכנה לקראת הסיור, הדגשים במהלך הסיור ואופן סיכום הסיור;
 - ג. עשייה סביבתית – אופן הביצוע;
- ביחידת האקוטופ:

- א. בחירת נושאי החקר על ידי התלמידים;
- ב. מידת ההעמקה לאחר שהתלמיד עובר את דרישות הסף;
- ג. שילוב אפשרי של עשייה סביבתית;

ביחידות העיוניות, לאחר גיבוש הליבה ברמת המושגים והעקרונות, תישאר למורה בחירה ביחידת ההתמחות וההעמקה. מדי שנה יתאפשר למורה לבחור באחד משלושה נושאים. רשימת הנושאים תפורסם לשלוש שנים עוקבות, כך שהמורה יוכל לגבש לעצמו רצף הוראה תלת שנתי.

חלק א

מבוא

תוכנית הלימודים במדעי הסביבה מיועדת למורי מדעי הסביבה בחטיבה העליונה של בית הספר העל-יסודי בכל המגזרים. התוכנית נועדה לשמש כלי בידי המורה לתכנון ההוראה ולביצועה, כמו גם למפתחים של חומרי למידה והערכה. היא מציגה את התפיסה הרעיונית, את המטרות, את דרכי ההוראה-למידה, את דרכי ההערכה ואת נושאי הלימוד ברמה המוגברת בהיקף של 5 יח"ל.

תוכנית הלימודים משלבת בין עקרונות החינוך הסביבתי ובין עקרונות החינוך המדעי. היא מתמקדת בהבנת יחסי הגומלין בין האדם ובין סביבתו הטבעית והאנושית בראייה מערכתית-הוליסטית, ובהקניית כלים מדעיים לניתוח היחסים הללו והשלכותיהם. מושם דגש בפיתוח קודים של התנהגות ערכית-מוסרית במטרה לטפח זיקה ויחס חיובי לסביבה.

התוכנית מעודדת עיסוק בסוגיות ובדילמות סביבתיות שהן רלוונטיות ללומדים ולקהילה, דילמות הקשורות למתרחש בארץ ובעולם. הדיון בדילמות יהיה אינטגרטיבי וישקף היבטים מדעיים, סביבתיים, חברתיים, כלכליים, משפטיים, טכנולוגיים וערכיים.

העיקרון הדידקטי שביסוד התוכנית הוא שילוב בין למידת חקר בבית הספר ובסביבה לבין מעורבות ואזרחות פעילה. התוכנית מעודדת קהילה לומדת, פעילה ויוזמת.

המסמך כולל שלושה פרקים: הפרק הראשון מציג את התפיסה הרעיונית של התוכנית, את מטרות ההוראה, את דרכי ההוראה ואת ארגון הלמידה בבית הספר. הפרק השני מציג את נושאי הלימוד, את נושאי החובה (ליבה) ואת נושאי הבחירה (מתוך התמחות והעמקה). ביחס לכל נושא מפורטים המטרות, התכנים והמושגים. הפרק השלישי מפרט את דרכי ההערכה.

התפיסה הרעיונית של תוכנית הלימודים

מאז הופעתו של האדם בכדור הארץ, הוא עובר אבולוציה תרבותית – חומרית ורוחנית. האדם השפיע ומשפיע בדרכים שונות על איכות הסביבה שבתוכה הוא חי ופועל – הסביבה הפיזית והביולוגית. התערבותו של האדם בתהליכי הסביבה עלולה לגרום נזקים. כדי למנוע או להקטין את הנזקים, עלינו להכיר ולהבין את התהליכים בסביבה ואת מאפייני הגורמים השונים הפועלים בה, הביזיוניים והאביוניים. תוכנית הלימודים במדעי הסביבה מתייחסת לנושאים אלה, תוך הדגשת כמה עקרונות יסוד בחינוך סביבתי:

הסביבה כמערכת דינמית

בסביבה חלים כל הזמן שינויים, שחלקם קשורים בפעילות האדם וחלקם אינם קשורים בה. בהשפעת הטכנולוגיות שהתפתחו בתקופה המודרנית, חלים השינויים בסביבה בקצב מואץ. שינוי בסביבה גורם בדרך כלל לשינויים נוספים העלולים להפר את יציבותן של מערכות אקולוגיות. **פיתוח בר-קיימא** (sustainable development) – דהיינו: פיתוח המביא בחשבון את הסביבה ומשאביה תוך התחשבות בצורכי הדורות הבאים – הוא אפוא הנחת היסוד של כל פיתוח סביבתי.

יחסי גומלין אדם-סביבה

הרעיון שעליו מתבססת התוכנית הוא שהאדם משפיע בדרכים שונות על סביבתו הפיזית והביולוגית, והוא מצדו מושפע מאיכות הסביבה שבתוכה הוא חי ופועל. לפיכך, הנושא המרכזי של התוכנית במדעי הסביבה הוא יחסי הגומלין שבין האדם לסביבתו, תוך התייחסות לטביעת הרגל האקולוגית.

אחריות האדם על הסביבה – פיתוח בר-קיימא

כבני אדם וכאזרחים, מוטלת עלינו האחריות לשמור על איכות הסביבה שבה אנו חיים, למעננו ולמען הדורות הבאים. התוכנית פועלת לעורר אצל התלמידים מודעות לסביבתם. התוכנית חושפת בפניהם בעיות סביבתיות ומעודדת אותם לחפש להן פתרונות. חשוב שיקבלו עידוד לפעול אישית למען שיפור איכות הסביבה בקהילה ובמדינה. התלמידים ידונו בנושאים סביבתיים בצורה מושכלת, ויציעו פתרונות לבעיות סביבתיות שעל סדר היום הציבורי, פתרונות המשלבים עקרונות קיימות (sustainability) ופיתוח בר-קיימא.

חשיבה גלובלית ופעולה מקומית

בעיות רבות הקשורות לאיכות הסביבה מזמינות דיון ברמות שונות: מקומית, ארצית, אזורית וגלובלית. זיהום הים, גשם חומצי, החור באוזון, ההתחממות הגלובלית, קרינה רדיואקטיבית – אלו הן רק כמה דוגמאות. חשוב שהתלמידים יקבלו תמונה גלובלית על התלות ההדדית שבין הגורמים בסביבה המשפיעים אלה על אלה. עם זאת, הדגש בתוכנית הלימודים הוא העיסוק בבעיות אקטואליות – מקומיות או אזוריות. זאת, כדי לפתח אצל הלומדים מעורבות אישית ורצון לפעול ולתרום לשיפור איכות הסביבה.

לימוד על הסביבה, בסביבה, למען הסביבה

ידע והבנה של תהליכים בסביבה הם היסוד לכל ניסיון להתמודד עם מפגעים בה. הלימוד על הסביבה מחייב אינטגרציה של דיסציפלינות שונות. התוכנית מושתתת אפוא על תכנים ומיומנויות במדעי הסביבה, בביולוגיה, בכימיה ובפיזיקה, תוך שילוב היבטים חברתיים, כלכליים וטכנולוגיים. התמודדות מושכלת עם בעיות סביבתיות מצריכה התנסויות לימודיות בסביבה עצמה. חלק ניכר מן הלימוד יהיה אפוא באמצעות סיורים לימודיים בסביבה. העיסוק בבעיות מקומיות, מוחשיות ורלוונטיות, ייצור אצל התלמידים מעורבות אישית ורצון לפעול ולתרום לשיפור איכות הסביבה ואיכות החיים.

מטרות הוראה-למידה

החינוך הסביבתי נועד להקנות כלים להבנת מורכבותן של סביבות טבעיות וסביבות תוצר האדם ואת יחסי הגומלין ביניהן. כמו כן, מטרתו לפתח מיומנויות חשיבה וביצוע, ערכים והתנהגויות שיאפשרו השתתפות פעילה, כתלמידים וכבוגרים, בהתמודדות מושכלת עם בעיות סביבתיות, למען סביבה בריאה ואיכותית יותר. מטרות-העל של ההוראה והלמידה בתחום מדעי הסביבה שלהלן מתייחסות לרכישת ידע תוכני, לשליטה במיומנויות חשיבה ולמידה ולפיתוח עמדות וערכים בנושאים סביבתיים.

מטרות בתחום הידע התוכני

- הכרת גישות שונות לגבי מעמדו ומעורבותו של האדם בסביבה;
- הכרת השלבים העיקריים בהתפתחותה של החברה האנושית ואת הסיבות העיקריות להשפעתו הגוברת של האדם על הסביבה בעידן המודרני;
- הבנת הבסיס המדעי של התהליכים המתקיימים בסביבה הטבעית ושל השפעת גורמים שונים על תפקודיה באספקת שירותים;
- הבנת יחסי הגומלין שבין האדם לסביבתו במישורים שונים: מקומי, אזורי וכלל-עולמי;
- הבנה שבעיות סביבתיות הן בעיות מורכבות שמעורבים בהן גורמים שונים: חברתיים, בריאותיים, כלכליים, משפטיים, אתיים, מדעיים וטכנולוגיים;
- פיתוח יכולת לבחון ולנתח בעיה סביבתית על היבטיה השונים – מדעי, טכנולוגי, חברתי, כלכלי ומוסרי, ולהציע דרכי התמודדות.
- הבנה מערכתית – ההבנה כי שינוי גורם אחד במערכת סביבתית עלול להשפיע על גורמים נוספים ולהפר את יציבות המערכת; במקרים רבים לא ניתן לחזות מראש את השפעותיהם של שינויים מערכתיים.
- הכרת המדיניות, התהליכים וגופי התכנון והניהול של הסביבה במישור המקומי, הארצי והכלל-עולמי;
- הכרת הגופים והמוסדות הפועלים למען איכות הסביבה במישור הארצי והכלל-עולמי;
- הבנת השיקולים המערכתיים הקשורים בקבלת החלטות בנושאי סביבה;
- הכרת ציוני הדרך בהתפתחות המודעות הציבורית לנושאי סביבה בארץ ובעולם.

מטרות בתחום מיומנויות חשיבה ולמידה

- יכולת לאתר מידע בנושאים סביבתיים במאגרי מידע כתובים וממוחשבים;
- יכולת לעבד ולייצג מידע בדרכים שונות, כולל שימוש במחשב;
- יכולת לפרש מידע המוצג בדרכים שונות: בטבלאות, בגרפים ובטקסט כתוב;
- יכולת לתאר מערכת סביבתית, טבעית או אנושית, על קשרי הגומלין שבין מרכיביה השונים;
- יכולת להשתמש בכלי מחקר שונים בחקר נושאי סביבה: סקרים, מדידות ותצפיות בסביבה החוץ-כיתתית, ניסויים במעבדה, סקירת מקורות ספרותיים וניתוח תוצאות;
- יכולת להסיק מסקנות מחקירה של נושא / בעיה סביבתית, ולהציע דרכים חלופיות לשיפור איכות הסביבה;
- יכולת לתאר בכתב ובעל-פה את ממצאי החקירה;
- יכולת לבחון ולנתח בעיה סביבתית על היבטיה השונים – מדעי, טכנולוגי, חברתי, כלכלי, משפטי ואתי, ולהציע דרכי התמודדות.
- פיתוח חשיבה מערכתית לגבי סוגיות הקשורות בנושאים סביבתיים;
- פיתוח חשיבה ביקורתית לגבי מידע בנושאים סביבתיים;
- פיתוח יכולות עבודה בצוות.

מטרות בתחום עמדות וערכים

- פיתוח מודעות ורגישות לבעיות סביבה מקומיות, ארציות וכלל-עולמיות;

- נכונות לתרום, הלכה למעשה, למען הסביבה בקהילה ובמדינה;
- נכונות לנקוט עמדה אישית בנושאים ובאירועים סביבתיים;
- הזדהות עם פעולות הנעשות במסגרת החוק לשיפור איכות הסביבה ואיכות החיים, ורצון לקחת חלק בפעולות אלה;
- הוקרת ייחודה של הסביבה בארץ, על ערכיה הטבעיים וההיסטוריים, ונכונות לפעול לשמירתם;
- פיתוח התנהגויות של צרכנות נבונה, המתבססת גם על שיקולים הקשורים בצמצום הנזקים לסביבה.

דרכי הוראה-למידה

דרישות-קדם

תוכנית לימודים זו מתבססת על ההנחה שהתלמידים למדו בחטיבת הביניים מושגים ועקרונות בסיסיים במדעי החומר ובמדעי החיים והסביבה, על פי תוכניות הלימודים במקצועות: מדע וטכנולוגיה, חקלאות ואיכות הסביבה וגאוגרפיה. אם התלמידים אינם בקיאים בחומר הבסיסי, יש להשלים את הוראתו.

שיתוף בין תלמידים

יש לפתח אצל התלמידים מיומנויות של עבודה בצוות ושל למידה שיתופית, כגון: שיתוף במידע, הקשבה לזולת, הסתייעות בידע של עמיתים, קבלת החלטות על פי דעת הרוב וחלוקת נטל הביצוע בין חברי הצוות. עבודת צוות מסייעת בבדיקת היבטיה השונים של מערכת או של בעיה סביבתית – מטרה מרכזית בתוכנית הלימודים.

שיתוף בין מורים בהוראה

מדעי הסביבה ממזגים תחומי דעת שונים, בעיקר ממדעי הטבע וממדעי החברה. להוראת המקצוע דרושה אפוא ראייה רחבה, מחד גיסא, והתמחות מקצועית, מאידך גיסא. אחת הדרכים להתגבר על הקשיים בהוראת מקצוע בין-תחומי מסוג זה, היא הוראה על ידי צוות של מורים בעלי רקע והתמחות שונים. בצוות ישתתפו מורים למדעי הטבע וגאוגרפיה, שיכולים להיעזר במורים ממקצועות אחרים בעלי זיקה לתחומי התוכן או למיומנויות הכלולות בתוכנית (כגון: מורי אזרחות, הבעה, תקשורת, מדעי המחשב).

שיתוף בין מורים יכול להתבצע בכמה דרכים:

א. שיתוף בתכנון בלבד: מורים בצוות יסייעו למורה המלמד לתכנן את פרטי התוכנית. מלאכת ההוראה עצמה תהיה בידי מורה אחד².

ב. שיתוף בתכנון ובתהליך ההוראה: שני מורים או יותר יהיו שותפים במלאכת ההוראה: התכנון יעשה יחד, כל אחד מהמורים יכיר את התוכנית כולה, וכל מורה יתרכז בתחום התמחותו. הסדר כזה מקשה

² לנוחיות הקריאה נקטנו לשון זכר-יחיד. כמובן, הכתוב נוגע למורים ולמורות, לתלמידים ולתלמידות.

על תכנון מערכת השעות, ומצריך תיאום רב בין המורים המלמדים, אך הוא מצמצם את התחומים שהמורה חייב להיות בקיא בהם.

ג. שיתוף בתכנון, בתהליך ההוראה ובביצוע ההוראה בכיתה: שני מורים, למשל: מורה לביוגרפיה הבקיא במדעי החיים ומורה לאזרחות הבקיא במדעי החברה, מלמדים בו-זמנית באותה כיתה. בשיטה כזו ניתן לקיים בכיתה דיון ער ולהדגים כיצד מגיעים מנקודות מוצא שונות למטרה משותפת. ברוב המקרים, הוראה בצוותא אפשרית בשיעורים בודדים, כיוון שלרוב אין אפשרות לייעד שני מורים לאותו שיעור. בכל דרך שבחרים, חשוב שהמורה העומד בראש צוות ההוראה והאחראי להפעלת התוכנית יהיה מסוגל להנהיג צוות מורים ואף ללמד בעצמו חלק מן התוכנית.

דרכי הוראה-למידה

במדעי הסביבה מודגש ההיבט היישומי. חשוב אפוא להרבות בשיטות הוראה שיקדמו את רכישת המיומנויות הדרושות בתחום מדעי הסביבה (המפורטות לעיל) ויפתחו אותן. להלן כמה מן השיטות והאמצעים הדידקטיים המומלצים:

א. **חקר אירועים** – מאפשר לתלמידים לנתח מידע שאספו על אירועים סביבתיים שהתרחשו בפועל, כגון נתונים על פעולת פיתוח ביישוב או באזור מגוריהם, או על פליטת מזהמים ממפעל. חשוב שהניתוח והמסקנות יעשו על סמך מידע מבוסס, מהימן ואוטנטי. חשוב להקפיד על הכנת דיווח שישקף את שלבי תהליך החקר.

