

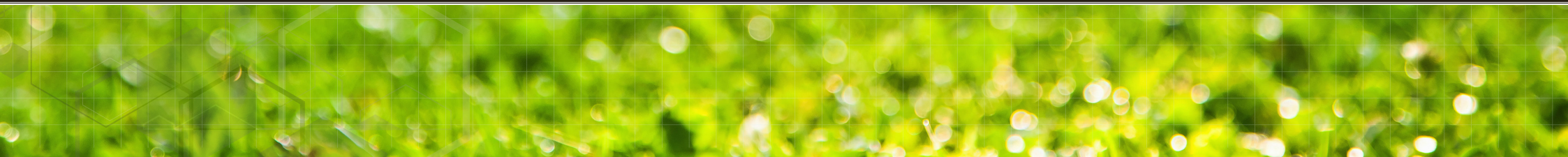


מדינת ישראל
משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף א' מדעים, הפיקוח על הוראת מדעי הסביבה



תוכנית הלימודים במדעי הסביבה לכיתות י-י"ב

ירושלים



תוכן העניינים

מבוא כללי.....	5
----------------	---

חלק א

מבוא.....	8
התפיסה הרעיונית של תוכנית הלימודים.....	8
מטרות הוראה-למידה.....	9
דרכי הוראה-למידה.....	11
אוכלוסיית היעד של התוכנית.....	13

חלק ב

מבנה התוכנית.....	14
הערכה חיצונית.....	14
הערכה פנימית.....	15
מרכיבי התוכנית.....	15
הסדנה הסביבתית.....	16
מחקר סביבתי - האקוטופ.....	16
מפרט התכנים.....	17
א. נושאי ליבה.....	17
נושא 1. מערכות אקולוגיות ויחסי אדם סביבה.....	18
נושא 2. משאב המים.....	22
נושא 3. משאב האוויר.....	25
נושא 4. פסולת כמשאב.....	28
נושא 5. רעש וקרינה.....	31

34	2. התמחות והעמקה.....
35	נושא 1. מערכות אקולוגיות ויחסי אדם סביבה.....
38	נושא 2. משאב המים.....
41	נושא 3. משאב האוויר.....
44	נושא 4. פסולת כמשאב.....
46	נושא 5. רעש וקרינה.....
49	נושא 6. תכנון וניהול סביבתי.....
53	נושא 7. אתיקה וסביבה.....

חלק ג

55	דרכי הערכה ומשוב.....
----	-----------------------

התוכנית מבוססת על תוכנית קודמת שפורסמה בירושלים בשנת התשס"ז,¹ 2007
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-חיס	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

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 58.

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, א"פ פשר צבירת יחידות לשתיים, שלוש 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 והעמקה, 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.

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"ז. 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 והעמקה 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 והעמקה.

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

ביחידות המעשיות הייתה למורה בחירה, והיא נשאר:

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 והעמקה. מדי שנה יתאפשר למורה לבחור באחד משלושה נושאים. רשימת הנושאים תפורסם לשלוש שנים עוקבות, כך שהמורה יוכל לגבש לעצמו רצף הוראה תלת שנתי.

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 שבסיס 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, הביולוגיים והאביוטיים. 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 קיימא (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. מטרת-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 ולהפך 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 נכונה, 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 הכלולים 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 ייעשה יחד, כל אחד מהמורים יכיר את התוכנית כולה, וכל מורה יתרכז בתחום התמחותו. הסדר כזה מקשה על תכנון מערכת השעות, ומצריך תיאום רב בין המורים המלמדים, אך הוא מצמצם את התחומים שהמורה חייב להיות בקיא בהם.

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

ג. שיתוף בתכנון, בתהליך ההוראה ובביצוע ההוראה בכיתה: שני מורים, למשל: מורה לביולוגיה 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 ליעד 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

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 ייעשו על סמך מידע מבוסס, מהימן ואותנטי. 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 לסיור, יודרכו התלמידים בין השאר ביחס לאופן עריכת תצפיות ומדידות. עוד על ההוראה והלמידה החוץ-כיתתית, ראו בסעיף **הסדנה הסביבתית**, עמ' 16.
- ג. **משחק תפקידים** - בפעילות כזו אפשר להדגים את הדינמיקה הנוצרת במצב של ניגוד אינטרסים המצריך הגעה לפתרון, לרוב בדרך של פשרה. המשתתפים ילמדו את תפקידם 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 מתהליכי 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' 16.

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. משאב המים
3. משאב האוויר
4. פסולת כמשאב
5. רעש וקרינה

המושגים והעקרונות הכלולים בנושאים אלו מהווים תשתית בסיסית של ליבת הידע המחייבת את התלמידים המתמחים במקצוע. המושגים והתכנים מפורטים בטבלאות **מפרט התכנים**, עמ' 17-33.

ב. נושאי התמחות והעמקה

ההתמחות וההעמקה כוללות שבעה נושאים:

1. מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי
2. משאב המים
3. משאב האוויר
4. רעש וקרינה
5. פסולת מוצקה
6. ניהול ושימור סביבה
7. 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' 34-54.

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. 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' 16. 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' 16.

מרכיבי התוכנית

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

חזרה לתוכן

הסדנה הסביבתית

הפעילות בסביבה במסגרת הסדנה מלווה את הלימוד העיוני, ובמהלכה יכירו התלמידים את המאפיינים של שלוש סביבות שונות, תוך שימוש באמצעים טכנולוגיים ויישום 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 ויוכלו 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, ויערך 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 ובמרחבים שסייעו במתן רקע ומידע על הסביבה הנחקרת. בפעילות חוץ-כיתתית חשוב להקפיד על כל נוהלי 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 טכנוניים 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, דיוק בביצוע, 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 על פי סדר א-ב:

אברון, אוסמוזה, אטום, אידוי, אנזים, אנרגייה, אקלים, בסיס, גלגולי אנרגייה (המרות אנרגייה ומעברי אנרגייה), גן, דיות, דיפוזיה, דרגת הגבה (pH), המוגלובין, המרות אנרגייה, חומצה, חומצות גרעין (DNA, RNA), חומר אורגני, חומר אנאורגני, חומר מסרטן, חוק שימור האנרגייה, חוק שימור החומר, חיידיקים, חלבונים, חלחול, יסוד, אורגניזם חד-תאי, אורגניזם רב-תאי, כלורופיל, כלורופלסט, מוטציה, מולקולה, מיטוכונדריון, מין (species), מלחים, ממיס אוניברסלי, מערכת נשימה (קנה, סמפונות, ראות, נאדיות), משקעים, נשימה תאית, סוגי אנרגייה, פוטוסינתזה, פחמימות, פטריות, פיגמנט (צבען), קרום בררני, שומנים, תא, תמיסה.

2. מושגים חוצי נושאים

מושגים אלו רלוונטים לכל נושאי התוכנית או כמעט לכולם. יש לשזור אותם בהוראת נושאי הלימוד במקומות המתאימים.

