

תכנית הלימודים – 2007

מבוא

תכנית הלימודים במדעי הסביבה מיועדת למורי מדעי הסביבה בחטיבה העליונה של בית הספר העל-יסודי בכל המגזרים. התכנית נועדה לשמש כלי בידי המורה לתכנון ההוראה ולביצועה. היא מציגה את התפיסה הרעיונית, את המטרות, את דרכי ההוראה-למידה, את דרכי ההערכה ואת נושאי הלימוד בשתי הרמות: הרמה הרגילה בהיקף של 3 יח"ל והרמה המוגברת בהיקף של 5 יח"ל. תכנית 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. התכנית 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. עיקרון דידקטי שביסוד התכנית הוא שילוב בין למידת חקר בבית הספר ובסביבה לבין מעורבות ואזרחות פעילה. התכנית מעודדת קהילה לומדת, פעילה ויוזמת. בחוברת שלושה פרקים. הפרק הראשון מציג את התפיסה הרעיונית של התכנית, את מטרות ההוראה, את דרכי ההוראה וארגון הלמידה בבית הספר. הפרק השני מציג את נושאי הלימוד, נושאי החובה ונושאי הבחירה. בכל נושא מפורטים המטרות, התכנים והמושגים. הפרק השלישי מפרט את דרכי ההערכה.

התפיסה הרעיונית של תכנית 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 בסביבה עלולה לגרום נזקים. כדי למנוע או להקטין את הנזקים עלינו להכיר ולהבין את התהליכים בסביבה ואת מאפייני הגורמים השונים הפועלים בה, הביולוגיים והאביוטיים. תכנית 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" דהיינו פיתוח המביא בחשבון את הסביבה ומשאביה תוך התחשבות (sustainable development) בצורכי הדורות הבאים, הוא אפוא הנחת היסוד של כל פיתוח סביבתי.

יחסי גומלין אדם-סביבה

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

אחריות האדם על הסביבה – פיתוח בר-קיימא

כבני אדם וכאזרחים, מוטלת עלינו האחריות לשמור על איכות הסביבה בה אנו חיים, למעננו ולמען הדורות הבאים. התכנית פועלת לעורר אצל התלמידים מודעות לסביבתם.

התכנית תחשוף בפניהם בעיות סביבתיות ותעודד אותם לחפש להן פתרונות. הם יקבלו עידוד לפעול אישית למען שיפור איכות הסביבה בקהילה ובמדינה. התלמידים ידונו בנושאים סביבתיים בצורה מושכלת ויציעו פתרונות (sustainability) לבעיות סביבתיות שעל סדר היום הציבורי, פתרונות המשלבים עקרונות קיימות ופיתוח בר-קיימא.

חשיבה גלובלית ופעולה מקומית

בעיות רבות הקשורות לאיכות הסביבה, מזמינות דיון ברמות שונות: מקומית, ארצית, אזורית וגלובלית. זיהום הים, גשם חומצי, ה"חור באוזון" אפקט החממה, קרינה רדיואקטיבית - אלה הן רק כמה דוגמאות. חשוב שתלמידים יקבלו תמונה גלובלית על התלות ההדדית שבין הגורמים בסביבה המשפיעים זה על זה. עם זאת, הדגש בתכנית 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. התכנית 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 ויחסי 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 תפקודה 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.

- יכולת לבחון ולנתח בעיה סביבתית על היבטיה השונים – מדעי, טכנולוגי, חברתי, כלכלי ומוסרי, ולהציע דרכי התמודדות.
- הבנה מערכתית – 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 ביקורתית לגבי מידע בנושאים סביבתיים.
- פיתוח יכולות של עבודת צוות.

מטרות בתחום פיתוח 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 ולמידה

דרישות-קדם

תכנית לימודים זו מתבססת על ההנחה שהתלמידים למדו בחטיבת הביניים מושגים ועקרונות בסיסיים במדעי החומר ובמדעי החיים והסביבה על פי תכניות הלימודים במקצועות: מדעים וטכנולוגיה, חקלאות ואיכות הסביבה וגאוגרפיה; וכן שהם לומדים מקצוע מדעי נוסף (כימיה, ביולוגיה או פיזיקה) בכיתה י'. 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 דעת הרוב וחלוקת נטל הביצוע בין חברי הצוות. עבודת צוות מסייעת בבדיקת היבטיה השונים של מערכת או של בעיה סביבתית – מטרה מרכזית בתכנית 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 בצוות של מורים בעלי רקע והתמחות שונים. בצוות ישתתפו מורים למדעי הטבע וגאוגרפיה, שיכולים להיעזר במורים ממקצועות אחרים בעלי זיקה לתחומי התוכן או למיומנויות הכלולים בתכנית (כגון מורי אזרחות, הבעה, תקשורת, מדעי המחשב).

שיתוף בין מורים יכול להתבצע בכמה דרכים:

- א. שיתוף שהוא פרי תכנון משותף: מורים בצוות יעזרו למורה המלמד לתכנן את פרטי התכנית. מלאכת ההוראה עצמה תהיה בידי מורה אחד.
 - ב. שני מורים או יותר יהיו שותפים במלאכת ההוראה: התכנון ייעשה יחד, כל אחד מהמורים יכיר את התכנית 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.
 - ג. 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 רק בשיעורים בודדים, כיוון שלרוב אין אפשרות לייעד שני מורים לאותו שיעור.
- בכל דרך שבוחרים, חשוב שהמורה העומד בראש צוות ההוראה והאחראי להפעלת התכנית יהיה מסוגל להנהיג צוות מורים וללמד בעצמו חלק מן התכנית.

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 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 יערכו בדרך כלל בסביבות בית הספר, אך גם באזורים אחרים במסגרת ימים מרוכזים. הסיורים יכללו תצפיות ואיסוף מידע רלוונטי, ממקור ראשון, לגבי הנושאים הסביבתיים הנידונים בכיתה. לקראת יציאה לסיור, יודרכו התלמידים בין השאר בעריכת תצפיות ומדידות. עוד על ההוראה והלמידה החוץ-כיתתית, ראו בסעיף הסדנה הסביבתית, עמ' 13
- ג. משחק תפקידים - בפעילות כזו אפשר להדגים את הדינמיקה הנוצרת במצב של ניגוד אינטרסים וצורך להגיע 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. 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, ולהתנהגות החופשית של משתתף יש השפעה מועטה על מהלך העניינים. 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 ובאיסוף מידע ברשת האינטרנט, בעיבוד המידע וייצוגו, בהכנת עבודות, בהצגת תוצרי הלמידה והפצתם לקהלי יעד שונים, בשימוש בהדמיות להמחשת תהליכים בסביבה, 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 מלימוד נושאים בתכנית המזמנים 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' 1

אוכלוסיית היעד של התכנית

אוכלוסיית התלמידים

אוכלוסיית התלמידים כוללת את תלמידי החטיבה העליונה בבתי הספר בכל המגזרים (ממלכתי, ממלכתי-דתי, ערבי ודרוזי) ובכל הנתיבים (עיוני וטכנולוגי). תכנית הלימודים במדעי הסביבה מתבססת על כך שתלמידים למדו מושגים ועקרונות יסוד במדעי החומר ובמדעי החיים במסגרת לימודי החובה בחטיבת הביניים.

אוכלוסיית המורים

המורים למדעי הסביבה יהיו בעלי תעודת הוראה במדעים מטעם אחד המוסדות האקדמיים המוכרים. בגלל אופייה הבין-תחומי של התכנית, חשוב שמורים ישתתפו במהלך עבודתם במערך ההשתלמויות המוצעות מטעם הפיקוח המרכז את הוראת המקצוע, האוניברסיטאות, המכללות, מרכזי הפסגות ומוסדות אחרים המוכרים על ידי משרד החינוך, התרבות והספורט. מטרת ההשתלמויות היא להתעדכן בתחומי הדעת השונים ובביסוסן של דרכי ההוראה, הלמידה וההערכה האופייניות של המקצוע.

חלק ב

מבנה התכנית □

יחידות הלימוד

לימודי מדעי הסביבה בחטיבה העליונה מתקיימים בשתי רמות: רמה רגילה בהיקף של 3 יחידות לימוד ורמה מוגברת בהיקף של 5 יחידות לימוד. (בכל יחידת לימוד 90 שעות הוראה).

שתי יחידות הלימוד הראשונות: מושגים ועקרונות (180 שעות)

שתי יחידות הלימוד הראשונות משותפות לשתי הרמות – הרמה הרגילה והרמה המוגברת, והן כוללות את לימוד העקרונות והמושגים הבסיסיים במדעי הסביבה. נושא אחד מתוך ששת הנושאים המרכיבים את החלק הזה שבתכנית, "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי", הוא נושא חובה המהווה את ליבת המקצוע. יתר החמישה הם נושאים לבחירה, ומתוכם יבחרו שלושה. המושגים והתכנים בכל אחד מששת הנושאים מפורטים בטבלאות מפרט התכנים, עמ' 16-44.

יחידת הלימוד השלישית: סדנה סביבתית (90 שעות)

יחידת הלימוד השלישית, "סדנה סביבתית", גם היא משותפת לשתי הרמות, הרגילה והמוגברת. היא תיוחד ללימוד 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 ולתחומי התעניינותם של התלמידים והמורים. פירוט נוסף של מאפייני יחידה זו כלול בסעיף הסדנה הסביבתית, עמ' 13.

