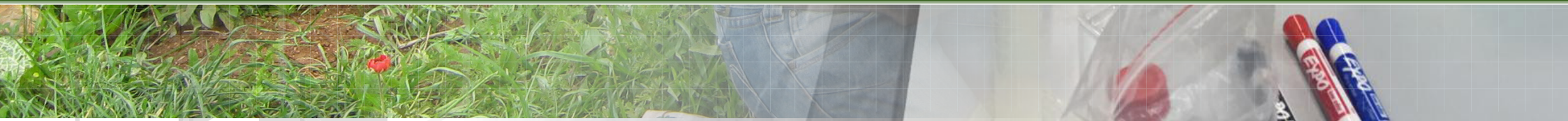




תוכנית הלימודים בביולוגיה לכיתות י-י"ב

ירושלים

תוכנית הלימודים במסמך זה היא מהדורה מותאמת של תוכנית הלימודים בביולוגיה משנת 2010 על פי ההנחיות של חוזר מנכ"ל 3.1-47, העוסק ב"תוכנית הלאומית ללמידה משמעותית". התוכנית מיועדת לתלמידים שבחרו להתמחות בביולוגיה בהיקף של 5 יחידות לימוד לבגרות.



תוכן העניינים

א. מבוא

4	התפיסה הרעיונית.....
5	רעיונות מרכזיים ומושגי יסוד בביולוגיה.....
6	היבטים ערכיים של הוראת הביולוגיה.....
7	פיתוח אסטרטגיות חשיבה ולמידה.....
9	מטרות התוכנית.....
14	סביבות למידה.....
15	דרכי הערכה ומשוב.....
15	עבודה מעשית.....
16	מסגרת התוכנית.....

ב. מפרט התכנים

18	1.1. נושאי חובה.....
18	א. גוף האדם בדגש הומאוסטזיס.....
28	ב. התא - מבנה ופעילות.....
37	ג. אקולוגיה.....
45	2.2. נושאי העמקה.....
45	ד. בקרה על ביטוי גנים והנדסה גנטית.....
50	ה. פיזיולוגיה השוואתית בהיבט התפתחותי: מחד-תאים ליונקים.....
54	ו. חיידיקים וגניפים בגוף האדם.....

חברי ועדת התוכנית מהדורת 2006

פרופ' צבי זקס ז"ל -	המחלקה לבוטניקה, המכון למדעי החיים, האוניברסיטה העברית בירושלים - יו"ר ועדת התוכנית
ד"ר נעה אבולעפיה -	מפקחת תכנים ותוכניות לימודים בביולוגיה, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים - מרכזת ועדת התוכנית
אורה כהנא -	מפקחת תכנים ותוכניות לימודים במדעי החיים והחקלאות, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים - מרכזת ועדת התוכנית
רות מנדלוביץ -	מפקחת מרכזת על הוראת הביולוגיה
ישראל ויסנשטרן -	מפקח מרכז על הוראת מדעי החיים והחקלאות
שלומית דביר -	מדריכה ארצית למדעי החיים והחקלאות ומורה באולפנת להב"ה בקדומים
יעל להמן -	מדריכה לביולוגיה במנח"י ומורה בבית הספר התיכון בויאר בירושלים
אביבה מרקס -	מפקחת על הוראת מדעי החיים והחקלאות
דבורה שפירא -	מדריכה ארצית לביולוגיה ומורה בבית הספר פלך בירושלים
קריאה והערות	
נאוה סגן -	מנהלת האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים (עד מרץ 2008)
ד"ר צופיה יועד -	מ"מ מנהלת האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים (מאפריל 2008)
	סגנית מנהלת האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים ומנהלת גף תכנים, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים (עד מרץ 2008)
ד"ר נטע עורבי -	מרכז אשכול מדעים, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים
עריכה לשונית -	בלהה נחמן
ייעוץ בתחום כישורי חשיבה - ד"ר אמנון גלסנר וד"ר עדי בן דויד	

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

א. מבוא

תוכנית הלימודים בביולוגיה לחטיבה העליונה כוללת שני חלקים. **החלק הראשון** מציג את התפיסה הרעיונית של התוכנית, את מטרות התוכנית, ואת הרעיונות המרכזיים בביולוגיה המהווים תשתית לתוכנית זאת. כמו כן, מוצג פירוט של המיומנויות ואסטרטגיות החשיבה שיש לשלב בהוראת התכנים, סביבות למידה, דרכי הערכה ומשוב וסקירה כללית של נושאי הלימוד שבתוכנית.

בחלק השני מוצגים מפרטי התכנים של נושאי הלימוד, ביניהם **נושאי חובה** (נושאי ליבה) ו**נושאי העמקה**. בכל נושא מוצג מבט מעל הכולל את רציונל הנושא, את ההדגשים בהוראה ואת יחידות הלימוד המומלצות להוראה, וכן טבלה שבה מפורטים הרעיונות, התכנים, המונחים והמושגים הרלוונטיים לנושא והערות הכוללות הבהרות והמלצות למורה.

התפיסה הרעיונית

הביולוגיה היא מדע המושתת על ידע שהושג בדרך המחקר הניסויי והעיוני. הממצאים הנאספים על ידי החוקרים מוסברים ומפורשים על פי תיאוריות המקובלות באותו זמן. תיאוריות ביולוגיות, בהיותן תיאוריות מדעיות, נמצאות בתהליך מתמיד של בחינה והתפתחות המתחוללות בעקבות גילויים חדשים, המביאים לניסוח תיאוריות חדשות. התיאוריות מושפעות גם ממדעים אחרים, מטכנולוגיות חדשות ומתפיסות חברתיות, ובו בזמן משפיעות עליהם.

במהלך ההוראה של התכנים יושם דגש על הבנת המדע כתהליך מחקרי, על התפתחות הרעיונות הביולוגיים ועל הבנת הקשרים בין מדע, טכנולוגיה וחברה, כפי שמתואר להלן:

- **המדע כתהליך מחקרי:** במדע אין מקבלים שום הסבר כמובן מאליו, אלא שואלים שאלות ובוחנים כל שאלה בשיטות מבוקרות. זהו תהליך של מחקר מתמשך, בו הידע שנבנה מתפתח ומשתנה כל הזמן. תהליך זה מעודד בין השאר דיון, וכן מתן פרשנויות שונות והסברים נוספים למסקנות של המחקרים הקודמים.
- **ההיסטוריה של הרעיונות הביולוגיים:** ההיסטוריה של התפתחות הרעיונות הביולוגיים משקפת את התפתחות הידע הביולוגי לאורך הדורות. התפתחות זו משקפת את הממצאים השונים שהתקבלו במחקרים ואת הפרשנויות שניתנו, אשר היוו בסיס לגיבוש תיאוריות חדשות.
- **קשרים בין מדע, טכנולוגיה וחברה:** קיימים קשרים בין מדע-טכנולוגיה-חברה הבאים לידי ביטוי, בין השאר, בפיתוחים טכנולוגיים ובהקשרים חקלאיים, סביבתיים, חברתיים וערכיים, הנוגעים גם לחיי יום-יום.

הדגשת ההיבטים האלה במסגרת הוראת הביולוגיה יקנו ללומד ידע על עצמו כאדם ועל היצורים האחרים שבסביבתו, יסייעו להבין את יחסי הגומלין בין היצורים בסביבה ובינם לבין סביבתם, וכן את מקומו של האדם במערכת יחסים זו.

לימוד הביולוגיה כרוך גם ביישום ידע מתחומי הכימיה, הפיזיקה והמתמטיקה, להבנת עולם היצורים החיים.

ההתקדמות וההישגים הגדולים בביולוגיה במחצית השנייה של המאה ה-20 ובתחילת המאה ה-21 - כמו חקר הגנום האנושי והגנומים של יצורים אחרים, היכולת לבצע בהם התערבות (שיבוט אורגניזמים למשל), יחד עם הבנת ההשפעה של האדם על מגוון המינים בטבע ועל הסביבה הטבעית בכלל - מעוררים שאלות מוסריות, התנהגותיות וחברתיות נכבדות, שכל אזרח ייחשף אליהן במאה ה-21.

במהלך הלימוד חשוב לפתח אוריינות מדעית-ביולוגית באמצעות הוראת הרעיונות המרכזיים, מושגי היסוד, התופעות והתהליכים הבסיסיים המתקיימים ביצורים החיים, תוך פיתוח מודעות לשאלות ערכיות ותוך לימוד ויישום עקרונות המחקר המדעי והחשיבה הביקורתית, המאפיינים את מדעי הטבע בכלל ואת הביולוגיה בפרט. תפיסה זו מעוגנת וקשורה בפיתוח הבנה מעמיקה של הלומד, והיא כרוכה בשימוש מושכל באסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה. לימוד דרכי חשיבה ייחודיות בתחום הביולוגיה (חשיבה דיסציפלינרית) יוכל להועיל לתלמיד בהתמודדותו עם נושאים ובעיות בחיי יום-יום.

נושאי הלימוד המוצעים בתוכנית מאפשרים לתלמידים לפתח הבנה על אודות תהליכים ותופעות בעולם החי, כפי שהם באים לידי ביטוי במבנה ובתפקוד של יצורים שונים (מיקרואורגניזמים, פטריות, צמחים, בעלי חיים ובכללם האדם). לשם כך תודגש בתהליך ההוראה ההתייחסות לאחידות במבנה ובתהליכים הבסיסיים מצד אחד, ולשוני בצורות ובמגוון ההתמודדויות מצד שני.

לימוד מקצוע זה עשוי לפתח גם יחס חיובי לנוף הארץ, לחי ולצומח שבה ולטבע בכלל, ולאפשר ללומד להכיר ולהבין את מעמדו ואת אחריותו של האדם בשמירת ערכי הטבע.

רעיונות מרכזיים ומושגי יסוד בביולוגיה

הביולוגיה עוסקת בתחומים רבים, והידע בהם גדל בהתמדה. יחד עם זאת, אין אפשרות ואין צורך, במסגרת הוראת הביולוגיה בחטיבה העליונה של בית הספר העל-יסודי, להתייחס לכל התחומים שבהם עוסקת הביולוגיה. התוכנית מבוססת על רעיונות מרכזיים בביולוגיה, כפי שאנו מבינים אותם היום, ואלה משמשים יסודות מארגנים שלה. רעיונות אלה עשויים לסייע בארגון ההוראה והלמידה ולשמש כלי עזר בידי התלמיד בהתמודדות עם הידע הרב ובהבנתו, ולסייע ביצירת תמונת עולם רחבה בביולוגיה.

• ארגון במערכות ביולוגיות

מערכות חיות הן מערכות מאורגנות, שמתקיימת בהן סביבה פנימית יציבה יחסית, המופרדת מן הסביבה החיצונית באמצעות קרומים. הארגון המורכב של מבנים ותהליכים ביצורים החיים ניכר **ברמות ארגון** שונות, החל ברמה המולקולרית (למשל הסליל הכפול של DNA), דרך רמת האברון, התא, הרקמה, האיבר, מערכת האיברים, היצור, המין, האוכלוסייה והחברה, ועד לרמת המערכת האקולוגית. ברמות ארגון אלה עוסקת הביולוגיה. מבנה מארגן דורש השקעת אנרגיה לקיומו.

• ויסות והומאוסטזיס

מערכות ביולוגיות הן בעלות יכולת לשמור על סביבה פנימית יציבה בגבולות מוגדרים (הומאוסטזיס), השונה מן הסביבה החיצונית שבה התנאים משתנים. לקיום סביבה פנימית יציבה, השונה מן הסביבה החיצונית ונבדלת ממנה, נחוצה השקעת אנרגיה ונחוצים מנגנוני בקרה וויסות.

• יחסי גומלין וקיום שיווי משקל דינמי

מערכות ביולוגיות הן מורכבות, בין אם מדובר בתא ובין אם מדובר ביצור שלם או במערכת אקולוגית. מרכיביהן מקיימים יחסי גומלין אלה עם אלה, והמערכות עצמן מקיימות יחסי גומלין עם מערכות אחרות בסביבתן. יחסי גומלין אלה מתבטאים בקליטת חומרים ואנרגיה מהסביבה ובהפרשת חומרים ואנרגיה אל הסביבה, וכן בקליטה של גירויים ובתגובה עליהם. המערכות קולטות גירויים (מידע) ומגיבות על שינויים פנימיים וחיצוניים בסיוע מנגנוני בקרה, ויסות ותיאום. פעולותיהם של מנגנונים אלה מסייעות בשמירה על שיווי המשקל הדינמי במערכות עצמן, ובין לבין סביבתן.

• אחידות בעקרונות המבנה והתפקוד ושוני בצורה

בעולם היצורים החיים קיימת אחידות רבה בבסיס הכימי של פעולות החיים (למשל נשימה תאית, סינתזת חלבונים), המבנה והתפקוד (כגון תאים, אברונים, מערכות הובלה, אנזימי נשימה). בצד האחידות קיים גם שוני רב בצורה, ברמת תא, איבר ויצור שלם (לדוגמה, יש מגוון צורות של תאים ברקמות שונות: תאי דם לבנים, תאי עצב, תאי שריר; יש שוני באיברים: ריאות, לב, מוח; כמובן שיש מגוון של יצורים: עץ אלון, צמח כלנית, שממית ולוויתן).

• התאמה בין מבנה לתפקוד

בעולם היצורים החיים יש התאמה בין המבנה לתפקוד בכל רמות הארגון (לדוגמה: התאמת מבנה ה-DNA כחומר תורשתי לתפקודו בהורשת תכונות [ברמה מולקולרית], התאמת מבנה השיניים של בעלי החיים לסוג המזון הנאכל, התאמת הסנפיר לשחייה, התאמת מבנה הכלורופלסטים לבצוע הפוטוסינתזה, התאמת מבנה הפרח לדרך ההאבקה ועוד).

• המשכיות תורשתית ורבייה, העברת מידע מדור לדור

יש המשכיות בקיומם של היצורים החיים. הביטוי הבולט של המשכיות זו הוא העברת מידע תורשתי, לרוב בצורה מדויקת, מתא לתא ומדור לדור בתהליך הרבייה. המידע הקובע את התכונות התורשתיות מוצפן בחומצות הגרעין, בדרך כלל ב-DNA. מכלול תכונותיהם של היצורים (ובהן התנהגות) מבטא את ההשפעה המשולבת של התורשה ושל הסביבה.

בתהליך הרבייה הזוויגית נוצרים בצאצאים צירופים חדשים של מידע תורשתי. צירופים חדשים אלה מגדילים את השונות בין הפרטים באוכלוסייה, ומשפיעים על כשירותם של הצאצאים לשרוד ולהעמיד צאצאים בעצמם.

• גדילה והתפתחות

יצורים חיים גדלים ומתפתחים תוך תהליכי התמיינות של תאיהם, על פי המידע הגנטי שלהם ובשילוב השפעת הסביבה.

• תאוריית האבולוציה

המינים השונים של יצורים חיים משתנים בהדרגה במשך זמן (עידנים), עקב שינויים החלים במידע התורשתי ובהשפעת גורמים סביבתיים וגורמים פנימיים. לפי ההסבר המקובל כיום, השונות התורשתית בין פרטים ותהליך הביררה הטבעית הם הגורמים העיקריים לקיום המגוון העצום של היצורים שחיו בעבר ושל אלה הקיימים כיום.

היבטים ערכיים של הוראת הביולוגיה

ההיבטים הערכיים מהווים קו מנחה בהוראת הביולוגיה בכלל, לא רק בהקשר לנושא מסוים. הכוונה היא להגביר את ההתעניינות ולפתח בקרב הלומדים סקרנות ועניין בסוגיות ובנושאים מדעיים, במיוחד באלה העומדים על סדר היום הציבורי והנוגעים לחיי הפרט וסביבתו.

חלק מההיבטים הערכיים צוינו במפרט התכנים של הנושאים השונים. **יש העוברים כחוט השני בתוכנית כולה, והם יודגשו בהוראה גם אם לא פורטו במפורש.** היבט כמו 'קדושת החיים' אינו מפורט בסעיף מסוים. הוא נטוע בתוך הוראת הביולוגיה, העוסקת ביצורים חיים, ויודגש תמיד. כך גם היבטים ערכיים אחרים, שאפשר לטפח ולהדגיש לא רק במקומות שבהם פורטו בתוכנית הלימודים.

הפירוט המופיע בסעיף המתייחס למטרות התוכנית שלהלן (ראו מטרות התוכנית, סעיף ד) נועד להצביע על הזדמנויות לעיסוק משמעותי בהיבטים ערכיים, כדי לטפח אצל התלמידים יכולת התמודדות עם סוגיות אלה ועם סוגיות ערכיות אחרות, שאליהן ייחשפו בעתיד.

מפרט התכנים בהמשך מציג גם מידע על היבטים ערכיים ועל הצעות לפעילויות, כולל הפניות אל מקורות מידע.