להלן רשימת המושגים על פי סדר א-ב:

NIMBY³, אמנה, אמצעי אכיפה, חוק, ניטור, סמן (אינדיקטור), סמן ביולוגי (ביו-אינדיקטור), זהירות מונעת, (עיקרון הזהירות המונעת), חוק, חקיקה ארצית, חוקי עזר עירוניים, מטרד, מפגע, נשימה אירובית, נשימה אנאירובית, עיקרון המזהם משלם, עלויות חיצוניות / עלויות פנימיות, פיתוח בר-קיימא, קיימות, תקן, תקנה, תרבות צריכה.

3. 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 וחוץ-כיתתיות שרובן מתאימות גם לרמת הליבה. מומלץ למורה לעיין בסעיפים אלו.

חזרה לתוכן

נושאי ליבה - 2 יחידות לימוד

יש ללמד את כל נושאי הליבה המפורטים להלן:

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

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 מערכתיה 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 הנכחדים בסכנת הכחדה מתארכת בקצב מואץ. 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.

חזרה לתוכן

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 בביוספרה: 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 ואנרגייה 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)

תת-נושא	תכנים	מושגים
מערכת אקולוגית-מרכיבים ומאפיינים	• מהי מערכת אקולוגית? • המרכיבים הביוטיים והאביוטיים במערכת אקולוגית (אקוסיסטמה); • רמות ארגון (מדרג ביולוגי) של המרכיבים הביוטיים במערכת: אורגניזם - אוכלוסייה - חברה; • מאפיינים של מערכות אקולוגיות מימיות ויבשתיות: מדבר, חורש ים תיכוני, נחל, הים התיכון;	אקולוגיה, אטמוספירה, הידרוספירה, ביוספירה, בית גידול, גומחה (נישה) אקולוגית, משאב.



תת-נושא	תכנים	מושגים
	• התאמת אורגניזמים לסביבתם⁴; • גידול אוכלוסייה והשפעותיה על הסביבה; • המגוון הביולוגי כביטוי של השונות בטבע, חשיבות המגוון הביולוגי לקיום ולתפקוד של מערכות אקולוגיות;	התאמה מבנית, התאמה פיזיולוגית, התאמה התנהגותית, הסתגלות, כושר הישרדות. מין, אוכלוסייה, חברה, שונות, עקום גידול, גידול מעריכי (לוגריתמי), שיעור ילודה, שיעור תמותה, צפיפות אוכלוסייה, הגירה חיובית, הגירה שלילית, נדידה, כושר נשיאה, ביומסה, גורם מגביל. מגוון ביולוגי, מינים פולשים.
תהליכים במערכות אקולוגיות	• מעברי אנרגייה וחומרים במערכת; • המרות אנרגייה; משמעותן של פירמידות אנרגייה. • מחזורי חומרים (ביו-גיאוכימיים); • קשרי גומלין בין מרכיבים אביוטיים ומרכיבים ביוטיים; • קשרי גומלין בין מרכיבים ביוטיים; • דינמיות במערכת אקולוגית;	אוטוטורפים, אוכלי כל, הטרוטורפים, טורפי על, יצרנים, מארג מזון, מפרקים. פירמידה אקולוגית (פירמידת אנרגייה), צרכנים, צרכנים ראשוניים, פירמידת ביומסה, צרכנים שניוניים, רמת הזנה (trophic level), שרשרת מזון. מחזור הפחמן, מחזור החנקן, מחזור המים. הדדיות, טריפה, טפילות, טפיל, פונדקאי, תחרות. דינמיות (יציבות), ויסות.
מעורבות האדם	• האדם כחלק מהמערכת האקולוגית; • שירותי המערכת האקולוגית • השפעת האדם על המערכת ותלותו במשאביה: - מחזורי החומרים, שימוש בחומרי דלק פוסיליים (דישון); - אנרגייה בשימוש האדם; - בעיות סביבתיות מקומיות וגלובליות⁵ והאמצעים להתמודד אתן בגישה מערכתית (שילוב אמצעים מדעיים-טכנולוגיים וחברתיים). - המשבר הסביבתי, כרקע להתפתחותן של גישות שונות, ביחס לעקרונות המדיניות הסביבתית והצורך בתכנון ובניהול סביבתי.	גידול אוכלוסין, גלובליזציה, דלדול משאבים, הגדלה ביולוגית, הכחדת מינים, התפתחות טכנולוגית, זיהום, זיהום אור, זיהום משאבים, טביעת רגל אקולוגית, מהפכה ירוקה, מהפכה תעשייתית, מזהם טבעי, מזהם מלאכותי, מפגע סביבתי, משאבי אנרגייה, משאבי אנרגייה מתחדשים (רוח, שמש / סולרית, מים, ביומסה, ביו-גז), משאבי אנרגייה מתכלים (אנרגייה גרעינית, דלק פוסילי, גז), משאבים מתחדשים, משאבים מתכלים, משבר סביבתי, עיור, קרינה, תרבות צריכה. המשרד להגנת הסביבה, ארגונים סביבתיים, שמורות טבע, שיקום, קיימות, פיתוח בר-קיימא, ניהול סביבתי, ניטור. מדינות מפותחות, מדינות מתפתחות, תמ"ג (תוצר מקומי גולמי).

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

5 מומלץ לשלב דיון בבעיות סביבתיות נוספות בהתאם לסוגיות העולות בתקשורת ו / או בסביבה המקומית.



תת-נושא	תכנים	מושגים
ניהול סביבתי: עקרונות, דילמות, והתמודדות עם בעיות סביבתיות	• דילמות בתכנון ובניהול סביבתי: - שימור מול פיתוח; - עלות ותועלת מול שיקולים אתיים; - מדיניות סביבתית - איזון בין שיקולים סביבתיים, חברתיים וכלכליים; • פתרונות טכנולוגיים: - למניעה / להפחתה של זיהום - לצמצום בצריכת משאבים • ניהול סביבתי - חקיקה סביבתית - תכנון סביבתי - שיתוף פעולה בינלאומי • חינוך והסברה	טרגדיית המרעה המשותף, צדק סביבתי. תקן סביבה, תקן פליטה, עיקרון הזהירות המונעת, עלויות חיצוניות, עלויות פנימיות. בנייה ירוקה המזהם משלם ריאות ירוקות, שיתוף ומעורבות הציבור, אמנות בינלאומיות
אתיקה סביבתית⁶	• מהי אתיקה? מהי אתיקה סביבתית? • גישות מרכזיות באתיקה סביבתית.	⁷NIMBY: דילמה, דילמה סביבתית, הגישה הביצועטרית, הגישה האנתרופוצנטרית, הגישה האקוצנטריות, זכויות, חובות, ערכים וחובות, צדק סביבתי, צורכי החברה, צורכי הטבע, צורכי הפרט, קוד אתי.

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

7 NIMBY - Not In My Back Yard, לא בחצר האחורית שלי.

נושא 2: 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 מטוהרים, התפלת מים, מניעת זיהום של מקורות מים, ייעול תהליכי הייצור שבהם נחוצים מים בתעשייה ובחקלאות וחסכון במים. תכנון וניהול נכון של משק המים בגישת הקיימות יבטיחו את איכותו ואת כמותו של משאב המים הן לדור הנוכחי והן לדורות הבאים.