יחידת הלימוד הרביעית: יחידת ההתמחות (90 שעות)

יחידת הלימוד הרביעית מיועדת לתלמידי הרמה המוגברת, והיא כוללת לימוד מקיף ומעמיק יותר, בהשוואה לרמה הרגילה, של שני נושאים מתוך שבעה. בנושאי ההתמחות שביחידה זו הודגשו היבטים כמותיים, התווספו תכנים והובלטו הקשרים המערכתיים שבין מדעי הטבע ובין מדעי החברה בתחומים: כלכלה סביבתית, אתיקה, בריאות ומשפט. המושגים והתכנים לרמה המוגברת בכל אחד משבעת הנושאים מפורטים בטבלאות מפרט התכנים, עמ' 16-44.

יחידת הלימוד החמישית: מחקר סביבתי – אקוטופ (90 שעות)

תלמידי הרמה המוגברת יתבקשו להכין פרויקט מחקר בנושא סביבתי. ביחידה זו 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' 13.

מרכיבי התכנית

המרכיב	מספר יחידות לימוד	רמה רגילה 3 יח"ל	רמה מוגברת 5 יח"ל	כלי ההערכה המסכמת (בסיום הלימודים)
מושגים ועקרונות	2	+	+	בחינה עיונית בכתב הערכה חיצונית
סדנה סביבתית	1	+	+	הערכת תלקיט הערכה פנימית
התמחות	1		+	בחינה עיונית בכתב הערכה חיצונית
מחקר סביבתי-אקוטופ	1		+	הערכת עבודת הסיכום, בחינה בעל פה הערכה חיצונית

נושאי הלימוד : חובה ובחירה

שתי יחידות הלימוד הראשונות, **מושגים ועקרונות**, יחידת הלימוד הרביעית, **יחידת ההתמחות**, הם המרכיב העיוני בתכנית הלימודים, שכולל 7 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

בכל נושאי הלימוד מודגשים היבטים מדעים וטכנולוגיים וכן "נושאי רוחב": חוק ומשפט סביבתי, בריאות הציבור, כלכלה וסביבה, אתיקה סביבתית.

לכל אחד מהנושאים יש פירוט של תכנים ומושגים בשתי רמות לימוד, רגילה ומוגברת (ראו טבלאות **מפרט התכנים**, עמ' 16-44).

נושא מס' 1, "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי" (בהיקף הנדרש ברמה הרגילה), הוא **נושא חובה** לכל התלמידים – בהיקף של 3 יח"ל ובהיקף של 5 יח"ל. נושא זה הוא **ליבת המקצוע**, והוא כולל: מושגי יסוד, תהליכים בסביבה הטבעית, המגוון הביולוגי, מעורבות האדם בסביבה. נושא מס' 7, "אתיקה וסביבה", מיועד לתלמידי הרמה המוגברת בלבד.

תלמידי הרמה הרגילה (3 יח"ל) ילמדו במסגרת **מושגים ועקרונות** (יחידות הלימוד הראשונה והשנייה) **ארבעה נושאים**: נושא מס' 1, שכאמור הוא נושא חובה, ושלושה נושאים נוספים מתוך נושאי הבחירה 2-6. התכנים והמושגים בכל אחד מהנושאים ברמה הרגילה מפורטים בטבלאות **מפרט התכנים**, עמ' 16-44.

תלמידי הרמה המוגברת (5 יח"ל), כמו תלמידי הרמה הרגילה, ילמדו **ארבעה נושאים** במסגרת יחידות הלימוד הראשונה והשנייה **מושגים ועקרונות**: נושא מס' 1 בנושא חובה ושלושה נושאים נוספים מתוך נושאי הבחירה 2-6. לימוד הנושאים ייעשה על פי מפרט התכנים לרמה הרגילה. נוסף לכך, במסגרת **יחידת ההתמחות** (יחידת הלימוד הרביעית) ילמדו תלמידי הרמה המוגברת **שני נושאים** מתוך שבעת נושאי התכנית, בהם יעמיקו וירחיבו מעבר לנדרש ברמה הרגילה. הלימוד ברמה המוגברת יתבסס על התכנים והמושגים המפורטים בטבלאות לרמה הרגילה, ועל התוספות וההרחבות המפורטות בטבלאות לרמה המוגברת (למפרט התכנים והמושגים ברמה רגילה וברמה מוגברת, ראו עמ' 16-44).

אפשרויות הבחירה ביחידת ההתמחות: שני נושאים מקבוצה א' (ראו בטבלה), או נושא אחד מקבוצה א' ונושא שני מקבוצה ב'. לא ניתן לבחור בשני נושאים מקבוצה ב'.

קבוצה א'	קבוצה ב'
מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי	רעש וקרינה
משאב המים	פסולת מוצקה
משאב האוויר	אתיקה וסביבה
תכנון וניהול סביבתי	

סיכום נושאי הלימוד, חובה ובחירה, ברמה הרגילה וברמה המוגברת

הנושא	רמה רגילה (3 יח"ל)	שעות הוראה מומלצות	רמה מוגברת (5 יח"ל)	שעות הוראה מומלצות
מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי ליבת המקצוע (בהתאם לנדרש ברמה רגילה)	חובה	60	חובה	60
מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי (לרמה מוגברת)	-	-	בחירה	45
משאב המים	בחירה	40	בחירה	45
משאב האוויר	בחירה	40	בחירה	45
פסולת מוצקה	בחירה	40	בחירה	45
רעש וקרינה	בחירה	40	בחירה	45
תכנון וניהול סביבתי	בחירה	40	בחירה	45
אתיקה סביבתית	-	-	בחירה	45

הסדנה הסביבתית (היחידה השלישית)

הסדנה הסביבתית בהיקף של 1 יח"ל היא חובה על כל התלמידים בשתי רמות הלימוד. 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 למחקר, יערוך סיור להכרת הסביבות ומאפייניהן, יבחר מקורות מידע שאליהם יפנה את התלמידים לקבלת רקע על הסביבות, יקבע לוח זמנים לסיורים בסביבות ויבצע את התיאומים הדרושים לקראת הסיורים. התכנית 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 – וכן 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 כמה דוגמאות לסביבות מתאימות לקיום סדנה: חוף ים, גדת נחל, חורש, פארק ציבורי, אזור תעשייה, אזור כפרי, שטח חקלאי, מרכז עירוני, אזור חולות, אזור מדברי. כדי להקטין את עלויות הסיורים ולהותיר די זמן לפעילות בשטח, מומלץ לבחור סביבות הקרובות לבית הספר. מומלץ להיעזר במדריכים מקצועיים ובמרצים 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. ייכללו בתלקיט 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.

האקוטופ (היחידה החמישית)

האקוטופ הוא מחקר סביבתי, בהיקף של 1 יח"ל, לתלמידי הרמה המוגברת. עבודת המחקר תבטא למעשה את הלמידה ופעילות החקר של התלמידים במשך שנות הלימוד. המחקר יתבצע ביחידים או בזוגות. העבודה תתבסס על הרקע העיוני שהתלמידים רכשו במהלך שנות הלימוד ועל הפעילות הסביבתית שביצעו.

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

יחידת האקוטופ תאפשר לתלמידים להתנסות בתהליך מחקר בתחום מדעי הסביבה תוך שימוש בכלי מחקר, הפעלת שיקולי דעת וקבלת החלטות בצורה מושכלת וביקורתית. המחקר יגביר את מעורבותם של התלמידים בסביבה ויזמן מפגש בלתי אמצעי של התלמידים עם נושאים סביבתיים אקטואליים. בעת תכנון עבודת המחקר ובעת הביצוע, יבואו לידי ביטוי מיומנות אלה: ניסוח והגדרה של מטרות המחקר, 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. עבודת הסיכום תכלול:

- **שער** הכולל את נושא העבודה ושם התלמיד/ה.
- **תוכן עניינים**.
- **הקדמה**, ובה פירוט מתומצת של הסיבות לבחירת נושא המחקר.
- **מבוא** הכולל סקירת ספרות של הגישות והממצאים המחקריים בנושא הנחקר, תוך הבאת המקורות כמקובל.
- **מטרות העבודה, שאלות המחקר** – מטרות העבודה תנוסחנה כשאלות מחקר ממוקדות המתאימות לנושא המחקר. יש להקפיד שתהיינה ישימות לביצוע על ידי התלמידים במעבדת בית הספר ובסביבה. תנוסחנה גם השערות עבודה שיבוססו או יופרכו במהלך העבודה.
- **מהלך המחקר** – תיאור מהלך העבודה: ציון כלי המחקר (ניסויים, תצפיות, סקרים וכד') ופירוט הביצוע (מדגם, חזרות, ביקורת, תנאים קבועים ומשתנים, תנאים ומאפיינים של הסביבה וכד').
- **תוצאות ודיון** – ארגון התוצאות בטבלאות, בתרשימים ובגרפים, ובעת הצורך הוספת איורים, מפות או צילומים להמחשה. ניתוח סטטיסטי של הנתונים, הסבר ודיון בממצאים, ניסוח המסקנות והצעות להמשך המחקר.
- **סיכום** – עיקרי העבודה וממצאיה.
- **רשימת ספרות** – מקורות כתובים (ספרים, מאמרים בכתבי עת) ודיגיטליים (אתרים ברשת האינטרנט).