הערכים המרכזיים המוצגים בפרקי התוכנית הם:

קדושת החיים, יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים

כבוד האדם, שוויון בין בני אדם

אחריות האדם לבריאותו

אחריות האדם לסביבה ולמשאביה, איכות הסביבה, שמירת הטבע

אחריות האדם לדורות הבאים

ספקנות וביקורתיות

יושרה, דיוק והגינות מדעית

אהבת הארץ

הערכים המוצגים נחלקים לשתי קבוצות:

- א. ערכים שיש להם ביטוי מפורש בנושאי התוכנית, כמו דילמות הקשורות לשמירת סביבה, תורשה, רפואה וחברה.
 - ב. ערכים שההצעות לפעילויות מזמנות עיסוק בהם, כמו ספקנות וביקורתיות בהצגת מחקרים שונים, יושרה ודיוק בביצוע תהליכי חקר. דגשים ערכיים אפשר לשלב גם בהתנסות המעשית (עבודת הביוחקר, סיורים וניסויים במעבדה):
- # קדושת החיים, יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים (בביצוע ניסויים שכוללים שימוש בבעלי חיים).
 - # כבוד האדם, שוויון בין בני אדם (כגון: פתיחות וסובלנות לדעות חברי הקבוצה, נכונות לעזור ולהיעזר).
 - # אחריות האדם לבריאותו (כגון שמירה על כללי בטיחות בעת ביצוע ניסויים).
 - # אחריות האדם לסביבה ולמשאביה, איכות הסביבה, שמירת הטבע (בביצוע ניסויים ופעילויות בסביבה).
 - # אחריות האדם לדורות הבאים.
- # **ספקנות** וביקורתיות (כגון: בעת חיפוש ואיסוף מקורות מידע שונים, בניתוח מחקרים ובביצוע תהליכי חקר והסקת מסקנות).
 - # יושרה, דיוק והגינות מדעית (כגון: בעת ביצוע ניסויים, בדיווח על תוצאות של עבודת חקר).
 - # אהבת הארץ (בסיורים ובפעילויות בסביבה).

פיתוח אסטרטגיות חשיבה ולמידה

מדיניות משרד החינוך בישראל כיום מדגישה את החשיבות של שילוב החינוך לחשיבה בתהליכי למידה-הוראה-הערכה. יכולת חשיבה חיונית להצלחה ולתפקוד יעיל בחברה. לכן על המורים, נוסף על הבניית תכנים, לפתח בקרב התלמידים אסטרטגיות חשיבה גבוהות. שילוב של הוראת תכנים יחד עם פיתוח אסטרטגיות חשיבה יבטיח פיתוח הבנה מעמיקה של תכנים, לצד יכולות למידה וחשיבה שישפרו את הלומדים כאזרחים מתפקדים ביעילות במאה ה-21.

דגשים ייחודיים בפיתוח אסטרטגיות חשיבה בהוראת הביולוגיה

הטיעון ככלי בשיח המדעי וכתורם להבנת מהות המדע

אסטרטגיית החשיבה 'טיעון' היא אחת מאבני היסוד של המדע. הטיעון משמש להצגת עמדה או דעה ולביסוסה בעת הערכת ממצאים מדעיים, להערכת הסברים אפשריים לתופעות ועוד. טיעונים מדעיים מבוססים על תוצאות ניסויים ועל תצפיות, שמטרתם לאשש או להפריך השערות ולבסס תיאוריות מדעיות. השימוש באסטרטגיית הטיעון מהווה חלק בלתי נפרד מתהליכי החשיבה הנדרשים בעת למידה משמעותית, בה התלמידים מבנים תמונת עולם עדכנית במקביל להבניית תפיסת מהות הידע המדעי ודרכי היווצרותו. חשיבה טיעונית מסייעת בפיתוח חשיבה ביקורתית. היא מאלצת את הטוענים להתייחס לאבחנות בין דעה ובין עובדה, בין טענה מבוססת ובין טענה שאינה מבוססת, בין אמונה ומיתוס ובין ראיה מדעית ועוד. שילוב החשיבה הטיעונית במהלך הלמידה יכול לסייע לטיפול מיומנויות של השתתפות בשיח ביקורתי, הדורשת הצגת טענות מנומקות מחד והערכת טיעונים המוצגים על ידי אחרים מאידך. הטיעון מורכב מטענה ומנימוקים. הטענה היא אמירה שאפשר להתווכח איתה, והיא יכולה להיות מסקנה, השערה, עמדה או דעה. הנימוקים מהווים את ההצדקה לטענה.

השימוש באסטרטגיית הטיעון לצורך גיבוש טיעונים (עמדות מנומקות) ישתלב בתחומי התוכן הנדרשים לפי תוכנית הלימודים. הטיעונים יהיו מבוססים על ידע מדעי, תוך התייחסות לנקודות הבאות:

- א. הבהירות והמפורשות של הטענה והנימוקים התומכים בה;
- ב. הרלוונטיות של הנימוקים;
- ג. הדרך המקובלת להסקת מסקנות במדע;
- ד. עמידותם בפני טיעונים או נימוקים מנוגדים או מתחרים.

שילוב פעילויות חקר אמפירי וחקר עיוני במהלך הלמידה

תוכנית הלימודים מציעה לשלב תהליכי חקר במהלך הלמידה (כולל עבודת חקר מעשית, ראו עמ' 15). למידה בדרך החקר מאפשרת פיתוח הבנה מעמיקה של תכנים, תוך הבניה פעילה של הידע על ידי הלומדים.

שילוב החקר האמפירי המבוסס על ניסויים ותצפיות יזמן התנסות שבה תלמידים יתמודדו עם בעיה מדעית בתחום הביולוגיה, תוך הפעלת שיטות עבודה ודרכי חשיבה המאפיינים את עבודת המדען.

בתהליך החקר המדעי מתמודדים התלמידים עם תהליך מורכב שביצעו כרוך בהפעלת מיומנויות חשיבה רבות, כמו: הבנת בעיות מורכבות הכרוכות בבחירה של דרכי פתרון ובקבלת החלטות, הכוללות ניתוח ביקורתי של תהליך מחקר (מתוך מקורות מידע); זיהוי וניסוח בעיה מחקרית; העלאת שאלות וניסוח שאלת חקר; העלאת השערות מבוססות ומנומקות; תכנון חקר; ביצוע תצפיות וניסויים; עיבוד נתונים והצגתם; הסקת מסקנות; דיון בממצאים וייצוג תהליך החקר והידע החדש שנבנה. פירוט מיומנויות החקר הנדרשות מופיע בהמשך.

נוסף על כך, במהלך הלמידה התלמידים נדרשים להיעזר בתהליכים מידעניים להתנהלות בסביבה עתירת מידע¹.

קריאה מושכלת של מאמרים מדעיים

קריאת מאמרים תלווה את הוראת הנושאים השונים, והיא נועדה להעשיר את הידע, להעמיקו, ולחזק את למידת תהליך החקר. מומלץ לשלב קריאת מאמרים בכל הנושאים ובכל שלבי ההוראה, תוך פיתוח מיומנות של קריאה ביקורתית הן של מאמרים **מדעיים מחקריים**, הן של פרסומים **מדעיים-פופולריים**, ובכללם פרסומים בעיתונות היומית ובתקשורת האלקטרונית. ראוי לכרוך קריאת מאמרים עם ביצוע ניסויים במעבדות.

קריאה ביקורתית של מאמרים מדעיים מחקריים תכלול זיהוי של הבעיה הנחקרת, ההשערה הנבדקת ופרטי מערך המחקר, כגון משתנים, בקורות ומרכיבים אחרים של המחקר. נוסף על כך, הקריאה תכלול התייחסות ביקורתית להנחות ולמסקנות, זיהוי נקודות תורפה ובעיות פתוחות, והצעת כיוונים להמשך המחקר.

1 לפירוט הכישורים הנדרשים בתהליכים מידעניים ראו במסמך חשיבה בתהליך הלמידה בעידן הידע, חלק שני: תהליכים מידעניים. **קישור**.

מטרות התוכנית

מטרות הוראת הביולוגיה כוללות, לצד מטרות בתחום התכנים הדיסציפלינריים, גם מטרות בתחומי מהות המדע, פיתוח ערכים ופיתוח אסטרטגיות חשיבה ולמידה. בתכנון ובביצוע ההוראה המורה ישלב בין המטרות בתחומים השונים.

א. הבנת מושגים, תופעות, תהליכים, עקרונות ורעיונות מרכזיים של הביולוגיה

תושג באמצעות הדגשת:

- הרעיונות המרכזיים (שפורטו לעיל), שיבואו לידי ביטוי בכל אחת מרמות הארגון: מהרמה המולקולרית, הרמה התאית, רמת האורגניזם השלם, ועד לרמת החברה בנושאי הלימוד השונים.
- התהליכים הגורמים לשינוי הקיים בין היצורים החיים, לפי התאוריות הביולוגיות המקובלות כיום.
- מבנה גופו של האדם ודרך תפקודו, כיצור מייצג את היצורים החיים וכבעל תכונות ייחודיות המאפיינות אותו.
- יחסי הגומלין הקיימים בטבע בכל רמות הארגון, תוך התייחסות להתערבות האדם בטבע ולאחריותו על הסביבה.
- העקרונות המדעיים שעליהם מבוסס יישום הידע הביולוגי בתחומי הרפואה, החקלאות, הטכנולוגיה, התעשייה ושמירת הסביבה.

ב. הבנת מהות המדע ודרכי יצירת הידע המדעי

תושג באמצעות הדגשה של:

- האופן שבו נבנה ומתפתח הידע המדעי (המחקר המדעי), תוך מודעות לאופי הזמני והלא־מוחלט שלו.
- ערכי הספקנות והביקורתיות כעקרונות מנחים בהתייחסות לממצאים, למסקנות ולתיאוריות.
- דרכי עבודתם של חוקרים, היכולות והמגבלות של המדע בכלל ושל תחום הביולוגיה בפרט.
- דרכי הדיווח וחשיבות היושרה וההגינות המדעית בהצגת ממצאים.
- האירועים החשובים בתולדות הביולוגיה והבנת נקודות מפנה שהביאו להתפתחות הידע הביולוגי.
- הבנת המבנה ואופן הכתיבה של המאמר המדעי.

ג. הבנת הקשר מדע-טכנולוגיה-חברה

תושג באמצעות הדגשת יישומו של הידע הביולוגי לצורכי האדם והחברה, תוך הפעלת שיקולים הנוגעים בהיבטים מוסריים, חברתיים וכלכליים.

ד. טיפוח מודעות וגיבוש עמדות ביחס לסוגיות ערכיות הקשורות למדע ולחברה

יושגו באמצעות התייחסות לנושאים ביו־אתיים והצגת קונפליקטים אפשריים המתעוררים בחברה עם התפתחות המדע והטכנולוגיה כמו:

- כבוד האדם וקדושת חיי אדם (לדוגמה: ההשלכות של השימוש בידע על אודות הגנום האנושי, ביצוע השתלות, שיבוט, שימוש בתאי גזע, קביעת רגע המוות).
- קדושת החיים בכלל (לדוגמה: יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים).

ה. פיתוח הבנה ומודעות לאחריותו של האדם לטבע

יושג באמצעות התייחסות:

- לאחריות האדם לסביבה ולמשאביה לדור הנוכחי ולדורות הבאים. האדם הוא יצור חי ככל בעלי החיים ובגופו מתרחשים אותם תהליכים הפועלים על פי אותם כללים. ואולם, בעולם הסובב אותנו האדם ניכר בייחודיות שלו בהתפתחות השפה והתרבות, שהמדע הוא חלק ממנה, וביכולתו הטכנולוגית לשנות את סביבתו. לכן הוא מחויב לנהוג באחריות ובזהירות כלפי הסביבה ומשאביה בדרכים שונות. לדוגמה: שמירת הטבע ומגוון המינים; מניעת זיהום; ניצול אחראי של משאבים, כמו מים ומקורות אנרגיה; יישום מושכל, מבוקר ואחראי של הידע המדעי והטכנולוגי בתחומים שונים, כמו הנדסה גנטית, שיבוט, הדברה כימית וביולוגית, תרופות אנטיביוטיות, קרינה רדיואקטיבית ואלקטרומגנטית.
- להכרת טבע הארץ על נופיה, צמחייתה ובעלי החיים שבה, ולתמורות המתרחשות בטבע בעונות השנה השונות.

ו. פיתוח אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה

פיתוח אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה יושג באמצעות שילובן בפעילויות לימודיות במהלך הוראת נושאי התוכן, כפי שצוין לעיל בעמודים 7²-8. יודגש פיתוח אסטרטגיית הטיעון ואסטרטגיות הקשורות בתהליך החקר. להלן פירוט הדרישות מהתלמידים בתחום פיתוח אסטרטגיות החשיבה הייחודיות לתהליך החקר בביולוגיה.

ניתוח תהליך של מחקר³ מדעי

- ✓ זיהוי שאלת מחקר.
- ✓ זיהוי השערה או השערות.
- ✓ הבחנה בין הנחה, שאלה והשערה.
- ✓ זיהוי משתנה תלוי ומשתנה בלתי תלוי.
- ✓ זיהוי שיטת המדידה או שיטת הבדיקה.
- ✓ הבחנה בין מדידה כמותית (משתנה כמותי) ובין בדיקה איכותית (משתנה איכותי).
- ✓ זיהוי בידוד המשתנים במערך הניסוי.
- ✓ הבחנה בין משתנה תלוי ובין דרך מדידתו.
- ✓ זיהוי משתנה בלתי תלוי והאופן שבו משנים אותו.
- ✓ זיהוי ביקורת והבנת חשיבות הביקורת במערך הניסוי.
- ✓ הבחנה בין ביקורות שונות בניסוי (כולל ביקורת פנימית).
- ✓ זיהוי גורמים קבועים רלוונטיים למערך הניסוי.
- ✓ הבחנה בין תוצאות ובין מסקנות.
- ✓ בחינה ביקורתית של המחקר: התייחסות ביקורתית להנחות ולמסקנות, זיהוי נקודות תורפה ובעיות פתוחות, הצעת כיוונים להמשך המחקר.

2 לפירוט נוסף ראו מסמך חשיבה בתהליך הלמידה בעידן הידע, חלק ראשון: אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה. [קישור](#).

3 במסמך זה השימוש במושג 'מחקר' מתייחס לפעילות שנעשית על ידי מדענים, בעוד שהשימוש בביטוי 'חקר' מתייחס לפעילות שנעשית על ידי תלמידים במסגרת לימוד הביולוגיה.

תהליך חקר מדעי המבוסס על תצפית ואו ניסוי

- ✓ ביצוע תצפית בתופעות ביולוגיות⁴ בטבע ובמעבדה.
- ✓ תיאור של תצפית ודיווח עליה.
- ✓ העלאת שאלות הנובעות מהתצפית.
- ✓ ניסוח שאלת חקר.
- ✓ ניסוח השערה וביסוסה על ידע ביולוגי (תוך שימוש מושכל במקורות מידע רלוונטיים).
- ✓ תכנון מערך תצפית מכוונת לבדיקת ההשערה (כולל קביעת המשתנה התלוי ודרך מדידתו, בחירת המשתנה הבלתי תלוי, התייחסות לגורמים קבועים - בידוד משתנים עד כמה שאפשר, התייחסות לחזרות ולריבוי פריטים).
- ✓ תכנון מערך ניסוי לבדיקת ההשערה (כולל קביעת המשתנה התלוי ודרך מדידתו, קביעת המשתנה הבלתי תלוי, דרך שינוי וטווח שינוי, תכנון הביקורות, קביעת הגורמים הקבועים - בידוד משתנים, התייחסות לחזרות ולריבוי פריטים).
- ✓ ביצוע ניסוי על מרכיביו.

עיבוד נתונים והצגתם⁵

- ✓ תיאור איכותי וכמותי של תצפיות ושל תוצאות ניסוי.
- ✓ ארגון תוצאות גולמיות כחלק מתהליך עיבוד התוצאות.
- ✓ עיבוד תוצאות ניסוי: חישוב קצב, חישוב גדלים יחסיים, חישוב ממוצע, סטיית תקן.
- ✓ הצגת מערך ניסוי ותוצאותיו בטבלה (בניית טבלה ורישום כותרות לעמודות ולשורות, כותרת לטבלה, קביעת יחידות לערכי הטבלה, ציון גורמים קבועים רלוונטיים בטבלה או בשוליה, הפרדה בטבלה בין המשתנים בניסוי ובין הגורמים הקבועים).
- ✓ הצגת תוצאות בדרך גרפית (משתנה בדיד, משתנה רציף, בחירת סוג התיאור הגרפי המתאים והסבר הבחירה, דיאגרמת עמודות, עקומה [גרף רציף], מתן כותרת לגרף, ולצירים ויחידות למשתנים, קביעת קנה מידה מתאים לערכים בצירים, סימון התוצאות ושרטוט הגרף).
- ✓ עיבוד והצגת תוצאות באמצעות מחשב⁶.
- ✓ דיווח על הסתכלות במיקרוסקופ (ציור ברור בעיפרון וביחסי גודל מתאימים, כותרת, רישום הגדלה, סימון ורישום של פרטי הציור), ציון אומדן גודל עצמים במיקרוסקופ.

מסקנות ודיון בתוצאות ניסוי

- ✓ הסבר תוצאות ניסוי.
- ✓ הסקת מסקנות מתוצאות הניסוי וביסוסן על ידע ביולוגי.
- ✓ אינטרפולציה, אקסטרפולציה.
- ✓ הבנת הצורך במבחן סטטיסטי ככלי להסקת מסקנות.
- ✓ בחינה ביקורתית של הניסוי ותוצאותיו: זיהוי הנחות, מגבלות שיטת המדידה, הסבר חשיבות סוגים אחדים של ביקורות, הצעת ביקורות חשובות נוספות, הסבר חשיבות החזרות, מגבלות ההסקה, אישוש השערה או הפרכתה, הצעות לכיווני המשך של המחקר.