ב. **למידה חוץ-כיתתית** – הלימוד בסביבה הוא מאבני היסוד של מקצוע מדעי הסביבה. סיורים לימודיים ייערכו בדרך כלל בסביבות בית הספר, אך גם באזורים אחרים, במסגרת ימים מרוכזים. הסיורים יכללו תצפיות ואיסוף מידע רלוונטי, ממקור ראשון, בנושאים הסביבתיים הנידונים בכיתה. לקראת יציאה לסיוע, יודרכו התלמידים בין השאר ביחס לאופן עריכת תצפיות ומדידות. עוד על ההוראה והלמידה החוץ-כיתתית, ראו בסעיף **הסדנה הסביבתית**, עמ' 15.

ג. **משחק תפקידים** – בפעילות כזו אפשר להדגים את הדינמיקה הנוצרת במצב של ניגוד אינטרסים המצריך הגעה לפתרון, לרוב בדרך של פשרה. המשתתפים ילמדו את תפקידים במשחק תוך כדי בנייה עצמית של התפקיד. יש להעמיד לרשות המשתתפים חומר רקע מתאים, ולכוון אותם למקורות מידע נוספים. באמצעות משחקי תפקידים, התלמידים לומדים כיצד לקדם נושא תוך שימת לב לדינמיקה ולאינטרסים של קבוצות ההתייחסות שלהם.

ד. **משחקי הדמיה** – בשונה ממשחקי תפקידים, משחקי ההדמיה מבוססים בדרך כלל על מקרה שהיה, וממנו שואלים את הנתונים. גם תפקידי המשתתפים מוגדרים יותר, וממילא להתנהגות החופשית של משתתף יש השפעה מועטה על הצגת המקרה. משחק ההדמיה מחייב את המשתתפים להגיע לפתרון אופטימלי על סמך נתונים שיש להם רק שליטה מעטה עליהם.

ה. **שימוש במחשב** – המחשב ילווה את תהליכי ההוראה והלמידה בכל שלבי הלימוד: באיתור מידע ברשת ובאיסופו, בעיבוד המידע וייצוגו, בהכנת עבודות, בהצגת תוצרי הלמידה ובהפצתם לקהלי יעד שונים, בשימוש בהדמיות להמחשת תהליכים בסביבה ובפעילויות לימודיות מתוקשבות, בביצוע מדידות בסביבה, בתקשורת עם עמיתים וארגונים סביבתיים ועוד.

- ו. **עריכת ניסויים במעבדה** – לתוצאות ניסויים במעבדות מחקר יש חשיבות מרכזית בגיבושו של הידע בתחום מדעי הסביבה. חשוב מאוד שהתלמידים יתנסו בתכנון ובעריכה של ניסויים מבוקרים במעבדת בית הספר. זאת, כחלק אינטגרלי מתליכי ההוראה-למידה. נושאים שונים בתוכנית מזמנים ניסויי מעבדה, כגון: השפעת מזהמים על צמחים, או השפעת גורמים שונים על תהליך הקומפוסטציה.
- ז. **פעילויות למען הסביבה** – גולת הכותרת של פעילות התלמידים היא הירתמות לפרויקט מקומי מצומצם (כגון: סילוק מטרד ציבורי או שיקום אתר), שיתרום לשיפור איכות סביבתם הקרובה. עוד על פעילויות מסוג זה, ראו בסעיף **הסדנה הסביבתית**, עמ' 15.

אוכלוסיית היעד של התוכנית

אוכלוסיית התלמידים

אוכלוסיית התלמידים כוללת את תלמידי החטיבה העליונה בבתי הספר **בכל המגזרים ובכל הנתיבים** (עיוני וטכנולוגי) שבחרו להתמחות ברמה של 5 יח"ל במדעי הסביבה. תוכנית הלימודים במדעי הסביבה מתבססת על כך שהתלמידים למדו מושגים ועקרונות יסוד במדעי החומר ובמדעי החיים במסגרת לימודי החובה בחטיבת הביניים.

אוכלוסיית המורים

המורים למדעי הסביבה יהיו בעלי תעודת הוראה במדעים ו / או גיאוגרפיה וסביבה מטעם אחד המוסדות האקדמיים המוכרים. בגלל אופיה הבין-תחומי של התוכנית, חשוב שמורים ישתתפו במהלך עבודתם במערך ההשתלמויות המוצעות מטעם הפיקוח המרכז את הוראת המקצוע.

חלק ב

מבנה התוכנית

לימודי מדעי הסביבה בחטיבה העליונה מתקיימים בהיקף של 5 יחידות לימוד, שהם כ-450 שעות הוראה. כל יחידת לימוד מורכבת מהוראת שלוש שעות שבועיות במהלך שנת לימודים אחת (27-30 שבועות).

הערכה חיצונית (60%)

א. נושאי ליבה

הליבה כוללת חמישה נושאים:

1. מערכות אקולוגיות ויחסי אדם סביבה
2. שינוי אקלים
3. משאב המים
4. משאב האוויר
5. פסולת כמשאב

המושגים והעקרונות הכלולים בנושאים אלו מהווים תשתית בסיסית של ליבת הידע המחייבת את התלמידים המתמחים במקצוע.

המושגים והתכנים מפורטים בטבלאות **מפרט התכנים**, עמ' 17-32.

ב. נושא התמחות והעמקה

ההתמחות וההעמקה כוללות שבעה נושאים:

1. מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי
2. משאב המים
3. משאב האוויר
4. פסולת מוצקה
5. ניהול ושימור סביבה
6. אתיקה וסביבה

נושאי ההעמקה המבוססים על התכנים שנלמדים במסגרת הליבה מציגים מפרט מקיף ומעמיק יותר, בהשוואה ל**נושאי הליבה**. בנושאי ההעמקה מודגשים היבטים כמותיים, ומובלטים הקשרים המערכתיים שבין מדעי הטבע ובין מדעי החברה בתחומים: כלכלה סביבתית, אתיקה סביבתית, בריאות הציבור וחוק ומשפט.

המושגים והתכנים בנושא **התמחות והעמקה**, בכל אחד משבעת הנושאים, מפורטים בטבלאות **מפרט התכנים**, עמ' 33-47.

בחירת נושא התמחות והעמקה

בכל שנה תתאפשר בחירה של נושא אחד מתוך רשימה של שלושה נושאים, שניתן יהיה להיבחן בהם באותה שנה. רשימת הנושאים תפורסם מדי שנה, בראייה תלת-שנתית, ועל המורה לבחור ללמד נושא אחד מבין הנושאים שיפורסמו בחוזר מפמ"ר ובאתר המקצוע, בהתאם לשנה שבה ייבחנו תלמידיו.

הערכה פנימית (40%)

א. סדנה סביבתית

סדנה סביבתית, תיוחד ללימוד ולהכרה של **שלוש** סביבות שבהן בולטת מעורבותו של האדם בדגש על שינוי אקלים. הדגש ביחידה זו הוא על לימוד תוך כדי ביצוע פעילויות חוץ-כיתתיות. הסדנה מזמנת פיתוח של מיומנויות חקר ועבודת צוות בהקשר לבעיה סביבתית על היבטיה השונים. בחירת נושאי הסדנה תהיה בהתאם לאזור המגורים או לסביבת בית הספר ובהתאם לתחומי התעניינותם של התלמידים והמורים. פירוט נוסף של מאפייני יחידה זו כלול בסעיף **הסדנה הסביבתית**, עמ' 15. מומלץ מאד לשלב את היכרות הסביבות במהלך ההוראה התלת-שנתית או הדו-שנתית, תוך הדגשת התכנים במסגרת **מושגים ועקרונות** ויחידת ההעמקה.

ב. מחקר סביבתי – אקוטופ

במסגרת המחקר הסביבתי יעבדו התלמידים על הכנת פרויקט מחקר בנושא סביבתי, שבו יודגשו מיומנויות החקר, איסוף מידע, עיבודו והצגתו, וכן מיומנויות עבודה במעבדה ובסביבה. ניתוח נושא המחקר יכול להיות משותף לכל הכיתה, או לקבוצת תלמידים, והוא יתחלק לנושאי משנה שתלמידים יחקרו כיחידים או בזוגות. מזמן לזמן ייפגשו התלמידים עם המנחה והמורה, במליאת הכיתה או כיחידים, כדי לתכנן, לדווח ולסכם את עבודתם. פירוט נוסף של מרכיבי **עבודת האקוטופ**, ראו בעמ' 15.

מרכיבי התוכנית

משקל ההערכה ב- %	כלי ההערכה המסכמת (בסיום הלימודים)	מידת הבחירה	המרכיב
60	בחינה עיונית בכתב הערכה חיצונית	חובה	נושאי ליבה
	בחינה עיונית בכתב הערכה חיצונית	נושא אחד מתוך שלושה	התמחות והעמקה
40	הערכת תלמידי הערכה פנימית	בחירת הסביבות והעשייה הסביבתית	סדנה סביבתית
	הערכת עבודת הסיכום הערכה פנימית	בחירת נושא החקר ואופן הצגתו בנוסף לעבודה כתובה	מחקר סביבתי - אקוטופ

הסדנה הסביבתית

הפעילות בסביבה במסגרת הסדנה מלווה את הלימוד העיוני, ובמהלכה יכירו התלמידים את המאפיינים של שלוש סביבות שונות, תוך שימוש באמצעים טכנולוגיים ושימוש הידע התאורטי שנלמד בכיתה. הסדנה תתבצע במסגרת כיתתית או קבוצתית.

הסדנה מבוססת על פעילויות חוץ-כיתתיות בסביבה, אך יש להקדים לה הכנות בכיתה. המורה יקבע (אפשר עם התלמידים) את הסביבות לפעילות, יערוך סיור להכרת הסביבות ומאפייניהן, יבחר מקורות מידע שאליהם יפנה את התלמידים לקבלת רקע על הסביבות, יקבע לוח זמנים לסיורים בסביבות ויבצע את התיאומים הנדרשים לקראת הסיורים. התוכנית לסדנה הסביבתית תוגש לאישור הפיקוח.

על מנת שהתלמידים יפיקו את מרב התועלת מפעילותם בסביבה ויכלו לעמוד במטלות הנדרשות, עליהם להכיר עקרונות ומושגי יסוד הכלולים בנושא הליבה: מהי סביבה, ומהם התנאים והגורמים – הטבעיים ומעשי ידי אדם – המשפיעים על עיצובה; כמו כן, עליהם להכיר דרכים ואמצעים לאיסוף מידע על הסביבה ומאפייניה.

לצורך איסוף הנתונים בשטח, מומלץ שהכיתה תחולק לקבוצות. כל קבוצה תתמקד באיסוף נתונים הקשורים להיבט אחד של מאפייני הסביבה שהוגדרו מראש: מטאורולוגי, טופוגרפי, אקולוגי, אתנולוגי וכדומה. כל קבוצה תדווח על ממצאיה לכלל הכיתה, וייערך דיון שבסיכומו ניתן יהיה לאפיין את הסביבה בראייה מערכתית-אינטגרטיבית המשקפת את כלל הגורמים והתנאים שנחקרו.

להלן דוגמאות לסביבות מתאימות לקיום סדנה: חוף ים, גדת נחל, חורש, פארק ציבורי, אזור תעשייה, אזור כפרי, שטח חקלאי, מרכז עירוני, אזור חולות ואזור מדברי. כדי להקטין את עלויות הסיורים ולהותיר די זמן לפעילות בשטח, מומלץ לבחור סביבות הקרובות לבית הספר. מומלץ להיעזר במדריכים מקצועיים ובמרחים שיסייעו במתן רקע ומידע על הסביבה הנחקרת. בפעילות חוץ-כיתתית חשוב להקפיד על כל נהלי הבטיחות. התלמידים יכינו תלקיט שיכיל את המידע שנאסף על הסביבות השונות. התלקיט יכלול חומרי רקע, נתונים וממצאים שנאספו, דוחות וסיכומים. הערכת התלמידים תשקף את התהליך כולו, ותכלול מרכיבים כגון: תיעוד עבודת האיסוף של חומרי הרקע ממקורות מידע שונים, ביצוע האיסוף של הממצאים והנתונים בשטח, מידת שיתוף הפעולה בקבוצה, איכות הדוחות, הסיכומים וההצגות למליאת הכיתה, מידת הדיוק, ההתמדה, המעורבות והעמידה בלוחות זמנים.

כללים לביצוע הסדנה הסביבתית ולהערכתה מתפרסמים מעת לעת בחוזרי הפיקוח על הוראת מדעי הסביבה.

מחקר סביבתי – אקוטופ

האקוטופ הוא מחקר סביבתי. עבודת המחקר תבטא את הלמידה ופעילות החקר של התלמידים במשך שנות הלימוד. המחקר יתבצע בקבוצות, עד שלושה תלמידים בקבוצה. העבודה תתבסס על הרקע העיוני שהתלמידים רכשו במהלך הלימוד ועל הפעילות הסביבתית שביצעו.

המחקר הסביבתי יתמקד בהשלכות הסביבתיות של פעילות האדם ומעורבותו בטבע. הוא ידגיש עקרונות מדעיים, היבטים טכנולוגיים במסגרת פיתוח בר-קיימא והיבטים חברתיים (בריאותיים, כלכליים, משפטיים).

יחידת האקוטופ תאפשר לתלמידים להתנסות בתהליך מחקר בתחום מדעי הסביבה, תוך שימוש בכלי מחקר, בהפעלת שיקולי דעת ובקבלת החלטות בצורה מושכלת וביקורתית. המחקר יגביר את מעורבותם של התלמידים בכל הקשור לסביבה, ויזמן מפגש בלתי אמצעי שלהם עם נושאים סביבתיים אקטואליים. בעת תכנון עבודת המחקר ובעת הביצוע, יבואו לידי ביטוי מיומנות אלה: ניסוח של מטרות המחקר והגדרתן, ניסוח השערת המחקר ושאלות המחקר, שימוש בכלי המחקר (ניסוי / תצפית), דיוק בביצוע (בקרה, חזרות, גורמים קבועים, סטטיסטיקה, סקר), ייצוג של תוצאות המחקר ועיבודן, ניסוח של המסקנות והעלאת רעיונות להתמודדות עם הבעיה הסביבתית במוקד המחקר. המורים ינחו את התלמידים בכל שלבי העבודה, כולל הסיכום בכתב. התלמידים יוכלו להיעזר גם במנחים וביועצים מקצועיים מחוץ לבית הספר. סיכום עבודת האקוטופ יהיה בכתב, כמקובל בעבודות אקדמאיות (בזעיר אנפין).

כללים לביצוע האקוטופ ולכתיבת העבודה מתפרסמים מעת לעת בחוזרי הפיקוח על הוראת מדעי הסביבה.

מומלץ לשלב כמה דרכים בהערכת האקוטופ. בנוסף להערכת העבודה הכתובה ניתן לקיים בחינה בע"פ ו / או לאפשר לתלמידים להציג את העבודות במליאה (עמיתים, הורים וכדומה) ו / או להכין כרזה מדעית.

מפרט התכנים

א. נושאי ליבה

פרק זה כולל תשתית מושגית בסיסית בתחום מדעי הסביבה, במטרה ליצור ליבת ידע מחייבת לכל התלמידים המתמחים במקצוע.

1. מושגי הקדם

מושגי קדם נחוצים ללימוד כל אחד מהנושאים המופיעים ב-2 היחידות. מושגים אלו נלמדו במסגרת המקצוע מדע וטכנולוגיה בחט"ב. יחד עם זאת, יש לוודא כי התלמידים מכירים ומבינים מושגים אלו, ולשזור אותם בהוראת כל נושאי הלימוד במקומות המתאימים.

