

עקרונות ודרכים בחיבור מדריך למורה בביולוגיה כאמצעי להעברת

מסרים ומידע למורים¹

נעה אבולעפיה

מבוא

חומרי למידה בביולוגיה לבית הספר העל-יסודי כוללים על פי רוב הדרכה כתובה למורה ("מדריך למורה" – מד"ל). השאלה מה לכלול בהדרכה הכתובה ואיך לעשותה רלוונטית לעבודתו של המורה, מעסיקה מפתחים של חומרי למידה. אף שמקובל לכתוב מדריך למורה לספרי לימוד בביולוגיה, לא קיימת הסכמה לגבי התכנים שיש לשלב בו. בעבר נעשו מחקרים ספורים שהתייחסו להדרכה הכתובה בכלל, אך חסרות הנחיות שעשויות לסייע למפתחים במשימתם (בלברג, 1976; 1979; Dreyfus et al., 1995; Shkedi, 1998; Stanko, 1967). המד"ל צריך לכלול מרכיבים שיסייעו בהוראה וייתפסו על ידי המורה כרלוונטיים לעבודתו. המד"ל צריך להיכתב בצורה מושכת; רק אז הוא יישמש בהצלחה כלי תכנון בידי המורה. מאמר זה מנסה לאתר את הצרכים והציפיות של מורים ומפתחי חומרי למידה ממד"ל ומציע דגם למד"ל המלווה חומרי לימוד בביולוגיה. במאמר מבוא תאורטי קצר, ובו תיאור מחקרים שעסקו במד"ל וכן מחקרים אחרים ובסיסים תאורטיים שיש להם זיקה למד"ל. המאמר מציג את עיקר ממצאי המחקר. אלה, נוסף לממצאים ומסקנות ממחקרים אחרים, היוו בסיס לדגם המד"ל המובא בסוף המאמר.

רקע תאורטי

שבח אדן, שעמד בראש המרכז לתכניות לימודים של משרד החינוך בתקופת הקמתו, ייעד בספרו **פרקים בתכנון לימודים** מספר תפקידים להדרכה הכתובה (המדריך למורה) (1991): פירוש תכנית הלימודים; הדרכת המורה בשימוש בחומר לתלמיד; הרחבת הידע של המורה בתחום התוכן; הדרכה לעבודה בסיטואציות משתנות; טיפוח האוטונומיה של המורה וכושרו המקצועי. קיימים מעט מאוד מחקרים בארץ ובעולם שעניינם מדריכים למורה. Stanko (1967) אפיינה 16 מד"לים בביולוגיה שהיו בשימוש בבתי הספר העל-יסודיים בארה"ב. מתוכם, 11 נכתבו אחרי 1959 (בתקופה שבה הוכנסו "התכניות החדשות" להוראת המדעים). היא בדקה גם דעות של מורים לביולוגיה בכיתה י' על המדריך למורה שהיה ברשותם בשנה שקדמה למחקר. ממצאיה העלו שאחוז גבוה של מורים השתמשו במדריך למורה מעודכן. המורים דיווחו שההדרכה הכתובה אכן עזרה להם בהוראה. ממצא נוסף הוא שהמדריכים שעזרו למורים ביותר, היו אלה שכללו התייחסות לעבודת המעבדה. בלברג (1976) ניתחה מדריך למורה שליווה ספר לימוד בהיסטוריה לכיתה ו' בישראל. במחקר נבדקה מידת התאמתו של המד"ל להצהרת הכוונות של הכותבים (הכוונות שנמנו במד"ל ובספר לתלמיד). היא בדקה את האופן שבו חידושים ומטרות שביסוד התכנית מגיעים לרמת הביצוע בכיתה, וכן את הזיקה בין המד"ל לחומר לתלמיד. כמו כן בדקה האם הצעות ההוראה במד"ל באמת מאפשרות למורה לבחור.

¹ המאמר נכתב בעקבות עבודה לתואר דוקטור לפילוסופיה (אבולעפיה, 2003) בהדרכתם של פרופ' נ' דרייפוס וד"ר ר' אמיר.

ממצאיה העיקריים היו אלה :

- החידוש במד"ל היה השימוש במקורות היסטוריים. עם זאת, בשום מקום במד"ל לא נמצא הסבר על מהותו של מקור היסטורי, על סוגי מקורות, על מהימנות של מקור, על דרכי שימוש במקור. (חסר זה הוא מהותי ביותר, שכן נמצא שלא כל המורים ידעו מהו מקור היסטורי וכיצד מלמדים לפיו).
 - אשר לכוונות המוצהרות לשלב ערכים ואקטואליה במהלך הפעלת תכנית הלימודים שהוצגה בספר הלימוד – לא נמצאו במד"ל הסברים למורים או הנחיות להתמודדות עם חידושים אלה.
 - במד"ל הובאו הרבה הצעות חלופיות, אך לא נתלווה להן הסבר על השיקולים שיש להפעיל לבחירה בין ההצעות או על השיקולים לבחירת רצף ההוראה.
- Dreyfus ועמיתיו (1979) הציגו עקרונות לעריכת מד"ל. העקרונות שהציעו להכנת מד"ל לשילוב מעבדה בהוראת הביולוגיה (גנטיקה), התבססו על משוב ממורים והתאימו לרצונות ולצרכים של המורים. השיטה שהציעו כללה שני ימי עיון מרוכזים (להצגת הפעילויות), קשר עם מפתחי הפעילויות במהלך ההוראה לפי פנייה של המורים, וכן שאלונים וראיונות אישיים. הדרך שהציעו לכתבת המד"ל התבססה על משוב מידי ממורים לפני ההוראה, במהלכה ובתום ההוראה. במד"ל שולבו צרכים שהמורים הצביעו על נחיצותם, כמו אסטרטגיות הוראה ודרכי הערכה. מסקנת הכותבים הייתה שמד"ל כזה יעיל בעיקר למורים מעורבים (כאלה שנשארו בקשר עם המפתחים), מנוסים ובעלי בסיס חזק בתחום התוכן (גנטיקה).
- המחקרים הנ"ל ראו אור עוד לפני מחקרו של Shulman (1986). על פי Shulman, הפעילויות בכיתה מושפעות מיכולתו של המורה למזג את המסגרת הרעיונית והכוונות שנוסחו על ידי קובעי המדיניות עם האילוצים החיצוניים, עם צרכי התלמידים ועם האפשרויות והחומרים שעומדים לרשותו. יכולת זאת נגזרת ממה שכינה Shulman "ידע פדגוגי תלוי-תוכן" (Pedagogical Content Knowledge=PCK) שיש למורה, (שם, עמ' 9). לטענתו, הוראה טובה תלויה בכך שהידע של המורה הוא אישי, ייחודי למורה. על פי שולמן (1987), תחומי הידע הנחוצים למורה המקצוען הם אלה: ידע של חומר הלימוד, ידע פדגוגי כללי, ידע של הקוריקולום, ידע פדגוגי תלוי-תוכן, ידע על הלומדים, ידע שקשור לסביבת הלמידה (מבנה כיתה, קהילה, תרבות), וכן ידע של מטרות חינוכיות כלליות והרקע ההיסטורי-הפילוסופי שלהן. עם פרסום תפיסתו של Shulman ואימוצה על ידי אנשי החינוך, השתנתה ההתייחסות לצרכים הייחודיים של המורה.
- Shkedi (1995) בדק בראיונות אישיים את ההעדפות והצרכים של המורים ממד"ל. אחת השאלות נגעה למאפייני המד"ל הטוב בעיני המורה, כמו למשל: מה שיעור ההתייחסות לתכנים או לדידקטיקה שהמורים מבקשים למצוא במד"ל? האם המדל"ים מאפשרים למורים להתאים את החומר לתלמידים שלהם ולתנאים הייחודיים של כיתתם? שקדי ראיין מורים המלמדים מגוון מקצועות וגילים. הוא מצא שמורים רבים מעוניינים למצוא במדריך למורה אפשרויות וחופש בחירה (כ- 80%), רעיונות והצעות לפעילויות דידיקטיות (כ- 60%). מקצת המורים מעוניינים למצוא התייחסות למצבים משתנים, נימוקים לפעילויות ושיטות הוראה. אותו מחקר העלה כי כשליש מהמורים סבורים שהמד"לים למורה אינם עונים על צרכי המורים (שם). מבין מורי המדעים שראיינו, כ- 50% היו מעוניינים למצוא במד"ל התייחסות לתכנים המדעיים, ואחוז דומה

ביקשו למצוא במד"ל התייחסות לדידקטיקה. באותו מחקר נמצא שכ- 80% מהמורים סבורים שמורה יכול להסתדר ללא מד"ל (רק עם הספר לתלמיד).

במחקר מאוחר יותר (1998) בדק Shkedi אפשרות לפתח מד"ל שיש לו פוטנציאל שימושי גם למורים "שזקוקים להכוונה" (Educated Teachers) וגם למורים "משוחררים" (Emancipated Teachers). שאלת המחקר הייתה: עד כמה המורים מבינים את הגישה המוצגת במד"ל. למעשה, במחקר זה בדק שקדי אם ניתן לפתח מד"ל שגם יכוון מורים לגבי "גישה פדגוגית תלוית-תוכן" (Pedagogic-Content Approach) וגם יקנה להם הרגשת אוטונומיה.

על פי מסקנתו של Shkedi, מורים שהיו נאמנים לגישת התוכן הפדגוגי, הרגישו שהם מאבדים את האוטונומיה. אם הם התעלמו מהגישה הנ"ל, התכנית נתפסה בעיניהם כמאפשרת אוטונומיה למורה.

על פי רוב, המדריך למורה מתלווה לספר לימוד ספציפי. לעתים, המד"לים לא קשורים לחומר המיועד לתלמיד וכוללים חומר רקע, פעילויות, שאלות ומערכי שיעור (McNeil, 1991). המד"ל הוא כלי סיוע למורה בהפעלת הקוריקולום (שם).

על המחקר

מטרת המחקר

המחקר נועד להציע דגם-תשתית למדריך למורה (מד"ל) בביולוגיה לבית הספר העל-יסודי. דגם זה יתבסס על ממצאי המחקר ומסקנותיו. לפיהם תיבנה מערכת שיקולים וינוסחו המלצות לכתובת מד"ל. הדגם יתחשב:

1. בכוונות המפתחים;
2. בציפיות ובצרכים של מגוון מורים כפי שהם מתבטאים בדבריהם;
3. בפערים בין כוונות המפתחים לבין ציפיות המורים.

שאלות המחקר

1. מהם סוגי המסרים שיש לכלול במד"ל לחומרי למידה בביולוגיה לבית הספר העל-יסודי על פי ציפיותיהם של המורים, והאם יש התאמה בין ציפיות המורים לבין התפיסות של המפתחים?
2. האם ניתן לסווג את הצרכים והציפיות של המורים על פי נתוני הרקע שלהם?
3. כיצד יוצגו המסרים המיועדים למורים כדי -
 - א. שיגיעו לתודעת המורים;
 - ב. שיתקבלו על ידם כמסייעים להוראה;
 - ג. שיהוו גירוי להעשרת התפיסה הקוריקולרית שלהם בהתאם לכוונות המפתחים.

מהלך המחקר

שלב א: בדיקת מצב קיים ומסקנות:

עמדות מורים כלפי מד"ל: נבדקה מידת ההיכרות ומידת השימוש של מורים לביולוגיה במד"לים קיימים. באמצעות שאלונים אישיים,² התבקשו המורים לציין את מידת ההיכרות והשימוש שלהם עם כל מד"ל מרשימת מד"לים נפוצים לביולוגיה. המורים גם התבקשו לציין בשאלונים ובראיונות אישיים את דעתם על תרומתם להוראה של המד"לים המוכרים להם. נוסף לכך נבדקו עמדות של מורים לביולוגיה בנוגע לתוכניהם של מד"לים קיימים ודרך הצגתם וכן העדפותיהם לגבי דרכי ההיכרות עם חומרי למידה או עם תכנית חדשה, יחסם לתקשורת ממוחשבת, וכן מהו, לדעתם, הגוף המתאים ביותר לכתיבת מד"ל.

עמדות מפתחים כלפי מד"ל: בראיונות נבדקו עמדותיהם של מפתחי חומרי הלמידה כלפי התכנים הרצויים במד"ל.

ניתוח מד"לים:

- ניתוח של מד"לים לספרי לימוד בביולוגיה על מנת לאפינם על פי התכנים המוצגים בהם.
- סיכום המצב הקיים (הסקת מסקנות).

שלב ב: גיבוש המלצות למפתחי חומרי למידה על סמך הממצאים ובשילוב התייחסויות תאורטיות: על סמך הרקע העיוני והממצאים שהתקבלו, הצטיירה תמונת המצב העכשווית לגבי מד"לים ונכתבו המלצות למפתחי חומרי למידה בביולוגיה.

שלב ג: פיתוח דגם תאורטי שיהווה תשתית לכתיבת מד"ל חדש: הדגם פותח בתהליך ספירלי שכלל פיתוח ראשוני, ראיונות עם מפתחים ושכלול הדגם, הדגמת יישום הדגם על פרק מספר לימוד, הסקת מסקנות ושיפור הדגם.

כלי המחקר ושיטות המחקר

כלי המחקר

שאלונים אישיים למדגם של 105 מורים, ראיונות אישיים עם תת-מדגם מהמורים (9 מורים) ועם 5 מפתחים, ריאיון קבוצתי ממוקד עם 12 מורים.

ניתוח המד"לים נעשה באמצעות "מכשיר לניתוח מד"לים" שפותח במחקר זה.

ניתוח הממצאים בחלק מהמקרים, ועל פי העניין, התבצע בשיטות כמותיות, ובחלק אחר – בשיטות איכותניות.

פיתוח הכלים, שימוש בהם ועיבוד הנתונים

שאלון אישי למורה

השאלון (נספח 1 – "שאלון למורים", עמ' ...) בנוי מארבעה חלקים: 1. פרטים אישיים; 2. התייחסות כללית למד"לים בביולוגיה ומידת ההיכרות עמם והשימוש בהם; 3. תרומת מרכיבים שונים במד"ל להוראה; 4. דרך הלמידה הרצויה על תכנית לימודים חדשה ועמדות מורים כלפי מד"ל.

² ראו נספח 1 – "שאלון למורים", עמ' ...