- | | |
|---|---|
| 4 | תופעות ביולוגיות: מבנים, צורות, תהליכים או קשרים המופיעים באורגניזמים מסוימים, או בתנאים מסוימים, ולא באחרים. |
| 5 | פירוט לגבי דרישות בתחום עיבוד כמותי של נתונים ראו בהמשך. |
| 6 | פירוט הדרישות מתפרסם מעת לעת בחוזרי הפיקוח על הוראת הביולוגיה. |

עיבוד כמותי של נתונים

חשיבה כמותית היא חלק בלתי נפרד מן החקירה המדעית. **עיבוד כמותי של נתונים (ממוצע וסטיית תקן)** נועד לסייע לתלמיד בתהליך ניתוח התוצאות והסקת המסקנות מתצפית או מניסוי.

התלמידים נדרשים לעבד ולנתח נתונים שאספו במסגרת תהליכי חקר שביצעו. נוסף על כך, עליהם לקרוא נתונים המוצגים במאמר מדעי פשוט ולהתייחס אליהם בצורה ביקורתית, תוך הבנת ההיגיון בדרך הצגת הנתונים והסקת המסקנות. עליהם להבין שבמחקרים במדע, בדיקת מדגם מאפשרת הסקת מסקנות והכללה רחבה, ולצורך כך יש להיעזר בכלים סטטיסטיים.

להלן פירוט הדרישות בתחום עיבוד כמותי של נתונים:

הנושא	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים
1. סוגי המשתנים ודרך הצגתם	הבחנה בין סוגי משתנים. הצגת מערך ניסוי בהדגשת המשתנים. הצגת ייצוגים גרפיים מתאימים.	דיאגרמת עמודות, טבלה, מערכת צירים, משתנה איכותי, משתנה בדיד, משתנה בלתי תלוי, משתנה כמותי, משתנה רציף, משתנה תלוי, עקומה (גרף), עקומת כיול.
2. מאפיינים של אוכלוסייה, אוכלוסייה ומדגם	בניית התפלגות של נתונים. הממוצע כערך מרכזי. הצורך במדד שיבטא פיזור. הפיזור סביב הממוצע וביטוייו בסטיית התקן.	שכיחות. ממוצע, סטיית תקן, שונות.
	הצורך בדגימה. מדגם מייצג אוכלוסייה.	מדגם אקראי.
3. התפלגות נורמלית	התפלגות נורמלית כמאפיינת אוכלוסיות גדולות. תכונות העקומה הנורמלית.	
4. הסקה סטטיסטית	הצורך במבחן סטטיסטי ככלי להסקת מסקנות תקפות, ללא ביצוע חישובים.	
5. קשר בין משתנים - מתאם	משמעות המתאם. ההבדל בין קשר מתאמי לקשר סיבתי, ללא צורך בחישוב המתאם.	
6. הסתברות ⁷	הגדרת מרחב המדגם (סך כל האפשרויות). הסתברות של התרחשות מאורע בודד ⁸ .	מאורע ודאי (שהסתברות התרחשותו = 1), מאורע משלים (סכום ההסתברויות של מאורעות משלימים = 1).

⁷ סעיף זה נוגע לנושא תורשה.

⁸ כאשר A ו-B הם מאורעות זרים (שאינם יכולים להתרחש יחד), ההסתברות של התרחשות מאורע A או מאורע B (איחוד מאורעות) היא סכום ההסתברויות של כל מאורע לחוד. כאשר A ו-B הם מאורעות בלתי תלויים, ההסתברות של התרחשות מאורע A וגם מאורע B (חיתוך מאורעות) היא מכפלת ההסתברויות של כל מאורע לחוד.

ז. פיתוח מיומנויות לעבודה במעבדה ובשדה

להלן פירוט המיומנויות הטכניות הדרושות לביצוע ניסויים ותצפיות (במעבדה ובשדה):

יכולת להשתמש במכשירים ובכלים:

- ✓ מיקרוסקופ: הכנת מתקן, כיוון המיקרוסקופ, בחירת הגדלה מתאימה, התאמת מידת הארה או שימוש בצמצם.
- ✓ כלים למדידת נפח נוזלים: משורה, פיפטה, ביורטה, פיפטת פסטור, פיפטור.
- ✓ מאזני כפות או מאזניים דיגיטליים.
- ✓ מכשירי מדידה כמו: מד-אור, מד-טמפרטורה, ספקטרופוטומטר.
- ✓ אמבט מים לשמירה על טמפרטורה קבועה.
- ✓ עלי ומכתש, משפך ונייר סינון להכנת מיצוי, הכנת תסנין.
- ✓ שימוש בחיישנים למדידות, ובאוגרי נתונים הניתנים לתפעול באמצעות מחשב ומכשור למדידת שונות⁹.
- ✓ מחשבים וכלים ממוחשבים - שימוש באופן אחראי וזהיר (כולל התנהגות אתית).
- ✓ ביצוע טיטרציה.
- ✓ ביצוע כרומטוגרפיה.
- ✓ הכנת תמיסות בריכוזים מתאימים (במולריות או באחוזים) על פי ההוראות.
- ✓ הכנת מיהולים עשרוניים והנדסיים.
- ✓ בדיקת pH באמצעים שונים (אינדיקטורים, נייר, מקלונים לבדיקת pH או מכשור מתאים).
- ✓ זיהוי חומרים (כגון פחמימות, חלבונים, ליפידים, ויטמין C) באמצעות ראגנטים ומקלונים (sticks).
- ✓ ביצוע תגובות כימיות פשוטות בעזרת ראגנטים ספציפיים in vivo ו-in vitro.
- ✓ שימוש במדריכים כתובים או מאוירים לזיהוי בעלי חיים וצמחים.

התנהגות במעבדה ובשדה

- ✓ ארגון עבודה, דייקנות בביצוע הוראות, סדר וניקיון.
- ✓ יכולת עבודה בצוות.

סביבות למידה

סביבות למידה חוץ-כיתתיות

הכרת הטבע בשדה היא אחת המטרות החשובות של תוכנית הלימודים בביולוגיה. המפגש הבלתי אמצעי עם תופעות הטבע בשדה מאפשר הכרת טבע הארץ, צמחייתה ובעלי החיים שבה, תוך טיפוח עמדות חיוביות כלפיהם ונטילת חלק בשמירת טבע הארץ. מימוש מטרה זו מחייב הקצאת שעות לימוד ללמידה חוץ-כיתתית בסביבה הטבעית בכל אחת משכבות הגיל. העיסוק בטבע הארץ יכול ללבוש צורות שונות:

1. שילוב תצפיות וסיורים בשדה במסגרת הוראת נושאי התוכנית.
2. שילוב תצפיות וסיורי שדה בסביבת בית הספר, כדי להכיר יצורים שונים במקום חיותם וללמוד על תופעות בטבע בעונות השנה השונות.
3. הכרת בתי גידול טבעיים באזורים שונים בארץ במסגרת של טיולים וסיורים, בתי ספר שדה וחוגים לטבע, שמוקד פעילותם הכרת טבע הארץ.

המעבדה

הפעילות במעבדה כחלק מתהליך הלמידה היא אבן יסוד בהוראת המדעים, ולפיכך תשולב באופן שוטף וקבוע בתהליכי הוראה-למידה ותהיה חלק בלתי נפרד מהם. הפעילויות במעבדה כוללות תצפיות, הכרת שיטות עבודה מעשיות וביצוע ניסויים על ידי התלמידים, ונשענות על תשתית הידע הנדרש כפי שהוגדר בנושאי החובה (ליבה). הלמידה במעבדה מאפשרת 'למידה מעשית' (Hands on activities), המזמנת למידה של תכנים לצד פיתוח מיומנויות חשיבה ועשייה, ובכך תורמו לחוויית הלמידה ולמעורבות פיזית וקוגניטיבית של התלמידים. מומלץ לבצע מעבדות במסגרת קבוצתית.

חשוב לנצל את שיעורי המעבדה בבית הספר להדגמה ולהמחשת תוכני הלימוד, ללימוד טכניקות עבודה בסיסיות ולהתמודדות עם בעיות חקר פתוחות. ביצוע הניסויים במעבדת בית הספר תורם ליצירת עמדות חיוביות כלפי המדע בכלל וכלפי הביולוגיה בפרט, להעמקת ההבנה של תהליך החקר ואופן ביצועו, לביסוס הידע שנלמד ולהבניית ידע חדש, לפיתוח ערכים כמו יושרה אתיקה ואחריות, ומאפשר גיוון ההוראה ופיתוח אחריות והרגלי עבודה. היבטים אלה יכולים להתממש בכל טיפוס הניסויים המבוצעים בבית הספר: ניסוי הדגמה המבוצע על ידי המורה, ניסוי מאשש (שתוצאתו ידועה לתלמיד) על ידי תלמיד וניסוי חקר פתוח, שבו התלמיד או התלמידים בקבוצה מתכננים ניסוי, מבצעים אותו, מדווחים על תוצאותיו ומפרשים אותו. ביצוע ניסוי על ידי התלמידים ממחיש עקרונות ביולוגיים, ונותן להם הזדמנות להתמודד עם מכלול אסטרטגיות החשיבה בתהליך החקר: ניתוח מערך ניסוי, תכנון ניסוי, עיבוד תוצאות והסקת מסקנות, וכן שימוש בכלים ובמכשירים.

סביבות מתוקשבות

השימוש במחשבים ייעשה במשולב עם ההוראה השוטפת בכל מקום שבו יש למחשב תרומה ייחודית ויתרון יחסי על אמצעים אחרים כמו: עיבוד נתונים והצגתם תוך שימוש בגיליון האלקטרוני ובתוכנות ליצירת מצגות, שימוש באמצעי מדידה ממוחשבים ובאוגרי נתונים (מעבדה ממוחשבת), ביצוע הדמיות (סימולציות), שימוש במאגרי מידע ודליית מידע מאתרים באינטרנט בצורה מבוקרת וזהירה והכנת עבודות בסיוע המחשב.

דרכי הערכה ומשוב

דרכי ההערכה נחוצות לצורך הערכת הישגים וקבלת משוב על הפעלת תוכנית הלימודים, ומאפשרות מתן ביטוי לכישורים שונים של התלמידים. כמקובל כיום, דרכי ההערכה יהיו מגוונות, מותאמות לדרכי ההוראה, ומלוות במשוב מתמיד בין תלמידים למורים ובין התלמידים לבין עצמם. מטרת ההערכה, לפי הגישה המוצגת בתוכנית לימודים זו, היא מתן משוב מפורט לשם קידום הלמידה וההוראה. לפי גישה זו ההערכה אינה אירוע חד-פעמי המתרחש בנקודת זמן נתונה וידועה מראש. היא אינה מעריכה רק תוצרי למידה ואינה נתונה באופן בלעדי בידי המורים או בידי המומחים למדידה, מחברי המבחנים. על ההערכה להיות חלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה וההוראה. מטרתה שהלומדים והמורים יתכננו את עשייתם בעת התרחשותה, יבחנו באיזו מידה הושגו היעדים, יאתרו נקודות חוזק, נקודות לחיזוק, קשיים וכשלים. מטלות שונות – כמו הכנת עבודת חקר, כרזה, משחק, דגם, דיווח על סיור, דו"ח מעבדה, תלקיט, הכנת מצגת, הצגת חומר בפני עמיתים או ניתוח מאמרים – יכולות לשמש כלי הערכה שונים ויעילים, הבודקים, לצד הישגים בתחום המדעי, גם כישורים שונים ומגוונים של התלמידים. הצגת הקריטריונים להערכה בפני התלמידים לפני ביצוע המטלות, או חיבור קריטריונים להערכה ביחד עם התלמידים, יכולים לשמש אמצעי להגברת מעורבות ואחריות התלמידים ללמידתם ולהישגיהם. מבחנים בכתב, המשמשים אמצעי נפוץ להערכת הישגים, יכולים גם הם לשקף הישגים ויכולות מגוונות. המבחנים יכללו מטלות ושאלות מטיפוסים שונים, הבודקות תפקודים שכליים ברמות שונות, החל בידע והבנה וכלה בניתוח ויישום. מבחנים אלה צריכים להיות ערוכים כך שייתנו הזדמנות לכל תלמיד להראות את הישגיו ולבטא את כישוריו ויכולתו בדרכים מגוונות וברמה המתאימה.

עבודה מעשית

לימוד ביולוגיה במעבדה ובשדה

הלימוד וההתנסות במעבדה ובשדה הם חלק בלתי נפרד מהוראת הביולוגיה. ניסויים במעבדה ותצפיות בשדה **ישולבו בנושאים הנלמדים בכל רמת הוראה**, החל בכיתה י' וכלה בכיתות י"א ו-י"ב. ניתוח תוצאות הניסויים ודיון בהן יבוצעו תוך שילוב מושגים ומיומנויות של חשיבה כמותית בהתאם לרמת התלמידים, כפי שהוגדרו בתוכנית זו בסעיף 'עיבוד כמותי של נתונים'. פעילויות המעבדה יכללו תצפיות וניסויים בדרגות חקר שונות, וכן מעבדות מאשרות. בפעילויות המעבדה יידרשו אסטרטגיות ומיומנויות חקר מתקדמות (כמפורט בסעיף המטרות).

עבודת חקר מעשית¹⁰

התלמידים המתמחים מחויבים לבצע עבודת חקר מעשית בביולוגיה במהלך התמחותם. עבודה זו נועדה לאפשר לתלמיד ללמוד, לחקור ולהבין נושא ביולוגי בדרך של עבודה עצמית, בליווי המורה ובהנחייתו. במהלך העבודה מתחקה התלמיד בצורה מעשית אחר דרכי עבודתו של המדען: שואל שאלות על תופעות, מעלה השערות אפשריות, מתכנן ניסויים ותצפיות לצורך מענה על שאלת (או שאלות) החקר, אוסף נתונים, מנהל רישום ממצאים, מעבד ממצאים ומסיק מסקנות. על התלמיד להציג את תהליך החקר העצמאי שביצע בעבודה כתובה לפי ההנחיות, תוך שימוש במקורות כמקובל במחקר מדעי.

10 הנחיות על דרישות העבודה, דרך סיכומה ודרך הערכתה מפורסמות מעת לעת בחוזרי הפיקוח על הוראת הביולוגיה.

מסגרת התוכנית

מבנה תוכנית הלימודים בביולוגיה לחטיבה העליונה מותאמת ללמידה משמעותית (תשע"ה)



מקרא: *פרקי בחינה חיצונית - 55% - פרקים עיוניים, 15% - מעבדה.

**פרקי בחינה בית ספרית - 30%

***כפי שמפורט בפרק המבוא לתוכנית הלימודים.

חזרה לתוכן

נושאי התוכנית

תוכנית הלימודים כוללת נושאי חובה (ליבה) ונושאי העמקה.

נושאי חובה (ליבה)

נושאי החובה כוללים שלושה נושאים: **תא, מבוא לביולוגיה של האדם בדגש הומאוסטזיס ואקולוגיה.**

שלושת נושאי החובה נועדו להציג לתלמיד שלוש רמות ארגון בביולוגיה:

- א. רמת התא - בנושא: **התא - מבנה ופעילות**, בהיקף של 70-80 שעות.
- ב. רמת היצור (אורגניזם) השלם - בנושא: **גוף האדם בדגש הומאוסטזיס**, בהיקף של 70-80 שעות.
- ג. רמת החברה - בנושא: **אקולוגיה**, בהיקף של 50-60 שעות.

ארגון הוראת הנושאים

- ✓ חשוב ליצור קשרים מתאימים בין נושאי החובה, ובין נושאי החובה לנושאי ההעמקה, כדי ליצור תמונת עולם משמעותית למתמחים בביולוגיה.
- ✓ אין הכרח ללמד את שלושת נושאי הליבה ברצף בראשית הלימודים בחטיבה עליונה. על המורה לתכנן את זמן ההוראה-למידה של נושאי הליבה, כך שבסיום כיתה י"ב כל התלמידים ילמדו אותם בהתאם למטרות התוכנית.

נושאי העמקה

נושאי ההעמקה כוללים שלושה נושאים בהיקף של 20-25 שעות, ומתוכם **ייבחר נושא העמקה אחד בלבד** ללמידה:

- ד. **בקרה על ביטוי גנים והנדסה גנטית** (כ-25 שעות).
- ה. **פיזיולוגיה השוואתית בהיבט התפתחותי: מחד-תאיים ליונקים** (כ-25 שעות).
- ו. **חיידקים ונגיפים בגוף האדם** (כ-25 שעות).

ב. מפרט התכנים

1. נושאי חובה (ליבה)

נושאי החובה כוללים שלושה נושאים: **תא, מבוא לביולוגיה של האדם בדגש הומאוסטזיס ואקולוגיה**, המייצגים בהתאמה שלוש רמות ארגון בביולוגיה: רמת תא, רמת יצור שלם ורמת חברה.

כל אחד מנושאי החובה נפתח במבט־על, המתאר את התופעות ואת הרעיונות העיקריים של הנושא. בהמשך מוצגים הסברים לשינויים שנעשו בכל אחד מהנושאים וטבלה. הטבלה מתייחסת להיבטים הבאים: רעיונות או תופעות, מפרט תכנים, רשימת מונחים ומושגים נוספים, הערות והסברים, ומספר שעות מומלץ להוראת הנושאים השונים. בחישוב מספר השעות נלקחו בחשבון שעות המיועדות להעמקה, להרחבה, להעשרה, לביצוע ניסויים ולפעילויות אחרות (לפי בחירת המורה). בכל מקום שבו כתוב 'דוגמה' היא אינה מחייבת, ואפשר לבחור בדוגמה אחרת להדגמת הרעיון או העיקרון.