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 אַמנות, חוקים ותקנות הקשורים בנושא המים.

חזרה לתוכן

מפרטי תוכן בנושא משאב המים (ליבה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
משאב המים: תכונות, מאפיינים וחשיבות	- תכונות המים וחשיבותם לקיום החיים, לשימוש האדם ולעיצוב האקלים והנוף; - מחזור המים - התערבות האדם בשלבים שונים של המחזור; - מקורות מים מתוקים בישראל ובעולם; - פוטנציאל המים השפירים של ישראל (כנרת, אקוויפרים, מאגרים);	מסיסות גזים (חמצן, פחמן דו-חמצני) במים אגן היקוות, נגר עילי, אקווה (אקוויפר). מים זמינים, מים שפירים, מים מליחים, מים מלוחים, מים אפורים, מים מותפלים.
הבעיה הסביבתית: גורמים	- המים כמשאב מתחדש בסכנת מחסור; - צריכת מים בישראל (עירונית, ביתית, תעשייתית, חקלאית); - זיהום מקורות מים: מי תהום, אקוויפרים, 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. חידקים קוליפורמים, זיהום תרמי.
הבעיה הסביבתית: נזקים לאדם ולסביבה	- השפעות של זיהום המים על חברות צמחים ובעלי חיים בבתי גידול מימיים (נחלים, נהרות, אגמים); - נזקים בריאותיים לאדם ממים המזהמים במזהמים כימיים וביולוגיים; מים מזהמים כמקור למחלות.	הגדלה ביולוגית, חומרים רעילים, חומרים מסרטנים, פתוגניות.

תת-נושא	תכנים	מושגים
הבעיה הסביבתית: מדידה ודרכי התמודדות	• מדדים ותקנים לאיכות מי שתייה; • ניטור: כיצד בודקים, מה בודקים והיכן. • המוביל הארצי • דרכים להגדלת פוטנציאל המים: - מפעלי מים בישראל: התפלת מים, סכרים ומאגרים לאיגום מים, טיהור שפכים ומחזור מים; - מניעת זיהום - שיקום נחלים - חיסכון במים - חקיקה ואכיפה - חינוך והסברה	שיטות לבדיקת איכות מים צריכת חמצן ביולוגית - צח"ב (BOD^8), עכירות, מליחות, ריכוז חמצן מומס במים, רמת pH, סמן ביולוגי (ביו-אינדיקטור). איגום מי שיטפונות, בוצה משופעלת, בריכות חמצון, הכלרה, מים אפורים, מים מושבים, מי קולחין.

נושא 3: 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 אנרגייה, 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.

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;
- 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 הקשורות בזיהום אוויר (התדלדלות האוזון, אפקט החממה וההתחממות הגלובלית, 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)

תת-נושא	תכנים	מושגים
משאב האוויר: תכונות וחשיבות	• הרכב האוויר באטמוספירה של כדור הארץ, מקור החומרים שבאוויר. • חשיבות החומרים שבאוויר לקיומם של החיים (נשימה, פוטוסינתזה) ושל תהליכים בסביבה הדוממת (עיצוב הנוף והאקלים).	אטמוספירה, סטרטוספירה, טרופוספירה.

חזרה לתוכן

תת-נושא	תכנים	מושגים
הבעיה הסביבתית: גורמים	• גורמים עיקריים לזיהום האוויר: - גורמים טבעיים (התפרצויות געשיות, סופות חול, גרגרי אבקה); - גורמים תוצר האדם, בעיקר בתהליכי שריפה (מפעלים, תחנות חשמל, תחבורה, אתרי פסולת, מבני ציבור ובתים, עישון), מחצבות, ריסוס חומרי הדברה. • מזהמי אוויר נפוצים ומקומות היווצרותם. • הקשר בין תנאי מזג אוויר (רוחות, טמפרטורה, משקעים, טופוגרפיה) ובין רמת זיהום האוויר.	זיהום אוויר, נסועה. דלק מחצבי (פוסילי), חלקיקים מוצקים, עישון פסיבי, שריפה. מזהם ראשוני, מזהם שניוני. חלקיקים מוצקים; אבק, גרגרי אבקה, עופרת, עיטרן, פיח; גזים: אוזון, מתאן (CH_4), תחמוצות גופרית⁹ (SO_x), תחמוצות חנקן (NO_x), תחמוצות פחמן (CO_2, CO).
הבעיה הסביבתית: נזקים לאדם ולסביבה	• תחלואה ותמותה באדם; • גשם חומצי; • השפעות דלדול שכבת האוזון הסטרטוספרי על מערכות החיים על פני כדור הארץ; • שינויי אקלים, התגברות אפקט החממה, ההשלכות על מערכות אקולוגיות.	ערפיח (עשפל) עירוני (לונדון) דלדול שכבת האוזון ("חור באוזון"), קרינת UV (על-סגולה), פחמימנים כלורו-פלואוריים¹⁰ (CFC^{11}) אירועי אקלים קיצוניים, אפקט (תוצא) החממה, גזי חממה, קרינת IR (תת-אדומה).

9 יש להתייחס לתחמוצות גופרית ולתחמוצות חנקן באופן כללי.

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

11 CFC - Chlorofluorocarbons

תת-נושא	תכנים	מושגים
הבעיה הסביבתית: מדידה ודרכי התמודדות	• ניטור: מה בודקים והיכן? • דרכים להפחתת זיהום האוויר: - אמצעים טכנולוגיים: מסננים בארובות, דלק חלופי, קולטנים, אנרגיות חלופיות לייצור חשמל; - חקיקה ואכיפה; - אָמנות והסכמים בינלאומיים: הגבלת הפליטה של גזי חממה, הגבלה ומניעה של שימוש בחומרים הפוגעים בשכבת האוזון; - חינוך והסברה: עידוד לחיסכון באנרגייה, שימוש בתחבורה ציבורית, שימוש בתרסיסים המכילים תחליפים לחומרים הפוגעים בשכבת האוזון.	סמן ביולוגי (ביו-אינדיקטור), תחנת ניטור אוויר. דלק דל גופרית, דלק נטול עופרת.

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 וצפיפות 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.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא **פסולת מוצקה**¹² 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.
- 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;
- יכירו את תופעת ה-NIMBY ויבינו את הקשר שלה לשאלות של צדק חברתי וסביבתי;
- יכירו את החוקים והתקנות בתחום הטיפול בפסולת המוצקה.

