

ניסויים פיזיים לעומת ניסויים מדומים בהוראת המדעים :
עמדות ובצועים של מורים למדעים וסטודנטים להוראת המדעים בחברה
הערבית בישראל

נאיל עיסא

אחמד עאמר

תקציר

המחקר סקר את העמדות והגישות של מורים למדעים וסטודנטים להוראת המדעים בחברה הערבית בישראל לגבי השאלה האם הגישה החדשנית של שימוש בניסויים מדומים בעזרת המחשב, יעילה יותר מאשר השימוש בניסויים פיזיים, בדק ואפיין את השימוש במעבדה כחלק ממערך לימוד המדעים החל מלימודים מוקדמים בבתי הספר היסודי ועד להכשרה להוראת המדעים במכללות לחינוך. לשם כך חוברו שני שאלוני, אחד עבור הסטודנטים והשני עבור המורים בפועל. השאלונים הועברו באופן אנונימי ל (N=76) נשאלים. תוצאות המחקר העיקריות היו: (א) מורי המדעים בבתי הספר היסודיים והסטודנטים להוראת המדעים בחברה הערבית בישראל לא רואים בניסויי ההדמיה כתחליף עצמאי שיכול לבוא במקום ביצוע ניסויים פיזיים, (ב) עמדות הסטודנטים הנחקרים לגבי ניסויי מעבדה פיזיים וניסויי הדמיה מושפעות באופן מובהק מההכשרה האקדמית שלהם בנושא, ממצאה זה באה בהלימה עם המחקרים שהראו שלפרקטיקה יש השפעה ישירה על העמדות, (ג) ממצאי המחקר מעידים כי מורי המדעים בבתי הספר הערביים אינם מיישמים את עמדותיהם החיוביות לגבי ההוראה בעזרת מעבדה, באם הן פיזיים או מדומים וזאת בניגוד למחקרים שהראו שישנה השפעה של עמדות המורים על היישום בבתי הספר, ניתוח הממצאים מצביע על מחסור בתשתיות הולמות בבתי הספר של המורים הנחקרים כאחת הסיבות לאי יישום עמדותיהם כלפי ההוראה בעזרת ניסויים.

מילות מפתח: מורים ערביים למדעים, הוראה בעזרת ניסוי מעבדה פיזיים, הוראה בעזרת ניסוי הדמיה.

מבוא

למידה באמצעות ביצוע ניסויים הנה דרך לימוד חווייתית המאפשרת הבנת מושגים מופשטים, מסייעת לתלמידים לקשר בין המושגים והעקרונות המופשטים לבין העולם האמתי המוחשי, מאפשרת למידה משמעותית, מקדמת מיומנויות תכנון וביצוע, מטפחת כישורים חברתיים, ומפתחת את יכולות התלמידים לקראת חקירה וחשיבה מדעית (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007; Tobin, 1990; Satterthwait, 2010).

הסביבה הדיגיטלית המתרחבת והמתבססת אפשרה שימוש בשיטות מבוססות מחשב כמו מדידת נתונים מרחוק, הדמיות של תופעות או תהליכים במדעי הטבע, העברת נתונים אוטומטיים ועוד.

בשנים האחרונות השיטות המבוססות מחשוב התחילו להחליף את השיטה המסורתית של "שימוש בידיים" לביצוע הניסויים, כתוצאה מכך התפתח ויכוח בין החוקרים (Akpan & Strayer, 2010; Finkelstein, Adams, Kohl, Perkins, & Podolefsky, 2005; Nedic, Machotka, & Nafalski, 2003) מבוססי מחשב יכולים לעמוד כחליף עצמאי במקום ביצוע הביצוע הידני של הניסויים, ומה ההשלכות של כך על תהליך הלמידה, על פיתוח מיומנויות חקר, על הבניית הידע אצל הלומד ועוד.

