

משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית  
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



# ביולוגיה

תכנית לימודים לחטיבה העליונה  
בכל המגזרים

ירושלים, תש"ע, 2010

תכנית הלימודים המובאת במסמך זה הינה מהדורה משוכתבת של תכנית הלימודים בביולוגיה שפורסמה בשנת 2003.

### **חברי ועדת התכנית**

פרופ' צבי זקס ז"ל	המחלקה לבוטניקה, המכון למדעי החיים, האוניברסיטה העברית בירושלים – יו"ר ועדת התכנית
ד"ר נעה אבולעפיה	מפקחת תכנים ותכניות לימודים בביולוגיה, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים – מרכזת ועדת התכנית
אורה כהנא	מפקחת תכנים ותכניות לימודים במדעי החיים והחקלאות, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים – מרכזת ועדת התכנית
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 להבה 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 תכניות לימודים (עד מרס 2008)
ד"ר צופיה יועד	מ"מ מנהלת האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים (מאפריל 2008)
	סגנית מנהלת האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים ומנהלת גף תכנים, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים (עד מרס 2008)
ד"ר נטע עורבי	מרכז אשכול מדעים, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים

### **עריכה לשונית**

בלהה נחמן

### **ייעוץ בתחום**

ד"ר אמנון גלסנר וד"ר עדי בן דוד

### **כישורי חשיבה**

### **סדר ולוחות**

ארט פלוס, ירושלים

## **התוכן**

### **חלק א: מבוא / 5**

פתח דבר / 5

התפיסה הרעיונית / 6

רעיונות מרכזיים ומושגי יסוד בביולוגיה / 7

היבטים ערכיים בהוראת הביולוגיה / 9

פיתוח אסטרטגיות חשיבה ולמידה / 9

מטרות התכנית / 12

סביבות למידה / 18

דרכי הערכה ומשוב / 19

תרשים של מבנה התכנית / 21

מסגרת התכנית / 22

נושאי התכנית / 22

עבודה מעשית / 24

### **חלק ב: מפרט התכנים / 26**

#### **נושאי חובה לתלמידי 3 ו-5 יח"ל / 26**

מבוא לנושאי הלימוד / 26

מבוא לביולוגיה של האדם (בהדגשת ההומאוסטזיס) / 26

התא – מבנה ופעילות / 31

אקולוגיה / 36

#### **נושאי בחירה לתלמידי 3 יח"ל / 40**

מיקרואורגניזמים / 40

התנהגות בעלי חיים / 40

מזרע לזרע / 44

**נושאי בחירה לתלמידי 5 יח"ל - קבוצה א' / 47**

מערכות הובלה, נשימה, הפרשה והגנה / 47

תקשורת ויסות ותיאום / 52

הזנה בצמחים ובבעלי חיים / 56

תורשה / 61

**נושאי בחירה לתלמידי 5 יח"ל - קבוצה ב' / 66**

רבייה / 66

מיקרואורגניזמים / 71

אבולוציה וטיפוח / 75

נושאים מחקריים מתחדשים (מתחלפים) / 79

## חלק א: מבוא

### פתח דבר

תכנית הלימודים המובאת במסמך זה הינה מהדורה חדשה של תכנית הלימודים בביולוגיה שפורסמה בתשס"ג (2003).

תכנית הלימודים בביולוגיה לחטיבה העליונה מיועדת למורים, לתלמידים, למכשירי מורים ולמפתחי חומרי למידה והוראה במקצוע הביולוגיה.

לימוד הביולוגיה מומלץ לכל התלמידים בכיתה י' והוא מקצוע בחירה למתמחים בכיתות י"א-י"ב; התלמידים המתמחים בביולוגיה יכולים לבחור בהיקף מצומצם של 3 יח"ל או בהיקף רחב של 5 יח"ל. התכנית כוללת שני חלקים. החלק הראשון מציג את התפיסה הרעיונית של התכנית, את מטרות התכנית ואת הרעיונות המרכזיים בביולוגיה המהווים תשתית לתכנית זאת. כמו כן, יש פירוט של הפעילויות, אסטרטגיות החשיבה, המיומנויות והנושאים המלווים שישולבו בהוראת התכנים של הנושאים המפורטים בתכנית הלימודים. בנוסף, בחלק זה קיימות הצעות למורים לדרכי הוראה והערכה והנחיות לארגון הלימודים בבית הספר.

בחלק השני מוצגים מפרטי התכנים של נושאי הלימוד, ביניהם נושאי חובה ונושאי בחירה. בכל נושא יש מבוא ומבט על המסבירים את רציונל הנושא וההדגשים בהוראה וטבלה שבה מפורטים הרעיונות והתופעות, התכנים, המונחים והמושגים הרלוונטיים לנושא.

### התפיסה הרעיונית

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

במהלך ההוראה של התכנים יש להדגיש את הבנת המדע כתהליך מחקרי, התפתחות הרעיונות הביולוגיים והבנת הקשרים שבין 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, שבו הידע שנבנה מתפתח ומשתנה כל הזמן. תהליך זה מעודד בין השאר דיון, 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 תאוריות 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 הללו במסגרת הוראת הביולוגיה יקנו ללומד ידע על עצמו כאדם ועל היצורים האחרים שבסביבתו. לימוד זה כרוך בהבנת יחסי הגומלין שבין היצורים בסביבה ובינם לבין סביבתם ובהבנת 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, כגון חקר הגנום האנושי והגנומים של יצורים אחרים, היכולת להתערב בתהליכים בטבע, כגון שיבוט אורגניזמים, וגם הבנת ההשפעה של האדם על מגוון המינים בטבע – כל אלה 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 והביולוגיה 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), יוכלו להועיל לתלמיד בהתמודדותו עם נושאים ובעיות בחיי יום יום.

נושאי הלימוד המוצעים בתכנית 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 "הפתרונות" מצד שני. לימוד מקצוע זה עשוי גם לפתח יחס חיובי לנוף הארץ, לחי ולצומח שבה ולטבע בכלל, ולאפשר ללומד להכיר ולהבין את מעמדו ואחריותו של האדם בשמירת ערכי הטבע.

## **רעיונות מרכזיים ומושגי יסוד בביולוגיה**

הביולוגיה עוסקת בתחומים רבים והידע בהם גדל בהתמדה. עם זאת, אין אפשרות ואין צורך, במסגרת הוראת הביולוגיה בחטיבה העליונה של בית הספר העל-יסודי, להתייחס לכל התחומים שבהם עוסקת הביולוגיה. ולכן, התכנית מבוססת על רעיונות מרכזיים בביולוגיה כפי שאנו מבינים אותם היום ואלה משמשים כיסודות מארגנים של תכנית לימודים זו. רעיונות אלה עשויים לסייע בארגון ההוראה והלמידה ולשמש כלי עזר בידי התלמיד בהתמודדות עם הידע הרב ובהבנתו וביצירת 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, מן הרמה המולקולרית (למשל הסליל הכפול של DNA) דרך רמת האברון, התא, הרקמה, האיבר, מערכת האיברים, היצור, המין, האוכלוסייה, החברה ועד לרמת המערכת האקולוגית. אלו הן "רמות הארגון" שבהן עוסקת הביולוגיה.