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

המיקוד הקבוע בשאלון "מושגים ועקרונות" (תשע"ג)

מפרט התכנים

נושא מס' 1. מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי (נושא חובה)

מבוא

כדור הארץ הוא ייחודי במערכת השמש, ואולי גם ביקום כולו, 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. שינויים במערכת האקולוגית עלולים לחולל שינויים נוספים שיפירו את האיזון והיציבות של המערכת.

"המגוון הביולוגי" (biodiversity) הוא ערך 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 לתועלתו הרבה של המגוון הביולוגי במתן 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 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 לחתום על האמנה הכלל-עולמית לשמירה על המגוון הביולוגי, שעליה חתומה גם ישראל, ולאמץ מדיניות של פיתוח בר-קיימא.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי" ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות סביבה הקשורות לנושא זה ובקבלת החלטות. התלמידים:

- יכירו את התנאים האופייניים לכדור הארץ ויבינו את הקשר בינם ובין קיום החיים על פניו.
- יכירו את המדרג של ארגון החיים בביוספרה: יצור – אוכלוסייה – חברה – מערכת.
- ידעו מהי מערכת אקולוגית ומהם מרכיביה החיים והדוממים.
- 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.

מושגי-קדם

ההנחה היא שמושגי-הקדם הנחוצים ללימוד הנושא "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי" נלמדו במסגרת מקצועות אחרים בתחומי מדעי החומר ומדעי החיים. בעת הצורך יש לחזור עליהם. המושגים הם אלה:

תא, אברון, חד-תא, רב-תא, אקלים, סוגי אקלים, לחץ אטמוספרי, לחץ הידרוסטטי, פוטוסינתזה, כלורופלסטידה, נשימה (חמצנית, אל-חמצנית), מיטוכונדרון, דיות, חומר אורגני, חומר אנאורגני, חיידקים, פטריות, רבייה מינית (זוויגית), רבייה אל-מינית (אל-זוויגית), גן, מוטציה, חומצות גרעין (DNA, RNA), מין (species), יסוד, מולקולה, אטום, מלחים, ויטמינים, חלבונים, פחמימות, שומנים, חומצה, בסיס, דרגת הגבה (pH), קלוריה, ג'אול, אנרגיה, סוגי אנרגיה, גלגולי אנרגיה (המרות אנרגיה), פיגמנט (צבען).

מושגים שחובה ללמד בכל הנושאים

אמנה, חוק, תקנה, ניטור, תקן, אמצעי אכיפה, עלויות חיצוניות/עלויות פנימיות, עקרון המזהם משלם, עיקרון ההיזהרות המונעת (עיקרון ההיזהרות).

פירוט התכנים והמושגים (רמה רגילה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
כוכב הלכת "ארץ" וקיום החיים על פניו	• האטמוספירה של כדור הארץ, אזורי אקלים בעולם ומאפייניהם, האקלים בישראל.	קרום כדור הארץ, ליתוספירה, אטמוספירה, הידרוספירה, סטרטוספירה, ביוספירה, סלע יסוד (כגון גרניט), קרקע, חלחול מי תהום, אקוויפר.
מערכת אקולוגית – מרכיבים ומאפיינים	• מהי מערכת אקולוגית? • המרכיבים הביוטיים והאביוטיים במערכת אקולוגית. • מדרג ארגון המרכיבים החיים במערכת: יצור – אוכלוסייה – חברה. • התאמת היצורים לסביבתם. • גידול אוכלוסייה וההשפעות על הסביבה. • מאפיינים של מבחר מערכות אקולוגיות, מימיות ויבשתיות, כגון אגם, מדבר, יער, שונית אלמוגים. • המגוון הביולוגי כביטוי של השונות בטבע, ייחודו של המגוון הביולוגי בישראל, חשיבות המגוון הביולוגי לקיום ולתפקוד של מערכות אקולוגיות.	אקולוגיה, מערכת אקולוגית (אקוסיסטמה), ביוטי, אביוטי. בית גידול (הביטט), חיגור, גומחה (נישה), משאב, התאמה (אדפטציה), הסתגלות, כושר הישרדות. אוכלוסייה, חברה, שונות, עקום גידול, עקום סיגמואיד, עקום אקספוננציאלי, גידול מעריכי (לוגריתמי), שיעור ילודה, שיעור תמותה, צפיפות אוכלוסייה, הגירה חיובית, הגירה שלילית, נדידה, כושר נשיאה, ביומסה, גורם מגביל. מגוון מינים, עושר מינים, מגוון ביולוגי. מינים פולשים

שרשרת מזון, מארג מזון, יצרנים, צרכנים, מפרקים, אוטוטרופים, הטרוטרופים, פירמידה אקולוגית (פירמידת אנרגיה), צרכנים ראשוניים, צרכנים שניוניים, רמה טרופית (trophic level), ייצור ראשוני. הגדלה ביולוגית מחזורי חומרים ביו-גאוכימיים (פחמן, חנקן), דלק פוסלי (מחצבי). טריפה, טפילות, פונדקאי, הדדיות, סימביוזה, תחרות, קומנסליזם. שיווי-משקל דינמי (יציבות), ויסות, משוב חיובי, משוב שלילי.	• מעברי אנרגיה וחומרים במערכת. • המרות אנרגיה ; משמעותן של פירמידות אנרגיה. • מחזורי חומרים : פחמן, חנקן. • השפעת האדם על מחזורי החומרים, כגון שימוש בחומרי דלק פוסיליים, דישון. • קשרי גומלין בין מרכיבים אביוטיים ומרכיבים ביוטיים. • קשרי גומלין בין מרכיבים ביוטיים. • שיווי-משקל דינמי ויציבות המערכת האקולוגית, הגורמים (הטבעיים ומעשי ידי אדם) המפרים את היציבות, תהליכי ויסות.	תהליכים במערכות אקולוגיות
--	--	---

מושגים	תכנים	תת-נושא אקולוגיה אנושית
חברת לקטים-ציידים, מהפכה תעשייתית, מהפכה חקלאית, עיור, מהפכה ירוקה, מהפכה טכנולוגית, טכנולוגיה, תרבות, אבולוציה תרבותית. משאבים מתכלים, משאבים מתחדשים, דלדול משאבים, זיהום משאבים, זיהום, מזהם טבעי, מזהם מלאכותי, מפגע סביבתי, מדינות מתפתחות, מדינות מפותחות, טביעת רגל אקולוגית, שרותי המערכת האקולוגית שמורות טבע, שמורה ביוספרית, שיקום, קיימות ופיתוח בר-קיימא, ניהול סביבתי, ניטור, תו ירוק, ארגוני סביבה לא ממשלתיים (Non government organization). רשות הטבע והגנים, המשרד להגנת הסביבה אנרגיה מתחדשת (אנרגיית רוח, אנרגיית שמש, אנרגיה הידרו אלקטרית, אנרגיה מביומסה, ביוגז, אנרגיה גרעינית.	• האדם כחלק מהמערכת האקולוגית ותלותו במשאבי הסביבה ובמגוון הביולוגי. • ייחודו של האדם, התפתחותו התרבותית-טכנולוגית ומעורבותו הגוברת בניצול הסביבה וניהולה. • גידול האוכלוסייה האנושית, תופעת העיור. • חשיבותה של החקלאות בסיפוק צרכיה הגדלים של אוכלוסיית האדם. • השפעת מזהמים על הסביבה, סיווג מזהמים טבעיים ומלאכותיים. • דוגמאות לבעיות סביבתיות מקומיות וגלובליות (כגון : דלדול האוזון, אפקט החממה, הכחדת מינים, זיהום מקורות המים) והאמצעים להתמודד אתן בגישה מערכתית (שילוב אמצעים מדעיים-טכנולוגיים וחברתיים). • גופים "ירוקים" העוסקים בנושאי סביבה בארץ ובעולם, כגון המשרד לאיכות הסביבה, רשות הטבע והגנים, החברה להגנת הטבע, קק"ל, אדם טבע ודין, Greenpeace, • אנרגיה בשימוש האדם	

פירוט התכנים והמושגים (רמה מוגברת)