א. גוף האדם בדגש הומאוסטזיס

מבט־על

נושא זה נבחר כמייצג את רמת האורגניזם הרב־תאי השלם בשל היותו רלוונטי לתלמיד, מאפשר מודעות לבריאות ולחולי ומעורר עניין, סקרנות והתלהבות. מיקוד ההוראה יהיה סביב רעיון ההומאוסטזיס, כאחד הרעיונות המרכזיים בהבנת הביולוגיה. האדם, ככל יצור חי, פועל כישות שלמה. ישות זו מורכבת מחלקים ומרכיבים רבים, אך הגוף השלם בכל אורגניזם, הפועל כיחידה אחת, הוא הרבה יותר מסכום חלקיו. בתוכנית לימודים זו גוף האדם מייצג את עקרונות המבנה והתפקוד המאפיינים אורגניזם רב־תאי ורב־מערכתי. גוף האדם מופרד מן הסביבה, מקיים בתוכו סביבה יציבה, אך מקיים עם הסביבה החיצונית יחסי גומלין ותקשורת הכוללים קליטת מידע, עיבודו ותגובה עליו. לצורך קיומו, גדילתו והתפתחותו זקוק הגוף החי לחומרים ולאנרגיה. הוא קולט חומרים מן הסביבה, מפיק מהם אנרגיה, משתמש בחומרים לבניין גופו ומפריש חומרי פסולת אל הסביבה. הגוף בנוי מתאים רבים, המאורגנים ברקמות, ומהן בנויים איברים ומערכות איברים. בגוף מתקיימת סביבה פנימית השונה מן הסביבה החיצונית ונשמרת יציבה בגבולות מסוימים - הומאוסטזיס. הומאוסטזיס מושג תוך השקעת אנרגיה בסיוע תקשורת בסביבה הפנימית, ובעזרת מנגנוני בקרה ומשוב מגוונים הפועלים ברמות ארגון שונות. התפקוד הכולל של הגוף, כישות אחת שלמה, מותנה בתיאום ובויסות כל הפעילויות המתרחשות בו. בתוכנית זו האדם מייצג את רמת הארגון של האורגניזם השלם, אך חשוב להתייחס בהקשר זה גם אל ייחודו של האדם ולאחריותו לסביבה ולעצמו.

שינויים עיקריים:

- היקף נושא מערכת העיכול צומצם, כיוון שנושא זה נלמד בכיתה ט'.
- בנושא מערכת העצבים נוספו תכנים בנושא המוח, לאור חשיבותו הגוברת של הנושא ולאור העניין שהוא מעורר בקרב התלמידים.
- נוספו תכנים בנושא מערכת הרבייה, בשל חשיבות הנושא.

המלצות להוראה:

- **ספרי לימוד:**
- **ביולוגיה של האדם**, עדי מרקוזה-הס, דידה פרנקל, נורית בשן, הוצאת האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים, המרכז לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים משרד החינוך, מטה מל"מ, 2002. **קישור**, **קישור**.

גוף האדם בדגש הומאוסטזיס

מפרט תכנים (70-80 שעות)

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
גוף האדם בנוי מתאים, רקמות, איברים ומערכות. התפקוד הכולל של הגוף מותנה בתיאום ובוויסות כל הפעילויות המתרחשות בו. האדם הוא יצור רב־תאי. הוא מופרד מן הסביבה, מקיים עימה יחסי גומלין, ושומר על סביבה פנימית יציבה. חילוף חומרים (מטבוליזם) מאפיין יצורים חיים. בכל תא מתקיימים תהליכים להפקת אנרגיה זמינה. התאים שמהם בנוי גוף האדם מופרדים מן הסביבה באמצעות קרום בררני. בתוך התא קיימת סביבה פנימית שונה מסביבת הנוזל הבין־תאי.	גוף האדם - מבט על (4-6 שעות) - גוף האדם בנוי ממערכות הפועלות תוך ויסות ותיאום. - התיאום והוויסות של פעולות המערכות בגוף האדם מתבצעים באמצעות תקשורת בין המערכות, שבה משתתפות מערכת ההובלה, מערכת העצבים והמערכת ההורמונלית. - הסביבה הפנימית של גוף האדם נשמרת יציבה בתחומים מסוימים (הומאוסטזיס). - העור ורקמות החיפוי הם הגבולות בין הסביבה הפנימית של הגוף ובין הסביבה החיצונית. - יחסי הגומלין בין גוף האדם לסביבתו כוללים: קליטת חומרים ואנרגיה, קליטת מידע, הפרשת חומרים ופליטת חום. - האדם, ככל יצור חי, זקוק לחומרים לבניית הגוף ולהפקת אנרגיה. - תהליכים של חילוף חומרים (מטבוליזם) נעשים בתאי הגוף בסיוע של אנזימים, המשמשים זרזים ביולוגיים. - קרום התא מאפשר או מונע מעבר של חומרים דרכו. הודות לתכונה זו נשמרת בתוך התא סביבה פנימית שונה מהסביבה החיצונית.	ATP, אנרגיית חום, אנרגיה כימית זמינה, נשימה תאית (ללא פירט התהליכים). קרום בררני, אוסמוזה, דיפוזיה, העברה פעילה.	בנושא זה חשוב להדגיש את המבנה ואת התפקוד של גוף האדם כמייצג יצורים (אורגניזמים) רב־תאיים. בכל אחת מהמערכות יש להדגיש את ההיבטים והרעיונות הבאים: - הומאוסטזיס; - חשיבות יחס שטח הפנים לנפח; - קשר בין מבנה לתפקוד. מערכות הגוף מאפשרות תהליכי חילוף חומרים והפקת אנרגיה בתאי הגוף. במעבר חומרים דרך קרום התא יש להדגיש יציאה וכניסה של חומרים. לימוד מעמיק של נושא קרום התא ייעשה במסגרת לימוד הנושא: התא - מבנה ופעילות.

חזרה לתוכן

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
המערכות השונות בגוף מאפשרות קיום של תהליכים פיזיולוגיים. במערכת העיכול מתקיים תהליך פירוק וספיגה של מזון, המהווה מקור לחומרים לבנייה ולהפקת אנרגיה.	מערכות בגוף מערכת העיכול (2-3 שעות) • מיקום, התאמה בין מבנה לתפקוד. • עיכול מזון וספיגת מזון אל מערכת ההובלה.	פירוק מכני, פירוק כימי, ספיגה.	נושא זה נלמד בכיתה ט', ולכן נדרשת התייחסות קצרה אליו. זו דוגמה למערכת המקשרת בין סביבה פנימית לסביבה חיצונית. מצופה שהתלמידים ידעו היכן מתפרקים פחמימות, חלבונים ושומנים. # אחריות האדם לבריאותו, # ספקנות וביקורתיות אורז - השקר הלבן. על סוכרים והפחדות.
במערכת הנשימה מתקיים חילוף גזים בין הסביבה החיצונית לסביבה הפנימית של הגוף.	מערכת הנשימה (5-7 שעות) • מיקום, התאמה בין מבנה לתפקוד. • חילוף גזים (חמצן ו-CO₂) עם הסביבה. • ויסות קצב הנשימה. • השפעת העישון וזיהום האוויר על מערכת הנשימה.	בית החזה, נאדיות הריאה, סימפונות, סרעפת, קנה נשימה, ריאות, שרירים בין-צלעיים. לחץ אוויר, נשיפה, קצב נשימה, שאיפה. CO₂, חומצה פחמתית, מרכז הנשימה במוח. ניקוטין, עטרן, CO.	יש להתייחס גם למנגנון (מכניזם) של פעולת הנשימה. # קדושת החיים, יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים # אחריות האדם לבריאותו מכורים מהסיגרית הראשונה. גילה ברנר. עלון למורי הביולוגיה 180.
מערכת הובלה מתווכת בין הסביבה החיצונית לסביבה הפנימית של הגוף, מקשרת בין חלקי הגוף ומאפשרת מעבר חומרים ביניהם.	מערכת ההובלה (14-16 שעות) • מערכת זרימה ותיווך המקשרת בין מערכות שונות. • לב - מיקום, התאמה בין מבנה לתפקוד. • כלי הדם - סוגים, התאמה בין מבנה לתפקוד. • רקמת הדם - הרכב ותפקוד.	אבי העורקים, ורידים, ורידי הריאה, חדר, טסיות דם (לוחיות דם), כלי דם כליליים, נוזל הדם (פלסמה), נימים, עורקים, עלייה, תאי דם אדומים, תאי דם לבנים. דופק, לחץ דם (דיאסטולי)	חשוב להדגיש כי מעבר חומרים מתרחש בין הנימים לנוזל הבין-תאי ולתאי הגוף. יש להתייחס למידת הקישור הגבוהה של החמצן להמוגלובין בסביבה עשירה בחמצן, ולמידת הקישור הנמוכה בסביבה דלה בחמצן.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
	- הובלת חמצן בדם: קישור להמוגלובין שבתאי דם אדומים. - הובלת CO₂ בדם: תגובה עם המים בפלסמה, המסה בפלסמה, קישור להמוגלובין. - הובלת חומרים. - הסעת חום. - קרישת הדם כמנגנון למניעת איבוד דם. - הגנה: תאי דם לבנים	וסיסטולי, מחזור דם גדול, מחזור דם קטן, פעימת לב. ברזל, המוגלובין. טסיות דם (לוחיות דם), פיברין, פיברינוגן.	אין צורך ללמד עקומת דיסוציאציה. קרישת דם היא תהליך רב־שלבי שמתחיל בשחרור חומר מהטסיות הפגועות ומסתיים בהפיכת חומר מסיס (פיברינוגן) לחומר לא מסיס (פיברין). אין צורך להכיר את שלבי הביניים של התהליך. פירוט והרחבה על תפקוד הדם בהגנה על הגוף מופיע בנושא מערכת ההגנה.
חריגות מהמצב ההומאוסטטי אפשר לאבחן באמצעות בדיקות שונות.	• ויסות קצב הלב. • ויסות זרימת הדם לאיברי גוף שונים. • תגובה לגבהים, ויסות ייצור תאי דם אדומים. • בדיקת דם. • ויסות טמפרטורת הגוף - מנגנונים פיזיולוגיים ומנגנונים התנהגותיים. • בדיקת טמפרטורת הגוף.	אדרנלין, נפח פעימה, קוצב לב, קצב לב, תפוקת לב. אריתרופויטין, קצב לב. גלוקוז, המוגלובין, כולסטרול, ספירת דם, הזעה, הומיותרמי/אנדותרמי, הסעת חום, קצב חילוף חומרים (מטבוליזם), כלי דם היקפיים, קוטר כלי דם, רעידות.	חשוב שהתלמידים יבינו את עיקרון הויסות של זרימת הדם במצבי פעילות שונים. אין צורך להסביר את מנגנוני הויסות. # אחריות האדם לבריאותו, # יושרה השימוש של ספורטאים באריתרופויטין.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
במערכת ההפרשה מסולקים חומרי פסולת מהגוף. חריגות מהמצב ההומאוסטטי אפשר לאבחן באמצעות בדיקות שונות	מערכת הפרשה (5-6 שעות) • מיקום • הכליה כאיבר הומאוסטטי. תפקודים עיקריים: - סילוק חומרי פסולת הנוצרים בתאים וסילוק רעלים ממקור חיצוני. - ויסות מאזן מים, מלחים וחומרים חיוניים אחרים. • בדיקת שתן	כליה, נפרון, ספיגה חוזרת, שלפוחית שתן, שתן, שתן, תסנין. הזעה, התייבשות, מאזן מים תקין, נפח השתן וריכוזו, ADH. גלוקוז, חלבון	אין צורך לפרט את המבנה האנטומי של הכליה. ספיגה חוזרת מתרחשת בתהליכים סבילים (פסיביים), לדוגמה ספיגת מים, ובתהליכים פעילים (אקטיביים), לדוגמה ספיגת גלוקוז. מומלץ להתייחס לעקרונות הפעולה של כליה מלאכותית (דיפוזיה והגדלת שטח הפנים). # קדושת החיים, # כבוד האדם, # אחריות האדם לבריאותו האם מותר לחייב בדיקת שתן בנסיבות מסוימות? ספורטאים? נהגים המעורבים בתאונות?

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
לגוף מערכות הגנה המונעות חדירת גורמים זרים, ומערכות המזהות גורמים שחדרו לגוף ומגיבות אליהם. חומר זר (אנטיגן) או אורגניזם זר, החודר לסביבה הפנימית, עלול לגרום לשיבושים שונים הבאים לידי ביטוי במחלה.	מערכות ההגנה (8-10 שעות) • תגובה לא ייחודית: - איברים, תאים. - דלקת, סימנים חיצוניים של דלקת. • תגובה חיסונית ייחודית: - הבחנה בין 'עצמי' ל'לא עצמי' (זר). - זיכרון חיסוני. - יצירת נוגדנים. • חיסון: חיסון סביל, חיסון פעיל. • קבוצות דם (A,B,O) ועירוי דם.	דלקת (זיהומית), דמעות, מוגלה, עור, פגוציטים (תאים בלעניים), ריסים. ריריות. אנטיגן, דחיית שתל, השתלת איברים, חיסון טבעי, חיסון מלאכותי, לימפוציט, נוגדן, תא זיכרון, תגובה ראשונית, תגובה שניונית. תרומת דם, Rh.	דלקת - תהליך המגביר הגעת תאי מערכת החיסון לאזור הפגוע. יש לציין שקיימים לימפוציטים מסוגים שונים. חלקם מעורב ביצירת נוגדנים. אין צורך להתייחס לסוגי לימפוציטים. בסעיף 'חיסון' יש להתייחס לאחריות האדם לבריאותו ולסביבתו. # קדושת החיים, # כבוד האדם, שוויון בין בני אדם, # אחריות האדם לבריאותו, ספקנות וביקורתיות חובה לחסן? רשות? האם יש זכות לכפות חיסון על הורים? שאלות עמ"ר במדעים. תרומת איברים מילד שנוצר לשם כך. ביו-אתיקה - כאן ועכשיו. גילה יעקב. עלון למורי הביולוגיה 176. קדימויות לתרומת איברים למי שתורם או למי שיותר זקוק לאיבר. אפשר למצוא מידע ונתונים כבסיס לדילמות ערכיות בנושא תרומת איברים באתר אדי.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
			קביעת רגע המוות. דילמה ביואתית, אורית לם. עלון למורי הביולוגיה 179.
קליטת מידע, עיבודו ותגובה עליו מאפיינים יצור חי. מערכות העצבים וההורמונים משתתפות בקליטת מידע, בעיבודו ובתגובה עליו, ומאפשרות שמירה על ההומאוסטזיס.	מערכות תקשורת, ויסות ותיאום מערכת העצבים (10-12 שעות): - האדם קולט גירויים ואותות מהסביבה החיצונית והפנימית באמצעות איברי חוש ותיאום חשה, מעבד אותם ומגיב עליהם תוך תיאום בין המערכות והאיברים השונים. - מסלול העברת מידע: תאי חשה - תאי עצב תחושתיים - מערכת עצבים מרכזית - תאי עצב תנועתיים - תאי מטר (שריר, בלוטה). - תאי העצב (נוירונים): - התאמה בין מבנה לתפקוד. - העברת אותות (גירויים) בתאי עצב: אות חשמלי, אות כימי. - מעבר האות העצבי בין תא עצב אחד לאחר, או בין תא עצב לתא מטר, נעשה (בדרך כלל) כאות כימי בסינפסה. - השפעת חומרים על מערכת העצבים: - אלכוהול, סמים ותרופות כחומרים המשנים תהליכים בסינפסות.	תאי חשה, קולטנים (רצפטורים) ייחודיים. אקסון, גוף התא, דנדריטים. דחף עצבי, נוירטרנסמיטר, סינפסה, קולטן.	יש ללמד את הסעיף המתייחס לתאי חשה בעזרת דוגמאות מתאימות כמו: קליטת גירויים (אותות) מהסביבה הפנימית: רמת החומציות בדם. קליטת אותות (גירויים) מהסביבה החיצונית: קרינת אור. יש ללמד את עקרונות הפעולה של נוירטרנסמיטרים בסינפסה (הפרשה, העברה בסינפסה, קישור לקולטנים ייחודיים, תגובה ופינוי נוירטרנסמיטר) בעזרת דוגמה מתאימה. חלק גדול מהפעילויות ההומאוסטטיות מווסתות בצורה לא רצונית. יש ללמד על אופן הפעולה של סמים בעזרת דוגמאות, לפי בחירתו של המורה. יש להכיר את אופן הפעולה של אלכוהול על מערכת העצבים. # אחריות האדם לבריאותו # קדושת החיים, יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים חוקיות השימוש בקנאביס. עיבוד מאמר: גילת בריל. המרכז הארצי למורי הביולוגיה והסביבה.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
	- מערכת העצבים המרכזית כמערכת מתאמת ומווסתת, פעולות רצוניות ובלתי רצוניות. - המוח: - המוח הגדול כבנוי משתי המיספרות. - קליפת המוח ותפקודיה. - אזורים שונים בכל המיספרה אחראים על תפקודים שונים. חלק מהעיבוד החושי וכן העיבוד המוטורי מתבצעים כך שצד שמאל של המוח שולט על החלק הימני של הגוף ולהפך. - גודל מוח/קפלים בהשוואה למוח של בעלי חיים אחרים, ומשמעות התופעה. - גזע המוח ותפקודיו. - שינוי עוצמת הקשר בין תאי העצב ומספר הסינפסות בתהליכי למידה וזיכרון. - מערכת העצבים ההיקפית ותפקודיה.	מוח השדרה. רפלקס. מערכת עצבים אוטונומית, מערכת עצבים רצונית.	שימוש בבעלי חיים לרווחת האדם. עליזה חדד. בתוך: שילוב היבטים ביואתיים בהוראת הביולוגיה. המרכז הארצי למורי הביולוגיה. חשוב שהתלמיד ידע כי קליפת המוח הגדול אחראית לכל התהליכים ההכרתיים שלנו: חשיבה, למידה, זיכרון, שימוש בשפה ויכולת יצירה, ובה נמצאים מרכזים האחראים על הפעלת השרירים הרצוניים ומרכזים המעבדים מידע המגיע מאיברי החושים. חשוב שהתלמיד ידע כי בגזע המוח קיימים מרכזי בקרה על שמירת הומאוסטזיס (קצב לב, לחץ דם, ויסות טמפרטורה ועוד), ומרכזים המבקרים את פעולת האיברים הפנימיים כמו הלב והריאות. שימו לב: יש המגדירים את גזע המוח בהגדרה רחבה, כחלק הכולל גם את מוח הביניים וההיפותלמוס (כפי שמוגדר בתוכנית לימודים זו), ויש המגדירים את גזע המוח בהגדרה מצומצמת, ללא חלקים אלו. על התלמיד לדעת כי אפשר למפות את המוח לאזורים על פי תפקודי הגוף שעליהם הם אחראים, בליווי דוגמאות מתאימות. בנושא השוואת מוח בני אדם למוח של בעלי חיים אחרים יבחר המורה בעלי חיים על פי רצונו.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
			אין צורך להכיר את ההבחנה בין המערכת הסימפתטית למערכת הפרה-סימפתטית. מומלץ להיעזר ביחידת לימוד בנושא המוח מאת אורה כהנא ובהמלצות מורים להוראת הנושא. קישור .
מערכות העצבים וההורמונים משתתפות בקליטת מידע, בעיבודו ובתגובה עליו, ומאפשרות שמירה על ההומאוסטזיס.	המערכת ההורמונלית (מערכת הפרשה פנימית) (4-6 שעות) - מערכת המווסתת פעילות מערכות שונות באמצעות הורמונים. - בלוטות הפרשה פנימית, מקומן, תפקודן, וההורמונים המופרשים על ידן: - לבלב - אינסולין. - היפופיזה - LH, FSH, ADH. - שחלה - אסטרוגן ופרוגסטרון או אשך - טסטוסטרון. - ויסות רמת הסוכר בדם.	אדרנלין, איבר מטרה, הורמונים, משוב שלילי, קולטן. לבלב, גליקוגן, גלוקגון, אינסולין, סוכרת.	הבלוטות וההורמונים המוזכרים להלן מופיעים בסילבוס גם בהקשר למערכות הרלוונטיות, ואפשר ללמד על פעילותם בהקשרים למערכות השונות. יש ללמד על הגורמים השונים למחלת הסוכרת, אך אין צורך ללמד על הבדלים בין סוכרת מסוג 1 לסוכרת מסוג 2.
הכבד מסייע לתהליכים הומאוסטטיים.	הכבד (1 שעה) - מיקום ותפקוד: - יצירת שתנן; - אגירת פחמימות; - נטרול רעלים.	אמוניה, אלכוהול.	לכבד תפקודים רבים. חובה להתייחס רק לאלו המופיעים בתוכנית.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
מערכת הרבייה מאפשרת המשכיות של קיום המין על ידי העברת מידע תורשתי מדור לדור. רבייה מותנת בהגעת תאי זרע אל הביציות, הפריה, והתפתחות העובר. תהליך הרבייה מוסדר באמצעות מנגנוני ויסות ותקשורת.	מערכת הרבייה באדם (8-6 שעות) • מיקום והתאמת מבנה לתפקוד. • ויסות הורמונלי של תהליכי רבייה באדם. • הפרייה חוץ-גופית.	מערכת רבייה נקבית: חצוצרה (צינור הביציות), נרתיק, רחם, שחלה, תא ביצה (ביצית). אסטרוגן, פרוגסטרון, ביוץ, גופיף צהוב, וסת, זקיף. מערכת רבייה זכרית: אשך, ערמונית, פין, צינור מוביל זרע, תא זרע. טסטוסטרון. היפופיזה, זיגוטה, משוב שלילי, LH, FSH. תא רבייה (גמטה). הפרייה.	ניתן להתמקד במערכת הרבייה הזכרית או במערכת הרבייה הנקבית (בהקשר לאנטומיה ובהקשר לוויסות ההורמונלי). חובה להדגיש מאפיינים המופיעים בשתי המערכות: משוב שלילי; תפקודי היפופיזה, ה-FSH, וה-LH; השחלות או האשכים כאיברי מטרה של ה-FSH, וה-LH וכאיברים יוצרי גמטות ומפרישי הורמונים. יש להתייחס למאפייני תאי הרבייה (תא זרע ותא ביצית) ללא קשר למערכת הרבייה הנלמדת. מומלץ ללמד את שתי המערכות. # קדושת החיים, # שוויון בין בני אדם # אחריות האדם לדורות הבאים הפריה חוץ גופית ואבחון טרום השרשתי. אורית למ. העלון למורי הביולוגיה 189. מעורבות בקביעת מין (זוויג) הילוד. אסתר כהן הולדה לאחר המוות

