

השפעות הידע המושגי של מורים במדעי הטבע ומודעותם לידע התלמידים על הישגי הלומדים ועל התקדמותם

שאול שchter, ורדה בר ופנחס תמייר

תקציר

במחקר זה נבדק הידע של מורים בחטיבת הביניים בסדרה של נושאים המשתייכים למדעי הטבע וכן הערכתם את הידע המשוער של הלומדים בנושאים אלה. במקביל נבדק הידע של תלמידי ז'-ט' בחטיבת הביניים. ידע המורים הוא טוב יחסית, חוץ ממספר קטן של היגדים הקשורים רובה לבעיות של איכות הסביבה. בהתחלה פילוסופיה הקונסטרוקטיביסטית, נערכה השוואה בין ידע המורים ומודעותם לקשיי הלומדים בין ידע הלומדים והתקדמותם. הרשותה העלומה כי ידע מועט של המורים מוביל לידע מועט אצל הלומדים. מודעותם של המורים לключи הלומדים אפשרה להם להעריך את הקשיי של היגדי ידע מסוימים אצל הלומדים גם במקרים שבהם לא היו קשיים אצל המורים. הצלחת התלמידים בהיגדים אלה הייתה אמנים מועטה, אך הרבה מהערכת המורים. במקרים רבים הייתה ההתקדמות ניכרת של הלומדים. לעומת זאת, בהיגדים שהעורכו על ידי המורים בקלות, הצליחו הלומדים פחות מהערכת המורים. מעובדה זו גם עולות מסקנות לגבי חישורת המורים.

רקע תאורי

בעובדה זו השתמשנו בתאוריה של ה"קונסטרוקטיביזם" כפי שהיא מתפרשת במחקר בהוראת המדעים. תאורייה זו מבוססת על רעיונות היסוד של פיאז'ה (1972) ושל אוובל (1968) (מתוך 1986 Driver & Oldham). פיאז'ה טען כי האדם (התינוק) נולד כשלרשותנו מספר מצומצם של סכבות. (לפי פיאז'ה, 1969, Scheme פירושה: "מערך פעילות המופעל על מרחב מציאות מתרחב ומשתנה בהתאם למציאות שבה הוא נתקל"). תפיסת המציאות, על פי פיאז'ה (1972), נעשית בעקבות "הכלים הלוגיים המשמשים לשיפוטה של המציאות". תפיסה זו נבנית בהדרגה, באמצעות הפעולות המבוצעת על ידי היחיד המטמיע את סביבתו. תפיסת מציאות זו משתנית בהדרגה (Accommodation) על בסיס החדשנות, הטעשות, מושגיו, הנסיבות, מושגים חדשים ועוד. כלומר, על בסיס החדשנות, הטעשות, מושגיו, הנסיבות, מושגים חדשים ועוד. סכום חדשנות.

אוובל (1968) מדגיש את התפיסות המושגיות הייחודיות, תלויות-התוכן, וטוען כי הלומד מטמע מושגים חדשים בתוך המערכת המושגת שלו, תוך שהוא מפנה את תפיסתו ביחס למושגים אלה. (אאת, בnidוד להדגשת הכללים הולוגיים שאנם תלויים תוכן, על פי פיאזה). אוובל (1968) ובקבותיו Novak (1977) טוענים שהידע המוקדם של הלומד משפיע על הדרך שבה הלומד מפרש ידע חדש. אוובל קבע כי "הגורם היחיד בעל השפעה החזקה ביותר לגבי ההוראה הוא הידע הקיים אצל הלומד. בדוק זאת ופועל בהתאם" (1968, עמ' vi). אוובל ובקבותיו נובק מבחינים בין תפיסת הקונסטרוקטיביזם המתיחסת רק לתפקיד הפעיל והמבנה של הלומד (סלומון, 2001), לבין המרכזיות של תשתיות-הידע הקודמת של הלומד, המשפיעה על קליטת הידע שלו. אוובל מיחס חשיבות מרבית לבניית הדעת המוקדמת של הלומד כמיאה או כמאותה את הלמידה. לדעת אוובל ונובק, במידה מסוימת תליה ביחסי הגומלין בין "תבנית הדעת" (Framework of Knowledge) של הלומד ובין מידע חדש הנמסר לו על ידי המורה, או ספר הלימוד. אם לא מתקיים מפגש כאה, הלמידה נחשבת ללמידה שנינו חסרת משמעות. פיאזה ואוובל מסכימים כי הלומד פעיל בתהליכי הלמידה: הוא מטמע ומבנה (Constructing) את המידע הגיע אליו. אם מבנית הדעת של הלומד, המשמשת אצלו בתפקיד סכמת ההטמעה (Novak, 1977), כוללת תפיסות שונות מלאה המקובלות במדע, יתכן פירוש מוטעה של הידע הנמסר על ידי המורה. הלמידה במקרה זה תהיה משמעותית לסטודנט (משמעות במבנה הדעת שלו), אך תוצאותיה לא תהינה תואמות את הדעה המדעית המקובלת. אפשרות זו מדגישה עד כמה חיוני שהמורה יכיר את התפיסות המוקדמות של הלומד, ככלומר יאמוד את ידע הלומדים לפני תחילת ההוראה. "כדי להציג שיטות מצלחות להוראת התלמידים את הידע השיטתי של המדעים, יש צורך להבין את רמת ההתפתחות של המושגים המדעיים במוח הילד" (Vygotsky, 1986, P. 146).

המבנה של ויגוצקי, ובמהלכו נבדק הידע המדעי של תלמידים בטוווח הגילים 12–14 ומידת המודעות של המורים לידע זה.

הكونסטרוקטיביזם, כפי שהוגדר על ידי פיאזה וחוקרים ההולכים בעקבותיו ועל ידי אוובל ונובק, הוא קונסטרוקטיביזם אינדיבידואלי: הלומד פוגש במצבים או בميدיע הנמסר על ידי המורה ויוצר בהדרגה סכמת פעולה מעודכנת (Piaget, 1972), שבאמצעותן יתבצעו פירושים מותאמים יותר למציאות. בעקבות ויגוצקי (Howe, 1996), פותחה בשנות ה-90 גרסה אחרת של הקונסטרוקטיביזם שמודישה את עיצוב הידע בעראת המשא ומתן הלשוני בין הלומדים בתיכון של המורה. גרסה זו נקראת: "קונסטרוקטיביזם חברתי" (Driver et al., 1994). קיימת חיפפה חלקית בין התפיסות של ויגוצקי ושל פיאזה, אך קיימים ביניהם גם ניגודים. שניהם מגדרים את הלומד

כמבנה (Constructivist): "כל ייחד בונה את הידע שלו ואת משמעותו" (Howe, 1996). פיאז'ה היה סבור כי חישבתם של ילדים צעירים מוגבלת מכיוון שחוויות להם יכולות אינטלקטואליות גבוהות מסויימות, וויגוצקי הסכים עמו. אך ויגוצקי חלק על תאורית ההתקפות של פיאז'ה והניח כי ניתן לקדם את התקפות הלומדים באמצעות ההוראה, בתנאי שקטעי המידע שיוצגו בפניהם יהיו קרובים ליכולת הקליטה שלהם. לדעת ויגוצקי, לתורות תפקיד מכריע בעיצוב המושגים. ההתקפות של הלומדים מושגת על ידי אינטראקציה בין ילד ומבוגרים, ובין הילדים לבין עצמם. למבוגרים המומחה, ככלומר המורה, תפקיד פעיל בתיווך הידע בהתאם לורשת הקונסטרוקטיביזם החברתי, הלומד מבצע ניסויים ותצלפיות, והמורה מגדר את המושגים. התובנה של הלומדים נוצרת על ידי דיוונים ביניהם, המונחים על ידי המורה. מכאן אחריותו של המורה לחשוף את הלומד **לידע המתאים לתפיסה המדעית המקובלת**. לפי הקונסטרוקטיביזם החברתי, לומד הפעיל (המבנה) נוסף גם המורה, המעציב את הידע. תאוריה זאת הובילה לתכננית מחקר על תפיסות של מורים.

המאמר המוצג כאן מבוסס על שתי גרסאות אלה של הקונסטרוקטיביזם. א. הקונסטרוקטיביזם האינדיבידואלי מדגיש את חשיבות הידע המוקדם של הלומד. המורה **צורך להיות מודע לעצמו** מוקדם זה ולהציג לומד התנסויות מתאימות לשיפור ידע זה.

ב. הקונסטרוקטיביזם החברתי מדגיש את התפקיד הפעיל של המורה בעיצוב המושגים. למורה **צורך להיות ידע מדעי נכון** אותו הוא מתווך לומד.

שני המשתנים הבלתי תלויים של המחקר הם אלה: א. הידע של המורה. ב. מודעות המורה **לידע הלומדים**.

רמת הידע של המורה נבדקה על ידי אחוי התשובות הנכונות של המורה לכל אחד מפריטי המבחן שהוצעו בפניו. **רמת המודעות של המורה** לידע התלמידים נבדקה על ידי הצפי של המורה את מידת ההצלחה של הלומדים בפרייתי המבחן הללו. צפי נמדד של המורה (אפילו אם הידע שלו סביר עד גבוה) מראה שהמורה חושב שהמושג הכלול בפריימבחן מסוים הוא קשה, ולכן הצלחת הלומדים בו תהיה מוגבלת; **לעומת זאת**, צפי גבוה יראה כי לדעת המורה, פריית' המבחן קל לסטודנטים, וכן הסטם מרבית התלמידים יענו עליו נכון.

המשתנים הבלתי תלויים של המחקר הם אלה: 1. ידע הלומדים הנמדד על ידי אחוי ההצלחה של הלומדים בפרייתי המבחן. 2. התקומות הלומדים הנמדדות על ידי הפרש בין הצלחותם בפרייתי המבחן בדרגת כיתה ז' להצלחותם בדרגות כיתה ח' ו ט' באוטם פרייטי מבחן עצם.

הקשר בין המשתנים התלויים והבלתי תלויים של המחקר מוגדר בעזרת המודל המנחה שיצרנו.

ЛОח 1: המודל המנחה למחקר

משתנים בלתי תלויים		משתנים תלויים	
הצלה תלמידים	תקדמות תלמידים	ידע מורה	ידע מורה לקושי המושג
הדרגתית מז' לטי'	גובהה מהצפי	סביר עד גובה	גובהה ומתרבطة בצפי נמוך של הצלחת הלמידים
לא הדרגתית בדרך כלל לפעמים אין התקדמות כלל	נמוכה מהצפי	סביר עד גובה	נמוכה וمتבטאת בצפי גובה משמעותו שההיגד קל והתלמידים יצליחו בו
אין התקדמות	נמוכה	גובהה	נמוך
אין התקדמות	נמוכה	נמוכה	נמוך

מודל זה משמשلنתחום הממצאים. המודל מתבסס על ההנחהות של הקונסטרוקטיביזם החברתי והאנידיבידואלי גם יחד: לידע של המורים **השפעה** רבה על **הישגי תלמידיהם**, ידע מורים נמוך מוביל בהכרח לידע תלמידים נמוך; למורים נחוצים גם מודעות גובהה לקשיים של הלומדים לקולט ידע חדש. קשי הלומדים נובעים ממערך המושגים שאטם הם מוגעים ללימוד (נוסבאום ונובייק, 1982). הנחת היסוד שלנו היא שמודעות גובהה של המורים לקשי הלומדים מובילת את המורה להתאים את ההוראה לכל לומד ולומדת. צפי נמוך המשתלב עם ידע סביר עד גובה של המורים, מעיד על כך שהמורה מודעת לקשי הלומדים או לתפיסותיהם המוטעות, והוא מהאה אצלם איזחצחה בשלב שקודם לביצוע ההוראה. למורה טוב היודע את החומר והמקדיש מאמץ להוראת פריטים שהוא מעריך אותם כקשימים, סיכוי רב לחולל שינוי מושגי אצל הלומדים.

תולדות המחקר של תפיסות מושגים של תלמידים ומורים

עם ההכרה בכך שרמת המיומנויות והידע הקודם של הלומד משפיעים במידה רבה על יכולות למידתו בהתאם לתאוריית הבניה (קונסטרוקטיביזם), **קיימות** בקהילה המדוקרים של הוראות המדעים בשני העשורים האחרונים התעניינות רבתה בתפיסות המוקדמות של הלומדים לפני שנחשפו ללמידה הפורמלית (Driver et al., 1985; Driver et al., 1994; Pfundt & Duit, 1994). **תפיסות** לומדים אלה אינן תואמות תמיד את התפיסות המקובלות במדע, והן מיסודות על ידע יומיומי ושכל ישר – Common Sense Science (Ogborn & Bliss, 1990; Bliss Ogborn, 1994). במחקר נמצא שההתפיסות המוקדמות של הלומדים קשות לשינוי (לעתים הן עמידות גם אחרי לימוד מכוון) והן משפיעות על קליטת ידע חדש.

