

מחקרי גבעה

שנתון המכללה האקדמית לחינוך גבעת ושינגטון תשע"ט

כרך 1

עורכים:

פרופ' משה צפור
פרופ' אהרן מונדשיין
ד"ר אליסיה גרינבנק

מועצת המערכת:

פרופ' מיכאל אביעוז
פרופ' בנימין בר-תקווה
פרופ' אורציון ברתנא
הרב פרופ' שלמה זלמן הבלין
פרופ' שמיר יונה
פרופ' אהרן ממן
פרופ' אסתר עדי-יפה
פרופ' ישראל ריץ'
פרופ' אביגדור שנאן

עריכה לשונית

עברית: אודי לוינגר
אנגלית: יאיר האס

מזכירת המערכת: בת-שבע הרוש
עיצוב והפקה: צופית צחי

© כל הזכויות שמורות

תשע"ט 2019
ISSN 2664-553X

המכללה האקדמית לחינוך גבעת ושינגטון
ד"ר אבטח 79239, טל' 08-8511900
דוא"ל givaa@macam.ac.il
אתר המכללה www.washington.ac.il

תוכן

5	דבר ראש המכללה
9	דבר המערכת
13	רשימת כותבי המאמרים

שער ראשון | מקרא ופרשנותו

17	חוקי השמיטה בתורה בראי תרגום השבעים	משה צפור
37	מרד אהוד בן גרא ומציאותו של הר אפרים בעבר הירדן המזרחי	גבריאל ברזילי
51	"אם את עושה דל"ת רי"ש - מחריב את כל העולם" הערות לנוסחו של עמוס ה, יא ולפרשנות הערבית-היהודית עליו	יאיר צורן
55	'מושך עצמו ואחר עמו' בפירושו של הרב יוסף חיון	יוחנן קאפח

שער שני | חינוך

71	מה בין מנהיגות בצבא למנהיגות בהוראה	אליסיה גרינבנק ואיריס טמסוט
81	הערכת הקבוצה במעבדת המדעים בבית הספר	אילה רביב ואסתר אפללו
103	"ללכת עם האמת הפנימית שלי" סיפורי חיים של גננות - אשנב לתהליכי הבניית זהות מקצועית	ליאת מירב
137	תוקפנות בגן הילדים הברלי מגדר ומגזר	רינת כספי

שער שלישי | מוזיקה, ספרות ואמנות

155	האידיאות של בית המלוכה האירופאי באורטוריות העוסקות בבית המלוכה התנ"כי	אפרת בוכריס
185	קריאה סטרוקטורלית בשירתו המיתית של ק.א. ברתיני	רבקה קרוש
201	שימוש בחומרים תיעודיים באמנות עכשווית המתמודדת עם השואה (2005-2015)	רחלי ברגר
219	מהטלאי הצהוב אל הרגל: מסע אמנותי בין כוכבים וסמלים ביצירתה של האמנית סבינה סער	לאה מזור

שער רביעי | חינוך גופני ובריאות

239	קפיצה לגובה בסגנון מספרת	מירי שחף
263	גורמים ומניעה של טביעת ילדים ובני נוער במדינת ישראל / מאמר דעה	סיגלית אבוהצירא ודניאל מורן
277	היפגעות ילדים בישראל: השוואה בין ילדים ערבים ויהודים / מאמר דעה	סהאם אבו עביד ודניאל מורן

מחברי המאמרים

סיגל אבוחצירא

סטודנטית לתואר שלישי, בית הספר למדעי הבריאות, אוניברסיטת אריאל
sigal00000@gmail.com

סהאם אבו עביד

סטודנטית לתואר שלישי, בית הספר למדעי הבריאות, אוניברסיטת אריאל
sehamm1992@gmail.com

פרופ' אסתר אפללו

חוג למדעים וראשת רשות המחקר במכללת חמדת הדרום
ester@hemdat.ac.il

ד"ר אפרת בוכריס

חוג לתנ"ך והחוג לחינוך, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון
efratb@neto.net.il

ד"ר רחלי ברגר

חוג לאומנות, המכללה האקדמית לחינוך תלפיות; עמיתת שפיגל, המכון לחקר השואה ע"ש פינקלר, אוניברסיטת בר אילן; החוג לחינוך, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון
berger.rach1@gmail.com

ד"ר גבריאל ברזילי

חוג לתנ"ך, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון ומרכז יעקב הרצוג ללימודי יהדות
barzilg@gmail.com

ד"ר אליסיה גרינבנק

ראשת החוג לחינוך מיוחד, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון; החוג לחינוך וחברה והתוכנית לתואר השני בייעוץ ארגוני למוסדות חינוך, הקריה האקדמית אונו
alicia2@netvision.net.il

איריס טמסוט

מפתחת תוכניות בחינוך הפורמלי והבלתי פורמלי, משרד החינוך
iris20081@walla.com

ד"ר רינת כספי

ראשת החוג לגיל הרך, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון
rinatc10@gmail.com

פרופ' דניאל מורן

פרופסור מן המניין, המחלקה לניהול מערכות בריאות, אוניברסיטת אריאל
dani.moran@sheba.health.gov.il

ד"ר לאה מזור

חוג למקרא, האוניברסיטה העברית בירושלים
mazor.lea@gmail.com

ד"ר לiat מירב

חוג לגיל הרך, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון
liatmayrav@gmail.com

יאיר צורן

חוקר פרשנות המקרא הערבית-יהודית בימי הביניים
zorantirgumim@gmail.com

פרופ' משה צפור

פרופסור מן המניין (בדימוס) במחלקה לתנ"ך, אוניברסיטת בר אילן; ראש החוג לתנ"ך
וראש התוכנית לתואר שני בתנ"ך במכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון
moshezi1934@gmail.com

ד"ר יוחנן קאפח

חוג לתנ"ך, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון; דיקן הסטודנטים, מכללת
אורות ישראל
ykapah@gmail.com

ד"ר רבקה קדוש

חוג לספרות, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון
rivkkad@gmail.com

ד"ר אילה רביב

חוג למדעים, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון ומכללת חמדת הדרום
ayalaraviv1@gmail.com

ד"ר מירי שחף

חוג לחינוך גופני, המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון
mirile@washingtton.ac.il

הערכת הקבוצה במעבדת המדעים בבית הספר

אילה רביב ואסתר אפללו

תקציר

למרות הפוטנציאל הגלום בהערכת הקבוצה כדרך הערכה חלופית, כמעט שלא נחקרו מאפייניה של הערכה כזו בשיעורי מעבדה בבית הספר. ייחודו וחדשנותו של מחקר זה הם בהשוואה האמפירית שהוא עורך בין דוחות מעבדה קבוצתיים לעומת דוחות יחידניים במעבדת המדעים בבית הספר. במחקר השתתפו 67 תלמידות כיתה ז', שכל אחת מהן ביצעה ארבעה ניסויי מעבדה לשם למידת הנושא "נפח ומיומנויות למדידתו". התלמידות ביצעו חלק מן הניסויים באופן יחידני וחלק כחברות בקבוצה, ובהתאם כתבו את הדוח המסכם. 133 דוחות ניסוי הוערכו לקביעת נכונות המידע ומתן ציון לפי מחוון אחיד, מתוכם 108 דוחות עברו גם ניתוח טקסטואלי לבדיקת מאפיינים נוספים. הממצאים מצביעים על עדיפות מובהקת של הדוחות הקבוצתיים על פני אלה היחידניים. ממוצע הציונים של הדוחות הקבוצתיים היה גבוה יותר, ארגון הנתונים והמידע היה טוב יותר, והם הכילו טקסטים מפורטים ועשירים יותר, ודרכים רבות יותר לפתרון בעיות הקשורות בנושא הנלמד. עמדות התלמידות שנבדקו באמצעות שאלון סגור הראו באופן מובהק סטטיסטית שהן העדיפו את הלמידה וההערכה הקבוצתיות. ממצאים אלה מאתגרים את המורים למדעים לשלב את הערכת הקבוצה בהוראת המדעים במעבדת בית הספר.

תאריכים: הערכה חלופית; הערכה קבוצתית; למידה שיתופית; מעבדת מדעים בבית הספר; עמדות תלמידים

מבוא

במערכת החינוך מוצאים מגוון רחב של כלים ושיטות להערכת הישגים, כמו מטלות ביצוע, דיונים, עבודות חקר, פורטפוליו ועוד (בירנבוים, 1997). למעשה כבר בשנות ה-80 של המאה הקודמת הופיעה בקרב מורים דרישה לשלב דרכי הערכה נוספות מלבד הדרך המקובלת של מבחנים (עמרני, 2012). בהוראת המדעים, המשלבת ביצוע ניסויים במעבדות בית הספר, עולה גם שאלת דרכי הערכת התלמידים בשיעורי המעבדה. הלימוד במעבדה נועד לקדם למידה פעילה, לאפשר התנסות בחקר מדעי ולהגביר הניעה ללמידת מקצועות מדעיים (Hofstein & Lunetta, 2004). למידה במעבדה מפתחת גם מיומנויות טכניות וקוגניטיביות כגון חשיבה וחקירה מדעית, ומאפשרת ליצור הבנה טובה יותר של אופי המדע (Wang, Wu, Lee, Hwang, Chang, Wu, Chiou, Chen, Liang, Lin, Lo, & Tsai, 2014).