ב. התא - מבנה ופעילות

מבט על

נושא זה מייצג את הרמה התאית של היצורים (האורגניזמים) ומתמקד במבנים ובתהליכים ברמה זו. המחקר הביולוגי, החקלאי והרפואי כיום מתבסס יותר ויותר על הבנת תהליכים בתא.

במסגרת לימוד הנושא תודגש האחידות הקיימת ברמת ארגון זו, לצד השוני הרב בעולם היצורים החיים.

התא הוא יחידה בסיסית של מבנה ותפקוד ביצורים (באורגניזמים) החיים, שיש לה כל מאפייני החיים של יצור שלם. המבנה הבסיסי של התאים ותהליכי היסוד המתרחשים בהם דומים בכל היצורים החיים, אך לתאים ברקמות השונות יש גודל, הרכב, צורה ותפקוד ייחודיים.

התא מופרד מן הסביבה באמצעות קרום בררני, המאפשר או מונע מעבר של חומרים דרכו. הודות לתכונה זו נשמרת בתוך התא סביבה פנימית שונה מהסביבה החיצונית, ומתקיימים יחסי גומלין מבוקרים עם הסביבה החיצונית. גם בתוך התא קיימים קרומים שמבנם הבסיסי כמבנה קרום התא. קרומים אלה תוחמים אברונים תוך-תאיים שונים ויוצרים מידור בתא. לאברונים התוך-תאיים תפקודים שונים, וגם ביניהם מתקיימים יחסי גומלין.

המים הם המרכיב העיקרי בתא. החומרים העיקריים האחרים הבונים את התאים הם תרכובות אורגניות (תרכובות פחמן) וחומרים אי-אורגניים. היסודות העיקריים הבונים את התרכובות האורגניות הם מועטים: פחמן, חמצן, מימן, חנקן, זרחן וגופרית, ואף על פי כן מגוון התרכובות בכל תא גדול מאוד. בין תרכובות הפחמן בתא יש חשיבות מיוחדת לחלבונים כמרכיבים את התא, וכמשתתפים בתהליכים ובבקרת התהליכים המתרחשים בתא.

מרבית התהליכים המתרחשים ברמת התא משותפים ליצורים רבים. בתהליכים אלה, המכונים חילוף חומרים (מטבוליזם), החומרים בתא עוברים תהליכי פירוק, בנייה ושינוי המלווים בשינויים אנרגטיים. תהליכים אלו מזרזים על ידי אנזימים.

על פי רוב, בכל תא נמצא כל המידע התורשתי של היצור, אך בסיוע מנגנוני בקרה מתאימים מתבטאים בכל תא גנים מסוימים ולא אחרים. ביטוי של המידע התורשתי בתא נעשה במסלול של: DNA ← RNA ← חלבון, והוא מבוקר על ידי מנגנוני בקרה, הן באמצעות מסרים המועברים אל התא מבחוץ והן על ידי תהליכים המתרחשים בתא. כל תא נוצר מתא קודם. בחומר התורשתי (ה-DNA) המצוי בתא, מוצפן המידע לביטוי התכונות התורשתיות של היצור, והוא מועבר באופן מדויק (בדרך כלל), מדור לדור. רביית תאים פרוקריוטיים מתבצעת באמצעות הכפלת ה-DNA וחלוקת התא לשניים, ואילו רביית תאים אאוקריוטיים מתבצעת בדרך כלל באמצעות חלוקת מיטוזה. ביצורים אאוקריוטיים, שבהם מתקיימת רבייה זוויגית, מתרחשת גם חלוקת הפחתה (מיוזה) ונוצרים תאים המשתתפים בתהליך הרבייה (גמטות).

הנגיפים (וירוסים) הם פרטים יוצאי דופן (אין להם מבנה תאי אופייני), ולא מתקיימים בהם מאפייני חיים (לא מתרחשים בהם תהליכים מטבוליים).

התקדמות המדע וההבנה של מבנים ותהליכים המתרחשים בתאים, לצד פיתוח שיטות חדשות לטיפול בתאים והתפתחות היכולת לשנות את תכונותיהם (כגון הנדסה גנטית או שיבוט), מאפשרים כיום לטפל במחלות ולסייע לחולים באופן שלא היה אפשרי בעבר, אך מעוררים דילמות מוסריות שעל האדם לתת דעתו עליהן.

שינויים עיקריים:

נוסף סעיף בנושא תורשה מנדלית, בגלל חשיבות הנושא ובגלל העניין הרב שהוא מעורר בקרב התלמידים.

נוסף מידע בסיסי על נגיפים וחיידקים.

המלצות להוראה:

• ספרי לימוד:

- **התא - יחידת החיים**, חיה גרוס, יהודית עתידה, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית, מטה מל"מ, משרד החינוך התרבות והספורט, האוניברסיטה

העברית בירושלים ומכון ויצמן למדע, רחובות 2000. [קישור](#), [קישור](#).

התא - מבנה ופעילות

מפרט תכנים (70-80 שעות)

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
התא הוא יחידת המבנה והתפקוד ביצורים החיים. בכל היצורים ניכרת אחידות רבה במבנה הבסיסי של התאים, בהרכב שלהם ובתהליכי היסוד המתקיימים בהם, לצד שונות בצורה ובתפקוד.	מאפייני החיים ומבנה התא - מבט מעל (4-5 שעות) - מאפייני תאים: הפרדה מהסביבה החיצונית, סביבה פנימית יציבה, חילוף חומרים (מטבוליזם), התרבות, תגובה לגירוי, גדילה והתפתחות. - תאים פרוקריוטיים ותאים אוקריוטיים - מאפיינים. - אברוני התא ותפקודם. - סוגי תאים ביצור רב-תאי: דמיון, שוני, התאמה בין מבנה לתפקוד. - נגיפים (וירוסים). - חיידקים.	תא בעל חיים, תא חיידקי, תא צמח. גרעין התא, דופן תא, חלולית, ליזוזומים, מיטוכונדריה, פלסטידות, ציטופלסמה, קרום התא, ריבוזומים, שלד תוך-תאי.	יש לציין כי מאפייני החיים המאפיינים כל תא מאפיינים גם אורגניזם שלם רב-תאי. חשיבות היחס בין שטח הפנים לנפח תודגש בהקשר לגודל התא ולמבנה חלק מהאברונים. יש לציין כי הנגיפים הם קבוצה ייחודית של טפילים בעלי מבנה בסיסי של מעטפת וחומר תורשתי - DNA או RNA - שאינם מסוגלים להתרבות בעצמם. יש להדגיש את ההבדל העקרוני בין נגיפים שהם טפילים מוחלטים, שלא מתקיים בהם חילוף חומרים, הם תלויים בתא המאכסן ומסוגלים להתרבות רק בתאי אורגניזמים אחרים, ובין חיידקים שהם אורגניזמים עצמאיים.
בתא מתקיימת סביבה מימית. רוב החומרים הבונים את תאי היצורים החיים הם תרכובות פחמן אורגניות מסוגים שונים. בתאים מצויים גם מינרלים.	ההרכב הכימי של התא (5-6 שעות) - היסודות העיקריים הבונים את התרכובות האורגניות הם מועטים (C,H,O,N,P,S), ואף על פי כן מגוון התרכובות בכל תא גדול מאוד. - ההרכב והתכונות של פחמימות, ליפידים, חלבונים, חומצות גרעין.	דו-סוכר, חד-סוכר, חומצות אמיניות, חומצות גרעין, חומרים אורגניים, חומרים אי-אורגניים, חלבונים, ליפידים, נוקלאוטידים, פחמימות, רב-סוכר, תאית, DNA, RNA.	# אחריות האדם לבריאותו # ספקנות וביקורתיות האם השומן באמת מזיק לנו?

חזרה לתוכן

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
	- חומרי תשמורת: חשיבות, מאפיינים, דוגמאות בצמחים ובבעלי חיים. - חשיבות המים והמינרלים.	חומרי תשמורת: גליקוגן, עמילן, שומנים.	
קרום התא (ממברנה) מפריד בין הסביבה הפנימית לסביבה החיצונית של התא, ומתקיים דרכו מעבר דו־כיווני של חומרים.	מעבר חומרים אל התא וממנו (8-10 שעות) - קרום התא הוא מבנה דינמי, המאפשר קיום סביבה פנימית יציבה השונה מן הסביבה החיצונית של התא. - מבנה קרום התא והתאמה לתפקוד.	איזוטוני, בררנות, הומאוסטזיס, היפוטוני, היפרטוני, חדירות הקרום.	
	- דרכים למעבר חומרים דרך קרום התא. - קליטת אותות מהסביבה החיצונית אל תוך התאים נעשית דרך קרום התא.	חלבונים, משאבות, נשאים פוספוליפידים, קולטנים, תעלות.	
	- דרכים למעבר חומרים דרך קרום התא. - קליטת אותות מהסביבה החיצונית אל תוך התאים נעשית דרך קרום התא.	אוסמוזה, אנדוציטוזה, אקסוציטוזה, דיפוזיה, דפלסמוליזה, העברה פעילה, מפל ריכוזים, פלסמוליזה, קולטנים יחודיים.	
בתוך תא אאוקריוטי יש קרומים התוחמים אברונים ויוצרים מידור בתא.	המידור בתא מאפשר פעילות מגוונת וקיום סביבות שונות בתוך התא ובתוך האברונים השונים.	כלורופלסטידות, מיטוכונדריה.	

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
בתאים מתקיימים תהליכים של פירוק, בנייה ושינוי - חילוף חומרים (מטבוליזם). תהליכים אלה מלווים בשינויים אנרגטיים. התהליכים הכימיים ביצור החי מזורזים על ידי אנזימים.	חילוף חומרים ושינויים אנרגטיים (12-14 שעות) - מקור החומרים המשמשים לתהליכי חילוף החומרים הוא הזנה הטרטרופית או אוטרטרופית. - תהליך הפוטוסינתזה כתהליך המרת אנרגיית אור לאנרגיה כימית, הניתנת לניצול על ידי יצורים חיים.	כלורופיל, כלורופלסטידות.	בהוראת הנושא יש לתאר את התהליך: מגיבים, המרות אנרגיה ותוצרים, ללא פירוט השלבים.
	- הנשימה התאית כתהליך אנזימטי רב-שלבי, שבו מופקת אנרגיה כימית המשמשת לביצוע כל תהליכי החיים בתא. - חשיבות ה-ATP כמתווך בתהליכים צורכי אנרגיה, כגון העברה פעילה ושינויים כימיים. - האנזימים כזרזים ביולוגיים, המאפשרים את קיומם של התהליכים בתא. - פעולת האנזימים מושפעת מגורמים שונים, כמו pH, טמפרטורה, ריכוז סובסטרט (מצע), ריכוז אנזים ומעכבים.	אנרגיית חום, גליקוליזה, חד-סוכר, מיטוכונדריה, נשימה אירובית, פוספט (זרחה), תסיסה, ADP, ATP, אתר פעיל, בופר, דנטורציה, מבנה מרחבי, מעכב, ספציפיות.	בהוראת הנושא יש להתייחס לשני שלבים עיקריים: - שלב הגליקוליזה. - שלב נשימה תאית אווירנית (אירובית). בכל שלב יש להתייחס למגיבים, לתוצרים ולרווח אנרגטי יחסי. תסיסה לקטית ותסיסה כוהלית - יש להתייחס למגיבים, לתוצרים ולרווח אנרגטי. יש להסביר מהי תמיסת בופר ומהי חשיבותה למערכות ביולוגיות. אין צורך להתייחס לתגובה הכימית.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
החומר התורשתי בכל היצורים הוא ה-DNA. הצופן הגנטי פוענח, והוא אחיד בכל היצורים החיים. בתאים אאוקריוטיים ה-DNA מאורגן בכרומוזומים. מספרם קבוע ואופייני למין.	החומר התורשתי (3-4 שעות) • מבנה ה-DNA. • מאפייני ה-DNA: – בעל הרכב אופייני למין וייחודי לפרט; – נשמר (ברובו) במעבר בין הדורות; – יציב מאוד; – יכול לעבור שינויים (מוטציות). • מבנה הכרומוזום.	בסיס חנקני, גדיל, גדיל משלים, גן, דאוקסי-ריבוז, זרחה, חומצות גרעין, נוקלאוטיד, סליל כפול, ריבוז. מוטציה. אדנין (A), גואנין (G), ציטוזין (C), תימין (T). כרומטידות, צנטרומר.	יש להזכיר שבחלק מהנגיפים החומר התורשתי הוא RNA. # כבוד האדם, שוויון בין בני אדם, # אחריות האדם לדורות הבאים פרויקט גנום האדם ושאלות אתיות שהוא מעורר כמו: למי שייכת הבעלות על המידע הגנטי? האם מותר לרשום פטנטים על גנים? האם האדם חייב להעביר מידע גנטי לרשויות? האם יועץ גנטי חייב להעביר מידע רק לחולה? למשפחתו? לאחרים שעלולים להיות מושפעים? (התנגשות בין זכות הפרט לזכויות הכלל). אחריות לדורות הבאים מול האינטרסים של הדור העכשווי. גן ו/או סביבה: הבדלים גנטיים בין גזעים שונים על בסיס כתבות כמו: האם קיימים גזעים? סיינטיפיק אמריקן ישראל (2004). רפואה מותאמת אישית: האם לעשירים סיכוי טוב יותר לרפואה אישית? האם יש מחויבות של החברה לתת לאזרחים מידע על הגנום שלהם?