מבנה מאורגן 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, ביצור שלם או במערכת אקולוגית. מרכיביהן מקיימים יחסי גומלין אלה עם אלה והמערכות עצמן מקיימות יחסי גומלין עם מערכות אחרות בסביבתן. יחסי גומלין אלו מתבטאים בקליטת חומרים ואנרגיה מהסביבה ובהפרשת חומרים ואנרגיה אל סביבתן, 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 יש אחידות רבה בבסיס הכימי של פעולות החיים (למשל נשימה תאית, סינתזת חלבונים), המבנה והתפקוד (כגון תאים, אברונים, מערכות הובלה, אנזימי נשימה). בצד האחידות יש גם שוני רב בצורה ובדרך מימושם של דגמים אלה. (לדוגמה: יש שוני בין תאים ברקמות שונות, כגון תאי דם ותאי עצבים, ויש שוני בין איברים שונים וכמובן גם בין יצורים שונים).

#### ◆ התאמה בין מבנה לתפקוד

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

#### ◆ המשכיות תורשתית ורבייה, העברת מידע מדור לדור

קיימת המשכיות בקיומם של היצורים החיים. הביטוי הבולט של המשכיות זו הוא העברת מידע תורשתי, לרוב בצורה מדויקת, מתא לתא ומדור למדור 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 בהשפעת גורמים סביבתיים וגורמים פנימיים. לפי ההסבר המקובל כיום, השונות התורשתית בין פרטים ותהליך הבחירה הטבעית הם הגורמים העיקריים לקיום המגוון העצום של היצורים שחיו בעבר ושל אלה הקיימים כיום.

## היבטים ערכיים בהוראת הביולוגיה

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

חלק מההיבטים הערכיים צוינו במפרט התכנים של הנושאים השונים, יש ביניהם **כאלה העוברים כחוט השני בתכנית כולה והם יודגשו בהוראה גם אם לא פורטו במפרט**. היבט כגון "קדושת החיים" אין צורך לפרטו בסעיף מסוים, הוא נטוע בתוך הוראת הביולוגיה העוסקת ביצורים חיים ויודגש תמיד. כך גם היבטים ערכיים אחרים שניתן לטפחם ולהדגישם לא רק במקומות שבהם פורטו בתכנית הלימודים. הפירוט המופיע בסעיף המתאיחס למטרות התכנית שלהלן נועד להצביע על הזדמנויות לעיסוק משמעותי בהיבטים ערכיים, כדי לטפח אצל התלמידים יכולת התמודדות עם סוגיות אלה ועם סוגיות ערכיות אחרות שייחשפו אליהן בעתיד.

## פיתוח אסטרטגיות חשיבה ולמידה

### שילוב של תכנים דיסציפלינריים ופיתוח יכולות חשיבה מסדר גבוה

תכנית זו מדגישה את שילוב התכנים עם אסטרטגיות חשיבה כדי לאפשר ללומד להגיע להבנה מעמיקה של התכנים הנלמדים. המיקוד בתהליך הלמידה, שבו הלומד הוא שותף פעיל האחראי לארגון רעיונות וידע חדש תוך חיבור רעיונות, איתור קשרים חדשים בין מושגים וקישורם לידע קודם, מהווה יסוד מארגן בתכנית לימודים זו.

מורכבות החשיבה תלויה במורכבות התכנים שביחס אליהם היא מופעלת וכן בהקשר שבו היא מתרחשת. פיתוח החשיבה של התלמידים תושג באמצעות הוראה מודעת ומפורשת של אסטרטגיות חשיבה שישולבו עם התכנים בתהליכי ההוראה, הלמידה וההערכה.

כדי לבסס את אסטרטגיות החשיבה בצורה מושכלת, יש להתייחס לשאלות **כיצד, מדוע ומתי** יש להפעיל את אסטרטגיית החשיבה המסוימת. התייחסות לאסטרטגיית חשיבה בצורה זו מיישמת למעשה **ידע מטה-אסטרטגי** אודות האסטרטגיה. התייחסות מפורשת זו מתוארת בספרות המקצועית כיעילה ביותר



להתפתחות החשיבה של הלומד. יתר על כן, מחקרים מצביעים על כך שתלמידים בעלי רמת הישגים נמוכה, מפיקים תועלת רבה יותר מהוראה מפורשת של ידע מטה-אסטרטגי לעומת תלמידים בעלי רמת הישגים גבוהה. הוראה מפורשת של ידע מטה-אסטרטגי מגבירה בצורה משמעותית את יכולת ההעברה של אסטרטגיות החשיבה למצבים אחרים שבהם נדרשת אסטרטגיה זו.

פירוט נוסף של האסטרטגיות ראו במסמך "אסטרטגיות חשיבה" שבאתר האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot\\_Limudim/Portal/Kishurim/Chashiva.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot_Limudim/Portal/Kishurim/Chashiva.htm)

להלן יצוינו מספר דוגמאות לאסטרטגיות חשיבה שיש להדגישן במסגרת הוראת הביולוגיה כתחום דעת מדעי.

## **דגשים ייחודיים בפיתוח אסטרטגיות חשיבה בהוראת הביולוגיה**

### **הטיעון ככלי בשיח המדעי וכתורם להבנת מהות המדע**

השימוש באסטרטגיית הטיעון מהווה חלק בלתי נפרד מתהליכי החשיבה הנדרשים בעת למידה משמעותית, שבה התלמידים בונים לעצמם תמונת עולם עדכנית ואף מבנים את תפיסתם לגבי מהות הידע המדעי ודרכי היווצרותו.

השימוש באסטרטגיית הטיעון מסייע לטיפול חשיבה רציונלית, המאפשרת חיבור בין החשיבה הלא פורמלית היומיומית לבין החשיבה הפורמלית הנדרשת בתהליך עיבוד המידע והצגת הידע שנבנה. הטיעון מורכב מטענה ונימוקים. הטענה היא אמירה שניתן להתווכח איתה והיא יכולה להיות מסקנה, השערה, עמדה או דעה. הנימוקים מהווים את ההצדקה לטענה.

מלבד פיתוח יכולת בנייה וניסוח של טיעון, התלמידים יפתחו יכולת להערכת הטיעון.

השימוש באסטרטגיית הטיעון לצורך גיבוש עמדות מנומקות ישתלב בתחומי התוכן הנדרשים על פי תכנית 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. עמידות בפני טיעונים או נימוקים מנוגדים או מתחרים.

פיתוח החשיבה הטיעונית מסייע לפיתוח חשיבה לוגית, חשיבה ביקורתית וחשיבה יצירתית ומהווה כלי מרכזי בתהליך הבניית הידע של התלמידים בתחום התוכן. שילוב החשיבה הטיעונית במהלך הלמידה יכול לסייע לטיפול מיומנויות של השתתפות בשיח ביקורתי הדורשת הבאת טענות מנומקות או התייחסות עניינית לטענות שמעלים אחרים ללא קשר לסמכות של מי שמעלה את הטענות.

כמו כן, שילוב החשיבה הטיעונית במהלך הלמידה מפתח יכולת הערכה ביקורתית של מידע מדעי מטקסטים כתובים (מאמרים) או דבורים (בשיח) ומפתח יכולת להציג טענה באופן משכנע, מבוסס על תאוריה, ניסוי או תצפית ומוצג באופן בהיר ורציונלי (יכולת להביע עמדה בכתב או בעל פה ולשכנע בצדקתה).

הידע המדעי הנבנה אצל התלמיד בדרך זו, אינו ידע של שינון המסתמך על "מקור סמכות" אלא ידע שנבנה באמצעות תהליכי חשיבה מסדר גבוה ועל כן סביר להניח שיהיה גם משמעותי יותר לתלמיד.