להלן רשימת המושגים:

- יסוד, אטום, מולקולה, דרגת הגבה (pH), חומצה, בסיס, תמיסה
- אנרגיה, גלגולי אנרגיה (המרות אנרגיה ומעברי אנרגיה), חוק שימור האנרגיה, חוק שימור החומר
- אידי, דיות, מזג אוויר, אקלים, משקעים, חלחול
- חומר אורגני, חומר אנאורגני, תא, גן, המוגלובין, חומצות גרעין (DNA, RNA), מוטציה, חומר מסרטן, חלבונים, פחמימות, שומנים
- אורגניזם חד-תאי, אורגניזם רב-תאי, מין (species), חיידקים, פטריות
- מערכת נשימה, נשימה תאית, פוטוסינתזה, כלורופיל, כלורופלסט

2. פירוט התכנים והמושגים

כל אחד מחמשת נושאי הליבה מפורט בהמשך על פי הסעיפים הבאים:

- מבוא לנושא, ובו עיקרי הנושא כולל הבעיה הסביבתית (מדוע הנושא הוא בעיה, ולמי);
- מטרות לימוד הנושא;
- מפרטי תוכן ומושגי היסוד.

בהמשך, בנושאי התמחות והעמקה, מצורפות הצעות לפעילויות כיתתיות וחץ-כיתתיות שרובן מתאימות גם לרמת הליבה. מומלץ למורה לעיין בסעיפים אלו.

נושאי ליבה – 2 יחידות לימוד

יש ללמד את כל נושאי הליבה המפורטים להלן:

מספר שעות מומלץ	נושא	
50-40	מערכות אקולוגיות ויחסי אדם-סביבה	1.
35-25	שינוי אקלים	2.
35-25	משאב המים	3.
35-25	משאב האוויר	4.
35-25	פסולת כמשאב	5.
190-170	סה"כ	

נושא 1: מערכות אקולוגיות ויחסי אדם-סביבה (ליבה)

מבוא

כדור הארץ הוא ייחודי במערכת השמש, ואולי גם ביקום כולו (ככל הידוע לנו לעת עתה), ביכולתו לקיים חיים על פניו. החיים על פני כדור הארץ, על המגוון והעושר שלהם, הם חלק ממערכות אקולוגיות שהשפעת האדם עליהן הולכת וגדלה. תנאי הסביבה ומשאביה הם התשתית לקיום המערכות האקולוגיות ולקיום החברה האנושית בתוכן.

כדי להקטין את הנזקים לסביבה כתוצאה מפעולות האדם, חשוב להכיר את מרכיבי הסביבה הטבעית, הדוממים והחיים, ולהבין את התהליכים המתרחשים בה. התהליכים במערכת אקולוגית מתקיימים ברמות שונות: היצור, האוכלוסייה, החברה, המערכת כולה. שינוי במערכת האקולוגית עלול לחולל שינויים נוספים שיפרו את האיזון והיציבות של המערכת.

המגוון הביולוגי (biodiversity) הוא מושג המבטא את השוני בין היצורים החיים. הוא כולל את השונות בתוך המינים, את השונות בין המינים ואת המגוון של המערכות האקולוגיות. השמירה על המשאב הטבעי הזה היא חיונית לא רק לתפקודן של המערכות האקולוגיות, אלא גם לקיומו הפיזי של האדם כפרט, ולקיומה של החברה כולה, על מערכותיה הכלכליות. בעשור האחרון גברה המודעות של ציבורים שונים לתועלת הרבה של המגוון הביולוגי, בכל הקשור למתן שירותים הקשורים לקרקע, למים ולאוויר, וכן לרווחת האדם, בתחומים כמו: חקלאות, רפואה ותעשייה. המגוון הביולוגי הולך ומתדלדל בהתמדה, ורשימת המינים הנתונים בסכנת הכחדה מתארכת בקצב מדאיג. הגורמים העיקריים לכך קשורים בפעילות האנושית הנובעת מגידול אוכלוסיית העולם ומעלייה ברמת הצריכה. ההכרה שפיתוח בלתי מבוקר יגרום להרס התשתיות התומכות במערכות האקולוגיות, ומשום כך – גם בקיום האנושי, הביאה מדינות רבות, ביניהן גם ישראל, לחתום על האמנה הכלל-עולמית לשמירה על המגוון הביולוגי ולאמץ מדיניות של פיתוח בר-קיימא.

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים **למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים** ואחרים מתייחסים **למשאבים הדרושים לאדם**.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא **מערכות אקולוגיות ויחסי אדם סביבה**, ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות סביבה הקשורות לנושא זה ובקבלת החלטות.

התלמידים:

- יכירו את רמות הארגון (המדרג) של החיים בביוספירה: אורגניזם – אוכלוסייה – חברה – מערכת;
- יבינו מהי מערכת אקולוגית ומהם מרכיביה החיים והדוממים;
- יכירו התאמות של אורגניזמים לסביבתם;
- יבינו את מהותם של קשרי הגומלין בין יצורים ובינם לבין מרכיבי הסביבה הדוממים;
- יבינו את השפעתם של גורמים שונים על גודלן של אוכלוסיות;
- יבינו את תהליכי המעבר של חומרים ואנרגיה במערכת;
- יבינו מהו שיווי משקל דינמי במערכת אקולוגית ואת חשיבותו לשמירת יציבותה;

- יכירו בייחודו הערכי והאסתטי של המגוון הביולוגי, ויבינו את חשיבותו לקיומם של החיים;
- יבינו את חלקם של תהליכים טבעיים ותהליכים מעשה ידי אדם בהפרת יציבותן של מערכות אקולוגיות ובפגיעה במגוון הביולוגי;
- יכירו את הדרכים והאמצעים למניעה ולהקטנה של הנזקים למערכות האקולוגיות ולמגוון הביולוגי;
- יכירו נקודות ציון משמעותיות בהתפתחות החברה האנושית, ויבינו את ייחודה של אוכלוסיית האדם בקשרי הגומלין שלה עם הסביבה;
- יבינו את השלכותיו של הפיתוח הבלתי מבוקר על משאבי כדור הארץ;
- יבינו את עקרונות הקיימות והפיתוח בר-הקיימא ואת חשיבותם כחלק ממדיניות שמירה על הסביבה.

מפרטי תוכן בנושא מערכות אקולוגיות ויחסי אדם סביבה (ליבה)

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים ואחרים מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

תת-נושא	תכנים	מושגים
מערכת אקולוגית – מרכיבים ומאפיינים	• המרכיבים הביוטיים והאביוטיים במערכת אקולוגית (אקוסיסטמה); • רמות ארגון (מדרג ביולוגי) של המרכיבים הביוטים במערכת: אורגניזם – אוכלוסייה – חברה; • מאפיינים של מערכות אקולוגיות מימיות ויבשתיות: מדבר, חורש ים תיכוני, יער, יער טרופי, נחל, ים; • התאמת אורגניזמים לסביבתם³; • גידול אוכלוסייה והשפעותיה על הסביבה; • המגוון הביולוגי כביטוי של השונות בטבע, חשיבות המגוון הביולוגי לקיום ולתפקוד של מערכות אקולוגיות;	אקולוגיה, אטמוספירה, הידרוספירה, ביוספירה, בית גידול, גומחה (נישה) אקולוגית, משאב. מין, אוכלוסייה, חברה, שונות, עקום גידול, גידול מערכי (לוגריתמי), שיעור ילודה, שיעור תמותה, צפיפות אוכלוסייה, כושר נשיאה, ביומסה, גורם מגביל התאמה מבנית, התאמה פיזיולוגית, התאמה התנהגותית, הסתגלות, כושר הישרדות. עושר מינים, מגוון גנטי באוכלוסיות, מגוון מערכות אקולוגיות, מגוון ביולוגי, מינים פולשים, מינים בסכנת הכחדה.
תהליכים במערכות אקולוגיות	• מעברי אנרגיה וחומרים במערכת; • המרות אנרגיה; • מחזורי חומרים (ביו-גיאוכימיים); • קשרי גומלין בין מרכיבים אביוטיים למרכיבים ביוטיים;	פוטוסינתזה, נשימה, נשימה אירובית, נשימה אנאירובית אוטוטרופים, הטרוטרופים, יצרנים, צרכנים, צרכנים ראשוניים, צרכנים שניוניים, טורפי על, מפרקים. רמת הזנה (trophic level), שרשרת מזון, מארג מזון, פירמידה אקולוגית, פירמידת אנרגיה, פירמידת ביומסה.

³ על התלמיד להכיר לפחות 2 התאמות של אורגניזמים, לכל אחת מהמערכות האקולוגיות המוזכרות.

תת-נושא	תכנים	מושגים
	- קשרי גומלין בין מרכיבים ביוטיים; - שיווי משקל אקולוגי, שיווי משקל דינמי	מחזור הפחמן, מחזור החנקן⁴, מחזור המים. הדדיות, טריפה, טפילות, טפיל, פונדקאי, תחרות. ויסות.
מעורבות האדם	- שירותי המערכת האקולוגית: שירותי אספקה, שירותי תמיכה, שירותי בקרה וויסות, שירותי תרבות. - האדם כחלק מהמערכת האקולוגית ותלותו במשאביה: - השפעת האדם על המערכת האקולוגית כתוצאה מגידול אוכלוסין, התפתחות טכנולוגית, ותרבות צריכה: - פגיעה במגוון הביולוגי - דילדול משאבים, דלדול משאבי אנרגיה, והשפעת השימוש בהם על הסביבה;	גלובליזציה הגברה ביולוגית, הכחדת מינים, מינים מתפרצים, שטחים פתוחים, אובדן בתי גידול טבעיים, קיטוע בתי גידול, זיהום, זיהום אור, זיהום משאבים, טביעת רגל אקולוגית, מהפכה ירוקה, מהפכה תעשייתית, מזהם טבעי, מזהם מלאכותי, מפגע סביבתי, משאבי אנרגיה, משאבי אנרגיה מתחדשים (רוח, שמש / סולרית, הידרואלקטרית, ביומסה), משאבי אנרגיה מתכלים (אנרגיה גרעינית⁵, דלק פוסילי / דלק מאובן, גז), משאבים מתחדשים, משאבים מתכלים, משבר סביבתי, עיור, קרינה, תרבות צריכה. ארגונים סביבתיים, שמורות טבע, שיקום, קיימות, פיתוח בר-קיימא, ניהול סביבתי, ניטור. מדינות מפותחות, מדינות מתפתחות, תמ"ג (תוצר מקומי גולמי).
ניהול סביבתי: עקרונות, דילמות, והתמודדות עם בעיות סביבתיות	- גישות מרכזיות להתמודדות עם בעיות סביבתיות - פתרונות טכנולוגיים: - למניעה / להפחתה של זיהום - לצמצום בצריכת משאבים - מדיניות סביבתית – איזון בין שיקולים סביבתיים, חברתיים וכלכליים - ניהול סביבתי - חקיקה סביבתית - תכנון סביבתי כאמצעי למניעת מפגעים סביבתיים והגנה על משאבים - שיתוף פעולה בינלאומי - חינוך והסברה - אורח חיים מקיים של אירגונים ויחידים - מאבק סביבתי	קיימות, פיתוח בר קיימא הטרגדיה של המרעה המשותף, הטרגדיה של נחלת הכלל, צדק סביבתי. תקן סביבה, תקן פליטה, עיקרון הזהירות המונעת, ניטור, עלויות חיצוניות, עלויות פנימיות. בנייה ירוקה⁶ מסדרונות אקולוגיים עקרון המזהם משלם אמצעי אכיפה, מיסי זיהום, תמריצים, סחר בזכויות זיהום שיקום, ריאות ירוקות שיתוף ומעורבות הציבור אמנות בינלאומיות המשרד להגנת הסביבה תוכנית מתאר שמורות טבע

⁴ ללא פירוט התהליכים הכימיים המתרחשים בקרקע.

⁵ הנושא ילמד רק ברמה בסיסית שמשמעה האפשרות להפיק אנרגיה מהתפרקות רדיואקטיבית של חומרים

⁶ אמצעים טכנולוגיים נוספים מפורטים בנושאים השונים (משאב המים, משאב האוויר, פסולת כשמאב ורעש וקרינה

תת-נושא	תכנים	מושגים
אתיקה סביבתית⁷	• מהי אתיקה? מהי אתיקה סביבתית? • דילמות בתכנון ובניהול סביבתי: - שימור מול פיתוח; - עלות תועלת מול שיקולים אתיים	NIMBY⁸ , דילמה, דילמה סביבתית

⁷ מומלץ ללמד תת-נושא זה כ'נושא אורך', כלומר: לשלב את תכניו בהוראת הנושאים האחרים בהקשרים המתאימים.

⁸ לא בחצר האחורית שלי - NIMBY Not In My Back Yard

נושא 2: שינוי אקלים (ליבה)

מבוא

שינוי אקלים המתרחש ב-250 השנים האחרונות הוא תוצאה של השפעת האנושות על הסביבה מאז המצאת מנוע הקיטור במאה ה-18 והמהפכה התעשייתית במאה ה-19. להשפעה זו היבטים רבים החל מזיהום הסביבה והשתלטות על שטחי מחייה ועד לפליטה מוגברת של גזי חממה שתוצאתה התחממות עולמית. השפעות העלייה בטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ, גרמה לעליה בעוצמה ובתדירות אירועי מזג אוויר קיצוניים כמו שיטפונות, גלי חום, שריפות, סופות חול, הוריקנים ובצורות, לעלייה בגובה פני הים, לשינויים בכמויות המשקעים ובאופן פיזורם, למדבור, לשינויים במערכות אקולוגיות יבשתיות וימיות הכוללים שינויים במגוון המינים והכחדה של מינים, לאיום על הביטחון התזונתי, לעלייה בהגירת אקלים, לעלייה בשיעורי תחלואה ותמותה עקב בצורות, שיטפונות, גלי חום ושריפות, לנזקים כספיים ולעליה בעלויות הקשורות לביטוח ולטיפול בנזקי אסונות ועוד.

החשש מהמשך שינוי אקלים הובילה ללחץ על קובעי מדיניות בעולם לנקוט צעדי חקיקה שיפחיתו את כמות גזי החממה הנפלטים על ידי צמצום שימוש באנרגיה ממקורות מחצביים (נפט, פחם וגז טבעי), יעודדו פיתוחים טכנולוגיים לשימוש במקורות אנרגיה חלופיים, יעודדו פיתוח תוכניות לשינויים בתחומי החקלאות ומערכות המזון, במקביל להיערכות למצב החדש של עליה בטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ. המטרה עיקרית לשילוב הנושא בתוכנית הלימודים היא תמיכה בהיערכות החברה למציאות של שינוי אקלים. לשם כך יש צורך לפתח ידע והבנה, מיומנויות, ערכים וחוסן רגשי אשר יאפשרו לתלמידים להתמודד עם המציאות החדשה והשלכותיה ולפעול בהתאם לערכיהם להפחתת הפגיעה במערכות כדור הארץ.

שימו לב: ניתן ללמד חלק מהתכנים בנושא שינוי אקלים במשולב עם נושאי התוכנית האחרים.

מטרות

התלמידים:

- יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא שינוי אקלים.
- יבחינו בין אקלים למזג אוויר.
- יכירו את הגורמים והתהליכים הקשורים בשינוי אקלים.
- יבינו את ההשלכות של תופעת שינוי אקלים על הסביבה, והחברה.
- ינתחו נתונים של שינויים בטמפרטורה ממוצעת עולמית ונתונים של שינויים נוספים הנגרמים כתוצאה משינויים בטמפרטורה הממוצעת העולמית.
- יפתחו חשיבה מערכתית לצורך הבנה של תופעות מורכבות בתחום שינוי אקלים.
- יפעילו חשיבה ביקורתית בהקשרים שונים של סוגיית שינוי אקלים כמו: הערכה של המידע המפורסם בתקשורת ובמדיה, הערכה של הצעות לפתרונות בהקשר להתמודדות עם שינוי אקלים.
- יכירו מגוון דרכים ואמצעים להתמודדות עם תופעת שינוי אקלים (טכנולוגיות, כלכליות, חקיקה, ניהול סביבתי, חינוך והסברה);
- יכירו אגמות, חוקים ותקנות הקשורים בנושא שינוי אקלים.
- יבינו את מורכבות ההחלטות הקשורות לשינוי אקלים ואת חשיבות שיתוף הפעולה בין מדינות בנושא.