תת-נושא	תכנים	מושגים
כוכב הלכת "ארץ" וקיום החיים על פניו	- הקשר בין מקומו של כדור הארץ במערכת השמש וקיום תנאים מתאימים לחיים על פניו. - הקשר בין תנועות כדור הארץ סביב צירו וסביב השמש לבין תופעות מחזוריות על פניו. - תהליכים באטמוספירה המשפיעים על האקלים. - מחזור הסלעים בכדור הארץ והיווצרות קרקעות. - תהליכים גאולוגיים מעצבי סביבה (היווצרות הרים, תנועת יבשות וכד'). - תאוריות על היווצרות החיים, מושגי יסוד באבולוציה ביולוגית (בררה טבעית, שונות גנטית, התאמה, היווצרות מינים).	מערכת השמש, כוכב לכת, כוכב שבת, שנת אור, גלקסיה. רמה ברומטרית, שקע ברומטרי. מגמה, סלע מגמתי, סלע מותמר (מטמורפי), וולקניזם, קרקע, בלייה, טקטוניקת הלוחות, תנועת היבשות, לוח זמנים גאולוגי, שכבות סלע. אבולוציה, דרוויניזם, מאובנים, בררה טבעית, כשירות (fitness), שונות, היווצרות מינים (ספציאציה).
מערכות אקולוגיות – מרכיבים ומאפיינים	- אזורים ביו-גאוגרפיים בעולם. - חברות צומח בישראל. - השונות והמגוון הביולוגי, מדדים לאמוד את המגוון הביולוגי (שונות תוך-מינית, שונות בין-מינית, שונות גנטית, מגוון בתי גידול). - קשרי גומלין בין מרכיבים ביוטים	ביומות, פיטוגאוגרפיה, מוצא גאוגרפי של מינים, אנדמי, אקוטיפ, תצורות צומח (יער, חורש, בתה, גריגה). 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. - קשרי גומלין בין מרכיבים אביוטיים ומרכיבים ביוטיים	סוקצסיה ראשונית ומשנית, טור סוקצסיוני, חברת חלוץ, חברת שיא, משוב חיובי, משוב שלילי. ניטרופיקציה, דניטרופיקציה, קיבוע חנקן
אקולוגיה אנושית	- טכנולוגיות חקלאיות ותרומתן להגברת ייצור המזון ולמלחמה ברעב. - היבטים טכנולוגיים ואתנוגרפיים בגידול אוכלוסיית האדם. - גידולן של אוכלוסיות, הגורמים המשפיעים על גודלן ויציבותן של אוכלוסיות במדינות מפותחות ומתפתחות. - בעיית הרעב בעולם: הגורמים ואמצעי התמודדות. - שלבי המעבר הדמוגרפי. - הערך הכלכלי של המגוון הביולוגי: יכולתן של מערכות אקולוגיות לספק "שירותים" לחברת האדם, כגון ייצור 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: פגיעה בבת גידול, פגיעה במיני בר, החדרת מינים "זרים" וכד'. - דרכי התמודדות לצמצום הפגיעה במגוון הביולוגי: טכנולוגיה, חקיקה, אמנות, חינוך והסברה.	ביות, טיפוח והשבחה, חקלאות אינטנסיבית, מונו-קולטורה, הנדסה גנטית, דישון, שימור וטיוב קרקע, הדברה (כימית, ביולוגית ומשולבת), השקיה, חקלאות אורגנית. תל"ג (תוצר לאומי גולמי), רעב סמוי, תת-תזונה, דמוגרפיה. שירותי מערכת אקולוגית. הכחדת מינים, החדרת מינים, מינים בסכנת הכחדה. גרעיני רבייה, השבה לטבע (אכלוס מחדש), בנק גנים, שימור מינים.

הצעות לפעילויות

- סיור בפלנטריום להכרת מבנה היקום ומערכת השמש.
- סיור גאולוגי להכרת סוגי סלעים ותהליכים גאולוגיים.
- ניסוי: בדיקת תכונותיהן של קרקעות.
- ניסוי: גורמים המשפיעים על קצב גידול אוכלוסייה (חיידקים, סנדליות וכד').
- ניסוי: השפעת הצפיפות על התפתחות צמחים.
- ניסוי: חקר פעילותם של מפרקים בפירוק חומרים אורגניים, יצירת קומפוסט.
- ניסוי: 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.
- פעולות הסברה בנושאי איכות הסביבה בקרב חברי הקהילה (יריד, תערוכה, יום עיון וכדומה)

נושא מס' 2. משאב המים

מבוא: הבעיה הסביבתית

מים הם אחד החומרים השכיחים ביותר בטבע. הם נחוצים לקיומם ולפעילותם של כל היצורים החיים וכן בעיצוב האקלים והנוף. המים הכרחיים לקיום האדם (כ- 70% ממשקל גופו) ומשמשים את האדם 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, העלייה 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 והעלייה ברמת החיים, צריכת המים הביתית היא 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) מחריפים את הבעיה.

יש 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, חיסכון במים. תכנון וניהול נכון של משק המים בגישת הקיימות יבטיחו את איכותו ואת כמותו של משאב המים לדור הנוכחי וגם לדורות הבאים.

מטרות

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא 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 מתכלה.
- 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 והצמחים.
- ידעו מהם הגורמים המשפיעים על איכות מי הכינרת.
- יבינו את תהליך הטיהור הטבעי של נחל מזוהם.
- 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 אַמנות, חוקים ותקנות הקשורים בנושא המים.
- יכירו גופים ומוסדות שתפקידם לנהל את משק המים במדינה ולדאוג לאיכותם.

מושגי-קדם

ההנחה היא שמושגי-הקדם הנחוצים ללימוד הנושא "משאב המים" נלמדו במסגרת נושא החובה "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי" ובמסגרת מקצועות אחרים בתחומי מדעי החומר, מדעי החיים ומדעי כדור הארץ. בעת הצורך יש לחזור עליהם.

המושגים הם אלה:

משאב, משק מים, מי תהום, מחזור המים, משקעים, חלחול, לחות יחסית, אידוי, דיות, מצבי צבירה, תמיסה, ממיס אוניברסלי, קוטביות המים, לחץ מים, קיבול חום, מתח פנים, דיפוזיה, אוסמוזה, קרום בררני, דרגת הגבה (pH), חומצה, בסיס, מלח, חומר אורגני, חומר אנאורגני, אינדיקטור (חומר בוחן), חיידק, וירוס, טפיל, מפרקים.

מושגים שחובה ללמד בכל הנושאים

אמנה, חוק, תקנה, ניטור, תקן, אמצעי אכיפה, עלויות חיצוניות/עלויות פנימיות, עקרון המזהם משלם, עיקרון ההיזהרות המונעת (עיקרון ההיזהרות).

פירוט התכנים והמושגים (רמה רגילה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
משאב המים: תכונות ומאפיינים	• 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 (הכינרת, האקוויפרים, המאגרים). • מאפייני הכינרת כאחד ממקורות המים העיקריים בישראל. • מפעלי מים בישראל. • הים כמשאב.	נימיות, קוהזיה, אדהזיה. מסיסות גזים (חמצן, פחמן דו חמצני) במים נגר עילי, נגר תחת, מי גאות, אגן היקוות, מי תהום, אזור רווי, אקוויפר (אקוזה), פן בייני, מילוי חוזר, מים פוסיליים, מפלס מים. הקו האדום בכנרת פוטנציאל מים, מים זמינים, מים שפירים, מים מליחים, מים מלוחים, מים קשים, מים רכים, המוביל הארצי.
הבעיה הסביבתית: הסיבות והגורמים	• המים כמשאב מתחדש בסכנת מחסור. • המחסור במים בישראל ובאזורים שונים בעולם – פערים בין כמויות מים זמינות לבין כמויות נצרכות. • צריכת מים במדינות שונות – הקשר לרמת החיים. • צריכת מים בישראל (ביתית, תעשייתית, חקלאית).	משאב מתכלה, משאב מתחדש.

תת-נושא	תכנים	מושגים
	• זיהום מקורות המים : מי תהום, נחלים, נהרות, אגמים. • המזהמים במים : כימיים (אורגניים ואנאורגניים), ביולוגיים, פיזיקליים. • הגורמים המזהמים את המים : שפכים עירוניים, שפכים תעשייתיים, שפכים חקלאיים, אתרי פסולת לא מוסדרים, שאיבת יתר של מי תהום. • זיהום האקוויפרים בישראל, זיהום הנחלים בישראל, הגורמים המסכנים את איכות מי הכינרת. • מדדים ותקנים לאיכות מי שתייה, שיטות לבדיקת איכות מים. • זיהום הים ממקורות יבשתיים וממכליות.	מזהמי מים, כלורידים, חנקות, זרחות, דטרגנטים, דשנים, חומרי הדברה, חיידקים קוליפורמים, זיהום תרמי, מתכות כבדות, תשטוף, שפכים. שאיבת יתר. COD, BOD, עכירות, מליחות, מוליכות, ריכוז החמצן המומס במים, קשיות. מי נטל.
הבעיה הסביבתית: הנזקים לאדם ולסביבה	• השפעות של זיהום המים על חברות צמחים ובעלי חיים בבתי גידול מימיים (נחלים, נהרות, אגמים). • המחסור במים כגורם לסכסוכים בין מדינות. • נזקים בריאותיים לאדם ממים המזהמים במזהמים כימיים וביולוגיים, מים מזהמים כמקור למחלות • השלכות הזיהום בים על בתי גידול ימיים, נזקים כלכליים כתוצאה מזיהום הים : נזקים ליבולי החקלאות הימית, נזקים לתיירות, עלויות ניקוי החופים מחומרים מזהמים.	חומרים רעילים, חומרים מסרטנים, הגברה ביולוגית, פתוגניות.
דרכי התמודדות	• הגדלת פוטנציאל המים באמצעים טכנולוגיים : - הגברת משקעים. - התפלת מים - סכרים ומאגרים לאיגום מים. - טיהור שפכים ומחזור המים. • תהליך טיהור טבעי של נחל מזהם. • 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 • אמנות בין-לאומיות למניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים וימיים • חינוך והסברה : מניעת זיהום, חיסכון במים.	גרעיני התלכדות, יוני יודיד הכסף. איגום מי שיטפונות. אגן ירוק - Wetland מי-קולחין, טיפול-קדם, טיפול ראשוני, טיפול שניוני, טיפול שלישוני, הכלרה, אגני שיקוע, בוצה, מוצקים מרחפים, אגני התעכלות, אגני חמצון, סינון. פיתוח בר-קיימא, קיימות.