הוראת אסטרטגיית הטיעון עשויה לתרום להבחנה הנדרשת בין עובדות לבין תאוריות והסברים, בין הנחות (premises) לבין מסקנות, בין אמונות לבין ראיות מדעיות המתבססות על תצפית וניסוי ועוד. השימוש באסטרטגיית הטיעון בתהליך חקירה עשוי לזמן בירור הנחות יסוד הקשורות לתחום הדעת ויצירת קשרים בין מושגים ותחומים. לכן השימוש באסטרטגיית הטיעון במסגרת הוראת הביולוגיה משרת את הבנת מהות המדע ודרכי המחקר שלו בשילוב למידה של התוכן המדעי תוך הפעלת אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה. למעשה, פעילות החקר המדעי שתלמיד יבצע במרכיבים השונים של תכנית הלימודים, תתחקה אחר חלקים מרכזיים של הפעילות המדעית שמבצעים מדענים, ותתרום בכך להבנת מהות המדע המנסה לענות על שאלות ולתאר תופעות הקשורות במכלול תחומים.

## שילוב פעילויות חקר אמפירי וחקר עיוני במהלך הלמידה

תכנית הלימודים מציעה לשלב תהליכי חקר במהלך הלמידה (כולל עבודת חקר מעשית, ראו בעמ' 24). למידה בדרך החקר מדגישה פיתוח הבנה מעמיקה של התכנים תוך הבניה פעילה של הידע על ידי הלומדים.

שילוב החקר האמפירי, המבוסס על ניסויים ותצפיות, יזמן התנסות שבה יתמודדו התלמידים עם בעיה ביולוגית, תוך הפעלת שיטות עבודה ודרכי חשיבה המאפיינות את עבודת המדען.

בתהליך החקר מתמודדים התלמידים עם בעיות מורכבות הכרוכות בבחירה של דרכי פתרון ובקבלת החלטות הכוללות ניתוח ביקורתי של תהליך מחקר (המצוי במקורות מידע); זיהוי וניסוח של בעיה מחקרית; העלאת שאלות; העלאת השערות מבוססות ומנומקות; תכנון מחקר; ביצוע תצפיות וניסויים; עיבוד נתונים והצגתם; הסקת מסקנות; דיון בממצאים וייצוג הידע שאליו הגיעו התלמידים במהלך למידתם. פירוט מיומנויות החקר הנדרשות ממתמחים ברמות 3 ו-5 יח"ל מפורטות בהמשך. נוסף לכך, במהלך הלמידה התלמידים נדרשים להיעזר בתהליכים מידעניים להתנהלות בסביבה עתירת מידע. את פירוט הכישורים הנדרשים בתהליכים המידעניים ראו במסמך "מידענות" שבאתר האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot\\_Limudim/Portal/Kishurim/Meidaanut.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot_Limudim/Portal/Kishurim/Meidaanut.htm)

## קריאה מושכלת של מאמרים מדעיים

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

### א. מאמר מדעי פופולרי

במהלך לימודי הביולוגיה יכירו התלמידים ויקראו מאמרים מדעיים פופולריים. התלמידים יוכלו ליישם את אשר למדו לצורך הבנת המאמר והערכתו. הם יוכלו לפרש ולהסביר את הכתוב בהם ולסכם אותם בדרך שתשקף הבנה. כמו כן יוכלו להעריך באופן ביקורתי פרסומים בנושאים ביולוגיים בעיתונות הלא-מדעית ובכלי התקשורת.

### ב. מאמר מחקרי

במהלך לימודי הביולוגיה **בהיקף רחב (5 יח"ל)** יכירו התלמידים ויקראו גם מאמרים מדעיים מחקריים. התלמידים יוכלו לנתח את הכתוב בהם, לזהות את הבעיה הנחקרת, את ההשערה הנבדקת ואת פרטי מערך המחקר, כגון משתנים, בקורות ומרכיבים אחרים של המחקר. היכולת לנתח מאמר מחקרי כוללת התייחסות ביקורתית להנחות ולמסקנות, זיהוי נקודות תורפה ובעיות פתוחות והצעת כיוונים להמשך המחקר. פגישה מעמיקה עם מאמרי מחקר מעובדים תתאפשר במסגרת בחירת "נושא מחקרי מתחדש (מתחלף)".

## מטרות התכנית

מטרות הוראת הביולוגיה כוללות בצד עיסוק בתכנים גם מטרות בתחומי מהות המדע, פיתוח ערכים ופיתוח אסטרטגיות חשיבה ולמידה. בתכנון ההוראה ובביצועה המורה ישלב בין התחומים.

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

תושג באמצעות הדגשת:

- הרעיונות המרכזיים (שפורטו לעיל) הבאים לידי ביטוי בכל אחת מרמות הארגון: מהרמה המולקולרית, דרך הרמה התאית, רמת האורגניזם השלם עד רמת החברה.
- תהליכים הגורמים לשוני הקיים בין היצורים החיים לפי התאוריות הביולוגיות המקובלות כיום.
- מבנה גופו של האדם ודרך תפקודו, כיצור מייצג בין 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 הדגשת:

- האופן שבו נבנה ומתפתח ידע מדעי (המחקר המדעי), תוך מודעות לאופי הזמני הלא מוחלט שלו.
- ערכי הספקנות והביקורתיות כעקרונות מנחים בהתייחסות לממצאים, למסקנות ולתאוריות.
- דרכי עבודתם של חוקרים, היכולות והמגבלות של המדע בכלל ושל הביולוגיה בפרט.
- דרכי הדיווח וחשיבות היושרה וההגינות המדעית.
- האירועים החשובים בתולדות המחקר הביולוגי ונקודות המפנה שהביאו להתפתחות הידע הביולוגי.
- אופן הכתיבה והמבנה של המאמר המדעי.

### ג. הבנת הקשר מדע-טכנולוגיה-חברה

תושג באמצעות הדגשת:

- בהיבטים מוסריים, חברתיים וכלכליים.

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

יושגו באמצעות התייחסות:

- לנושאים ביואתיים המחייבים שיקול דעת בטיפול בקונפליקטים אפשריים המתעוררים בחברה עם התפתחות המדע והטכנולוגיה כמו:
  - כבוד האדם וקדושת חיי אדם – היבטים ביואתיים (דוגמאות: השלכות של השימוש בידע על אודות הגנום האנושי, ביצוע השתלות, שיבוט, שימוש בתאי גזע, קביעת רגע המוות).
  - קדושת החיים בכלל (דוגמאות: יחס חיובי ליצורים חיים, צער בעלי חיים).