מדגם המורים והפצת השאלון

המדגם נקבע על פי קריטריונים אלה: ותק, השכלה פורמלית, הכשרה, דרגת הכיתות, סוג בית הספר, המגזר.

הפצת השאלונים – השאלונים נשלחו בדואר ולוו בשיחה טלפונית.

ראיונות אישיים עם מורים

לאחר איסוף השאלונים וקריאתם, נבחרו מורים לשם ראיון אישי – אותם מורים שהיה רצון לקבל מהם מידע נוסף והבהרות לגבי תשובותיהם בשאלונים. אלה מוינו על פי כמה קריטריונים - מורי החטיבה העליונה, מורי חטיבת הביניים, מרכזי מקצוע, ותק בהוראה, מידת העניין והשימוש במד"לים, אזור גאוגרפי והשתייכות למגזר.

התקיימו ראיונות עם 9 מורים (המספרים מציינים את המספר הסידורי של המורה במחקר): 2 מורים שמלמדים רק בחטיבת הביניים (27, 78), 2 מורים שמלמדים רק בחטיבה העליונה (57, 97), 3 מורים שמלמדים בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה (13, 63, 67), שמהם 2 הם גם מרכזי המקצוע בבית ספרם (63, 67), וכן 2 מורים ערבים (70, 74). מבחינה גאוגרפית, היה ניסיון להקיף מורים מכל הארץ, ולכן נבחרו מורים מאילת ועד הגליל. בין המורים היו שני מורים "חדשים" (בעלי ותק של עד שלוש שנים) (74, 78). 3 מורים הביעו בשאלון התנגדות לשימוש במד"ל: אחד המלמד בחטיבה העליונה (97), אחד המלמד בחטיבת הביניים (27) ואחד מהמגזר הערבי (70). הראיונות נמשכו כשעה וחולקו לשני חלקים.

הראיונות היו "חצי מובנים". בחלקו הראשון של הראיון, לאחר בירור הפרטים האישיים, הוצג לפני המרואיין מגוון של מד"לים בביולוגיה. המורה התבקש להצביע על מד"לים שהוא מכיר ולדבר עליהם. לאחר מכן הוצגו לפני המורה שלושה מד"לים שונים בהיקפם, בצורתם ובעיצובם: מד"ל שמשולב בספר לתלמיד, מד"ל מפורט מאוד ומד"ל קצר מאוד או תכנית לימודים שיש בה רק מד"ל ואין בה ספר לתלמיד. שלושת המד"לים נבחרו על פי מה שהמורה הכיר או על פי ספרי הלימוד שבהם השתמש.

המורים התבקשו להתייחס להעדפותיהם ולהצביע על הסתייגויותיהם.

חלקו השני של הראיון התייחס לשאלון שהמורה מילא. כאן התבקש המורה לתת הבהרות והרחבות לתשובותיו בשאלון. תשובות אלה הוצגו לפני המורה במלואן.

ראיונות אישיים עם מפתחי חומרי למידה

מטרת הראיונות עם מפתחי חומרי למידה (להלן "המפתחים") הייתה לחשוף את גישתם למד"ל כפי שהתגבשה לקראת משימת הפיתוח ואת ההתלבטויות והקשיים במהלך הפיתוח. לראיונות נבחרו 5 מפתחים שעסקו באותה עת בפיתוח מד"ל במדעים לבית הספר העל-יסודי (צוות אחד בכימיה, ושאר המפתחים פיתחו מד"לים בביולוגיה לחטיבה העליונה או במדע וטכנולוגיה-ביולוגיה לחטיבת הביניים). בשיחה שקדמה לראיון ובמהלך הראיון לא תוארו שום ממצאים מהמחקר.

משך הראיונות היה כשעה וחצי עד שתיים.

ניתוח הראיונות

עיבוד וניתוח הנתונים שהתקבלו בראיונות התבססו בעיקר על שיטתו של Seidman (1998). הראיונות הוקלטו ושוקלטו (להוציא מקרה אחד של המורה שסירב להקלטת הראיון מסיבות אישיות), ואחר כך התבצע ניתוח-תוכן נושאי של תמלילי הראיונות וסוכמו הממצאים. יחידת הניתוח הנושאי בראיונות הייתה קטעי טקסט. קטעי הטקסט עברו קטגוריזציה לנושאים (Themes) לפי הגדרתו של שקדי: "קטגוריזציה כוללת שני יסודות: האחד תהליך של חלוקת הנתונים לקטעים נפרדים, והשני – שיוך הקטעים לקטגוריות או לקבוצות שונות המצרפות את הקטעים זה לזה, אם כי בסדר חדש" (שקדי, 2003, עמ' 97). ממצאי הנושאים שנבדקו בראיון תוארו וסוכמו.

ריאיון קבוצתי ממוקד עם מורים

הרעיון לערוך ריאיון קבוצתי ממוקד עם מורים עלה בעקבות הממצאים שהתקבלו בשאלונים ובראיונות האישיים; נמצא שיש פיזור רב באוכלוסייה לגבי הצרכים והציפיות מהמד"ל, והיה קושי למקד את הצרכים והציפיות שמאפיינים את כלל מורי הביולוגיה בבית הספר העל-יסודי. תכנון הראיון, ביצעו וניתוח הממצאים נעשה בעיקרו על פי המלצותיהם של Vaughn ועמיתיו (1996). ההמלצות נוגעות לבחירת קבוצת מרואיינים על פי קריטריונים מסוימים, מתן משימה משותפת לחברי הקבוצה ומעקב (באמצעות הקלטה) אחרי הדיון שמתקיים במהלך הראיון. מיד לאחר הראיון שהוקלט, ולפני ההאזנה לו, סוכמו נקודות עיקריות שעלו בראיון וכן תוארו ההתנהגות והתגובה של כל אחד מהמשתתפים. ניתוח תמליל הראיון נעשה על פי ההמלצות שניתנו על ידי Vaughn ועמיתיו (1996) בהתייחסות לנקודות שנכתבו בתום הראיון.

מכשיר לניתוח מד"לים

המכשיר פותח בעקבות הממצאים שהתקבלו בחלקו הראשון של המחקר: ממצאים משאלונים שהועברו למורים, ממצאים שהתקבלו מראיונות אישיים עם מקצת המורים וממצאים מראיון קבוצתי. לאפיון המד"לים נעשה שימוש ברשימת המרכיבים שהוצגה בשאלונים למורים – 29 מרכיבים (ראונספח 1 – "שאלון למורים", שאלה 3, עמ' ...). מלבד רשימה זאת, נבדקו מרכיבים נוספים (ב-1 עד ב-8, טבלה 1, עמ' ...), שהיה עניין לאתגר במד"לים. בשלב קודם במחקר, קובצו המרכיבים שהוצגו למורים בשאלון, בארבע קבוצות על פי "תחומי ידע" שהתקבלו בעקבות ניתוח תוכן של תשובות לשאלות פתוחות בשאלון. הקבוצות הן אלה: תכנית הלימודים, ידע על תלמידים, תוכן מדעי, דרכי הוראה. רשימת המרכיבים ושיוכם לקבוצות על פי "תחומי ידע" מוצגים בפרק הממצאים, טבלה 2, עמ' המרכיבים הנוספים, שלא נכללו בשאלון למורים, קובצו גם הם באותן ארבע קבוצות. בטבלה 1 מוצגים המרכיבים הנוספים ושיוכם לקבוצות.

טבלה 1: מרכיבים נוספים לאיתור במד"ל

המרכיב	מספר הפריט	מרכיב בקיבוץ*
המורה מקור הידע, מעביר תכנים, מסביר, ממקד	ב-1	ד
המורה מכוון תלמידים ללמידה עצמאית: מדריך, מנחה, מכוון	ב-2	ד
הסברים לגבי התאמת חומרי הלמידה לתכנית המוצגת בסילבוס	ב-3	ת
הצגת המטרות מתכנית הלימודים שהודגשו בחומרי הלמידה	ב-4	ת
שיקול דעת לבחירת תכנים	ב-5	ת
שיקול דעת לבחירת דרכי הוראה/פעילות מסוימת	ב-6	ת
שיקול דעת לבחירת רצפים	ב-7	ת
מיקוד הלמידה	ב-8	ת

* ת=תכנית הלימודים, ד=דרכי הוראה.

עיבוד הנתונים

הממצאים מהשאלות הסגורות, נימוקי המורים, וכן ממצאים מניתוח המד"לים, סווגו, כאמור, לקטגוריות שהתקבלו בעקבות ניתוחי תוכן של נימוקי המורים. קטגוריות אלה שימשו לניתוח ממצאים משאלות סגורות, כמו גם, כאמור, לניתוח תוכן מד"לים.

שימוש במכשיר לניתוח מד"ל ועיבוד הממצאים לגבי כל מד"ל

אפיון המד"ל באמצעות המכשיר נעשה על ידי ניתוח תוכן של המבוא למדריך ולפרק אחד (פרק אמצעי).

יחידת המדידה לניתוח הייתה פסקה או חלק מפסקה שהיה בהם מסר מוגדר המתייחס לאחד המרכיבים המפורטים במכשיר. קטע כזה נקרא "הערה". כל "הערה" סווגה למרכיב אחד או יותר על פי המסר שבה. במקרים שבהם ההערה סווגה ליותר ממרכיב אחד, היא "נספרה" בהתאם למספר המרכיבים (על פי רוב פעמיים). לאחר הסיווג הראשוני הזה, קובצו המרכיבים ל"תחומי ידע" (ת=תכנית הלימודים, תל=ידע על תלמידים, מ=תוכן מדעי, ד=דרכי הוראה). חושב מספר ההערות שסווגו לכלל המרכיבים בכל אחד מ"תחומי הידע" במבוא ובפרק של המד"ל שנבדק. חושב אחוז השכיחות של ההערות בכל תחום מכלל ההערות. החיפוש הממוקד הקיף את מרבית הטקסט. עם זאת, היו פסקאות או חלקים מפסקאות (מעטים) שלא ניתן היה לשייכם למרכיבים המפורטים במכשיר.

סיכום הממצאים לגבי כל המד"לים

עבור כל מד"ל חושב אחוז ההערות (מכלל ההערות) לכל אחד מ"תחומי הידע". כמו כן נערכו השוואות בין מד"לים שמיועדים לחט"ב לבין אלה שמיועדים לחט"ע. נוסף לכך, נערכה השוואה בין מד"לים שתרומתם להוראה על פי דיווחי המורים בשאלונים הייתה גבוהה, לבין אלה שתרומתם בעיני המורים הייתה נמוכה.

מדגם המורים

במחקר השתתפו 105 מורים.

מוסדות הכשרה: 71% בוגרי אוניברסיטה, 24% בוגרי סמינר או מכללה ו- 5% אחר או לא ידוע.
רמת השכלה: 51% תואר ראשון, 23% תואר שני, 9% תואר שלישי, 10% ללא תואר ו- 7% אחר או לא ידוע.

סוגי בתי ספר שמלמדים בהם: 52% שש-שנתי, 17% התיישבותי וקיבוצי, 11% ז'י-טי, 10% תיכון ו-10% ערבי.

ותק בהוראה: 41% 0-10 שנים, 59% 11 שנים ומעלה.

דרגת כיתות שמלמדים בהן: 42% ז'י-י, 13% יי-י"ב, 45% זי-י"ב.

הממצאים העיקריים³

היכרות עם המד"לים ושימוש בהם

98% מהמורים שנשאלו סברו שחשוב לפתח מד"ל לחומרי למידה בביולוגיה לחטיבה העליונה. עם זאת, 40% מתגובות המורים לגבי רשימת המד"לים שניתנה בשאלון היו שהמד"לים אינם מוכרים להם. יתרה מכך, 16% מהתגובות היו שלמרות שמכירים את המד"לים, הם לא בשימוש. מכאן שלגבי 56% מספרי הלימוד שמשולבים בהוראת הביולוגיה בבית הספר העל-יסודי בישראל, לא נעשה שימוש במד"ל.

השאלה, למה מורים אינם מכירים כלל מד"לים, נבדקה בראיונות האישיים. כאן עלו מספר סיבות, שניתן למעשה לחלקן לשתי קבוצות:

לא מצליחים להשיג או לא יודעים על קיום – (70)⁴ "את רוב המדריכים שהבאת אני לא מכירה... את המדריך של מים חיים הכרתי כשהגיעו סמינרסטיות ממכללה למורים ערבים כמו בית ברל והביאו אתן ורצו לעבוד לפי זה. לא היה לנו מדריך מים בבית הספר ולא ידעתי שקיים דבר כזה". (78) "רוב הזמן אני לא מוצא את המדריכים. אי-אפשר להשיג אותם, בייחוד לא בספרייה באילת. אני צריך להזמין אותם במיוחד, וגם אז עושים לי טובה גדולה".

לא מעוניינים להכיר ממגוון סיבות – (63) "הספר יוצא קודם... אתה נכנס לספר, לומד אותו ואז רק יוצא המדריך, אבל אז אתה כבר מכיר את הספר". מורה אחרת "מאשימה" את הכותבים: (67) "אם הספר יוצא לפני המדריך והוא משווק שנה-שנתיים, וצוות הכותבים החליט בשבילי שאני יכולה להסתדר בלעדיו, אז כנראה שאפשר להסתדר בלעדיו". יש המאוכזבים מהיכרות קודמת: (67) "יכול להיות שאחרי שראיתי מדריך אחד לא מוצלח, אני לא אחפש עוד מדריכים, יש לי סטיגמה נגד מדריכים למורה"; או: (27) "כל החלקים האלה, שנקרא להם 'תאורטיים', היו מאוד מעייפים. הם לא התאימו בכלל לפרקטיקה שלי בבית הספר".

סיבה נוספת היא הרגשת "איום" על האוטונומיה של המורה: (70) "אני לא אוהבת שהכול מוכתב למורה. אני, יש לי הסתייגות מזה. אני אוהבת שלמורה יש את החופש שיכול גם להמציא דברים", "לא כדאי לתת במד"ל דפי עבודה על סרטים, כי שוב אני אומרת לך, אני אוהבת לתת חופש למורה, מורה שיהיה קריאטיבי-יצירתי".

³ בפרק זה מוצגים רק הממצאים העיקריים שתורמו לפיתוח הדגם למד"ל (להרחבה, ראו אבולעפיה, 2003).
⁴ המספר מציין אם מספר המורה במחקר.