מטרת ההוראה מוגדרת כחטירה לשינוי מושגי אצל הלומד, למעבר מהתפישותיו הנאייבות לתפישות המקובלות במדע, תוך מודעות לעובדה שנייה זה קשה לביצוע. כדי לחולל את השינוי, על המורה להכיר את תפישות התלמיד ולבנות את תהליך החהוראה לפיהן (Driver & Oldham, 1986; Nussbaum & Novick, 1982; Driver et al., 1985). לדעת חוקרים אלה ואחרים, לפני תחילת כל פיתוח קוריקולי, נחוץ מחקר מקדים של תפיסות הלומדים כדי ליזור הוראה טובה יותר (מינץ ושטרואוס, 1982).

במקביל להתunningיות בתפיסות לומדים, גוברת התתunningיות בתשתיית המושגית של המורים (בר, 1992). לדעת קרוגר וסומרס (1989), המורים משפיעים על השינויים המושגיים החלים אצל תלמידיהם. התפיסה שלפיה למורים דעתם משלهم, נתמכת על ידי הקונסטרוקטיביזם החברתי (Driver et al., 1994). תפיסות חלופיות שהיחיד הבנה יכולות להישאר יציבות ולהגיע עד לשלב הבגרות. כפי שנמצא במחקריהם שונאים (למשל בישראל: יחיiali, 1998; טל, 2001; עבדו, 1999; ברנד, 1995; ובאנגליה: Kruger, 1992; Summers & Kruger, 1989; Summers & Kruger, 1992; Summers, 1989; Summers & Kruger, 1994). למורים ולפרחי הוראה הלומדים לקרהת הוראת המדעים, תפיסות מושגיות חלופיות שאינן תואמות את המקובל במדע. חלק מהתפיסות החלופיות מתיחסות לחומר הלימודים במדעים הכלול בסילבוס של בית הספר בכל הרמות. חיזוק לכך התקבל מ汰צפיות בשיעורים (عبدזו, 1999), שאבחןנו **תפיסות שגויות העוברות ממורים לתלמידיהם באינטראקציה בין מורים ותלמידים בכיתה.** תפיסות שגויות אלה של מורים (ונגננות) נובעות משפה, מתרבות או מחומרם למידה המיעדים למורים במערכת החינוך, שנפלו בהם שימושים או שאינם מובנים למורים (عبدזו, 1999; טל, 2001).

תפיסות שגויות של מורים בתחום דעת רבים של המדעים מדגישות את חשיבות המחקרים על תפיסות מורים (Summers & Kruger, 1992). חשיבות זו מודגשת במיוחד **בנטיה הנוכחית של הדגשת תוכן בתכנית הלימודים,** נוסף לאימון המיומנויות (ראו תוכניות הלימודים במדע וטכנולוגיה בבית"ס היסודי [1998] ובabitat הביניים [1996]). זאת לעומת הדגשת התהליכיים והמיומנויות בהוראה ובלמידה בתכניות של שנות ה-70. תפיסות המורים נחקקו כאן בהתאם למודל המנחה: ידע מורים מועט – מוביל לידי מועט אצל הלומדים. במחקר נמצא כי שיפור ידע המורים מגדיל את נכונותם ללמידה מדעים ומרחיב את מגוון התכנים שהם מלמדים (Appleton, 1995). ההיגדים שנבדקו נלקחו מתחומי הדעת הבאים: בעית הריק, מג אוויר ואקלים, משק מים וחום, צמחים ובעלי חיים, שינוי מצב כבירה, מוליכות חום. מחקרים קודמים בתפיסות של מורים, במושגים דומים, הצבעו גם הם על **תפיסות שגויות** (בר, 1992). במחקריהם עדכניים (Koulaidis & Christidou, 1999; Francis et al, 1993) על **תפיסות לומדים ומורים בנושאים הקשורים לאיכות הסביבה,** אבחןנו מושגים שגויים. מהמחקר של Watts

ב-1988 הסתבר שלמורים **מודעות נמוכה** ליכולת המשגה של התלמידים. רוב המורים טענו שתלמידים יבצעוCargo אוthen מטלות שבחן הצלחו המורים עצם (כפי מורה גבוהה). כפי גבוח זה נמצא מנוגד להצלחה מועטה (ידע מועט) של הלומדים במטלות אלה (ראו גם: עבדזון, 1999). לティוק הולם של המושגים דרישה מודעתה גבוהה בין הידע הצפוי של המורים לקשי הלומדים. זאת הסיבה שמחקרנו עורך השוואה בין הידע הצפוי של התלמידים לפי המורים ובין הידע הדקלרטיבי של אותם תלמידים בהתאם לתוצאות מבחניהם.

המחקר – מטרות, שאלות, הנחות ומשתנים

מטרת-על

להגדיר מבחינה כמותית את ההשפעה של ידע המורים ומודעותם לידע תלמידיהם, על ידע הלומדים והתקדמותם במסגרת התאוריה הקונסטרוקטיביסטית, ולהגדיר מי מבין המשתנים האלה משפיע יותר.

מטרות המחקר:

1. **לאתר את הידע המושגי של המורים בנושאים מדעיים מגוונים הנלמדים בחטיבת הביניים.**
2. **לאפיין את רמת המודעות של המורים לרמת הידע המושגי של הלומדים באותו מושגים שבהם נבדקו המורים.**
3. **לאתר את הידע המושגי של הלומדים בחטיבת הביניים בנושאים מדעיים מגוונים הנלמדים בחטיבת זו.**
4. **לאתר את רמת ההתקדמות של הלומדים מכיתה ז' לכיתה ט'.**

שאלות המחקר:

1. מהי מידת ההצלחה של מורים (ידע מורים).
2. מהן ציפיות המורים לגבי רמת הידע של התלמידים במושגים המופיעים במחון (מודעות מורים).
3. מהי מידת ההצלחה של התלמידים בפרייתי המבחן (ידע לומדים).
4. מהי מידת ההתקדמות של הלומדים בפרייתי המבחן מכיתה ז' לכיתה ט' (התקדמות לומדים).

הנחת מחקר:

המורים והתלמידים הכלולים במחקר מייצגים את כלל המורים והתלמידים בחטיבת הביניים. המורים הנבדקים מהווים דגימה סטטיסטית של האוכלוסייה הכללית של המורים. אפשר להתייחס למדגים המורים כאילו הוא מייצג את כלל אוכלוסיית המורים.

משתני המקרה:

משתנים בלתי תלויים: ידע המורים ומודעותם לקשיי התלמידים (צפי המורים את ידע הלומדים).

משתנים תלויים: ידע הלומדים והתקדמותם.

השערה:

תוצאות המחקר יאשנו את המודל המנחה המופיע בלוח 1.

השיטה

אוכולוסיות המחקר:

תלמידי כיתות ז', ח', ט' בחינוך התיישבותי ומורים המלמדים מודיעים במחוז זה. ניתנות המקרה נבחרו שני בתים ספר, האחד בקיבוץ (כולל גם תלמידים שאינם מהקיבוצים) והשני בכפר נוער. בתים ספר אלה אינם מייצגים את התלמידים לרמות, והרכב הלומדים בהם הטרוגני בכל דרגת כיתה. המורים מהווים מוגם מקרי מהאוכולוסיה של מורי החינוך התיישבותי.

המדגמים:

תלמידים: כיתה ז' – 65 נבדקים; כיתה ח' – 53 נבדקים; כיתה ט' – 65 נבדקים;
מורים: 34 נבדקים.

השאלון:

39 הядן ידע תוכני, המתיחסים לתופעות, למושגים ו寥תהליכים בתחום המדעים השונים (לוחות 3, 6).

איסוף הנתונים ועיבודם

הבחן נמסר לתלמידים בכל כיתה שבמוגם ונאסף מיד בסיוםו. המורים נבחנו בזמן ההשתלמות ומסרו את המבחן בתום הביצוע. בשני המקרים, הנבדקים סימנו האם לדעתם ההיגד הוא נכון או לא נכון. הנתונים הגולמיים נוחחו בניתוח ראשון שאיתר את התפלגות התשובות של הנבדקים (ענו על נכון – נכון; ועל לא נכון – לא נכון). בהמשך המאמר יוצגו: **אחווי הצלחה של המורים;** הצפי של המורים את הצלחת התלמידים; **אחווי הצלחה של הלומדים** בדרגות הכיתה השונות; הממוצע הרב שכבתי ומידת המובקות של ההפרש בין קבוצות הלומדים ובין הלומדים והמורים כפי שהתקבלו בשיטות שונות של הממצאים.

הציגת התוצאות וניתוחן

בלוחות 2 ו-6 מפורטים אחוזי:

1. התשובות הנכונות של המורים (בכל היגד)

2. ההצלחה של התלמידים לפי צפי המורים.

3. התשובות הנכונות של התלמידים בכיתות ז', ח', ט'.

בלוח 2 מוינו ההיגדים בהתאם לאחוזי ההצלחה של המורים והתלמידים באربעה תחומיים: 0 עד 25; 26 עד 50; 51 עד 75; 76 עד 100.

בכל תחום קיימות העמודות הבאות:

1. ציוני מורים – אחוז תשובה נכונות לכל היגד. 2. צפי מורים לגבי תלמידים.

3. ציוני תלמידים בכיתה ז'. 4. ציוני תלמידים בכיתה ח'. 5. צינוי תלמידים בכיתה ט'.

בכל תחום מופיעים אחוזי התשובות הנכונות להיגדים התואמים המיוצגים על ידי מספריהם (ראו לוח 6). **בכל עמודה** ערוכות התשובות לפי קושי פוחת.

תשובה 2: הטענות הפלגיות בשני גורמים מורות, צעף, מורים ותלמידים (אתרי התושבות והבוגרים) (1) 25-0 (2) 50-26 (3) 75-51 (4) 100-76 (5) 75-51 (6) 100-76 (7) 50-26 (8) 75-51 (9) 100-76 (10) 25-0 (11) 50-26 (12) 75-51 (13) 100-76 (14) 25-0 (15) 50-26 (16) 75-51 (17) 100-76 (18) 25-0 (19) 50-26 (20) 75-51 (21) 100-76

שידג רגינַי. התפלגנות לרמות היישג בהתחם למקובל במערכת הינען. שידג עטודת: **סוח** הספרות השומאי הושע % הענינים נכון על הינען ה-**סוח** הספרות תימני הושע מט הריגד. בכל תחום נערכו ההוגרים בסלים קושי יירד.

המשך הצגת התוצאות הוא לפי הסעיפים הבאים:

1. **הישגי המורים** (ידע מורים).
2. **הישגי התלמידים וההתקדמות מכיתה ז' ועד כיתה ט'** (יעילות ההוראה).
3. **הקרבה בין רמות הצלחה של המורים ושל התלמידים – השפעת ידע המורים על הצלחת תלמידיהם.**
4. **הקרבה בין צפי המורים והצלחת התלמידים – השפעת המודעות של המורים לקשיי התלמידים על הצלחת התלמידים.**

הישגי המורים

הישגי המורים טובים בדרך כלל, ותשוביთיהם התרცו, רובן המכريع, בתחום הגובה (لوح 2): כ-70% מהигדים הנבדקים היו ברמת הצלחה שבין 76% ו-100%; ב-23% מההיגדים, אחוזי התשובות הנכונות היו בתחום 51%-75%; ב-7% מההיגדים הייתה רמת הצלחה מ-50%-55%; ו-5% מההיגדים הופיעו ברמת הצלחה של 5%-25%. **במיון** תשוביות המורים בשרגג יותר מחמיר, בתחום אחוזי הב�ירה שמעל 50% (لوح 3), מתרצצות תשוביות המורים בסקלנות הגבוהות. היו היגדים שע-100% מהמורים ענו עליהם נכון. גם בשרגג זה, ל-51% מההיגדים התקבלו ציונים של 86% ומעלה. הצלחה של 76% מהמורים בהיגד מסוים יכולה להיחשב לקבילה, אבל במקרה זה, לכברע מבין הלומדים יהיו מורים שהיגד מסוים זה. היגדים ייחסבו קשים כאשר 76% ומטה מהמורים ענו עליהם נכון (ראו להלן). ב-14 היגדים, הצלחת המורים הייתה נמוכה עד נמוכה יחסית – בין 30% ל-76% (لوح 4). ההיגדים האלה ערוכים בلوح 3 בסדר של קושי יורד.