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

מפרטי תוכן בנושא פסולת כמשאב (ליבה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
הפסולת המוצקה והבעיה הסביבתית	- מהי פסולת מוצקה? הצגת הבעיה הסביבתית; - מקורות פסולת: ביתית, עירונית, חקלאית, תעשייתית, רפואית, בניין; - הקשר בין גידול האוכלוסייה, צריכת חומרי גלם, עלייה ברמת החיים ובעיית הפסולת המוצקה; - הפסולת כמאגר חומרים הניתנים לניצול: הקטנת קצב הדלדול של משאבי טבע מתכלים; - מרכיבי הפסולת לסוגיה: מרכיבים העוברים תהליכי פירוק ומרכיבים שאינם מתפרקים / מתפרקים באטיות רבה.	פסולת אורגנית, פסולת מכרות, פסולת מסוכנת. משקל רטוב / יבש, רעילות, חומרים מסוכנים, דשנים חומרי הדברה. חומרים סינתטיים. פסולת מתכלה, פסולת לא מתכלה.
הבעיה הסביבתית: הנזקים לאדם ולסביבה	- הצטברות פסולת, מצוקת אחסון, 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)	מפגע סביבתי, מטרד, תשטיפים ממטמנות, גז מתאן, אתר פסולת לא מוסדר (מזבלה פתוחה).

תת-נושא	תכנים	מושגים
הבעיה הסביבתית: דרכי התמודדות	• דרכים לטיפול בפסולת: - טיפול משולב בפסולת; - הטמנה בקרקע, דרכי איסוף, אצירה ומיון פסולת, תהליכי הפירוק במטמנות, ניצול גז המתאן, הצורך בשיקום אתרי פסולת לאחר סגירתם; - ניצול מרכיבים בפסולת להפקת אנרגייה. • דרכים לצמצום כמות הפסולת: - שימוש חוזר במוצרים; - מחזור: תעשיות המחזור להפקת חומרי גלם, קומפוסטציה; - הפחתה במקור: הפחתת הפסולת בתהליך הייצור (הפחתה בכמות החומרים במוצר ובאריזה, חיי מדף ארוכים). - הפחתת צריכה; - התמרה (הפקת אנרגייה מפסולת). • יתרונות וחסרונות של דרכים לצמצום כמות הפסולת; • חקיקה ואכיפה; • חינוך והסברה.	הטמנה סניטרית, אתר פסולת מוסדר, אתר סילוק פסולת, אס"פ, הפרדה במקור, NIMBY, תחנת מעבר, שינוע פסולת, מיון פסולת. מעריסה לעריסה חמשת ה-R: הפחתה (Reduce); שימוש חוזר (Reuse); תיקון (Repair); מחזור (Recycle); התמרה (Recovery).

נושא 5: רעש וקרינה (ליבה)

מבוא

אנו חיים בסביבה עשירה בקולות ובצלילים, חלקם טבעיים, כמו: רחש גלי הים וציוץ ציפורים, וחלקם מלאכותיים, תוצאת הפיתוח הטכנולוגי, כמו: צפירת מכונות, רעש המזגנים והקולות הבוקעים ממכשירי הרדיו והטלוויזיה. הפיתוח הטכנולוגי מאז המהפכה התעשייתית יצר מוקדי רעש רבים הפוגעים קשות באיכות החיים. לרעש השפעות נפשיות ופיזיולוגיות על האדם, ובעוצמות גבוהות הוא עלול אף לפגוע בשמיעה. הקרינה, כמו הקול, היא סוג של אנרגייה הנפלטת ממקורות טבעיים ומלאכותיים. בצד התועלת בשימוש באנרגיית הקרינה בחברה טכנולוגית ומודרנית, קיימים סיכונים בריאותיים בחשיפה לקרינה בעוצמות הגבוהות מערכי-סף. קיימים אמצעים טכנולוגיים להתמודדות עם בעיות הרעש והקרינה, אך עליהם להיות מלווים באכיפה של חוקים ותקנות ובפעולה מקיפה של חינוך והסברה.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושאי **רעש וקרינה**, ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות הקשורות בנושאים אלה ובקבלת החלטות.

התלמידים:

- יכירו דרכי מדידה של קולות ורעשים ויתנסו בהן;
- יבינו מהו קול ומהו רעש ואת ההבדל ביניהם;
- יכירו את מקורות הרעש בסביבה;
- יבינו את ההשפעות של הרעש על האדם ועל יצורים בסביבה;
- יכירו אמצעים ודרכים להפחתת הרעש ונזקיו;
- יכירו את סוגי הקרינה והשפעתם על הסביבה;
- ידעו מהי קרינה: סוגים, מאפיינים, דרכי מדידה;
- יכירו מקורות קרינה טבעיים ומלאכותיים;
- יכירו את שימושי הקרינות המייננות והבלתי מייננות בתחומים שונים;
- יכירו את נזקי הקרינה לאדם וליצורים חיים;
- יכירו אמצעים ודרכי התמודדות עם בעיות הקשורות לקרינות מסוגים שונים.

חזרה לתוכן

מפרטי תוכן בנושא רעש וקרינה (ליבה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
רעש		
קול ורעש: מאפיינים	- הקול כצורה של אנרגייה. התפשטות בחומר; תנועה גלית (בהיבט איכותי בלבד). - סוגי / מקורות קול - טבעיים ומלאכותיים; - רעש כמושג סובייקטיבי ואובייקטיבי; - מקורות רעש: תחבורה, תעשייה, מקומות בילוי, בינוי ופיתוח, מקורות ביתיים (מזגנים, מערכות אזעקה, מוזיקה וכד'), מוסדות חינוך, מקומות עבודה, בעלי חיים.	קול, גלי קול (אורך, מהירות, תדירות), עוצמת קול, תיווך.
הבעיה הסביבתית: נזקים לאדם ולסביבה	- הרעש כמפגע סביבתי: נזקים פיזיולוגיים לאדם ולבעלי חיים; - הרעש כמטרד סביבתי: הפרעות בתפקוד, פגיעה באיכות החיים;	הסט שמיעה (זמני / קבוע), מטרד, מפגע, נזק בלתי הפיך, נזק הפיך, סף כאב, סף שמיעה.
הבעיה הסביבתית: מדידה ודרכי התמודדות	- ניטור: מדידות רעש ויחידות רעש - בדיקות שמיעה - דרכים להפחתת רעש: - חוקים ותקנות; - הפרדה בין אזורי מגורים ומקורות רעש פוטנציאליים; - אמצעים טכנולוגיים: הפחתת הרעש במקור, בדרכו לקולט (סינוך אקוסטי), ועל קולט הרעש (אטמי אוזניים); - חינוך והסברה.	עוצמת רעש, בליעה, מד-רעש, דציבל, dB(A). רמות רעש מותרות, הגנה אקוסטית (סינוך), בליעה. סקר סוציאקוסטי

תת-נושא	תכנים	מושגים
קרינה		
קרינה: מאפיינים	- מהי קרינה? סוגי קרינה, קרינה אלקטרומגנטית, קרינה מייננת, קרינה בלתי מייננת; - שימושי הקרינה בתחומי התקשורת, התעשייה, האנרגיה, הרפואה והמזון.	ספקטרום אלקטרומגנטי, בליעה, החזרה, העברה. קרני X (קרני רנטגן), קרינת UV (קרינה על סגולה), קרינה תת-אדומה (IR), גלי מיקרו, גלי רדיו, קרינת לייזר. קרינת אלפא, קרינת בתא. גלי גמא, קרינה רדיואקטיבית.
הבעיה הסביבתית: נזקים לאדם ולסביבה	- פגיעה בבריאות האדם ובמערכות אקולוגיות: - הסכנות לרקמות ולתאים הנחשפים לסוגי קרינה שונים (מייננת ובלתי מייננת); - הקשר בין חשיפה לקרינה לפגיעה בעור ולמחלות ממאירות; - פגיעה במחזורי חיים של אורגניזמים במערכת אקולוגית.	מוטציה, סרטן, רדיקל חופשי. זיהום אור
הבעיה הסביבתית: מדידה ודרכי התמודדות	- אמצעי ניטור: מה בודקים והיכן? - דרכים להפחתת נזקי קרינה: - אמצעים טכנולוגיים: סינר עופרת, קרם הגנה, משקפי שמש, שימוש באוזניות ובדיבורית בטלפונים ניידים; - חקיקה ואכיפה; - חינוך והסברה: הימנעות / צמצום חשיפה לשמש, הימנעות / צמצום שימוש בטלפונים ניידים.	