חשוב לציין שהוויכוח הוא חלק מדיון יותר רחב סביב הגדרת תפקיד המורה בכלל במקצועות השונים בעידן שילוב הטכנולוגיה בהוראה (Postholm, 2006). כמו גם הצורך בשילוב פדגוגיה חדשנית שתיקח בחשבון את השפעת שילוב הטכנולוגיה על תהליך הלמידה והבניית הידע אצל הלומד (Bransford, Brown & Cocking, 2000). ממצאי המחקרים בנושא לא היו חד-משמעיים והחוקרים היו חלוקים בדעותיהם. למשל החוקרים (Evans & Leinhardt, 2008) טענו כי לא ניתן לשפר את הטכנולוגיה כך שתדמה למציאות, ולכן חוויות המעבדות החינוכיות תהיינה בוודאות לקויות ולא מספקות, מה שיפגע קריטית בפתיחם המקצועי של מדעני הדור הבא. כמו כן, החוקרים (Sicker et al., 2005; Dewhurst, Macleod, & Norris, 2000) הראו כי ביצוע ניסויים מבוססי מחשוב הנו מכשול חינוכי, בנוסף, מגין וקנפתיפלאיי (Magin & Kanapathipillai, 2000) טענו כי כאשר עובדים עם

ציוד אמת, משיגים הרבה יותר מידע כמו רמזים נוספים, סימנים וכוונות נסתרים, כמו כן הדבר עוזר בפיתוח מסוגלות אצל התלמידים ליישב ולהסביר הבדלים בין התאוריה לבין תוצאות הניסוי. מנגד ישנם חוקרים אחרים (Lang, 2012; Pyatt & Sims, 2007; Zacharia & Olympiou, 2011; Charuk, 2010) שרואים בשיטה המבוססת מחשוב כתחליף אפשרי ומספק לשיטה המסורתית של שימוש בידיים לביצוע הניסויים, הם טענו שהשיטה המבוססת מחשוב מאפשרת לתלמידים נגישות וזמינות רבה יותר למשאבים, הדבר מאפשר השלמת פעילויות, ביצוע חזרות על הניסוי, שינויי פרמטרים ועוד, ובכך מטפחים הבנה יותר עמוקה. כמו כן, החוקרים (Finkelstein et al., 2005; Pyatt & Sims, 2007) טענו כי בעזרת ניסויי הדמיה

התלמידים יכולים לחסוך תסכול הנובע מקשיי תפעול הציוד, לווותר על הזמן והמאמץ המושקע בלימוד נהלי עבודה ובטיחות, בנהלי שימוש בחומרים או בציוד "מסוכנים" שאינם קשורים ישירות להבנת החומר או למושגים הנלמדים. כך גם חוקרים נוספים (Jacquelyn, Chini, Madsen, Gire, Sanjay Rebello & Puntambekar, 2012) שטענו ששימוש בניסוי הדמיה יותר יעיל בטיפוח כישורי עיצוב ותכנון מדעי ובטיפוח כישורי חקר.

החינוך המדעי בחברה הערבית בישראל

לחנוך המדעי טכנולוגי ישנה חשיבות רבה ומיוחדת אצל המיעוט הערבי בישראל, חשיבותו נובעת מתרומת לימודי המדע לשילוב האזרחים הערביים בשוק העבודה עתיר הידע, מה שיכול לתרום לצמצום הפערים הכלכליים בין המיעוט הערבי לבין הרוב היהודי, כמו כן חשיבותו נובעת מזה שהוא יכול לאפשר לאזרחים הערביים לפתח חיי אזרחות מושכלת בדרך להשתלבות בחיי החברה והמדינה בישראל.

על אף חשיבות החינוך המדעי למיעוט הערבי בישראל, תוצאות מחקרי פיזה ומיצ"ב (הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך, 2017) במקצוע מדע וטכנולוגיה מראים לאורך השנים ובאופן עקבי פער בהשיגי התלמידים דוברי הערבית בהשוואה לתלמידים דוברי עברית בישראל. נערכו מספר מחקרים לאתר את הגורמים העומדים מאחורי הפער הני"ל כמו כן את הגורמים שיכולים לסייע