- ישתמשו בידע שרכשו בנושא שינוי אקלים לצורך הבנת דרכי התמודדות וקבלת החלטות בסוגיות הקשורות בהשלכות שינוי אקלים על הסביבה.
- יפעלו להפחתת הפגיעה במערכות כדור הארץ ולהסתגלות לשינוי אקלים באמצעים של עבודות חקר, יוזמות סביבתיות וקידום מודעות ציבורית.

מפרטי תוכן בנושא שינוי אקלים (ליבה)

תת נושא	תכנים	מושגים
אקלים: מאפיינים שיטות מדידה ועדויות לשינוי	- מאפייני אקלים - מאפייני מזג אוויר - ההבדל בין מזג אוויר לאקלים	אקלים, מזג אוויר
	מאזני אנרגיה - קרינת השמש כבסיס למערכות האקלים העולמיות של כדור הארץ (קרינה אלקטרומגנטית בדגש על קרינה תת אדומה הנפלטת מכדור הארץ). - האטמוספירה כמשפיעה על טמפרטורת כדור הארץ (אפקט החממה)	קרינה אלקטרומגנטית קרינה תת-אדומה (קרינת IR) אטמוספירה גזי חממה אפקט החממה (תוצא החממה)
	גורמים משפיעים - כיסוי קרח (אלבדו) - שינויים בריכוז גזי חממה (בדגש על פחמן דו-חמצני ומתאן)	גזי חממה אלבדו
	מגמות שינוי אקלים בעידן המודרני (מאתיים שנים אחרונות) - מגמות עליה: בריכוז גזי החממה באטמוספירה, בטמפרטורה ממוצעת, במפלס הים - הפרת היציבות האקלימית - האצת השינויים בעשורים האחרונים - נקודות מפנה (tipping points)⁹	גזי החממה העיקריים: אדי מים, פחמן דו חמצני (CO ₂), מתאן (CH ₄)
השיח על שינוי אקלים במרחב הציבורי	- הקונצנזוס המדעי בהקשר לשינוי אקלים והקשר שלו לקביעת מדיניות ציבורית (עיקרון הזהירות)	המזהם משלם הכחשת אקלים IPCC ¹⁰
מודלים, תחזיות ותרחישים	- מודלים אקלימיים (ברמת העיקרון הבסיסי, ללא משוואות) תרחישי פליטה במודלים אקלימיים לבניית תחזיות לעתיד. - שינויי טמפרטורה בתרחישי פליטה שונים. - מדרך פחמני (טביעת רגל פחמנית) וניטור פליטות פחמן. - הערכת השלכות (ברמה עולמית, אזורית ומקומית) על פי מודלים שונים.	אמנת אקלים, מדיניות אקלים מודל אקלימי, climate tracker
גורמים לשינוי אקלים	גורמי עלייה בפליטה של גזי חממה - צריכת אנרגיה: תהליכי הפקה ושימוש בחשמל – בתעשייה, בתחבורה, בבית ובמבנים ציבוריים - חקלאות: פליטות מתאן בתהליכי גידול של מעלי גרה וגידול אורז, בירוא יערות, שינוי בשימושי קרקע. - פסולת: פירוק פסולת אורגנית - הקשר בין השינויים הכלכליים, התעשייתיים והדמוגרפיים לבין גורמי העלייה בפליטות גזי חממה	שריפות דלק פוסילי שריפת דלק פוסילי דלק מחצבי
השלכות של שינוי אקלים	רכיבים של שינוי אקלים - טמפרטורה - משקעים - אירועי מזג אוויר קיצוניים - שינויים באוקיינוסים ○ הפשרה של קרחונים יבשתיים (עלייה במפלס פני הים, משוב אלבדו, פליטות מתאן)	בצורות מדבור סופות אבק גלי חום גלי קור שטפונות הצפות
א. השלכות על מערכות אקולוגיות		

⁹ חשוב ללמד לפחות דוגמה אחת

¹⁰ הפאנל הבין-ממשלתי לשינוי האקלים, IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

שריפות	○ הפשרה של קרחונים ימיים (משוב אלבדו) ○ שינויים בריכוז פחמן דו חמצני המומס במי האוקיינוסים ○ עקב התחממות המים ○ החמצת אוקיינוסים ○ סביבה חופית. הצפת איים ואזורי חוף נמוכים, בליית חופים.	
הכחדה שיטית, מבלע פחמן, מחסור במים, הכחדת מינים מין פולש מאגר פחמן שטף פחמן	השפעות על מערכות אקולוגיות¹¹ - במערכות יבשתיות: עליה בטמפרטורה הממוצעת, שינויים בזמינות המים, אובדן שטחי מחייה (לדוגמה בעקבות עיור, מדבור, עלייה במפלס פני הים) והשפעתם על רכיבים ביוטיים. - במערכות עירוניות: אי חום עירוני, חלחול וניקוז מי נגר, אובדן מבלעי פחמן. - במערכות ימיות¹² – עלייה בתכולת החום, ירידה בריכוז החמצן המומס במים, עליה בריכוז הפחמן הדו חמצני המומס במים, ירידה ב-pH (החמצת אוקיינוסים) והשפעתם על רכיבים ביוטיים (לדוגמה, הלבנת אלמוגים)	
פיתוח בר קיימא מהגר אקלים פליטים סביבתיים פליטי אקלים	- ביטחון תזונתי וזמינות מים (לדוגמה, בצורת, פגיעה באיכות המים, שינויים בזמינות גידולים חקלאיים). - הגירה מושפעת אקלים (מהכפר לעיר, בין מדינות; בתגובה לשינוי במפלס הים והתעצמות סערות, שריפות, בצורות וכו').	ב. השלכות על החברה
צדק סביבתי, אמנת אקלים, מדיניות אקלים, הסתגלות, אנרגיה מתחדשת, לכידת פחמן, פיתוח עירוני, הנדסה ביוטכנולוגית, כלכלה מעגלית, ביודלק מס פחמן סחר בפחמן סחר בפליטות	איפחות (מיטיגציה) - מערכות אנרגיה מתחדשת ומקיימת (סולארית, רוח, הידרואלית וכו'), אגירה והמרה. - תחבורה לדוגמה, חישמול ותחבורה ציבורית, צמצום של שינוע סחורות, מעבר לתחבורה נטולת פחמן. - פתרונות מבוססי-טבע (למשל ייעור). - חקלאות, מערכות מזון ותזונה (לדוגמה: צמצום גידול בקר וצמצום בקצב בירוא יערות). - קיבוע וקבורה של פחמן דו חמצני. - התייעלות אנרגטית - הגנה על שטחים פתוחים. - כלכלה מעגלית	דרכי ההתמודדות
ריאה ירוקה תזונה מקיימת	הסתגלות (אדפטציה) - תכנון ופיתוח עירוני ותשתיות תואמי אקלים (לדוגמה מניעת הצפות) - בנייה ירוקה - שינויים חקלאות וביטחון תזונתי (חקלאות עירונית, פיתוח זנים מתאימים, תמיכה בתוצרת מקומית, חקלאות מקיימת) - התפלת מים	

¹¹ ניתן לשלב את הוראת תת הנושא השפעות שינוי אקלים על מערכות אקולוגיות בנושא 1: מערכות אקולוגיות ויחסי אדם-סביבה

¹² ניתן לשלב את הוראת תת הנושא השפעת שינוי אקלים על מערכות אקולוגיות ימיות, בתת הנושא שינויים באוקיינוסים ובנושא 3: משאב המים.

נושא 3: משאב המים (ליבה)

מבוא

מים הם אחד החומרים השכיחים ביותר בטבע. הם נחוצים לקיומם ולפעילותם של כל היצורים החיים, ומשתתפים בעיצוב האקלים והנוף. המים הכרחיים לקיום האדם (כ-70% ממסת גופו), ומשמשים אותו למילוי צרכיו השונים: בחקלאות, בתעשייה, בהפקת אנרגיה, בשימושים ביתיים, בתעבורה ובתרבות הפנאי.

המים היו והינם גורם חשוב ביותר שמשפיע על תולדות האנושות ועל התפתחותה התרבותית. גידול האוכלוסייה והעלייה ברמת החיים ובפעילות הכלכלית (תעשייה, שירותים וחקלאות) גורמים לצריכה מוגברת ולדלדול מקורות המים. נוסף לכך, זיהום המים ופגיעה באיכותם מצמצמים עוד יותר את כמות המים הראויים לשימוש.

בישראל, כתוצאה מגידול האוכלוסייה ומהעלייה ברמת החיים, צריכת המים הביתית נמצאת בעלייה מתמדת, בעיקר לצורכי רחצה והדחה בשירותים. שאיבת יתר ממקורות המים לסיפוק הצריכה, במיוחד לאחר שנות בצורת, גורמת לדלדול מאגרי המים ולפגיעה באיכותם. זיהום מקורות המים על ידי גורמים שונים (תעשייה, חקלאות, משקי הבית) מחריף את הבעיה.

קיימות דרכים שונות להתמודדות עם המחסור במים בישראל: הגדלת השימוש החוזר במים מטהרים, התפלת מים, מניעת זיהום של מקורות מים, ייעול תהליכי הייצור שבהם נחוצים מים בתעשייה ובחקלאות וחיסכון במים. תכנון וניהול נכון של משק המים בגישת הקיימות יבטיחו את איכותו ואת כמותו של משאב המים הן לדור הנוכחי והן לדורות הבאים.

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים ואחרים מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא **משאב המים**, ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות בנושאי סביבה הקשורים למים ובקבלת החלטות. התלמידים:

- יכירו את מקורות המים העיקריים לשימוש של האדם בעולם ובישראל;
- יכירו את מחזור המים בטבע ויבינו את מעורבות האדם בו;
- ינתחו נתונים של צריכת מים באוכלוסיות שונות;
- יבינו שמים שפירים הם משאב מתחדש בסכנת מחסור;
- יבינו את הסיבות למחסור במים;
- יבינו מהן ההשלכות הכלכליות והחברתיות של המחסור במים;
- ידעו מהם הגורמים לזיהום מקורות המים (מי תהום, נחלים);
- יבינו מהן השפעות זיהום המים על האדם, על בעלי החיים ועל הצמחים;

- ידעו מהם הגורמים המשפיעים על איכות מי הכינרת;
- יכירו אמצעים ודרכי התמודדות (טכנולוגיים, משפטיים, כלכליים, חינוכיים) עם בעיית המחסור במים;
- יכירו אַמנֹות, חוקים ותקנות הקשורים בנושא המים.

מפרטי תוכן בנושא משאב המים (ליבה)

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים ואחרים מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

תת-נושא	תכנים	מושגים
משאב המים: תכונות, מאפיינים וחשיבות	• תכונות המים וחשיבותם לקיום החיים, לשימוש האדם ולעיצוב האקלים והנוף; • מקורות מים מתוקים בישראל ובעולם; • מחזור המים – התערבות האדם בשלבים שונים של המחזור; • היצע המים הטבעיים בישראל: מאגרי מי התהום, הכנרת, מי שיטפונות • מקורות מים מלאכותיים • הים כמשאב (דגה מקור להתפלת מים)	מסיסות גזים (חמצן, פחמן דו-חמצני) במים מים עיליים, אגן היקוות, נגר עילי, אקווה (אקוויפר), אקוויקלוד, מילוי חוזר, מים זמינים, מים שפירים, מים מליחים, מים מלוחים, מים אפורים, מים מותפלים, מים מושבים, מי קולחין.
הבעיה הסביבתית: גורמים	• המים כמשאב מתחדש בסכנת מחסור; • צריכת מים בישראל (עירונית, ביתית, תעשייתית, חקלאית); • זיהום מקורות מים: מי תהום, נחלים, נהרות, אגמים; • מקורות זיהום מים בישראל: שפכים עירוניים – כולל שפכים ביתיים, שפכים תעשייתיים, שפכים חקלאיים, תחנות דלק, אתרי פסולת לא מוסדרים, שאיבת יתר של מי תהום; • זיהומים במים: כימיים (אורגניים ואנאורגניים), ביולוגיים, פיזיקליים.	שאיבת יתר, המלחת בארות. פן ביני מזהמי מים: דשנים, הורמונים, זרחות, חומרי הדברה, חומרי ניקוי (דטרגנטים), חנקות, כלורידים, שפכים, תרופות, תשטיפים, מתכות כבדות, תמלחת, חיידקים פתוגנים (כולל חיידקים קוליפורמים), זיהום תרמי, זיהום רדיואקטיבי.
הבעיה הסביבתית: נזקים לאדם ולסביבה	• השפעות של זיהום המים על חברות צמחים ובעלי חיים בבתי גידול מימיים (נחלים, נהרות, אגמים); • נזקים בריאותיים לאדם ממים המזוהמים במזהמים כימיים וביולוגיים; מים מזוהמים כמקור למחלות.	הגדלה ביולוגית, חומרים רעילים, חומרים מסרטנים, פתוגניות.
הבעיה הסביבתית: מדידה ודרכי התמודדות	• מדדים לקביעת איכות המים; • תקנים לאיכות מי שתייה וניטורם • קביעת קווים אדומים במקורות מים המוביל הארצי • דרכים להגדלת פוטנציאל המים: - התפלת מים - סכרים ומאגרים לאיגום מי שטפונות - טיהור שפכים ושימוש בקולחין ומחזור מים - מניעת זיהום - שיקום נחלים - חיסכון במים - חקיקה ואכיפה	שיטות לבדיקת איכות מים מדדים פיזיקליים: טמפרטורה, עכירות, מוצקים מרחפים, צבע מדדים כימיים: מליחות, ריכוזי חנקות וזרחות, ריכוז חמצן מומס במים, רמת pH, מליחות, מתכות כבדות, ריכוז חמצן מומס במים, קשיות מדדים ביולוגיים: צריכת חמצן ביולוגית – צח"ב (BOD^{13}), נוכחות גורמים פתוגנים, בוצה משופעלת, בריכות חמצון, הכלרה,

תת-נושא	תכנים	מושגים
	- חינוך והסברה: מניעת זיהום חיסכון במים	

נושא 4: משאב האוויר (ליבה)

מבוא

האוויר הוא משאב חיוני לקיום החיים בביוספירה. הוא דרוש לתהליכי הנשימה והפוטוסינתזה ומשמש מעטפת המסננת ומגינה על היצורים בכדור הארץ מפני קרינה מזיקה. האוויר הוא גורם מרכזי בעיצוב האקלים והנוף על פני כדור הארץ. מאז המהפכה התעשייתית, משאב זה הולך ומזדהם. השימוש בטכנולוגיות להפקת אנרגיה, לייצור מוצרים ולהפעלת כלי תחבורה גורם לפליטת מזהמים לאוויר, הגורמים נזקים ישירים ועקיפים לאדם, לצמחים, לבעלי החיים ולסביבה הדוממת. האוויר הנקי הוא משאב מתכלה, וכדי להקטין את הפגיעה בו למען המשך קיום החיים על פני כדור הארץ, דרושה פעילות ברמה מקומית וגלובלית מטעם ממשלות, מוסדות, ארגונים ויחידים.

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים ואחרים מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא **משאב האוויר**, ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות בנושאי סביבה הקשורים לאוויר ובקבלת החלטות.

התלמידים:

- יכירו את מבנה האטמוספירה, את הרכב האוויר ואת חשיבותו לקיום תהליכים בכדור הארץ;
- יבינו את הקשיים בהגדרה של אוויר מזוהם;
- יבינו תופעות של שינוי אקלים הקשורות באטמוספירה;
- יבחינו בין מזהם ראשוני למזהם משני ויבינו את השפעתם על האדם;
- יכירו ויתנסו בדרכי מדידה של מזהמים באוויר;
- יכירו את הגורמים ויבינו את התהליכים המעורבים בזיהום האוויר;
- יבינו את השפעותיהם המזיקות של מזהמים באוויר על האדם, על מערכות אקולוגיות, על מבנים וחומרים;
- יבינו את התופעות הכלל-עולמיות הנוספות הקשורות בזיהום אוויר (התדלדלות האוזון, גשם חומצי);
- יכירו את מגוון הדרכים והאמצעים בתחומים שונים (טכנולוגיה, חקיקה, ניהול סביבתי, חינוך והסברה) להתמודדות עם זיהום האוויר ונזקיו.