לוח 3: התפלגות באחזois של תשובות נכונות של מורים בדרגות קושי שונות (שרג מחמיר)

מספר הינד	ההיגד	4. קל	3. בינוני	2. קשה	1. קשה מאוד
50 - 0	רמת הצלחה	100 - 86	85 - 71	70 - 51	50 - 0
30	דילול של שכבות האוזון גורם להתחממות של כדור הארץ.				36
47	אדי המים והפחמן הדו-חמצני מאפשרים את מעבר קרינת השמש אל פניו כדור הארץ.				33
50	רוח היא תנעה של אוויר הנע במקביל לקרקע ממוקם אחד למקום אחר.				25
52	לגרם אחד מים ב- 4°C יש נפח גדול יותר מאשר לגרם אחד מים ב- 0°C.				31
61	הצמיח קולט מים דרך השורשים והעלים.				11
61	בלילה לחות האוויר גוברת יותר מאשר ביום.				5
63	אויר הוא תרכובת של גזים.				14
69	המים מתחממים במשך כל החימוט.				26
71	ערפליים הם גזים המרחפים באוויר.				17
71	אדי המים והפחמן הדו-חמצני בוולעים את קרינת החום הנפלטת מכדור הארץ.				34
71	עטיפה בנייר אלומיניום מצויה לשימור חום או קור.				39
73	מד-טמפרטורה "לח" הוא מד שבתוכו גז למידידת הטמפרטורה.				19
76	לחות האוויר מתיחסת לכמות המים שיש באוויר.				2
76	מד-טמפרטורה "לח" הוא מד שבתוכו נוזל למידידת הטמפרטורה.				18
77	הוספת אנרגיה חום בעת היינוך הקרתת תגרים לעליית הטמפרטורה של המים בסביבת הקרה.				30
81	ארון שהציאו ממנו החיצים הוא ארון ריק.				1
84	כוס ללא משקה היא כוס ריקה.				16
84	ערפל הוא קבוצה גדולה של טיפיות מים המרחפות באוויר.				35
85	אם טמפרטורת האוויר עולה - גם לחות האוויר עולה.				3
87	כשעכמים מתחממים הם קולטים חום.				21
88	כשעכמים מתקררים הם קולטים קור.				24
90	בטמפרטורת אוויר נרמה, כמות אדי המים ברוחיה זהה לכמות אדי המים שבטמפרטורת גבואה.				8
90	אויר מתקרר, מתכווץ ויורד אל המיקומות הנמוכים.				23
90	כל עלי החיים בריאים עד לטמפרטורת גוף של 37 מעלות חום.				28
90	הסודר שאנו לובשים מחמס את גופנו.				37
90	צמר יכול לחמס.				38
91	אויר מתקרר, מתפשט ויורד אל המיקומות הנמוכים.				7
91	אויר מתחמס, מתפשט ונע כלפי מעלה בכיוונים שונים.				10
93	טמפרטורת המים עולה בעת הרתיחה.				27
94	תרכובת היא צירוף של חומרים אחדים שיצרו חומר חדש.				22
94	אדיס אינם מתחממים ממשום שאינם נזליים.				29

(המשך לוח 3)

מספר הילגנד	ההיגנד	4. קל	3. ביונוני	2. קשה	1. קשה מאוד
	רמת הצלחה	100 - 86	85 - 71	70 - 51	50 - 0
6	אוויר מתחמס, מתכווץ וגע בכיוונים שונים.	97			
9	במדבר, הלחות היחסית לרוב גובהה.	97			
13	הפיקת מים נזליים לאדי מים מצריכה השקעה של אנרגיית חום.	97			
20	המאורר מקרר את האוור ולכון חשים בקרירות.	97			
4	במדבר, הלחות היחסית לרוב נמוכה.	100			
12	הרוח היא זרמי אוויר הנוצרים כתוצאה מתנועת עצים ונסיעת כל רכב.	100			
15	תערובת היא צירוף של חומרים אחדים שנשמרו התכונות של כל אחד מהם.	100			
32	כל אחד מהעצמים על פני כדור הארץ קולט ופולט אנרגיה.	100			
	מספר ההיגדים בכל דרגת קושי	20	11	5	3
	(%) התשובות נכונות בכל דרגת קושי	51	29	13	7

ההיגדים בלוח 3 מופיעים בסדר-קoshi יורד, ובכל תחום מופיעים ההיגדים השיכים לדרגת קושי מסוימת.
תשובות המורים מתרצצות בסולמות גבוהים, גם בשרגז זה. היו היגדים שבהם 100% מהמורים בחרו בבחירה הנכונה, וכמחצית המורים ממוקמים ברמת הצלחה שבין 86%-100%.

ЛОЧ 4: היגדים שבهم הצלחת המורים נמוכה יחסית וניתוחם (אחווי תשובות נכונות)

הערות	התשובה המקובלת במדוע	לא נכון ¹	נכון ¹	היגדי תוכן	מספר היגד
				תשובה ² מורה ²	
ערבוב "חומר באוזון" עם "אפקט החממה".	دلול שכבת האוזון מגביר את כמות ועוצמת הקרינה התת-סגולית המגיעה אל כדור הארץ.	30		דלול של שכבת האוזון גורם להתחממות כדור הארץ.	36
כמאנז'ית המורים אינם מבינים את הגורמים לי'אפקט החממה".	אדיבים ופחדן דו-חמצני אוטומטיים בתחום התת-אדום ושקופים בתחום הנראת.		47	אדיבים והפחדן הדו-חמצני מאפשרים את מעבר קרינת השמש אל פני כדור הארץ.	33
רכ 50% מגדריים נכון את המושג "רוחה".			50	רוח היא תנועה של אוויר העובר ממקביל לקרקע ממוקם אחד למקום אחר.	25
כמאנז'ית המורים אינם מכירים את anomalיה של המים.	למים ב- 4°C צפיפות מרבית ונפח מינימלי.	52		לגים אחד מים ב- 4 מעלות צלזיוס יש נפח גודל יותר מאשר 1- גrams מים ב- 0 מעלות צלזיוס.	31
ייתכן שהמורים חשבו גם על מים דרך העלים.	הצחים קולטים מים דרך השורשים ומיעוטם, מדבריים, גם דרך העלים.	61		הצחים קולטים מים דרך השורשים והעלים.	11
	קיים קשר בין לחות וטמפרטורה.		61	בלילה, לחות האויר גבוהה יותר מאשר ביום.	5
	אויר הוא תרכובת של גזים.	63		אויר הוא תרכובת של גזים.	14
המורים מתעלמים מוחום הכלמוס.	טמפרטורת המים אינה עולה כאשר יש שינוי במצב הצבירה.	69		המים מתחממים בשæk כל החיים.	26
תלמידים גם חלק מהמורים וחשבים שכיסוי באலומיניום שומר על טמפרטורה נמוכה.	האלומיניום הוא מוליך טוב של חום, מעביר את החום מהסתיבת לגוף ומעביר חום מהגוף לסביבה וכן לקירור האלומיניום גרע לשימירת חום או קור.	71		עטיפה בנייר אלומיניום מצוינת לשימירת חום או קור.	39
קיים חוסר הבנה בין אדים (ג') וערפל (טיפות מים).	אדיבים ופחדן דו-חמצני בולטים בתחום ה-IR, שהוא תחום קרינה הנgelתת מכדור הארץ.		71	אדיבים והפחדן הדו-חמצני בולטים את קרינת החום הנפלטת מכדור הארץ.	34
מושג טכנולוגי.	הعرفה הוא טיפות מים זעירות המרחפות באוויר והנטירות מירידת טמפרטורה ועלית הלחות היחסית.		71	ערפילים הם גזים המרחפים באוויר.	17
	לחות האויר כתיהשת לתלות היחסית.	73		מד-טמפרטורה "יבש" הוא מד שבטוחנו גז למידית הטמפרטורה.	19
	לחות האויר מתיהשת לכמות מוחלתת מתיהשת לכמות המים שבאויר.		76	לחות האויר מתיהשת לכמות המים שיש באוויר.	2
מושג טכנולוגי.	מכשייר למדידת הלחות.		76	מד-טמפרטורה "ללח" הוא מד שבטוחנו גז למידית הטמפרטורה.	18

- היגדים מסוימים הם נכוןים ואחרים אינם נכוןים. לכן בחלק מההקרים התשובה הנכונה היא "נכון", ובקרים אחדים התשובה הנכונה היא "לא נכון".
- אחווי התשובות הנכונות.
- בחשתלומות המורים יש לדגש כי המושג היומיומי "קרינת חום" מזוהה עם תחום מסוים בתחום האלקטרומגנטיות והוא בתחום הקרינה התת-אדומה.

חומר ידע של מורה בתחוםים שהופיעו בלוח 4, נרשם גם בתצפית שנערכה בכתית תלמידים שלא נכללו במדגם של מחקר זה. גם מורה זו שגתה בהיגדים המתקשרים לאיכות הסביבה, למטרולוגיה ולטכנולוגיה המופיעים בלוח 4, שבהם שגו מורי המדגם.

הישגי התלמידים

לפי לוח 2: **במדרג הקשה מאוד, 0%-25%**, נמצאו ההיגדים מעטים מאוד בכתיתות שנבדקו (ז', ח', ט'): 5% מההיגדים בכתיתה ט', כ-7% מההיגדים בכתיתה ח' וכ-15% מההיגדים בכתיתה ז'.

במדרג הקשה, 26%-50% תשובות נכונות לכל היגד, יש עלייה גדולה במספרי ההיגדים; אין הבדל משמעותי במספרי ההיגדים שבמדרג זה בין השכבות השונות. הצלחה של 50%-0% (בכל קבוצה) בהיגד מסויים תוגדר כהישג שלילי (לוח 5).

במדרג הבינוני, הישג חיובי נמוך, 51%-75% מהתשובות הן נכונות: כוללים בו כ-39% מההיגדים של תלמידי כיתה ז', כ-56% מההיגדים של תלמידי כיתה ח' וכ-39% מההיגדים של תלמידי כיתה ט'. יתכן שהישגים נמוכים יחסית של חלק מהתלמידים נובעים מהוראה שהכילה מידע מוטעה (ראeo: עבדו, 1999).

במדרג הקל (חיובי גובה), 76%-100%, כוללים כ-10% מההיגדים של תלמידי כיתה ז', כ-2% מההיגדים של תלמידי כיתה ח' וכ-30% מההיגדים של תלמידי כיתה ט'. ההישג הממוצע הרב-שבכתי של התלמידים התרצה סביר רמת ידע ביןונית, כמספרית אחווי הידע נעים בטוחה של 51%-75%. ההתפלגות קרובה לנורמלית: ריכוז חזק סביר רמה 3 וירידה בכיוון רמה 2 ורמה 4 (לוח 2), תשובה אחת ברמה 1 (לוח 2). ידע זה על פרישת הדעת של הלומדים נחוץ לפחות חומריים (מנץ ושטרואס, 1982).

הישג של תלמידי ט' נמצא גבוה משל תלמידי כתיות ז'-ח' (ראו לוח 4), 67% מהחוויי ההיגדים של תלמידי כיתה ט' היו בתחום החיוויי (הישג גובה מ-50%). אבל גם בכתיות ט', שלישי מההיגדים היו "שליליים" (33%). הישג חיובי נמוך (39%), הישג חיובי גבוה (28%). בכתיתה ז', 49% מההיגדים הם במדרגים החיוויים, רוב ההיגדים הם שליליים, ובין החיוויים (הישג העולה על 50%) הרוב הוא בתחום החיוויי הנמוך. בכתיתה ח' יש ציוניים חיוביים ל-61% מההיגדים, אך כמעט כולם בתחום החיוויי הנמוך. מכיתה ז' ועד לכיתה ט' קיימת מגמת עלייה באחווי העוניים שכן על ההיגדים השונים, מגמה המעידת על השפעה חיובית של ההוראה בחט"ב (לוח 5 ותרשים 1). מצא זה תואם את הידע של המורים המשתקף במחקר זה ואת ההתאמה בין ציוני הцеפי של המורים וצינוי הלומדים (תרשים 1). אבל בדיקת ההפרש בין ממוצעי ההישגים של דרגות הכתית השונות מראה כי השינוי בין כתיות עוקבות אינו מובהק (לוח 6).

בתהום ההישג החיוויי הגבוה, אחוז ההיגדים יורד בכל הכתיות, כך שמספרית ההיגדים הם בתחום הבינוני.

ЛОЧ 5: השוואת רמת ההישגים של קבוצות המדגים

(**אחווי היגדים השליליים ואלה שבתחום החובי הנמוך והחובי הגבוה**)
(מכוציאי ז', ח': ממוצע כל דרגות הכתיבה: צפי מורים והצלחת מורים)

הצלחת מורים ³	צפי מורים ²	ממוצע כל הכתובת הכתובה	דרגות הכתיבה	ט'	ח'	ז'	קב' מדגם מדרג ב- % ¹
8	49	41	33	38	51		שלילי
23	23	45	38	56	39		חובי נמוך
69	28	15	28	5	10		חובי גבוה
92	51	59	66	62	49		סה"כ חובי

1. % תשובות שליליות וחוביות בהתאם בכל קבוצה.