יש מקרים שבהם המד"לים מוכרים, אבל לא נעשה בהם שימוש (16%). הסיבות לכך על פי דברי המורים: (8) "כאשר המדריך מפורט יתר על המידה ומלא בהסברים רבים ומייגעים, אז אינני משתמשת בו". (9) "המדריך עוסק בהסבר של הרקע, הרצף והרציונל שמאחורי ספר הלימוד, וזה דבר מובן מאליו שניתן להבינו מקריאת הספר עצמו"; או: (28) "המדריך אינו ידידותי".

מדברי המורים לא הצטיירה תמונה חד-משמעית לגבי דברים שחסרים או שעודפים במד"ל ושגורמים להסתייגויות - נראה שלכל מורה סיבות "אישיות" משלו.

היכרות עם המד"לים ושימוש בהם והקשר לנתוני הרקע של המורה

נבדק קשר בין מידת ההיכרות והשימוש במד"לים לבין נתוני הרקע של המורים: ותק, דרגת כיתות שמלמדים והשכלה פורמלית. נערכו מבחני χ^2 לבדיקת ההבדלים בהתפלגויות בין הקבוצות. מהמבחנים עולה שמורים ותיקים ומורים שאינם מכינים לבחינות הבגרות, מכירים ו/או משתמשים יותר במד"ל, לעומת מורים בעלי ותק של פחות מ-10 שנים, או מורים שגם מלמדים מתמחים בכיתות י"א-י"ב ($\chi^2 = 26.59$; 2 דרגות חופש, $p < 0.01$), ו- $\chi^2 = 17.53$; 2 דרגות חופש, $p < 0.01$ (בהתאמה). לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים בהיכרות ו/או בשימוש בין מורים בעלי השכלה פורמלית שונה.

עמדות מורים לגבי תרומת מד"לים קיימים ולגבי התכנים במד"ל

בדיקת עמדות מורים לגבי תרומת 15 מד"לים קיימים העלתה שיש מד"לים שמידת תרומתם להוראה גבוהה יותר. בהשוואה בין המד"לים (שנותחו על פי "המכשיר לניתוח מד"לים" שתואר לעיל) שלגביהם יש הערכה גבוהה ובין המד"לים שלגביהם יש הערכה נמוכה, נמצא שאין כמעט הבדלי תכנים בין המד"לים. יש לציין שנימוקי המורים לחשיבות מד"ל ולהערכה גבוהה של מד"ל לא כללו מרכיבים נוספים על אלה שהוצגו ברשימה שניתנה בשאלון (הרחבה לגבי רשימה זו, ראו בסעיף הבא).

סיוע למורה של מרכיבים שונים במד"ל

בשאלונים הובאה רשימה של מרכיבים שונים שקיימים במד"לים, והמורים התבקשו לציין את מידת הסיוע של כל אחד מהמרכיבים (שאלה 1.3 בשאלון, נספח 1). חושבו התפלגויות מידת הסיוע (בעיני המורים) של כל אחד מהמרכיבים במד"ל וחושבו ממוצע וסטיית התקן לממוצע. כמו כן חושבו התפלגויות ואחוזי הבחירה של המורים לגבי המרכיבים שנמצאו "חשובים ביותר" בעיניהם.

המרכיבים ברשימה סווגו לארבעה תחומי ידע שהתקבלו מניתוח תוכן של התשובות לשאלות הפתוחות לגבי חשיבות של מד"ל ומהנימוקים להערכה גבוהה של מד"ל מסוים: ידע על תכנית הלימודים, דרכי הוראה, ידע-תוכן מדעי וידע על תלמידים. נמצא שמידת הסיוע הממוצעת של המרכיבים השונים במד"ל, בעיני המורים, היא גבוהה. ההבדלים הם קטנים (בין 2.84 ל-2.13) וסטיות התקן גדולות. לעומת זאת, ההבדלים בין

הבוחרים את המרכיבים "החשובים ביותר" הם משמעותיים יותר. לכן, בטבלה 2 מוצגים הממצאים לגבי מרכיבים שנמצאו חשובים ביותר. הטבלה מוצגת בסדר יורד של אחוז המורים שבחרו במרכיב כ"חשוב ביותר". (מספר המורים המשיבים לשאלון היה 105).

טבלה 2: אחוז בחירה של מרכיבים "חשובים ביותר" במד"ל וסיווג מרכיבים לקטגוריות שהתקבלו על פי "ניתוח תוכן הנימוקים לחשיבות ולהערכה"

מס' פריט בשאלון	המרכיב	התחום (על פי ניתוח תוכן הנימוקים לחשיבות ולהערכה)	% מורים שבחרו במרכיב כ"חשוב ביותר"
12	הרחבות בנושאים שלא נכללו בספר לתלמיד כחומר עזר למורה	מ	45
11	הכללת מאמרים שלמים בתחום התוכן מהעיתונות המדעית הפופולרית	מ	29
23	הצעות לטיפול בתפיסות שגויות נפוצות	ד	25
15	הנחיות והצעות להתאמה לכיתה הטרוגנית	ד	24
26	דוגמאות של פריטי מבחן	ד	23
14	המלצות דידקטיות לגיוון ההוראה	ד	23
13	הוראות טכניות לביצוע הניסויים והצבעה על קשיים טכניים אפשריים	מ	22
22	תיאור קצר של תפיסות שגויות נפוצות	תל	22
20	הצעות לפיתוח מיומנויות אינטלקטואליות בכל פרק	ד	21
21	תשובות לשאלות נבחרות המופיעות בספר הלימוד	מ	19
24	שאלות לדיון	ד	15
3	הבהרת רציונאל של יחידת הלימוד	ת	15
4	פירוט דרכי הוראה מומלצות להעברת הנושא	ד	15
25	הצעות לגיוון בדרכים להערכת התלמידים	ד	15
27	הצבעה על קישור לרעיונות מרכזיים בבילוגיה	ד	15
9	רשימה ביבליוגרפית שכוללת הערות	מ	14
18	רשימת רעיונות מרכזיים בכל פרק	ת	13
7	הצעות לרציפים אפשריים להוראת הנושא	ד	13
5	ציון דרכי הוראה מומלצות לשילוב ניסויים	ד	12
19	רשימת מושגים חשובים בכל פרק	ת	10
6	הסבר לגבי מבנה ספר הלימוד ושאר פריטי המארוז (כרטסת מלווה, סרטים, תוכנות ופעילויות ממוחשבות)	ת	9
1	הגדרת היקף החומר	ת	8
28	הצבעה על קישור לנושאים אחרים בבילוגיה	ד	6
16	ציון ידע קודם שדרוש לתלמיד ללמידת הנושא	תל	5
29	הצבעה על קישור למקצועות אחרים בתכנית הלימודים	ד	5
17	רשימת מטרות ההוראה בכל פרק	ת	3
8	הצעות ללוח זמנים להוראת הנושא	ת	2
2	הגדרת אוכלוסיית היעד	תל	2
10	רשימה ביבליוגרפית ללא הערות	מ	2

* קטגוריות התחומים מופיעות בעמודה השלישית שבטבלה על פי המקרא: ת=תכנית לימודים; תל=ידע על תלמידים; ד=דרכי הוראה; מ=תוכן מדעי.

הטבלה מלמדת שמורים רבים מייחסים חשיבות רבה למרכיבים מתחומים של תוכן מדעי ודרכי הוראה, בעוד שפחות מורים ציינו כחשובים ביותר מרכיבים מתחומי ידע על תכנית הלימודים ועל תלמידים.

הממצאים לגבי ממוצעי מידת הסיוע של המרכיבים המקובצים על פי תחומים, התפלגו בצורה דומה בין שלושת תחומי הידע הראשונים שצוינו (ידע על תכנית הלימודים, דרכי הוראה, ידע תוכן

מדעי), בעוד שעמדות המורים לגבי מידת הסיוע של מרכיבים מתחום ידע על תלמידים היו נמוכות יותר.

מבדיקת הקשר בין עמדות המורים לגבי סיוע של מרכיבים על פי תחומים לבין נתוני רקע של המורים (ותק בהוראה, רמת השכלה פורמלית, דרגת כיתות שמלמדים בהן, "דרגת שימוש במד"ל"⁵) עלה:

- ידע על תלמידים חשוב יותר למורים שמלמדים עד 10 שנים ($p < 0.01$; $t = 2.48$).
- ידע על תכנית הלימודים ועל תלמידים חשוב יותר לבעלי השכלה פורמלית שאינה גבוהה מתואר ראשון ($p < 0.05$; $t = 2.44$).
- לא נמצאו הבדלים בעמדות מורים המלמדים בשכבות גיל שונות לגבי סיוע של מרכיבים על פי תחומים.
- לא נמצאו הבדלים בעמדות מורים, על פי דרגת שימוש במד"ל, לגבי סיוע של מרכיבים על פי תחומים.
- ממצאים אלה העלו שכמעט לא ניתן לאפיין עמדות של מורים לגבי מרכיבים במד"ל על פי נתוני הרקע שנבדקו.

תמיכה לכך נתקבלה מממצאי הראיונות האישיים ובמיוחד מהריאיון הקבוצתי. בריאיון הקבוצתי התעוררו ויכוחים לגבי המסרים שיש לכלול במד"ל. להלן דוגמה אחת על ההתייחסות להרחבת הידע המדעי:

(12 בתחילת השיחה): "אני חושבת שמורה ברמה שלנו צריך ללכת לספרים מקוריים - ספרי מדע. בביכוימיה צריך ללכת לסטרייר, צריך ללכת לספרים הרציניים, וכל אחד מאתנו יכול, ואז יוכל ללמוד. ... אני מעדיפה ללכת לספר רציני במיקרו, אחר כך ללכת לספר לתלמיד, לראות מה אני יכולה לעשות עם זה". לאחר מכן, המשיכה המרואיינת והרהרה בקול: "השאלה אם אנחנו מכינים את המדריכים האלה, אנחנו לא מחטיאים את המטרה, אולי לכוון במדריך לספר קריא וטוב. ... יש סכנה, שהרבה מורים, זה יהיה חומר הלימוד שלהם וזה נורא מסוכן".

בהמשך השיחה, התקיים דיון בינה לבין מורה אחרת שאמרה: (13) "אני שמת באמת 'הרחבות בנושאים שלא נכללו בספר לתלמיד, כחומר עזר למורה', כ-1 [מדורג במקום הראשון על פי הרשימה שניתנה נ.א.]. כי אני חושבת שזה אחד הדברים החשובים לוותיק. לחדש לא שמת במקום הראשון" [הכוונה למורה ותיק ומורה חדש נ.א.]. בתגובה לדברי מורה זו שטענה שלמורה חדש צרכים אחרים, נזכרה המורה (שצוטטה בתחילת הקטע) (12), שכמורה מתחילה, היה לה חשוב לקבל במד"ל תמיכה בידע ביולוגי: "דווקא היה חשוב למורה חדש, לי זה היה חשוב לפני 4 שנים, הכי חשוב! אני מדברת מניסיון. היה פשוט חסר לי חומר! אני ידעתי מה זה 'הרדי וינברג'? מאיפה? לא למדתי את זה אף פעם ולא ידעתי, פתאום ללמד את זה, אני צריכה ללמוד את החומר הבסיסי". מדבריה עלה שמלבד הבדל בצרכים בין מורה ותיק לחדש, יש גם הבדל במידת הבקיאיות של אותו המורה בתחום התוכן. כאן, בתחום תוכן שלא שלטה בו, ביקשה המורה לקבל הדרכה.

⁵ שיוך המורים ל"משתמשים" ול"לא משתמשים": הוגדר סולם מידת שימוש, שבו: 0=לא מכיר ו/או לא ענה; 1=מכיר ולא משתמש; 2=מכיר ומשתמש לעתים או רק בתחילת ההוראה; 3=משתמש לעתים קרובות. דרגת השימוש הממוצעת של כל מורה נקבעה על פי סיכום מידת השימוש בכל אחד מהמד"לים, על פי הסולם הנ"ל, מחולק במספר הספרים שהמורה מלמד. ממוצעים שהתקבלו בין 0-1 נקבעו כדרגת שימוש 1 - "לא משתמש ו/או לא דיווח", וערכים שהתקבלו בין 1.1 ל-3.0 נקבעו כדרגת שימוש 2 - "משתמש".

והתגובה לכך הייתה: (13) " אם ממש חסר חומר, אז את צריכה ללכת לספרים עמוקים יותר. לשלוט בחומר".

על כך הגיבה המורה: (12) " זה מדריך למורה!".

דוגמה זו מייצגת את השונות הגדולה בצרכים ובצפיות ממד"ל בין מורים שונים, בין נושאי הוראה שונים ואפילו אצל מורה מסוים בשלבים השונים של ההוראה (אם הוא מלמד נושא מסוים או מיומנות מסוימת בפעם הראשונה, אם הוא מורה מתחיל או בעל ותק וכו').

התייחסות להיכרות עם חומרי למידה חדשים בתקשורת ממוחשבת

בשאלון התבקשו המורים לבטא את עמדותיהם לגבי היכרות עם תכנית לימודים חדשה בדרך ממוחשבת (שאלה 2.4). בשאלה זו הובאה בחשבון האפשרות הסבירה שהתקשורת הממוחשבת תהיה יותר נפוצה בעתיד מאשר בעת עריכת המחקר. המורים התבקשו לצפות באיזו דרך ממוחשבת יעדיפו ללמוד על תכנית חדשה, כשדרך זו תהיה בת-שימוש. לשאלה זו היו שתי מטרות עיקריות: האחת, לבדוק את עמדות המורים כלפי סוגי מסרים שיועברו בתקשורת, ואיזה סוג של תקשורת עדיף עליהם; השנייה, לברר אם חומר שמגיע למורה בצורה כתובה, נתפס בעיניו כלא יעיל, או שיש סיבות אחרות שמונעות מהמורה להגיע למד"ל ולהשתמש בו. לשאלה זו ענו רק 74 מורים (70%) מהמדגם. 61 מורים, שהם 82% מהמשיבים, בחרו לפחות בדרך מתוקשבת אחת להיכרות בעתיד עם תכנית לימודים חדשה. 33 מהמורים (שהם כשליש ממורי המדגם) כתבו שיעדיפו להכיר תכנית חדשה בתקשורת ממוחשבת במהלך ההוראה. 10 מהמשיבים ציינו שלא יהיו מעוניינים בתקשורת ממוחשבת, 3 מורים התייחסו לדרכים ממוחשבות, אך לא התייחסו לתקשורת ממוחשבת. נימוקי המורים סווגו לקטגוריות בעקבות ניתוח תוכן של התשובות. קטגוריות ודוגמאות לנימוקים ששויכו לקטגוריות, מוצגים בטבלה 3.