תפעולה של מעבדת מדעים בבית הספר, ציודה והכשרת המורים, מחייבים הקצאת תקציבים גבוהים שאינם נדרשים בסוגים אחרים של למידה עיונית. בבתי ספר רבים, כדי לקיים שיעורי מעבדה לכיתות גדולות (בין 30-40 תלמידים), נפוצה שיטה של חלוקת הכיתה לשתי קבוצות, כך שכל מחצית כיתה נכנסת למעבדה במועד אחר. הדבר גורר הפחתה עד כדי מחצית במספרם של שיעורי המעבדה. אחד הפתרונות הוא מעבדות וירטואליות באמצעות טכנולוגיות מחשב, אך בלמידה מסוג זה לא ניתן להשיג מיומנויות הנוגעות להתנסות וביצוע ניסויים באופן מעשי. פתרון אחר הוא לבצע את הניסויים במעבדה בקבוצות של בין ארבעה לשישה תלמידים, תוך הפחתת עלויותיהן של מערכות הניסוי ושל חומרים מתכלים. בדרך זאת גם ניתן לקיים שיעורי מעבדה רבים בלי הצורך לחלק את הכיתה. למידה שיתופית מסוג זה מזמנת גם גישת הערכה אחרת.

תוצר למידה מרכזי במעבדה הוא מסמך מסכם - דוח מעבדה, היכול לשמש כלי להערכת הידע וכישורי החקר של התלמידים. בישראל, תלמידי המגמות למדעים נבחנים בסוף לימודיהם התיכוניים באופן אינדיבידואלי לצורך הערכת יכולותיהם בביצוע מעבדת חקר בכימיה, בפזיקה ובביולוגיה. הם נדרשים לתכנן, לבצע ולדווח על ניסוי מעבדה כדי להוכיח ידע ומיומנויות של חקר מדעי. השאלה העולה היא עד כמה ניתן לבצע באופן יעיל את ניסויי המעבדה בקבוצות ולהיעזר בדוח המסכם ככלי להערכת יכולתו של כל יחיד בקבוצה?

במכוני מחקר ובאקדמיה נהוג לדווח על תגליות ופיתוחים באופן קבוצתי, ורוב המחקרים וסיכומי המחקר נערכים בשיתוף מספר חוקרים. למרות זאת, חלק ממורי המדעים אינם משוכנעים ביעילות של עריכת ניסויים (תכנון, ביצוע ודיווח) בקבוצות, ואפילו מתנגדים לכך מסיבות שונות, בהן האתגר המורכב להעריך את יכולתו של היחיד בקבוצה (Clyde, 1998).

נראה שהעיסוק בהערכה חלופית גובר, אך קשה למצוא מחקרים אמפיריים שבדקו את מאפייניה של הערכה קבוצתית כתוצר של למידה שיתופית במעבדת המדעים בבית הספר. במחקר זה השווינו בין דוחות מעבדה של קבוצות למידה קטנות לדוחות יחידניים במעבדת מדעים בבית הספר. בנוסף, בדקנו מהן עמדות התלמידים לגבי ההתנסות בלמידה שיתופית לעומת ההתנסות בלמידה יחידנית במעבדת המדעים.

סקירת ספרות

הערכה חלופית

ההערכה החלופית צוברת תאוצה בשיח החינוכי, במטרה למצוא תחליפים למבחנים ולהימנע מהשפעתם השלילית (Tan, 2013). אלה כוללים, בין השאר, תיוג תלמידים, חרדת בחינות הנובעת מהלחץ להציג הישגים גבוהים, ופגיעה במוטיבציה של תלמידים ומורים להעמקה בלמידה ובהוראה (Birenbaum, 2007).

מעצם טבעה – היותה חלופה לנוהל שגור – אין להערכה החלופית הגדרה ברורה, וחוקרים שונים מתייחסים אליה באופנים שונים, אך הדעה הרווחת היא שעל תהליך ההערכה להיות מעוצב כך שיעזור לתלמידים ויקדם אותם בלימודיהם (Johnson & Johnson, 1999; Tan, 2013). בעוד שההערכה המסורתית יעילה בעיקר במדידת הישגים והיכולות, ההערכה החלופית מבקשת להיות הערכה לשם למידה (בירנבוים, 1997; Birenbaum, 2007; Stiggins, 2005). ההערכה המסורתית נעשית על ידי המורה, לרוב בסוף תהליך הלמידה ובמנותק מההוראה, בעוד שההערכה החלופית עשויה להעריך גם תהליכים, היא נעשית בשיתוף הלומד, ויכולה להתבצע בשלבים שונים של תהליך הלמידה (Johnson & Johnson, 1999).

חלופות שכיחות להערכה המסורתית באמצעות מבחנים כוללות שלושה סוגי משימות (עמרני, 2012): א. עבודת חקר – מטלה לימודית זו פותחת בהצבת שאלה לבדיקה, והתלמיד מאתר ומארגן מידע לצורך פתרון השאלה. ב. מטלת ביצוע – על התלמיד מוטלת משימה כגון חקירה, תכנון פעילות, בניית דגם או משחק, ולאחר ביצוע המשימה עליו לסכם ולהציג את הנתונים ואת התוצאות והמסקנות. כתיבת דוח מסכם לאחר ביצוע ניסוי במעבדה היא דוגמה למטלת ביצוע שנבדקה במחקר הנוכחי. ג. תלקיט – על התלמיד להציג אוסף עבודות שהוא מפתח תוך כדי תהליך הלמידה. המשותף לכל שלושת סוגי המשימות הוא שכלי ההערכה שימש למעשה גם כלי עיקרי ללמידה.

חוקרים מפרטים דרכים נוספות להערכה חלופית, בהן ניתן למצוא הערכה הרדית של התלמידים זה את זה לגבי שיעורי בית ומבחנים, תצפיות על תלמידים בעבודתם, והערכה תוך כדי תהליכי למידה שיתופיים, ראיונות, עריכת מצגות ומיזמים קבוצתיים (בירנבוים, 1997; Johnson & Johnson, 1999). הערכה קבוצתית היא אחת מדרכי הערכה חלופית, התופסת מקום חשוב בתהליכים של למידה שיתופית.

למידה שיתופית והערכה קבוצתית

למידה שיתופית היא למידה אקטיבית המאופיינת בקבוצות למידה קטנות של שניים עד שישה תלמידים, והיא מבוצעת ומנוהלת על ידי כל חברי הקבוצה (Springer, Stanne & Donovan, 1999). למידה זו נמצאה יעילה בקבוצות גיל רבות ובתחומי דעת שונים, כמו מתמטיקה, טכנולוגיה והנדסה (Leikin & Zaslavsky, 1999), לימודי שפה זרה (Gillies & Alghamdi, 2013), מדעים מדויקים (Lord, 2011; Aydin, 2001) ומדעי הארץ והחברה (Chun-Yen & Song-Ling, 1999; Scheuerell, 2010).

במהלך הלמידה השיתופית מתקיימת הקשבה הדדית, במיוחד בשיעורי ביטוי עצמי ולימוד שפה (Han, 2015), או החלפה ושיתוף ידע באופן ישיר (Leikin & Zaslavsky, 1999), או תוך שימוש בטכנולוגיות מחשב שונות (Lou, Abrami, & d'Apollonia, 2001). הלמידה השיתופית היא גם הבסיס ללמידה מאתגרת המבוססת על פתרון בעיות - Problem Based Learning (Nicholl & Lou, 2012) ובלמידה מבוססת פרויקטים - Project Based Learning (Piccinini & Scollo, 2006).

בשל מגוון האפשרויות והגישות ללמידה שיתופית בקבוצות קטנות, הגדירו לאיקין וזסלבסקי (Leikin & Zaslavsky, 1999) את המאפיינים העיקריים לצורת למידה זו: התלמידים תלויים זה בזה בעבודתם השיתופית, סביבת הלמידה מאפשרת לתלמידים הזדמנויות שוות לשיתופי פעולה הדדיים לגבי משימות הלמידה ומעודדת אותם לתקשר, כל חבר קבוצה אחראי לתרום לעבודת הקבוצה ומחויב לתהליך הלמידה הקבוצתי, וסביבת הלמידה נבנית כך שתאפשר את קיום הדרישות הנ"ל.

רוב המחקר על למידה שיתופית מבוסס על התיאוריה של ויגוצקי (Vygotsky, 1978), הטוענת שלמידה כרוכה בהבניה פנימית של פעילויות חברתיות חיצוניות. הבניה זו כוללת שלושה תהליכים: ראשית, התלמידים לומדים לאמץ סמלים וסימנים שאחרים נעזרים בהם כדי לתאר תהליכים, תוך כדי ביצוע פעולות כגון שימת לב, הנמקה הגיונית ויצירת מושגים. בהמשך, תפיסות ורעיונות המבוטאים על ידי אחרים מאומצים באופן אישי, ולבסוף חלה טרנספורמציה כך שפעולות חיצוניות הופכות לפנימיות על ידי תהליכים התפתחותיים מנטליים ארוכי טווח. מכאן שיש ערך מוסף מובהק ללמידה שיתופית, שכן בזכות האינטראקציה החברתית ההדדית היא בונה יכולות קוגניטיביות נוספות שלא ניתן לבנות באותה מידה בסוגי למידה אחרים (Vygotsky, 1978).

מחקרים רבים מדווחים על יתרונות ברורים של למידה שיתופית בקבוצות קטנות, הן ללומד היחיד והן להישגים הקבוצתיים (ראו סקירתם של Lou, Abrami, & d'Apollonia, 2001). המאפיין העיקרי של למידה מסוג זה הוא לאו דווקא עצם היותה של הקבוצה קטנה, אלא המשמעויות שנגזרות מכך - כלומר שהיא מאפשרת למידה יזומה המבוצעת על ידי חברי הקבוצה, כאשר כל אחד מהמשתתפים יכול לבטא את עצמו ואת יכולותיו (Hsiung, 2012; Emmer & Gerwels, 2002). לעיתים התלמידים משמשים בתפקיד המורה,

וכך משתפים את חבריהם בידע ובתוכנות שלהם (Leikin & Zaslavsky, 1999). בין התועלות נמצא שתלמידים הגיעו להישגים אקדמיים משופרים (Hsiung, 2012), קידום מיומנויות חשיבה ופתרון בעיות (Black & Wiliam, 2006), ונצפתה עלייה במחויבות ובאחריות האישית והקבוצתית של התלמידים במשך תהליך הלמידה (Emmer & Gerwels, 2002).