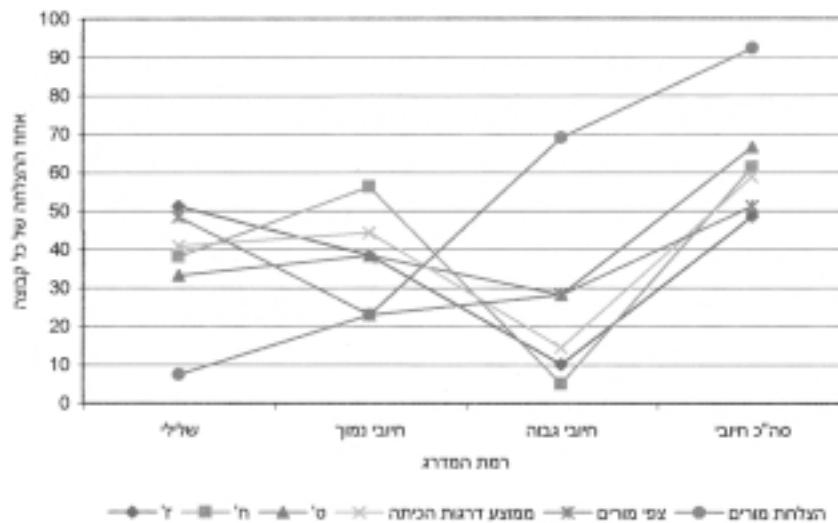
2. צפי של המורים את הישגי התלמידים, ראו להלן.

3. מתאים לוח 1.

תשובות שליליות: פחות מ-50% תשובות נכונות.

תשובות חיוביות: יותר מ-50% תשובות נכונות.

תרשים 1: הישגי המורים לעומת הישגי התלמידים בכל מדרג



תרשים 1 מצביע על דמיון מסוים בין צפי המורים והישגי הלומדים, אך לא בין הישגי הלומדים והישגי המורים, העולמים עליהם בהרבה. כמו אצל Osborne & Fryberg (1985), הצלחת המורים גבוהה במידה ניכרת מזו של התלמידים בגיל 13-15. בהיגדים אחדים בנושאים שונים, כגון שמרית הטמפרטורה ועוד, הצלחת התלמידים הייתה נמוכה במיוחד (פחות מ-50%, לוח 6).

ЛОח 6: אחוז התשובות הנכונות של המורים לכל הינד לעומת אחוז התשובות הנכונות של התלמידים לפי (צפ) המורים והישגיהם הלומדים

מספר פריט	הפריטים									
	циון ציון לפי דרגות ביתה			# היגדים שבהם יש של כל הבדלים בין תשובה מורה לבין תשובה מורה	לא נכון		נכון		מזהם	
	ט'	ח'	ז'		ט'	ח'	ז'	ט'	ח'	
1	ארון שהוצאו ממנו החפצים הוא ארון ריק.	h	g	f	e	d	c	b	a	
2	לחות האויר מתיחסת לכמות המים שיש באוויר.	h	g	f	e	d	c	b	a	
3	אט טמפרטורת האויר עולה, גם לחות האויר עולה.	84	49	24	52	+	16	81		
4	בSEMBר, הלחות היחסית לרוח נמוכה.	80	74	75	76			93	76	
5	בלילה, לחות האויר גבוהה יותר מאשר ביום.	67	54	49	57	+	52	85		
6	אויר מתחמם, מתקוץ ונע ב.Conditionים שונות.	69	68	59	65			84	100	
7	אויר מתקדר, מטופש וירוד אל המקומות הנמוכים.	47	53	54	51	+		66	61	
8	בטempturah אויר נמוכה, כמות אדי המים ברוחה זהה למאות אדי המים שבטempturah אויר גבוהה.	74	70	77	74	+	67	90		
9	בSEMBr, הלחות היחסית לרוח גבוהה.	68	54	56	59		86	97		
10	אויר מתחמם, מטופש ונע כלפי ⁰ עליה Conditionים שונים.	80	67	69	72	+		86	91	
11	הצקת קולט מס דרך השורשים והעלים.	27	32	35	31	-	53	61		
12	הרוח היא זרמי אויר הנוצרם הונצחה מהמנועת עצים ונסיעת כל רכב.	98	91	86	92		72	100		
13	הpicת מים נוזלים לאדי מים מצרייה השקעה של ארג'ית חום.	93	92	85	90			83	97	
14	אויר הוא תרכובת של גזים.	31	7	24	21	+	30	63		
15	תערובת היא צירוף של חומרים אחדים נשמרו הטענות של כל אחד מהם.	78	56	66	67			83	100	
16	כוס ללא משקה היא כוס ריקה.	84	52	38	58	+	23	84		
17	ערפליים הם גזים המרכיבים באוויר.	39	23	46	36	+	28	71		
18	מד-טמפרטורה "לח" הוא מד שהטורכו נזול למדידת טמפרטורה.	38	62	36	45	+	42	76		
19	מד-טמפרטורה "יבש" הוא מד שבתוכו גז למדידת טמפרטורה.	71	56	44	57	+	40	73		
20	מאוויר מקרר את האויר, ולכך ישים קרירות.	81	61	61	68	+	19	97		
21	כשעצימים מתחממים הם קופטים חום.	58	65	54	59			93	87	
22	תרכובת היא צירוף של חומרים אחדים שייצרו חומר חדש.	90	74	89	84	+		96	94	

הצלחת המורים בהיגדים "נכונים".

0
00
000
0000 צפוי המורים בהיגדים "נכונים".

הצלחת המורים בהיגדים ה"לא נכונים".

0
00
000
0000 צפוי המורים בהיגדים ה"לא נכונים".

המשך לוח 6)

מספר פריט	הפריטים	נכון		לא נכון		# השבטים יש בינו תשבותם בין הבדלים	ציון מומוצע של כל דרגות היכייתה ז' ח' ט'	ציון כיתה לפי דרגת כיתה	
		ט' ז'	ח' ג'	ט' פ'	ח' א'			ט' ד'	ח' ב'
23	אויר מתפרק, מתכווץ ויורד אל מקומות נגוכים.						83	90	a b c d
24	כשעיצים מתפרקם הם קולטים קו.			+	23	88			
25	רוח לא תונעה של אויר הנע במקביל לקרקע ממוקם אחד במקום אחר.			'			68	50	
26	הימים מתחממים במשך כל תחיונים.			' +	21	69			
27	טופורטורה המים עולה בעת הרתיחה.			' +	28	93			
28	כל בעלי החיים בראים עד לטופורטורה גור של מעלות חום.			+	50	90			
29	אדים אינם מתחממים משום שאינם נזוליים.			'	34	94			
30	הססת ארגנטינה חום בעיתון הקרת תחרותם לליית הטנוף-טורחת של מים שבבנת הקרה.			'	24	77			
31	לגרם אחד מים ב- 4 מעילות צלסיוס שי נפח דלוי יותר מאשר לגרם אחד מים ב- 0 מעילות צלזיוס.			-	41	52			
32	הארץ קופט ופלט ארגונה.			'			73	100	
33	אדי הימים והחמון הדו-חמצני נאפשרים את מערכ קרינית השימוש אל נני כדור הארץ.			' -			58	47	
34	אדי הימים והחמון הדו-חמצני בולעים את קרינת החומר הנפלטת מכדור הארץ.			' +			56	71	
35	ערפל הוא קבוצה ודולה של טיפות מס מפוחחות באוויר.						92	84	
36	דילול של שכבת האוזן גורם להתחומות כדור הארץ.			' -	15	30			
37	הטודר שאנו לבושים מלחמס את גוננו.			' +	20	90			
38	הצמר יכול להמס.			'	14	90			
39	עטיפה בניר אלומיניום מצויה לשימור חום או קור.			' +	28	71			
סך הכל		952	2010	1114	1148				
ציוו מומוצע בעמודה		38	80	80	82				
ציון מורים ממוצע כולל צפי מורה ממוצע כולל (משקל)						59	81		
(22)	(18)	(19)	(18)			(27)	(17)	(ס.ת.)	

מקרה לעמודה 7:

- + = גובה של תשובות מורים נכונות ו- % נמוך של תשובות תלמידים נכונות, לדעת המורים.
- = נמוך של תשובות מורים נכונות ו- % נמוך של תשובות תלמידים נכונות, לדעת המורים.
- 0000 צפי מורה – מהו **הציוו** שיקבו התלמידים בהיגז זה, **לדעתך** (מורה)? – חלק מהמורים הניחו כי התלמידים "ישגו" ולכנן יענו בשונה מהם, **אבל** תשובות התלמידים הייתה נכונה, ולכנן היו מקרים של ציפוימורה נמוך מאשר % התשובות הנכונות של התלמיד.
- "+" מסמן הפרש חיובי גדול בין הצלחת המורים לבין הצפי שלהם לגבי הצלחת התלמידים.
- "+" מבטא התאמנה בין צפי המורים והצלחת התלמידים (הפרש שאינו עולה על רמת קשיי אחת ±).

ЛОЧ 6א': בחינת המובחנות של ההפרשים בין הציונים של קבוצות המדגם השונות

ציון לפי דרגת כיתה			לא נכון		נכון			
ט'	ח'	ז'	ציון ממוצע משותף של כל דרגות הcliffeה	צפי-מוראה	תשובה מורה	צפי-מוראה	תשובה מורה	
h 60	g 52	f 50	e 54	b 38	a 80	b 80	a 82	ציון ממוצע
						59	81	ציון ממוצע, כולל-מורים/ צפי מורים (ס.ת.)
(22)	(18)	(19)	(18)			(27)	(17)	רמת המובחנות t p
h:g 1.64 ל.מ	g:f 0.377 ל.מ	h:f 1.97 ל.מ					a:b 5.46 ***	רמת המובחנות t p
e:h 1.29 ל.מ	e:g 0.47 ל.מ	e:f 0.85 ל.מ	a:e 6.71 ***			b:e 0.256 ל.מ		רמת המובחנות t p

*P<0.05 ; **P<0.01 ; ***P<0.001

למרות ההתקדמות של הלומדים מז' לט', אין הפרש הממוצעים מובהק, ברמה של $0.05 < p$, ממוצע צפי המורים תואם את הציון הממוצע של התלמידים (אין הפרש מובהק).

ככל, הישגי התלמידים משקפים ידע ביוני עד נמוך. ממצא זה דומה לنتائج הסקר הבינלאומי האחרון מ-1999 (זובסקי, 2002) לגבי תלמידים בחטיבת הביניים.

ידע מורים, צפי מורים את תשובות התלמידים והשואותם להישגי התלמידים המורים צופים שב-50% מהיגדי התלמידים יהיה הישג חיובי (הצלחה מעל 50%): בכיתה ז', כ-50% מהיגדים יהיו בתחום החיובי, בכיתות ח'-ט' – מעל 60% מהיגדים יהיו בתחום זה. אבל המורים צופים יותר היגדים בתחום החיובי הגבוה ופחות היגדים בתחום החיובי הנמוך משתקבל בפועל. בהקשר זה, מודעות טוביה יותר של המורים הייתה מבטיחה יתר הצלחה אצל הלומדים.

הישגי התלמידים בכיתה ז' נופלים מהצפי של המורים, כשרוב ההישגים הם בתחום החיובי הנמוך. קיימת עלייה בהיגדים בתחום החיובי הגבוה מעבר מיח' לט'. בהבחנה בין חיובי נמוך וחיבוי גבוה, צפי המורים בחיבוי הגבוה תואם את הממצא של כיתה ט. מסתבר שהמורים פסימיים מדי בנוגע להיגדים שהגדירו כקשים מאוד, ואופטימיים

mdi בקשר להיגדים שהגדירו כקלים. תוצאה מעניינת שהתקבלה מהאנליזה של לוח 6 היא שהמורים מעריכים את ההיגדים ה"לא נכונים" כקשים יותר לתלמידים מוהיגדים ה"נכונים". ממוצעו הישגי המורים בשני הסוגים הם כמעט שווים: 82 ו-80. אך הצפוי שלהם הוא 80 ו-82 בהתאם (ראו גם לוח 2). גם בכך צודקים המורים – ככל שרמת הלומדים נמוכה יותר, גדול הפרש בין הישגיהם שלהם בהיגדים שהתשובה הנכונה עליהם היא כן, לבין אלה שהתשובה הנכונה עליהם היא לא. לרמות הסטיות הקטנות בין מצוי צפי המורים ומוצאי הידע של הלומדים, למורים הערכה ראלית באשר ליכולת התלמידים להציג הישג ברמה של עובר או נכשל (תרשים 1): בשותם הידג לא צפו הישג של 100%, ב-8 היגדים שבהם למורים הישגים גבוהים, סומן צפי נמוך שתאים במידה מסוימת את הישגי הלומדים. מודעות זו של המורים הכרחית להוראה תקינה וללמידה משמעותית. הממצא נוגד מחקרים קודמים, שבהם הערכו המורים שהתלמידים יענו כמוותם (Watts, 1988; עבדו, 1999), ומתאים לעלייה הדרגתית (לא מובהקת, לוח 6) בידע הלומדים כפי שאutorה במחקר (תרשים 1).