בצמצום הפער הני"ל (חטאב, בורבוי, מנור, 2012; נחום, 2018), נמצאו גורמים שונים לפער הני"ל כגון המצב החברתי הכלכלי, הקצאת משאבים לא שיוונית למערכת החינוך הערבית, איכות ההוראה בבתי הספר ועוד. החוקרים (חטאב ואחרים, 2012) הצביעו על איכות ההוראה בבתי הספר הערביים ובמיוחד ההוראה המאתגרת ע"י המורים בתוך הכיתות המשלב מחשב כאחד הגורמים שיכולים לתרום לצמצום הפער הני"ל. מחקרים שונים בדקו את השפעת ההקשר התרבותי של החינוך המדעי בחברה הערבית לעומת החברה היהודית וטענו שההבדלים התרבותיים המסורתיים באסטרטגיות ההוראה והלמידה המיושמות בכל אחת מהחברות יכולה לשמש גורם מרכזי בהבדלים בין שני החברות, לדוגמה החוקרים (Markic, Eilks, Mamlok-, Naaman, Hugerat, Kortam, Dkeidek & Hofstein, 2016) טענו שמורה למדעים בחברה הערבית, בשונה ממורה בחברה היהודית, תופס את עצמו כמקור לידיע מדעי בכיתה במהלך הוראת המדעים, וכי תפקיד התלמיד הוא לקבל את הידע המדעי ולשנן אותו. החוקרים (Dkeidek, Mamlok-Naaman & Hofstein, 2011) מצאו כי לתרבויות, למסורת, לנורמות, למבנה החברתי ולאופני החיים יש תפקיד משמעותי בכל הנוגע להתפתחות יכולת שאלת השאלות של אצל תלמידים.

עמדות מורי המדעים כלפי הנושא

לעמדות של מורים יש השפעה גדולה על איכות הוראת ולימוד המדעים בתוך הכיתות. החוקרים (Bohning & Hale, 1998 ; Bencze & Hodson, 1999) הראו שמורים למדעים עם עמדות שליליות כלפי נושא או שטה מסוימת מלמדים בצורה גרועה ודרך הפעולות שלהם מעבירים את העמדות השליליות לתלמידים בכיתותיהם, לעומתם מורים למדעים בעלי עמדות חיוביות מלמדים באופן יעיל ובגישות ממוקדות-תלמיד.

חוקרים הראו מגוון של גורמים העומדים מאחורי העמדות השליליות או החיוביות של מורי המדעים. זכרייה (Zacharia, 2003) הראה שהכשרת מורי מדעים תוך שימוש בניסויי הדמיה ובניסויי פיזיים והשלוש ביניהם משפיע באורח חיובי על העמדות שלהם כלפי השיטות הני"ל. החוקרים שון ובוון (Schoon & Boone, 1998) טענו כי אחד הגורמים העיקריים המשפיעים על עמדות השליליות

של המורים הם מורה מדע לשעבר עם ידע דל ושטחי והגורם העיקרי מאחורי העמדות החיוביות הנה הכשרה בעזרת קורסים שתוכננו במיוחד עבור מורים למדעים המדגישים גישות ממוקדות-תלמיד.

חוקרים רבים בדקו את העמדות של המורים לגבי יעילות השימוש בניסויים פיזיים לעומת ניסויים מדומים (Cameron 2003; Ma & Nickerson, 2006; Parush, Hamm & Shtub, 2002) ומצאו כי כן לא קיימת הסכמה בקרב המורים לגבי ההעדפה והיעילות של סוגי מעבדה אחת לעומת השנייה. על כן מטרת המחקר הייתה: לבדוק את העמדות של מורים למדעים וסטודנטים להוראת המדעים במהלך הכשרתם כלפי השימוש בניסויי פיזיים ובניסויי הדמיה, ולאפיין את מידת השימוש בפועל בדרכים אלה.