כשבוחנים מהן המיומנויות הנדרשות בשוק העבודה העכשווי, הרי שיתרונות אלה מקבלים משנה חשיבות - למידה בקבוצות נמצאה יעילה בפיתוח מיומנויות של עבודת צוות, פתרון בעיות, והיכולת לנהל ביעילות נושאים שנויים במחלוקת בתוך קבוצת העבודה ומחוצה לה (Strommen, 1995). ללמידה זאת נמצאו גם יתרונות ביצירת אווירת לימודים רגועה ומעניינת ובהפחתת מתח וחרדה אצל התלמידים. בנוסף נצפה שיפור בריכוז ובהקשבה, וכן בקשרים בין התלמידים לבין עצמם ובין התלמידים למורה (Han, 2015).

הלמידה השיתופית אמנם נחשבת לסיפור הצלחה גדול, כפי שהיא משתקפת במחקרים רבים (Johnson & Johnson, 2009), אך נראה שיישומה בבתי הספר מוגבל ביחס ללמידה הפרונטלית שעדיין תופסת מקום מרכזי מאוד, ובהתאמה מיושמת ההערכה הקבוצתית רק לעיתים רחוקות (Clyde, 1998; Mehta & Kulshrestha, 2014; Lv, 2014). הערכה קבוצתית (Group assessment) מתייחסת להערכת הכישורים והיכולות של תלמידים הנוטלים חלק בקבוצה הלומדת למידה שיתופית (Johnson & Johnson, 1999), ותהליך ההערכה בודק את הקבוצה כולה ולא נעזר במבחנים פרטניים. הלמידה השיתופית וההערכה הקבוצתית מצריכות הכנה, אימון והכשרה של צוות ההוראה, כלומר שינוי מערכתי של תוכניות הלימודים ודרכי ההוראה, ואלה מצריכים השקעה מרובה של זמן ומשאבים, דבר שמרתיע מורים רבים. מורים מתקשים לשנות את גישת ההוראה ולהפוך ממלמדים של כיתה שלמה למנחים של קבוצות קטנות וחוששים לאבד שליטה על הכיתה כולה. כמו כן המורים חוששים שלא יספיקו להשלים את תוכני הלימוד המתוכננים. כך גם קשה למורים לשנות את תפיסת דרכי ההערכה שלהם המושרשת בהערכה יחידנית, והם לא תמיד יודעים כיצד לחבר מטלות או משימות המתאימות לקבוצה וכיצד להעריך ולתת ציונים לפרטים בקבוצה (Clyde, 1998; Champion, 2011).

יש קשר הדוק בין ההנחיות ללמידה, הלמידה עצמה והערכת הלמידה, כאשר ההערכה יש שלוש מטרות: בתחילת הלימוד - אבחון רמת הידע והכישורים הנוכחיים של התלמיד; תוך כדי הלמידה - ניטור ההתקדמות שלו לכיוון מטרות הלימוד; ובסוף הלמידה - מדידה מסכמת של הידע והמיומנויות שנרכשו (Johnson & Johnson, 1999). למידה בקבוצות מאפשרת תנאים שבהם ההערכה הקבוצתית הופכת להיות חלק מתהליך ההוראה, והתלמידים לומדים לא רק מהפעילות שלהם אלא גם מהתהליך שבו הם מעריכים את איכות עבודתם ואת איכות העבודות של עמיתיהם. תהליך של הערכה קבוצתית מאפשר ליצור הזדמנויות חשובות שניתן לנצלן לצורך תהליך הלמידה, כי גם תוך כדי ביצוע תהליך שמיועד להערכה (למשל בהגשת עבודה משותפת), נוצרים חילופי מידע, הסברים הדדיים ודיון אינטלקטואלי בין חברי הקבוצה. תהליך ההערכה הקבוצתית מספק את ההזדמנות והתנאים להפיכתה של זו לתהליך למידה יעיל, שבו התלמידים מוסיפים ולומדים מעצמם ומחבריהם (Johnson & Johnson, 1999).

בית ספר בווינה (גילאי 11 עד 18) אימץ גישה של הערכה קבוצתית כחלק משיטת למידה שיתופית במתמטיקה באמצעות מודל מעניין (Torres-Skoumal, 2001). התלמידים החלשים היו אחראים לציון הכללי של הקבוצה, ולכן הם עשו מאמץ מוגבר וגילו מוטיבציה גבוהה ללמוד ולהבין את הנושאים הנלמדים. בבית ספר זה הגישה הייתה שתלמידים ייבחנו בעולם האמיתי לא רק על חומר מסוים, אלא גם על היכולת לשתף את הידע שלהם עם אחרים ועל היכולת לעבוד עם עמיתים ולהציג את עצמם בפניהם. בתהליך ההערכה הקבוצתית התלמידים שאפו להצלחתו של האחר, יחד עם רכישת המיומנויות האישיות, החברתיות והארגוניות. מחקר אחר בדק את השפעתה של הערכה קבוצתית על הלמידה בקרב 56 סטודנטים לפסיכולוגיה (Griffin, McCown, Quinn & Driscoll, 1994). החוקרים לא מצאו שציוני הפרטים שנבחנו בקבוצה היו גבוהים יותר מהציונים במבחנים היחידניים של אותם הסטודנטים, אבל התברר שהסטודנטים נהנו מאוד להיבחן בקבוצות וחשו שהם למדו יותר דרך תהליך זה ושחררתם מהבחינה פחתה באופן משמעותי.

על אף הדגש המופיע במחקר החינוכי ליתרונותיה של למידה שיתופית, ידין ואורבך (Yadin & Or-Bach, 2010) טוענים כי הצלחתה של למידה שיתופית חייבת להיות מבוססת על קיומן של יכולות אינדיבידואליות שניתן לפתח רק על ידי למידה אינדיבידואלית. למידה יחידנית מכירה בכך שלכל לומד יש ייחודיות משלו, היא אינה מכילה אלמנטים של אינטראקציה עם לומדים אחרים, ודווקא בשל כך מקדמת מוטיבציה פנימית, אוטונומיה ועצמאות של הלומד (Yadin & Or-Bach, 2010). מחקרים המדגישים את תרומת העבודה היחידנית לאיכות הלמידה, טוענים שלעיתים קרובות הלמידה השיתופית מאבדת מהפונקציונליות שלה, ודווקא הלמידה היחידנית יכולה להגביר את העניין והסקרנות של הלומד (Hsiung, 2012). בהיעדר הכנה מוקפדת הכוללת פיתוח אסטרטגיות למידה מותאמות ואימון המורים, עלולות להתקבל תוצאות מאכזבות ללמידה שיתופית. לעומת זאת, נמצא שמתן משוב מפורט ותומך ללומדים יכול להוביל לעדיפות ברורה ללמידה יחידנית הנעזרת בטכנולוגיות מתקדמות (Lou, Abrami & d'Apollonia, 2001).

בנוסף, גם אם ההישג הכללי של למידה שיתופית הוא גבוה, אין זה בהכרח נכון לגבי כל פרט בקבוצה. ההטרוגניות של הקבוצה עלולה להוביל לפעילות סתמית ובלתי רלוונטית, ואף לפסיביות עד כדי ישיבה באפס מעשה של תלמידים מסוימים (Wolf & Fraser, 2008), מה שלא צפוי לקרות בלמידה יחידנית. בלמידה יחידנית מתוכננת היטב, הלומדים לקחו יותר אחריות, פיתחו למידה עצמאית ובלתי תלויה, נבנו אצלם יותר דרגלי עבודה ותרגול, וכל אלה תוך מודעות של הלומדים ליתרונותיה של הלמידה היחידנית (Yadin & Or-Bach, 2010). טענות אלו ממשיכות לאתגר את הצורך לחקור את הלמידה השיתופית ולבדוק את איכותה. במחקר הנוכחי נבדקה איכות תוצרי הלמידה השיתופית ביחס ללמידה היחידנית.

הערכת הקבוצה במעבדת המדעים בבית הספר

יש הסכמה רחבה על נחיצותה של מעבדת מדעים כחלק חיוני ואינטגרלי בתהליך הוראת המדעים (Olubu et al., 2010; Bordenstein, 2015). הלמידה מתוך חקר במעבדת המדעים תורמת לקידום התלמידים בפיתוח מיומנויות כגון חשיבה ביקורתית, פתרון בעיות, אנליזה, סינתזה והבנת השיטה המדעית (Hofstein & Lunetta, 2004). אך לא פחות חשוב מכך, עבודת המעבדה נמצאה כמקדמת פרמטרים לא קוגניטיביים כגון סקרנות, עניין, ביטחון עצמי, סיפוק ושביעות רצון, חוש אחריות, התמדה, שיתוף פעולה ותקשורת בין אישית ואהבת המדע (Hofstein, & Lunetta, 2004).

עם זאת, מעט מאוד דיווחים אמפיריים בודקים את יעילותה של למידה שיתופית והערכת הקבוצה כחלק מלמידה זו במעבדות המדעים בבתי הספר. כך למשל, אידין (Aydin, 2011) השווה למידה שיתופית בקבוצות קטנות ללמידה יחידנית במעבדת מדעים בקרב סטודנטים באוניברסיטה, ומצא שלמידה זו הייתה יעילה יותר באופן מובהק בקידום ידע אקדמי, בהכרת ציוד המעבדה ובפיתוח גישה חיובית ללימודים במעבדה. קייס (Keys, 1996) מצאה ששיתוף פעולה ודיון מילולי בעבודת מעבדה שהתקיימה בקבוצות תלמידים בכיתה ט' השפיעו על רמת הכתיבה של דוח מעבדה. היא גם הראתה קשר ברור בין האינטראקציה החברתית שהתקיימה בין התלמידים לבין השיפור ביכולותיהם הקוגניטיביות.