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
כל תא נוצר מתא קודם. לפני חלוקת התא ה-DNA משוכפל ומועבר בצורה מדויקת (לרוב) לתאי הבת. ביצורים שבהם מתקיימת רבייה זוויגית מתרחשת חלוקת הפחתה (מיוזה).	מחזור התא (8-10 שעות) • שכפול DNA. • מיטוזה: – מתרחשת בתאי גוף (תאים סומטיים); – חשיבות התהליך: גדילה, התמיינות, רבייה אל זוויגית; – עקרון החלוקה: יצירת שני תאי בת זהים לתא האם. • מיוזה - חלוקת הפחתה: – הבסיס התאי של הרבייה הזוויגית; – עיקרון החלוקה: יצירת תאי בת המכילים מחצית ממספר הכרומוזומים; – חשיבות התהליך: יצירת תאים הפלואידים, הגדלת השונות הגנטית. • שגיאות בהפרדות כרומוזומים	אנזים משכפל DNA. כישור, כרומוזומים, דיפלואיד, הפלואיד, הפרדה בלתי תלויה, הפריה, זיגוטה, כרומוזומים הומולוגיים, תא רבייה (גמטה), תא ביצה, תא זרע. תסמונת דאון.	במחזור התא יש להתייחס לגידול בנפח התא, לסינתזת DNA ולמיטוזה. אין צורך להכיר את שמות שלבי המיטוזה.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
החומר התורשתי מקודד ליצירת חלבונים, הבאים לידי ביטוי בתכונות. כל הגנום נמצא בכל התאים בגוף, אך בכל תא באים לידי ביטוי רק חלק מן הגנים. קיימת בקרה על ביטוי הגן המתאים בעוצמה, במקום ובזמן, בהתאם לתנאי הסביבה.	מ-DNA לחלבון (8 שעות) - ביטוי החומר התורשתי נעשה בדרך כלל במסלול של: DNA $\leftarrow$ RNA $\leftarrow$ חלבון. - ביטוי גנים מבוקר על ידי אותות תוך-תאיים וחוץ-תאיים. - באוקריוטיים - בקרה על ביטוי גנים יכולה להיות בכל אחד מהשלבים במסלול מ-DNA לחלבון. - בעת התמיינות ביצורים רב-תאיים נקבעים תפקודים שונים של התא באמצעות תהליכי בקרה על פעילות הגנים (הפעלה, השתקה).	גן, חומצה אמינית, צופן גנטי (קוד גנטי), קודון, ריבזומים, תעתוק, תרגום, RNA מוביל (tRNA), RNA שליח (mRNA). אדין (A), גואנין (G), ציטוזין (C), תימין (T), אורציל (U) אנזים מתעתק DNA. הורמונים, קולטנים תא גזע (stem cell).	יש ללמד רק את הרעיון של קיום בקרה בשלבים השונים וחשיבתו. אין צורך להתייחס לפרטי הבקרה. חשוב להדגיש כי תא גזע הוא תא שלא עבר התמיינות סופית. יש לו יכולת להתפתח לתאים מסוגים שונים, או להמשיך להתחלק כתא גזע. בתהליך ההתמיינות של התאים חשוב שיוון העיקרון בלבד.
במולקולות ה-DNA חלים לעיתים שינויים.	מוטציות (2 שעות) - מוטציה היא שינוי ברצף הבסיסים ב-DNA. - מוטציות נקודתיות (החסרה, הוספה, החלפה). - לא כל שינוי ברמת ה-DNA מתבטא ברמת החלבון.	מוטגן.	

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
יש כללים שלפיהם בא לידי ביטוי האופי ההסתברותי של מעבר התכונות מדור לדור.	תורשה מנדלית (10-12 שעות) - דרך ההורשה של תכונה אחת, היחסים המספריים בין הפנוטיפים, הכלאות מבוקרות. - גנים מרובי אללים. - הורשה בתאחיזה לזוויג. - גנטיקה במשפחת האדם: סוגי דם, דממת (המופיליה), עיוורון צבעים.	אלל, אלל דומיננטי, אלל רצסיבי, גן, גנוטיפ, דור ההורים (P), דור צאצאים ראשון (F1), דור צאצאים שני (F2), הומוזיגוט, הטרוזיגוט, הכלאת מבחן, זוויג, זן (גזע) טהור, פנוטיפ, קודומיננטיות, שושלות.	אפשר ללמד את הנושא תורשה מנדלית אחרי הוראת הנושא מחזור חיי התא. # קדושת החיים, # כבוד האדם, שוויון בין בני אדם, # אחריות האדם לבריאותו, # אחריות האדם לדורות הבאים אבחון וייעוץ גנטי: ביואתיקה וגנטיקה. שאלות מנחות לדיון. אפרת קפרא. מחלת מק ארדל. דילמה גנטית מוסרית. עדית ארליכמן. עלון למורי הביולוגיה 172. פעילות בעקבות הסרט השמן של לורנצו. דיון בעקבות הסרט מה קרה בגטקה. האם ולמי כדאי לבצע בדיקות גנטיות? דילמות אתיות בגנטיקה אפשר למצוא גם בחוברות: המהפכה הגנטית - דיון בדילמות מוסריות, דר' ענת זוהר ופלורה נמט, האוניברסיטה העברית ירושלים, תשנ"ו 1996. תורשה, קדמה מדעית מול חברה ומוסר, אירית מלר, כנרת הוצאה לאור, 2007. מניעת מחלות תורשתיות. פגיעה בשונות - האם מותר להתערב? באילו מחלות מותר להתערב? מי יקבע?

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
הידע בתורשה ובהנדסה גנטית מיושם בחקלאות, בתעשייה הביוטכנולוגית וברפואה.	תורשה, רפואה וחברה (2 שעות) - הנדסה גנטית: - מאפשרת שינויים מכוונים ב-DNA של תא או של אורגניזם. - דוגמאות ליישומים: עמידות צמחים למזיקים, שיפור יבול, ייצור חלבונים והורמונים. - חסרונות: הפצת גנים באופן בלתי מבוקר. - שיבוט ושימוש בתאי גזע.	פרויקט הגנום.	יש ללמד רק את העקרונות של הנדסה גנטית: יכולת לזהות ולבודד גן, לרבות אותו ולהחדירו לתא אחר, כך שיבוא לידי ביטוי. בנושא שיבוט ותאי גזע יש ללמד את העקרונות, בלי להתייחס לפרטים. הוראת הנושא מזמנת התייחסות לדילמות ערכיות. # קדושת החיים, יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים, # אחריות האדם לסביבה ומשאביה, שמירת הטבע, # אחריות האדם לדורות הבאים, # ספקנות וביקורתיות הנדסה גנטית: כתבות המעוררות את הדילמות בנושא מזון מהונדס גנטית כמו: 1 2 3 4. מה באמת מתבשל בעולם ההנדסה הגנטית השימוש ביבולים מהונדסים גנטית. עליזה חדד. מזון מהונדס גנטית. שאלות עמ"ר במדעים. פעילות בעקבות הסרט פארק היורה.

ג. אקולוגיה

מבט על

נושא האקולוגיה מייצג את רמת הארגון המערכתית.

לנושא כמה היבטים ייחודיים:

- מזמן שילוב של לימוד נושאים תיאורטיים עם הוראת הטבע בשדה, והיכרות עם מגוון בתי גידול ומינים בארץ.
 - מזמן עיסוק בנושאים רלוונטיים הנוגעים למעורבות האדם בסביבתו, ברמה הגלובלית, ברמה האזורית וברמה המקומית.
 - מאפשר פיתוח מודעות לדילמות הקשורות לאחריות האדם לסביבה ולסוגיות של שימור מול פיתוח הסביבה.
- מומלץ ללמד את הנושא בשילוב מעקב אחר אחד מבתי הגידול הסמוכים לבית הספר לאורך זמן.

אחת התופעות המעניינות הנגלות לעיני המתבונן בסביבה היא ההתאמה של היצורים, במבנה ובאורח החיים, לתנאים בסביבתם וליצורים שעמם הם מקיימים יחסי גומלין. התאמה זו היא תוצאה של תהליכים אבולוציוניים שהתקיימו במהלך העידנים ונמשכים גם כיום. יחסי הגומלין בין היצורים לסביבתם (האביוטית והביוטית) נובעים מכך שכל היצורים החיים זקוקים לשם קיומם לחומרים, לאנרגיה ולתנאי גידול, כמו טמפרטורה מתאימה. היצורים קולטים חומרים ואנרגיה מהסביבה ופולטים לסביבה חומרים ואנרגיית חום. מחזור של יסודות, כמו פחמן, חנקן וחמצן, הוא חיוני לחיי היצורים, שכן כמות היסודות בביוספירה היא סופית. בניגוד לחומרים, האנרגיה אינה זמינה לשימוש חוזר (למחזור). לפיכך, הביוספירה היא מערכת אקולוגית פתוחה לאנרגיה, שבה זרימת האנרגיה היא חד-כיוונית, אך היא מערכת סגורה מבחינת החומרים שבה. גודל האוכלוסיות של המינים השונים בטבע מושפע לא רק מהמשאבים ומהתנאים שבסביבתם, אלא גם מיחסי הגומלין המתקיימים בין פרטים באותה אוכלוסייה (בעיקר תחרות) ומיחסי הגומלין בין פרטים השייכים לאוכלוסיות שונות בחברה, כמו יחסי הזנה וטריפה, יחסי תחרות ויחסי שיתוף (סימביוזה לסוגיה). כיום ניכרת מאוד ההשפעה של מעורבות האדם בטבע, הנובעת מהגידול המהיר של אוכלוסיית העולם ומניצול בלתי מבוקר של המשאבים. מעורבות האדם גורמת לשינויים בסביבה, שחלק מהם בלתי הפיכים ועלולים לסכן את המשך קיומם של מינים רבים, ובכלל זה את קיומם של בני האדם. בשנים האחרונות מעוררת מעורבות האדם בטבע בעיות ודילמות חברתיות ואתיות, ומחייבת אימוץ התנהגויות שמבוססות על גילוי אחריות כלפי הסביבה וכלפי הדורות הבאים.

שינויים עיקריים:

- היקף לימוד הסעיפים הנוגעים לגורמים אביוטיים וביוטיים צומצם, כיוון שנושאים אלו נלמדים בחטיבת הביניים.
- ניתן משקל רב יותר לנושא תהליכים אבולוציוניים והתערבות האדם בתהליכים אלה.
- נוספה התייחסות מצומצמת למחזור החיים של הצמח.

המלצות להוראה:

• ספרי לימוד:

- **פרקים באקולוגיה, מהדורה שנייה מורחבת**, רות אמיר, האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים, משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים, מטה מל"מ, 2007. בערבית: **קישור**.
- **אבולוציה איך זה קורה**, גלית חגי, חן צור, סמדר רייספלד, לולי שטרן, הטכניון - המחקר להוראת הטכנולוגיה והמדעים, משרד החינוך התרבות והספורט, המזכירות הפדגוגית, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים, מטה מל"מ, 2005. **קישור**, **קישור**.

ג. אקולוגיה

מפרט תכנים (50-60 שעות)

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
הסביבה מאופיינת באמצעות גורמים אביוטיים וגורמים ביוטיים, המשפיעים אלו על אלו. כל המאפיינים של בית הגידול יוצרים יחד את התנאים בבית הגידול, וחלק מהם מהווים משאבים הנחוצים לחיי היצורים. כל אחד מהגורמים יכול להוות גורם מגביל של גודל אוכלוסיות היצורים בבית הגידול, ויחד הם קובעים את כושר הנשיאה של הסביבה.	מאפייני הסביבה (4 שעות) - גורמים אביוטיים: מים, קרקע, אור וקרינה, טמפרטורה, רוח, חמצן ו-CO_2. - גורמים ביוטיים: צמחים, בעלי חיים, פטריות, חיידקים.	גורם מגביל, מינים אנדמיים, מגוון ביולוגי.	חלק מהתכנים המופיעים בסעיף זה נלמדו בחטיבת הביניים. מומלץ לערוך בירור תכנים במסגרת הסיור האקולוגי. על המורה ללמד על השפעתם של לפחות שלושה גורמים אביוטים מתוך הרשימה. # אחריות האדם לסביבה ומשאביה, איכות הסביבה, שמירת הטבע # הכרות ואהבת הארץ
בין פרטים של אותה אוכלוסייה ובין פרטים של אוכלוסיות שונות באותה חברה מתקיימים יחסי גומלין מסוגים שונים. יחסי הגומלין בתוך האוכלוסיות וביניהן משפיעים על גודלן.	יחסי גומלין (6 שעות) - יחסי ההזנה בין יצרנים לצרכנים. - טריפה, הימלטות מטריפה. - תחרות בתוך אוכלוסיות ובין אוכלוסיות. - יחסי שיתוף (סימביוזה) מסוגים שונים. - השפעת יחסי הגומלין על גודל האוכלוסייה.	אוטורופים, הטרוטורופים, יצרנים, צרכנים ראשוניים, צרכנים שניוניים. הדדיות (מוטואליזם), טפילות, קומנסליזם.	