טבלה 3: נימוקים להעדפה להיכרות עם תכנית לימודים חדשה בדרך מתוקשבת

הקטגוריה	מספר המורים שנימוקיהם סווגו בקטגוריה	אחוז המורים מכלל המורים שבמדגם שנימוקיהם סווגו בקטגוריה	דוגמת נימוק*
לא מעוניינים בדרך מתוקשבת**	5	5	"חשוב לי קשר בלתי אמצעי עם עמיתים למקצוע". (18)
אינטראקציה עם עמיתים	38	36	"עשוי לעזור בקבלת רעיונות ועצות בזמן אמת (במהלך הלימוד) ולחשוב יחד על שיפור החומר". (23)
נוחות למורה	19	18	"דרך קלה ונוחה וזמינה ורציפה". (96)
לא ניתן לקידוד	12	10	
סה"כ נימוק	74		

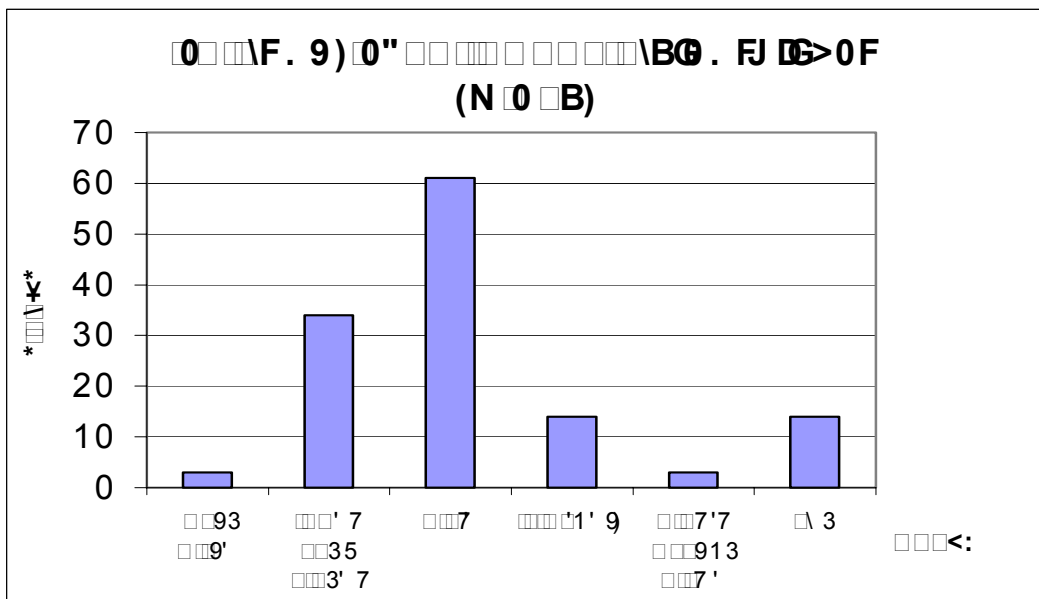
* בסוגריים מוצג מספרו הסידורי של המורה במחקר.
** 10 מורים לא היו מעוניינים בדרך ממוחשבת, אבל רק 5 מהם נימקו בצורה שאפשרה קידוד.

מהטבלה ניתן לראות שכמחצית הנימוקים מתייחסים לדרך הממוחשבת כאמצעי לאינטראקציה עם עמיתים ושכרבע מהנימוקים מתייחסים לכך שדרך זו היא נוחה למורה. אם נתייחס לתקשורת ממוחשבת על כל גוניה (מכתבים וכו') כאל העברת ידע כתוב, נוכל להסיק שלמורים אין הסתייגות מקבלת ידע בצורה כתובה.

העדפות מורים במה שנוגע למפתחי מד"ל

בשאלה 3.4 בשאלון התבקשו המורים להצביע על העדפתם לגוף שיפתח את המד"ל (התייחסות למפתחי המד"ל). כוונת השאלה הייתה לעמוד על הדגשים שחשוב למורים לקבל במד"ל. הם התבקשו לבחור גוף אחד מתוך רשימה, או לבחור משהו שלא הוצג ברשימה ולציין אותו. 16 מבין 71 מורים שהשיבו לשאלה זו (23%) בחרו יותר מאפשרות אחת. התפלגות העדפות המורים למפתחי מד"ל מוצגת בתרשים 1.

תרשים 1: העדפות מורים לגוף המפתח



* ב-16 מקרים בחרו המורים יותר מקבוצה אחת של מפתחים. האחוזים חושבו מבין מספר המורים שהשיבו.

בתרשים בולטת במיוחד ההעדפה לראות מורים בין מפתחי מד"ל. נימוקי המורים סווגו לקטגוריות שנוסחו בעקבות ניתוח תוכן של תשובותיהם. התפלגות הנימוקים לבחירה מועדפת זו (של מורים) על פי הקטגוריות שנקבעו, וכן דוגמאות לנימוקים, מוצגים בטבלה 4.

טבלה 4: נימוקים להעדפה לראות מורים בגוף שיפתח מד"ל

(מספר הנימוקים ל"מורים": N=48)

דוגמת נימוק*	אחוז הנימוקים (N=48)	הקטגוריה
"מורים שהתנסו בשטח. רק לאחר התנסות וראייה של החסר, נוכל לבנות ספר הדרכה שמכיל רעיונות חדשים והשלמה של החסר". (11)	65%	ניסיון של מורים
"רק צוותי מורים מכירים את התלמידים ויודעים את רמתם, יודעים מה מעניין אותם וכיצד להעביר נושא שיהיה גם מעניין וגם ברמת תלמידים". (49)	16%	היכרות עם תלמידים
"... כמו כן אני רואה בצוות המורים מומחים בתחום התוכן מתחום ההוראה". (20)	19%	מומחיות של המורים

* בסוגריים מוצג מספרו הסידורי של המורה במחקר.

ההתפלגות המוצגת בטבלה, מצביעה על כך שהמורים שמעוניינים לראות מורים בין מפתחי המד"ל, מייחסים חשיבות רבה לניסיון של המורים בשטח וליכולתם לכתוב מד"ל לאחר ההתנסות. אחוז נמוך יותר של נימוקים מתייחס למומחיות הפדגוגית של המורה שאינה מסתמכת על ניסיון הוראה של חומרי הלימוד ועל היכרות של מורים עם תלמידים. ניתן לומר שכמחצית ממורי המדגם רצו לראות מורים בין מפתחי המד"ל. הנימוק העיקרי היה שיש לכתוב מד"ל על סמך התנסות בהוראת חומרי הלימוד. מהראיונות עלה שמורים מעוניינים למצוא במד"ל חומרי למידה-הוראה שפותחו על ידי מורים אחרים. כך מבטאת זאת אחת המרואיינות: (63) "מאגר חומרים שמורים הכינו... אם היו לוקחים למשל דברים כאלה למדריכים למורה, לדעתי זה היה טוב".

ניתן לסכם ולומר שהממצאים שהוצגו לעיל הראו שמורים שונים מעוניינים במגוון תכנים במד"ל, שאחוז גבוה מהמורים מעוניין באינטראקציה עם מורים אחרים, וכן שמרבית המורים רוצים למצוא בין כותבי המד"ל מורים, בעיקר בגלל שהם סומכים על ניסיונם.

ממצאי ניתוח מד"לים קיימים

בסעיף זה מתוארים הממצאים שהתקבלו מאפיון תכנים במד"לים שמלווים חומרי למידה בביולוגיה לבית הספר העל-יסודי בישראל. התכנים אופיינו באמצעות "מכשיר לאפיון מד"לים", שפותח בעקבות ממצאים משאלונים שהועברו למורים ובעקבות ראיונות אישיים שהתקיימו עם מקצת המורים מהמדגם ודיון בקבוצת מורים בריאיון קבוצתי ממוקד.

כפי שתואר בפרק השיטות (עמ' ...), ה"הערות" במד"לים סווגו על פי "תחומי ידע": 1. ידע על תכנית הלימודים, 2. ידע על תלמידים, 3. תוכן מדעי, 4. דרכי הוראה. בסיכום הממצאים התקבלו שכיחויות של מספר ה"הערות" שנכתבו במד"לים על פי "תחומי הידע". השכיחויות חושבו כאחוזים מכלל ההערות שסווגו לארבעת התחומים בפרקים שנבדקו. (הערות נוספות לא סווגו ולא נכנסו לחישוב.) שכיחויות ההערות מוצגות בטבלה 5. באותה טבלה גם נכללו ממוצעי עמדות המורים כלפי אותם המד"לים ואחוזי הבחירה במד"לים המוערכים, כפי שהתקבלו מהשאלונים. הטבלה מוצגת על פי סדר יורד של "ממוצע הערכת תרומה".

טבלה 5: ממצאי ניתוח מד"לים על פי "תחומי ידע" לצד ממוצע התרומה ואחוז בחירתם

כמוערכים ביותר

ממצאים משאלונים		% הערות				מס' הערות (במבוא + בפרק א) (T)	המד"ל
אחוז המורים שציינו את המד"ל ב"הערכה גבוהה"***	ממוצע הערכת התרומה*	דרכי הוראה	תוכן מדעי	על תלמידים	על תכנית הלימודים		
39 (28)	2.32 (22)	29	44	8	19	86	פרקים באקולוגיה
0 (6)	2.25 (4)	30	30	5	35	23	אבולוציה אסופה
34 (29)	2.23 (26)	36	36	4	24	74	פרקים במיקרוביולוגיה
31 (26)	2.15 (19)	47	5	5	43	92	חידת התורשה
27 (11)	2.10 (10)	38	38	2	22	47	יצורונים
17 (17)	2.00 (12)	22	50	1	27	89	פרקים בפיזיולוגיה
5 (40)	1.94 (33)	35	21	10	34	100	פרקים בהזנה
5 (43)	1.92 (36)	23	51	4	22	99	פרקים ברבייה
9 (11)	1.89 (9)	14	57	0	29	42	תזונה מ"ח
6 (32)	1.76 (25)	26	26	6	42	73	פרקים בתורשה
11 (18)	1.74 (14)	24	45	2	29	38	רבייה מ"ח
0 (17)	1.73 (11)	9	60	6	25	64	מע' הובלה מ"ח
2 (40)	1.70 (37)	28	27	2	43	93	מים חיים
5 (38)	1.60 (28)	33	38	5	24	94	ביולוגיה היום
0 (2)	1.00 (1)	5	55	4	36	78	גורמי מחלות מ"ח
	1.90	27	39	4	30	1092	סה"כ

*מבין מורים שמכירים מד"ל שהציגו עמדה. בסוגריים – מספר המורים שהכירו מד"ל והציגו עמדה לגבי תרומה, הערכים 1-3: 1=לא תרם, 3=תרם מאוד.
**מבין מורים שמכירים מד"ל. בסוגריים – מספר המורים שמכירים מד"ל.

עיון בטבלה מראה ששכיחות ההערות שקיימות במד"לים דומה בשלושה "תחומי ידע": אחוז ההערות על התכנית דומה לאחוז ההערות על דרכי הוראה, ואחוז ההערות על התוכן המדעי הדרוש למורה הוא גבוה מעט. לעומת זאת, אחוז ההערות לגבי ידע על תלמידים הוא נמוך מאוד.

סיכום ממצאים מאפיון התכנים במד"לים קיימים

שכיחות ההערות שנמצאו במד"לים דומה בשלושה תחומי הידע האלה: על התכנית, תוכן מדעי ודרכי הוראה. בכל המקרים, אחוז ההערות שמתייחסות לתלמידים הוא נמוך. אחוזי ההערות התחלקו בין שלושת התחומים הנ"ל בצורה דומה עם הבדלים קטנים שפורטו לעיל. בהשוואה בין מד"לים לחט"ב לבין מדל"ים לחט"ע ובהשוואה בין מד"לים שקיים לגביהם ממוצע הערכה גבוה לבין מד"לים שקיים לגביהם ממוצע הערכה נמוך, לא התקבלו הבדלים משמעותיים. ניתוח המד"לים הקיימים העלה שבמד"לים לחט"ע יש יותר הערות לגבי תחום הידע של התוכן המדעי, ואילו במד"לים של חט"ב יש יותר הערות לגבי תחום דרכי ההוראה (להבדלים אלה לא נערכו מבחנים סטטיסטיים). בכל המד"לים יש מעט הערות לגבי ידע על תלמידים. עם זאת, יש לזכור שבשני המקרים (השוואה בין מד"לים לחט"ע למד"לים לחט"ב וכן השוואה בין מד"לים שקיבלו הערכה נמוכה למד"לים שקיבלו הערכה גבוהה), הממצאים מבוססים על מדגם קטן של מד"לים, ועל כן יש להתייחס לממצאים בהירות.

עמדות מפתחים של חומרי למידה בביולוגיה

בראיונות עם מפתחים של חומרי למידה בביולוגיה, נבדקו עמדות המפתחים כלפי המסרים שיש להעביר במד"ל. מהראיונות עלה שבקרב המפתחים יש מגוון דעות, חלקן נבדלות מאוד זו מזו, לגבי המסרים שחשובים, בעיניהם, למורים. דוגמה לכך היא התייחסות לתחום ידע "תוכן מדעי". יש מפתחים הסבורים שיש להרחיבו מאוד במד"ל, בעוד שאחרים סבורים שאין צורך בכך. המפתחים הסכימו שיש לשלב מורים בין כותבי המד"ל, כפי שאמרה אחת המפתחות: (4) "אני לא בטוחה שמי שכותב את ספרי המורה יש לו כישרון דידיקטי גדול יותר ממורה ממוצע... אני לא עמדת לפני כיתה".

דיון

ממגוון התגובות של המורים, התקבלה תמונה מורכבת ביותר לגבי צרכים וציפיות של מורים מהמד"ל.