קיימות מספר דרכים להערכת תלמידים ולבדיקת יעילות ההוראה במעבדת המדעים. ניתן למצוא מבחני ידע ושאלוני עמדות, תצפיות על ביצועי התלמידים, מטלות ביצוע ופרויקטים יחידניים וקבוצתיים. כשהערכה היא קבוצתית, כל אחד מחברי הקבוצה אחראי לציון הכללי של הקבוצה, אך המעריך יכול להיות המורה, התלמידים או שניהם (Champion, 2011). מנגנון ההערכה ההדדית של התלמידים זה את זה נחקר רבות ובתנאים מסוימים אף נמצא יעיל למדי, אם כי אינו מתאים לכלל המורים. הסיבות העיקריות לכך נעוצות בחוסר התאמה שנמצא בין ציוני עמיתים לציוני המורים שניתנו לכל חבר קבוצה. כמו כן נדרש תהליך מסובך לחישוב הציונים האינדיבידואליים על פי צירוף ההערכות השונות של העמיתים בקבוצה, ולא כל מורה מוכן לבצע תהליך כזה (Champion, 2011). אך נראה שהסיבה העיקרית היא שלצורך ההערכה ההדדית נדרש תהליך הכנה יסודי לחברי הקבוצה, שבו עליהם ללמוד לא רק על חשיבות השיטה ומאפייניה, אלא גם - ובעיקר - על הדרך הנכונה ליישמה וכיצד על כל תלמיד להעריך את עמיתו (Champion, 2011).

במשך תהליך הלמידה וכתיבת דוח קבוצתי במעבדה, נוצרות הזדמנויות לאינטראקציות שונות בין התלמידים: משא ומתן, צפייה באחרים כיצד הם מגסים לפתור בעיות, ושימוש בשפה מדעית המייצגת רעיונות מדעיים ומקדמת למידת מדע (Keys, 1996; Olubu, 2015). האינטראקציה בין התלמידים תוך כדי ביצוע עבודת מעבדה, לצורך כתיבת הסברים מורכבים בסיכום המחקר או ברוח המעבדה, עשויה להיות קונסטרוקטיבית ולכלול פירוט והרחבה של המלל, הסברתו ושכלולו. ואכן, כפי שקייס דיווחה (Keys, 1996), הדיונים ההדדיים שנערכו במהלך כתיבת דוח המעבדה אפשרו לתלמידים להמליץ קשרים בין

רעיונות ולשקף אותם, לקיים דיונים ולהציג את טענותיהם, מה שהיווה גורם חשוב בעיצוב התפיסות והרעיונות של התלמידים. תוך כדי עבודת הצוות במעבדה וקיום דיונים וכתובה משותפים, נוצרו הזדמנויות ליחיד לצפות ולתרגל מיומנויות חשיבה גבוהות יותר תוך שימוש בסמלים מילוליים, חזותיים ומתמטיים, ותוך פתרון בעיות. מכאן נראה שעבודה שיתופית במעבדת המדעים יכולה לקדם את למידת היחיד ולתרום ללמידה פעילה ואיכותית במעבדות בית הספר (Springer, Stanne & Donovan, 1999).

למרות יתרונות אלו, ולמרות הידיעה כי בעולם המדעי האמיתי הלמידה וההערכה הן לרוב קבוצתיות, מורים רבים למדעים אינם משוכנעים ביעילותה של הלמידה השיתופית במעבדה ואפילו מתנגדים לכך (Clyde, 1998). המחקר הנוכחי בדק האם רמת הלמידה בקבוצות קטנות, כפי שהיא מתבטאת באיכות תוצרי הלמידה – דוחות המעבדה, אינה נופלת מלמידה יחידנית במעבדת מדעים בבית הספר. כמו כן, בדקנו מה חשבו הלומדות עצמן על הלמידה היחידנית והשיתופית במעבדה לאחר שהתנסו בשתי צורות הלמידה. שאלות המחקר היו:

1. מהם ההבדלים בין ציוני דוחות הניסוי הקבוצתיים לבין ציוני הדוחות היחידניים במעבדה?
2. מהו אופי ההבדל בין שני סוגי הדוחות מבחינת רמת פירוט התשובות, מספר הנימוקים ומספר הדרכים או הפתרונות שהוצעו?
3. מהן עמדות התלמידות על הלמידה וההערכה הקבוצתית ביחס ללמידה וההערכה היחידנית במעבדה?

מתודולוגיה

אוכלוסיית המחקר

במחקר השתתפו 67 תלמידות משתי כיתות ז' (בכיתה אחת 33 תלמידות ובכיתה השנייה 34 תלמידות). התלמידות למדו בבית ספר דתי המיועד רק לבנות, במחוז הדרומי של ישראל. הרמה הסוציו-אקונומית של התלמידות הייתה ממוצעת ושתי הכיתות היו הטרוגניות מבחינת רמת הלמידה. התלמידות תכננו, ביצעו ודיווחו על ארבעה ניסויים במעבדה, חלקם בקבוצות וחלקם באופן יחידני.

כלי המחקר

1. דוחות הניסוי: מבנה ארבעת הדוחות והשאלות שבו נלקחו מספר הלימוד "טבע החומר" (ספקטור-ליי, עורכת, 2011, אוניברסיטת בר אילן: הוצאת בונוס), בנושא מדירת נפח של מוצקים בצורות מוגדרות ובלתי מוגדרות ושל נוזלים בכלים שונים. בכל אחד מארבעת הניסויים קיבלו התלמידות בעיית חקר למדידת נפחים, והיה עליהן לתכנן את דרך המדידה, להציע כלי מדידה, לתאר את דרך המדידה ואת תוצאות המדידה ולהסיק מסקנות. כמו כן הכילו הדוחות שאלות מסכמות שעליהן התלמידות נדרשו לענות, כמו הצעות למדידת נפחים של כמויות שונות של נוזל או של גופים נוספים בעלי צורה שונה. ארבעת הניסויים מתוארים בנספח.

2. שאלון עמדות: שאלון כסולם ליקרט (Likert) בן חמש דרגות (כאשר 5 מבטא את מידת ההסכמה המרבית ו-1 מבטא הסכמה במידה המועטה ביותר) המתייחס לדרך הלמידה במעבדה. השאלון נבנה על בסיס השאלונים על למידה שיתופית מעבודתם של פאן ו-ו (Pan & Wu, 2013) ועל למידה יחידנית מעבודתם של ידין ואורבך (Yadin & Or-Bach, 2010). השאלון כלל סך הכול 23 שאלות. 20 שאלות שמחציתן התייחסו ללמידה קבוצתית ומחציתן שאלות זהות לגבי למידה יחידנית, ועוד שלוש שאלות שהתייחסו רק ללמידה השיתופית. השאלות התייחסו לתרומה של דרך הלמידה ללמידה, להבנה ולהסקת המסקנות, לעניין, וכן להנאה ולשביעות הרצון מדרך הלמידה. ההתאמות העיקריות של השאלון היו בהתייחסות ללמידה במעבדה (במקום לימודי אנגלית או לימודים להכרת המחשב). כל השאלות הכלולות בשאלון מוצגות בטבלה 2. המהימנות הכוללת של השאלון הייתה $\alpha = 0.76$.

הליך המחקר

המחקר נמשך כחודש וחצי, שבמהלכו למדו שתי כיתות ז' עם אותה המורה. למורה ותק בהוראת מדעים של כ-10 שנים והיא לא לימדה בעבר במעבדה בקבוצות. היא לימדה את הנושא "נפח", הכולל את הגדרת המושג נפח, מכשירי המדידה של נפח, יחידות המידה של נפח, שימושים בחיי היום-יום ודרכים למדידת נפח במצבי צבירה שונים. לאחר הוראת הבסיס התיאורטי על ידי המורה בכיתה, התלמידות נדרשו לתכנן ולבצע ארבעה ניסויים במעבדה, כל ניסוי נמשך 45 דקות. את ניסוי מס' 1 ביצעו ארבע קבוצות (סך הכול 16 תלמידות) ו-46 תלמידות באופן יחידני. את ניסוי מס' 2 ביצעו בקבוצות בלבד, 21 קבוצות שהן 67 תלמידות. את ניסוי מס' 3 ביצעו ארבע קבוצות (16 תלמידות) וכן 42 תלמידות באופן יחידני. את ניסוי מס' 4 ביצעו 16 קבוצות, סך הכול 60 תלמידות. מכאן שמספר התלמידות שתכננו וביצעו ניסויים באופן יחידני היה 88, ומספר התלמידות שתכננו וביצעו ניסויים באופן קבוצתי היה 160. המספר הכללי של הדוחות הקבוצתיים היה 45, כמספר הקבוצות.