בהתמחות והעמקה

יש ללמד את אחד הנושאים המפורטים להלן:

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

כל אחד משבעת הנושאים 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 וחוץ כיתתיות;
מפרטי תוכן ומושגי היסוד.

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

נושא 1. מערכות אקולוגיות ויחסי אדם-סביבה (התמחות והעמקה)

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 למכונני 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 הנקטות 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
כוכב הלכת 'ארץ' וקיום החיים על פניו	- האטמוספירה של כדור הארץ, אזורי אקלים בעולם ומאפייניהם, האקלים בישראל; - תהליכים באטמוספירה המשפיעים על האקלים; - תאוריות היווצרות החיים, מושגי יסוד באבולוציה ביולוגית (ברירה טבעית, שונות גנטית, התאמה, היווצרות מינים).	קרום כדור הארץ, ליתוספירה, יונספירה. רמה ברומטרית, שקע ברומטרי. אבולוציה, דרוויניזם, מאובנים, בררה טבעית, כשירות (fitness), שונות, היווצרות מינים.
מערכות אקולוגיות-מרכיבים ומאפיינים	- אזורים ביו-גאוגרפיים בעולם; - חברות צומח בישראל; - השונות והמגוון הביולוגי, מדדים לאמוד את המגוון הביולוגי; - התאמת היצורים לסביבתם; - גידולן של אוכלוסיות, הגורמים המשפיעים על גודלן ויציבותן של אוכלוסיות; - מאפיינים של מבחר מערכות אקולוגיות, מימיות ויבשתיות, כגון: אגם, מדבר, יער, שונית אלמוגים.	ביומות, פיטוגאוגרפיה, מוצא גאוגרפי של מינים, אנדמי, אקוטיפ, תצורות צומח (יער, חורש, בתה, גריגה). עושר מינים, שונות תוך-מינית, שונות בין-מינית, שונות גנטית. פיטופלנקטון, זואופלנקטון.
תהליכים במערכות אקולוגיות	- שינויים סוקצסיוניים במערכת אקולוגית; - מעגלי משוב בוויסות גודלן של אוכלוסיות ובבקרה על יציבותן של מערכות; - חשיבות המגוון הביולוגי לקיומם של תהליכים במערכות אקולוגיות, כגון ייצור ראשוני, ויסות גודלן של אוכלוסיות, רבייה בצמחים; - מחזור חומרים.	סוקצסיה ראשונית ומשנית, טור סוקצסיוני, חברת חלוץ, חברת שיא. ניטריפיקציה, דניטריפיקציה

תת-נושא	תכנים	מושגים
אקולוגיה אנושית	• טכנולוגיות חקלאיות ותרומתן להגברת ייצור המזון ולמלחמה ברעב; • טיפול בפסולת חקלאית, סניטציה ככלי ממשק; • היבטים טכנולוגיים ואתנוגרפיים בגידול אוכלוסיית האדם; • שלבי המעבר הדמוגרפי; • הערך הכלכלי של המגוון הביולוגי: יכולתן של מערכות אקולוגיות לספק 'שירותים' לחברת האדם (מזון, טיהור מים, טיהור האוויר, מניעת סחף); הפוטנציאל של המגוון הגנטי לפיתוח ולייצור מוצרים בתחום הרפואה, החקלאות והתעשייה; הערך התיירותי של המגוון הביולוגי. • הערך האתי והאסתטי של המגוון הביולוגי. • הפגיעה במגוון הביולוגי ובמערכות אקולוגיות כתוצאה מפעילות האדם; • דרכי התמודדות לצמצום הפגיעה במגוון הביולוגי: טכנולוגיה, חקיקה, אמות, חינוך והסברה. • ייחודו של האדם, התפתחותו התרבותית-טכנולוגית ומעורבותו הגוברת בניצול הסביבה ובניהולה; • גידול האוכלוסייה האנושית, תופעת העיור; • חשיבותה של החקלאות בסיפוק צרכיה הגדלים של אוכלוסיית האדם; • השפעת מזהמים על הסביבה, סיווג מזהמים כטבעיים וכמלאכותיים; • גופים ירוקים העוסקים בנושאי סביבה בארץ ובעולם, כגון: המשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים, החברה להגנת הטבע, קק"ל, אדם טבע ודין, Greenpeace, Eearthcaretakers.	ביות, טיפוח והשבחה, חקלאות אינטנסיבית, מונו-קולטורה, הנדסה גנטית, דישון, שימור וטיוב קרקע, הדברה (כימית, ביולוגית ומשולבת), השקיה, חקלאות אורגנית, סניטציה. דמוגרפיה החדרת מינים, מינים בסכנת הכחדה. גרעיני רבייה, השבה לטבע (איכלוס מחדש), בנק גנים, שימור מינים. חברת לקטים-ציידיים, המהפכה התעשייתית, המהפכה החקלאית, עיור, המהפכה הירוקה, המהפכה הטכנולוגית, טכנולוגיה, תרבות. שמורה ביוספרית, תו ירוק, אמצעי אכיפה, ארגוני סביבה לא ממשלתיים (NGO - Non 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 אֶמנות, 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 ומיקרוביולוגיים 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	• דרכים ואמצעים לשאיבת מי תהום; • הקשר בין מסלע ואקוויפר; • מאפייני הכינרת כאחד ממקורות המים העיקריים בישראל; • הריבוד התרמי בכינרת; • תהליכים ביולוגיים באגם הכינרת (מארג המזון); • מפעלי מים בישראל; • הים כמשאב.	נימיות, קוהזיה, אדהזיה. אזור רווי, אקוויפר (אקווה), אקוויקלוד, מילוי חוזר, מים פוסיליים, חוק הכלים השלובים, מפלס מים. מוביל ארצי. תרמוקלינה, אפילימניון, היפולימניון.
הבעיה הסביבתית: הסיבות והגורמים	• זיהום האקוויפרים בישראל, זיהום הנחלים בישראל, הגורמים המסכנים את איכות מי הכינרת; • זיהום הים ממקורות יבשתיים וממכליות; • זיהום הים התיכון; • זיהום מפרץ אילת; • הקשר בין תופעת אל-ניניו ולה-ניניה לבין שינויים אקלימיים, המשפיעים על כמות המשקעים ועל בתי גידול מימיים כגון: שוניות האלמוגים. • השינויים העונתיים בבימוסה של אגם הכינרת; • התהליכים הגורמים לאיטרופיקציה של מקווי מים; • המלחת קרקעות כתוצאה משיטות השקיה; • העקרונות הביולוגיים והכימיים בבדיקות לאיכות המים: BOD (צריכת חמצן ביולוגית - צח"ב), COD (צריכת חמצן כימית - צח"כ).	מי נטל אל-ניניו, לה-ניניה, הלכנת אלמוגים. פריחת אצות, אנאירובי, אירובי, איטרופיקציה (eutrophication). מוליכות, קשיות.
הבעיה הסביבתית: הנזקים לאדם ולסביבה	• המחסור במים כגורם לסכסוכים 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