הממצאים העלו שכמעט כל מורי המדגם (98%) ציינו שחשוב לכתוב מד"ל לחומרי הלימוד. לעומת זאת, יותר ממחצית (56%) ההתייחסויות של מורים לגבי שימוש במד"ל שמלווה ספר לימוד שלימדו לפיו, העידו על אי-שימוש במד"ל: "לא מכיר ו/או לא משתמש". (רק 44% מההתייחסויות העידו על שימוש, לפחות מדי פעם, במדריך למורה שמלווה ספר לימוד). חיזוק לממצאים לגבי היכרות ושימוש במד"ל קיים בממצאי מחקר קודם שפורסם על ידי שקדי (1995). בראיונות אישיים עם 43 מורים המלמדים מגוון מקצועות במגוון גילים, מצא שקדי שמבין מורי המדעים שהשתתפו במחקר (15 מורים), רק 33% העידו על שימוש במד"ל (שם, עמ' 158). מכאן, שקיים פער בין החשיבות העקרונית שמורים מייחסים למד"ל לבין נכונותם להשתמש בו. השימוש המוגבל במד"ל נובע ממגוון סיבות, בהן סיבות טכניות וסיבות שקשורות לתכנים. מורים שונים מצפים למצוא תכנים שונים במד"ל. מורים שונים חוששים מתכנים שונים במד"ל. ובעיקר, קיימת שונות גדולה בצרכים ובציפיות ממד"ל בין מורים שונים, בין נושאי הוראה שונים, ואפילו אצל מורה מסוים בשלבים שונים של ההוראה (אם הוא מלמד נושא או מיומנות בפעם הראשונה, אם הוא מתחיל או בעל ותק וכו').

רק קשרים מובהקים ספורים נמצאו בין נתוני הרקע של המורים (שקשורים בהוראה: ותק, רמת השכלה פורמלית ודרגת כיתות שמלמדים) ובין עמדותיהם לגבי מידת הסיוע של תחומי המרכיבים שקובצו.

ממוצע מידת הסיוע שמורים בעלי ותק של עד 10 שנים ייחסו למרכיבים **שעניינם ידע על תלמידים**, היה גבוה מממוצע מידת הסיוע של מרכיבים מתחומים אחרים. בשאר התחומים לא נמצאו הבדלים מובהקים בין מורים ותיקים לצעירים. עם זאת, לדעתם של המורים שהשתתפו בריאיון הקבוצתי הממוקד (רובם מורים ותיקים), סדר העדיפויות של מורה חדש לגבי מרכיבים במד"ל יהיה אחר, והוא יחפש במד"ל דברים אחרים מאלה שמחפש מורה ותיק. למורים חדשים, נוסף להסברים בתחום התוכן, דרושה גם (ובעדיפות גבוהה) התייחסות למיקוד ההוראה ולדרכי הוראה. בדרכי הוראה הכוונה היא לדרכים להוראה נכונה של התכנים ולא למגוון דרכי הוראה, שכן על פי הממצאים, מורה חדש לא מוטרד (ולא פנוי) לטפל בגיוון ההוראה. המורים החדשים

מוטרדים מהצורך ללמד "מדע נכון" כפי שנמצא במחקרו של Geddis (1993). גדיס תיאר את ההבדלים בדגשי ההוראה בין מורים חדשים למורים ותיקים. בעוד שדרכי ההוראה של החדשים מכוונות להקניית "ידע מדעי נכון", הוותיקים מכוונים את הוראתם לפיתוח מיומנויות למידה המתאימות לתלמידים. החדשים משתמשים בדרכי הוראה שמחזקות אימון בידע באמצעות דפי עבודה רבים, בעוד שהוותיקים מגוונים יותר בדרכי ההוראה (שם). ממצא דומה דווח גם על ידי Schempp ועמיתיו (1998), שבדקו הבדלים בין מורים חדשים למורים ותיקים. ממחקרם עלה בין היתר שמורים חדשים התמקדו בפעילויות שחיזקו את תחום התוכן, בעוד שהוותיקים התמקדו במתן מענה לצורכי התלמידים. ייתכן שדגשים אלה קשורים גם בהתפתחותו המקצועית של המורה. ממצא זה מתאים למודל ההתפתחות המקצועית של המורה שהציע Fuller (1969) ושילפיו מורים מתחילים מוטרדים מביצועיהם בכיתה יותר ממורים מנוסים שנמצאים בשלב השלישי של ההתפתחות המקצועית; האחרונים עסוקים יותר בשיפור הביצועים וההישגים של התלמידים.

כאמור, לא ניתן לאפיין את מידת הסיוע של מרכיבים שסווגו לתחומים בהתאם לנתוני הרקע של המורים; ההתייחסות למרכיבים הבודדים מצביעה על כך שצורכי כל מורה ומורה שונים וייחודיים לו. ייתכן שחלוקת המרכיבים לקבוצות טשטשה במידה מסוימת את השונות הקיימת בין המורים לגבי המרכיבים היחידים עצמם. גם ייתכן שהתייחסות תאורטית לדברים על ידי מורה מסוים (התייחסות מנותקת מהקשר ספציפי של ההוראה) תהיה שונה בעת ההוראה בפועל. חיזוק לממצא זה התקבל בריאיון הקבוצתי הממוקד. במהלך הריאיון הסתבר שצורכי המורה משתנים עם הצטברות ניסיון ההוראה שלו. כמו כן, לאותו מורה צרכים שונים כשהוא מלמד נושאים שונים. למשל, בנושאים שבהם הוא אינו בקיא, דרושות לו הרחבה והעמקה בתחום התוכן, ואילו בנושאים שבהם הוא בקיא, הוא מסתייג מהרחבות אלה. תמיכה בממצא זה מצאנו במחקרם של Clandinin & Connelly (1996), ששם מתוארת מורה, שעם העברתה לבית ספר חדש השתנו צרכיה. גם Barnett & Hodson (2001) הצביעו על כך שאותם מורים עצמם מלמדים אותו חומר בדרכים שונות כשמדובר בתלמידים שונים. תכנית הלימודים המופעלת בכיתה קשורה לידע פדגוגי הייחודי לתחום התוכן של המורה, וההחלטות נעשות בעיקר על פי תפיסתם של המורים את יכולות הלמידה של התלמידים (Crocher & Banfield, 1986; Chen & Ennis, 1995).

מכאן שלכל מורה צרכים אחרים בשלבים שונים של התפתחותו המקצועית ובהקשרים שונים של ההוראה. (זאת הסיבה, כנראה, שנתוני הרקע אינם המקור לשונות בין מורים.)

בישראל, מורה למדע ולטכנולוגיה בחטיבת הביניים ולביולוגיה בחטיבה העליונה מחויב ללמד על פי מידע שמתפרסם מטעם המזכירות הפדגוגית והמנהל הפדגוגי. ב"חוברות סילבוס" (תכנית הלימודים בביולוגיה לחטיבה העליונה, תש"ג ותכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים, תשנ"ו) וכן בחוזרי מנכ"ל. במסמכים אלה כלולים ראשי הפרקים של הנושאים וכן כוונות כלליות, עקרונות ומטרות כלליות.

למורים קשה לתכנן את הוראתם על פי המידע במסמכים הנ"ל, ומשום כך תרומתם של מסמכים אלה לעבודת המורה היא מצומצמת (זילברשטיין וכן פרץ, 1983; Taylor, 1970, pp. 72). המד"ל עשוי לסייע למורה להפעיל את תכנית הלימודים (אדן, 1991).

המורים שהשתתפו במחקר ייחסו חשיבות לקבלת הדרכה וסיוע המבוססים על ניסיון בהוראה. בשאלון וכן בראיונות אישיים התבטא הדבר בנימוקים להעדפות מורים לשלב מורים (בעלי ניסיון הוראה) בגוף שיפתח מד"ל. מפתחים אחדים הכירו בכך שהיעדר ניסיון הוראה אצל המפתחים הוא מגבלה כשמדובר במד"ל. מפתחים מכירים בכך שיש לשלב מורים בכתיבת המד"ל. מעבר לכך, מורים הביעו בראיונות רצון לקבל, במסגרת ההדרכה הכתובה, מגוון רעיונות של מורים אחרים.

Guskey (2002) טען שעל מנת להחדיר שינוי בקוריקולום, יש ללוות את המורה במעקב אחרי הישגי התלמידים ובתמיכה שוטפת. התמיכה מסייעת למורים שנתקלים בבעיות בהפעלת התכנית. סיוע כזה מחזק את המורים במהלך החדרת השינוי (שם). הוא הביא עדויות לכך ששינוי בגישה מתרחש רק לאחר שהמורים "משתכנעים שהשינוי הוביל להצלחה בכיתה" (בעקבות ניסיון). שינויים בגישה לא מתרחשים אצל מורים שלא התנסו בפועל בשינוי, למשל מורים שלמדו על שינוי במהלך השתלמות אבל לא מימשו אותו בכיתה. לפי Guskey (שם), החדרת שינוי גישה ו/או שינוי בפעילות של המורה בכיתה, מותנית אפוא בכך שבשלב החדרת השינוי, מורים ילוו במשוב על תהליכי הלמידה של תלמידיהם. כמו כן, יש ללוות את החדרת השינוי במעקב, בתמיכה וב(מעט) לחץ. התמיכה מאפשרת לנתקלים בבעיה להיחלץ מכישלונות וה"לחץ" ממריץ את המורים שאינם מתלהבים משינויים.

לפי Hawley & Valli (1999), נחוץ ליווי מתמשך ותומך (Continuous and Supported) במורה במהלך עבודתו, במיוחד בשנתיים הראשונות של הוראת הנושא. עוד טוענים השניים כי התפתחות מקצועית אפקטיבית של מורים כוללת למידה מתמשכת של המורים בקונטקסט של פתרון בעיות שיתופי (Collaborative Problem Solving). הם מסכימים שהתפתחות מקצועית של מורים צריכה לאפשר למידה שתענה על צרכים אישיים, אבל עיקרה צריך להתארגן סביב פתרון בעיות משותף. הכוונה היא שמורים יעבדו יחד על דברים שמטרידים אותם במהלך עבודתם ושקשורים לבעיות אותנטיות. לדעתם, אם הפתרון יהיה מנותק מהבעיות האותנטיות, לא תהיה לו השפעה על המורים. הם גם סבורים שפעילות כזו שוברת "בדידות של מורים".

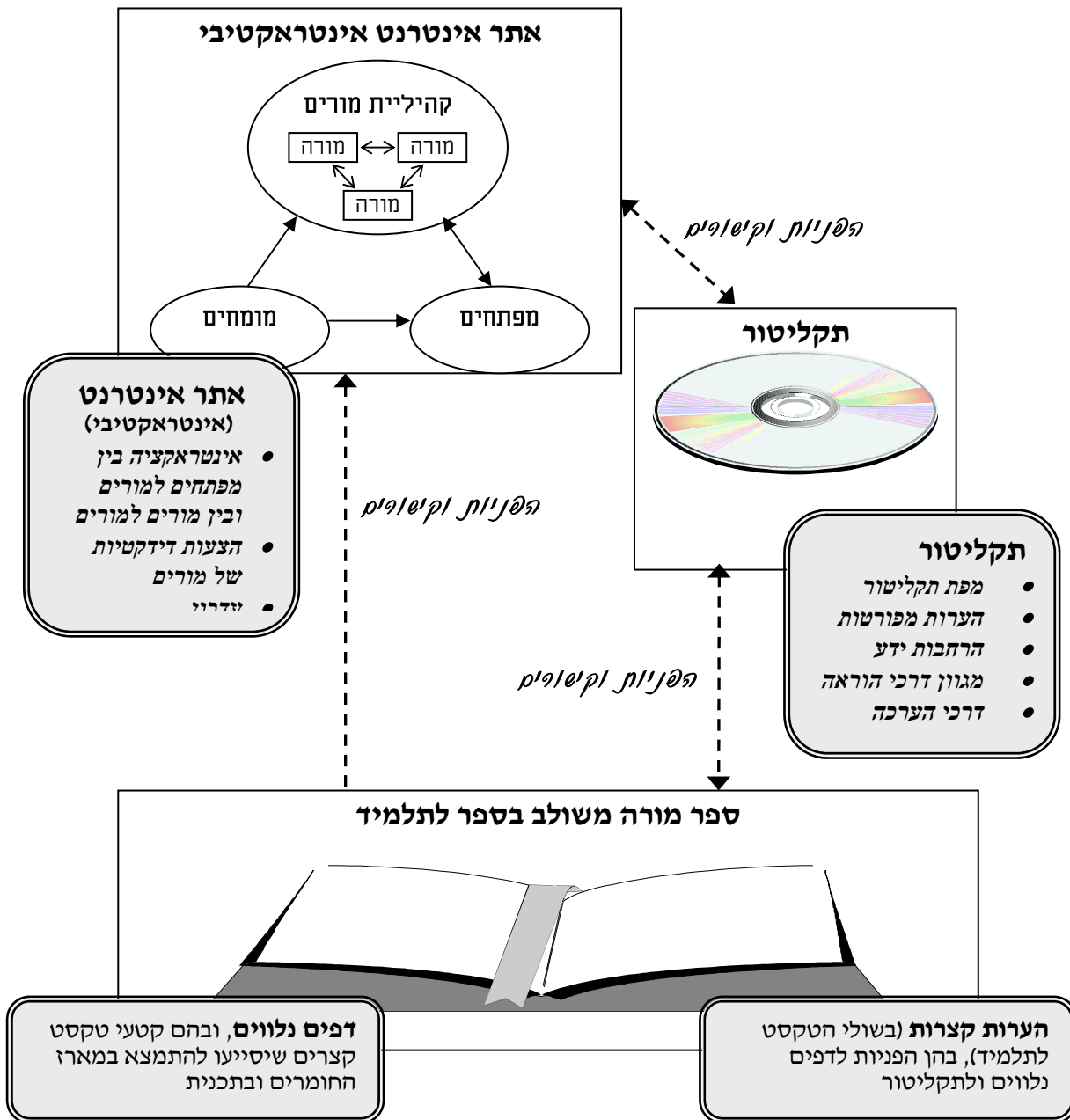
אחד האמצעים לפתרון בעיות משותף הוא הקמת קהיליית מורים (וירטואלית), שבה תיערך "שיחה" ותתקיים למידה משותפת של החברים (סיון, 1998). קייני (1999) תומכת בלמידה שיתופית של "קהיליית לומדים" ליצירת שינוי קונספטואלי אצל מורים. הקהילייה לומדת (והחברים בה עוברים שינוי) תוך כדי ביצוע הפעילויות בכיתה ובליוי תהליך אינטראקטיבי של רפלקציה בקבוצה והערות של החוקרים שמלווים את הקבוצה. לדעתה, בהנחה מגובה, לא ניתן לחולל שינוי קונספטואלי אצל מורים בהפעלת תכנית לימודים חדשה. עם זאת, המורים לבדם אינם מסוגלים לקדם שינוי כזה. על כן היא ממליצה על מסגרת שיתופית של **מורים וחוקרים** המתפתחת לקהילייה אפקטיבית של לומדים. Barnett & Hodson (2001) טענו שקיים ידע קולקטיבי של קהיליית המורים והוא מתפתח תוך כדי שיח. שיח זה הוא סוג של "Professional Self-education עבור המורים".