## ה. פיתוח הבנה ומודעות לאחריותו של האדם לטבע

יושגו באמצעות התייחסות:

- לאחריות האדם לסביבה ולמשאביה ולדורות הבאים – האדם הוא בעל ייחודיות בתחום התרבות, שהמדע הוא חלק ממנה, ובעל יכולת טכנולוגית ייחודית לשנות את סביבתו, ולכן מחויב לנהוג באחריות ובזהירות כלפי הסביבה ומשאביה בדרכים שונות (כגון 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; שימור לעומת פיתוח).
- למקומו של האדם בטבע כיצור בין יצורים – האדם הוא יצור חי ככל בעלי החיים ובגופו מתרחשים אותם תהליכים הפועלים על פי אותם כללים. הוא נמנה עם היונקים, אך הוא מיוחד ביכולתו לפתח שפה ומורשת תרבות.
- להכרת טבע הארץ על נופיה, צמחייתה ובעלי החיים שבה והתמורות 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 שצויין לעיל בעמודים 9-11. יודגש פיתוח אסטרטגיית הטיעון ואסטרטגיות הקשורות בתהליך החקר. פירוט נוסף ראו במסמך "אסטרטגיות חשיבה" שבאתר האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot\\_Limudim/Portal/Kishurim/Chashiva.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot_Limudim/Portal/Kishurim/Chashiva.htm)

להלן פירוט הדרישות מהתלמידים בתחום פיתוח אסטרטגיות החשיבה הייחודיות לתהליך החקר  
בביולוגיה תוך התייחסות להבדלים בין 3 יח"ל ל- 5 יח"ל.  
**ניתוח תהליך של מחקר מדעי<sup>1</sup>**

הדרישות מהתלמידים	3 יח"ל	5 יח"ל
זיהוי שאלת מחקר לפי מערך ניסוי	+	+
זיהוי השערה	+	+
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 בקרה, הבנת חשיבות הבקרה במערך הניסוי	+	+
הבחנה בין בקרות שונות בניסוי (כולל בקרה פנימית)		+
זיהוי גורמים קבועים רלוונטיים למערך הניסוי	+	+

<sup>1</sup> במסמך זה השימוש במונח "מחקר" מתייחס לפעילות שנעשית ע"י מדענים, ואילו השימוש בביטוי "חקר" מתייחס לפעילות שנעשית ע"י תלמידים במסגרת לימוד הביולוגיה.

## תהליך חקר מדעי המבוסס על תצפית או על ניסוי

5 יח"ל	3 יח"ל	הדרישות מהתלמידים
+	+	ביצוע תצפית בתופעות ביולוגיות <sup>1</sup> 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 שניתן, התייחסות לחזרות ולריבוי פריטים)
+		תכנון מערך ניסוי לבדיקת ההשערה (כולל קביעת המשתנה התלוי ודרך מדידתו, קביעת המשתנה הבלתי תלוי, דרך שינוי וטווח שינוי, תכנון הבקורות, קביעת הגורמים הקבועים – בידוד משתנים, התייחסות לחזרות ולריבוי פריטים)
+	+	ביצוע ניסוי על מרכיבי

## עיבוד נתונים והצגתם<sup>2</sup>

5 יח"ל	3 יח"ל	הדרישות מהתלמידים
+	+	תיאור איכותי וכמותי של תצפיות ושל תוצאות ניסוי
+	+	התייחסות לתוצאות גולמיות
+	ממוצע	עיבוד תוצאות ניסוי: חישוב קצב, חישוב גדלים יחסיים, ממוצע, סטיית תקן
תכנון ועריכה של טבלה	רישום תוצאות בטבלה מוכנה	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 בין המשתנים בניסוי לבין הגורמים הקבועים)
+	הצגת תוצאות במערכת צירים נתונה: סימון תוצאות וסרטוט הגרף	הצגת תוצאות בדרך גרפית (משתנה בדיד, משתנה רציף, בחירת סוג התיאור הגרפי המתאים והסבר הבחירה, דיאגרמת עמודות, עקומה (גרף רציף), מתן כותרת לגרף, בחירת המשתנים לצירים, כותרות לצירים ויחידות למשתנים, קנה מידה לערכים בצירים, סימון התוצאות וסרטוט הגרף)
+	+	הצגת תוצאות ועיבודן באמצעות מחשב <sup>3</sup>
+	+	דיווח על הסתכלות במיקרוסקופ (ציור ברור בעיפרון ביחסי גודל מתאימים, כותרת, רישום הגדלה, סימון ורישום של פרטי הציור)
+		אומדן גודל עצמים במיקרוסקופ

<sup>1</sup> תופעות ביולוגיות: מבנים, צורות, תהליכים או קשרים, המופיעים באורגניזמים מסוימים או בתנאים מסוימים ולא באחרים.

<sup>2</sup> פירוט הדרישות מתפרסם מעת לעת בחוזרי הפיקוח ובאתר המפמ"ר:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut\\_Pedagogit/Biology](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut_Pedagogit/Biology)

<sup>3</sup> פירוט לגבי עיבוד כמותי של נתונים ראו בהמשך.

## מסקנות ודיון בתוצאות ניסוי

5 יח"ל	3 יח"ל	הדרישות מהתלמידים
+	+	הסבר תוצאות הניסוי
+	+	הסקת מסקנות מתוצאות הניסוי וביסוסן על ידע ביולוגי
+		אינטרפולציה, אקסטרפולציה
+		הבנת הצורך במבחן סטטיסטי ככלי להסקת מסקנות
+	חשיבות החזרות, אישוש השערה או הפרכתה	בחינה ביקורתית של הניסוי ותוצאותיו: זיהוי הנחות, מגבלות שיטת המדידה, הבנת חשיבות סוגים אחדים של בקרות, הצעת בקרות חשובות נוספות, חשיבות החזרות, מגבלות ההסקה, אישוש השערה או הפרכתה

### עיבוד כמותי של נתונים

חשיבה כמותית היא חלק בלתי נפרד מן החקירה המדעית. **עיבוד כמותי של נתונים** נועד לסייע לתלמיד להבין, שכדי להסיק מסקנות מניסוי יש צורך לעבד נתונים, תוך שימוש בכלים סטטיסטיים. תלמיד ברמה של 3 יח"ל אמור, בתום לימודי הביולוגיה, להכיר מושגים, כגון משתנים, וכן להיות מסוגל לארגן נתונים בטבלה ובתיאור גרפי.

מתלמיד ברמה של 5 יח"ל נדרש גם לעבד ולנתח נתונים שאסף בעצמו. כמו כן, נדרשת מהתלמיד גם היכולת לקרוא מאמר מדעי פשוט ולהתייחס בצורה ביקורתית לנתונים, תוך הבנת ההיגיון בדרך הצגת הנתונים והסקת המסקנות. עליו להבין שבמחקר, לא פעם, על פי בדיקת מדגם, מסיקים מסקנות על אוכלוסייה, וכן שכדי להסיק את המסקנות יש להיעזר בכלים סטטיסטיים.

**להלן פירוט הדרישות בתחום עיבוד כמותי של נתונים לתלמידי 3 יח"ל<sup>1</sup> ו- 5 יח"ל:**

הנושא	מפרט תכנים (מרבי)	מונחים ומושגים נוספים
1. סוגי המשתנים ודרך הצגתם	הבחנה בין סוגי משתנים. הצגת מערך ניסוי בהדגשת המשתנים. הכרת ההצגות הגרפיות המתאימות ומשמעותן.	דיאגרמת עמודות, טבלה, מערכת צירים, משתנה איכותי, משתנה בדיד, משתנה בלתי תלוי, משתנה כמותי, משתנה רציף, משתנה תלוי, עקומה (גרף), עקומת כיוול.
2. מאפיינים של אוכלוסייה, ומדגם	בניית התפלגות של נתונים. הממוצע כערך מרכזי. הצורך בממד שיבטא פיזור. הפיזור סביב הממוצע וביטוי בסטיית התקן. הצורך בדגימה. מדגם מייצג אוכלוסייה.	שכיחות. ממוצע, סטיית תקן, שונות. 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 מבחנים סטטיסטיים.	

<sup>1</sup> תלמידי 3 יח"ל יידרשו ללמוד את סעיף 1 על פי הפירוט הבא: למלא נתונים בטבלה מוכנה ולהציג גרף במערכת צירים נתונה. הם לא יידרשו להכין עקומת כיוול. לגבי סעיף 2 הם יידרשו לחשב ממוצע. סעיפים 3-6 רק לתלמידי 5 יח"ל.