מתוך ארבעת הניסויים, היו שני ניסויים שכל תלמידה ביצעה לבד או בקבוצה (ניסויים 1 ו-3) ושני ניסויים שבוצעו רק בקבוצות (ניסויים 2 ו-4). כל קבוצה כללה ארבע תלמידות, ואת הרכב הקבוצות קבעה המורה על פי שיקולים חברתיים ופדגוגיים. בזמן ביצוע הניסויים באופן קבוצתי, המורה נתקלה בקשיים ספציפיים שהיו קשורים בשיטת הוראה זו. לדוגמה, הדיון והטיעונים שעלו בקבוצה היו פוריים אבל נמשכו זמן רב. המורה נדרשה לקצר את זמני הדיון ולהגבילם בהתאם. בעיה נוספת התעוררה כאשר כל אחת מחברות הקבוצה רצתה לבצע את הניסוי בעצמה. בהתאם, המורה הציעה רוטציה, וכל תלמידה ביצעה חלק מהניסוי בתורה. בדרך זו כל תלמידה התנסתה גם בעבודה יחידנית (לפחות ניסוי אחד, 63% מהן ביצעו שני ניסויים באופן יחידני) וגם בעבודה בקבוצות במעבדה (2-3 ניסויים). התלמידות מילאו דוח ניסוי מובנה שקיבלו בתחילת השיעור והגישו אותו למורה בתום שיעור המעבדה. לאחר סיומן של ארבעת המעבדות מילאו התלמידות שאלון עמדות על הלמידה במעבדה, כאשר כמעט כל שאלה התייחסה במקביל פעם אחת לעבודה היחידנית ופעם שנייה לעבודה השיתופית.

ניתוח הממצאים

1. דוחות הניסוי נבדקו בשני שלבים. בשלב הראשון נבדקו כל הדוחות האישיים והקבוצתיים (סה"כ 133 דוחות) באמצעות מחוון אחיד, שלפיו ניתן ניקוד מקסימלי קבוע לרכיבים כמו נכונות הגדרת מטרת הניסוי, הליך הניסוי, ההשערה, תיאור התוצאה והמסקנות של כל ניסוי. חושב ממוצע כלל ציוני ארבעת הדוחות בכל אחת מדרכי הלמידה במעבדה. בשלב השני נערך ניתוח טקסט של 108 דוחות שנכתבו הן באופן קבוצתי והן באופן יחידני. הדוחות שנותחו טקסטואלית היו של ניסוי מס' 1 ומס' 3, סך הכול 88 דוחות אישיים ו-20 דוחות שיתופיים. הניתוח הטקסטואלי נעשה על פי הקריטריונים כדלהלן:
 1. תוכן - רמת הפירוט של התשובות, עושר הביטויים, מספר הנימוקים שהוצגו בדוח.
 2. מספר הפתרונות השונים שהוצעו לפתרון הבעיות שהוצגו לתלמידות. 3. רמת הארגון והעריכה של הטקסט. ניתוח זה איפשר להעריך את עושר הביטוי המילולי, את עומק ההבנה וההמשגה של הנושא הנלמד, ואת היכולת לארגן ולהציג את המידע במלואו ובאופן מסודר.
2. חושבו הממוצעים וסטיית התקן של כל אחת מהשאלות בשאלון העמדות. כמו כן נערך מבחן t מזווג בין צמדי עשרת השאלות להשוואה בין הלמידה במעבדה באופן יחידני לבין הלמידה במעבדה בקבוצות.

ממצאים

דרך הלמידה והציונים

הציונים שניתנו לדוחות על פי המחוון, ביטאו את יכולת התלמידות לדווח בצורה נכונה על הניסוי ולכתוב כראוי את כל החלקים של הדוח. ציון מקסימלי לימד על תכנון נכון של המדידות, קבלת תוצאות נכונות, הסקה טובה של המסקנות ומענה נכון לשאלות. ממוצעי ציוני דוחות המעבדה היחידניים והשיתופיים מוצגים בטבלה מס' 1. ניתן לראות שממוצע ציוני הדוחות השיתופיים היה גבוה ב-14 נקודות בממוצע (87.52 לעומת 73.02) מממוצע ציוני הדוחות היחידניים. הבדל זה נמצא מובהק סטטיסטית ומלמד על הפער שנמצא ביכולות הדיווח על הניסוי לטובת העבודה השיתופית.

טבלה 1. ממוצעי ציוני דוחות התלמידות בשתי צורות הלמידה במעבדה ($N=133$)

דרך הלמידה במעבדה	מס' דוחות	M	SD	t	p
יחידני	88	73.02	13.74	-8.99	.000
שיתופי	45	87.52	8.52		

ניתוח טקסטואלי של דוחות הניסוי

מבחינת התוכן, באופן כללי כמעט כל הדוחות השיתופיים הכילו טקסטים ארוכים והמשפטים היו מפורטים ומדויקים יותר. רק כמחצית מהדוחות האישיים היו ארוכים, עם מספר מילים דומה. בכמחצית מהדוחות האישיים הקצרים לא נרשמו כל פרטי הניסוי ושלביו או שלא נרשמו כל מטרות הניסוי. כמו כן, תיאור הממצאים בהם ודרך השגתם היה קצר, כאשר בדוחות השיתופיים בדרך כלל הוצגו יותר נימוקים או הסברים מפורטים יותר לפתרון בעיות. דוגמה לפתרון אותה בעיה בדוח הקבוצתי ובדוח יחידני:

דוח קבוצתי (ניסוי מס' 1): חישוב בדרך א': אורך התיבה: 2 ס"מ. רוחב התיבה: 6 ס"מ. גובה התיבה: 2 ס"מ. נפח התיבה: $2 * 2 * 6 = 24$ סמ"ק. חישוב בדרך ב': אורך, רוחב וגובה הקובייה: 2 ס"מ. נפח הקובייה: $2 * 2 * 2 = 8$ סמ"ק. נפח התיבה: $24 = 8 * 3$ סמ"ק.

דו"ח יחידני (ניסוי מס. 1): תוצאה: נפח הקובייה הוא: $24 = 2 * 2 * 6$ סמ"ק.

דוגמה אחרת, בדוח ניסוי מס' 3 נתבקשו התלמידות לכתוב מהי מטרת הניסוי (ניתן רק שם כללי לניסוי והן נתבקשו לנסח את המטרה, להציע את דרך המדידה ואת כלי המדידה). רוב הדוחות הקבוצתיים הכילו ניסוח מדויק ומפורט של מטרת הניסוי בניגוד לדוחות האישיים. לדוגמה:

דוח קבוצתי: אנו רוצים לבדוק אם נפח הנוזל קבוע והאם הוא משתנה כאשר מעבירים אותו מכלי לכלי.

דוח אישי: האם נפח הנוזל קבוע?

כאמור, התלמידות נתבקשו גם לתאר את מהלך ניסוי מס' 3. הדוחות הקבוצתיים הכילו ברובם המכריע תיאור מפורט ומלא, בעוד שרק חציים של הדוחות האישיים תיארו את מהלך הניסוי כנדרש. לדוגמה:

דוח קבוצתי: א. מוזגים מן הבקבוק הקוני את המים אל תוך המשורה, רושמים את הנפח. ב. מוזגים את המים אל תוך הכוס הכימית ומודדים את נפח המים ע"י העברתם למשורה. ג. רושמים את נפח המים.

דוח אישי: למזוג לכלי ראשון מים ואז למדוד ולכלי אחר ולראות.

גם המסקנות שנכתבו בדוחות הקבוצתיים היו לרוב מפורטות יותר. מסקנות לדוגמה מדוח מס' 3, שבהן יש התייחסות לא רק לנפח אלא גם לצורת הנוזל (דוגמה א'), וכן התייחסות לאופן העברת הנוזל מכלי לכלי (דוגמה ב):

דוגמה א' - דוח קבוצתי: המסקנות שלנו מהניסויים הן שנפח הנוזל אינו משתנה במעבר מכלי לכלי, נפחו קבוע אבל צורתו של הנוזל משתנה לפי צורת הכלי. כלי המדידה הטוב ביותר למדידת נפח הוא משורה.

דוגמה ב' - דוח קבוצתי אחר: האם נוזל משנה את נפחו? לא, הוא נשאר אותו דבר. צריך לא לשפוך מהמים שמעבירים מכלי לכלי.

דוח אישי: נפח המים אינו משתנה.

חשוב לציין שבחלק מהדוחות האישיים הופיעו מסקנות מפורטות כפי שמובא בדוגמה שלהלן, אבל שכיחותן הייתה נמוכה בכמחצית ביחס לדוחות הקבוצתיים:

דוח אישי: הנפח של הנוזל לא משתנה מכלי לכלי, כל כלי לפי צורתו. לדוגמה: אם הכלי צר וגבוה, הנוזל יראה גבוה יותר אך הנפח יהיה אותו דבר כמו בכלי רחב שבו בנוזל יגיע לגובה נמוך יותר. נפח הנוזל קבוע.

מבחינת רמת הארגון של הטקסט, מצאנו שבדוחות השיתופיים רמת הארגון של הנתונים שהוצגו הייתה גבוהה יותר. בחלק מן הדוחות הנתונים הוצגו בטבלאות או סומנו בעזרת חיצים. לא נמצאה רמת ארגון כזו בדוחות היחידניים.

דוגמה להצגת הפתרון בדוח קבוצתי אחר - דוח מס' 1: הצגת הפתרון בעזרת חיצים:

$$8 \text{ סמ}^3 = 2 * 2 * 2$$



$$24 \text{ סמ}^3 = 3 * 8$$



דוגמה שנייה להצגת הפתרון בדוח קבוצתי אחר - דוח מס' 1: הצגת הפתרון בצורת טבלה:

תוצאה:

אורך	רוחב	גובה	נפח התיבה
2 ס"מ	6 ס"מ	2 ס"מ	$24 = 6 * 2 * 2$ סמ"ק

ממצא נוסף במחקר זה מלמד שהעבודה השיתופית תרמה יותר מהעבודה היחידנית ליכולת לפתח וליישם פתרונות שונים לבעיה שהוצגה לתלמידים. תשובות לדוגמה מדוח קבוצתי ומדוח אישי על מציאת פתרון בנוגע לדרך חישוב נפח תיבה:

דוח קבוצתי: א. מודדים בעזרת סרגל את רוחב הקוביות, את אורך הקוביות ואת הגובה של הקוביות. ב. רושמים בתוצאה את הנתונים שמדדנו. ג. מחשבים את הנפח של כל קובייה ומחברים את התוצאות על מנת לקבל את נפח התיבה כולה. ד. קיימת דרך נוספת: מצמידים את הקוביות ואז מודדים ע"י סרגל את האורך, הרוחב והגובה ומכפילים, והתוצאה שמתקבלת היא נפח התיבה.