חזרה לתוכן



תת-נושא	תכנים	מושגים
דרכי התמודדות	• הגדלת פוטנציאל המים באמצעים טכנולוגיים: - הגברת משקעים; - התפלת מים בשיטות שונות: הקפאה (שיטת זרחין), אוסמוזה הפוכה, זיקוק, הפרדה חשמלית; - סכרים ומאגרים לאיגום מים; - טיהור שפכים ומחזור המים. • תהליך טיהור טבעי של נחל מזוהם; • אמצעים טכנולוגיים לטיפול בזיהום מים מתוקים (טיפול בשפכים), שימוש בצמחי מים לטיפול בזיהום; • שיטות לטיפול בזיהום מי הים; • שיקום נחלים; • 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; • אמנות בין-לאומיות למניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים וימיים (אמנת מרפול ואמנת ברצלונה); • הגברת משקעים (גשם מלאכותי); • העקרונות המדעיים-טכנולוגיים בתהליכי טיהור השפכים (ארבעת השלבים בטיפול בשפכים), הדרישות האנרגטיות של טכנולוגיות הטיהור, הכדאיות הכלכלית של יישום השיטות השונות; • יתרונות וחסרונות של השימוש במי קולחים; • העקרונות המדעיים בתהליכי התפלת מים, הדרישות האנרגטיות של טכנולוגיות הטיהור וההתפלה, הכדאיות הכלכלית של יישום השיטות השונות; • ניהול משאבי המים בישראל, גישות להקצאת מים ותמחורם למגזרים שונים, היבטים כלכליים בניצול מים, הסדרת ניקוז המים, יעול השימוש במים, הגופים המוסדיים הקשורים בניהול משק המים בישראל ובשמירה על איכותם; • חינוך והסברה: מניעת זיהום, חיסכון במים.	גרעיני התלכדות, יוני יודיד הכסף. אלקטרו-דיאליזה, אידוי בפריצה, איגום מי שיטפונות. טיפול קדם, טיפול ראשוני, טיפול שניוני, טיפול שלישוני, הכלרה, אגני שיקוע, בוצה, מוצקים מרחפים, אגני התעכלות, אגני חמצון, סינון. מרבגים, ספיקת שפכים, ספיחה, אגני-טיהור (wetlands) (אגנים ירוקים). הקצאת מים, תעלות ניקוז, פילוס הקרקע, הפלרת מי שתייה, היצע וביקוש. רשות המים

נושא 3. משאב האוויר (התמחות והעמקה)

מבוא

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

מטרות

כלל המטרות שמפורטות בנושא זה ברמת הליבה ועוד:

- התלמידים יבחינו בין מזהם ראשוני למזהם משני ויבינו את השפעתם על האדם.
- 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
משאב האוויר: תכונות, חשיבות ומאפיינים	• השתנות הרכב האוויר בשכבות השונות של האטמוספירה; • השתנות הרכב האטמוספירה של כדור הארץ מאז היווצרותו; • השינויים בלחץ האוויר ובטמפרטורה עם העלייה בגובה בשכבות האטמוספירה.	מזוספירה, תרמוספירה, יונוספירה. מפל טמפרטורות

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.	תרכובות אורגניות נדיפות, חומרים מחמצנים, פלומה. ערפיח (עשפל) פוטוכימי, ערפיח (עשפל) תעשייתי, שרפה שלמה, שרפה בלתי שלמה, תהליך פוטוכימי. אטמוספירה יציבה, אטמוספירה בלתי יציבה. אינוורסיית רום, אינוורסיית קרקע, שכבת העירוב.
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.	

תת-נושא	תכנים	מושגים
הבעיה הסביבתית: מדידה ודרכי התמודדות	- 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); - אָמנות והסכמים בינלאומיים: הגבלת הפליטה של גזי חממה, הגבלה ומניעה של שימוש בחומרים הפוגעים בשכבת האוזון.	מסננים, קולטנים. חוק אוויר נקי ביודיזל אמנת קיוטו, אמנת מונטריאול

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 משפטים 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 - כמויות ומרכיבים בפסולת של אוכלוסיות שונות ומדינות שונות, מפותחות ומתפתחות.	רעילות, דליקות, נפיצות, רדיואקטיביות, קורוזיה, חמצון, פסולת רפואית, מתכות כבדות. פסולת צמחית, הפרשות בע"ח, פגרים, פלסטיק (יריעות כיסוי, צנרת ומכלים של חומרי הדברה). חברת שפע

חזרה לתוכן

תת-נושא	תכנים	מושגים
דרכי התמודדות	• מערכת השיקולים בהחלטה על מיקומו של אתר להטמנת פסולת בכלל ופסולת מסוכנת בפרט: טופוגרפיים, אקלימיים, נופיים, הידרולוגיים, חברתיים וכלכליים; • הבסיס המדעי בטכנולוגיות מחזור, כגון: מחזור של נייר, פלסטיק, זכוכית, מתכות; • תוכנית המתאר תמ"א 16 למיקום אתרי הטמנה מוסדרים: - טיפול משולב - טיפול בפסולת בכמה דרכים, על פי שיקולים סביבתיים, כלכליים וחברתיים, במגמה לחסוך בניצול חומרי גלם ראשוניים ולהפחית את כמויות הפסולת המוטמנות בקרקע. • הבסיס המדעי בטכנולוגיות להתמרת פסולת לאנרגיה: ייצור חומרי דלק מוצקים, נוזליים וגזיים; • אמצעים טכנולוגיים (כימיים, פיזיקליים וביולוגיים) לטיפול בפסולת מסוכנת; • טיפול בפסולת חקלאית, סניטציה ככלי ממשק; • היבטים כלכליים הקשורים לדרכי הטיפול בפסולת המוצקה; • 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); • מגמות בניהול הפסולת המוצקה בישראל.	יחס חנקן-פחמן (C/N). קומפוסטציה, שלב מזופילי, שלב תרמופילי, שלב הקירור. פלסטיק מתכלה, הומוס. פירוליזה, ביוגז, דלק מוצק, ערך היסק, RDF- Refuse-Derived Fuel. איוד, שיקוע, עיקור, חיטוי, ניטרול כימי, סתירה, סולקנים, עלות-תועלת. חוק המחזור, חוק הפיקדון

נושא 5. רעש וקרינה (התמחות והעמקה)

מבוא

ראו מבוא לנושא **רעש וקרינה** בחלק הליבה.