הנושא	מפרט תכנים (מרבי)	מונחים ומושגים נוספים
5. קשר בין משתנים – מתאם	משמעות המתאם. ההבדל בין קשר מתאמי לקשר סיבתי.	מתאם חיובי, מתאם שלילי.
6. הסתברות <sup>1</sup>	הגדרת מרחב המדגם (סך כל האפשרויות). הסתברות של התרחשות מאורע יחיד. <sup>2</sup>	מאורע ודאי (שהסתברות התרחשותו = 1), מאורע משלים (סכום ההסתברויות של מאורעות משלימים = 1).

### ז. פיתוח מיומנויות לעבודה במעבדה ובשדה

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

המיומנות	3 יח"ל	5 יח"ל
<b>יכולת להשתמש במכשירים ובכלים:</b>		
• מיקרוסקופ: הכנת מתקן, כיוון המיקרוסקופ, הגדלה מתאימה, הארה מתאימה / שימוש בצמצם	+	+
• משורה, פיפטה, ביורטה, פיפטת פסטר, שימוש בפיפטור – כלים למדידת נפח נוזל	+	+
• מאזני כפות / מאזניים דיגיטליות לשקילה	+	+
• מד-אור	+	+
• מד-טמפרטורה	+	+
• אמבט מים לשמירה על טמפרטורה קבועה	+	+
• עלי ומכתש, משפך ונייר סינון להכנת מיצוי, תסנין, הכנת תסנין	+	+
• אמצעי מדידה ואוגרי נתונים הניתנים לתפעול באמצעות מחשב ומכשור למדידת בליעה והעברה של אור <sup>3</sup>		+
• מחשבים וכלים ממוחשבים- שימוש באופן אחראי וזהיר (כולל התנהגות אתית)	+	+
<b>שימוש בשיטות מדידה זיהוי ותיאור:</b>		
• טיטרציה (טיפות, שימוש בביורטה)	טיפות	+
• כרומטוגרפיה		+
• הכנת תמיסות (שריכוזן מבוטא במולריות או באחוזים) על פי ההוראות		+
• הכנת מיהולים עשרוניים והנדסיים		+
• בדיקת pH באמצעים שונים (אינדיקטורים, נייר, מקלונים)	+	+

<sup>1</sup> סעיף זה נוגע לנושא תורשה.

<sup>2</sup> כאשר A ו-B 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 (שיכולים להתרחש יחד או לחוד), ההסתברות של התרחשות מאורע A וגם מאורע B (חיתוך מאורעות) היא מכפלת ההסתברויות של כל מאורע לחוד.

<sup>3</sup> לאחר הצטיידות מתאימה במעבדת ביה"ס.



המיומנות	3 יח"ל	5 יח"ל
לבדיקת pH או מכשור מתאים)		
• זיהוי חומרים באמצעות ראגנטים ומקלונים (sticks) (חומרים כגון פחמימות שונות, חלבונים, ליפידים, ויטמין C)	+	+
• ביצוע תגובות כימיות פשוטות בעזרת ראגנטים ספציפיים in vivo ו- vitro	+	+
• שימוש במדריכים כתובים או מאוירים לזיהוי בעלי חיים וצמחים	+	+
• תיאור מורפולוגי של צמחים ובעלי חיים (פירוט אחרי טבלה זו)	+	+
<b>התנהגות במעבדה ובשדה:</b>		
• ארגון עבודה, דייקנות בביצוע הוראות, סדר וניקיון	+	+
• עבודה בצוות	+	+

### תיאור מורפולוגי של צמחים<sup>1</sup>

לימוד מבנה הצמח נועד להפגיש את התלמיד עם מגוון הצמחים בסביבתו, לעודד קרבה אל הטבע ולעורר התפעלות מהיופי ומהמגוון של עולם הצומח. כמו כן אמור התלמיד להבין את העקרונות של מיון היצורים החיים. חשוב מאוד לפתח אצל התלמידים, במסגרת לימודי הביולוגיה, את היכולת להסתכל מקרוב על היצור השלם ולהבחין בפרטים חשובים, תוך מציאת קשר בין תכונותיו לבין משמעותם הביולוגית. צמחים מאפשרים לפתח מיומנות זו בקלות יחסית, כי הצמחים בסביבה הקרובה נגישים.

ההתבוננות והיכולת להכיר ולתאר צמחים תיאור מורפולוגי מפורט (המתייחס גם לפרטים קטנים), תוך הסתכלות מקרוב במבנה הצמח וזיהוי סימנים הדרושים לתיאור מורפולוגי כזה, הם בעלי חשיבות בהכרת היצור השלם. רצוי לעודד את התלמידים להשתמש במדריכים צבעוניים לזיהוי צמחים, כדי לזהות את הצומח בשדה וכדי לקרבם לצומח בסביבתם.

בהכרת המאפיינים של צמחים ממשפחות שונות יש להדגיש את הקשר בין תכונות הצמחים לבין יתרונותיהם הביולוגיים האפשריים, כגון התאמה לבתי גידול שונים (בית גידול יבש, לח, מלוח וכו'), התאמה לצורות האבקה שונות, הגנה על הצמח מפני בעלי חיים אוכלי עשב וכדומה.

#### ניתן להשתמש גם בצמחי תרבות ולא רק בצמחי בר.

המפגש הקרוב עם הצמחים הינו הזדמנות נאותה לפיתוח המודעות לערכי טבע מוגנים ולחינוך להימנעות מפגיעה בצמחי בר.

הוראת הנושא תלווה בהתנסות מעשית, תוך היכרות עם המבנה המורפולוגי של צמחים, היכרות עם איברי הצמח השונים והבנת המשמעות של ההתאמות השונות של הצמחים לתנאים שונים בבתי הגידול שלהם. הלימוד יוכל להיעשות תוך שימוש במפתחות לזיהוי חלקי הצמח, מפתחות המצויים במגדירי הצמחים הנפוצים. בנוסף ניתן לשלב תיאור מורפולוגי של בעלי חיים.

<sup>1</sup> מידע נוסף בנושא זה וכן פרטים על דרכי הפעלה וההערכה מתפרסמים מעת לעת בחוזרי הפיקוח ובאתר

המפמ"ר: [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut\\_Pedagogit/Biology](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut_Pedagogit/Biology)

## מטרות נוספות לחינוך הדתי (כפי שנוסחו על ידי מינהל החינוך הדתי)

הוראת הביולוגיה בחינוך הדתי תתבסס על ההנחה, שאין המדע יכול לסתור את האמונה הדתית ואת מערכת הערכים הדתיים וגם אינו יכול להיות מקור להם. עם זאת, תשמש הוראת הביולוגיה והוראת המדע בכלל "גורם מזמן" להעמיק בתלמידים את האמונה ואת הערכים הדתיים השאובים מן התורה.

יסוד חשוב בתפיסתו של החינוך הממלכתי דתי הוא הציווי "בכל דרכיך דעהו". גם לימוד הביולוגיה הוא מסילה להכרת פעולתו של הבורא.

לפיכך יתווספו בחינוך הדתי המטרות הבאות:

1. טיפוח האמונה שבלב התלמיד בה' בורא העולם ומנהיגו באמצעות ראיית החוקיות שבטבע.
2. טיפוח יחס חיובי לטבע כ"יציר כפיו של הבורא" ויחס של חיבה מיוחדת לטבע ארץ הקודש.
3. טיפוח ההכרה, כי האדם, נוסף על היותו בעל חיים הפועל על פי חוקי הביולוגיה כשאר היצורים החיים, הוא בעל מעמד מיוחד כ"נברא בצלם אלוקים", וכי מעמד זה מחייב שיקולים ערכיים בהתייחסותו לעצמו ולזולתו.
4. טיפוח מודעות לצורך לשקול שיקולים הלכתיים בנושאים שבתחום הביולוגיה, כגון צער בעלי חיים ובל תשחית.
5. פיתוח היכולת להיעזר במידע ביולוגי להבנת עניינים שונים בתורה שבכתב ובעל פה.
6. פיתוח יכולת של התלמיד לעמוד מבחינה הכרתית ורגשית בפני "סתירות" לכאורה שבין מדע לדת בעזרת מקורות המתמודדים עם שאלות אלה.