חזרה לתוכן

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
כל היצורים החיים זקוקים לחומרים ולמקור אנרגיה לקיומם. הם קולטים חומרים ואנרגיה מהסביבה ומשחררים לסביבה חומרים ואנרגיית חום. הביוספירה היא מערכת אקולוגית סגורה לחומרים ופתוחה לאנרגיה. למיקרואורגניזמים יש תפקיד חיוני במחזור החומרים בטבע.	מקורות אנרגיה, מעברי אנרגיה ומעברי חומרים במערכת אקולוגית (10-8 שעות) - השמש היא מקור האנרגיה הראשוני והעיקרי במרבית המערכות האקולוגיות. - מעברי אנרגיה בין גורמים ביוטיים לסביבה האביוטית. - זרימת אנרגיה בין גורמים ביוטיים נעשית באמצעות הזנה. - דרכים לייצוג מעברי אנרגיה וחומרים במערכת האקולוגית: שרשרת מזון, מארג מזון ופירמידה אקולוגית.	אנרגיה כימית, אנרגיית חום, ביומסה, זמינות, חומר אורגני, חומר אי־אורגני, טורף־על, יחסי הזנה, יצרנים, מפרקים (חידקים ופטירות), נשימה, פוטוסינתזה, צרכנים (ראשוניים, שניוניים), קיבוע חנקן.	
	מחזורי חומרים בטבע: מחזור חנקן (ללא פירוט תהליכים כימיים) ומחזור הפחמן.		נדרשת הבנה כללית של מחזור החנקן. אין צורך לפרט תהליכים כימיים.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
תהליכים אבולוציוניים משפיעים על שכיחות של תכונות המאפיינות את המין, ועל מגוון המינים.	תהליכים אבולוציוניים (8-10 שעות) • תיאוריית האבולוציה מתבססת על שלוש עובדות: – בכל אוכלוסייה קיימת שונות, שחלקה תורשתית. – מספר הצאצאים הנוצרים גדול ממספר הצאצאים השורדים. – קיים קשר בין תכונות הפרט ובין הסיכויים שלו לשרוד ולהתרבות בתנאי סביבה מסוימים. עם הזמן תעלה באוכלוסייה שכיחותם היחסית של פרטים בעלי תכונות המקנות להם יתרון. • התאמה – ההתאמה היא תוצר של תהליכי ברירה טבעית. • שונות – שונות בין פרטים בתוך המין מתבטאת בהבדלים התנהגותיים, פיזיולוגיים ואנטומיים, וברמה התאית-מולקולרית. – מקורות השונות: - צירופים שונים של אללים - רבייה זוויגית - מוטציות אקראיות בתאי הזויג או בזיגוטה	כשירות, שכיחות, מין (species), מגוון ביולוגי. מחסום רבייתי, מינים אנדמיים.	# אחריות האדם לסביבה ומשאביה, איכות הסביבה, שמירת הטבע חשיבות המגוון הגנטי להשרדות המין האנושי. דוגמה: אבולוציה ואנמיה חרמשית. # כבוד האדם, שוויון בין בני אדם אבולוציה של צבע העור - דיון על קיום גזעים בבני אדם ומשמעותו.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
	ברירה טבעית – שונות בטבע כחומר גלם לברירה טבעית, תחרות על משאבים, הישרדות, העמדת צאצאים פוריים והתאמה. – תהליכי ברירה טבעית משפיעים על המגוון בתוך המינים ועל המגוון של המינים. הרכב אוכלוסיות מושפע גם מאירועים אקראיים – אירועים אקראיים מתקיימים במקביל לתהליכי ברירה טבעית. – השפעת אירועים אקראיים ומוטציות אקראיות גדולה במיוחד באוכלוסיות קטנות, ועשויה לגרום לעלייה בשכיחות של תכונות שאין להן יתרון בסביבה. – היווצרות הבדלים בין תת-אוכלוסיות יכולה לגרום להיווצרות מינים חדשים, וכך לגרום להגדלה של מגוון המינים.		תהליכים שונים, כמו שִׁרְפָה, יכולים להיות אקראיים, נוסף על אקראיות המוטציות.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
יש התאמה בין המבנה והתפקוד של יצורים חיים ובין התנאים בסביבתם.	התאמה לבתי גידול (8-10 שעות) - סוגים שונים של התאמות: מורפולוגית, פיזיולוגית- ביוכימית, התנהגותית. מחזור חיים של צמחים - מחזור חיים של חד-שנתיים וגיאופיטים כהתאמה לאקלים ים תיכוני ולאקלים מדברי.	הומאותרמים (אנדותרמים), פויקילותרמים (אקטותרמים). בצל, דיות, האבקה, הפצת זרעים, זרע, נביטה, פיונית, פקעת, פרח, פרי.	על התלמיד להכיר התאמות של צמחים והתאמות של בעלי חיים בארץ לשלוש סביבות: סביבה מימית, אקלים ים תיכוני ואקלים מדברי. יש להתייחס לחשיבות יחס שטח פנים לנפח ולהשפעתו על האורגניזם. זהו עיקרון מרכזי שנלמד ברמות ארגון שונות, וגם כאן. חד-שנתיים וגאופיטים הם שתי אסטרטגיות לבריחה מעונה יבשה.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
האדם משפיע על סביבתו ומשנה אותה.	השפעת האדם על הסביבה (12 שעות) - פעילות לתועלת האדם: - חקלאות אינטנסיבית: גורם מייצר מזון ותוצרים רבים נוספים לרווחת האדם, לדוגמה: שינוי מועד פריחה, השפעה על קצב הטלת ביצים, פיתוח זנים עתירי יכול, פיתוח זנים עמידים למזיקים. - תעשייה. - בינוי. - המחיר הסביבתי: - זיהום ודלדול משאבים. - הרס בתי גידול. - הכחדת מינים וכניסת מינים פולשים. - דרכים להקטנת המחיר הסביבתי: - בחקלאות: הדברה ביולוגית. - בבינוי ותעשייה: פיתוח בר-קיימא. - צמצום צריכת משאבים. - חקיקה סביבתית. - חינוך והסברה.	אפקט החממה, דישון, דלדול האוזון, הדברה ביולוגית, הדברה כימית, הרס בתי גידול, זיהום אוויר, זיהום מים, זיהום קרקע, מי קולחין, מים מליחים, מים שפירים, מינים בסכנת הכחדה, מינים פולשים, קומפוסט.	# אחריות האדם לסביבה ומשאביה, איכות הסביבה, שמירת הטבע # אחריות האדם לדורות הבאים כלובי הדגים באילת, משפט ציבורי. אפרת לינק. העלון למורי הביולוגיה 171. דילמות שימור מול פיתוח. עליזה חדד פעילות 3: גישות שונות לשימור הסביבה. פעילות 4: דילמות סביבתיות (כולל משחק תפקידים) בהיבט מערכתי בנושאים: - הקמת מרינה בחיפה - בעיה ברמה המקומית שאפשר להשליך על אזורים נוספים בארץ. - כביש חוצה ישראל - בעיה ברמה הארצית. - יערות הגשם הטרופיים - בעיה ברמה העולמית. מעורבות האדם בפיתוח הסביבה. המים כמשאב: חלוקת משאבים בעולם. מצב המים במדינת ישראל. דילמה של שימוש במים לצרכים מגוונים: חקלאות, שתייה, תעשייה.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילות
האדם משפיע על תהליך האבולוציה של מינים. מעורבות האדם בטבע מעוררת בעיות ודילמות חברתיות ואתיות.	השפעה אפשרית של האדם על תהליכים אבולוציוניים • דוגמאות: – עמידות לתרופות, לקוטלי חרקים ולקוטלי עשבים. – מלניזם תעשייתי. – חיים בסביבה מוגנת (היעדר לחץ סביבתי). – הרפואה המודרנית מקטינה את לחץ הברירה הטבעית. – השפעה על מגוון המינים בטבע: שימור מינים, הכחדת מינים, ביטול מחסומים גיאוגרפיים, מינים פולשים. – השבחה וטיפוח. • דילמות הקשורות לשמירת הסביבה: – שימור לעומת פיתוח. – עלות ותועלת מול שיקולים אתיים.	הכחדת מינים, הכנסת מינים, טביעת רגל אקולוגית, מחסומים גיאוגרפיים, קיימות (sustainability).	יש לבחור שלוש דוגמאות מבין הדוגמאות המוצגות. # אחריות האדם לסביבה ומשאביה, איכות הסביבה, שמירת הטבע # אחריות האדם לדורות הבאים השיטה שמתחרה באבולוציה. אלכס קרצ'ר, מכון דוידסון. טכנולוגיות חדשות בביולוגיה - האם מותר לנו להשפיע על האבולוציה? חשיבה בחמשת הכובעים של בונו. צוות המרכז הארצי למורי הביולוגיה והסביבה. מינים פולשים - האיום הביולוגי של הגלובליזציה. סעיף שאלות לדיון. יעל גבריאלי. עלון למורי הביולוגיה 172. # יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים האם כדאי להשתמש בהדברה ביולוגית נגד מין פולש? האם נכון להכחיד את מיני היתושים הנושאים מחלות? מהן האלטרנטיבות לגידול חיות משק? כולל מזון מחרקים דוגמאות מתאימות לדיון בדילמות הקשורות לסביבה: כביש חוצה ישראל, תחנות להפקת חשמל לאורך חופי הים. אפשר להשתמש בדוגמאות אחרות, לפי שיקול דעתו של המורה.

2.2. נושאי העמקה

נושאי ההעמקה כוללים שלושה נושאים: **בקרה על ביטוי גנים והנדסה גנטית; פיזיולוגיה השוואתית בהיבט התפתחותי; מחד-תאיים ליונקים, וחידקים ונגיפים בגוף האדם.**

כל אחד מנושאי ההעמקה נפתח במבט-על המתאר את התופעות ואת הרעיונות העיקריים של הנושא, וכן מקורות לימוד מומלצים. בהמשך מוצגת טבלה המתייחסת להיבטים הבאים: רעיונות ותופעות, מפרט תכנים, רשימת מונחים ומושגים נוספים, הערות והסברים ומספר שעות מומלץ להוראת התכנים השונים. בחישוב מספר השעות נלקחו בחשבון שעות המיועדות להעמקה, הרחבה, העשרה, ביצוע ניסויים ופעילויות אחרות (לפי בחירת המורה). כמו כן, יש לשים לב כי חלק מהתכנים המופיעים בנושאי ההעמקה נלמדו או הוזכרו בנושאי הליבה. בכל מקום שבו כתוב 'דוגמה' היא אינה מחייבת, ואפשר לבחור דוגמה אחרת להדגמת הרעיון או העיקרון.

ד. בקרה על ביטוי גנים והנדסה גנטית

מבט-על

התגליות הגדולות של הביולוגיה במאה העשרים ובתחילת המאה העשרים ואחת כוללות פענוח מבנה ה-DNA, מיפוי הגנום האנושי והבנת הבסיס המולקולרי של הורשת תכונות. שיטות מחקר חדשות בהנדסה גנטית וביולוגיה מולקולרית תרמו להבנה כי כל תכונה תורשתית של יצור חי כרוכה בפעילות של גן אחד או יותר. הבנת מנגנוני הבקרה על ביטוי הגנים הקובעים מתי, כיצד ובאיזו עוצמה יתבטאו הגנים, היא מפתח להבנת ההתפתחות והתפקוד של היצורים החיים, ובכך מתמקד היום המחקר בתחומים רבים של הביולוגיה. הידע בגנטיקה והנדסה הגנטית מיושם כיום לצורכי מחקר, חקלאות, תעשייה ביוטכנולוגית ורפואה. ליישומים אלה יש השלכות חברתיות, מוסריות, משפטיות וכלכליות.

המלצות להוראה:

• ספרי לימוד:

- **גנטיקה**, יהודית עתידה, הוצאת האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים, מטה מל"מ, משרד החינוך התרבות והספורט, המזכירות הפדגוגית, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים 2004, פרקים: ז - בקרה על ביטוי גנים, י - יישום הידע בגנטיקה. **קישור**, **קישור**.
- **מאלפי הגנים: קובץ מחקרים בביוטכנולוגיה**, הזה פלק, יעל פיונטקביץ, גילת בריל, איילת ברעם צברי, ענת ירדן. הוצאת מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים, מטה מל"מ, משרד החינוך, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים, 2005, מבנית המבוא. **קישור**, **קישור**.
- הצעות לגיוון ולהעשרת הוראת הנושא - **בקישור**, בתחתית הדף.

ד. בקרה על ביטוי גנים והנדסה גנטית

מפרט תכנים (25 שעות)

רעיון/תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילויות
בכל תא באים לידי ביטוי רק חלק מן הגנים. יש בקרה על ביטוי גנים הקובעת היכן, מתי, ובאיזו רמה יתבטאו הגנים השונים. חלק ממנגנוני הבקרה משותפים לכלל האורגניזמים, וחלק ייחודיים לקבוצות מסוימות. 5-6 שעות	• בקרה על ביטוי גנים בתאים יכולה להתרחש בכל אחד מהשלבים הבאים: מבנה ה-DNA, תעתוק, שחבור, תרגום. - בקרה ברמת התעתוק: בקרה חיובית ובקרה שלילית (אופרון הלקטוז). - בקרה ברמת מבנה DNA (שיתוק כרומוזום X). - בקרה בשלב השחבור בתאים אאוקריוטיים: שחבור חלופי.	אתר מפעיל (Operator), אתר מקדם (Promoter), גנים מבניים, גנים של תחזוקה שוטפת (Housekeeping genes), דכאן (repressor), משרן (inducer). אינטרון, אקסון.	הצעה: להזכיר שקיימת בקרה גם ברמות נוספות - פעילות החלבון, קצב פירוק החלבון ועוד. על התלמיד להכיר את העיקרון של כל רמת בקרה, ובמקרים שבהם מצוין מנגנון מסוים יש ללמד את המנגנון המסוים, נוסף על העיקרון הכללי. בקרה חיובית: הגברת התעתוק על ידי קישור החלבון המווסת ל-DNA. בקרה שלילית: הקטנת התעתוק על ידי קישור החלבון המווסת ל-DNA. מומלץ לחדד את האבחנה בין משוב שלילי ובין בקרה שלילית. שחבור קיים בתאים אאוקריוטיים ולא בתאים פרוקריוטיים.
ביצורים רב-תאיים בקרת ביטוי הגנים היא הבסיס להתמיינות. 1 שעות	• במהלך ההתמיינות (דיפרנציאציה) מושתקים גנים מסוימים ומופעלים גנים אחרים.	התמיינות, תא גזע (stem cell).	# קדושת החיים, # כבוד האדם, # אחריות האדם לבריאותו, # אחריות האדם לדורות הבאים תאי גזע: מהפכה ומתנגדיה. עוברי המחלוקת.

חזרה לתוכן

רעיון/תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילויות
זוהר רצף הבסיסים המלא של הגנום של כמה יצורים (בכללם האדם). 2 שעות	• זיהוי רצף הנוקלאוטידים של האדם מאפשר אבחון גנטי וזיהוי גנטי. • אבחון גנטי של מחלות או פגמים תורשתיים נעשה (בעיקר) באמצעות זיהוי שינוי בקריטיפ או באמצעות זיהוי שינוי ברצף הנוקלאוטידים בגן למחלה, או באזור הבקרה. • לזיהוי הגנטי יש שימושים שונים, כמו בדיקת קרבת משפחה וזיהוי פלילי.	אזורים מקודדים לייצור חלבון, אזורים לא מקודדים לייצור חלבון. ג'ל אלקטרופורזה, PCR.	אין צורך ללמד שיטות לזיהוי רצף בסיסים ב-DNA. זיהוי גנטי מבוסס על הבדלים ברצף הנוקלאוטידים באזורים שאינם מקודדים לייצור חלבון. # קדושת החיים, # כבוד האדם, שוויון בין בני אדם, # אחריות האדם לבריאותו, # אחריות האדם לדורות הבאים אבחון וייעוץ גנטי: ביואתיקה וגנטיקה. שאלות מנחות לדיון אפרת קפרא. מחלת מק ארדל. דילמה גנטית מוסרית. עדית ארליכמן. עלון למורי הביולוגיה 172 פעילות בעקבות הסרט השמן של לורנצו. דיון בעקבות הסרט מה קרה בגטקה. האם ולמי כדאי לבצע בדיקות גנטיות? דילמות אתיות בגנטיקה ניתן למצוא גם בחוברות: המהפכה הגנטית - דיון בדילמות מוסריות, ד"ר ענת זוהר ופלורה נמט, האוניברסיטה העברית ירושלים, תשנ"ו 1996.

רעיון/תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילויות
			תורשה, קדמה מדעית מול חברה ומוסר, אירית מלר, כנרת הוצאה לאור 2007. מניעת מחלות תורשתיות. פגיעה בשונות: האם מותר בכלל להתערב? באילו מחלות מותר להתערב? מי יקבע?
הקוד הגנטי ומנגנוני התעתוק והתרגום הם אוניברסליים, דבר המאפשר העברת גנים בשיטות של הנדסה גנטית בין מינים שונים (שבירת מחסום המינים). יחד עם זאת, יש גם מנגנוני בקרה/חלבוני בקרה ייחודיים ליצורים מסוימים. 5 שעות	• ביטוי גן בתא מהונדס מתאפשר בעזרת חיבור בין הגן המבני לאתר בקרה האחראי לביטוי של הגן המבני. • אזור הבקרה של גן מהונדס צריך להתאים לחלבוני הבקרה של התא המאכסן. • בהעברת גנים מתא אאוקריוטי לתא פרוקריוטי מועברים רק האקסונים (על ידי שימוש ב-DNA משלים). • וקטורים (נשאים) שונים מאפשרים החדרת גנים לתא (פלסמידים וגפיפים).	אנזימי הגבלה (אנזימי קיטוע), יצורים טרנסגנים, ליגאז, וקטור (נשא) של חומר תורשתי (פלסמיד, נגיף), DNA משלים (cDNA), תעתוק במהופך. גן ממין, גן מדווח.	הצעה: אפשר להציג לתלמידים את מערכת CRISPR, המאפשרת ליצור שינויים גנטיים מגוונים בקלות יחסית ביצורים שונים.

רעיון/תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילויות
הידע בתורשה ובהנדסה גנטית מיושם בחקלאות, בתעשייה הביוטכנולוגית וברפואה. 3-2 שעות	• בחקלאות: - עמידות צמחים לפתוגנים (החדרת הגן לרעלן הבצילוס לצמחים). - העלאת הערך התזונתי של היבול. • בתעשייה ביוטכנולוגית וברפואה: - ייצור חלבונים אנושיים בחיידקים ובצמחים וריפוי גני (ביטוי הגן לאינסולין בחיידקים).		על התלמיד להכיר את העקרונות של כל יישום, ובמקרים שבהם מצוין יישום ספציפי יש ללמד אותו, נוסף על העיקרון הכללי. הנושא מזמן דיון בדילמות ערכיות, משפטיות וכלכליות. # קדושת החיים, יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים, # אחריות האדם לסביבה ומשאביה, שמירת הטבע, # אחריות האדם לדורות הבאים, # ספקנות וביקורתיות הנדסה גנטית: כתבות המעוררות את הדילמות בנושא מזון מהונדס גנטית כמו: 1 2 3 4 מה באמת מתבשל בעולם ההנדסה הגנטית מזון מהונדס גנטית. שאלות עמ"ר במדעים.

ה. פיזיולוגיה השוואתית בהיבט התפתחותי: מחדת־איים ליונקים

מבט־על

המחקר בתחום הפיזיולוגיה עוסק בהבנת עקרונות הפעולה של האיברים והמערכות של יצורים שונים, המאפשרים להם לקיים את תהליכי החיים בתנאי סביבה משתנים. השוואת המערכות בין האורגניזמים השונים מלמדת על התפתחותן האבולוציונית. התפתחות מערכות מורכבות לקליטת חומרים אל הגוף ולפליטת חומרים מהגוף, והתפתחות מערכות המתווכות בין התאים המקיימים קשר ישיר עם הסביבה החיצונית ובין התאים שבסביבה הפנימית, אפשרו את התפתחותם של יצורים רב־תאיים. התפתחותן של מערכות המותאמות לסביבה יבשה אפשרה מעבר מסביבת חיים ימית לסביבת חיים יבשתית. תהליך זה כלל שינויים במבנה ובמנגנוני הפעולה של מערכות הגוף השונות.

המלצות להוראה:

• ספרי לימוד:

- **מערכות ותהליכים באדם, בבע"ח ובצמחים**, אורה כהנא ודנה ודר-וייס, הוצאת האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים, מטה מל"מ, משרד החינוך, התרבות והספורט, המזכירות הפדגוגית, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים 2004. פרק א: הובלה בבע"ח, פרק ב: נשימה בבע"ח, פרק ג: הפרשה בבע"ח. **קישור, קישור**.
- **רבייה בטבע - בצמחים, באדם ובבע"ח**, רות אמיר, דידה פרנקל, דליה קווה, בתיה גלעד ורחל נוסינוביץ, הוצאת האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים, מטה מל"מ, משרד החינוך התרבות והספורט, המזכירות הפדגוגית, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים 2012. פרק ה - רבייה בבע"ח. **קישור, קישור**. בערבית: **קישור, קישור**.
- הצעות לגיוון ולהעשרת הוראת הנושא ב**קישור**, בתחתית הדף.