מפרטי תוכן בנושא משאב האוויר (ליבה)

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים ואחרים מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

תת-נושא	תכנים	מושגים
משאב האוויר: תכונות	הרכב האוויר באטמוספירה של כדור הארץ	אטמוספירה, סטרטוספירה, טרופוספירה.
הבעיה הסביבתית: גורמים ונזקים לאדם ולסביבה	זיהום אוויר - גורמים עיקריים לזיהום האוויר: - גורמים טבעיים: התפרצויות געשיות, סופות חול, גרגרי אבקה; - גורמים תוצר האדם: תהליכי שריפה (מפעלים, תחנות חשמל, תחבורה, אתרי פסולת, מבני ציבור ובתים, עישון), מחצבות, ריסוס חומרי הדברה, התאדות דלק. - מזהמי אוויר נפוצים ומקומות היווצרותם. - הקשר בין תנאי מזג אוויר (רוחות, טמפרטורה, משקעים, טופוגרפיה) ובין רמת זיהום האוויר. - נזקים לאדם ולסביבה - תחלואה ותמותה; - גשם חומצי; שינויים בשכבת האוזון - דלדול שכבת האוזון הסטרטוספרי ("חור באוזון"); - הגורמים להידלדלות שכבת האוזון - השפעת הידלדלות שכבת האוזון על מערכות החיים על פני כדור הארץ;	מזהם ראשוני, מזהם שניוני. דלק מחצבי (פוסילי), עישון פסיבי, נסועה. חלקיקים מוצקים; אבק, גרגרי אבקה, פיח; גזים: אוזון, תחמוצות גופרית¹⁴ (SO_x), תחמוצות חנקן (NO_x), CO, תרכובות אורגניות נדיפות. אירוסולים (חלקיקים מוצקים וטיפות זעירות) פיזור מזהמים: פיזור אופקי (הרוח), פיזור אנכי, שכבת העירוב, ערפיח (עשפל), ערפיח פוטוכימי¹⁵ קרינת UV (על-סגולה), פחמימנים כלורו-פלואוריים¹⁶ (Chlorofluorocarbons - CFC)
הבעיה הסביבתית: מדידה ודרכי התמודדות	זיהום אוויר - דרכים להפחתת זיהום האוויר: - אמצעים טכנולוגיים: מסננים בארובות, ממיר קטליטי, דלק חלופי, קולטנים, אנרגיות חלופיות לייצור חשמל; - חקיקה ואכיפה; - חינוך והסברה (בהקשר של זיהום אוויר ובהקשר של שינוי אקלים) - אמצעים התנהגותיים: חיסכון בצריכת האנרגיה (חיסכון בחשמל, צמצום נסועה, צמצום צריכה של מוצרים) - אמנות והסכמים בינלאומיים: הגבלת הפליטה של גזי חממה	תחנת ניטור אוויר. דלק דל גופרית. ועידת אקלים, יעדי הפחתה של גזי חממה ברמה עולמית וברמת מדינות, IPCC (הפאנל הבין-ממשלתי לשינוי האקלים)

¹⁴ יש להתייחס לתחמוצות גופרית ולתחמוצות חנקן באופן כללי.

¹⁵ התייחסות להיווצרות מזהמים פוטוכימיים בהשפעת אור השמש ללא התהליך הכימי.

¹⁶ יש להתייחס ל-CFC ברמה תיאורית בלבד – מקור החומר והשפעתו, ולא לתהליכים כימיים.

תת-נושא	תכנים	מושגים
	אוזון • דרכים להתמודדות עם הידלדלות שכבת האוזון - הגבלה ומניעה של שימוש בחומרים הפוגעים בשכבת האוזון;	

נושא 4: פסולת כמשאב (ליבה)

מבוא

הכלכלה, הפרסום ורמת החיים הגבוהה בחברה המודרנית מעודדים את הצריכה העודפת. אחת מתוצאות הלוואי של הצריכה העודפת היא כמויות הולכות וגדלות – הן מבחינת המסה והן מבחינת הנפח – של פסולת מוצקה. בישראל, גידול האוכלוסייה וצפיפותה תורמים אף הם להחרפתה של בעיית הפסולת המוצקה. פסולת מוצקה שאינה מטופלת מהווה מטרד ומפגע סביבתי. היא עלולה לגרום לזיהום הקרקע ומי התהום, למפגעים בריאותיים, למטרדי ריח ולפגיעות אסתטיות בנוף. עבור חלק ממרכיבי הפסולת, קיימים אמצעים לטיפול ולצמצום הנזק הסביבתי, לדוגמה: שימוש חוזר ומחזור. הטמנה מוסדרת (סניטרית) היא דרך מקובלת לטיפול בפסולת המוצקה, אך היא צורכת שטחי קרקע נרחבים, ומעוררת את התנגדותן של הקהילות המתגוררות בקרבת המטמנות. המגמה כיום היא לעודד את צמצום כמויות הפסולת במקורות ההיווצרות שלהן, ולשלב אמצעים שונים לטיפול בפסולת לאחר היווצרותה. השימוש באמצעים כלכליים, בחקיקה ובחינוך הציבור יקטינו במידה רבה את הנזקים הסביבתיים של הפסולת המוצקה.

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים ואחרים מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא **פסולת מוצקה**¹⁷ ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות סביבה הקשורות לפסולת מוצקה ובקבלת החלטות.

התלמידים:

- ידעו מהם הגורמים להיווצרות בעיית הפסולת המוצקה ויבינו את הקשר שלה לתרבות הצריכה העודפת;
- יבינו את הקשר בין צריכה לדלדול והתכלות של משאבי טבע (חומרי גלם).
- יכירו את מרכיבי הפסולת המוצקה ואת ההבדלים הכמותיים והאיכותיים במרכיבי הפסולת בין אוכלוסיות באותה מדינה ובין מדינות.
- יכירו מהי פסולת מסוכנת.
- יבינו את ההשלכות הסביבתיות והנזקים הנגרמים מהצטברותה של הפסולת המוצקה;
- יכירו את האמצעים לטיפול בפסולת מוצקה לצמצום הנזק הסביבתי, ואת היתרונות והחסרונות של כל אחד מהאמצעים;
- יבינו את השיקולים שיש להתחשב בהם בעת בחירת אתר להטמנת פסולת מוצקה;
- יבינו את תהליך הקומפוסטציה ואת חשיבותו;

¹⁷ ברמה המוגברת, לימוד הנושא **פסולת מוצקה** כולל גם את הפסולת המסוכנת.

- יכירו את תופעת ה-NIMBY ויבינו את הקשר שלה לשאלות של צדק חברתי וסביבתי;
- יכירו את החוקים והתקנות בתחום הטיפול בפסולת המוצקה.

מפרטי תוכן בנושא פסולת כמשאב (ליבה)

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים ואחרים מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

תת-נושא	תכנים	מושגים
הפסולת המוצקה והבעיה הסביבתית	- מחזור חיים של מוצרים וההשפעות הסביבתיות: הפקת חומרי גלם, ייצור, שימוש, פסולת, הובלה - הקשר בין גידול האוכלוסייה, צריכה, עלייה ברמת החיים, דלדול משאבים ובעיית הפסולת המוצקה; - מקורות פסולת: עירונית (ביתית, מסחרית), חקלאית, תעשייתית, רפואית, בניין; - מרכיבי הפסולת לסוגיה: מרכיבים מתפרקים ומרכיבים שאינם מתפרקים / מתפרקים באטיות רבה. - הפסולת כמאגר חומרים הניתנים לניצול: הקטנת קצב הדלדול של משאבי טבע מתכלים;	מחצבים, עתודות חומרי הגלם בעולם, הערכת מחזור חיים (LCA¹⁸) פסולת אורגנית, פסולת מכרות, פסולת מסוכנת, פסולת בניין, פסולת אלקטרונית. משקל רטוב / יבש, רעילות, נפח ומשקל הפסולת דשנים חומרי הדברה. חומרים סינתטיים. פסולת מתכלה, פסולת לא מתכלה. פירוק אירובי, פירוק אנאירובי
הבעיה הסביבתית: הנזקים לאדם ולסביבה	- הצטברות פסולת, מצוקת שטחי הטמנה, פגיעה במשאב הקרקע המתדלדל - נזקי ערמות הפסולת: - מטרדי ריח - פגיעה נופית - זיהום אוויר (פליטת גזים, סכנת התלקחות, עשן) - בית גידול למזיקים - זיהום הקרקע ומי התהום - פגיעה בבריאות האדם ובמערכות אקולוגיות (גורמי מחלות) - פגיעה כלכלית (ירידת ערך הקרקע) - קשיים במיקום מתקנים לטיפול בפסולת	תשטיפים ממטמנות, גז מתאן, אתר פסולת לא מוסדר (מזבלה פתוחה).
הבעיה הסביבתית: דרכי התמודדות	- כלכלה מעגלית (מעריסה לעריסה) - דרכים לטיפול בפסולת: - טיפול משולב בפסולת - טיפול בפסולת בכמה דרכים, על פי שיקולים סביבתיים, כלכליים וחברתיים, במגמה לחסוך בניצול חומרי גלם ראשוניים ולהפחית את כמויות הפסולת המוטמנות בקרקע. - הטמנה בקרקע, דרכי איסוף, אצירה ומיון פסולת, תהליכי הפירוק במטמנות, ניצול גז המתאן, שיקום אתרי פסולת לאחר סגירתם; - דרכים לצמצום כמות הפסולת:	NIMBY הטמנה סניטרית, אתר פסולת מוסדר, הפרדה במקור, תחנת מעבר, שינוע פסולת, מיון פסולת.

¹⁸ אנליזה של מחזור חיים, LCA- Life Cycle Analysis

תת-נושא	תכנים	מושגים
	- הפחתת צריכה; - הפחתה במקור: הפחתת הפסולת בתהליך הייצור (הפחתה בכמות החומרים במוצר ובאריזה, חיי מדף ארוכים). - שימוש חוזר במוצרים; - מחזור: תעשיות המחזור להפקת חומרי גלם, קומפוסטציה; - ניצול מרכיבים בפסולת להפקת אנרגיה • יתרונות וחסרונות של דרכים לצמצום כמות הפסולת; • חקיקה ואכיפה; • חינוך והסברה.	חמשת ה-R: הפחתה (Reduce); שימוש חוזר (Reuse); תיקון (Repair); מחזור (Recycle); התמרה (Recovery), השבת אנרגיה.

התמחות והעמקה

יש ללמד את אחד הנושאים המפורטים להלן:

1. מערכות אקולוגיות ויחסי אדם סביבה
2. משאב המים
3. משאב האוויר
4. פסולת כמשאב
5. תיכנון וניהול סביבתי
6. אתיקה וסביבה

כל אחד מהנושאים מפורט בהמשך על פי הסעיפים הבאים:

- מבוא לנושא, ובו עיקרי הנושא כולל הבעיה הסביבתית (מדוע הנושא הוא בעיה ולמי);
- מטרות לימוד הנושא;
- הצעות לפעילויות כיתתיות וחץ כיתתיות;
- מפרטי תוכן ומושגי היסוד.

יש להדגיש שכל הנושאי ההתמחות והעמקה מבוססים על הנלמד בליבה, בכל הנושאים המרכיבים אותה.

נושא 1. מערכות אקולוגיות ויחסי אדם-סביבה (התמחות והעמקה) התכנית לתשפ"ו

מבוא

ראו מבוא לנושא **מערכות אקולוגיות ויחסי אדם-סביבה** בחלק הליבה.

מטרות

כלל המטרות שמפורטות בנושא זה ברמת הליבה ועוד:

- התלמידים יכירו את התנאים האופייניים לכדור הארץ, ויבינו את הקשר בינם ובין קיום החיים על פניו.

הצעות לפעילויות

- סיור בפלנטריום להכרת מבנה היקום ומערכת השמש;
- סיור גאולוגי להכרת סוגי סלעים ותהליכים גאולוגיים;
- ניסוי: בדיקת תכונותיהן של קרקעות;
- ניסוי: בדיקת גורמים המשפיעים על קצב גידול אוכלוסייה (חיידקים, סנדליות וכד');;
- ניסוי: בדיקת השפעת הצפיפות על התפתחות צמחים;
- ניסוי: חקר פעילותם של מפרקים בפירוק חומרים אורגניים וביצירת קומפוסט;
- ניסוי: בדיקת גורמים המשפיעים על קצב הפוטוסינתזה (להדגמת גורם מגביל);
- סיורים להכרת סביבות, בתי גידול יבשתיים ומימיים, חקר תנאי הסביבה, תצפיות בקשרי גומלין ביוטיים ואביוטיים;
- סיורים למכוני מחקר חקלאיים (כגון: מכון וולקני למחקר חקלאי, הפקולטה לחקלאות, מרכזי מו"פ של משרד החקלאות) בדגש על חקלאות, מזון ואיכות הסביבה;
- סיורים בשמורות טבע, בגנים לאומיים, בגני חיות ובגנים בוטניים להיכרות עם המגוון הביולוגי בארץ;
- ביקור בבנק גנים, באוספים בוטניים ובגני חיות המקיימים גרעיני רבייה לצורך השבה לטבע של מינים הנמצאים בסכנת הכחדה;
- מפגש עם אנשי גופים ירוקים בארץ, לדיון בנושאי סביבה והכרת הדרכים הננקטות לצמצום מפגעים;
- קיום פעולות הסברה בנושאי שמירה על הסביבה בקרב חברי הקהילה (במסגרות כמו: יריד, תערוכה, יום עיון).

מפרטי תוכן בנושא מערכות אקולוגיות ויחסי אדם-סביבה (התמחות והעמקה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
מערכות אקולוגיות – מרכיבים ומאפיינים	• אזורים ביו-גאוגרפיים בעולם; • חברות צומח בישראל; • מאפיינים של מערכות אקולוגיות, מימיות ויבשתיות, כגון: אגם, מדבר, יער, שונית אלמוגים. • השונות והמגוון הביולוגי, מדדים לאמוד את המגוון הביולוגי;	ביומות, פיטוגאוגרפיה, מוצא גאוגרפי של מינים, אנדמי, אקוטיפ, תצורות צומח (יער, חורש, בתה, גריגה (שִׁיחָה)). עושר מינים, שונות תוך-מינית, שונות בין-מינית, שונות גנטית. פיטופלנקטון, זואופלנקטון.
תהליכים במערכות אקולוגיות	• גידולן של אוכלוסיות, הגורמים המשפיעים על גודלן ויציבותן של אוכלוסיות; • שינויים סוקצסיוניים במערכת אקולוגית; • מעגלי משוב בוויסות גודלן של אוכלוסיות ובבקרה על יציבותן של מערכות; • חשיבות המגוון הביולוגי לקיומם של תהליכים במערכות אקולוגיות: ייצור ראשוני, ויסות גודלן של אוכלוסיות, רבייה בצמחים, קיבוע חנקן;	הגירה חיובית, הגירה שלילית, נדידה סוקצסיה ראשונית ומשנית, טור סוקצסיוני, חברת חלוץ, חברת שיא. סניטציה ככלי ממשק אקולוגי ניטריפיקציה, דניטריפיקציה
אקולוגיה אנושית	• ייחודו של האדם, התפתחותו התרבותית-טכנולוגית ומעורבותו הגוברת בניצול הסביבה ובניהולה; • היבטים טכנולוגיים ואתנוגרפיים בגידול אוכלוסיית האדם; • שלבי המעבר הדמוגרפי; • גידול האוכלוסייה האנושית, תופעת העיור והשפעתה על הסביבה; • חקלאות וסביבה - חשיבותה של החקלאות בסיפוק צרכיה הגדלים של אוכלוסיית האדם; - טכנולוגיות חקלאיות ותרומתן להגברת ייצור המזון ולמלחמה ברעב; - השפעת החקלאות על הסביבה - השפעת משק החי על הסביבה: שינוי אקלים, פגיעה במגוון הביולוגי, זיהום מקורות מים - חשיבות שירותי המערכת האקולוגית לחקלאות - טיפול בפסולת חקלאית, סניטציה ככלי ממשק; - תופעת אובדן מזון השלכות ופתרונות • דרכי התמודדות לצמצום הפגיעה במגוון הביולוגי: טכנולוגיה, חקיקה, אָמנות, חינוך והסברה. • גופים ירוקים העוסקים בנושאי סביבה בארץ ובעולם, כגון: המשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים, החברה להגנת הטבע, קק"ל, אדם טבע ודין, Greenpeace,	חברת לקטים-ציידיים, המהפכה החקלאית, המהפכה התעשייתית, עיור, המהפכה הירוקה, המהפכה הטכנולוגית, טכנולוגיה, תרבות. דמוגרפיה ביות, טיפוח והשבחה, חקלאות אינטנסיבית, חקלאות אורגנית, מונו-קולטורה, הנדסה גנטית, דישון (דשן סינטטי, דשן אורגני), שימור וטיוב קרקע, הדברה (כימית, ביולוגית ומשולבת), צמצום/הימנעות מאכילת מוצרים מבעלי חיים, השקיה. גרעיני רבייה, השבה לטבע (איכלוס מחדש), בנק גנים, שימור מינים, שמורה ביוספרית, שמירה על שטחים פתוחים, מסדרונות אקולוגיים, תו ירוק, ארגוני סביבה לא

תת-נושא	תכנים	מושגים
		ממשלתיים (Non – NGO .(government organization

נושא 2. משאב המים (התמחות והעמקה)

מבוא

ראו מבוא לנושא **משאב מים** בחלק הליבה.