מעיקרי הממצאים שהוצגו לגבי נכונות מורים להיכרות עם חומרי למידה חדשים בתקשורת ממוחשבת, מצטייר שלא מעט מורים מוכנים לקבל הדרכה בכתב, ועל כן יש להעמיד לרשות המורים הדרכה כזו. יש לשלב במד"ל מידע על שיקולי הדעת שהנחו את המפתחים. יש לבסס את ההדרכה הכתובה על ניסיון בהוראת תכנית הלימודים. במהלך התנסות עם תכנית לימודים חדשה, יש לאפשר למורים אינטראקציה עם עמיתים. ייתכן שמשמעות הדבר היא שיש לכתוב את המד"ל (או חלקים ממנו) רק לאחר הצטברות של התנסות בהוראת התכנית.

מסקנות עיקריות לאור הממצאים והדיון:

- בכתבת מד"ל יש לשלב מידע ממגוון תחומים בצורה שלא תכביד על המשתמשים שמעוניינים רק בדברים בקצת תחומים.
 - מד"ל בביולוגיה לבית הספר העל-יסודי צריך להוות ערוץ (נוסף לספר התלמיד) להעברת מסרים ממפתחי חומרי הלמידה למורים. באמצעותו יקבל המורה הסברים על עקרונות תכנית הלימודים (הקוריקולום) שבמסגרתה נכתבו חומרי הלמידה, על כוונות המפתחים, ומרכיבים נוספים שיסייעו לו בהפעלת התכנית, למשל מידע על קשיים של תלמידים.
 - המד"ל ישתלב בסביבת העבודה השגרתית של המורה (בדומה לספר לתלמיד).
 - על סמך המד"ל, יוכל כל מורה לבנות לעצמו בדרך ידידותית (קלה) את המד"ל הפרטי שלו, שהוא צירוף ייחודי של המרכיבים המתאימים לו. לפיכך, יש לדאוג שהמסרים במד"ל יהיו מודולריים; כך יוכל המורה לבנות מחדש מד"ל אישי ודינמי עם רצף הדרכה שמתאים לו ובהתאם לסיטואציית ההוראה הספציפית. רצף זה עשוי להשתנות בהתאם לתנאי ההוראה ולהתפתחותו המקצועית.
 - המד"ל ישדר שקיפות ונגישות למסרים, וכל מורה יוכל למצוא בו את המרכיבים שדרושים לו לפי הרגשתו. גם יש לשלב במד"ל "גירויים" נוספים שימשכו את המורה להתעניין במסרים נוספים. יש להימנע מלהכביד על המורה בדברים שנראים לו בלתי רלוונטיים.
 - בבחירת התכנים במד"ל לביולוגיה יש לשלב: א. תכנים שיתמכו בהתפתחות החשיבה הקוריקולרית של המורה (ידע-תוכן מדעי, ידע רלוונטי מצטבר בתחום הוראת המדעים וכו'). ב. תכנים שיסייעו למורה להתמודד עם הקשיים הייחודיים להוראת הביולוגיה.
 - יש לשלב במד"ל – בצורה מושכת, מעניינת, מעוררת חשיבה ומהווה אתגר – תכנים שנתפסים כחשובים בעיני המפתחים, ולזמן למורה גירויים להעשרת תפיסתו הקוריקולרית בהתאם לתפיסת המפתחים.
 - יש לבסס תכנים במד"ל גם על ניסיון הוראת התכנית. המד"ל יכלול כלים שיאפשרו גמישות ועדכון המסרים בהתאם לניסיון המצטבר תוך הפעלת התכנית.
 - יש לספק במד"ל מערכת אינטראקטיבית של תמיכה במורה ולאפשר אינטראקציה בין מורים לבין עצמם ובין מורים למפתחים, לפחות בשלבים הראשונים של ההוראה.
- הממצאים, הדיון והמסקנות היוו בסיס לעיצוב דגם תאורטי למד"ל שמובא בסעיף הבא.

הצעת דגם תאורטי למד"ל



בניית מד"ל על פי הדגם המוצע תכלול ארבעה "רכיבים": הערות קצרות למורה ובעיקר הפניות (שיהוו גירוי למורה) בשולי הטקסט לתלמיד במד"ל; דפים נלווים לספר לתלמיד ובהם ידע זמין על התכנית; תקליטור מלווה עם קבצים הכוללים הערות מפורטות, ידע-תוכן פדגוגי, מגוון אפשרויות בחירה ועוד; וכן אתר אינטרנט שיקנה למד"ל את אופיו המתמשך והתומך. באתר תתאפשר הוספת מסרים בעקבות הצטברות ניסיון בהפעלת התכנית וכן אינטראקציה בין מורים לבין עצמם ובין מורים למפתחים. כמו כן יתאפשר ליווי בהפעלת התכנית, הדרוש לפחות בשנים הראשונות להפעלתה.

מד"ל שיפותח על פי הדגם, יהיה גמיש עבור מורה ויהווה גירוי למורה "לתפור" לעצמו מד"ל בהתאם לצרכים שלו ו/או להעדפות שלו ו/או לקונטקסט ההוראה הספציפי שלו. מד"ל כזה לא יכביד על המורה ויאפשר שיתוף פעולה בין מורים למורים ובין מורים למפתחים לפחות בשלבים הראשונים של הוראת יחידת הלימוד.

ההיתכנות (feasibility) של שימוש בדגם לבניית מד"ל נבחנה באמצעות כתיבת מד"ל על כל מרכיביו (פרט לאתר האינטרנט) לפרק אחד, "תהליכי הזנה בצמחים", מתוך ספר לימוד קיים **פרקים בהזנה**. עמוד ראשון של המד"ל לפרק, מוצג בנספח 2, עמ' .

ביבליוגרפיה

- אבולעפיה, נ' (2003). **חומרי הדרכה כתובים כאמצעי להעברת מסרים ומידע למורים המלמדים ביולוגיה בבית הספר העל-יסודי בישראל**, חיבור לתואר דוקטור בפילוסופיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- אדן, ש' (1991). **פרקים בתכנון לימודים**, האגף לתכניות לימודים, משרד החינוך התרבות והספורט, ירושלים.
- בלברג, א' (1976). **"המדריך למורה" בתכנית לימודים בהיסטוריה – ניתוח מדגים**, עבודת גמר לתואר מוסמך, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- זילברשטיין, מ' ובן פרץ מ' (1983). **הכשרת מורים לתכנון לימודים, מהלכים, שנתון המכללה למורים ע"ש לוינסקי**, 40, עמ' 180-196.
- משרד החינוך התרבות והספורט (תשס"ג). **תכנית הלימודים בביולוגיה לחטיבה העליונה**. משרד החינוך התרבות והספורט (תשנ"ו). **תכנית הלימודים מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים**. סיון, י' (1998). **מדור ה-MTV לדור ה-LLL; סיפורה של תשתית ידע לאומית למערכת החינוך**, רכס, אבן יהודה.
- קייני, ש' (1999). **קהילת לומדים: קידום מקצועי של מורים והפיכתם ללומדים, במכללה 11**, עמ' 178-215.
- שקדי, א' (2003). **מילים המנסות לגעת, מחקר איכותני – תאוריה ויישום**, הוצאת רמות, אוניברסיטת תל-אביב.

- Barnett, J. & Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know, **Science Teacher Education**, 85, pp. 426-453.
- Chen, A. & Ennis, C. (1995). Content knowledge transformation: An examination of the relationship between content knowledge and curricula, **Teaching and Teacher Education**, 11(4), pp. 389-401.
- Clandinin, D. J. & Connelly. M. F. (1996). Teachers' professional knowledge landscape: Teacher stories – stories of teachers – school stories – stories of schools. **Educational Researcher**, 25(3), pp. 24-30.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E. & Broza, J. (1979). Designing a teacher's manual: A client-centered approach, **Journal of Biological Education**, 13(2), pp. 127-132.

- Fuller, F. F. (1969). Concerns of teachers: A developmental conceptualization, **American Educational Research Journal**, 6(2), pp. 207-225.
- Geddis, A. (1993). Transforming subject-matter knowledge: The role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching, **International Journal of Science Education**, 15, pp. 673-683.
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change, **Teachers and Teaching: theory and practice**, 8(3-4), pp. 381-391.
- Hawley W. D. & Valli, L. (1999). The essentials of effective professional development, a new consensus, in: L. Darling-Hammond & G. Sykes (eds.), **Teaching as the Learning Profession: Handbook of Policy and Practice**, Jossey Bass, San-Francisco, pp. 127-150.
- McNeil, J. (1991). Teacher's guide, in: A. Levi (ed.), **The International Encyclopedia of Curriculum**, Pergamon Press, Oxford, pp. 81-84.
- Schempp, P., Tan, S., Manross, D. & Fincher, M. (1998). Differences in novice and competent teachers' knowledge, **Teachers and Teaching: theory and practice**, 4(1), pp. 9-20.
- Seidman, I. E. (1998). **Interviewing as Qualitative Research: A Guide for Researchers in Education and Social Science** (2nd ed.), Teachers College Press, New York.
- Shkedi, A. (1995). Teachers' attitudes towards a teachers' guide: Implications of the roles of planners and teachers, **Journal of Curriculum and Supervision**, 10(2), pp. 155-170.
- Shkedi, A. (1998). Can the curriculum guide both emancipate and educate teachers?, **Curriculum Inquiry**, 28(2), pp. 209-229.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching, **Educational Researcher**, 15(2), pp. 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform, **Harvard Educational Review**, 57(1), pp. 1-22.
- Stanko, D. E. (1967). The nature of Biology teachers' manuals and an analysis of their use by high school Biology teachers, in: E. L. Addison (ed.), **Research and Curriculum Development in Science Education**, The University of Texas, Austin.
- Taylor, P. H. (1970). **How Teachers Plan Their Courses**, National Foundation for Educational Research in England and Wales, Thanet Press, Margate.

Vaughn, S., Schumm, J. S. & Sinagub, J. M. (1996). **Focus Group Interviews in Education and Psychology**, SAGE Publications, London.

ספרי לימוד ומדריכים למורה (מד"לים)

- **אבולוציה אסופה – דפי עזר למורה** (1996). המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- **ביולוגיה היום, פרקים בביולוגיה לחטיבה העליונה – מדריך למורה** (1995). ספרי תל אביב.
- **בעל החיים וסביבתו** (1978). משרד החינוך והתרבות, מעלות, ירושלים ותל-אביב.
- **גוף האדם אנטומיה, פיזיולוגיה, הגיינה** (כרך א) (1968). ברטוב, ח"ש, הוצאת המחבר.
- **גורמי מחלות ומנגנוני הגנה בבני אדם ובבעלי חיים – מדריך למורה** (1999). משרד החינוך והתרבות והספורט והפקולטה למדעי החקלאות המזון ואיכות הסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- **גנטיקה** (1990). המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- **הביולוגיה, חקר החיים – מדריך למורה** (1982). המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים ומכון ויצמן למדע ברחובות.
- **הזנה וייצור בצמח – מדריך למורה** (1985). משרד החינוך והתרבות, ירושלים.
- **חידת התורשה – מדריך למורה** (1994). מט"ח, המרכז לטכנולוגיה חינוכית.
- **יצורונים – מדריך למורה** (1995). משרד החינוך והספורט, מעלות, ירושלים ותל-אביב.
- **מים חיים – מדריך למורה** (1986). משרד החינוך והספורט, מעלות, ירושלים ותל-אביב.
- **מערכות הובלה באדם בעולם החי והצומח – למורה** (1990). משרד החינוך והתרבות והפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- **פרקים באקולוגיה – למורה** (1996). המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- **פרקים בהזנה – מדריך למורה** (1993). משרד החינוך והתרבות, המרכז להוראת המדעים באוניברסיטה העברית, מעלות, ירושלים ותל-אביב.
- **פרקים בהזנה** (1992). משרד החינוך והתרבות, המרכז להוראת המדעים באוניברסיטה העברית בירושלים, מעלות, ירושלים ותל-אביב.
- **פרקים במיקרוביולוגיה – למורה** (1988). המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- **פרקים בפיזיולוגיה של בע"ח – למורה** (1991). המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- **פרקים ברבייה – מדריך למורה** (1991). משרד החינוך והתרבות, מעלות, ירושלים ותל-אביב.
- **פרקים בתורשה – מדריך למורה** (1988). משרד החינוך והתרבות, המרכז להוראת המדעים באוניברסיטה העברית, מעלות, ירושלים ותל-אביב.
- **צמח מים** (1974). משרד החינוך והתרבות, מעלות, ירושלים.
- **רבייה באדם ובבעלי חיים – למורה** (1989). משרד החינוך והתרבות והפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- **תזונה באדם ובבעלי חיים – מדריך למורה** (1996). משרד החינוך והספורט והפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.

נספח 1: שאלון למורים

למורה שלום,

רוב ספרי הלימוד הנכתבים לתלמידים, מלווים בספר הדרכה המיועד לעזור למורה. למעשה אנו יודעים מעט מאוד על השימוש של המורים במדריכים הכתובים שמלווים את הוראת הביולוגיה בבתי הספר העל-יסודיים. קיימים סוגים שונים של מדריכים כתובים למורה, ובוודאי פגשת בכמה מהם. אנו רוצים להיעזר בניסיוןך כדי לברר מה חושבים מורים על מדריכים כתובים ומה היו רוצים למצוא במדריכים הכתובים, כדי לשפר את הוראת הביולוגיה בכיתה. מטרת השאלון שלפניך לסייע בהכרת ההעדפות/הציפיות של המורים ביחס ל"מדריכים למורה" המלווים את חומרי הלימודה בביולוגיה, ועל כן היענותך ומילוי השאלון מאוד חשובים לנו. אנו מודים לך על שיתוף הפעולה ונשמח לשלוח לך את סיכום הממצאים אם תהיה מעוניין. הדף המצורף לשאלון נועד לאפשר לך להוסיף הערות או הצעות. במקרה שהמקום בשאלון אינו מספיק, אתה יכול להשלים בדף זה את תשובתך תוך ציון מספר השאלה. מסיבות של נוחיות, השאלון נכתב בלשון זכר ואתכן הסליחה.