פיזיולוגיה השוואתית בהיבט התפתחותי: מחד-תאיים ליונקים

מפרט תכנים (25 שעות)

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילויות
מבנה גופו ומנגנוני הפעולה של בעל החיים מותאמים לבית גידולו. התאמות אלה הן תוצאה של תהליכים אבולוציוניים.	תהליכים אבולוציוניים (1 שעה) - מעבר מאורגניזם חד-תאי לאורגניזם רב-תאי. - מעבר מסביבת חיים מימית לסביבת חיים יבשתית, שהתאפשר בשל תהליכים שכוללים שינויים במבנה מערכות שונות בגוף ובמנגנוני הפעולה שלהן.	התאמה, גורמים אביוטיים, יתרון אבולוציוני, יחס שטח פנים לנפח.	בהוראת כל אחת מהמערכות יש להדגיש את העקרונות המשותפים לכל מערכת באורגניזמים השונים ואת ההבדלים בין המערכות באורגניזמים אלה, תוך התייחסות להתאמת המבנה והתפקוד של כל מערכת לתנאי הסביבה.
מערכת ההובלה מאפשרת הובלת חומרים, תאים ואנרגיית חום בין מערכות הגוף. מערכת זו קיימת ביצורים שבהם היחס בין שטח הפנים לנפח אינו מאפשר מעבר חומרים יעיל מהסביבה ואליה.	מערכת ההובלה (4 שעות) - מבנה ותפקוד מערכות ההובלה בחרקים, דגים, דו-חיים, זוחלים, עופות ויונקים. - ההבדלים בין מערכת דם פתוחה ובין מערכת דם סגורה ומשמעותם. - התפתחות הלב ומחזור הדם בחולייתנים: - מבנה לב בדגים, בדו-חיים, בזוחלים, ביונקים ובעופות. - מחזור דם יחיד ומחזור דם כפול. - התפתחות הלב ומחזור הדם בחולייתנים, ממחזור יחיד למחזור כפול, אפשרה יעול חילוף החומרים (מטבוליזם) ושמירה על טמפרטורת הגוף.	הומיאותרמים, מחיצה בין חדרי הלב, פויקילותרמים.	מערכת ההובלה ביונקים, כולל ויסות טמפרטורה, נלמדת בפרקי הליכה. # קדושת החיים # אחריות האדם לבריאותו מחלות מערכת ההובלה ומניעתן.

חזרה לתוכן

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילויות
במערכת הנשימה מתבצע חילוף חמצן ו- CO_2 בין הגוף ובין הסביבה.	מערכת הנשימה (2 שעות) מבנה ותפקוד של מערכות חילוף הגזים (מערכות נשימה) בחרקים, דגים, דו־חיים ויונקים.	זימים, דיפוזיה דרך עור לח, טרכאות, ראשן, ריאות.	מערכת הנשימה ביונקים נלמדת בפרקי הליכה. # קדושת החיים # אחריות האדם לבריאותו מחלות מערכת הנשימה ומניעתן.
למערכת ההפרשה שני תפקודים: א. סילוק חומרי פסולת הנוצרים בתאים בתהליך חילוף החומרים (מטבוליזם), ורעלים ממקור חיצוני. ב. ויסות מאזן המים, המלחים וחומרים חיוניים אחרים.	מערכת ההפרשה (4 שעות) - מבנה ותפקוד של מערכת ההפרשה בחד־תאיים, דגי מים מלוחים, דגי מים מתוקים, עופות ויונקים. - יצורים שונים יוצרים ומפרישים פסולת חנקנית שונה: אמוניה, חומצת שתן, שתן. יש התאמה בין סוג הפסולת החנקנית ובין סביבת החיים שבה חי היצור (מים/יבשה) ואורח חייו (התפתחות עובר בביצה או ברחם). - התאמת מגננוני ויסות המים והמלחים לחיים במים מתוקים ולחיים במים מלוחים.	זימים, כליה, בועית מתכווצת.	מערכת ההפרשה ביונקים נלמדת בפרקי הליכה. # קדושת החיים # אחריות האדם לבריאותו מחלות מערכת ההפרשה ומניעתן.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, היבטים ערכיים והצעות לפעילויות
מערכת הרבייה הזוויגית מאפשרת את המשך קיום המין.	מערכת הרבייה (4 שעות) מבנה ותפקוד של מערכות הרבייה בדגים, עופות ויונקים. • תהליך הרבייה מותאם לסביבת החיים בהיבטים הבאים: - סוג ההפריה (חיצונית/פנימית); - מקום התפתחות העובר (ביצה/רחם); - מקור החומרים שמהם ניזון העובר (ביצה/דם האם); - חילוף הגזים בעובר (מהמים ואל המים/מהאוויר ואל האוויר/מדם האם ולדם האם); - המקום שאליו מופרשים חומרי הפסולת מהעובר (אל המים/לשק השתן העוברי/לנוזל השפיר). • ההתפתחות האבולוציונית של מערכות רבייה זוויגית בבעלי חיים קשורה למעבר מחיים במים לחיים ביבשה, תוך שמירה על סביבה לחה הדרושה לתאי הרבייה, להפריה ולהתפתחות העובר.	הטלה, המלטה, השרצה, חלמון, לידה, רחם, שליה.	מערכת הרבייה ביונקים (מבנה ותפקוד) נלמדת בפרקי הליכה. אם לא נלמדה המערכת הנקבית, יש להשלים את הנדרש. יש להתייחס להבדלים בין ביצי דגים ובין ביצי עופות. יש לקשר את אופן הפרשת חומרי הפסולת בעובר לסוג הפסולת החנקנית (ראו סעיף מערכת ההפרשה). # קדושת החיים # אחריות האדם לבריאותו

1. חיידיקים ונגיפים בגוף האדם

מבט-על

גוף האדם מהווה בית גידול לחברה מיקרוביוטית עשירה. שכבות העור והרקמות הריריות במערכות שונות, כמו מערכת הנשימה, מערכת ההפרשה ומערכת העיכול, מאוכלסות במגוון גדול של חברת חיידיקים, המונה יותר תאים מסך כל תאי גוף האדם. באדם הבריא מתחרה אוכלוסייה זו במיני חיידיקים גורמי מחלה, וכך מונעת פגיעה שלהם בגוף האדם. נוסף על כך, מיני חיידיקים מסוימים מסייעים בעיכול רכיבי מזון, בייצור חומרים נחוצים לגוף ועוד, ובכך מסייעים לבריאות האדם. פרויקט המיקרוביום האנושי עוסק בזיהוי ובאפיון מגוון המיקרואורגניזמים החיים במערכות שונות בגוף האדם באמצעות שיטות חדשניות של קביעת רצפי DNA, ומנסה למצוא קשרים בינם ובין מצבים פיזיולוגיים שונים של הגוף.

אחוז קטן מכלל אוכלוסיית החיידיקים גורם למחלות הפוגעות במערכות הגוף. דרך הטיפול המקובלת כיום נגד חיידיקים אלו היא מתן תרופות אנטיביוטיות. בחיידיקים רבים התפתחו מנגנוני עמידות בפני אנטיביוטיקה.

נוסף על החיידיקים, קיימים בגוף נגיפים המתרבים בתאים וגורמים למחלות. טיפול נגד נגיפים כולל תרופות אנטי נגיפיות, אך פיתוחן של אלה בעייתי יותר לאור מיעוט המרכיבים הנגיפיים והתלות המוחלטת במרכיבים של התא המאכסן.

המלצות להוראה:

• ספרי לימוד:

- **פרקים במיקרוביולוגיה ובמערכות הגנה**, חנה ברנהולץ, הוצאת האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים, מטה מל"מ, משרד החינוך התרבות והספורט, המזכירות הפדגוגית, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים 2001. **קישור**, **קישור**.
- **ביולוגיה היום**, עדי מרקוזה הס, הוצאת ספרי תל אביב 1995, פרק 5 סעיף 2 - חיידיקים פתוגניים.
- **עולם החיידיקים**, יואל קלמס וברכה קמחי, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה 1991, יחידות 4, 11, 12.
- **עולם הנגיפים**, אלכסנדר כהן, מרים סורוז'ון, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה 1994, יחידות 1, 3, 5.
- הצעות לגיוון ולהעשרת הוראת הנושא ב**קישור**, בתחתית הדף.

חיידיקים ונגיפים בגוף האדם

מפרט תכנים (25 שעות)

רעיון / תופעה	מפרט התכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, ערכים והצעות לפעילויות
החיידיקים הם יצורים חד-תאיים פרוקריוטיים. ככל היצורים האחרים, המשך קיומם מותנה ברבייה. בגוף האדם מתקיימת באופן קבוע אוכלוסיית חיידיקים המקיימת יחסי הדדיות עם המאכסן.	התרבות חיידיקים (4 שעות) • התרבות חיידיקים נעשית באמצעות חלוקת התא. • צאצאיו של חיידיק בודד זהים גנטית זה לזה (פרט להשפעתן של מוטציות אקראיות, והעברה אופקית של גנים). • שיטות גידול (מצע נוזלי, מצע מוצק). • שלבי גידול של אוכלוסיית חיידיקים. • גורמים המשפיעים על קצב התרבות חיידיקים: מזון, חמצן, pH, טמפרטורה, ריכוז חומרי פסולת.	עקום גידול, שלב גידול מעריכי, שלב עמידה, שלב שהייה, שלב תמותה.	העברה אופקית של גנים היא המונח המקובל למונח שבעבר כונה רבייה זוויתית בחיידיקים.
	מיקרוביום (1 שעה) • חיידיקים חיים בכל מערכות הגוף החשופות לסביבה החיצונית. • החיידיקים בגוף האדם מקבלים מזון ותנאי מחיה מתאימים וקבועים, והאדם מקבל הגנה מפני חיידיקים גורמי מחלה וסיוע בתהליכי עיכול ובייצור ויטמינים. • נוסף על כך, בשנים האחרונות מתגלות השפעות רבות ומגוונות של החיידיקים על גוף האדם ותפקודו.		המורה יציג לתלמידים לפחות דוגמה אחת של השפעת המיקרוביום מתוך המאמרים העוסקים בחיידיקים בגוף האדם, המוזכרים ב'המלצות להוראה' או במבנית להוראת הנושא. פרויקט המיקרוביום האנושי מזהה ומאפיין את מגוון החיידיקים החיים בגוף האנושי וחושף את השפעתם על היבטים שונים בבריאותו של הפרט. חשוב שהמורה ידגיש כי בגוף האדם מתקיימת אוכלוסיית חיידיקים מגוונת וגדולה, המסייעת בהיבטים שונים לתפקודו התקין של הגוף, וכי רק אחוז קטן מכלל אוכלוסיית החיידיקים גורם למחלות. # קדושת החיים # אחריות האדם לבריאותו

חזרה לתוכן

רעיון / תופעה	מפרט התכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, ערכים והצעות לפעילויות
חלק קטן מהחיידיקים החיים בגוף האדם גורם למחלות. רוב החיידיקים גורמי המחלות מסוגלים להתרבות בגוף האדם ולייצר רעלנים הפוגעים בתאי הגוף.	חיידיקים כגורמי מחלות (2-1 שעות) - חיידיקים גורמי מחלות הם מיעוט מכלל אוכלוסיית החיידיקים. - זיהוי חיידיקים גורמי מחלה - עקרונות קוץ. - תסמינים (סימפטומים) של מחלה זיהומית הם תוצאה של פעילות הרעלנים של החיידק או תוצאה של פעילות מערכת החיסון כנגד החיידק. - דרך הפעולה של רעלנים: - רעלן טטנוס - רעלן כולרה		על התלמיד להכיר את הקשר בין פעולת הרעלן ובין התסמינים של המחלה. אין צורך להתייחס לרמה הביוכימית. # קדושת החיים # אחריות האדם לבריאותו גילוי החיידק הליקובקטר פילורי. ניסויים בבני אדם.
אפשר לטפל במחלות הנגרמות על ידי חיידיקים בעזרת תרופות שפוגעות בחיידיקים ולא פוגעות באדם.	טיפול תרופתי במחלות זיהומיות (2 שעות) - טיפול תרופתי במחלות זיהומיות פוגע במרכיבים ייחודיים לחיידיקים. - מנגנוני פעולה של תרופות אנטיביוטיות: - תרופות הפוגעות ביצירת דופן תא חיידק (פניצילין). - תרופות הפוגעות בתהליך התרגום בתא חיידק (אריתרומיצין).		על התלמיד להכיר את שני מנגנוני הפעולה שהוצגו במפרט התכנים, וכן להכיר את דרך הפעולה של התרופות המסוימות המוזכרות במפרט. # קדושת החיים # אחריות האדם לבריאותו

רעיון / תופעה	מפרט התכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, ערכים והצעות לפעילויות
באוכלוסיות חיידקים מתרחשים שינויים גנטיים המאפשרים התאמה מהירה של האוכלוסייה לשינויים בבית הגידול, כולל חשיפה לאנטיביוטיקה.	שונות גנטית ועמידות לאנטיביוטיקה (2-3 שעות) - מוטציות עלולות לגרום לריבוי פרטים עמידים לאנטיביוטיקה. - מעבר אופקי של גנים, מחיידק לחיידק שאיננו צאצא שלו, עלול לגרום להתפתחות אוכלוסיות חיידקים עמידות למגוון סוגי אנטיביוטיקה. - מנגנונים המקנים עמידות לאנטיביוטיקה: - פירוק אנטיביוטיקה על ידי אנזימים. - הוצאת אנטיביוטיקה מהתא על ידי משאבות. - שינויים באתר המטרה של האנטיביוטיקה הגורמים להקטנת יעילותה.	טרנספורמציה, קונוגציה.	# קדושת החיים # אחריות האדם לבריאותו על התלמיד להכיר את הדרכים השונות לעמידות לאנטיביוטיקה, בלי להתייחס לפרטי המנגנונים השונים. חשוב להדגיש כי השימוש הרב באנטיביוטיקה במהלך השנים יצר לחץ סלקטיבי, שהוביל להתפתחות זני חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה.

רעיון / תופעה	מפרט התכנים	מונחים ומושגים נוספים	הערות, הסברים, ערכים והצעות לפעילויות
הנגיפים הם טפילים מוחלטים שהתרבותם תלויה במנגנוני ו/או במשאבי התא המאכסן. התרבות נגיף פוגעת בגוף המאכסן וגורמת למחלה. תרופות לטיפול במחלות נגיפיות פוגעות בשלבים ספציפיים במחזור החיים של הנגיף. נגיפים מתרבים בדרכים מגוונות.	נגיפים (5 שעות) • מאפיינים של מבנה נגיפים. • שלבי התרבות משותפים לכל הנגיפים: - קשירה של הנגיף לתא המאכסן; - חדירת מרכיבים של הנגיף לתא המאכסן; - ייצור מרכיבי הנגיף על ידי התא המאכסן; - הרכבת מרכיבי הנגיף והבשלתו; - יציאת נגיפים מהתא והדבקה של תאים אחרים מאותו סוג. • מאפייני הקשר נגיף-מאכסן: - ספציפיות הקשר בין נגיף לתא המאכסן. - התרבות הנגיף מחייבת יכולת שלו להשתמש באנזימי התא המאכסן. - לחלק מהנגיפים יש גנים ליצירת אנזימים ייחודיים הנחוצים להשלמת מחזור החיים. - חלק מהנגיפים מסוגלים להשתלב בגנום התא המאכסן ולשרוד בו בצורה לטנטית. • דרכי התרבות של הנגיפים: - נגיף ההרפס (HSV-1) - נגיף האיידס (HIV-1) • קיימים קשיים במציאת תרופות נגד נגיפים, כיוון שהנגיפים אינם מקיימים תהליכי חיים באופן עצמאי.	רטרו-וירוס (Retrovirus) אנזים מתעתק הפוך (Reverse Transcriptase) לטנטיות (מצב רדום), נשא (של נגיף).	מצופה מהתלמיד ליישם את מאפייני הקשר נגיף-מאכסן בנגיפים שונים. על התלמיד להכיר את מחזור החיים של הנגיפים שהוזכרו. אפשר למצוא מידע על הנגיפים במאמרים העוסקים בכך, המוזכרים ב'המלצות להוראה' או במבנית להוראת הנושא. לטנטיות היא מצב שבו הגנים של הנגיף משולבים בגרעין התא האנימלי ואינם מתרבים, בדומה למסלול הליזוגני בבקטריופאזים. כאשר הנגיף לטנטי בתאי המאכסן האדם נשא של מחלה, וכאשר הנגיף פעיל - האדם חולה. הנגיפים מתרבים בדרכים מגוונות. על התלמיד להכיר את העקרונות המשותפים לכל דרכי הרבייה וכן את דרך ההתרבות של נגיף HSV-1 (כנציג של נגיפי ה-DNA) ושל נגיף ה-HIV-1 (כנציג של נגיפי ה-RNA מסוג רטרו-וירוס). # קדושת החיים, # כבוד האדם, שוויון בין בני אדם # אחריות האדם לבריאותו # אחריות האדם לדורות הבאים פעילות סביב הסרט התפרצות. שאלות ביולוגיות ואתיות.