מטרות

כלל המטרות שמפורטות בנושא זה ברמת הליבה ועוד:

התלמידים:

- יבינו את תהליך הטיהור הטבעי של נחל מזוהם;
- יבינו את תהליך טיהור מי השפכים;
- יכירו אמצעים ודרכי התמודדות (טכנולוגיים, משפטיים, כלכליים, חינוכיים) עם בעיית המחסור במים;
- יבינו את מורכבות בעיית המים במזרח התיכון ואת חשיבותו של שיתוף פעולה אזורי;
- יבינו את חשיבותו של הים כמשאב טבע;
- יכירו את הסיבות והגורמים לזיהום הים ואת השפעות הזיהום על האדם ועל יצורים חיים;
- יכירו דרכים ואמצעי התמודדות עם בעיית זיהום הים;
- יכירו אגמות, חוקים ותקנות הקשורים בנושא המים;
- יכירו גופים ומוסדות שתפקידם לנהל את משק המים במדינה ולדאוג לאיכותם.

הצעות לפעילויות

- ניתוח אירוע סביבתי הקשור לחשיבות מי תהום כמשאב טבעי ולהשלכות הנובעות מפגיעה באיכותם;
- סיור באחד מנחלי החוף (כגון: הקישון, הירקון, אלכסנדר) להדגמת בעיית זיהום הנחלים;
- סיור באחד מחופי הארץ להדגמת הבעיות הסביבתיות הייחודיות לאזור החוף;
- איסוף מידע על הנושא המים ממקורות כמו: עיתונות כתובה, כתבות טלוויזיה, רשת;
- פעילויות במעבדה הכוללות שימוש באינדיקטורים כימיים ומיקרוביאליים לבדיקת איכות מים מתוקים;
- ביקורים במכון לטיהור שפכים, במרכזי מבקרים של חברת 'מקורות', במפעל לייצור מים מינרליים;
- ניתוח ממצאים שנתיים מעודכנים על מצב מקורות המים בישראל;
- דיון בבעיית המים במזרח התיכון ובדרכי שיתוף פעולה בניהול משאבי המים באזור.

מפרטי תוכן בנושא משאב המים (התמחות והעמקה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
משאב המים: תכונות ומאפיינים	• הקשר בין מסלע לאקוויפר; • הפְּנֵרַת - מאפייני הפְּנֵרַת כאחד ממקורות המים העיקריים בישראל; - הריבוד התרמי בפְּנֵרַת; - מעיינות מלוחים בפְּנֵרַת - תהליכים ביולוגיים באגם הכינרת (מארג המזון); •	אזור רווי, אקוויפר (אקווה), אקוויקלוד, מילוי חוזר, מים פוסיליים. תרמוקלינה, אפילימניון, היפולימניון. פיטופלנקטון, זואופלנקטון.
הבעיה הסביבתית: הסיבות והגורמים	• התהליכים הגורמים לאיטרופיקציה של מקווי מים; • העקרונות הביולוגיים והכימיים בבדיקות לאיכות המים: BOD (צריכת חמצן ביולוגית – צח"ב), COD (צריכת חמצן כימית – צח"כ). • זיהום האקוויפרים בישראל • זיהום הנחלים בישראל • הגורמים המסכנים את איכות מי הכינרת; • המלחת קרקעות כתוצאה משיטות השקיה ואיכות מי השקיה; • זיהום הים ממקורות יבשתיים וממכליות; • זיהום הים התיכון; • זיהום מפרץ אילת;	פריחת אצות, איטרופיקציה (eutrophication). מי נטל הלבנת אלמוגים, החמצת אוקינוסים.
הבעיה הסביבתית: הנזקים לאדם ולסביבה	• המחסור במים כגורם לסכסוכים בין מדינות ואפשרויות לשיתופי פעולה בין מדינות. • נזקים בריאותיים ממים המזהמים במזהמים כימיים וביולוגיים; מים מזהמים כמקור למחלות (כגון: דיזנטריה, כולרה, טיפוס, קדחת, כחלת, סוגי סרטן). • השלכות הזיהום בים על בתי גידול ימיים; נזקים כלכליים כתוצאה מזיהום הים: נזקים ליבולי החקלאות הימית, נזקים לתיירות, עלויות ניקוי החופים מחומרים מזהמים.	הגברה ביולוגית
דרכי התמודדות	• הגדלת פוטנציאל המים באמצעים טכנולוגיים: - התפלת מים בשיטת אוסמוזה הפוכה; - הדרישות האנרגטיות והכלכליות של תהליך התפלה - דרכים לשמירה על איכות מי הכנרת • תהליך טיהור טבעי של נחל מזהם; • אמצעים טכנולוגיים לטיהור שפכים - בריכות חימצון - בוצה משופעלת - אגני טיהור - אגנים ירוקים (wetlands) - שימוש בצמחי מים לטיפול בזיהום • יתרונות וחסרונות של השימוש במי קולחים; • שיקום נחלים; • שיטות לטיפול בזיהום מי הים בנפט; • שיתוף פעולה אזורי בנושא מניעת זיהום מים מתוקים ומי הים ושימוש יעיל במקורות המים; • חקיקה: חוק המים, חוק הניקוז והגנה מפני שיטפונות, חוק רשויות נחלים ומעיינות, חוק תקנות בריאות העם;	המוביל המלוח טיפול קדם, טיפול ראשוני, טיפול שניוני, טיפול שלישוני, הכלרת קולחין, אגני שיקוע, בוצה, מוצקים מרחפים, אגני התעכלות, אגני חמצון, סינון.

מושגים	תכנים	תת-נושא
אגני-טיהור רשות המים הקצאת מים היצע וביקוש	• אמנות בין-לאומיות למניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים וימיים (אמנת מרפול ואמנת ברצלונה); • ניהול משאבי המים בישראל, גישות להקצאת מים ותמחורם למגזרים שונים, היבטים כלכליים בניצול מים, הסדרת ניקוז המים, ייעול השימוש במים, הגופים המוסדיים הקשורים בניהול משק המים בישראל ובשמירה על איכותם;	

נושא 3. משאב האוויר (התמחות והעמקה)

מבוא

ראו מבוא לנושא **משאב האוויר** בחלק הליבה.

מטרות

כלל המטרות שמפורטות בנושא זה ברמת הליבה ועוד:

- התלמידים יבינו את הקשר בין מדינות מפותחות ומדינות מתפתחות לזיהום אוויר ולנכונות לפעול לצמצום הזיהום.

הצעות לפעילויות

- מדידות פשוטות של מזהמים באוויר במקומות שונים בסביבה (כגון: צומת סואן, חניון, אזור תעשייתי, שכונת מגורים, שדה פתוח);
- ניתוח כמותי של נתוני פליטות מזהמים לאוויר, שנאספו מתחנות ניטור;
- ניתוח של מחקרים ושל אירועים מקומיים וגלובליים בתחום נזקי זיהום האוויר;
- ניסויים לבדיקת השפעות של תחמוצות גופרית ומזהמים אחרים על צמחים;
- סיורים בתחנת ניטור, בתחנת חשמל, במפעל המשלב טכנולוגיות לצמצום הזיהום, במכון לרישוי רכב.

מפרטי תוכן בנושא משאב האוויר (התמחות והעמקה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
הבעיה הסביבתית: גורמים	• התהליכים הכימיים והפיזיקליים הגורמים לזיהום האוויר: שרפה, פירוק ביולוגי, תהליכים פוטוכימיים, התנדפות; • הקשר בין הרכב הדלק (בנזין, סולר, מזוט) ופעולת מנועים (בנזין, דיזל) לבין פליטת מזהמים; • תהליכים אטמוספריים ותנאים טופוגרפיים המשפיעים על מידת הפיזור והסילוק של מזהמים באוויר; • הבדלים בין מדינות מתפתחות ומדינות מפותחות בסוגי המזהמים ובכמויות הפליטה לאוויר.	ערפיח (עשפל) תעשייתי, שרפה שלמה, שרפה בלתי שלמה, תהליכי היווצרות מזהמים פוטוכימיים. אטמוספירה יציבה, אטמוספירה בלתי יציבה. אינוורסיית רום, אינוורסיית קרקע. סינרגיזם של מזהמים
הבעיה הסביבתית: נזקים לאדם ולסביבה	• תחלואה ותמותה באדם: מחלות בדרכי הנשימה, הרעלות כתוצאה משאיפה של גזים רעילים (כגון: חד-תחמוצת הפחמן, כלור, נגזרות ארסן); • השפעות הגשם החומצי: נזקים לצמחייה, פגיעה במערכות אקולוגיות מימיות, נזק לחומרים, למבנים ולאתרים היסטוריים; • תהליכי חמצון וקורוזיה;	

	• עלויות כלכליות הנובעות מנזקי זיהום האוויר, כגון: הוצאות בריאותיות, אֶבְדָן ימי עבודה, פגיעה בדגה ובגידולים חקלאיים, נזק למבנים ולחומרים.	
סמן ביולוגי (ביו-אינדיקטור)	• תחלואה ותמותה באדם: מחלות בדרכי הנשימה, הרעלות כתוצאה משאיפה של גזים רעילים (כגון: חד-תחמוצת הפחמן, כלור, נגזרות ארסן); • השפעות הגשם החומצי: נזקים לצמחייה, פגיעה במערכות אקולוגיות מימיות, נזק לחומרים, למבנים ולאתרים היסטוריים; • איכות אוויר במבנים • תהליכי חמצון וקורוזיה; • עלויות כלכליות הנובעות מנזקי זיהום האוויר, כגון: הוצאות בריאותיות, אֶבְדָן ימי עבודה, פגיעה בדגה ובגידולים חקלאיים, נזק למבנים ולחומרים. • הבדלים בין מדינות מפותחות למתפתחות בפליטת גזי חממה, וביכולת להתמודד עם בעיית ההתחממות	הבעיה הסביבתית: נזקים לאדם ולסביבה
חוק אוויר נקי אמנת מונטריאול, הסכם פריז	• הדרכים העיקריות להפחתת זיהום האוויר: - אמצעים טכנולוגיים; - חוקים ותקנות: חוקים הקשורים לזיהום האוויר בישראל, חוק רישוי עסקים, חוק למניעת מפגעים, תקנים למזהמים נפוצים ומשמעות של חריגה מהתקן; - תכנון וניהול: תכנון שימושי קרקע, הפרדה בין אזורי מגורים ומקורות זיהום פוטנציאליים (תחבורה, מפעלים וכדומה), ניהול אמצעי תעבורה (תחבורה ציבורית); - אֶמְנוֹת והסכמים בינלאומיים: הגבלת הפליטה של גזי חממה, הגבלה ומניעה של שימוש בחומרים הפוגעים בשכבת האוזון.	הבעיה הסביבתית: מדידה ודרכי התמודדות

נושא 4. פסולת כמשאב (התמחות והעמקה)

מבוא

ראו מבוא לנושא **פסולת מוצקה** בחלק הליבה.

מטרות

כלל המטרות שמפורטות בנושא זה ברמת הליבה ועוד:

התלמידים:

- ידעו מהם האמצעים לטיפול בפסולת מסוכנת לצמצום הנזק הבריאותי והסביבתי, ומהם היתרונות והחסרונות של כל אמצעי;
- יבינו את תהליך הקומפוסטציה ואת חשיבותו;
- יעמיקו בניתוח תופעת ה-NIMBY ויבינו את הקשר שלה לשאלות של צדק חברתי וסביבתי.

הצעות לפעילויות

- ניתוח נתונים מספריים המצביעים על מגמות בנושא הפסולת המוצקה, כגון: שינויים במרכיבי הפסולת המוצקה בישראל, יישום דרכי טיפול שונות בפסולת המוצקה;
- ניתוח אירועים סביבתיים הקשורים בפסולת;
- עריכת סקרי דעת קהל על עמדות, הרגלים, היחס לחקיקה וכדומה, הקשורים לבעיית הפסולת המוצקה;
- מפגשים עם משפטנים ואנשי תכנון וכלכלה הקשורים לנושא הפסולת המוצקה;
- ביקורים במפעלי מחזור, ובאתר פסולת מוסדר;
- ייצור קומפוסט מפסולת, בדיקת משתנים בתהליך הקומפוסטציה;
- משחק תפקידים: דיון של ועדת תכנון להקמת אתר הטמנה באזור; הוועדה תכלול נציגות של משרדי ממשלה, גוף תכנון, תושבי האזור, הרשויות המקומיות וארגונים ירוקים.

מפרטי תוכן בנושא פסולת כמשאב (התמחות והעמקה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
הפסולת המוצקה והבעיה הסביבתית	- מהם חומרים מסוכנים, סיווגם המקובל לקבוצות על פי קריטריונים מקובלים. - הפסולת המסוכנת ומקורותיה. - הנזקים לאדם ולסביבה מחשיפה לחומרים מסוכנים בפסולת המוצקה. - פסולת חקלאית - פעילות חקלאית מלווה בתוצרי לוואי המוכרים כפסולת חקלאית	רעילות, דליקות, נפיצות, רדיואקטיביות, קורוזיה, חמצון, פסולת רפואית, מתכות כבדות. עטרן

תת-נושא	תכנים	מושגים
	כמויות ומרכיבים בפסולת של אוכלוסיות שונות ומדינות שונות, מפותחות ומתפתחות.	פסולת צמחית, הפרשות בע"ח, פגרים, פלסטיק (יריעות כיסוי, צנרת ומכלים של חומרי הדברה). חברת שפע
דרכי התמודדות	- הבסיס המדעי בטכנולוגיות מחזור, כגון: מחזור של נייר, פלסטיק, זכוכית, מתכות; - תהליך הקומפוסטציה - מערכת השיקולים בהחלטה על מיקומו של אתר להטמנת פסולת בכלל ופסולת מסוכנת בפרט: טופוגרפיים, אקלימיים, נופיים, הידרולוגיים, חברתיים וכלכליים; - השבת אנרגיה (התמרה): ייצור חומרי דלק מוצקים, נוזליים וגזיים; - טיפול בפסולת חקלאית, סניטציה ככלי ממשק; היבטים כלכליים הקשורים לדרכי הטיפול בפסולת המוצקה; - אמצעים טכנולוגיים (כימיים, פיזיקליים וביולוגיים) לטיפול בפסולת מסוכנת; - נוהלי בטיחות לטיפול, אריזה, אחסון ושינוע של חומרים מסוכנים; - חקיקה ואכיפה: חוקים ותקנות בנושא הפסולת המוצקה, כולל הפסולת המסוכנת (חוק רישוי עסקים, חוק חומרים מסוכנים);	סימביוזה תעשייתית שלב מזופילי, שלב תרמופילי, שלב הקירור יחס חנקן-פחמן (N/C). פלסטיק מתכלה, הומוס. מתקנים לשריפת פסולת פירוליזה, ביוגז, דלק מוצק, ערך היסק, Refuse-Derived Fuel - RDF. היטל הטמנה איוד, שיקוע, עיקור, חיטוי, ניטרול כימי, סתירה, שרפה מבוקרת, סולקנים, עלות-תועלת. חוק המחזור, חוק הפיקדון

נושא 5: תכנון וניהול סביבתי (התמחות והעמקה)

מבוא

גידול האוכלוסין בעולם, הגברת הצריכה והרחבת הפעילות הכלכלית – כל אלה תורמים להגברת הלחצים על משאבי הטבע. **טביעת הרגל האקולוגית** (Ecological Footprint) של האדם הולכת ומעמיקה והשפעותיה ניכרות על כל המערכות הטבעיות – ספקיות השירותים לקיום האדם. במקרים רבים, הנזקים לסביבה הם בלתי הפיכים, ואזור טבעי אינו מצליח להשתקם מבחינה אקולוגית.