## סביבות למידה

**הכרת הטבע בשדה** היא אחת המטרות החשובות של התכנית להוראת הביולוגיה: הכוונה למפגש בלתי אמצעי עם תופעות הטבע בשדה, הכרת טבע הארץ, צמחייתה ובעלי החיים שבה, תוך טיפוח עמדות חיוביות כלפיהם ונטילת חלק בשמירת טבע הארץ. מימוש מטרה זו מחייב הקצאת שעות לימוד לנושא זה בכל אחת משכבות הגיל.

העיסוק בטבע הארץ יכול ללווה צורות שונות:

1. שילוב תצפיות וסיורים בשדה בהוראת הנושאים המוצעים בתכנית
2. 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.

**הפעילות במעבדה** כחלק מתהליך הלמידה בדרך החקר, היא אבן יסוד בהוראת המדעים, ולפיכך תשולב באופן שוטף וקבוע בהוראה ותהיה חלק בלתי נפרד ממנה.

הפעילות במעבדה כוללת תצפיות, לימוד שיטות ועריכת ניסויים על ידי התלמידים. פעילות זו נשענת על תשתית הידע הנדרש כפי שהוגדרה בנושאי החובה. הלמידה במעבדה מאפשרת לתלמיד אופן למידה ייחודי של "למידה מעשית". מומלץ לבצע מעבדות במסגרת קבוצתית.

בעזרת פעילויות המעבדה ניתן להשיג חלק גדול ממטרות הוראת הביולוגיה. חשוב לנצל את שיעורי המעבדה בבית הספר להדגמה ולהמחשת החומר הנלמד בכיתה, ללימוד טכניקות עבודה בסיסיות ולהתמודדות עם בעיות חקר פתוחות.

בביצוע הניסויים במעבדת בית הספר גלום פוטנציאל רב לקירוב התלמיד לתהליך החקר ולהבנתו. ביצוע הניסויים תורם ליצירת עמדות חיוביות כלפי המדע בכלל והביולוגיה בפרט ומאפשר גיוון ההוראה ופיתוח אחריות והרגלי עבודה. הפוטנציאל הזה יכול להתממש בכל טיפוס הניסויים המבוצעים בבית הספר: ניסוי הדגמה המבוצע על ידי המורה, ניסוי מאשש (שתוצאתו ידועה לתלמיד) וניסוי חקר פתוח, שבו התלמיד או התלמידים בקבוצה מתכננים ניסוי וגם מבצעים אותו, מדווחים על התוצאות ומפרשים אותן.

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. הניסויים וההדגמות תורמים לביסוס ידע שכבר נלמד וגם להבניה של ידע חדש. כמו כן, התנסות זו מהווה הזדמנות לפיתוח ערכים, כמו יושרה מדעית, אתיקה ואחריות.

**השימוש במחשבים** ייעשה במשולב עם ההוראה השוטפת בכל מקום שבו יש למחשב תרומה ייחודית ויתרון יחסי על אמצעים אחרים: 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, הכנת עבודות בסיוע המחשב.

## **דרכי הערכה ומשוב**

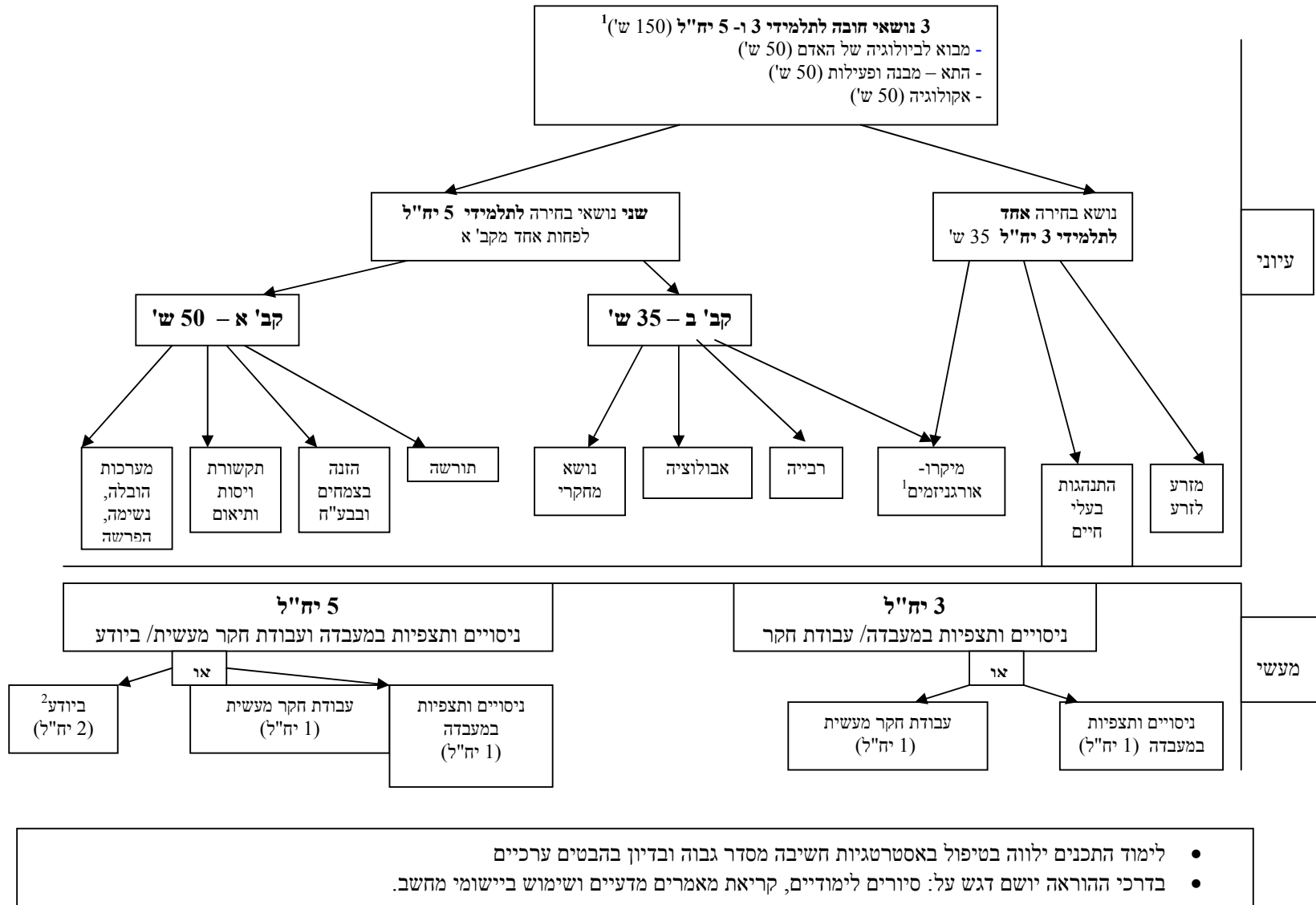
דרכי ההערכה השונות נחוצות לצורך הערכת ההישגים וקבלת משוב על הפעלת תכנית הלימודים, ומאפשרות מתן ביטוי לכישורים שונים של התלמידים. דרכי הערכה הינן פועל יוצא של דרכי ההוראה. כמקובל כיום, דרכי ההערכה יהיו מגוונות, מותאמות לדרכי ההוראה ומלוות במשוב מתמיד בין תלמידים למורים ובין התלמידים לבין עצמם. מטרות ההערכה על פי הגישה המוצגת בתכנית לימודים זו הן 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 המומחים למדידה - מחברי המבחנים. על ההערכה להיות חלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה וההוראה, ומטרתה שהלומדים והמורים יתכננו את עשייתם בעת התרחשותה, יבחנו באיזו מידה הושגו היעדים, יאתרו נקודות חוזק, נקודות לחיזוק, קשיים וכשלים.