בהתאם לכך נוסחו שאלות המחקר הבאות:

1. מה מעמדם ומקומם של ניסויי מעבדה פיזיים לעומת ניסויי הדמיה בתפיסותיהם של מורים וסטודנטים להוראת המדעים בחברה הערבית בישראל.
2. מהי רמת השימוש במעבדה במערך לימודי המדעים, בין אם הם ניסויים פיזיים או ניסויי הדמיה בבתי הספר היסודיים ובהכשרה להוראה במכללות לחינוך בחברה הערבית בישראל.
3. האם קיימת השפעה להכשרתם האקדמית של הנחקרים להשתמש בניסויי מעבדה, בין אם הם פיזיים או מדומים על עמדותיהם לגבי אותו סוג של ניסוי.
4. האם קיימת השפעה לעמדותיהם של המורים לגבי ניסויי מעבדה, בין אם הם פיזיים או מדומים על מידת השימוש שלהם במעבדה בבתי הספר היסודיים

חשיבות המחקר:

המחקר הנוכחי למיטב ידעתנו הנו הראשון שסקר את העמדות והגישות של מורים וסטודנטים ולהוראת המדעים לגבי שימוש בניסויי הדמיה לעומת ניסוי מעבדה בחברה הערבית בישראל. תוצאות המחקר עשויות להרחיב את הידע הקיים בנושא ולעזור למקבלי החלטות הנוגעים בדבר, כגון מרצים, מפקחים, וקובעי מדיניות לקבל החלטות יותר משוכללות בנושא השימוש בניסויים מדומים וניסויים פיזיים בחברה הערבית.

השיטה

נחקרים

במחקר השתתפו 76 נשאלים המחולקים לשני קבוצות עיקריות לפי הסטטוס המקצועי:

א. סטודנטים – 43 פרחי הוראה ערבים המכשירים עצמם להוראת מדעים מצפון הארץ.

ב. מורים- 33 מורים ערביים להוראת המדעים בבתי הספר היסודי מצפון הארץ.

בלוח 1, ישנו שיקוף של אוכלוסיית המחקר בשלבים השונים של ההתפתחות המקצועית כמורים למדעים, תוך התייחסות למגדר, להתמחות במדעים ולוותק בהוראה.

מהלוח עולה, כי רוב המשתתפים במחקר באוכלוסייה הן נשים היחס נשים לגברים נשאר דומה במעבר מסטודנטים למורים, רמת ההשכלה של המורים גבוהה, הן מבחינת ההתמחות והן מבחינת מוסד ההכשרה.

לוח 1. מאפיינים של אוכלוסיית המחקר: התפלגות באחוזים

מורים (N=33)	סטודנטים (N=43)	
19.4	4.5	גברים (%)
80.6	95.5	נשים (%)
37.15	21.17	גיל ממוצע (ס.ת.)
(7.59)	(3.29)	
93.1	95.5	בגרות במקצוע מדעי (%)
11.96	-	וותק ממוצע בהוראת מדעים (ס.ת.)
(6.64)		
13.77	-	וותק בהוראה
(7.38)		
93.5	-	התמחות אקדמית במדעים

כלי המחקר

שני שאלוני אנונימיים נבנו לצורך המחקר, אחד עבור הסטודנטים והשני עבור המורים בפועל.

שאלון המורים כלל 26 היגדים ושאלון הסטודנטים כלל 20, ההיגדים דורגו על סולם ליקרט בן 6 דרגות, והכילו את ההיבטים הבאים : מה אומר הסולם : מידת ההסכמה או מה?

- א. מאפיינים אישיים כגון : מין, שנת לימוד, בגרות מקצועית
- ב. ההכשרה האקדמית שקיבלו לשימוש בניסויי מעבדה פיזיים וניסויי הדמיה
- ג. עמדות לגבי השימוש בניסויי מעבדה פיזיים וניסויי הדמיה להוראת המדעים
- ד. מידת השימוש בניסויי מעבדה פיזיים ובהדמיה בבתי הספר (למורים בפועל)
- ה. שאלות פתוחות לגבי הגורמים המקדמים והמעכבים לשימוש בניסויי הדמיה וניסויים פיזיים

תיקוף השאלון בוצע באמצעות שלושה מומחים בהוראת מדעים. חלוקת ההיגדים למדדים נעשה על ידי ניתוח תוכן בסיוע שני שופטים מהוראת המדעים. נבנו שישה מדדים. חושבו מקדמי אלפא של קרונבך לגבי כל אחד מן המדדים על מנת לבדוק את רמת המהימנות. לוח מס' 2 להלן מתאר את המדדים ואת מקדמי אלפא של קרונבך. המדדים מייצגים את ממוצע התשובות וסטיית התקן של כל ההיגדים השייכים למדד.