בתודה מראש על שיתוף הפעולה

נעה אבולעפיה

כתובת למשלוח השאלונים:

לשימוש
המשרד

נעה אבולעפיה

המרכז להוראת המדעים

האוניברסיטה העברית בירושלים

גבעת רם 91904

טל (בבית): 02-5867096

דואר אלקטרוני: noaab@vms.huji.ac.il

1. פרטים אישיים

שם פרטי _____ שם משפחה _____ ותק בהוראה _____ שנים

שם בית הספר שבו אני מלמד: _____

כתובת פרטית _____ ישוב _____ מיקוד _____

לימדתי ביולוגיה בחמש השנים האחרונות, בכיתות (סמן את כל הכיתות המתאימות):

ז, ח, ט, י, יא, יב, אחר (פרט): _____

האם תהיה מוכן להמשיך לשתף פעולה במחקר זה? **כן** / **לא** (מחק את המיותר)

אם כן רשום בבקשה את מספר הטלפון שלך: טלפון _____

האם אתה מעוניין לקבל את סיכום הממצאים של שאלון זה? **כן** / **לא** (מחק את המיותר)

הכשרה להוראה ולימודים גבוהים

מהי הכשרתך? (סמן בעיגול את כל הפרטים המתאימים):

א. תעודת הוראה: יש / אין

ב. סיימתי: סמינר / מכללה / אוניברסיטה / אחר (פרט) _____

ג. מקצועות לימוד: ביולוגיה / חינוך / אחר _____

ד. תואר: מורה מוסמך / מורה בכיר / תואר ראשון / מוסמך / דוקטור / אחר _____

2. התייחסות כללית למדריכים למורה ולשימוש בהם

1.2. האם נראה לך חשוב שיהיה מדריך למורה לחומרי הלמידה (כמו ספרי לימוד, לומדות,

מאמרים וכו')? **כן / לא** (מחק את המיותר)

נימוק:

2.2. אם בדרך כלל אינך נוהג להיעזר במדריך למורה, ציין בבקשה את הסיבות לכך _____

3.2. להלן רשימה של ספרי לימוד בביולוגיה המלווים במדריך למורה. נבקשך להתייחס

לכל הספרים שברשימה ולסמן V במקומות המתאימים.

התייחסות למדריך למורה המלווה את ספר הלימוד סמן V במקומות המתאימים							לימדתי או מלמד בעזרת הספר לתלמיד		שם ספר הלימוד
דעתי על תרומת המדריך להוראה (בעבר או בהווה)			היכרות עם המדריך ומידת שימוש במדריך				כן	לא	
תרם מאוד להוראה שלי	תרם להוראה שלי	לא תרם	מכיר והשתמשתי בעבר, רק כמורה מתחיל	מכיר ומשתמש לעתים קרובות	מכיר ומשתמש מדי פעם	מכיר ולא משתמש			
									מים חיים
									יצורונים
									פרקים ברבייה
									פרקים בהזנה
									פרקים בתורשה
									חידת התורשה
									פרקים בפיסיולוגיה של בע"ח
									אבולוציה אסופה
									פרקים במיקרו- ביולוגיה
									פרקים באקולוגיה
									ביולוגיה היום

המשך ←

התייחסות למדריך למורה המלווה את ספר הלימוד סמן V במקומות המתאימים							לימדתי או מלמד בעזרת הספר לתלמיד		שם ספר הלימוד
דעתי על תרומת המדריך להוראה (בעבר או בהווה)			היכרות עם המדריך ומידת שימוש במדריך				כן	לא	
תרם מאוד להוראה שלי	תרם להוראה שלי	לא תרם	מכיר והשתמשתי בעבר, רק כמורה מתחיל	מכיר ומשתמש לעתים קרובות	מכיר ומשתמש מדי פעם	מכיר ולא משתמש			
									תזונה באדם ובבעלי חיים
									רבייה באדם ובבעלי חיים
									מערכות הובלה באדם בעולם החי והצומח
									גורמי מחלות ומנגוני הגנה בבני אדם ובבעלי חיים
									הזנה וייצור בצמח
									אחר*:
									אחר*:

* אם לימדת והכרת מדריכים אחרים, ציין התייחסותך בשורה זו.

D U P

1 - 4

1

80

שני הסעיפים שלהלן מופנים למורים שהכירו מדריכים למורה:

4.2. ציין מדריך אחד מהרשימה למעלה, שהערכתך לגביו גבוהה ביותר:

שם הספר: _____

נימוק _____

5.2. ציין מדריך אחד מהרשימה למעלה, שהערכתך לגביו נמוכה ביותר:

שם הספר: _____

נימוק _____

3. תרומת מרכיבים שונים במדריך למורה

1.3. באיזו מידה עשוי כל אחד מהמרכיבים הבאים לסייע לך? סמן V במקומות

המתאימים. (גם אם אינך נוהג להשתמש במדריך למורה, נבקשך להשיב לחלק זה)

לשימוש
המשרד

	המרכיב	מידת הסייע		
		מסייע מאוד	מסייע מעט	כלל לא מסייע
1	הגדרת היקף החומר			
2	הגדרת אוכלוסיית היעד			
3	הבהרת רציונאל של יחידת הלימוד			
4	פירוט דרכי הוראה מומלצות להעברת הנושא			
5	ציון דרכי הוראה מומלצות לשילוב ניסויים			
6	הסבר לגבי מבנה ספר הלימוד ושאר פריטי המארז (כרטסת מלווה, סרטים, תוכנות ופעילויות ממוחשבות)			
7	הצעות לרצפים אפשריים להוראת הנושא			
8	הצעות ללוח זמנים להוראת הנושא			
9	רשימה ביבליוגרפית שכוללת הערות			
10	רשימה ביבליוגרפית ללא הערות			
11	הכללת מאמרים שלמים בתחום התוכן מהעיתונות המדעית הפופולרית			
12	הרחבות בנושאים שלא נכללו בספר לתלמיד כחומר עזר למורה			
13	הוראות טכניות לביצוע הניסויים והצבעה על קשיים טכניים אפשריים			
14	המלצות דידקטיות לגיוון ההוראה			
15	הנחיות והצעות להתאמה לכיתה הטרונגנית			
16	ציון ידע קודם שדרוש לתלמיד ללמידת הנושא			
17	רשימת מטרות ההוראה בכל פרק			
18	רשימת רעיונות מרכזיים בכל פרק			
19	רשימת מושגים חשובים בכל פרק			
20	הצעות לפיתוח מיומנויות אינטלקטואליות בכל פרק			
21	תשובות לשאלות נבחרות המופיעות בספר הלימוד			
22	תיאור קצר של תפיסות שגויות נפוצות			
23	הצעות לטיפול בתפיסות שגויות נפוצות			
24	שאלות לדיון			
25	הצעות לגיוון בדרכים להערכת התלמידים			
26	דוגמאות של פריטי מבחן			
27	הצבעה על קישור לרעיונות מרכזיים בביולוגיה			
28	הצבעה על קישור לנושאים אחרים בביולוגיה			
29	הצבעה על קישור למקצועות אחרים בתכנית הלימודים			
30	אחר (פרט)			
31	אחר (פרט)			

לשימוש
המשרד

D U P

1 -- 4

2

80

2.3. מתוך הרשימה שמופיעה בטבלה לעיל רשום במשבצות את מספריהם של חמשת המרכיבים

שחשובים לך ביותר:

4. העדפות

1.4. באיזו דרך אתה מעדיף להכיר חומרי למידה או תכנית חדשה לקראת הוראתם (כמו למשל מדע וטכנולוגיה או התנהגות בעלי חיים)? הקף בעיגול **דרך אחת** המועדפת עליך ביותר ו**נמק**:

1. במפגש מורים חד פעמי לפני תחילת ההוראה

נימוק:

2. במספר מפגשים עם מורים, שיתקיימו במהלך ההוראה

נימוק:

3. בהדרכה כתובה בלבד (כדוגמת מדריכים למורה)

נימוק:

4. בדרך אחרת (פרט ונמק)

2.4. בהנחה שבעתיד התקשורת הממוחשבת תהיה נפוצה, האם תרצה להכיר חומרי למידה חדשים גם באחת מהדרכים הרשומות להלן? הקף בעיגול **דרך אחת** ו**נמק**:

1. לא ארצה

נימוק:

2. בתקשורת מכתבים ממוחשבת

נימוק:

3. בשיחת ועידה בתקשורת ברשת ממוחשבת, שבה ישתתפו מספר מורים

נימוק:

4. בתקשורת ממושכת במהלך ההוראה, ברשת ממוחשבת

נימוק:

5. בדרך מתוקשבת אחרת (פרט ונמק)

3.4. מי לדעתך הגוף המתאים ביותר לכתוב מדריך למורה? הקף בעיגול **אפשרות אחת** בלבד,

ונמק תשובתך

1. ועדה שקבעה את התכנית

2. מפתחי ספר הלימוד

3. צוות מורים (מחק את המיותר): ותיקים / חדשים / מורים שהתנסו בהוראת התכנית

4. צוות מומחים מתחום התוכן (אנשי מדע)

5. צוות מומחים להערכת הישגים (כותבי בחינות)

6. אחר (פרט):

נימוק:

מושגים חשובים בפרק:

הזנה בצמחים, פוטוסינתזה, קצב פוטוסינתזה, כלורופיל,

קישור:

לפרק הראשון "שרשרת מזון".
מקור החומרים האורגניים שעוברים בשרשרת המזון הוא בצמחים. מכאן ניתן לקשר לשאלה שבראש הסעיף: "מנין לצמחים חומרים לגידולם?"

על המושגים הזנה ומזון:
בדפים נלווים עמ' נ-10.

הערות מתודיות:

- מטרות בניסוי ואן הלמונט:
א. היכרות עם תולדות המדע.
ב. סיוע בטיפול בתפיסה שגויה (מקור המסה של הצמח הוא מהקרקע).
ג. הזדמנות להכיר דרכי מחקר מדעיות.
 - הקטע השני של הניסוי שבו מנתחים את התצפית הנכונה ובעקבותיה המסקנה המוטעית, קשה לתלמידים חלשים.
- פירוט והרחבה בקובץ 4.***

הצעה:

סיור לזיהוי עצים גדולים ועתיקים בסביבת מקום המגורים, במטרה לטפח מודעות לשמירת הטבע והנוף.

פירוט והרחבה בקובץ 5.*

שימו לב שהאיור המתאר את הניסוי, מוצג בעמוד הבא.

תפיסה שגויה:

מקור המסה של הצמח הוא מהקרקע, או: צמחים קולטים את מזונם מהקרקע.

על קשיים ותפישות שגויות:

בדפים נלווים עמ' נ-10.

פירוט והרחבה בקובץ 6.*

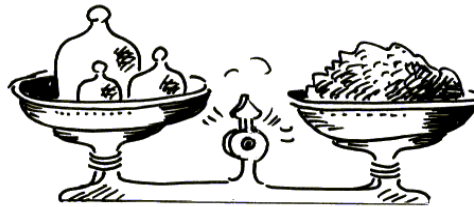
תהליכי הזנה בצמחים

מנין לצמחים חומרים לגידולם?

בפרק הראשון קראנו לצמחים יצרנים, מכיוון שהם יוצרים בעצמם את החומרים האורגניים שבגופם מחומרים אי-אורגניים. מהיכן מקבלים הצמחים את החומרים הנחוצים לגידולם? לדוגמה: חקלאי זורע בשדה זרעי תירס, הזרעים נובטים ומתפתחים במשך כמה חודשים לצמחים, שגובהם כשני מטרים. החקלאי אוסף את קלחי התירס נושאי הזרעים, וקוצר את הגבעולים והעלים המשמשים מזון לבעלי חיים. היבול שנאסף גדול במאות מונים מכמות הזרעים שנזרעו. מנין קיבלו צמחי התירס את החומרים הרבים, שנוספו להם במהלך גידולם?

שאלות אלו העסיקו גם את חוקרי הטבע לפני מאות שנים. רבים מהם חשבו, שאת רוב החומרים מקבלים הצמחים מהאדמה, שבה הם גדלים. החוקר הבלגי ואן קלמונט, שחי באמצע המאה ה-17, ביקש לבדוק את הדבר. לשם כך ערך ניסוי, וכך הוא מתאר אותו:

"ייבשתי אדמה בתנור, שקלתי אותה ושמתתי בעציץ גדול. שקלתי שתיל של עץ ערבה, ונטעתי אותו בעציץ. את העציץ כיסיתי באופן שנותר רק פתח לגזע העץ, זאת כדי למנוע חדירת אבק שהיה עשוי להוסיף משקל לאדמה. במשך חמש שנים השקיתי את הצמח במי גשמים. שום דבר נוסף לא נתתי לצמח. כעבור חמש השנים הוצאתי את האדמה מהעציץ, ייבשתי ושקלתי אותה. שקלתי גם את עץ הערבה. מתוצאות השקילות הסקתי, שמקור החומרים שנוספו לצמח הוא מהמים בלבד".



* בסעיף זה השתמשנו במונח משקל ולא במונח המקובל כיום. מסה. כי מדובר בקטע היסטורי.