מטרות

כלל המטרות שמפורטות בנושא זה ברמת הליבה ועוד:

- התלמידים יכירו את מבנה האוזן ואת השפעת הרעש על השמיעה מבחינה פיסיוולוגית;
- התלמידים יבינו את היתרונות והחסרונות בשימוש בכורים גרעיניים.

הצעות לפעילויות

- היכרות עם מד-רעש ומדידות רעש בסביבת בית הספר (בשיעורים ובהפסקות) ובמקומות ציבוריים בקהילה; התייחסות למשתנים כמו: משך החשיפה, מרחק ממקור הרעש, תנאי הסביבה, עוצמת רוחות וכיוונים (ללא הגנה ועם הגנה מפני רעש);
- המחשה של מבנה האוזן בעזרת דגם;
- ביקור במכון לבדיקת שמיעה, התנסות באמצעים לבדיקת שמיעה;
- ביקור במעבדת מחקר העוסקת בהשפעות הרעש על תפקוד מערכת העצבים וההתנהגות;
- ניתוח תוצאות מחקרים בנושא השפעות הרעש על האדם ועל בעלי החיים;
- דיון בדוגמאות מקומיות של בעיות רעש ודרכי התמודדות אתן, כגון: נמל התעופה נתב"ג 2000, התחנה המרכזית בתל אביב, עורקי תחבורה ראשיים;
- עריכת סקרי דעת קהל בנושא השפעות הרעש;
- סיור במפעל הנוקט באמצעים להקטנת הרעש;
- הדמיה או משחק תפקידים בנושא הרעש או הקרינה: הצגת הטיעונים של בעלי העניין השונים, יתרונות וחסרונות של פתרונות חלופיים הנשקלים בתהליך קבלת ההחלטות, הערכה של החלופה שנבחרה;
- מפגשים בנושא הרעש והשלכותיו עם נציגי עמותת **אדם טבע ודין**, אנשי המשרד לאיכות הסביבה, או היחידות הסביבתיות ברשויות המקומיות.

חזרה לתוכן

מפרטי תוכן בנושא רעש וקרינה (התמחות והעמקה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
רעש		
קול ורעש: מאפיינים	• ההגדרה הפיזיקלית של הקול כצורה של אנרגיה; • כיצד נוצרים קולות? • מדידות רעש, יחידות רעש; • מבנה האוזן באדם (חלקי האוזן החיצונית והפנימית ותפקודם; • תהליך השמיעה - מקליטת הגירוי ועד התגובה; • מדידת השמיעה, טווחי שמיעה; • הקול כאנרגיה של תנועה; • אפיון קול על פי: אורך גל, תדירות, משרעת, עוצמה, יחידות של תדירות; • תהליך בליעת הקול; • ההתאמות בין היחידות הפיזיקליות לאפיון קולות ובין היחידות למדידת עוצמות הרעש (חישובים של עוצמות רעש בעזרת נומוגרף).	תווך בס, סופרן טון, צליל אוזן חיצונית (אפרכסת, עור תוף), אוזן תיכונה (עצמות השמע: פטיש, סדן, ארכובה), אוזן פנימית (שבולל, איבר קורטי), עצב שמע, מרכז השמע, מד-שמע. הרץ נומוגרף
השפעות רעש ונזקי הרעש	• הקשר בין תדירות קולות ובין נזקים לשמיעה; • השתנות סף השמיעה עם הגיל ובחשיפה לרעש.	מכון אודיומטרי טראומה אקוסטית, פרסביקוסיס (presbycusis).
דרכי התמודדות	• עקרונות פיזיקליים, כימיים וביולוגיים המיושמים בטכנולוגיות להקטנת הרעש; • שיקולים כלכליים, חברתיים, אסטטיים ואחרים בתהליך אימוץ פתרונות לבעיית הרעש; • תכנון וניהול: חוקים ותקנות, חקיקה ארצית (כגון: חוק כנוביץ, החוק למניעת מפגעים, חוק רישוי עסקים), חוקי עזר עירוניים, מיפוי מקורות רעש, ניטור, הכללת הנושא בתוכניות פיתוח (תסקירי סביבה), תכנון שימושי קרקע, הפרדה בין אזורי מגורים ומקורות רעש פוטנציאליים. • טכנולוגיה: הפחתת הרעש במקור, הפרעה לתנועת הקול כהגנה על קולט הרעש (קירות אקוסטיים, צמחייה, איטום מבנים, אטמי אוזניים); • חינוך והסברה: אמצעי תקשורת, פניות ותלונות הציבור כזרז לאימוץ פתרונות.	רמות רעש מותרות ניטור, איטום, בידוד, אספלט שקט, חוק, תקנה.

חזרה לתוכן

תת-נושא	תכנים	מושגים
קרינה		
קרינה: מאפיינים	• התנועה הגלית של הקרינה האלקטרומגנטית; • מדידת הקרינה, יחידות קרינה; • מקורות הקרינה הטבעיים והמלאכותיים; • יתרונות וחסרונות של כורים גרעיניים.	איזוטופ, רדיואיזוטופ, גל אלקטרומגנטי (אורך, תדירות, מהירות), שדה אלקטרומגנטי. דוזומטריה, מנת קרינה, רנטגן, קירי, בקרל. רדון, אפר פחם.
נזקי הקרינה	• נתונים מאסונות גרעיניים (הירושימה, צ'רנוביל);	
דרכי התמודדות	• חוקים ותקנות בנושא פיקוח ובקרה על פליטת קרינה ממכשירים ומחומרים; • אמצעי מיגון בפני קרינות מסוגים שונים.	קרינה אולטרה סגולה (UV), קרני X, קרינה רדיואקטיבית, קרינת מיקרו.

נושא 6: 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.

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;

חזרה לתוכן

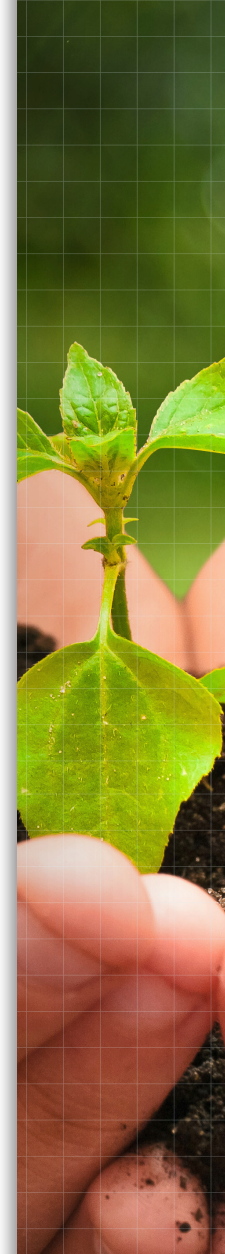
- ניתוח מפות עירוניות בדגש על השלכות סביבתיות, כגון: זיהום אוויר, רעש, פסולת;
- מעקב אחר תהליכי אישור פרויקט תכנוני בוועדה המקומית לתכנון ובנייה;
- תרגיל הדמיה בשטח: עריכת **תסקיר השפעה** על הסביבה - סקירה אקולוגית של תא שטח טבעי העומד בפני פיתוח, ולימוד ההשלכות הסביבתיות של הפרויקט המתוכנן;
- דיון באירועים סביבתיים בדגש על תכנון וניהול סביבתי, תוך התבססות על מקורות, כגון דוחות, פרסומים בכתבי עת, עתירות לבתי משפט ופסקי דין.