מטלות שונות – כגון הכנת עבודת חקר, כרזה, משחק, דגם, דיווח על סיור, דו"ח מעבדה, תלקיט, הכנת מצגת, הצגת חומר בפני עמיתים, ניתוח מאמרים – יכולות לשמש כלי הערכה שונים ויעילים, הבודקים כישורים שונים ומגוונים של התלמידים במהלך ההוראה והלמידה ואף בסופה.

הצגת הקריטריונים להערכה בפני התלמידים לפני ביצוע המטלות, או חיבור קריטריונים להערכה במשותף עם התלמידים, עשויים לשמש אמצעי להגברת אחריות התלמיד ללמידתו ולהישגיו שכן התלמיד ידע מראש מה נדרש ממנו ומה מצופה ממנו.

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, שיתנו הזדמנות לכל תלמיד להראות את הישגיו ולבטא את כישוריו ויכולתו בדרכים מגוונות וברמה המתאימה. כל אלה, מטלות מגוונות בצד בחינות בכתב ובעל פה, ישמשו אמצעים מגוונים להערכת התלמיד שלמד בדרכים מגוונות.

## מבנה תכנית הלימודים בביולוגיה



<sup>1</sup> ציון ההבדלים בהוראת הנושאים המשותפים בין 3 ל-5 יח"ל: לתלמידי 3 יח"ל: א. בתהליכים – תהיה התייחסות בעיקר למגיבים ולתוצרים, ללא דגשים מתחומים ביוכימיים; ב. הלמידה לא תכלול טיפול כמותי בנתונים.

<sup>2</sup> שילוב עבודת חקר מעשית ומעבדה לתלמידי 5 יח"ל יכולה להיעשות במסגרת תכנית הבידוע שהיא תכנית חלופית לחלק המעשי של בחינת הבגרות בביולוגיה באישור הפיקוח. פרטים בחוברת "בידוע", משרד החינוך והאוניברסיטה העברית בירושלים 2002. וכן בספר: מנדלוביץ' וחובריה (2003), תכנית בידוע – התנסות תלמידים במחקר, המרכז להוראת המדעים ירושלים.

## מסגרת התכנית

**בכיתה י'** לומדים ביולוגיה בהיקף של יחידת לימוד אחת, כלומר 3 שעות שבועיות לתלמיד בשנה, סך הכול 90 שעות. מבין תוכני החובה שבתכנית, חובה ללמד בכיתה י' את הנושא **מבוא לביולוגיה של האדם (בהדגשת ההומאוסטזיס)**, בשילוב אסטרטגיות חשיבה מתאימות. בנוסף, יש ללמד חלקים נוספים מנושאי הליבה או מאחד מנושאי הבחירה המוצעים, על פי בחירת המורה ובהתאמה לאוכלוסיית התלמידים ולהתעניינותם.

**בכיתות י"א וי"ב** הלמידה היא ברמת התמחות. ניתן להרחיב את לימוד הביולוגיה להתמחות בהיקף של 3 יח"ל (270 שעות) או של 5 יחידות לימוד (450 שעות) בהתאם לפירוט הבא:

בהיקף של 3 יח"ל ילמדו שלושה נושאי חובה ונושא בחירה אחד (שהראשון: **מבוא לביולוגיה של האדם** נלמד כבר בכיתה י'). ברמת התמחות של 5 יח"ל ילמדו שלושה נושאי חובה כנ"ל ושני נושאי בחירה. בכל היקפי הלימוד, הלמידה תלווה בפעילויות מעבדה, עיבוד כמותי של נתונים, קריאת מאמרים, שילוב מחשב, ביצוע עבודת חקר ומיומנויות נוספות ברמה המתאימה בהתאם לפירוט שהוצג לעיל.

## נושאי התכנית

תכנית הלימודים כוללת נושאי חובה ונושאי בחירה.

### נושאי חובה

שלושת נושאי החובה, **מבוא לביולוגיה של האדם (בהדגשת ההומאוסטזיס)**, **אקולוגיה ותא**, משותפים לכלל התלמידים המתמחים (3 ו-5 יח"ל). המורה יתכנן את זמן ההוראה של נושאים אלה כך שבסיום כיתה י"ב כל התלמידים, 3 יח"ל ו-5 יח"ל, ילמדו אותם בהתאם למטרות התכנית. **למרות היות נושאים אלה נושאי חובה, אין הכרח ללמד אותם יחד, או בזה אחר זה מיד בראשית הוראת הביולוגיה בחט"ע, אלא יש לדאוג לכך, שעד סיום הוראת הביולוגיה ילמד כל תלמיד, הן זה הלומד בהיקף של 3 יח"ל והן זה הלומד בהיקף של 5 יח"ל, את הנושאים האלה.**

### ההבדלים בדרישות בין 5 ל-3 יח"ל:

השוני בין רמות הלימוד יתבטא בדגשים שניתן לחלק מהתכנים. הדגשים יהיו מתחומי התהליכים הביוכימיים וטיפול כמותי בנתונים. לומדי 3 יח"ל יידרשו להבין את מהות התהליך ואת חשיבותו, תוך התייחסות למגיבים ולתוצרים (אין צורך להיכנס לפרטים של התהליכים הביוכימיים). הפעילות במעבדה תכלול תצפיות וניסויים פשוטים. תידרש שליטה באסטרטגיות חשיבה של תהליך החקר ובמיומנויות חקר בסיסיות. תלמידים המתמחים בהיקף של 3 יח"ל יתבקשו לקרוא מאמרים פופולריים, המציגים **מעט** נתונים כמותיים, וזאת לעומת תלמידים המתמחים בהיקף של 5 יח"ל שיקראו גם מאמרי מחקר מעובדים הכוללים נתונים כמותיים.

שלושת נושאי החובה נועדו להפגיש את התלמיד עם שלוש רמות ארגון בביולוגיה:

**רמת התא** – הנושא: **התא – מבנה ופעילות, בהיקף של 50 שעות.**

**רמת היצור (האורגניזם) השלם** – הנושא: **מבוא לביולוגיה של האדם (בהדגשת ההומאוסטזיס), בהיקף של 50 שעות.**

**רמת החברה** – הנושא: **אקולוגיה, בהיקף של 50 שעות.**

נושא **התא** – **מבנה ופעילות** הוא נושא אורך שתכניו יכולים להשתלב בנושאים אחרים, לכן מומלץ לשלב את הוראת הנושא בנושאי לימוד אחרים בהקשרים רלוונטיים.