המטרה של תהליכי התכנון והניהול הסביבתי היא למזער ככל האפשר את הפגיעה בסביבה כתוצאה מפעולות הפיתוח לצורכי האדם. תכנון סביבתי נכון צריך ליצור תנאים להמשך קיומו והתפתחותו של המין האנושי, תוך שמירה על איכות חיים טובה, בלי לפגוע במגוון הביולוגי. זוהי משימה מורכבת, המצריכה ידע מקצועי בתחומים רבים, ושיתוף פעולה בין גורמים מקומיים וגלובליים. התכנון והניהול הסביבתי צריכים לאתר בעיות וכשלים, ולהציע פתרונות בכל התחומים ובכל הרמות: בגידול האוכלוסין, בהתכלות המשאבים, בזיהום האוויר והמים, בהצטברות הפסולת המוצקה, בשמירה על המגוון הביולוגי ובקביעת מדיניות לפיתוח בר-קיימא.

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידול ולהתרבותו. **סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים** למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים **ואחרים** מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא **תכנון וניהול סביבתי**, ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות הקשורות בנושא זה ובקבלת החלטות. התלמידים:

- יכירו את התאוריות והגישות השונות בתחום יחסי אדם-סביבה;
- יבינו את השלכותיו של הפיתוח הבלתי מבוקר על משאבי כדור הארץ;
- יבינו את עקרונות הקיימות והפיתוח בר-הקיימא ואת חשיבותם כחלק ממדיניות סביבתית;
- יבינו את עקרונותיו של התכנון הסביבתי;
- יכירו את הכלים התכנוניים והמשפטיים להגנה על איכות הסביבה;
- יבינו את השיקולים החברתיים, הכלכליים והסביבתיים בתכנון סביבתי (עירוני, כפרי, שטחים פתוחים);
- יכירו את מוסדות התכנון ואת הליכי התכנון הסביבתי בישראל;
- יבינו את השינויים הדמוגרפיים, הכלכליים והתרבותיים המתרחשים בתהליך העיור;
- יכירו את אזורי התפקוד העירוניים על מאפייניהם הפיזיים והכלכליים;
- יבינו את תפקודה של העיר כמערכת אקולוגית אנושית, ואת המפגעים והמטרדים הסביבתיים האופייניים לה.

הצעות לפעילויות

- הדמיות, משחקי תפקידים ודיונים בנושאי תכנון סביבתי מקומי, מחוזי וארצי, כגון כביש חוצה ישראל, מרינות, כלובי דגים, מנהרות הכרמל, תחנות חשמל;
- מפגשים עם מתכננים ומקבלי החלטות בנושאי תכנון עירוניים;
- סיורים ביישוב עירוני להדגמת בעיות ופתרונות בנושאי תכנון, כגון: שימור מבנים ואתרים, תחבורה, אזורי תפקוד;
- עריכת סקרים לקהלי יעד שונים בנושאים הקשורים לתכנון סביבתי באזור המגורים;
- ניתוח מפות עירוניות בדגש על השלכות סביבתיות, כגון: זיהום אוויר, רעש, פסולת;
- מעקב אחר תהליכי אישור פרויקט תכנוני בוועדה המקומית לתכנון ובנייה;
- תרגיל הדמיה בשטח: עריכת **תסקיר השפעה** על הסביבה – סקירה אקולוגית של תא שטח טבעי העומד בפני פיתוח, ולימוד ההשלכות הסביבתיות של הפרויקט המתוכנן;
- דיון באירועים סביבתיים בדגש על תכנון וניהול סביבתי, תוך התבססות על מקורות, כגון דוחות, פרסומים בכתבי עת, עתירות לבתי משפט ופסקי דין.

מפדתי תוכן בנושא תכנון וניהול סביבתי (התמחות והעמקה)

שימו לב: במשאבים הכוונה למקורות אנרגיה, חומרים ושטחי מחיה הנחוצים לקיומו של יצור חי, לגידולו ולהתרבותו. סעיפים מסויימים בפרק זה מתייחסים למשאבים הדרושים לקיום כל היצורים חיים ואחרים מתייחסים למשאבים הדרושים לאדם.

תת-נושא	תכנים	מושגים
יחסי אדם-סביבה	• גישות ותאוריות בתחום יחסי אדם-סביבה, עתידה של האנושות ועתידו של כדור הארץ: תאוריית מלתוס (Malthus), המלתוסיאנים החדשים (Neo-Maltusians), תאוריית גאיה (Gaia), גישה אנתרופוצנטרית, גישה ביוצנטרית, גישה אקוצנטרית, גישה הוליסטית; • המשבר הסביבתי כרקע להתפתחותן של גישות שונות ביחס לעקרונות המדיניות הסביבתית והצורך בתכנון ובניהול סביבתי; • המשבר הסביבתי והתפתחות המודעות הסביבתית; • דוגמאות לאירועים המהווים ציוני דרך בתחום איכות הסביבה: - פרסום הספר האביב הדומם מאת רחל קרסון (1962); - ועידת האו"ם הראשונה לאיכות הסביבה בשטוקהולם (1972); - ועידת ברצלונה להגנה על הים התיכון (1976); - אסון צ'רנוביל – זיהום רדיואקטיבי מתחנת חשמל גרעינית באוקראינה (1986); - אמנת מונטריאול להגנה על שכבת האוזון (1987); - אסון המכלית ולדז – זיהום חופי אלסקה בנפט	עקום גידול, סקלה לוגריתמית, התפוצצות אוכלוסין, קיימות, משבר סביבתי, הטרגדיה של המרעה המשותף, טביעת רגל אקולוגית, צדק סביבתי, תרבות צריכה.

תת-נושא	תכנים	מושגים
	גולמי (1989); - ועידת פסגת כדור הארץ בריו-דה-ז'נרו (1992); - אמנת קיוטו להפחתת הפליטה של גזי החממה (1997); - ועידת יוהנסבורג, ריו+10 (2002).	
העיר כמערכת אקולוגית: אנושית: מאפיינים ובעיות	• מאפייני העיר ותפקודי עיר מתוכננת ועיר צומחת, מיקום עיר, סיבות להיווצרות 'מוקד צמיחה' של עיר בנקודה מסוימת; • שלבים בהתפתחות עיר במדינות מתפתחות ובמדינות מפותחות; • אזורי תפקוד עירוניים ושימושי קרקע, אפיון ערים על פי תפקוד עיקרי, כגון: נמל, תעשייה, אוניברסיטה, מנהל, דת, תיירות; • העיר כמערכת אקולוגית: אקלים העיר, קלט ופלט, בעיות סביבתיות אופייניות, כגון: סילוק שפכים, גודש תחבורה, זיהום אוויר, פינוי פסולת, מטרדי רעש, ניקוז נגר עילי, צפיפות; • מגמות ותהליכים בהתפתחות עיר, השפעותיהם על האדם והשלכותיהם הסביבתיות: התפתחות מטרופוליס, תהליך פרבור, מוביליות חברתית, הגירה פנים-עירונית, ניוון ונטישת שכונות ישנות, חידוש שכונות ותיקות, שינויים דמוגרפיים, השפעות על מחירי הקרקע והדיר, בעיות נגישות, בעיות בתחום התחבורה.	עיר דמוגרפית, עיר תרבותית, שלב התחלת, שלב האצה, שלב סופי. גלעין היסטורי, מע"ר (מרכז עסקים ראשי), אזורי מגורים, מסחר, שירותים, תעשייה, מלאכה, ריאות ירוקות, שימושי קרקע. מערכת סגורה, מערכת פתוחה, כיפת אבק, אי-חום, אינברסיה עירונית, זיהום תרמי, ערפיח (עשפל) פוטוכימי. יוממות, אגלומרציה (שרשרת), פרבור, זחילה פרברית, אגד ערים, מטרופוליס, מגלופוליס, גודש תחבורה.
תכנון וניהול סביבתי: דילמות, עקרונות, מוסדות, הליכים	• דילמות בתכנון סביבתי, כגון: - שימור מול פיתוח, עלות מול תועלת, מרכז מול פריפריה, המחסור בקרקע וצמצום השטחים הפתוחים, הצורך בשמירה על ערכי טבע, נופ ומורשת תרבותית. • עקרונות הקיימות ופיתוח בר-קיימא; • שיתוף הציבור בתהליכי התכנון; • תכנון עירוני: בנייה ירוקה – סגנונות בנייה ידידותיים לסביבה; שיקולים סביבתיים, חברתיים וכלכליים בתכנון אזורי המסחר והתעשייה בעיר; • גופים המעורבים בתהליכי התכנון והניהול: גופים ממשלתיים כמו: המועצה הארצית לתכנון ולבנייה, מנהל מקרקעי ישראל, תה"ל, משרדי ממשלה (תשתיות, השיכון, תמ"ס, פנים, איכות הסביבה), גופים וארגונים סביבתיים הקשורים למשרדי הממשלה (רשות שמורות הטבע והגנים הלאומיים, החברה להגנת הטבע, קק"ל); • הליכי תכנון: הכנת תוכניות-אב בנושאים ספציפיים (כגון: תחבורה, תוכנית אב ישראל 2020), הכנת תוכניות מתאר ארציות, מחוזיות או מקומיות; • הליכי האישור של תוכניות בוועדות לתכנון ובנייה ברמה מקומית, מחוזית, ארצית; • תסקיר השפעה על הסביבה כחלק מהליכי התכנון והאישור של פרויקטים;	רגישות סביבתית (נופית), שימור המגוון הביולוגי, פיזור דמוגרפי. עיר גנים, בנייה רוויה, בנייה לגובה. שמורת טבע, גן (פארק) לאומי, אתר לאומי, שמורה ביוספרית. רשות הטבע והגנים (רט"ג) תוכנית אב (פרוגרמה), תוכנית מתאר, תוכנית מפורטת, תב"ע (תוכנית בניין עיר), תמ"א (תוכנית מתאר ארצית).

תת-נושא	תכנים	מושגים
	• מעורבות הציבור (יחידים וגופים ירוקים, שאינם ממשלתיים, כגון: עמותות אדם טבע ודין, גרינפיס) בתהליכי אישור תוכניות פיתוח; • תהליך הכרזה על שמורת טבע; • חקיקה: חוק שמורות טבע, חוק התכנון והבנייה, חוק רישוי עסקים; • תכנון עירוני: דגמי תכנון שונים של עיר (כגון: רדיאלי, מעגלי, שתי וערב, קווי), דגמים בתכנון התחבורה בעיר כמענה לבעיות חברתיות וסביבתיות, שיקולים סביבתיים, חברתיים וכלכליים בתכנון אזורי המסחר והתעשייה בעיר; • תקנות וחוקי עזר עירוניים בישראל בנושאים סביבתיים (רעש, זיהום אוויר, פסולת וכד');; • תכנון סביבתי בישראל: עקרונות תוכנית-אב "ישראל 2020", עקרונות ומאפיינים של תוכניות מתאר ארציות ומחוזיות בנושאים שונים, כגון תמ"א 35; • יישום עקרונות הקיימות בתכנון ובניהול הסביבתי בישראל ובעולם; • כלים משפטיים וכלכליים בניהול סביבתי, כגון: חוקים ותקנות, מיסוי, סובסידיה, רישיונות זיהום.	הפקדה, פרסום, התנגדות, ערר, חלופות תכנון. חוק, תקנה. שטחים פתוחים אחוזי בניה בנייה צמודת קרקע צדק סביבתי סחר ברישיונות זיהום

נושא 6. אתיקה וסביבה (התמחות והעמקה)

מבוא

האדם מתערב כיום בסביבה ומשפיע יותר מאי פעם על קיומן של מערכות החיים על פני כדור הארץ, כולל אוכלוסייתו-הוא. הבעיות הסביבתיות שהחריפו בעשורים האחרונים, מעלות שאלות אתיות כבדות משקל, ועל קובעי המדיניות הסביבתית, מקבלי ההחלטות וכלל הציבור לתת עליהן את הדעת. השאלות האתיות מתייחסות להתנהגות האדם כלפי יצורים בסביבה, כלפי מגוון המינים, כלפי המערכות האקולוגיות והביוספרה כולה, וההשלכות שיש לכך גם על רווחת האדם בדור הנוכחי ובדורות הבאים.

האם הסביבה נועדה לספק את צרכי האדם, או שיש לה ערך קיומי כשלעצמה? האם יש להגן על הסביבה רק אם תהיה לכך תועלת לאדם? איך נתייחס למצבים שבהם קיימת סתירה בין "טובתו" של מין מסוים, בעל חיים או צמח לבין "טובתה" של המערכת האקולוגית? מהם ההיבטים האתיים לפעולות האדם, כגון: זיהום האוויר, הנדסה גנטית, בירוא יערות ושימוש באנרגייה גרעינית? ההתייחסויות האתיות לשאלות כגון אלה מבטאות גישות שונות אצל העוסקים בתחום האתיקה הסביבתית.

מטרות

התלמידים יכירו ויבינו מושגים, רעיונות וגישות בנושא **אתיקה סביבתית**, ויוכלו ליישם בעת דיון בנושאים סביבתיים ובעת קבלת החלטות.

התלמידים:

- יבינו מהי אתיקה ומהי אתיקה סביבתית, ובמה הן עוסקות;
- יכירו את התפתחותו של תחום האתיקה הסביבתית על רקע **המשבר הסביבתי** בעולם;
- יכירו את הגישות העיקריות הרווחות בתחום האתיקה הסביבתית, ויבינו את העקרונות שביסודן;
- יוכלו לייצג גישות בחשיבה אתית סביבתית בדיונים הנערכים בנושאים סביבתיים;
- יכירו התייחסויות לקשרי אדם-סביבה כפי שהן משתקפות במקורות דתיים ובאמונות של תרבויות שונות.

הצעות לפעילויות

- הדמיות, משחקי תפקידים, משפט ציבורי בנושאים סביבתיים, במטרה להדגיש את הדילמות האתיות תוך ייצוג האסכולות והגישות השונות באתיקה הסביבתית;
- שיתוף הורים, מומחים ונציגי ציבור, ארגונים סביבתיים ושלטון מקומי בדיונים בהשתתפות התלמידים בדילמות סביבתיות. דוגמאות לנושאים לדיון: פיתוח לעומת שימור סביבה טבעית; צריכה, רמת חיים ואיכות חיים; הגבלת הילודה; ניסויים בבעלי חיים; מדינות מפותחות, מדינות מתפתחות **והתחממות**

גלובלית;

- השתתפות תלמידים, מורים והורים בפעילויות של ארגונים סביבתיים.