תת-נושא	התכנים	מושגים
משאב המים: תכונות ומאפיינים	• דרכים ואמצעים לשאיבת מי תהום. • הקשר בין מסלע ואקווifer. • הריבוד התרמי בכינרת. • תהליכים ביולוגיים באגם הכינרת (מארג המזון).	חוק הכלים השלובים, איזור בלתי רווי תרמוקלינה, אפילימניון, היפולימניון.
הבעיה הסביבתית: הסיבות והגורמים	• הקשר בין תופעת אל-ניניו ולה-ניניו לבין שינויים אקלימיים המשפיעים על כמות המשקעים ועל בתי גידול מימיים כמו שוניות האלמוגים. • השינויים העונתיים בביומסה של אגם הכינרת. • התהליכים הגורמים לאיטרופיקציה של מקווי מים. • המלחת קרקעות כתוצאה משיטות השקיה. • העקרונות הביולוגיים והכימיים בבדיקות לאיכות המים: BOD (צח"ב), COD (צח"כ). • זיהום הים התיכון. • זיהום מפרץ אילת. • נזקים בריאותיים לאדם ממים המזוהמים במזוהמים כימיים וביולוגיים, מים מזוהמים כמקור למחלות כגון: דיזנטריה, כולרה, טיפוס, קדחת, כחלת, סוגי סרטן.	אל-ניניו, לה-ניניו, הלבנת אלמוגים. פריחת אצות. אנאירובי, אירובי, איטר ופיקציה (eutrophication).
דרכי התמודדות	• הגברת משקעים (גשם מלאכותי). • התפלת מים בשיטות שונות הקפאה (שיטת זרחין), אוסמוזה הפוכה, זיקוק, הפרדה חשמלית • 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, ייעול השימוש במים, הגופים המוסדיים הקשורים בניהול משק המים בישראל ובשמירה על איכותם. • 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.	גרעיני התלכדות, יוני יודיד הכסף. אלקטרו-דיאליזה, אוסמוזה הפוכה, אידיוי בפריצה. בוצה משופעלת, מרבגים, ספיקת שפכים, ספיחה, אגני-טיהור (wetlands). הקצאת מים, תעלות ניקוז, פילוס הקרקע, הפלרת מי שתייה, היצע וביקוש, רשות המים (במקום נציבות המים). אמנת מרפול ואמנת ברצלונה

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 חומר על הנושא המים מקטעי עיתונות כתובה או מרשת האינטרנט.
- פעילות במעבדה תוך 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.

נושא מס' 3. משאב האוויר

מבוא: הבעיה הסביבתית

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.

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.
- 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, גשם חומצי).
- יכירו את מגוון הדרכים והאמצעים בתחומים שונים (טכנולוגיה, חקיקה, ניהול סביבתי, חינוך והסברה) להתמודדות עם זיהום האוויר ונזקיו.

מושגי-קדם

ההנחה היא שמושגי-הקדם הנחוצים ללימוד הנושא "משאב האוויר" נלמדו במסגרת נושא החובה "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי" ובמסגרת מקצועות אחרים בתחומי מדעי החומר, מדעי החיים ומדעי כדור הארץ. בשעת הצורך יש לחזור עליהם. המושגים הם אלה:

יסוד, מולקולה, תרכובת, תערובת, חומר אורגני, חומר אנאורגני, חומצה, תחמוצת, דרגת הגבה (pH), חמצון, חיזור, אנרגיה (מקורות, סוגים, המרות), פעפוע (דיפוזיה), אוויר, אקלים, לחות, משקעים, טמפרטורה, רוחות, קרינה (בליעה, החזרה, פליטה), מזג אוויר, טופוגרפיה, מחזורי חומרים, נשימה (חמצנית אל-חמצנית), מערכת נשימה, קנה, סימפונות, ריאות, נאדיות, המוגלובין, פוטוסינתזה, פירוק ביולוגי, חיידקים, מפרקים.

מושגים שחובה ללמד בכל הנושאים

אמנה, חוק, תקנה, ניטור, תקן, אמצעי אכיפה, עלויות חיצוניות/עלויות פנימיות, עקרון המזהם משלם, עיקרון ההיזהרות המונעת (עיקרון ההיזהרות).

פירוט התכנים והמושגים (רמה רגילה)

תת-נושא	התכנים	המושגים
משאב האוויר: הרכב וחשיבות	- הרכב האוויר באטמוספירה של כדור הארץ, מקור החומרים שבאוויר. - חשיבות חומרים שבאוויר לקיומם של החיים (נשימה, פוטוסינתזה) ושל תהליכים בסביבה הדוממת (עיצוב הנוף והאקלים).	אטמוספירה
הגורמים לבעיה הסביבתית	- גורמים עיקריים לזיהום האוויר בסביבה החיצונית ובבתים: גורמים טבעיים (הרי געש, סופות חול, גרגירי אבקה), גורמים תוצר האדם (מפעלים, תחנות חשמל, כלי רכב, אתרי פסולת, מחצבות, הסקה ביתית, בישול, עישון). - מזהמי אוויר נפוצים ומקומות היווצרותם: תחמוצות פחמן (CO, CO_2), תחמוצות גפרית (SO_2, SO_3), תחמוצות חנקן (NO, NO_2, N_2O) מתן, כלורו-פלורו-קרבוני (CFC), חלקיקים מוצקים; אבק, גרגירי אבקה, עטרן, עופרת, אוזון. - הקשר בין תנאי מזג אוויר (רוחות, טמפרטורה, משקעים, טופוגרפיה) ובין רמת זיהום האוויר.	דלק מחצבי (פוסילי), זיהום אוויר, חלקיקים מוצקים, עישון פסיבי, עשפל, שרפה. אטמוספירה יציבה, אטמוספירה בלתי יציבה.
הנזקים לאדם ולסביבה	- תחלואה ותמותה באדם - הגשם החומצי: ברמת התופעה - דלדול שכבת האוזון הסטרטוספרי, ההשפעות על מערכות החיים על פני כדור הארץ. - התחממות האטמוספירה (התגברות אפקט החממה), ההשלכות על מערכות שונות על פני כדור הארץ.	גשם חומצי. "חור באוזון", קרינת UV (על-סגולה). אפקט (תוצא) חממה, גזי חממה, קרינת IR (תת-אדומה).
דרכי התמודדות	- הדרכים העיקריות להפחתת זיהום האוויר: - אמצעים טכנולוגיים כגון: מסננים בארובות, ממיר קטליטי במנוע הרכב, דלקים דלי-גופרית, תחליפים לכלורו-פלואורו-קרבוני. - אמצעי ניטור: מה בודקים והיכן? - חוקים ותקנות - תכנון וניהול - אמצעים והסכמים בינלאומיים: הגבלת הפליטה של גזי חממה, הגבלה ומניעה של שימוש בחומרים הפוגעים בשכבת האוזון. - חינוך והסברה כגון: עידוד לחיסכון באנרגיה, שימוש בתחבורה ציבורית, שימוש בתרסיסים המכילים תחליפים לחומרים הפוגעים בשכבת האוזון.	ניטור, ממיר קטליטי, סמן ביולוגי (אינדיקטור).

פירוט התכנים והמושגים (רמה מוגברת)

תת-נושא	תכנים	מושגים
הרכב משאב האוויר	- השתנות הרכב האטמוספירה של כדור הארץ מאז היווצרותו. - השתנות הרכב האוויר בשכבות השונות של האטמוספירה - השינויים בלחץ האוויר ובטמפרטורה עם העלייה בגובה בשכבות האטמוספירה.	טרופוספירה, מזוספירה, סטרטוספירה, תרמוספירה, יונוספירה. מפל טמפרטורה.
הגורמים לבעיה הסביבתית	- הבחנה בין מזהם ראשוני ומזהם משני. - מזהמים שונים: תרכובות אורגניות נדיפות (VOC); פחמימנים, מחמצנים - התהליכים הכימיים והפיזיקליים הגורמים לזיהום האוויר: שרפה, פירוק ביולוגי, תהליכים פוטוכימיים, התנדפות. - הקשר בין הרכב דלקים (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.	מזהמים ראשוניים, מזהמים משניים, תרכובות אורגניות נדיפות, חומרים מחמצנים, אוזון ערפיח (עשפל) פוטוכימי, ערפיח (עשפל) תעשייתי, שרפה שלמה, שרפה בלתי שלמה, תהליך פוטוכימי. פלומה אינוורסיית רום, אינוורסיית קרקע. מדינה מפותחת, מדינה מתפתחת.
הנזקים לאדם ולסביבה	- הבנת התהליכים הכימיים, הפיזיקליים, הביולוגיים והחברתיים הקשורים לנזקי זיהום האוויר: - השפעת מזהמים (כגון: חד-תחמוצת הפחמן, עופרת, אוזון, גרגירי אבק) על מערכות בגוף האדם, נזקים בריאותיים אקוטיים וכרוניים. - תחלואה ותמותה באדם: מחלות בדרכי הנשימה, הרעלות כתוצאה משאיפה של גזים רעילים (כגון: חד-תחמוצת הפחמן, כלור, נגזרות ארסן). - היווצרות הגשם החומצי והשפעת החומציות על תהליכים בצמחים ועל מערכות אקולוגיות ביבשה ובמים. - נזקים לצמחייה, לבע"ח, לחומרים, מבנים, אתרים היסטוריים, עלויות חברתיות כתוצאה מהנזקים - תהליכי חמצון וקורוזיה. - פירוק האוזון הסטרטוספרי על ידי הלונים וכלורו-פלואורו-קרבונים. - קרינת UV והשפעותיה המזיקות על מערכות חיים. - המודלים המוצעים להסבר פעולתם של גזי החממה בהגברת אפקט החממה והתחממות כדור הארץ. - עלויות כלכליות הנובעות מנזקי זיהום האוויר, כגון הוצאות בריאותיות, אבדן ימי עבודה, פגיעה בדגה ובגידולים חקלאיים, נזק למבנים ולחומרים.	קורוזיה.