מפרטי תוכן בנושא תכנון וניהול סביבתי (התמחות והעמקה)

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 וניהול 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 גולמי (1989); - ועידת פסגת כדור הארץ בריו-דה-ז'נרו (1992); - אמנת קיוטו להפחתת הפליטה של גזי החממה (1997); - ועידת יוהנסבורג, ריו+10 (2002).	עקום גידול, סקלה לוגריתמית, התפוצצות אוכלוסין, קיימות, משבר סביבתי, הטרגדיה של המרעה המשותף, טביעת רגל אקולוגית, צדק סביבתי, תרבות צריכה.



תת-נושא	תכנים	מושגים
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 והדיור, בעיות נגישות, בעיות בתחום התחבורה.	עיר דמוגרפית, עיר תרבותית, שלב התחלתי, 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 (שְרשור), 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, נוף 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);	רגישות סביבתית (נופית), שימור המגוון הביולוגי, פיזור דמוגרפי. עיר גנים, בנייה ראויה, בנייה לגובה. שמורת טבע, גן (פארק) לאומי, אתר לאומי, שמורה ביוספרית. רשות הטבע והגנים (רט"ג)



תת-נושא	תכנים	מושגים
תכנון וניהול סביבתי: דילמות, עקרונות, מוסדות, הליכים	• 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; • 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.	תוכנית אב (פרוגרמה), תוכנית מתאר, תוכנית מפורטת, תב"ע (תוכנית בניין עיר), תמ"א (תוכנית מתאר ארצית). הפקדה, פרסום, התנגדות, ערר, חלופות תכנון. חוק, תקנה. שטחים פתוחים אחוזי בניה בנייה צמודת קרקע צדק סביבתי סחר ברישיונות זיהום

נושא 7. 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 החלטות 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 צורכי 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 ו**התחממות 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, זכויות, שוויון, צדק, חובות, מוניזם, פלורליזם, המשבר הסביבתי, הטרגדיה של המרעה המשותף. ערך פנימי, ערך שימוש. נחלת הכלל
הגישות העיקריות באתיקה סביבתית	- אנתרופוצנטריות בהיבט הצר (צורכי האדם, זכויותיו ויכולותיו) ובהיבט הרחב (הצדקת שילובם של שיקולים ערכיים-אסתטיים המועילים לאדם בהתייחסות לסביבה). - ביו-צנטריות - ערכים וחובות בהתייחסות האדם לטבע, הגישות השונות המדגישות את צורכי הפרט וזכויותיו והגישות ההוליסטיות, המדגישות את צורכי החברה, המערכת והביוספירה, תאוריית גאיה (Gaia), הגישה הרומנטית - אקולוגיה עמוקה (Deep Ecology) אקולוגיה רדודה; גישה אנתרופוצנטרית, גישה ביו-צנטרית, גישה אקוצנטרית, גישה הוליסטית; - הגישות המשלבות בין האנתרופוצנטריות והביו-צנטריות: סינרגיזם - כיבוד זכויות האדם והטבע לתועלת כולם, פרגמטיזם סביבתי, אקולוגיה חברתית ואקופמיניזם.	זכויות אדם, קורנוקופיה (Cornucopism), תאוריית גאיה (Gaia), הוליוזם, אקטיביזם, אקולוגיה רדודה, מגדר, אקופמיניזם.
אתיקה סביבתית - הלכה למעשה	- החשיבה האתית-סביבתית בקביעת מדיניות, ניהול וחקיקה סביבתיים; - 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.	שוק חופשי, גלובליזציה, עלות-תועלת, שירותי הטבע, צדק סביבתי, צדק חברתי (תוך-דורי ובין-דורי), שיקום סביבה. עיקרון הזהירות המונעת (עיקרון ההיזהרות), הפרטה, שימור הטבע (Conservation) שמירת הטבע (Preservation)
דת, תרבות ויחסי אדם-סביבה	יחסי אדם-סביבה כפי שהם באים לידי ביטוי במקורות הדת (היהודית, הנוצרית או המוסלמית) ובאמונות ובנרטיבים של מבחר עמים, שבטים ותרבויות.	

חזרה לתוכן

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 וביישום 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. המחווה הוא כלי צייון (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 ורפלקטיבית 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.

חזרה לתוכן

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
ד"ר נטע עורבי
גב' גילה מדאורי
ד"ר אורנה ברגרזון
מר ישראל ויסנשטרן
פרופ' לב פישלזון
מר שמואל חן
גב' סיגל רייכר
מר פריד חמדאן
מר עזרא פימנטל

יועצים בתחומי תוכן

משאב האוויר

קול ורעש

פסולת מוצקה

קרינה

כלכלה סביבתית

אתיקה סביבתית

קראו והעירו

ד"ר סמיר מחמיד

גב' נגה גזית

עריכת הלשון

גב' ליאורה הרציג

יו"ר הוועדה, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, האוניברסיטה העברית, בירושלים
מ"מ יו"ר הוועדה, מפקח תחום מדעי הסביבה באגף לתוכניות לימודים, משרד החינוך, התרבות והספורט, ירושלים
מרכזת הוועדה, מדריכה ארצית למדעי הסביבה, משרד החינוך, התרבות והספורט, ירושלים
סגנית המדען הראשי, המשרד לאיכות הסביבה
מפמ"ר מדעי הסביבה, משרד החינוך, התרבות והספורט, ירושלים
המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב
ארגון הגג של הגופים הירוקים **חיים וסביבה**
מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון ע"ש ש"י עגנון, נתניה
מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון המקיף י"ב, יפו
מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון לחינוך סביבתי, מדרשת שדה בוקר

מר אבי מושל, האגף לאיכות האוויר, המשרד לאיכות הסביבה
גב' אביבה טרכטמן, האגף לאיכות האוויר, המשרד לאיכות הסביבה
פרופ' סטיליאן גלברד, ראש אגף קרינה ורעש, המשרד לאיכות הסביבה
גב' יעל אורן, האגף לפסולת מוצקה, המשרד לאיכות הסביבה
ד"ר אהוד נאמן, אגף קרינה, המשרד לאיכות הסביבה
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

מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון חדיג'ה, אום אל-פחם

מורה למדעי הסביבה, בית הספר התיכון, בית ירח