דוח אישי: לוקחים את הקובייה ומודדים את האורך ואז מכפילים כפול הרוחב ולאחר מכן כפול הגובה והתוצאה היא נפח הקובייה.

עמדות התלמידות לגבי הלמידה הקבוצתית והיחידנית במעבדה

שאלון העמדות ניתן לכל התלמידות שהשתתפו במחקר וחוו את שתי צורות הלמידה במעבדה, באופן אישי ובאופן קבוצתי. לכל שאלה שהתייחסה לעבודה הקבוצתית הייתה שאלה זהה שהתייחסה לעבודה היחידנית (למעט שלוש שאלות). מהתוצאות המופיעות בטבלה מס' 2 ניתן ללמוד כי בכל השאלות, ללא יוצא מן הכלל, נמצאה אצל התלמידות העדפה גבוהה ומובהקת סטטיסטית לעבודה הקבוצתית על פני העבודה היחידנית. ההעדפה הזו התבטאה בתחומים שונים של הלמידה. התלמידות סברו שלמידה קבוצתית תרמה להן יותר להבנת נושא הלימוד (היגדים 1, 2, 6), להנאה מהעבודה ולעניין שמצאו בה (היגדים 4, 7, 8, 9), ולשיעור רצון כללית מדרך הלמידה (היגדים 3, 5, 10). גם לגבי ההיגדים שהיו רלוונטיים רק לגבי העבודה הקבוצתית ועסקו בשיתוף פעולה ובתרומה של הדיון הקבוצתי ללמידה (היגדים 11, 12, 13), התלמידות נתנו ציונים גבוהים שהראו שהן מעדיפות את העבודה הקבוצתית.

למרות התמונה הכללית החד משמעית, לא ניתן להתעלם מנתוני סטיות התקן. הערכים הגבוהים יחסית של סטיות התקן ברוב השאלות מלמדים על הטרוגניות ושונות בין התלמידות. לחלק מהתלמידות הייתה כנראה העדפה הפוכה או שלא הייתה להן העדפה ברורה לדרך הלמידה במעבדה.

טבלה 2. עמדות התלמידות על הלמידה השיתופית והלמידה היחידנית (N= 67)

<i>p</i>	<i>t</i>	<i>M (sd)</i>	<i>M (sd)</i>	זוגות השאלות
		למידה יחידנית	למידה קבוצתית	
.000	6.73	2.85 (1.24)	4.17 (.80)	באיזו מידה העבודה במעבדה תרמה לך ללמידת הנושא?
.000	6.12	2.92 (1.17)	4.03 (.84)	באיזו מידה אופן ביצוע הניסוי (בקבוצה או לבד) עזר לך להבין את הנלמד?
.000	4.26	2.98 (1.28)	3.89 (1.04)	באיזו מידה אתה שבע רצון מדרך ביצוע הניסוי?
.000	11.18	2.47 (1.20)	4.53 (0.77)	באיזו מידה נהנית מהשיעור במעבדה?
.000	5.64	2.36 (1.28)	4.03 (1.25)	באיזו מידה אתה מעדיף להשתתף בביצוע ניסוי באופן יחידני לעומת ביצוע ניסוי בקבוצה?
.000	5.60	2.94 (1.12)	3.92 (0.95)	באיזו מידה דרך הסקת המסקנות (המושגת או היחידנית) תרמה להבנת הנלמד?
.000	8.14	1.18 (1.12)	3.80 (0.95)	באיזו מידה דרך הסקת המסקנות תרמה להנאה מהשיעור?
.000	6.83	2.61 (1.25)	4.06 (1.08)	באיזה מידה ביצוע הניסוי בקבוצות או ביצוע הניסוי לבד עניינה אותך יותר?
.000	7.25	2.32 (0.83)	4.03 (1.26)	באיזו מידה אהבת יותר לבצע את הניסוי בקבוצה או לבד?
.000	8.10	2.85 (1.26)	4.50 (1.30)	איזה ציון היית נותן ללמידה כשביצעת את הניסוי בקבוצות ואיזה כשביצעת לבד?

שאלות לא מצומדות	M	sd
באיזו מידה עלתה יכולתך לעבוד בשיתוף פעולה?	3.95	0.85
באיזו מידה חילופי הדעות בין חברי הקבוצה תרמו להבנת הנלמד?	3.86	0.94
באיזו מידה הדיון בקבוצה עזר לכתובת דוחות הניסוי?	3.91	1.06

דיון

מטרתו העיקרית של מחקר זה הייתה להשוות בין תוצריה של למידה שיתופית לבין למידה יחידנית במעבדת המדעים של בית הספר. מצאנו שהעבודה השיתופית בקבוצות הייתה עדיפה על פני העבודה היחידנית הן מבחינת ההישגים הקוגניטיביים, כפי שבאו לידי ביטוי בדוחות המעבדה שנכתבו על ידי התלמידים, והן מבחינת העמדות החיוביות של התלמידים כלפי למידה זו. מנייתוח הדוחות למדנו שבעבודה הקבוצתית תכנון הדרך לפתרון הבעיה היה נכון ומוסבר טוב יותר, רישום הדוח היה יותר מדויק, מלא ומפורט, מטרות הניסויים ודרך ביצועם הוסברו באופן נרחב ומדויק יותר, וכך גם תוארו התוצאות והמסקנות. הטקסט היה בעל תוכן עשיר יותר, הוצג יותר מפתרון אחד לבעיות, ורמת ארגון הנתונים הייתה גבוהה. מדוחות המעבדה נראה שהעבודה הקבוצתית לא רק קידמה טוב יותר את הבנת הנושא אלא גם הביאה לידי ביטוי יכולות גבוהות יותר של התלמידים וסייעה להם לארגן את מהלך הניסוי ולסכמו בכתב.

ממצאים אלה תומכים במחקרים קודמים, המדווחים באופן גורף למדי על יתרונותיה של למידה קבוצתית לשם הוראתם של תחומי דעת רבים ומגוונים בקרב תלמידים בכל הגילאים (Johnson, 2014). כמו כן הממצאים כאן תואמים את הטענות שעצם היותם של התלמידים חלק מקבוצה עובדת, המקיימת דיון הדדי לצורך פתרון בעיית חקר תוך לקיחת אחריות, שיפרה אצלם יכולות של חשיבה ופתרון בעיות (Black & Wiliam, 2006; Emmer & Gerwels, 2002). לגבי עבודה שיתופית במעבדה, הממצאים שלנו מרחיבים את ממצאיו של אידין (Aydin, 2011) בנוגע לייעילותה של עבודה שיתופית במעבדה. בעזרת מבחני ידע, מצא אידין שלמידה שיתופית במעבדת מדעים תרמה יותר לרכישת ידע אקדמי ולהיכרות עם ציוד המעבדה. לעומת זאת, המחקר הנוכחי התמקד בהערכת רמת דוחות המעבדה ובניתוחם כהדגמה להתמודדות עם מושג מדעי מופשט ("נפח").

חשוב להרגיש שהספרות המחקרית כמעט לא מדווחת על מחקרים העוסקים בהערכת הקבוצה במעבדת המדעים הבית ספרית, כפי שמחדש המחקר הנוכחי. ניתן למצוא עבודות הבוחנות את עבודת הקבוצה במעבדת המדעים. כך לדוגמה בוחנת ג'ובר (Jobér, 2017)

אספקטים חברתיים שבאים לידי ביטוי בקבוצות עבודה במעבדת פיזיקה בחטיבת הביניים בבית הספר בשבדיה, אך היא איננה עוסקת בהערכת איכות העבודה הקבוצתית. מחקרים אחרים, בדומה למחקר הנוכחי, השתמשו בהערכת דוח המעבדה שכתבו באופן קבוצתי פרחי הוראה או סטודנטים בקורס לאנטומיה, כמדד לרמת ביצוע עבודת החקר במעבדה (Gunes, Katircioglu & Yilmaz, 2015; Oh, Kim, Chung & Choi, 2015). אך מלבד העובדה שבמחקרים הללו נבדקו סטודנטים בוגרים ולא תלמידי חטיבת ביניים, החוקרים גם לא עסקו שם בבחינת איכות העבודה של הקבוצה אל מול היחיד.

בספרות המחקר גם כמעט לא נבדק מה חושבים הלומדים עצמם על למידה שיתופית ועל תהליך ההערכה הקבוצתית (Köse, Sahin, Ergün, & Gezer, 2010; Griffin, et al., 1994). לכן המחקר הנוכחי בעל חשיבות גם בבדיקת האספקט הזה בקרב תלמידי בית ספר הלומדים ומתנסים במעבדה למדעים. כשבדקו את דעתם של סטודנטים לפסיכולוגיה לאחר הערכה קבוצתית, הם הביעו התלהבות גדולה ממבחנים אלה ודיווחו על ירידה גדולה ברמת החרדה שלהם מהמבחן (Griffin et al., 1994). כאשר אנו בדקנו איזו מצורות הלמידה במעבדה, שיתופית או יחידנית, התלמידות מעדיפות, התוצאות היו חד משמעיות. לא רק שרוב התלמידות היו יותר מרוצות ויותר ונהגו מהעבודה הקבוצתית, אלא שהן אף סברו שזו תרמה להם יותר להבנת הנושא, ואפשרה להן לפתח מיומנויות של עבודה שיתופית.