הנושא **מבוא לביולוגיה של האדם (בהדגשת ההומאוסטזיס)** מיועד לתלמידי כיתות י' כנושא פתיחה לתלמידי הביולוגיה בחטיבה העליונה, ללא קשר לבחירת ההתמחויות של התלמידים. הפרק נבחר כנושא ראשון בהיותו רלוונטי, אטרקטיבי ומעורר עניין והתלהבות ונוגע לחיי יום יום. בכך ניתן יהיה להניע את התלמידים ללמוד את תהליכי החיים ואת העולם שבו עוסקת הביולוגיה, להתעניין בנושאים הנוגעים לביולוגיה ולהתמחות בתחום הביולוגיה.

הנושא **אקולוגיה (האורגניזם בסביבתו)** הוא נושא המתאים להוראה למתמחים בכיתות י"א ומעלה.

### **ארגון הוראת הנושאים**

תלמידים המתמחים בהיקף של 3 יח"ל מומלץ ללמדם בכיתה י"ב את נושא התא, המכיל היבטים מולקולריים, או לשלב אותו כאמור, בנושאי הלימוד האחרים בהקשרים הרלוונטיים ולהתמקד בהיבטים המולקולריים בכיתה י"ב.

לימוד הנושא **מבוא לביולוגיה של האדם (בהדגשת ההומאוסטזיס)** כנושא ראשון בביולוגיה בחטיבה העליונה יחייב התייחסות בסיסית לנושא **התא** ולנושא **אקולוגיה** (שיילמדו אחריו). כאשר יילמדו נושאים אלה, יהיה צורך לשוב ולקשר את נושאי החובה זה לזה (ואת נושאי החובה לנושאי הבחירה) ולחזק אצל התלמיד את תמונת העולם שלו, המתגבשת תוך כדי הלימוד.

### **נושאי בחירה**

#### **לתלמידי 3 יח"ל**

מתוך נושאי הבחירה לתלמידי 3 יח"ל, שהיקפם 35 שעות, יש לבחור נושא אחד בלבד. הנושאים לבחירה הם: שני נושאים ייחודיים: **התנהגות בעלי חיים ומזרע לזרע** ונושא אחד המשותף גם לתלמידי 5 יח"ל: **מיקרואורגניזמים**. את מפרט התכנים בנושא מיקרואורגניזמים ילמדו תלמידי 3 יח"ל ברמה המתאימה כמתואר בפירוט ההבדלים בין לומדי 5 יח"ל ללומדי 3 יח"ל לגבי נושאי החובה (ראו לעיל).

#### **לתלמידי 5 יח"ל**

נושאי הבחירה חולקו לשתי קבוצות. הנושאים מקבוצה א' נלמדים במסגרת של 50 שעות לימוד ואילו הנושאים מקבוצות ב' נלמדים במסגרת של 35 שעות לימוד. תלמידים המתמחים ברמה של 5 יח"ל ילמדו שני נושאי בחירה, **נושא אחד מקבוצה א' ונושא שני מקבוצה ב'**. מפרט התכנים לכל נושא מופיע בהמשך, בחלק ב' של תכנית הלימודים. אלה הנושאים:

#### **קבוצה א' –**

1. מערכות הובלה, נשימה, הפרשה והגנה
2. תקשורת ויסות ותיאום
3. הזנה בצמחים ובבעלי חיים
4. תורשה

#### **קבוצה ב' –**

1. רבייה
2. מיקרואורגניזמים (נושא המשותף גם לתלמידי 3 יח"ל)
3. אבולוציה וטיפוח
4. נושאים מחקרניים מתחדשים (מתחלפים)

## 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 למתמחים ברמה של 3 יח"ל וברמה של 5 יח"ל. ניתוח ודיון בתוצאות הניסויים יבוצעו תוך שילוב מושגים ומיומנויות של חשיבה כמותית בהתאם לרמת התלמידים, כפי שהוגדרו בתכנית זו בסעיף "עיבוד כמותי של נתונים".

פעילויות המעבדה יכללו תצפיות וניסויים בדרגות חקר שונות, וכן מעבדות מאשרות. בפעילויות המעבדה בהיקף של 3 יח"ל תידרש שליטה באסטרטגיות חשיבה בסיסיות של תהליך החקר ומיומנויות חקר בסיסיות, ואילו בפעילויות המעבדה בהיקף של 5 יח"ל יידרשו אסטרטגיות ומיומנויות חקר מתקדמות יותר (כמפורט בסעיף המטרות).

### עבודת חקר מעשית<sup>1</sup>

פעילות חובה לתלמידים המתמחים בביולוגיה בהיקף של 5 יח"ל ובחירה לתלמידי 3 יח"ל בבתי ספר שבהם יש חממות.

היקף העבודה: 1 יח"ל.

עבודת החקר המעשית נועדה לאפשר לתלמיד ללמוד, לחקור ולהבין נושא ביולוגי בדרך של עבודה עצמית מודרכת. התלמיד מתבקש לאסוף נתונים, לנהל רישום ממצאים ולסכם אותם בעבודה כתובה על פי ההנחיות תוך שימוש במקורות, כמקובל במחקר מדעי.

על כל תלמיד לבצע עבודת חקר מעשית אחת בנושא אקולוגי או בנושא חקלאי<sup>2</sup> כמתואר להלן:

#### א. עבודת חקר מעשית בנושא אקולוגי

מטרת המטלה היא הכרת בית גידול על פי בחירתו של התלמיד, על מרכיביו הביוטיים והאביוטיים בעונות שנה שונות.

במסגרת עבודת החקר, התלמיד יבדוק מספר שאלות חקר אקולוגיות, שיש להן בסיס ביולוגי, תוך התייחסות ליצורים (אורגניזמים) בסביבתם הטבעית וישיב עליהן בהתבססו על נתונים שאסף<sup>3</sup>. התלמיד ילמד על האופן שבו הם משפיעים על הסביבה האביוטית ומושפעים ממנה, על התנהגותם ועל יחסי הגומלין בינם לבין יצורים אחרים, מאותו מין וממינים אחרים.

<sup>1</sup> הנחיות לגבי דרישות העבודה, דרך סיכומה ודרך הערכתה, מפורסמות מעת לעת בחוזרי הפיקוח על הוראת הביולוגיה ובאתר המפמ"ר:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut\\_Pedagogit/Biology](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut_Pedagogit/Biology)

<sup>2</sup> במקרים מיוחדים ניתן לבצע עבודה בנושא אחר בתחום הביולוגיה באישור הפיקוח, ובלבד שיענה על מטרות תכנית זו.

<sup>3</sup> כאשר מעורבים בעבודה בתי גידול מלאכותיים, כמו חממה, אקווריון וכד', שבהם נשלטים חלק מהגורמים האביוטיים, תיידרש השוואה לתנאים טבעיים.



**ב. עבודת חקר מעשית בנושא חקלאי (לתלמידים בבתי ספר שבהם יש חממות)**

במסגרת עבודת החקר בנושא חקלאי התלמיד יבדוק מספר שאלות חקר שיש להן בסיס ביולוגי והנוגעות לתחום החקלאות, וישיב עליהן בהתבססו על הנתונים שאסף ותוך שימוש בידע הביולוגי שרכש. התלמיד יתעמק בהיבטים מתחום החקלאות ו/או מתחום הטכנולוגיה החקלאית שבהם מיושמים עקרונות ביולוגיים.

העבודה מתבצעת במעבדה, בחממה, או במשק החקלאי שליד ביה"ס<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> הגדרות לגבי העבודה בהיקף של 5 ו-3 יח"ל מתפרסמות בחוזרי הפיקוח ובאתר המפמ"ר:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut\\_Pedagogit/Biology](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut_Pedagogit/Biology)