בחינת המודל: היחסים בין הצלחת המורים, הצפי שלהם והישגי התלמידים

לוח 7 מדגים את המודל המנחה שהוצע למחקר זה. מובאות בו דוגמאות להיגדים התואימים את הנחות המודל לגבי ידע המורים ומודעותם לעומת ידע התלמידים והתקדמותם מכיתה ז' לכיתה ט'.

מתוך 39 ההיגדים שבמבחן, נבחרו (ללא 7) 14 הפריטים המציגים בצורה ברורה את הנחות המודל לגבי הישגי התלמידים והתקדמותם כפונקציה של הישגי המורים ומודעותם. במקבץ הראשון והשלישי יש דגימה של פריטים שבהם קיימת התאמה בין צפי המורים ותשבות הלומדים, כאשר במקבץ השלישי מודגש הדמיון בין ציונים נמוכים של המורים וציוניים נמוכים של הלומדים. במקבץ השני יש צפי-מורה גבוהה, אך תשבות התלמידים נמוכות ממנו, ואילו בחלק הרביעי – צפי-מורה נמוך משולב עם הצלחת המורה. בלוח 8 המוחלך לשלווה חלקים (ואו להלן), מוצגים כל ההיגדים ונבחנת מידת התקפות הסטטיסטיות של המודל:

א. היגדים שבהם ציוני המורים אינם גבוהים מ-76¹ (המודגרים ידוע מורים נמוכים).

ב. היגדים שבהם ציוני המורים גבוהים מ-76, אבל הצפי שלהם נמוך מ-76 (ציון מורים עובר).

ג. היגדים שבהם ציוני המורים גבוהים מ-76 וגם הצפי שלהם גבוהה מ-76 (ידע עובר וצפי-מורה גבוהה).

¹ המספר 76 הוא שירורי והוא מותאם להגדרת "עובד" של משרד החינוך. הערך 55 שהופיע מקודם, תואם להישג הנמוך של הלומדים (ראו להלן).

ב-7: השוואות דען מורים - תלמידים, ידע תלמידים והתקדזותם - איגמה מהרשות המודול המנהה

לא נכון	לא נכון	המדרדים	מספר פריט
נכון	הישגי מורים	כפי-הישגי מורים	הנדרדים
מטעני כל דרגות הכתה	הישגי צפוי- מורה תלמידים	כפי-הישגי מורים תלמידים	ברגט ביתה
א-ב-ט	ט' ח' ז'	ט' ח' ז'	הפריט
תשבות מורים ותלמידים בגנותם ותוממות צפוי מורים	תשבות מורים נזילאים לאדר מים מצריכה השקעה של אנרגיה יותר.	תשבות מורים נזילאים לאדר מים מצריכה השקעה של אנרגיה יותר.	22
72	80 67 69 86 91	80 67 69 86 91	13
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	10
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	21
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	23
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	4
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	בכיוונים שונים.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	במקרה, החלטות לרוב הנוכחות.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	אויר מתקרר, מהנוויו ויוד אל המיקומות הנומייכם.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	אויר מותה היחסית לרוב הנוכחות.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	במקרה, החלטות לרוב הנוכחות.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	אויר הוא תרכובות של גוים.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	דילוגי של שכבות איזוגן גורם להתחממותם של דורו הארל.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	לנים 1 מים ב- 40° – מים נבה גدول יתרה לאשר למים ב- 30°.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	הצמאות קולט מים דרד השורשים והעלים.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	אדים אינס מתרמימים משותם שאינס נזיליים.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	הסודר שארן לובשים מתחם את גונפו.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	כשעוצמיהם מתקווים הם קולטים קור.
תשבות מורה גבירה צפוי-מוראה	59 58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	58 65 54 93 87 57 65 48 83 90 69 68 59 84 100	מאויר מקרר את רואויר, ולכך וחיש בקריםות.

הישגים באזוריים בכניסה להשתנות מנהליים את מידת התחזקותם. דוגמאות של צפ' מורה, התאום תשובה תלמיד, ראו גם לוח ៦៩.

**ЛОЧ 8 (א', ב', ג'): השוואת הישגי המורים לצפימורה ולציווילטלייד ברמות גובהות
ונמוכות מ-16**

ЛОЧ 8а: Цион мора аину говоа м-16			
цион - ученик a	циони - учитель b	циони - учитель c	число единиц
24	15	30	36
46	58	47	33
67	68	50	25
54	41	52	31
31	53	61	11
51	66	61	5
273	301	301	סה"כ
46	50	50	ממוצע
(14.6)	(18.0)	(11.4)	(с.т.)

ЛОЧ 8а: כל ההפרשים אינם מובהקים (ראו להלן)

ЛОЧ 8б: Цион мора говоа м-16 Циони - мора нмоук м-16			
цион - ученик a	циони - учитель b	циони - учитель c	число единиц
52	16	81	1
57	52	85	3
41	47	91	7
21	30	63	14
58	23	84	16
36	28	71	17
45	42	76	18
57	40	73	19
68	19	97	20
50	23	88	24
27	21	69	26
30	28	93	27
66	50	90	28
63	34	94	29
23	24	77	30
48	56	71	34
45	20	90	37
40	14	90	38
30	28	71	39
857	595	1554	סה"כ
45	31	82	ממוצע
(14.5)	(12.9)	(10.1)	(с.т.)

ЛОЧ 8б: כל ההפרשים אינם מובהקים, ממוצע הישגי תלמידים גבוה באורך מבחן מצפי המורים, ונופל במדד מחשגי המורים (ראו להלן).

(המשך לוח 8)

לוח 8ג': ציון-מורה וציון צפי - מורה גבאים מ-61			
מספר פריט	צין - מורה c	צין - מורה b	צין - תלמיד a
2	76	93	76
4	100	84	65
6	97	79	65
8	90	67	74
9	97	86	59
10	91	86	72
12	100	72	92
13	97	83	90
15	100	83	67
21	87	93	59
22	94	96	84
23	90	83	57
32	100	73	67
35	84	92	67
סה"כ	1303	1170	994
ממוצע	93	84	71
(ס.ת.)	(7.2)	(8.6)	(11.1)

הישגי התלמידים נמוכים ברמה מובחנת מצפי המורים.
 הישגי התלמידים נמוכים ברמת מובחנות גבוהה מהישגי המורים.
 צפי המורים גבוהה ברמה מובחנת מהישגי התלמידים (ראו להלן).
 ממוצע ציוני המורים גבוהה מהממוצע בלוח 8ב' – פריטים אלה נחשים לקלים!

ЛОЧ 8ד': בוחינת המובחקות (t test) של ההפרשים בין הציונים בלוחות 8א'-8ג'

ЛОЧ 8а': Цион мора не высокий (менее 61)			
цион - ученик a	цп - учитель b	цион - учитель c	
46 (14.4)	50 (18.0)	50 (11.4)	многоточие (с.т.)
a:b 0.49	c:b	c:a	не значимо
ЛОЧ 8б': цион-мора высокий (61 и выше); цп-мора низкая (менее 61)			
цион - ученик a	цп - учитель b	цион - учитель c	
45 (14.5)	31 (12.9)	82 (10.1)	многоточие (с.т.)
a:b 3.1 **	c:b 9.7 ***	c:a 13.1 ***	небольшие различия в высоте: цп - учитель t цион - учитель d
ЛОЧ 8г': цион-мора и цп-мора высокие (61 и выше)			
цион - ученик a	цп - учитель b	цион - учитель c	
71 (11.1)	84 (8.6)	93 (7.2)	многоточие (с.т.)
a:b 3.3 **	c:b 3.2 **	c:a 6.2 ***	небольшие различия в высоте: цион - ученик t цион - учитель p

*P<0.05 ; **P<0.01 ; ***P<0.001

ЛОЧ 8а': все различия между учителями и учениками, кроме, высота знаний учителей и учеников.

ЛОЧ 8б': все различия между учителями и учениками, кроме высоты учителей в возрасте, отличаются от высоты учителей.

ЛОЧ 8г': высота учителей выше, чем у учеников, кроме высоты учителей.

Цифры учителей ниже, чем у учеников.

Результаты учителей выше, чем у учеников.

ЛОЧ 8г': Рמת המובחקות של ההפרש בין ציון מורה בלוח 8ב' לציון מורה בלוח 8ג'

цион - мора (ЛОЧ 8б') a	цион - мора (ЛОЧ 8г') b	сах"в
1303	1554	многоточие
93 (7.2)	82 (10.1)	(с.т.)
	a:b 3.4 **	t p

*P<0.05 ; **P<0.01 ; ***P<0.001

Рама мовхекот між цион мора в лох 8б' та цион мора в лох 8г' відображає, що відмінності між учениками та учителями в лох 8г' більші, ніж в лох 8б'.

לוח 9 (א', ב', ג'): מידת ההתאמנה בין צפי מורה לבין תשובה תלמיד והשוואתה לציון המורה

צפי-מורה תואם 9 ג'					צפי-מורה גבוהה 9 ב'					צפי-מורה נמוך 9 א'										
הפרש בין צפי-מורה וציון תלמיד אינו עולה על 15 נקודות					הפרש חיובי גבורה בין צפי-מורה וציון- תלמיד					הפרש שלילי גבורה בין צפי-מורה וציון- תלמיד										
מספר הigid	צפי-מורה	ציוון- תלמיד ^ו ממוצע	הפרש	ציוון- מורה	מספר הigid	צפי-מורה	ציוון- תלמיד ^ו ממוצע	הפרש	ציוון- מורה	מספר הigid	צפי-מורה	ציוון- תלמיד ^ו ממוצע	הפרש	ציוון- מורה	מספר הigid	צפי-מורה	ציוון- תלמיד ^ו ממוצע	הפרש	ציוון- מורה	
	c	b		a		c	b		a		c	b		a						
5	66	51	15	61	21	93	59	34	87	20	19	68	-49	97						
10	86	72	14	91	23	83	57	26	90	1	16	52	-36	81						
22	96	84	12	94	35	92	67	25	84	16	23	58	-35	84						
33	58	46	12	47	6	79	59	20	97	29	34	63	-29	94						
14	30	21	9	63	4	84	65	19	100	24	23	50	-27	88						
34	56	48	8	71	2	93	76	17	76	38	14	40	-26	90						
7	47	41	6	91	9	86	59	17	97	37	20	45	-25	90						
32	73	67	6	100	15	83	67	16	100	28	50	66	-16	90						
30	24	23	1	77																
25	68	67	1	50																
27	28	30	-2	93																
39	28	30	-2	71																
18	42	45	-3	76																
3	52	57	-5	85																
26	21	27	-6	69																
8	67	74	-7	90																
13	83	90	-7	97																
17	28	36	-8	71																
36	15	24	-9	30																
31	41	54	-13	52																
20					8					8										סה"כ ההיגדים
56					22					22										% ההיגדים
	1009	989		1480		696	509		731		202	444		715		סה"כ ממוצע				
	50	49		74		87	63		91		25	55		89						
	(23.8)	(21.0)		(19.2)		(5.4)	(6.4)		(8.7)		(11.8)	(10.2)		(5.1)		(ס.ת.)				

הפריטים בלוח 9 מסודרים מההפרש המרוחק ביותר מטוויה צפי מורה ועד לנקודת המינימום הקרובה ביותר צפי-מורה תואם, כאשר:

ציפי-מורה תואם: ההפרש בין הציונים אינו עולה על 15%(+/-) ואינו יורד מ-15%(-). ההיגדים ערוכים מההפרש החוביי המרוחק ועד לתואם ביותר, וממנו ועד להפרש המרוחק השלילי.

ציפי-מורה נמוך: ההפרש בין הציונים נמוך מ-15%.

ציפי-מורה גבוהה: ההפרש בין הציונים גבוהה מ-15%.

ו. ממוצע של כל דרגות הכתה.

**ЛОЧ 9ד': בוחנת רמת המובחנות של מידת התאמה בין צפימורה לבין תשובה התלמיד
וההשוואה לציון'מורה**

צפי-מורה תואם 9ג'				צפי-מורה גבולה 9ב'				צפי-מורה נמוך 9א'				
צפי- מורה	ציווֹן - תלמיד ממוצע	ציווֹן - מורה	צפי- מורה	צפי- תלמיד ממוצע °	ציווֹן - מורה	צפי- מורה	צפי- מורה	ציווֹן - תלמיד ממוצע °	ציווֹן - מורה	צפי- מורה		
C	b	a	c	b	a	c	b	a				
50 (23.8)	49 (21.0)	74 (19.2)	87 (5.4)	63 (6.4)	91 (8.7)	25 (11.8)	55 (10.1)	89 (5.1)	ממוצע (ס.ת.)			
a:c 3.4 ***	b:c 0.2	a:b 3.9 ***	a:c 1.3 ל.מ	b:c 7.8 ***	a:b 7.3 ***	a:c 14.2 ***	b:c 5.2 ***	a:b 8.5 ***	רמת המובחנות t p			

*P<0.05 ; **P<0.01 ; ***P<0.001

[°] ממוצע של כל דרגות הכתיבה.