לוח 2 : קטגוריות ומקדמי אלפא של קרונבך

מקדם	מס' ההיגדים	היגד לדוגמה	מדד
0.75	3	התנסיתי בביצוע ניסויים פיזיים	הכשרה אקדמית לניסויים פיזיים
0.81	3	התנסיתי בביצוע ניסויים מדומים	הכשרה אקדמית לניסויי הדמיה
0.85	7	אני מעדיף לבצע ניסויים פיזיים	עמדות לגבי שימוש בניסויים פיזיים
0.90	7	אני מעדיף לבצע ניסויים הדמיה	עמדות לגבי שימוש בניסויים הדמיה
0.72	3	התלמידים שלי מתנסים בניסויים פיזיים	השימוש בניסויים פיזיים בבית הספר
0.81	3	התלמידים של מתנסים בניסויים מדומים	השימוש בניסויי הדמיה בבית הספר

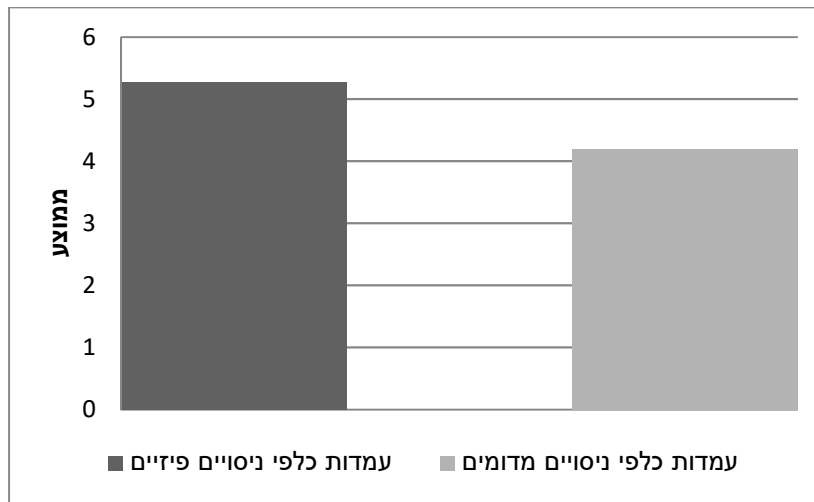
הליך איסוף הנתונים

השאלון האנונימי הועבר לסטודנטים ולמורים בתחילת שנת הלימודים בנוכחות איש סגל ונציג של החוקר, והועבר למורים באמצע שנת הלימוד ע"י מנהל מרכז הפסג"ה או המפקח המקצועי. מילוי השאלון ארך כ-20 דקות ולא דווח על סירוב למלא את השאלון.

ממצאים

א. עמדות הנחקרים לגבי השימוש בניסויי מעבדה פיזיים ובניסויי הדמיה חושבו הממוצעים וסטיות התקן של מדדי העמדות לגבי שימוש בניסויים פיזיים והעמדות לגבי שימוש בניסויי הדמיה לכל משתתפי המחקר. נערכו מבחני t לזוגות כדי לבדוק את ההבדלים ביניהם. התוצאות מראות כי בתוך כל משתתפי המחקר העמדות לגבי שימוש ניסויים פיזיים היו גבוהים מאוד ($M=5.28, SD=0.93$) והעמדות לגבי שימוש

בניסויי הדמיה היו בינוניים גבוהים ($M=4.19$, $SD=1.31$), עם הבדל מובהק לטובת ניסויים פיזיים ($t(72)=5.12$, $p < 0.000$), התוצאות מוצגות בתרשים מס' 1.