שביעות הרצון של הלומדים במעבדת המדעים היא גורם חשוב לקידום עמדות חיוביות בקרב התלמידים הצעירים הלימודי מדעים בכלל (Shumow, Schmidt, & Zaleski, 2013). העבודה במעבדת המדעים לכשעצמה מעוררת עניין והנאה (Wang et al., 2014), ושביעות הרצון של התלמידים, כפי שנמצאה במחקר זה, יכולה לחזק ולבסס את הגישה החיובית של תלמידים כלפי מקצוע המדעים.

עם זאת, אסור להתעלם מהדיווחים המצביעים על קשיים ובעיות בלמידה ובהערכה הקבוצתית, הנובעים בעיקר מן ההטרוגניות ביכולות ובמוטיבציה ללמידה בקרב חברי הקבוצה (Hsiung, 2010; 2011), ומהאפשרות של יחידים להתחמק מאחריות ומהשקעת מאמץ בלמידה הקבוצתית וביצירת התוצר המשותף (Yadin, & Or-Bach, 2010). אין להתעלם גם מהקשיים הנלווים להוראה של קבוצות במעבדה. הוראה זו גוזלת יותר זמן, הדיונים בקבוצה יכולים להתארך, ועל מנת למלא את כל יעדי השיעור על המורה לתכנן בקפידה את לוחות הזמנים של כל הפעילויות בשיעור. קושי נוסף למורה הוא הצורך לעקוב ולהנחות קבוצות שונות במקביל, ולוודא את השתתפותם של יחידים בכל קבוצה. המורים עשויים להתמודד עם בעיות תקשורת ועם מתחים שנוצרים בתוך הקבוצות, עד כדי איבוד שליטה על הכיתה. כל אלה מסבירים מדוע מורים עלולים להירתע מלמידה והערכה קבוצתית, כפי שמתאר גם קלייד (Clyde, 1998). בנוסף, יש להביא בחשבון שלמידה שיתופית עלולה שלא להתאים לתלמידים מסוימים. יש תלמידים שעלולים לאבד עניין ומעורבות במהלכה של עבודה קבוצתית, בעוד אחרים יצאו נשכרים ויתקדמו (Hsiung, 2010; 2011).

אחת המגבלות של מחקר זה היא העובדה שהוא נערך על היקף קטן של תלמידים במעבדת בית הספר ועל מספר קטן של ניסויי מעבדה, ולכן קשה להכליל את הממצאים. בנוסף, קבוצות הלמידה היו מורכבות מבנות בלבד, שייתכן שלהן מאפיינים חברתיים שונים מאלו של בנים או מאלו שבכיתות מעורבות. אין ספק שנדרשים מחקרים נוספים כדי לבחון את יציבותם של הממצאים בהרכבי קבוצות נוספים.

אם אכן יתחזקו ממצאים אלו, הרי שיש להם השלכות פדגוגיות חשובות. לדוגמה, הממצאים מאתגרים את השאלה: האם ועד כמה יש מקום לגוון את האופן שבו נבחנים התלמידים במגמות המדעיות במבחני מעבדה בכית הספר התיכון? אם העבודה הקבוצתית היא דרך הלמידה המועדפת על תלמידים במעבדה, אולי תהיה זו גם דרך הבחינה וההערכה המועדפות. מגבלה של המחקר הקשורה ישירות בשאלה זו, היא העובדה שהדוחות המסכמים אינם מצביעים באופן ישיר על איכותה של הלמידה הפרטנית של כל אחד מהתלמידים בקבוצה. אמנם סביר להניח שדוחות שנכתבים במשותף על ידי כמה תלמידים יהיו איכותיים יותר מדוחות פרטניים, כפי שאכן מצאנו, אבל יש לבחון האם נתון זה צריך לעכב את השימוש בדוחות קבוצתיים ככלי להערכת עבודתם של התלמידים במעבדה.

השיטה השלטת והמקובלת להערכת תלמידים בארץ ובעולם היא מבחנים אישיים, כולל מבחני מעבדה אישיים בבחינות הבגרות במדעים. אמנם מחקרים מלמדים שיש עדיפות לתוצרים המתקבלים מעבודה שיתופית, כפי שגם מצאנו במחקר הנוכחי, אך עדיין נדיר מאוד למצוא יישום של הערכה קבוצתית בבתי הספר. לעומת זאת, בביצוע מחקר ופיתוח במוסדות מחקר ובחברות מסחריות, היכן שמונהגת עבודה שיתופית בצוותים, גם תוצריה של העבודה מסוכמים בדרך כלל באופן קבוצתי. קבוצות לומדות ורשתות חברתיות הן תופעות עולמיות שצוברות תאוצה, ולכן חובה לשקול את הערך הפדגוגי לא רק של ביצוע קבוצתי של העבודה על ידי התלמידים, אלא גם של ביצוע הערכתם באופן קבוצתי על ידי מוריהם, הן במעבדת המדעים והן בלמידה בכלל. ממצאי המחקר המלמדים על כך שתלמידים הלומדים בקבוצה מבינים טוב יותר את החומר הנלמד, מפתחים פתרונות רבים יותר לבעיות ומארגנים את המידע טוב יותר, הם חשובים דיים כדי לעודד את יישומם של יתרונות אלו גם בתהליך ההערכה של תלמידים במעבדה. המשמעות היא לכלול בהערכה משימה או בחינה משותפת, שהיא עצמה תמשיך לקדם ולהעצים את תהליך הלמידה של הלומדים ותדמה את אופן הפעילות האוטנטית.

התעצמותה של ההערכה החיצונית של מערכות חינוכיות תוך כדי השוואה מקומית, ארצית ובינלאומית, מכרסמת בהתפתחותם של תהליכי הלמידה וההערכה הקבוצתית (Birenbaum & Rosenau, 2006). הצורך המערכתי לתת ציונים אינדיבידואליים לתלמידים ברור. עם זאת, יש מקום לבחון מחדש את דרך ההערכה של תלמידי המדעים בעבודת המעבדה, ולאפשר להם לא רק לעבוד במעבדה בקבוצה אלא גם להיבחן כך. גם אם תלמידים מתקשים יותר יוערכו לכאורה מעל ליכולתם האמיתית בשל השתתפותם בקבוצה, הרי שלעצם פעילותם בקבוצה והגעתם להישגים גבוהים יותר יש חשיבות. יותר מזה, לא רק התלמידים המתקשים יצאו נשכרים מסוג זה של הערכה קבוצתית, כפי שכבר

דווח בעבר (Black & Wiliam, 2006; Stiggins, 2005), אלא גם התלמידים החזקים יגיעו להישגים אישיים טובים עוד יותר בשל פיתוח יכולות תקשורת ומנהיגות.

לסיכום, על פי ממצאי מחקר זה נראה שיש לעודד את המורים למדעים להגביר את הלמידה וההערכה הקבוצתית במעבדה. כך ניתן יהיה לקיים שיעורי מעבדה רבים יותר תוך שימוש במספר קטן וחסכוני של מערכות ניסוי ולהשיג תוצאות טובות יותר של הלמידה במעבדה. בנוסף, נראה שבדרך למידה זאת ניתן יהיה להעלות את שביעות רצונם, הנאתם והניעתם של תלמידים. כחלק מההכשרה של המורים למדעים, מוצע לכלול פרקים הנוגעים לביצוע ניסויים במעבדת המדעים גם בדרך של למידה שיתופית וכיצד יש להעריך את הקבוצה. תכנון והדרכה שכאלה יוכלו לשפר את איכויות הלמידה במעבדת המדעים בבית הספר.

ביבליוגרפיה

- בירנבוים, מ'. (1997). *חלופות בהערכת הישגים*. תל אביב: רמות.
- עמרני, נ'. (2012). *חלופות בהערכת הישגים לימודיים: היבטים של ידע, אמונות ושימוש בקרב מרצים באקדמיה (מכללות אקדמיות לחינוך ואוניברסיטאות) ומורים בבתי ספר במערכת החינוך*. מחקר שנערך במכללה האקדמית לחינוך, בית ברל.
- ספקטור-לוי, א'. (עורכת). (2011). *טבע החומר*. הוצ' בנוס, אוניברסיטת בר-אילן, רמת גן.
- Alghamdi, R., & Gillies, R. (2013). "The impact of cooperative learning in comparison to traditional learning (small groups) on EFL learners' outcomes when learning English as a foreign language". *Asian Social Science*, 9(13), pp. 27-19.
- Aydin, S. (2011). "Effect of cooperative learning and traditional methods on students' achievements and identifications of laboratory equipments in science-technology laboratory course". *Educational Research and Reviews*, 6(9), pp. 636-644.
- Birenbaum, M. (2007). "Evaluating the assessment: Sources of evidence for quality assurance". *Studies in Educational Evaluation*, 33, pp. 29-49.
- Birenbaum, M., & Rosenau, S. (2006). "Assessment preferences, learning orientations, and learning strategies of preservice and inservice teachers". *Journal of education for Teaching*, 32(2), pp. 213-225
- Black, P., & Wiliam D. (2006). "Assessment for learning in the class". In: J. Gardner, (Ed.), *Assessment and learning* (pp. 9-25). London: Sage.
- Bordenstein, S. R. Brothers, C., Wolfe, G., Bahr, M., & Minckley, R. L. (2010). "Using the Wolbachia bacterial symbiont to teach inquiry-based science: A high school laboratory series". *The American Biology Teacher*, 72(8), pp. 478-483.