הצלחת מורה נמוכה (לוח 8א')

בلوح 8א' נאספו היגדים שבהם ציון המורה אינו עולה על 61. בהיגדים אלה, גם הצלחת התלמידים היא נמוכה – ציון אחד 67 והיתר פחות מ-55. ממוצע ציוני התלמידים הוא 45.5, ואין הבדל משמעותי בין הציונים הממוצעים של המורים, הצפי הממוצע שלהם והציון הממוצע של התלמידים.

בסקירה על הישגי המורים נכתב כי היחיד שבו ציון המורים אינו עולה על 76, נחשב להיגד קשה (מוגדר בו ידע מורים מוגבל). לפיכך נבדק גם ידע התלמידים התואם לכל ההיגדים המופיעים בلوح 4.

ממוצע ציון המורים הוא 62, ואילו הציון הממוצע (44) של התלמידים בהיגדים אלה נמוך מאשר בلوح 8א' וממוק במידה ניכרת מהציון הממוצע של התלמידים בכל ההיגדים. החישוב שנערך בשתי הדגימות (لوح 8א' וلوح 4) מבדיק את הנחתת המודול שידע מורים נמוך מוביל לידע תלמידים נמוך וכן שיש לשאוף להצלחת מורים העולה על 76.

ידע מורים סביר עד גבוה וצפי נמוך (ציון מורה < 61 וצפי תלמיד > 61 [لوح 8ב']) בلوح 8ב' נמנעו 19 היגדים שבהם ציוני המורים עלו על 61, ואילו הצפי שלהם את תשובהות תלמידיהם מתרפרש בין 14 ל-66. ציוני התלמידים מעידים על כך שההיגדים הללו אכן היו קשים לסטודנטים (ממוצע הציונים של התלמידים הוא 45%), אבל ב-7% (47%) מבין ההיגדים האלה, ממוצע ציוני התלמידים גבוה באופן משמעותי מהצפי של המורים. הציון הממוצע של התלמידים גבוה באופן משמעותי מהצפי של ממוצע ציון המורים (لوح 8ב'). ב-58% מההיגדים בلوح 8ב' איתרנו התקדמות מכיתה זו לט' בחלק מההיגדים הייתה התקדמות מרשימה של 20 נקודות ומעלה (היגדים 1, 16, 19, 20, 26, בلوح 6). מקבצת ההיגדים שלلوح 8ב' בחרנו היגדים שבהם ציוני המורים היו גבוהים בהתאם ל^סף העובר (لوح 9א'), ובchnerו את ממוצע ההישגים של המורים, את הצפי שלהם ואת הישגי הלומדים. בדוגמה זו מודגשת במיוחד מודעות המורים, כאשר ממוצע ציוני המורים היה 69, ואילו ממוצע ציוני הלומדים – 55, כלומר גבוה ב-30 נקודות ממוצע צפיפותמורה שהוא 25. נמצא כי בכל היגד מדגימה זו יש הפרש העולה על 15 נקודות בין ציון הלומדים והצפי, למרות שלא נעשתה בחירה מודעת של ההיגדים לפי קריטריון ההפרש (קריטריון הבחירה היה, כאמור, הצלחת מורים < 67). ב-63% מההיגדים האלה איתרנו התקדמות של הלומדים, בהם 3 ההיגדים שהתקדמות הלומדים בהם הייתה מרשימה. ראוי לציין גם היגד 19, שבו ציון המורה (37) מתקרב לדרישה של הסף העובר (67), ובו הפרש חיווי של 17 נקודות בין ציון התלמידים והצפי של המורים וכן התקדמות מרשימה מכיתה זו לכיתה ט' (لوح 6). הערכת המורים את ההיגדים קשימים, בשילוב עם ידיעתם הסבירה (ציונים

הulosים על 61, לוח 8ב'; או כאשר שעולים על 76, לוח 9א') את התשובות הנכונות, גרמו להם להזכיר די זמן לחרואת היגדים אלה בהתאם לידע המקביל ולהסבירות הטובה (התשובה הנכונה הייתה ידועה להם, ציונים גבוה). כתוצאה לכך, הצלחת הלומדים הייתה גבוהה מכך המורים, במיוחד בקטגוריות ח-ט', ובחולק מההיגדים ראיינו התקומות מרשימה מכיתה ז' לט', המUIDה על הוראה עיליה. השילוב בין ידע מורים גבוה ומודעות מורים גבוהה אכן הניב הצלחה גבוהה יחסית של הלומדים.

דוגמאות להיגדים שבהם התקשו הלומדים (ולא המורים):
היגד 16 – מקור הקושי הוא הגדרת הריק. נסבאום ונווביק (1982) טוענים כי תלמידי חטיבת הביניים מתकשים לקבל את **קיום ה"ריק"** שבין החלקיים. הגדרת חלק מהתלמידים את הריק מותאמת לאו של דקרט שדחה את רעיון הריק. השיפור החדרgotiy בתוצאות משקף שיפור בידע כתוצאה מלימוד. בשלב של כיתה ט', כשהרוב תשובה הלומדים בנושא זה נכונות, כדי לחזור להסביר של המודל החלקי ולדעת בעיית הריק.

היגד 24 – כמחצית מהתלמידים טעו בהיגד זה. **תשובה התלמידים מתייחסות לדיכוטומיה חום-קור, ולדעתם שני המושגים שקולים:** אם נוסף לגוף חום, הוא מתחם, ואם נוסף לו קור, הוא מתקרר. אבל בפיזיקה: **קור מציין הידר חום, וכשגוון מתרקרר הוא פולט חום.**

הפרש גבוה בין צפי להישג נרשם גם בהיגד 2 – הרוח נוצרת על ידי תנועת העצים, תשובה הניתנת על ידי ילדים צעירים – גיל 3-5 (פיאז'ה, 1972); צפי המורים היה 72, בהניהם שבממוצע 28% מהלומדים יבחרו בתשובה השגויה האופיינית לצעירים. ציון הלומדים היה 92 (בממוצע).

המסקנה: בгиילים שהמחקר חל עליהם, התשובה שלפיה הרוח נוצרת על ידי תנועת עצים היא נדירה מאוד (לוח 6). בעזרת לוח 8ג' ניתן להגדיר איזה מבין שני המשתנים הבלוויתי תלויים של המחקר הוא המשתנה המשפיע יותר על הישגי הלומדים.

הצלחת מורה גבוהה וצפיפות מורה גבוהה (ציון מורה > 61 צפי < 61, לוח 8ג')

בלוח 8ג' נמנים 14 היגדים שבהם גם ציוני המורים וגם ציוני הצפי שלהם גבוהים. המורים הערכו את ההיגדים האלה בקלות ושיערו כי הלומדים יצליחו בהם. ציוני הלומדים היו גבוהים למדי. אמנים ההיגדים היו קלים יחסית, אך לא כמו שהמורים צפוי; הציון הממוצע של הלומדים נמוך משמעותית מציון המורים ואף מציון הצפי (לוח 8ג'), ובחולק מההיגדים נמצאו הפרשים חיוביים וגובהם בין צפי להישג (ראו להלן). בחלק מההיגדים שהישגיהם הלומדים בהם נמוכים מ-70%, יכולן שאפשר היה לשפר את הישגי הלומדים (היגדים: 4, 6, 9, 15, 21, 23, 32, 35) אם הייתה מודעות גבוהה של המורים. ההיגדים שנראו למורים קלים לתלמידים, היו הקלים ביותר גם

למורים. עובדה זאת היא שהקטינה את מודעותם לגבי היכולת הבינונית של הלומדים. כל ציוני ה-100% של המורים נכללו בראשימה זו. הציון הממוצע של המורים בראשימה המופיעה בלוח 8ג', 9ג', גבוה משמעותית ($p < 0.02$, $t = 2.82$) מזה שהופיע בלוח 8ב', מרות שחרישיות לא נבחרו במכoon בדרכו זו (קריטריון הבחירה היה צפימורה). ברוב היגדים המופיעים בלוח 8ג' (79%), קיימת התקדמות, אך היא מועטה בלבד (לא עולה על 10 נקודות). מסקנתנו היא כי ההתקדמות שנפתחה בין CITOT ז' וט' היא תוצאה של ידע המורים, ואם מודעות המורים הייתה גבוהה יותר, התקדמות החטמדיים הייתה רבה יותר. ב-8 היגדים מתוך לוח 8ג', שבهم המורים הצלחו ברמה של 76%-100% (תקן מחמיר לידע מורים) והערכו שהתלמידים יצליחו ברמה גבוהה, בין 76% ל-93%, הצלחת התלמידים הייתה ביןונית, ציוניהם חיוביים, בין 57% ל-76%, והഫכים בין ציוני צפי המורה ובין ציוני התלמידים היו חיוביים וגבויים למדוי. מעלה מ-50 נקודות (לוח 9ב'). המורים הערכו היגדים אלה קלים ולא הערכו נcona את הקושי של התלמידים, ובבמקרים קודמים אובייחנה כאן אופטימיות מופרצת של המורים. **לדוגמה:** היגד 6 – המורים ענו נcona (ציון 79) והערכו היגד זה קל יחסית, ואילו ציון התלמידים (59) היה נמוך מהערכת המורים (97) ב-20 נקודות. נמצא זה מדגש את חובה המורים לבחון את ידע הלומדים כדי להעריך נcona את קשייהם ול釐ח את חוויתם. גם ידע המורים וגם מודעותם חיוניים להצלחת התלמידים ולהתקדמותם. צירוף חיוני הוא אףוא ידע מורים בסף עובר (76) ורמת מודעות גבוהה של הקושים של הלומדים.

התאמה בין צפי המורה ותשובות התלמידים (לוח 9ג')

בhiveids רבים (לוח 9ג') תאמו ציפיות המורים את הציונים הממוצעים של התלמידים. הצלחת התלמידים בפריטים אלה נעה בין 21% ל-90%; המורים צפנו נcona היגדים שהיו קשים לתלמידים והיגדים שהיו קלים להם (לוח 9ג', טרישס 1). פיזור גבוה של ציונים של מורים ותלמידים התבטא בסטיות תקן גבוהות. לא נמצא הפרש משמעותי בין הציון הממוצע של צפימורה וציוון הלומדים, אך קיים הבדל משמעותי בין ציוני המורים והתלמידים (לוח 9ג'), המובהקות בלוח 9ד!

השימוש ב מבחני היגדים כמבחן ידע

لسיכום תוצאות המחקר יובאו מספר הערות לגבי "מחקרי היגדים". מחקר היגדים הוא קל לביצוע, ולכן יכולים להיות לו שימושים בהשתלמיות מורים ובחינת הידע של הלומדים. עם זאת, קיימים פגמים מתודולוגיים בסיסי בסוג זה של מחקרים, כי נבחנים בעלי ידע נמוך נוטים להסכים להיגדים המוצגים בפניהם. הסכמה זו יוצרת חוסר

איון בין הצלחות בהיגדים שהתשובה עליהם היא "כן" (היגדים נכונים) ובין הצלחות בהיגדים שהתשובה עליהם היא "לא" (היגדים לא נכונים), ותופעה זאת אותרת במחקרנו (ראו גם: Aikenhead, 1987). בהישג המורים אובייחן רק הבדל קטן ולא משמעותי בין היגדים נכונים ולא נכונים, לעומת הבדל ברוגת מובחנות גבוהה בצד המורים (אשר הערכו נכון את הישגי תלמידיהם). ברמת הישגי התלמידים, אוטר הבדל מובהק בהצלחות בין שני סוגים ההיגדים, אך האפקט הזה יורד בין כיתות ז' ויח' לכיתות ט'. ירידת באפקט זה עשויה לשמש מבחן נוספת להתקדמות הלומדים. מצא זה מחייב זהירות בפירוש התוצאות.

דיוון

מאמר זה מציג בדיקה כמותית סטטיסטית להנחות היסוד של התאוריה הקונסטרואטיביסטית.

א. בוחנת המודל

המשתנים הבלטי תלוויים הקשורים במורים שהוגדרו במחקר זה, הם ידע המורים ומידת מודעותם לידע מוקדם של הלומדים (צפי-מורה). מהנתונים עולה כי ידע מוגבל של המורים מוביל להישגים נמוכים אצל הלומדים ובולם את התקדמותם. נמצא כי תלמידים בתיכת לימודיהם בחטיבת הביניים (כיתה ז') ובסיומה (כיתה ט') הישגים נמוכים בהיגדים שבהם ידע המורים נמוך, בלי קשר לצפי המורה (מידת המודעות לידע הלומדים). מסקנה נוספת היא שאט ידע המורים יש לבחון בסוף עובר (מיון מחמיר), שבו 25% של הצלחה בהיגד מסוים נחשבת לבלי מספקת. גם בבחינה זאת של ידע המורים מתקבלים הישגים נמוכים לסטודנטים.