מסננים, קולטנים. אמנת קיוטו, אמנת ברצלונה	• הכרה והבנה של העקרונות, התהליכים ודרכי הפעולה להפחתת זיהום האוויר : - אמצעים טכנולוגיים : הכרת עקרונות פעולה של אמצעים טכנולוגיים להפחתת הזיהום (כגון : מסננים, קולטנים, ממיר קטליטי), השוואה בין חלופות שונות, לדוגמה השוואה בין מנועים שונים (מימן, חשמל, גז). - חוקים ותקנות : השלכות כלכליות-חברתיות, התקינה בנושא מזהמי אוויר, אמצעי הבקרה והאכיפה. - תכנון וניהול : השיקולים השונים בתכנון פרויקטים בעלי השלכות על איכות האוויר (לדוגמה בתחום התחבורה), תסקירי השפעה על הסביבה, מסחר ברישיונות זיהום. - אִמְנוֹת והסכמים : ההבחנות בין מדינות מפותחות ומדינות מתפתחות בעת חיבור אמנות והסכמים בין-לאומיים. - 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).	דרכי התמודדות
---	--	-----------------------------

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.
- שימוש בחזזיות כאינדיקטורים ביולוגיים לזיהום אוויר.
- סיורים בתחנת ניטור, בתחנת חשמל, במפעל המשלב טכנולוגיות לצמצום הזיהום, במכון לרישוי רכב.

נושא מס' 4. פסולת מוצקה

מבוא: הבעיה הסביבתית

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. לגבי 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* ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות סביבה הקשורות לפסולת מוצקה ובקבלת החלטות. התלמידים:
- ידעו מהם הגורמים להיווצרות בעיית הפסולת המוצקה והקשר 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 וידעו מהם האמצעים לטיפול בפסולת מוצקה לצמצום הנזק הסביבתי ומהם היתרונות והחסרונות של כל אמצעי.
 - 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.

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

מושגי-קדם

ההנחה היא שמושגי-הקדם הנחוצים ללימוד הנושא "פסולת מוצקה" נלמדו במסגרת נושא החובה "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי", או במסגרת מקצועות אחרים בתחומי מדעי החומר ומדעי החיים. בשעת הצורך יש לחזור וללמד.

המושגים הם אלה:

חומר אורגני, חומר אנאורגני, משאב, קרקע, סוגי אנרגיה, גלגלי אנרגיה (מעברי אנרגיה), אנזים, חיידק, פטרייה, מפרקים, פירוק ביולוגי, מינרלים, חומרי גלם, זיהום, גידול אוכלוסייה.

מושגים שחובה ללמד בכל הנושאים

אמנה, חוק, תקנה, ניטור, תקן, אמצעי אכיפה, עלויות חיצוניות/עלויות פנימיות, עקרון המזהם משלם, עיקרון ההיזהרות המונעת (עיקרון ההיזהרות).

פירוט התכנים והמושגים (רמה רגילה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
הפסולת המוצקה והבעיה הסביבתית	- מהי פסולת מוצקה? הצגת הבעיה הסביבתית. - סוגי הפסולת ומקורותיהם: ביתית, עירונית, חקלאית, תעשייתית, רפואית, בניין. - הקשר בין גידול אוכלוסייה, צריכת חומרי גלם ובעיית הפסולת המוצקה. - הפסולת כמאגר חומרים הניתנים לניצול; השימוש בהם מקטין את קצב הדלדול של משאבי טבע מתכלים. - מרכיבים שונים בפסולת לסוגיה, מרכיבים העוברים תהליכי פירוק ומרכיבים שאינם מתפרקים או שמתפרקים באטיות רבה.	פסולת מוצקה, משקל רטוב /יבש, רעילות, חומרים מסוכנים, דשנים, חומרי הדברה, חומרי ניקוי (דטרגנטים), חומרים סינטטיים, משאב מתכלה.
הנזקים לאדם ולסביבה	- הצטברות כמויות פסולת, מצוקת האחסון, הקשר למשאב הקרקע המתדלדל. - ערמות הפסולת כמקור למטרדי ריח, לפגיעה נופית, לזיהום אוויר (פליטת גזים, סכנת התלקחות, עשן), לזיהום הקרקע ומי התהום, לפגיעה בבריאות האדם (גורמי מחלות), לפגיעה כלכלית (ירידת ערך הקרקע), לסכנות בטיחותיות בטיסה.	מפגע סביבתי, מטרד, בריאות הציבור, תשטוף, גז מתאן, אתר פסולת לא מוסדר (מזבלה פתוחה).
דרכי התמודדות	- דרכים לטיפול בפסולת: - הטמנה בקרקע במטמנות סניטריות, דרכי איסוף, אצירה ומיון פסולת, תופעת ה-NIMBY, תהליכי הפירוק במטמנות, ניצול גז המתאן, הצורך בשיקום אתרי פסולת לאחר סגירתם. - ניצול מרכיבים בפסולת להפקת אנרגיה: שרפה מבוקרת של מרכיבים בפסולת. - דרכים לצמצום כמות הפסולת: - שימוש חוזר במוצרים. - מחזור חומרים בפסולת, תעשיות המחזור להפקת חומרי גלם, תהליך הקומפוסטציה, הפחתת הפסולת במקור בעת תהליך הייצור (הפחתה בכמות החומרים במוצר ובאריזה, חיי מדף)	הטמנה סניטרית, אתר פסולת מוסדר, אס"פ, הפרדה במקור, NIMBY, תחנת מעבר, שינוע פסולת, מיון פסולת. שרפה מבוקרת. קומפוסטציה טיפול משולב, ארבעת ה-R : Reuse (שימוש חוזר), Recycle (מחזור), Recovery

תת-נושא	תכנים	מושגים
	ארוכים). - טיפול משולב – טיפול בפסולת בכמה דרכים על פי שיקולים סביבתיים, כלכליים וחברתיים במגמה לחסוך בניצול חומרי גלם ראשוניים ולהפחית את כמויות הפסולת המוטמנות בקרקע. • יתרונות וחסרונות של דרכים לצמצום הפסולת. • חקיקה ואכיפה	(התמרה), Reduce (הפחתה). הפחתה במקור פלסטיק מתכלה הומוס

פירוט התכנים והמושגים (רמה מוגברת)

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. • כמויות ומרכיבים בפסולת של אוכלוסיות שונות ומדינות שונות, מפותחות ומתפתחות.	רעילות, דליקות, נפיצות, רדיואקטיביות, קורוזיה, חמצון, מתכות כבדות. חברת שפע, מדינה מפותחת, מדינה מתפתחת.
דרכי התמודדות	• מערכת השיקולים בהחלטה על מיקומו של אתר להטמנת פסולת בכלל ופסולת מסוכנת בפרט: טופוגרפיים, אקלימיים, נופיים, הידרולוגיים, חברתיים, כלכליים. • תכנית המתאר תמ"א 16 למיקום אתרי הטמנה מוסדרים, • הבסיס המדעי בטכנולוגיות מחזור, כגון מחזור נייר, פלסטיק, זכוכית, מתכות. • תהליך הקומפוסטציה • הבסיס המדעי בטכנולוגיות להתמרת פסולת לאנרגיה: ייצור חומרי דלק מוצקים, נוזליים וגזיים. • אמצעים טכנולוגיים (כימיים, פיזיקליים וביוטכנולוגיים) לטיפול בפסולת מסוכנת. • היבטים כלכליים הקשורים לדרכי הטיפול בפסולת המוצקה. • נוהלי בטיחות לגבי טיפול, אריזה, אחסון ושינוע של חומרים מסוכנים. • חקיקה: חוקים ותקנות בנושא הפסולת המוצקה כולל הפסולת המסוכנת (חוק רישוי עסקים, חוק חומרים מסוכנים). • מגמות בניהול הפסולת המוצקה בישראל. • המחזור בישראל בהשוואה למדינות מפותחות. • חקיקה ואכיפה: חוק המחזור, חוק הפיקדון.	פירוליזה, ביוגז, דלק מוצק, ערך היסק (rdf). קומפוסטציה, שלב מזופילי, שלב תרמופילי, שלב הקירור. איוד, שיקוע, עיקור, חיטוי, ניטרול כימי, יחס חנקן-פחמן, סתירה, שרפה מבוקרת, סולקנים, עלות-תועלת.

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, חקיקה וכדומה הקשורים לבעיית הפסולת המוצקה.
- מפגשים עם משפטנים, אנשי תכנון וכלכלה הקשורים לנושא הפסולת המוצקה.
- ביקורים במפעלי מחזור, באתר פסולת מוסדר.
- ייצור קומפוסט מפסולת, בדיקת משתנים בתהליך הקומפוסטציה.
- משחק תפקידים: דיון בוועדת תכנון להקמת אתר הטמנה באזור. בוועדה תהיה נציגות של משרדי ממשלה, גוף תכנון, תושבי האזור, הרשויות המקומיות, ארגונים "ירוקים".