- Champion, J. (2011). "Pedagogic effects of cooperative learning assessment in the chemistry I classroom". *Walden University, Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Education*, 3439916.
- Chun-Yen, C., & Song-Ling, M. (1999). "The effects on students' cognitive achievement when using the cooperative learning method in earth science classrooms". *School Science and Mathematics*, 99(7), pp. 374-379.
- Clyde, F. H. (1998). "Why isn't cooperative learning used to teach science?" *Bioscience*, 48(7), pp. 553-559.
- Emmer, E. T., & Gerwels, M. C. (2002). "Cooperative learning in elementary classrooms: Teaching practices and lesson characteristics". *The Elementary School Journal*, 103(1), pp. 75-91.
- Griffin, M. M., McCown R. R., Quinn G.P., & Driscoll M. P. (1994). "Learning through testing: an investigation of cooperative assessment". Paper presented at: Annual meeting of the American Educational Research Association; April 4-8, 1994, New Orleans LA.
- Gunes, P., Katircioglu, H., & Yilmaz, M. (2015). "The Effect of performance based evaluation on preservice biology teachers' achievement and laboratory report writing skills". *Journal of Turkish Science Education*, 12 (1), pp. 71-83.
- Han, M. (2015). "An empirical study on the application of cooperative learning to English listening classes". *English Language Teaching*, 8(3), pp. 177-184.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). "The laboratory in science education: foundation for the 21st century". *Science Education*, 88, pp. 28-54.
- Hsiung, C. M. (2010). "Identification of dysfunctional cooperative learning teams based on students' academic achievement". *Journal of Engineering Education*, 99(1), pp. 45-54.
- Hsiung, C. M. (2011). "Identification of dysfunctional cooperative learning teams using taguchi quality indexes". *Journal of Engineering Educational technology*, 14(3), pp. 152-162.
- Hsiung, C.M. (2012). "The effectiveness of cooperative learning". *Journal of Engineering Education*, 101(1), pp. 119-137.
- Jobér, A. (2017). "Revising laboratory work: sociological perspectives on the science classroom". *Cultural Studies of Science Education*, 12 (3), pp. 615-635.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. 1999. "Cooperative learning and assessment". In D. Kluge, S. McGuire, D. Johnson, & R. Johnson (Eds.), *JALT applied materials: Cooperative learning* (pp. 164-178). Tokyo: Japan association for language teaching.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2002). "Learning together and alone: Overview and meta analysis". *Asia Pacific Journal of Education*, 22(1), pp. 95-105.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). "An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning". *Educational Researcher*, 38(5), pp. 365-379.

- Johnson, D. W. (2014). "Cooperative Learning in 21st Century". *Anales de Psicología*, 30(3), pp. 841-851.
- Keys, C. W. (1996). "Writing collaborative laboratory reports in ninth grade science: Three case studies of social interactions". *School Science and Mathematics*, 96(4), p. 178.
- Köse, S., Sahin, A., Ergün, A., & Gezer, K. (2010). "The effects of cooperative learning experience on eight grade students' achievement and attitude toward science". *Education*, 131(1), pp. 169-180.
- Leikin, R., & Zaslavsky, O. (1999). "Cooperative learning in mathematics". *The Mathematics Teacher*, 92(3), pp. 240-246.
- Lord, T. R. (2001). "101 reasons for using cooperative learning in biology teaching". *The American Biology Teacher*, 63(1), pp. 30-38.
- Lou, Y., Abrami, P. C., & d'Apollonia, S. (2001). "Small group and individual learning with technology: A meta-analysis". *Review of Educational Research*, 71(3), pp. 449-521.
- Lv, Y. (2014). "Cooperative learning: an effective approach to college English learning". *Theory and Practice in Language Studies*, 4(9), pp. 1948-1953.
- Mehta, S. & Kulshrestha, A. K. (2014). "Implementation of cooperative learning in science: A developmental-cum-experimental study". *Education Research International*, Article ID 431542, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/431542>
- Nicholl, T. A., & Lou, K. (2012). "A model for small-group problem-based learning in a large class facilitated by one instructor". *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76(6), p. 117.
- Oh, C., Kim, K., Chung, E., & Choi, H. (2015). "Digital report in an anatomy laboratory: a new method for team-based dissection, reporting, and evaluation". *Surgical and Radiologic Anatomy*, 37 (3), pp. 293-298.
- Olubu, O. M. (2015). "Effects of laboratory learning environment on students learning outcomes in secondary school chemistry". *International Journal of Arts & Sciences*, 8(2), pp. 507-525.
- Pan, C., & Wu, H. (2013). "The cooperative learning effects on English reading comprehension and learning motivation of EFL freshmen". *English Language Teaching*, 6(5), pp. 13-27. doi: <http://dx.doi.org/10.5539/elt.v6n5p13>
- Piccinini, N., & Scollo, G. (2006). "Cooperative project-based learning in a web-based software engineering course". *Journal of Educational Technology & Society*, 9(4), pp. 54-62.
- Scheuerell, S. (2010). "Virtual warrensburg: using cooperative learning and the Internet in the social studies classroom". *The Social Studies*, 101(5), pp. 194-199.
- Shumow, L., Schmidt, J. A., & Zaleski, D. J. (2013). "Multiple perspectives on student learning, engagement, and motivation in high school biology labs". *The High School Journal*, 96(3), pp. 232-252.

Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. (1999). "Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis". *Review of Educational Research*, 69(1), pp. 21-51.

Strommen, E. (1995). "Cooperative learning: Technology may be the Trojan horse that brings collaboration to the classroom". *Electronic Learning*, 14(6), pp. 24-35.

Stiggins, R. (2005). "From formative assessment to assessment FOR learning: A path to success in standard-based schools". *Phi Delta Kappan*, 87(4), pp. 324-328

Tan, K. H. (2013). "Variation in teachers' conceptions of alternative assessment in Singapore primary schools". *Educational Research for Policy and Practice*, 12(1), pp. 21-41.

Torres-Skoumal, M. (2001). "Alternative assessment models: Assessment through group work and the use of CAS as a self-assessment tool". *The International journal of computer algebra in mathematics education*, 8(1), p. 61.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wang, C. Y., Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Hwang, F. K., Chang, H. Y., Wu, Y. T., Chiou, G. L., Chen, S., Liang, J. C., Lin, J. W., Lo, H. C., & Tsai, C. C. (2014). "A review of research on technology-assisted school science laboratories". *Educational Technology & Society*, 17(2), pp. 307-320.

Wolf, S. J., & Fraser, B. J. (2008). "Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities". *Research in Science Education*, 38(3), pp. 321-341.

Yadin, A., & Or-Bach, R. (2010). "The importance of emphasizing individual learning in the "collaborative learning era"". *Journal of information systems education*, 21(2), pp. 185-194.

נספח: תיאור ארבעת הניסויים

1. ניסוי מס' 1: עסק במדידת נפח של מוצק בצורת תיבה. התלמידים קיבלו קוביות שמהן יצרו תיבה ומדרו את נפחה. בדפי ניסוי מובנים נתבקשו התלמידים לתת שם לניסוי, לנסח את המטרה, את הכלים שבהם השתמשו ואת מהלך עבודתם. בנוסף היה עליהם להשיב על השאלות הבאות:

כמה ממדים יש לתיבה? כיצד חיבתם את נפח התיבה ובאלו יחידות מידה קבעתם את נפח התיבה? חשבו את נפחה של התיבה שממדיה: רוחב 5 ס"מ, אורך 10 ס"מ, גובה 4 ס"מ.

2. ניסוי מס' 2: עסק במדידת נפח של נוזל. התלמידים נתבקשו למדוד נפחים שונים של מים באמצעות משורות בנפחים שונים. הם קיבלו שלוש משורות שנפחן 10 סמ"ק, 20 סמ"ק ו- 100 סמ"ק. היה עליהם לקבוע את טווח המדידה של כל משורה ואת יחידות המידה, ולתכנן בדיקה למדידת הנפח שאפשר להכניס לכל משורה. כמו כן היה עליהם לקבוע מהי המשורה הנוחה ביותר למדידת 90 סמ"ק של מים, 9 סמ"ק ו- 19 סמ"ק. היה עליהם לבצע את המדידה, לכתוב את הממצאים בטבלת השוואה ולהסיק מסקנות. במסקנות הם נתבקשו גם לציין שתי תכונות משותפות לשלוש המשורות, ושלושה הבדלים בין שלוש המשורות.

3. ניסוי מס' 3: עסק במדידת נפח של נוזל בכלים שונים. בניסוי הקודם התלמידים למדו למדוד נפח של נוזל ובניסוי זה הם בדקו: האם נפח הנוזל תמיד קבוע? האם כשמעבירים נוזל מכלי לכלי נפחו משתנה? התלמידים קיבלו 50 מ"ל מים ושלושה כלים: כוס כימית 250 מ"ל, משורה של 100 מ"ל, ובקבוק קוני של 200 מ"ל. הם נתבקשו לתכנן ניסוי שיענה על השאלות הנ"ל. הם נתבקשו לנסח את מטרת הניסוי, לכתוב את מהלך הניסוי עם הכלים והחומרים העומדים לרשותם, לתאר את התוצאות ולהסיק מסקנות.

4. ניסוי מס' 4: עסק במדידת נפח של מוצקים בעלי צורה הנדסית מוגדרת ובעלי צורה הנדסית לא מוגדרת. התלמידים קיבלו שלושה גופים: קוביית עץ, אבן וגוש פלסטלינה. בנוסף הם קיבלו סרט מדידה, משורה ומים. התלמידים נתבקשו להציע דרכים למדידת נפחם של שלושת הגופים. לאחר שהם כתבו את מהלך הניסוי ורשימת הכלים והחומרים הדרושים למדידה, הם הציגו את הצעתם למורה לקבלת אישור לביצוע המדידה. לאחר המדידה הם רשמו את התוצאות והמסקנות.