לממד הידע הוספנו את ממד מודעות המורים לידע הלומדים בהתאם לדרישה של אוובל (1968) ושל הקונסטרואטיביזם בכלל (Driver & Oldham, 1986). ממד המודעות נבדק כאן על ידי הצפי של המורים את הישגי הלומדים. היגדים שבהם הישג חיובי ($61\% >$ היישג), חולקו לשני סוגים: היגדים עם מודעות גבוהה של המורים המותבطة בצפי-מורה נמוך ($\text{צפי} > 61\%$) והישגים שבהם מודעות המורים נמוכה ($\text{צפי} < 61\%$). בהיגדים מסוימים שבהם הישגי המורים טובים, הצפי שלהם את הישג הלומדים היה נמוך במידה ניכרת מצוין הידע של הלומדים. השילוב בין ציון מורים גבוה והערכת נוכנה של קשי הלומדים, ככלומר מודעות גבוהה, הוביל לרוב את הלומדים לציון גבוה יותר משיעירו המורים. תוצאות אלה מוקצתו כאשר בוחרים בהיגדים שבהם ציון המורים עלה על 76%, אך ערך צפי המורה קטן מ-61%. בדוגמה זו ברווח ההפוך שבין צפי המורים את ידע התלמידים וציון התלמידים. בדוגמה מופיעים היגדים שבהם התקדמות הלומדים מכיתה ז' לכיתה ט' הייתה מעל 20 נקודות. לעומת

זאת, בהגדרים שהמורים הצליכו בהם במיוחד, אך מודעותם לключи הלומדים הייתה נמוכה (הציגו צפי גבוה) – ציון הלומדים היה נמוך במידה משמעותית מהצפי גם התקדמותם מועטה. המורים צפו לתלמידיהם ציון טוב, אך ציון התלמידים היהBINONI בלבד במקרים רבים. המורים החשבו נושאים אלה קלים לתלמידים, ולכן ניתן להניח שלא השקיעו בהם מאמץ הוראה מיוחדם, והתלמידים הצליכו אפוא פחות משצפו המורים. כדי שהתלמידים יתקדמו לימודייהם (צפיהם) לключи הלומדים. מבין המשותפים האלה, ידע המורים משפיע יותר על ההישגים של התלמידים (لوح 8ג'), אלא אם נאמר כי ההיגדים של לוח 8ג' הם אכן קלים והחצלה בהם טריינאלית, אבל סטירה זו היא בנויגוד להישגים הבינוניים בלבד של הלומדים. תוצאות מחקר זה מראות כי בניגוד למחקרים קודמים, הערכת המורים את הצלחת הלומדים הייתה בדרך כלל נכונה בסדרה שלמה של ההיגדים (لوح 9ג'). המודל המנחה שהוצע, נתמך על ידי התוצאות המדgesות את ידע המורה כתנאי הכרחי להצלחת התלמידים ואת מודעותו כתנאי לתקדמות גבואה. באופן דומה, נבחן המודל תחיליה בעזרת החיוץ של הציון 61 בلوح 8. אבל יצירתיות נוספחים במדגם ההיגדים הושאפה ואיששה אותן:

1. ידע-מורה נדרש הוגדר בתיקן מחמיר.
2. ידע-מורה נדרש, המשולב בце-פימורה נמוך, הוגדר בתיקן מחמיר (لوح 9א').
3. ידע-מורה נדרש, המשולב בצפי גבוה, הוגדר בתיקן מחמיר ונבדק על ידי דגימה מלאה (لوح 9ב').

בכל המקדים האלה התקבלה רמת מובהקות גבואה יותר להפרשים המשוערים. בכל המאמרים שבחנו את ההנחות של התאוריה הקונסטרוקטיביסטית בשתי החלופות שלה, לא נערך עדין ניסיון לכמת את ההשפעות המשוערות הנובעות ממודול זה. ניסיון זה נערך כאן ואושש על ידי הממצאים.

ב. המהפהכה בתכניות הלימודים והדגשת החשיבות של חקר ידע המורים
בתכניות של שנות ה-60 וה-70 הטריצה ההוראה בבית הספר היסודי, ובמידה מסוימת בחט"ב, במילויוות החקיר (כגון: התבוננות, רישום ופירוש של נתונים). עם המהפהכה שחלła בתכניות הלימודים בסוף שנות ה-80, שהוביילה להדגשת התכנים והמושגים בצד המילויוות, מודגשת יותר החשיבות של ידע המורים, ולפיכך יש לתת מקום גדול והולך לחקר הידע המושגי של המורים (Summers, Kruger & Mant, 1998). למורים הנדרשים להציג ידע בפני תלמידיהם, נחוץ ידע תקני בהתאם לתבנית המדעית המקובלת. גם ההוראה בשיטת החקיר, שבה מקור הידע הוא האינטרנט, למשל, מחייבת ידע משמעותי ותקני של המורים, מכיוון שחומרי למידה אלה לא עברו הערצת עמיתים

והם מכילים שגיאות הקשורות למבנה הדעת (Hewitt & Scardamalia, 1996). בספרי לימוד של התלמידים, וכן במדריכים למורה המשמשים מקורות ידע עיקריים למורים, נמצאו לעיתים שגיאות המתקשרות למבנה הדעת (עבזון, 1999; טל, 2001). לפיכך נדרשים המורים לידע תקני המאפשר קריאה ביקורתית של חומרה הלמידה והמדריכים למורה. חשיבות ידע המורים הופגנה גם במחקר זה שבו נצלה התאוריה הקונסטרוקטיביסטית (היחידנית והחברתית) כדי להגדיר מודל כמותי, הבוחן באמצעות אילו כלים ניתן להעריך את השפעת המורים על הישגי הלומדים והתקדמותם. מחקרים אלו הגיעו בבירור את חיוניות ידע המורים להצלחת הלומדים ואת חשיבותן של השתלמויות המורים.

ג. תחומי ידע שבהם התקשו המורים

בתחילת המאמר סקרונו את השלכות התאוריה הקונסטרוקטיביסטית על מיציאת מדדים לשיפור הישגי הלומדים. בסיכום המאמר אנו מתייחסים לתאוריה של הפיתוחה הקוריקולרי – תאוריה STSE (Science, Technology, Society and Environment) שהנחתה את יצריו תכנית הלימודים במדעים וטכנולוגיה בישראל. תאוריות אלה אינן סותרות האחת את האחרת, מאחר שהתאוריה הקונסטרוקטיביסטית מתייחסת לפיתוח החוראה והלמידה, ואילו STSE מנסה את בחירת התכנים. על פי תפיסת STSE, השאיפה היא לעצב חומרה במידה רב-תחומיים, המשלבים נושאים תלוקחים מתחום המדעים, הטכנולוגיה וידע הסביבה שישפרו כולם את הבנה של מדע, טכנולוגיה וסביבה (יחסים הגומליין) ויעלו את הישגי התלמידים בתחוםים אלה. פילוסופיה זו מדגישה את יחסינו הגומליין בין מדע וטכנולוגיה, ובמיוחד את השפעת הטכנולוגיה על החברה והסביבה. לפיכך היא מחייבת התמקדות מיוחדת בהיבטים טכנולוגיים וסביבתיים בהשתלמויות מורים.

סקר ידע המורים שנעשה כאן גילה חסכים חמורים דווקא בתחום התוכן של ידע הסביבה, למשל: טעות בהגדרת הסיבה לאפקט החממה וריבור בוין אפקט החממה והחור באוזן. חסכים אלה חמורים במיוחד לנוכח העובדה כי ידע זה חיוני להוראת הנושאים שבהם אנו מעוניינים במסגרת STSE. נמצא כי למורים בקיימות מועטה במידע התוכני הרלוונטי להוראה רב-תחומית כגון: הבנת אפקט החממה, הקשר בין אפקט החממה לחור באוזן (ראו גם: שוקרון, 2002), ידע על מכשירים טכנולוגיים ושימושיהם וידע בתחום המטאורולוגיה. בהתאם למודל שהוצע כאן, חסכים אלה יגרמו להישגים נמוכים אצל התלמידים.

למදנו שתלמידים (גם בכיתה ט'), כמורים, התקשו במיוחד בתחום מושגי הפיזיקה (אישיוני הטופרטורה תוך שינוי מצב הצבירה, היגד 30 בלוח 6 [ראו גם: מה-נעימים,

2001]) ואיכות הסביבה. המורים צפו תחומיים אלה כकשיים לתלמידים, וסביר להניח שהשיקעו מאמצים נוספים בהוראתם. אך במקרים מסוימים, היעדר ידע אצל המורים מנע מהם הוראה נאותה (כגון: הסבר אפקט החממה). כך התקבל הישג נמוך לתלמידים בהתאם למודל: הישgi מורים נמוכים מובילים להשיגי לומדים נמוכים. מסקנות אלה מדגישות את חשיבותם של סקרים להגדלת תחומי הקושי של המורים ולשיפור השתלמותם, כמוות מניתוח הממצאים של היגדי לוח 4.

ניתוח ההיגדים הקשיים למורים

מצאי לוח 4 מצבעים על מספר חסכים בידע המורים:

מושגים הקשורים לאיכות הסביבה: בהיגדים שענינים שכבת האוזן והתחומות כדור הארץ, הישgi המורים היו הנמוכים ביותר (פחות מ-50%). נמצא זה מתקשר לסקר של שוקרון (2002), שגם הוא הציע על הישגים נמוכים מאוד ב מבחנים שהוצעו לתלמידים בחטיבת הביניים, והוא תומך במצאים שהובאו כאן: ידע נמוך של המורים מוביל לידע נמוך של התלמידים.

מטאורולוגיה, מכשירים למדידת ונוסאים נלווים: היגדים שענינים ערפל, רוח, אונומליה של המים, לחות האוויר, מדידות טמפרטורה, השוני בטמפרטורה, השינויים במשתני האטמוספרה – כל אלה אוביחנו כקשיים, באחוז הצלחה של 76 ומטה. גם הידע הטריוויאלי כי האוויר הוא תערובת גזים, אוביון כקשה. במחקרים קודמים, אוביחנו קשיים אצל מורים ורוחי הוראה גם בקשר למוליכות חום במקומות (מה- נעים, 2001; Lewis & Linn, 1994), יש להוסיף למנין תחומי הידע שהמורים אינם בקיאים בהם. אוביינה הכלתיתר بما שנוצע לקליטת המים על ידי הצמחים, ומידע התואם צמחי מדבר מסויימים הוחל על כלל הצמחים. לעומת זאת, ניתנה הגדרה ממעיטה לרווח, הגדרה שלא כללה את זרמי האוויר העולים (הטרמיות) החשובים לתנועת העופות. נמצא המופיע בלוח 4 חשיבות מעשית מרבית בדיון שבו תכניות הלימודים מכוונות לרבתתחומיות, תוך ניסיון לאזן בין טכנולוגיה, מדע שימושי ומדע (מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, 1996). זאת, מכיוון שנמצא שהמורים התקשו מאוד בנושאים הקשורים למכשור. להשלמת הממצא, מהתקפיות שביצעו בכיתות שונות (שכטר, 2004) עלה כי המורים שגו בהיגדים המתקשרים לאקולוגיה, מטאורולוגיה וטכנולוגיה, וגם בנושאים ביולוגיים מסוימים המופיעים בלוח 4.

השתמויות לשתלים המורים

نبדקה ההשפעה של שני המשתנים הבלטי תלויים – ידע המורים ומודעותם לקשיי הלומדים – על הישgi הלומדים ועל התקדמותם. תוצאות המחקר הציבו על החינויות

של ידע מורים בציון סוף עובר מ-76% הצלחה ומעלה, להצלחת הלומדים. התקדמות הלומדים נמצאה, לעומת זאת, בהתאם עם המודעות של המורים לקשיי הלומדים. זאת, **בתנאי ששיעורם ההישגים של המורים עולה על 61%**, ובמיוחד כאשר שיעור זה עולה על 76%. המשקנה העולה מכך היא ש כדי לתמוך בהישגי הלומדים בכל דרגות הциיה, נחוצה רמת ידע גבוהה של המורים בשילוב עם מודעותם לקשיי הלומדים. בכלל תוכן הוראה שנבחר, יש לדאוג לרמת ידע הולמת אצל מורים (בתיקן מחמיר) ולמודעות גבוהה לקשיי הלומדים, כדי שהתערבותם תשפר את הישגי הלומדים ותתרום לתקדמותם.