הרעיונות המרכזיים בפרק

פירוט רב יותר בכל סעיף: ראו "מטרות הוראת הנושא":

בדפים נלווים עמ' נ-27

- הצמחים הם יצרנים, כלומר בתאיהם נבנים חומרים אורגניים מחומרים אי-אורגניים, בתהליך הקרוי פוטוסינתזה. (רק צמחים ומקצת החיידקים מסוגלים לבצע פוטוסינתזה שמתוצריה נהנים כל היצורים החיים עלי אדמות.)
- בתהליך הפוטוסינתזה בצמחים מתגלגלת אנרגיית אור לאנרגיה כימית זמינה, העוברת מיצור ליצור במארג המזון באמצעות חומרים אורגניים.
- תהליך הפוטוסינתזה מתקיים בעלים ובחלקי צמח ירוקים אחרים. מבנה העלה מותאם לתפקודו כאבר פוטוסינתטי בצמח.
- במהלך יצירת החומרים האורגניים נפלט חמצן לאוויר ומשמש

פרקים בהזנה באדם בבעלי חיים ובצמחים

פרק רביעי: תהליכי הזנה בצמחים

מדריך למורה

מעובד על פי: "פרקים בהזנה באדם בבעלי חיים ובצמחים – מדריך למורה", האגף לתכניות לימודים, 1993 ומקורות נוספים

דפים נלווים

על המושגים הזנה ומזון

לגבי המושג "הזנה", יש גישה מצמצמת וגישה רחבה יותר. לפי הגישה המצמצמת, רק קליטה של חומרים אורגניים נחשבת לתהליך של הזנה. מתפיסה זו נובע שרק בעלי החיים ניזונים, וצמחים אינם ניזונים.

לפי הגישה הרחבה יותר, בעלי החיים והצמחים ניזונים, מכיוון שאלו וגם אלו קולטים מהסביבה חומרים הדרושים לבנייה ולהפקת אנרגיה.

גם לגבי המושג "מזון" ייתכנו כמה גישות. אפשר לטעון שמזונם של הצמחים שונה ממזונם של בעלי החיים: לגבי הצמחים ייחשבו כמזון פחמן דו-חמצני, מלחים ומים, ואילו כמזון לבעלי החיים ייחשבו תרכובות אורגניות ומלחים בלבד. אפשר להרחיב לגבי בעלי חיים ולטעון שגם המים מהווים חלק מהמזון בהיותם קשורים בבניית חומרים בגוף. לכן, אי-אפשר לתת הגדרה אחת ל"מזון", וכל הגדרה שנותנים מחייבת אפוא נימוק בצדה. כך או אחרת החמצן הנקלט מהסביבה לצורך תהליך הנשימה אינו מזון, והמים שבעלי החיים שותים אינם משמשים מקור להפקת אנרגיה.

חלק מהבעייתיות הנוגעת למושג "מזון" נובעת מכך שיש לו משמעות בחיי היום-יום והוא אינו מושג מדעי. כמו כן נפוץ השימוש ב"תמיסת מזון" (לתמיסה של מינרלים), ואילו "הזנה מינרלית" משמשת בחקלאות. במהלך ההוראה כדאי להגדיר עם התלמידים את המושג ולהשתמש בו, על פי אותה הגדרה, בעקביות.

בקצרה על קשיים ותפיסות שגויות

כדי שהלמידה תהיה משמעותית, אין להתייחס רק לידיעת החומר. תלמיד שהחומר מוצג לפניו בבהירות, קרוב לוודאי שידע את התכנים, אבל לא בהכרח יצליח להבין את משמעותם. לעתים, התלמיד אפילו אינו מודע לכך שהמשמעות אינה מובנת לו.

בדרך כלל, לתלמיד יש ידע קודם שאליו אפשר לקשר את הידע החדש (והוא לא תמיד עושה זאת בעצמו). באמצעות הידע החדש הוא יכול להסביר תופעות מוכרות ותופעות חדשות. לעתים הידע הקודם של התלמיד שגוי או חלקי, אולם עדיין מאפשר לו להסביר בהיגיון תופעות שונות. כל עוד הדברים "מסתדרים", קשה לשכנע את התלמיד לעזוב את המוכר והידוע ולשנות את תפיסת עולמו. אף שהוא מסוגל לחזור על התכנים הנכונים, אם נעמיד לו שאלות שמצריכות לא רק זכירת עובדות, אלא מתן הסבר, יתברר שהוא אינו מבין את התכנים הללו.

זוהו מספר קשיים ותפיסות שגויות שמקשים על התלמידים להבין וליישם ידע חדש, והסתבר כי המשותף לכל התפיסות השגויות הוא שהן שונות מן התפיסה המקובלת במדע. בין התלמידים נפוצות תפיסות שגויות מסוימות, וקשה לשכנע את התלמידים לזנוח אותן. נציג שתי דרכים מקובלות שמנסות לסייע לתלמיד לזנוח או לשנות תפיסה שגויה, להכיר בתפיסה המדעית ולקבל אותה.

הדרך האחת היא לתת לגיטימציה לקו המחשבה שלו ולהראות לו שחוקרים גדולים וחכמים, שחיו בעבר, חשבו כמוהו וטעו. הם טעו, משום שלא עמד לרשותם כל הידע שקיים היום, או משום שלא הביאו בחשבון את כל הגורמים שעשויים להשפיע.

דוגמה להתמודדות עם תפיסה שגויה מובאת בסעיף: **מנין לצמחים חומרים לגידולם?** (סיפורו של ניסוי). גם ואן הלמונט וגם תלמידים סבורים שהקרקע היא המקור העיקרי לחומר הבונה את הצמחים. ואן הלמונט לא חשב שצמחים יכולים לקלוט חומר מהאוויר. יתרה מכך, הוא חשב שמים יכולים להפוך לחומר אחר, ולכן, לנוכח אי-השינוי במסת הקרקע, הוא הגיע למסקנה מוטעית ש"מקורו של החומר האורגני בצמח הוא מהמים". במסגרת עולם המושגים של ואן הלמונט, הייתה מסקנתו לגיטימית. אולם בעולם המושגים שלנו, מערך הניסוי של ואן הלמונט לא שלם ומסקנתו אינה תואמת את הידע של היום. הניסוי של ואן הלמונט שלל את התפיסה שהקרקע היא מקור החומר. הידע המדעי-כימי של ימינו שולל את המסקנה שלו שהמים הם מקור החומר, ומכאן אפשר לחזור לשאלה: "אם כך: מהו מקור החומר?"

דרך שנייה לטיפול בתפיסות שגויות היא להביא לידי עימות בין הידע הקודם, השגוי של התלמיד, לבין הידע המוצג לפניו. בעקבות הסתירה בין הידע הקודם והידע החדש שרכש, התלמיד אולי ישתכנע שתפיסתו הקודמת שגויה ויאמץ את התפיסה המקובלת כנכונה.

במחקרים נמצא שעימות בין הידע הפרטי (השגוי או החלקי) לבין הידע המקובל הוא אחת מדרכי הטיפול היעילות בהבנת תלמידים בנושאים בעייתיים. עימות כזה מעורר אצל הלומד אי-שביעות רצון מהידע שלו ונכונות רבה יותר לאמץ הסבר אחר.

בהדרכה לפרקים השונים, מוצגים קשיים הידועים מהספרות, או כאלה שנצפו במהלך ניסוי החומר. כדאי שהמורה יהיה מודע לנקודות שבהן תלמידים אולי דבקו בתפיסות שגויות, וכך יוכל להתייחס אליהן.

לשילוב של ניסויים "היסטוריים" יש יתרון נוסף: הם פשוטים יותר מניסויים שנעשים היום במדע ולכן פשוטים יותר להבנת התלמידים. באמצעותם אפשר להדגים את מיומנויות החקר שנמנות בין המטרות של הוראת הביולוגיה.

קבצים בתקליטור

מנין לצמחים חומרים לגידולם? (עמ' 38 בספר לתלמיד)

קובץ 4

מנין לצמחים חומרים לגידולם? הערות והצעות מתודיות

• הקטע השני של הניסוי, שבו מנתחים את התצפית הנכונה ובעקבותיה את המסקנה המוטעית, הוא קטע קשה. לתלמידים חלשים יהיה קשה להתמודד לבד עם קריאת הקטע ועם תוכנו.

• שיטות העבודה המדעיות של ואן הלמונט דומות מאוד לדרכי המחקר המודרניות. כדאי לעמוד עם התלמידים על עיקרי הדברים: הוא שאל שאלה, הניח הנחות, שיער מה תהיה התשובה ותכנן ניסוי בן חמש שנים שיתמוך בהשערות או שיפריך אותה. במהלך הניסוי דאג ואן הלמונט לבדוד את הגורמים הנבדקים – האדמה והמים. את האדמה בודד על ידי כיסויה כנגד אבק. כדי להבטיח שלא יהיו במים חומרים מומסים נוספים, השתמש במי גשמים. הוא רשם את התוצאות שקיבל והגיע למסקנות המבוססות עליהן.

• סיפורו של ניסוי ואן הלמונט משרת שתי מטרות עיקריות:

א. הוא מאפשר לעסוק מעט בתולדות המדע ולהבין את הדרך שבה הושג הידע המדעי העצום הקיים היום בידי האנושות. חשוב שתלמידים יתייחסו לתהליכי החקר מן העבר ולפריצת הדרך במחשבה המדעית, גם אם התוצאות והמסקנות מהמחקרים נמצאו שגויות לאור הידע הקיים היום.

"היסטוריה של המדע" היא רעיון מרכזי בהוראת הביולוגיה.

ב. תוך חקירת הניסוי ייחשפו התלמידים למסקנה החשובה שהוסקה מתוצאות הניסוי: הקרקע אינה מקור המסה. המסקנה הזו תסייע לשרש תפיסה שגויה, שלפיה המקור של המסה הנוספת לצמח הוא מהקרקע (על דרך הטיפול, ראו בסעיף: "קשיים ותפיסות שגויות", קובץ 6).

קובץ 5

עצי ענק בישראל – סיור

במקומות שונים בארץ שרדו עצים גדולים ועתיקים ממינים שונים: זיתים, אלונים, ברושים, אורנים ושקמים. כדאי להסב את תשומת לב התלמידים לעצים אלה בסביבת מגוריהם. רבים מהעצים העתיקים גדלים באתרים הקדושים לאחת הדתות – בסביבת קברי שיחים ונביאים, בחצרות של כנסיות ועוד. במקומות אלה נהגו אנשים להתכנס בימי חג בצל העצים, ומשום כבוד המקום שמרו על העצים מפני אדם ועזים וכך נמנעה השמדתם.

נושא זה הוא הזדמנות לפתח מודעות לשמירת הנוף ולהכרת תולדות הארץ בקשר לאתרים שונים. להלן ציון מקומם של כמה עצים עתיקים באזורי הארץ השונים:

- בתל-אביב וסביבתה אפשר למצוא שקמים עתיקות בגן יעקב שליד היכל התרבות, ברחוב המלך ג'ורג', באבו כביר, בצומת חולון ועוד.
- בירושלים גדלים ברושים עתיקים ברחבת הר הבית, זיתים עתיקים בגת שמנים ואורנים עתיקים בשמורת המסרק ליד בית מאיר.

- בחיפה וסביבתה יש עצי אלון התבור ב"חורשת הארבעים", ועץ שקמה עתיק גדל בקרבת טירת הכרמל.
- בגליל העליון גדלים עצי אלון התבור ב"חורשת טל" ובקרבת נחל דן.
- בחצבה שבנגב צומח שיזף שגילו 1,800 שנים.
- עצים עתיקים הנזכרים בספרות הנוסעים בתקופות הקודמות הם האלון על קבר אבא חלפתא בגליל (צומת מרר – בקעת בית הכרם) ואשל אברהם (שהוא אלון מצוי) בסביבות חברון.

קובץ 6

מנין לצמחים חומרים לגידולם? קשיים ותפיסות שגויות

הצמחים גדלים, ועם הזמן מתווסף להם חומר. תלמידים וגם מבוגרים רבים שאינם עוסקים בביולוגיה, מחזיקים בתפיסה שגויה שלפיה תוספת המסה מקורה בקרקע. תפיסה זו מושרשת ביותר וקשה לעוקרה. כאשר שואלים תלמידים, ממה צמחים מייצרים את החומרים האורגניים שלהם, התשובה בדרך כלל נכונה – מ- CO_2 וממים. כששואלים (אפילו בהמשך), האם הצמחים קולטים חומר אורגני מהאדמה? אחוז ניכר מהתלמידים עונים בחיוב, שהרי ידוע לכול שמגדלים צמחים באדמה ומזבלים את הקרקע בזבלים שונים, כמו זבל אורגני, כדי שהצמחים יגדלו היטב. כלומר, בעיני התלמידים, שני ההסברים לתוספת המסה – הקרקע והפוטוסינתזה – יכולים להתקיים זה בצד זה ללא עימות ביניהם.

ואן הלמונט מצא שאין איבוד מסה מהקרקע, ולכן הוא הסיק שתוספת המסה היא מהמים בלבד. הטיפול בתפיסה השגויה:

הצגה חיובית של החוקר, מחקרו ומסקנתו השגויה, כפי שנעשה כאן, נותנת לגיטימציה לתפיסה השגויה הרווחת אצל התלמידים. התלמיד מזדהה עם קו המחשבה של החוקר ונפתח לבדיקה מחודשת של הנקודה, שבה החוקר והוא שגו, לאור הידע החדש שהוא מכיר היום. התלמידים יודעים, מה שידוע היום במדע ולא היה ידוע בתקופתו של ואן הלמונט, כי בחומר האורגני יש פחמן, ואילו המים מורכבים מ- H_2O – כלומר רק ממימן וחמצן. מכאן שהתוספת במסה לא יכולה להיות מהמים בלבד. נשאלת השאלה: מה מקור הפחמן שבחומר האורגני שנוצר בצמח? המסקנה המתבקשת היא שאם מקור הפחמן אינו מהמים ואינו מהקרקע, כנראה שהוא מהאוויר (שבו, כידוע, יש CO_2).

קיימת התייחסות נוספת לנקודה זו, בספר לתלמיד, עמ' 40.

הצעה:

דרך אחרת לטיפול בתפיסות שגויות היא על ידי יצירת קונפליקט קוגניטיבי אצל הלומד (ראו עמ' 8-).

במקרה זה, ניתן לגדל בכיתה, במי ברז, ייחור של צמח כמו יהודי נודד, תוך כדי הוראת הפרק או לפני הוראת הפרק, ולמדוד את גדילתו. ניתן למדוד שינויים באורך הייחור, במספר העלים ובמסה. כך אפשר יהיה להראות לתלמידים שצמח מוסיף מסה גם ללא קרקע. יש להיזהר מלהגיע למסקנה שהמים הם מקור החומר, וכאן אין מנוס מכניסה לכימיה (ממימן ומחמצן אי-אפשר לייצר פחמימה שמכילה פחמן), או, לחלופין, לייבש את הצמח ולבדוק את משקלו כשהוא יבש.