מפרטי תוכן בנושא אתיקה וסביבה (התמחות והעמקה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
מהי אתיקה סביבתית?	- אתיקה והקשר שלה לאתיקה סביבתית, השאלות שמעסיקות את העוסקים באתיקה סביבתית, כגון: מהו בעל ערך? מה נכון ומה אינו נכון? האם יש קוד אתי כללי, או שהקוד הוא תולדה ותלוי הקשר של תרבות? - נקודות ציון בהתפתחות התחום של אתיקה סביבתית, והקשר למשבר הסביבתי שהחל במחצית השנייה של המאה ה-20.	ערך, מוסר, ערך פנימי, ערך שימוש. זכויות, שוויון, צדק, חובות, מוניזם, פלורליזם, המשבר הסביבתי, הטרגדיה של המרעה המשותף.
הגישות העיקריות באתיקה סביבתית	- מעמד האדם בטבע, ערכים וחובות בהתייחסות האדם לטבע - אנתרופוצנטריות - גישות המדגישות ייעוד הטבע לסיפוק צרכי האדם - - ביו-צנטריות – גישות המדגישות את צרכי הפרטים בטבע וזכויותיהם - אקוצנטריות - גישות הוליסטיות, המדגישות את הטבע כמכלול ומקום האדם כחלק במערכת האקולוגיות - גישות המשלבות בין הגישות: האנתרופוצנטריות והביו-צנטריות: סינרגיזם, כיבוד זכויות האדם והטבע לתועלת כולם, פרגמטיזם סביבתי	זכויות אדם, קורנוקופיה (Cornucopism), הוליוזם, אקטיביזם, מגדר הגישה הרומנטית. אקופמיניזם. אקולוגיה חברתית טבעונית תאוריית גאיה (Gaia), אקולוגיה עמוקה (Deep Ecology), אקולוגיה רדודה;
אתיקה סביבתית – הלכה למעשה	- גישות לקיימות ולפיתוח בר קיימא: - שאלת גבולות הצמיחה הכלכלית - זכויות הדור הנוכחי וזכויות הדורות הבאים - דילמות במדיניות סביבתית - מידת ההתערבות הרצויה של הממשלה להשגת יעדים סביבתיים בהשוואה להשגת יעדים סביבתיים באמצעות כוחות השוק החופשי - באיזו מידה ניתן להעריך את התועלות הסביבתיות באמצעות חישובי עלות-תועלת כלכליים - דילמות בהפעלת עקרון ההיזרהרות - דילמות בשמירה על הטבע - החשיבה האתית-סביבתית בקביעת מדיניות, ניהול וחקיקה סביבתיים; - אתיקה סביבתית אישית - שיקולים אתיים בנושאים סביבתיים העולים לדיון בשיח הציבורי; דוגמאות: שמירה על המגוון הביולוגי, אפקט החממה, שמירה על שטחים פתוחים, הגבלת קצב הילודה, המלחמה ברעב, הנדסה גנטית, מחיר הקדמה.	מגבלות הצמיחה, ניתוקיות (Decoupling), גישה טכנוצנטרית קיימות חזקה, קיימות חלשה, הון טבעי, הון מלאכותי עקומת קוזנץ (Kuznets Curve) צדק חברתי (תוך-דורי ובין-דורי), צווה ומשול (Command and Control) קפיטליזם, שוק חופשי, זכות הקניין שוק חופשי, גלובליזציה, עלות-תועלת, ערך אי השימוש, שירותי הטבע, צדק סביבתי, שיקום סביבה. עיקרון הזהירות המונעת (עיקרון ההיזרהרות) שימור הטבע (Conservation) שמירת הטבע (Preservation)

חלק ג

דרכי הערכה ומשוב

מטרת ההערכה היא, בראש ובראשונה, לתת משוב מפורט ללומדים ולמורים על תהליכי הלמידה וההוראה לשם קידום ושיפורם. הערכה מאפשרת גם קבלת סיכום או דין וחשבון על רמת הישגיהם של הלומדים בשלבים שונים של הלמידה.

ההערכה איננה אירוע חד-פעמי המתרחש בנקודת זמן נתונה וידועה מראש, אלא היא מלווה את כל שלבי הלמידה כחלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה וההוראה. הלומדים והמורים יבדקו את עצמם במהלך התהליך: יבחנו באיזו מידה הושגו היעדים, ויאתרו נקודות חוזק, נקודות לחיזוק, קשיים וכשלים. הערכת תהליך הלמידה והידע הנבנה מאפשרת התאמות ושיפורים של אסטרטגיות הלמידה והחשיבה על פי הצורך.

בתהליך הערכה, הלומדים אמורים להבין מראש מה מצופה מהם בתחומי התוכן ובתחום מיומנויות הלמידה והחשיבה, לאן הם אמורים להגיע ובאילו דרכים ישיגו את היעדים שהיו שותפים בהצבתם. הלומדים יהיו שותפים פעילים במדידת הישגיהם ובהערכתם במהלך הלמידה, וישפרו בתוך כך את ההבנה שלהם בחומר הנלמד. כך תהווה ההערכה יסוד בונה בתהליכי הלמידה, ותגבר ההיענות לצורכיהם של התלמידים: ליכולותיהם השונות, לאינטליגנציות שבהן בורכו ולסגנונות הלמידה השונים שלהם.

מתוך תפיסה זו של מהות ההערכה, מוצע להתייחס להיבטים הבאים:

- שמירה על הקשר בין תהליכי ההוראה, הלמידה וההערכה;
- התייחסות בהערכה להבנה ולביצועים של הלומדים: הביצועים כוללים את תחום התוכן ואת תחום כשירויות החשיבה והלמידה שההוראה אמורה לפתח אצל הלומדים. הכשירויות הן מסוגים שונים: **קוגניטיביות** (כגון: שאילת שאלות, פתרון בעיות, חשיבה ביקורתית, חשיבה לוגית, שימוש במכשירים ובכלי מדידה, ניסוח השערות, הסקת מסקנות), **מטה-קוגניטיביות** (כגון: מודעות עצמית לתהליך הלמידה, פיקוח על ההבנה, בחירה והפעלת אסטרטגיה לתיקון ולשיפור, רפלקסיה, שיפוט והערכה עצמית), **חברתיות** (כגון: תקשורת עם הסביבה, ניהול שיחה ודיון, הקשבה, הנהגה, עבודה בצוות, סובלנות, כיבוד הזולת) ו**איכויות אישיות** (כגון: סקרנות, התמדה, נטילת אחריות, נקיטת יוזמה, עצמאות, דיוק, כושר ריכוז).
- מתן מטלות משמעותיות ומאתגרות, שתתבצענה בסביבות למידה מגוונות.

להלן כמה כלי הערכה מרכזיים שניתן לעשות בהם שימוש מושכל במהלך הלמידה וההוראה:

מטלת ביצוע

מטלת ביצוע נועדה להעריך את יכולתם של התלמידים ביישום התכנים שלמדו, תוך הפעלת מיומנויות חשיבה גבוהות כמו: תכנון, ארגון ומיזוג מידע, הסקת מסקנות, ביקורתיות וכדומה. מטלת הביצוע היא משימה מאתגרת ומושכת עבור התלמידים, והיא אינה מיועדת להתרחש בלחץ של זמן. מטלת ביצוע היא מטלה פתוחה ומורכבת, המאפשרת מתן פתרונות שונים. בתחילת ביצועה,

התלמידים נדרשים לתכנן את מהלך עבודתם ולהפעיל שיקול דעת בבחירת התכנים המתאימים. המשכה של עבודת התלמידים הוא בחקירה ובמתן פתרונות שונים, בהתבוננות על בעיות מנקודות מבט שונות ובשימוש בתהליכי חשיבה מורכבים – כל זאת כדי להביא לידי ביטוי את הידע שרכשו. מטלת ביצוע מאפשרת עבודה בצוות, ומעודדת את העמקת ההבנה באמצעות הדיון הקבוצתי ובאמצעות הערכה עצמית ומהלכים רפלקטיביים של הלומדים.

תוצרי מטלת הביצוע הם דו"ח, דגם, מצגת, הדמיה, עיתון, תערוכה ועוד. תהליך פיתוח מטלת הביצוע – ראשיתו בהצבת היעדים והמשכו בכתיבת המטלה, שביצועה אמור לספק ראיות על מידת השגת היעדים. לצורך הערכת ביצוע המטלה על ידי הלומדים, יש להציב קריטריונים מוגדרים היטב, וזאת באמצעות מחוון שמדדיו מתייחסים ליעדים שהוצבו. המחוון הוא כלי ציון (מתן ציון) המארגן קריטריונים וציוני דרך לביצוע המטלה, ומתארם בדירוגים של איכות. הצבת הקריטריונים וציוני הדרך מראש מאפשרת לתלמידים לדעת מה מצופה מהם בביצוע המטלה וכיצד יוערכו. ציוני הדרך אומדים את תוצרי התלמידים ביחס לכל אחד מהקריטריונים שהוצבו לפי דרגות ביצוע אלה: גבוהה, בינונית ונמוכה. תיאור איכות אפיוני הביצוע בשלבי העבודה השונים יהיה במונחים של תוכן ובמונחים של ביצועי חשיבה ולמידה. ציוני הדרך מנוסחים במונחים התנהגותיים וכוללים דוגמאות; באמצעותם מתאפשר למורים ולתלמידים להעריך נכונה את איכות ביצועה של המטלה.

יומן תיעוד הלמידה

יומן תיעוד הלמידה הוא אחד מכלי הלמידה וההערכה המעודדים הסתכלות פנימה (רפלקציה) על תהליכי הלמידה ועל הבנת החומר הנלמד. ביומן יופיע אוסף הערות ומחשבות שכתבו הלומדים על תהליך למידתם ועל הישגיהם. הנחיית התלמידים לחשיבה ולכתיבה רפלקטיבית מעודדת אותם ומאפשרת להם להתבונן ממרחק של זמן על המהלכים שעברו ועל תוצאותיהם. החשיבה והכתיבה הרפלקטיבית ביומני תיעוד הלמידה ממקדות את הכותבים בניתוח הנעשה, באיתור מהלכים מוצלחים ובהבנתם, וכן באיתור נקודות תורפה בלמידתן ומתן הדעת על השיפור הדרוש.

באמצעות יומני תיעוד הלמידה, המורים מנהלים דיאלוג כתוב עם תלמידיהם, ואילו התלמידים מנהלים דיאלוג פנימי עם עצמם, דיאלוג חיצוני עם מוריהם ולעתים אף עם עמיתיהם. דיאלוגים אלה הם סוג של ראיות משמעותיות שהתלמידים מספקים לעצמם ולמוריהם על תהליכי הלמידה שעברו ועל מידת הבנתם את הנלמד. מומלץ שגם מורה אשר איננו קורא את יומני התיעוד של תלמידיו, יעודד את התלמידים לכתוב יומן מסוג זה.

תלקיט

התלקיט (פורטפוליו) הוא אוסף מכוון של חלק מעבודות התלמיד, שנבחרו בקפידה במהלך השנה על ידי התלמיד עצמו. התלקיט הוא הצגת ראיות למהלכי הלמידה, להבנה שלהם ולביצועים בחומר הנלמד. התלקיט משקף את מאמציהם, התקדמותם והישגיהם של הלומדים במקצוע הנלמד. התלקיט משמש למורה מכשיר להערכה מתמשכת של תהליך הלמידה ותוצאותיה, ומעיד על תהליך הבניית הידע של

הלומדים במהלך למידתם. מאחר שהתלקיט נבנה על ידי כל לומד ולומדת, הוא מהווה כלי ייחודי לביטוי עצמי.

התלמידים יקבעו וינסחו עם המורים קריטריונים ברורים לבחירת החומר שייכלל בתלקיט, וכן קריטריונים ברורים לשיפוט החומר. התלמידים יהיו אחראים לניהול התלקיט לאורך השנה ולבחירת הראיות שייכללו בו.

בתלקיט ניתן לכלול פריטים מסוגים שונים, ובהם פריטים כתובים, מוקלטים, חזותיים כגון: שיעורי בית; מבחנים; תוצרי מטלות ביצוע; תוצרי חקירה עיונית; תוצרים כמו דו"ח מעבדה, דגם, מצגת, עיתון; רפלקציה והערכה עצמית; הערכות עמיתים; נתונים שנאספו בתצפיות ועוד.

בחנים ומבחנים מסוגים שונים

הבחנים והמבחנים יהיו בכתב או בעל-פה בזמן מוגדר, על יחידת חומר מוגדרת, לעתים בעזרת ספר לימוד פתוח וחומרי עזר נוספים. הבחנים והמבחנים יינתנו במסגרת הכיתה או, לעתים, כמבחן בית. הם יבדקו את ידיעות התלמידים ביחס ליחידת לימוד שנלמדה בכיתה ובבית, ויכללו שאלות המצריכות חשיבה ברמה גבוהה (הסבר, השוואה, נימוק בעד ונגד, ניתוח, הערכה וכדומה) ולא שינון וזכירה בלבד. ההערכה עליהם תהיה באמצעות משוב מפורט, בהתאם ליעדים שהציבו המורים והתלמידים למהלך הלמידה, ולא רק באמצעות ציון מספרי מסכם.

על מנת שתישמר הלימה בין דרכי ההוראה בכיתה לבין דרכי הלמידה וההערכה הנהוגות בה, צריכה סביבת הלמידה לזמן ללומדים התנסות בסוגי עבודה מגוונים, כמו: הכנת פרויקט, עבודת חקר במעבדה, תצפית, קריאת מאמר מדעי, איסוף מקורות ועיבודם.

עוד על הערכה מעצבת, הערכה חלופית, וכן דוגמאות למטלות ביצוע, למחווים, ליומני תיעוד הלמידה, לתלקיטים ולכלים נוספים בהערכה, תוכלו למצוא במקורות הבאים:

1. בירנבוים, מ' (1997). **חלופות בהערכת הישגים**, רמות, תל-אביב.
2. בירנבוים, מ' (1999) (עורכת). **הערכה מושכלת – מתאוריה למעשה**, רמות, תל-אביב.
3. האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים (2003). **איך עושים את זה? – מדריך מעשי לחלופות בהערכת הישגים**, מעלות, ירושלים.

תשס"ז – תוכנית הלימודים במדעי הסביבה לחטיבה העליונה חוברה על ידי ועדה שמונתה על ידי מנהלת האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים, ואושרה על ידי יושב ראש המזכירות הפדגוגית.

חברי ועדת התוכנית

פרופ' עמוס דרייפוס	יו"ר הוועדה, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, האוניברסיטה העברית, בירושלים
ד"ר נטע עורבי	מ"מ יו"ר הוועדה, מפקח תחום מדעי הסביבה באגף לתוכניות לימודים, משרד החינוך, התרבות והספורט, ירושלים
גב' גילה מדאורי	מרכזת הוועדה, מדריכה ארצית למדעי הסביבה, משרד החינוך, התרבות והספורט, ירושלים
ד"ר אורנה ברגרזון	סגנית המדען הראשי, המשרד לאיכות הסביבה
מר ישראל ויסנשטרן	מפמ"ר מדעי הסביבה, משרד החינוך, התרבות והספורט, ירושלים
פרופ' לב פישלזון	המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב
מר שמואל חן	ארגון הגג של הגופים הירוקים חיים וסביבה
גב' סיגל רייכר	מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון ע"ש ש"י עגנון, נתניה
מר פריד חמדאן	מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון המקיף י"ב, יפו
מר עזרא פימנטל	מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון לחינוך סביבתי, מדרשת שדה בוקר

יועצים בתחומי תוכן

משאב האוויר	מר אבי מושל, האגף לאיכות האוויר, המשרד לאיכות הסביבה
קול ורעש	גב' אביבה טרכטמן, האגף לאיכות האוויר, המשרד לאיכות הסביבה
פסולת מוצקה	פרופ' סטיליאן גלברד, ראש אגף קרינה ורעש, המשרד לאיכות הסביבה
קרינה	גב' יעל אורן, האגף לפסולת מוצקה, המשרד לאיכות הסביבה
כלכלה סביבתית	ד"ר אהוד נאמן, אגף קרינה, המשרד לאיכות הסביבה
אתיקה סביבתית	מר ירון ארנון, ראש אגף כלכלה, המשרד לאיכות הסביבה
	ד"ר אילון שורץ, מרכז השל, המכון הישראלי לחשיבה ולמנהיגות סביבתית
	מר ג'רמי בנשטיין, מרכז השל, המכון הישראלי לחשיבה ולמנהיגות סביבתית

קראו והעירו

ד"ר סמיר מחמיד	מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון חדיג'ה, אום אל-פחם
גב' נגה גזית	מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון, בית ירח

עריכת הלשון