נושא מס' 5. רעש וקרינה

מבוא: הבעיה הסביבתית

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 לפגוע בשמיעה. הקרינה, כמו הקול, היא סוג של אנרגיה 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 ברמות הלימוד הרגילה והמוגברת:

- יכירו דרכי מדידה של קולות ורעשים ויתנסו בהן.
- יבינו מהו קול ומהו רעש ומה ההבדל ביניהם.
- יכירו את מקורות הרעש בסביבה.
- יבינו את ההשפעות של הרעש על האדם ועל יצורים בסביבה.
- יכירו אמצעים ודרכים להפחתת הרעש ונזקיו.

התלמידים ברמת הלימוד המוגברת:

- יכירו את סוגי הקרינה והשפעתם על הסביבה.
- ידעו מהי קרינה: סוגים, מאפיינים, דרכי מדידה.
- יכירו מקורות קרינה טבעיים ומלאכותיים.
- יכירו את שימושי הקרינות המיננות והבלתי מייננות בתחומים שונים.
- יבינו את נזקי הקרינה לאדם וליצורים חיים.
- יכירו אמצעים ודרכי התמודדות עם בעיות הקשורות לקרינות מסוגים שונים.

מושגי-קדם

ההנחה היא שמושגי-הקדם הנחוצים ללימוד הנושא "רעש וקרינה" נלמדו במסגרת נושא החובה "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי" ובמסגרת מקצועות אחרים בתחומי מדעי החומר ומדעי החיים. בשעת הצורך יש לחזור עליהם.

המושגים הם אלה :

סוגי אנרגיה, גלגולי אנרגיה (מעברי אנרגיה).

בנושא קרינה (לרמה המוגברת) : יסוד, אטום, אלקטרון, פרוטון, יון, חומצות גרעין, כרומוזום.

מושגים שחובה ללמוד בכל הנושאים

אמנה, חוק, תקנה, ניטור, תקן, אמצעי אכיפה, עלויות חיצוניות/עלויות פנימיות, עקרון המזהם משלם, עיקרון ההיזהרות המונעת (עיקרון ההיזהרות).

פירוט התכנים והמושגים (רמה רגילה)

תת-נושא	תכנים	מושגים
מאפייני הקול והרעש	• ההגדרה הפיזיקלית של הקול כצורה של אנרגיה. • כיצד נוצרים קולות. • התנועה של הקול (תיאור התנועה הגלית של הקול ברמה איכותית). • קולות שונים, טבעיים ומלאכותיים. • הרעש כמושג סובייקטיבי. • מדידות רעש, יחידות רעש. • מקורות רעש : תחבורה יבשתית ואווירית, תעשייה, מקומות בילוי, בינוי ופיתוח, פעילות היחיד (מזגנים, מערכות אזעקה, מוזיקה וכד'), חיות משק (לולים, רפתות). • מדידת השמיעה, טווחי שמיעה.	קול, גלי קול (אורך, מהירות תדירות), טון, צליל, עוצמת קול, תווך, בס, סופרן. רעש, עוצמת רעש, בליעה, מד-רעש, דציבל (A) db. סף שמיעה, סף כאב, מד-שמע.
נזקי הרעש	• הרעש כמפגע סביבתי : הנזקים הפיזיולוגיים לשמיעת האדם, ההשפעות על בעלי חיים במשק החקלאי ובסביבה הטבעית. • הרעש כמטרד סביבתי : הפרעות בתפקוד, פגיעה באיכות החיים.	מפגע, מטרד, הסט שמיעה (זמני/קבוע), טראומה אקוסטית, נזק הפיך, נזק בלתי הפיך, פרסביקוסיס (presbycusis).
דרכי התמודדות	• תכנון וניהול : חוקים ותקנות, חקיקה ארצית, חוקי עזר עירוניים, מיפוי מקורות רעש, ניטור, הכללת הנושא בתכניות 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, הגנה אקוסטית (סיכוד), ניטור, איטום, בידוד, אספלט שקט, חוק, תקנה. סקר סוציאקוסטי

פירוט התכנים והמושגים (רמה מוגברת)

תת-נושא	תכנים	מושגים
מאפייני הקול והרעש	- 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). - מבנה האוזן באדם (חלקי האוזן החיצונית והפנימית ותפקידם). - תהליך השמיעה, מקליטת הגירוי ועד התגובה.	הרץ, נומוגרף. אוזן חיצונית (אפרכסת, עור-תוף), אוזן תיכונה (עצמות השמע: פטיש, סדן, ארכובה), אוזן פנימית (שבלול, איבר קורטי, עצב-שמע, מרכז השמע.
מאפייני הקרינה	- מהי קרינה, סוגי קרינה, קרינה אלקטרומגנטית, קרינה מייננת, קרינה בלתי מייננת, קרינה רדיואקטיבית. - התנועה הגלית של הקרינה האלקטרומגנטית. - מדידת הקרינה, יחידות קרינה. - מקורות הקרינה הטבעיים והמלאכותיים. - שימושי הקרינה בתחומי התקשורת, התעשייה, האנרגיה, הרפואה, המזון. - יתרונות וחסרונות של כורים גרעיניים	ספקטרום אלקטרומגנטי, קרינת X, קרינת UV, קרינה תת-אדומה (IR), גלי מיקרו, גלי רדיו, קרינה רדיואקטיבית (אלפא, ביתא, גאמא), רדיואיזוטופ. גל אלקטרומגנטי, (אורך, תדירות, מהירות), שדה אלקטרומגנטי, בליעה. דוזומטריה, מנת קרינה, רנטגן (roentgen), קירי, בקרל (bequerel). רדון, אפר פחם. מכון אודיומטרי.
השפעות הרעש	- הקשר בין תדירות קולות ובין נזקים לשמיעה. - השפעות הרעש על בריאות האדם ועל בעלי חיים, ניתוח מחקרים וסקרים בארץ ובעולם בנושא השפעות הרעש. - השתנות סף השמיעה עם הגיל ובחשיפה לרעש.	

תת-נושא	תכנים	מושגים
נזקי הקרינה	- הסכנות לרקמות ולתאים הנחשפים לסוגי קרינה שונים (מייננת ובלתי מייננת). - הקשר בין חשיפה לקרינה ומחלות עור וסרטן. - נתונים מאסונות גרעיניים (הירשימה, צ'רנוביל).	מוטציה, רדיקל חופשי.
דרכי התמודדות: רעש קרינה	- עקרונות פיזיקליים, כימיים וביולוגיים המיושמים בטכנולוגיות להקטנת הרעש. - נושא הרעש בחקיקה ובתקינה במישור הארצי ובחוקי העזר העירוניים. - שיקולים כלכליים, חברתיים, אסתטיים ואחרים בתהליך אימוץ פתרונות לבעיית הרעש. - חקיקה כגון: "חוק כנוביץ", חוק למניעת מפגעים, חוק רישוי עסקים, - חוקים ותקנות בנושא פיקוח ובקרה על פליטת קרינה ממכשירים ומחומרים. - אמצעי מיגון בפני קרינות מסוגים שונים (UV, קרני X, קרינה רדיואקטיבית, קרינת מיקרו). - חינוך והסברה בנושא הימנעות מחשיפה לקרינה.	

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).
- 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 ובעלי 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 דרכים 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.

נושא מס' 6. תכנון וניהול סביבתי

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 וניהול 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 וניהול 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 והליכי 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.

מושגי-קדם

מושגי-הקדם הנחוצים ללימוד הנושא "תכנון וניהול סביבתי" הם מושגי-הקדם ומושגי היסוד הקשורים לנושא החובה "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי" (עמ' 16).

מושגים שחובה ללמד בכל הנושאים

אמנה, חוק, תקנה, ניטור, תקן, אמצעי אכיפה, עלויות חיצוניות/עלויות פנימיות, עקרון המזהם משלם, עיקרון ההיזהרות המונעת (עיקרון ההיזהרות).
פירוט התכנים והמושגים (רמה רגילה)

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-Malthusians), תאוריית גאיה (Gaia), המשבר הסביבתי כרקע להתפתחותן של גישות שונות ביחס לעקרונות המדיניות הסביבתית והצורך בתכנון וניהול סביבתי.	עקום גידול, סקלה לוגריתמית, "התפוצצות אוכלוסין", קיימות, משבר סביבתי, תרבות צריכה.
העיר כמערכת אקולוגית אנושית: מאפיינים ובעיות	- מאפייני העיר ותפקודי עיר מתוכננת ועיר צומחת, מיקום עיר, סיבות להיווצרות "מוקד צמיחה" של עיר בנקודה מסוימת. - 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 גר עילי, צפיפות.	מוקד צמיחה, עיור דמוגרפי, עיור תרבותי. גלעין היסטורי, מע"ר (מרכז עסקים ראשי), אזורי מגורים, מסחר, שירותים, תעשייה, מלאכה, ריאות ירוקות, הינטרלנד (עורף כלכלי), שימושי קרקע. מערכת סגורה, מערכת פתוחה, כיפת אבק, אי-חום, זיהום תרמי.
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, משרדי ממשלה, גופים וארגונים סביבתיים הקשורים למשרדי הממשלה (רשות שמורות הטבע והגנים הלאומיים, החברה להגנת הטבע, קק"ל). - הליכי תכנון: הכנת תכניות-אב בנושאים ספציפיים (כגון: תחבורה, תכנית-אב ישראל 2020), הכנת תכניות מתאר ארציות, מחוזיות או מקומיות.	רגישות סביבתית (נופית), שימור המגוון הביולוגי, פיזור דמוגרפי, שטחים פתוחים, אחוזי בנייה. בנייה צמודת קרקע פיתוח בר-קיימא, קיימות. "עיר גנים", "בנייה ירוקה", בנייה רוויה, בנייה לגובה. שמורת טבע, גן (פארק) לאומי, אתר לאומי, שמורה ביוספרית. תכנית אב (פרוגרמה), תכנית מתאר,