במסגרות להכשרת מורים, יש לבצע סקר-ידע מוקדים לאיתור מושגים שבהם למורים הישג נזון, ובבנייה מערכת התנסויות ודיוונים לטיפול נקודתי במושגים אלה. במושגים אלה גם הישגי הלומדים נמנוכים כפי שהעלו תוצאות מחקר זה (ראו לוח 8א', 8ב'). יתר על כן, במהלך החשתלמות יש לנתח את כל המושגים השימושיים בתחום הדעת ולהגדיר את מידת הקשי שלם לגבי הלומדים. בambilים אחרות, יש להגדיר מודיעין יתקשה הלומדים בהבנת מושגים אלה למורותיהם ברורים למורים (לדוגמה: היגדים 1, 3, 27, 29). מודיעות גבוהה יותר של המורים תוביל לכך שבמושגים שבהם הצלחת הלומדים סבירה בלבד, נוכל לשפר אותה על ידי השגת מודיעות גבוהה יותר אצל המורים (לוח 8ג'). במצבים של לוח 6 ובולוחות 8א', 8ב', ו8ג' ניתן להשתמש כתרגילים שבמהלכו היגדים אלה וציוויליזציה מוצגים לפני המשתלמים, ולעורר את בעיות הידע והמודעות של המורים והשפעתן על הלומדים. כך גם ניצור דיון לשיפור נקודתי של הידע ולהגברת המודעות. למסקנות אלה השלכות לא רק על עיצוב השתלמויות המורים, אלא גם על שיפור תכניות ההוראה בתבי המדרש למורים.

מקורות הקשי של הלומדים

במאמר הודגש הצפי של המורים על ידע הלומדים כאחד המשתנים המשפיעים על הצלחת הלומדים. כדי להצליח בהוראה יש להציג את מקורות הקשי של הלומדים, מכיוון שמודעות למקורות אלה היא שתויל למצוות דרכי הוראה הולומות. בניתוח שיוואה כאן נציג במיוחד היגדים שבהם אובייחן חוסר הצלחה של התלמידים **בכיתה ט'**, ככלומר נסקור את נקודות חוסר הצלחה **בסוף הלימודים**.

בעיות מתחום המטאורולוגיה: מה קורה לאוויר כאשר הוא מתחכם (מתקרר)? בשולשת היגדים שדנים בכך (3, 7, 23), הציונים ביןוניים עד נמנוכים, למורת הצלחת המורים בהיגדים אלה. «תכן כי מקור הקשי הוא הרקשרים הסיבתיים המורכבים שבין המשתנים במערכת הטבעת, שמנדייה ומורכבותה עולים בהרבה על מערכת היכתה (המעבדה).

מהות האויר: נמצא כי התלמידים (כיתה ט') מתकשים להבחין בין המושגים תערובת ותרכובת.

דיכוטומית קור-חום: זהה תפיסה שגואה ידועה, שאותרה במחקריהם קודמים (מה-נעים, 2002), שבהם נמצא שמקור הקושי הוא היעדר הגדרה חד-משמעית של המושגים מתחמים/מתקרים והיעדר הבחנה בין עליית הטמפרטורה שמתרחשת בדרך כלל במהלך החימום, ובין העובדה שלא קיימת עלייה של הטמפרטורה במצב של השינוי במהלך הצבירה (היגדים 24, 26, 27, 30). תפיסה שגואה זואותה גם במחקר של Lewis & Linn (1994).

ערפל וען: יותר קושי בהגדرتם כעשויים מתערובת של גז וטיפות מים ולא מזא בלבד.

"חומרים חמים": חומרים מבודדים מוגדרים על ידי התלמידים כחומרים שהם יוצרו חום ומחממים. יש כאן שילוב של הצלחה גבוהה של המורים וכישלון של הלומדים. היגדים אלה מייצגים תפיסות מוטעות שנחקרו (Lewis & Linn, 1994). המורים אינם מודעים לקיום התפיסות האלה ואניעים ערים לקושי של הלומדים, והן לא טופלו במידה מספקת במסגרת ההוראה. תפיסה קונקרטית המציגת מיקוד מוגבל, הופגנה בהתייחסות למד-הטמפרטורה הלח (במקצת גם ליבש) (היגדים 18, 19).

רשימה חלקית זו של היגדים שצינו בהם נמלים מהגישה את חשיבותה של מודעות המורים לקשיי התלמידים (אף שהידע שלהם סביר) ואת הצורך בהגדרת מקורות הקושי של הלומדים כתנאי מוקדם להגדרת דרכי הוראה יעילות.

השתלמיות המורים חייבות לשאוף להגדלת הידע של המורים על תפיסות שגויות אצל לומדים, במיוחד בתחוםים שבהם הלומדים לא הצליחו. במחקר אותו גם תחומיים שבהם היו למורים ידע סביר ומודעות גבוהה, ולמרות זאת הישגי הלומדים והתקדמיות היו מוגבלים (היגד 30, לוח 6). כאן יש לחפש דרכי הוראה שיגדרו את סיבת הקושי של הלומדים ויתמודדו איתה. כדי להגבר את מודעות המורים, יש להפעיל דרכי לימוד קונסטורטיביסטיות בדומה למצופה מהם במהלך ההוראה לתלמידיהם: שילוב של פעילות ידנית (Hands On Activity), הגדרות מושגים וдинונים. מהלך זהה יאפשר למורים לפתח את מילויוֹןויות ההוראה והלמידה הדורשות להוראת תכנים בגישה ה-*STSE*, ולפתח, תוך כדי התנסות, מודלים מתאימים של הוראה בגישה חוויתית. המורים יבנו בעצמם ובתיווך המנהלים את הידע שלהם וישפרו אותו, תוך שימוש בסביבות למידה אינטראקטיביות, סביבות המנקות דרכי הוראה ולמידה פעילות המשלבות מושגים, תופעות ותהליכים מעולמו של התלמיד. תפיסה המתואימה ללמידה מסווג זה נוסחה על ידי Feher (1988).

של המורים והלומדים כדי להמשיך ולשפר את השתלמויות המורים ואת דרכי ההוראה.

מסקנות

1. ידע נמוך של מורים מוביל לידע נמוך של לומדים.
2. שילוב של ידע מורים גבוה (בת坤ן מהMRI) עם צפי נמוך לגבי ידע הלומדים מוביל להשיג לומדים גבוה מהצפוי.
3. שילוב של ידע מורים גבוה עם מודעות גבוהה שלהם (צפי נמוך) מוביל להתקדמות משמעותית של הלומדים מכיתה ז' לכיתה ט'.
4. ידע מורים גבוה בשילוב צפי גבוהה שלהם מוביל לידע ביןוני בלבד אצל הלומדים ולרמות התקדמות נמוכה.
5. ככל שרמת הידע של הלומדים נמוכה, הם נוטים יותר להסכים לנאמר להם ולענות בצורה חיובית לכל ההיגדים. הפער בין היצוניים של היגדים "נכונים" ו"בלתי נכונים" יורד עם הגדלת הידע.
במחקר זה ראיינו פער גבוה אצל הלומדים, אך לא אצל המורים.
למחקר זה משמעות בכל הנוגע להשתלמויות מורים וחסיבות תאורטית בכך שהוא מציג דגם **כמוני** הבזדק את השתתמויותו של המודל הקונסטרוקטיביסטי האינדיבידואלי והחברתי להצלחת הלומדים ולהתקדמותם.

ביבליוגרפיה

- בר, ו' (1992). השקפות של פרחי הוראה ומורים לטבע בבית ספר יסודי על מעבר בין נזול לגוז בימים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- ברנד, ר' (1995). מודל לתיכון, תכנית לסטודנטים עבור פרחי הוראה ויישומה בהוראת הכימיה למתחמים בטבע, עבודה לקבלת תואר דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- רוזובסקי, ר' (2002). המחקר הבינלאומי השלישי במתמטיקה ומדעים, מבט על תכניות הלימודים, הלכה למעשה בתכנון ללימודים, 17, עמ' 99-120.
- טל, א' (2001). ההבנה המשותפת של מורי בית הספר היסודי בנושא מג האוויר, עבודה לקבלת תואר מוסמך, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- יחיאלי, ת' (1998). במידה משמעותית והוראה משמעותית של מושגים והיגדים מדעיים, עבודה לקבלת תואר דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- מיצ, ר' ושטרואוס, ס' (1982). סקר תפיסות מורים ופרחי הוראה בנושא חום, עבודה לקבלת תואר דוקטור, האוניברסיטה העברית בתל אביב.
- משרד החינוך התרבות והספורט (1996), לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים.
- משרד החינוך התרבות והספורט (1998), לימודי מדע וטכנולוגיה בבית הספר היסודי.
- סלומון, ג' (2001). טכנולוגיה וחינוך בעידן המידע, אוניברסיטת חיפה.
- עבדו, ב' (1999). ההתאמנה בין תפיסות מושגים של מורים ותלמידים בין ישראלים ذובי ערבית, עבודה לקבלת תואר דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- פיאזה, ז' (1969). הפסיכולוגיה של הילד, ספריית פועלים, תל אביב.
- שוקרון, א' (2002). תפיסות של תלמידים ומורים בקשר לאפקט החכמה והחומר באזון, עבודה גמר, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- שכטר, ש' (2004). השפעת הלמידה בחממה הממוחשבת על האווירה בכיתה (משמעות והיחסים אצל תלמידים בחינוך התיישבותי, עבודה לקבלת תואר דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים).
- Aikenhead, G. S. (1987). High-school graduates' beliefs about Science-Technology-Society, III, Characteristics and limitation of scientific knowledge, *Science Education*, 71(4), pp. 459–487.
- Appleton, K. (1995). Students teachers' confidence to teach science: is more knowledge necessary to improve self confidence, *International Journal Science Education*, 17(3), pp. 357–360.

- Ausubel, D. P. (1968). **Educational Psychology – A cognitive view**, Holt, Reinhart and Winston, New York.
- Bliss, J. & Ogborn, J. (1994). Force and motion from the beginning, **Learning and Instruction**, 4(1), pp. 7–26.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). **Children ideas in science**, Milyon Keynes, Open University Press, London.
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A constructivistic approach to curriculum development in science, **Studies in Science Education**, 13, pp. 105–122.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom, **Educational Researcher**, 23(7), pp. 5–12.
- Feher, E. & Meyer, K. R. (1988). Shadows and anti-images: Children's conceptions of light and vision, **Science Education**, 72(5), pp. 637–649.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A. & Stanisstreet, M. (1993). Ideas of elementary students about reducing the “greenhouse effect”, **Science Education**, 77(4), pp. 375–392.
- Hewitt, J. & Scardamalia, M. (1996). **Design principles for the support of distributed processes**, <http://twilight.oise.utoronto.ca>.
- Howe, A. C. (1996). Development of science concepts within a Vygotskian framework, **Science Education**, 80(1), pp. 35–51.
- Koulaidis, V. & Christidou, V. (1999). Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implication, **Science Education**, 83, pp. 559–576.
- Kruger, C. & Summers, M. (1989). An investigation of some primary teachers' understanding of changes in materials, **School Science Review**, 71(255), pp. 17–27.
- Lewis, E. L. & Linn, M. C. (1994). Heat energy and temperature concepts of adolescents adult and experts: Implications for curricular improvements, **Journal of Research in Science Teaching**, 31(6), pp. 657–677.
- Novak, J. D. (1977). An alternative to Piagetian Psychology for Science and Mathematics Education, **Science Education**, 61(4), pp. 453–477.
- Nussbaum, J. & Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Towards a principled teaching strategy, **Instructional Science**, 11(3), pp. 183–200.

- Ogborn, J. & Bliss, J. (1990). A psycho-logic of motion, **European Journal of Psychology of Education**, 5(4), pp. 379–390.
- Osborne, R., Bell, B. & Gilbert, J. (1983). Science teaching and children's ideas of the world, **European Journal of Science Education**, 5, pp. 1–14.
- Osborne, R. & Freyberg, P. (1985). **Children's learning in science: The implication of children's Science**, Heineman Press, London.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1994). **Bibliography: Students' alternative frameworks and science education**, Institute for Science Education, Kiel, Federal Republic of Germany.
- Piaget, J. (1972). **The child's conception of physical causality**, Littlefield, Adams and co., Totowa, New Jersey.
- Summers, M. & Kruger, C. (1992). Research into English primary school teachers' understanding of the concept of energy, **Evaluation and Research in Education**, 6, pp. 95–111.
- Summers, M., Kruger, C. & Mant, J. (1998). Teaching Electricity Effectively: A Research-Based Guide for Primary Science, **International Journal of Science Education**, pp. 153–172.
- Vygotsky, L. S. (1986). **Thought and Language**, The MIT Press, Cambridge, Mass.
- Watts, D. & Zylbersztain, A. (1981). A survey of some children's ideas about force, **Physics Education**, 15, pp. 360–365.
- Watts, M. (1988). From concepts to curriculum signposts, **Physics Education**, 23(2), pp. 74–79.