תת-נושא	תכנים	מושגים
	- הליכי האישור של תכניות 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 עמותת "אדם טבע ודין", גרינפיס) בתהליכי אישור תכניות פיתוח. - תהליך הכרזה על שמורת טבע. - חקיקה	תכנית מפורטת, תב"ע (תוכנית בניין עיר), תמ"א (תכנית מתאר ארצית). הפקדה, פרסום, התנגדות, ערר, חלופות תכנון, גופים "ירוקים" שאינם ממשלתיים (N.G.O). המשרד להגנת הסביבה (אכ"א איכות הסביבה כפי שהיה בעבר) רשות הטבע והגנים (אכ"ר) רשות שמורות הטבע והגנים (אכ"ר) והאגף הארצי (אכ"ר) שהיה בעבר

פירוט התכנים והמושגים (רמה מוגברת)

תת-נושא	תכנים	מושגים
יחסי אדם - סביבה	- המשבר הסביבתי והתפתחות המודעות הסביבתית. - דוגמאות לאירועים המהווים ציוני דרך בתחום איכות הסביבה: - פרסום הספר "האביב הדומם" מאת רחל קרסון (1963). - ועידת האו"ם הראשונה לאיכות הסביבה בשטוקהולם (1972). - ועידת ברצלונה להגנה על הים התיכון (1976). - אסון צ'רנוביל – זיהום רדיואקטיבי מתחת חשמל גרעינית באוקריינה (1986). - אמנת מונטריאול להגנה על שכבת האוזון (1987). - אסון המכלית ולדז – זיהום חופי אלסקה בנפט גולמי (1989). - ועידת פסגת כדור הארץ בריו-דה-ז'ניירו (1992). - אמנת קיוטו להפחתת הפליטה של גזי החממה (1997). - ועידת יוהנסבורג, ריו +10 (2002).	
העיר כמערכת אקולוגית: אנושית: מאפיינים ובעיות	- שלבים בהתפתחות עיר במדינות מתפתחות ובמדינות מפותחות. - 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.	שלב התחלתי, שלב האצה, שלב סופי. יוםמות, אגלומרציה (שרשר), פרבור, זחילה פרברית, אגד ערים, מטרופוליס, מגלופוליס, נסועה, גודש תחבורה. אינברסיה עירונית

סחר ברישיונות זיהום אכיפה	• 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 תכנית-אב "ישראל 2020", עקרונות ומאפיינים של תכניות 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. • חקיקה : חוק שמורות טבע, חוק התכנון והבנייה, חוק רישוי עסקים	תכנון וניהול סביבתי : דילמות, עקרונות, מוסדות, הליכים
---------------------------------	---	--

הצעות לפעילויות

- הדמיות, משחקי תפקידים ודיונים בנושאי תכנון סביבתי מקומיים, מחוזיים וארציים, 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.

נושא מס' 7. אתיקה וסביבה

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, מגוון המינים, המערכות האקולוגיות והביוספירה 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 של בעל חיים או צמח ו"טובתה" של המערכת האקולוגית? מהם ההיבטים האתיים לפעולות האדם, כגון זיהום האוויר, הנדסה גנטית, בירוא יערות ושימוש באנרגיה גרעינית? ההתייחסויות האתיות לשאלות כגון אלה מבטאות גישות שונות אצל העוסקים בתחום האתיקה הסביבתית.

מטרות

התלמידים יכירו ויבינו מושגים, רעיונות וגישות באתיקה סביבתית ויוכלו ליישם בעת דיון בנושאים סביבתיים וקבלת 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.

מושגי-קדם

מושגי-הקדם הנחוצים ללימוד הנושא "אתיקה וסביבה" הם מושגי-הקדם ומושגי היסוד הקשורים לנושא החובה "מערכות אקולוגיות ומגוון ביולוגי" (עמ' 16). אמנה, חוק, תקנה, ניטור, תקן, אמצעי אכיפה, עלויות חיצוניות/עלויות פנימיות, עקרון המזהם משלם, עיקרון ההיזהרות המונעת (עיקרון ההיזהרות).

פירוט התכנים והמושגים (רמה מוגברת)

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 הקוד הוא תולדה ובהקשר של תרבות? - נקודות ציון בהתפתחות התחום של אתיקה סביבתית, הקשר למשבר הסביבתי שהחל במחצית השנייה של המאה ה-20.	אתיקה, ערך, מוסר, זכויות, שוויון, צדק, חובות, קוד אתי, מוניזם, פלורליזם, המשבר הסביבתי, "הטרגדיה של המרעה המשותף". טביעת רגל אקולוגית דילמה, דילמה סביבתית ערך פנימי, ערך שימוש
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 והביוספרה, תאוריית הגאיה (Gaia), הגישה הרומנטית – אקולוגיה עמוקה (Deep Ecology). גישה אנתרופוצנטרית, גישה ביוצנטרית, גישה אקוצנטרית, גישה הוליסטית. - הגישות המשלבות בין האנתרופוצנטריות והביוצנטריות: סינרגיזם – כיבוד זכויות האדם והטבע לתועלת כולם, פרגמטיזם סביבתי, אקולוגיה חברתית ואקופמיניזם.	אנתרופוצנטריות, ביוצנטריות, אקוצנטריות, זכויות אדם, קורנוקופיה (Cornucopism), תאוריית גאיה (Gaia), הוליוזם, אקטיביזם, אקולוגיה עמוקה (Deep Ecology), סינרגיזם, פרגמטיזם, מגדר, אקופמיניזם, אקולוגיה חברתית, אנתרופוצנטרי, ביוצנטרי, אקוצנטרי, הוליסטי.
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, קיימות, פיתוח בר-קיימא, טביעת רגל אקולוגית, שירותי הטבע, צדק סביבתי, צדק חברתי (תוך-דורי ובין-דורי), שיקום סביבה, עקרון ההיזהרות, הפרטה
דת, תרבות ויחסי אדם-סביבה	יחסי אדם-סביבה כפי שהם באים לידי ביטוי במקורות הדת (היהודית או הנוצרית או המוסלמית) ובאמונות ובנרטיבים של מבחר עמים, שבטים ותרבויות.	

הצעות לפעילויות

- הדמיות, משחקי תפקידים, משפט ציבורי בנושאים סביבתיים במטרה להדגיש את הדילמות האתיות תוך ייצוג האסכולות והגישות השונות באתיקה הסביבתית.
- שיתוף הורים, מומחים, נציגי ציבור, ארגונים סביבתיים ושלטון מקומי בדיונים עם 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"אפקט החממה".
- השתתפות תלמידים, מורים והורים בפעילויות של ארגונים סביבתיים.

הערכה

הערכה תלויה את מהלך ההוראה והלמידה כפעולה מתמשכת, המשקפת את מטרות התכנית ויעדיה. בחינת הבגרות היא רק מרכיב אחד בפעולת ההערכה, המסכמת את לימוד היחידות השונות בתכנית הלימודים. הבחינה כוללת דרכי הערכה שונות.*

בחינה עיונית: הבחינה העיונית תבדוק ידע והבנה של עקרונות, תהליכים ומושגים המוצגים במפרט התכנים, וכן שליטה במיומנויות חשיבה ולמידה בהלימה למטרות התכנית. הבחינות העיוניות תהיינה בשתי רמות: בחינה ברמה רגילה על שתי יחידות הלימוד "מושגים ועקרונות", ובחינה ברמה מוגברת על יחידת ה"התמחות".

בחינה בעל-פה ועבודת סיכום: בסיומה של עבודת החקר ביחידת האקוטופ, תתקיים שיחה בין התלמיד לבין בוחן חיצוני, שבמהלכה יוצגו מטרות העבודה המעשית, דרכי הביצוע, הממצאים והמסקנות ויידונו הקשרים לתופעות ותהליכים בסביבה. הבוחן יעריך על פי קריטריונים ומחווניים את העבודה המעשית, את הידע של התלמיד ואת עבודת הסיכום הכתובה (על האקוטופ, ראו עמ' 13). **תלקיט:** ישקף את תהליך הלמידה על שלוש סביבות במסגרת היחידה השלישית "הסדנה הסביבתית". הערכת תהליך הלמידה והתלקיט תעשה על ידי המורה על פי קריטריונים ומחווניים (על הסדנה הסביבתית והתלקיט ראו עמ' 13 ועמ' 46).

פרטים על בחינות הבגרות מתפרסמים מעת לעת בחוזרי הפיקוח על הוראת מדעי הסביבה.

* על מטרות הערכה ושיטות הערכה, ראו חלק ג' "דרכי הערכה ומשוב", עמ' 47.