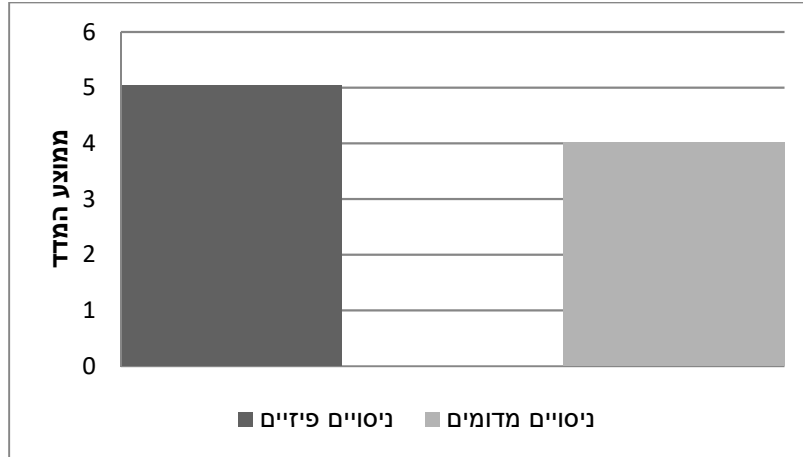
תרשים 1. עמדות כלל הנחקרים לגבי השימוש בניסויי מעבדה פיזיים וניסויי הדמיה

החישוב גם נעשה עבור כל קבוצת מחקר לחוד, סטודנטים ומורים. והתוצאות הראו כפי שמופיע בלוח מס' 3 שההבדל המובהק לטובת השימוש בניסויים פיזיים ($p < 0.005$) נשמר גם בכל קבוצה לחוד.

לוח 3 : השוואה בין העמדות לגבי שימוש בניסויים פיזיים לעומת ניסויי הדמיה בשתי קבוצות הנחקרות

קבוצה	N	ניסויים פיזיים	ניסויי הדמיה	t	p
מורים	33	ממוצע (ס.תקן) 5.11 (1.14)	ממוצע (ס.תקן) 3.33 (1.60)	3.96	.000
סטודנטים	43	ממוצע (ס.תקן) 5.39 (0.76)	ממוצע (ס.תקן) 4.60 (1.07)	3.31	.002

ב. שכיחות השימוש בשני סוגי הניסויים במהלך ההכשרה האקדמית להוראה מבחני t לזוגות מראה כי בתוך כל משתתפי המחקר השימוש בניסויים פיזיים בהכשרה האקדמית היו גבוהים (M=5.04, SD=1.02) והשימוש בניסויי הדמיה היו בינוניים (M=4.02, SD=1.38), עם הבדל מובהק לטובת ניסויים פיזיים (0.000 p), התוצאות מוצגות בתרשים מס' 2. $t(74)=4.23, p<$



תרשים 2. שכיחות השימוש בניסויים במהלך ההכשרה האקדמית

כמו כן, התוצאות הראו כפי שמופיע בלוח מס' 4 שההבדל המובהק ($p < 0.05$) לטובת השימוש בניסויים פיזיים בהכשרה אקדמית נשמר גם בכל קבוצת מחקר, סטודנטים ומורים לחוד.

לוח 4: שכיחות השימוש בניסויים במהלך ההכשרה האקדמית להוראה

קבוצה	ניסויים פיזיים	ניסויי הדמיה	t	p
	ממוצע (ס.תקן)	ממוצע (ס.תקן)		
מורים	4.71 (1.00)	3.47 (1.38)	7.22	.000
סטודנטים	5.29 (.97)	4.84 (1.24)	2.50	.017

ג. השפעת הכשרתם האקדמית של הנחקרים להשתמש בניסויי מעבדה, בין אם הם פיזיים או מדומים על עמדותיהם לגבי אותו סוג של הניסוי השפעת הכשרתם האקדמית של הנחקרים להשתמש בניסויים על עמדותיהם לגבי אותו סוג של ניסוי נבדקה באמצעות רגרסיה פשוטה (Enter). המשתנה עמדות הנחקרים הוכנס לרגרסיה כמשתנה תלוי, ואילו המשתנה ההכשרה אקדמית הוכנס לרגרסיה כמשתנה בלתי תלוי. הדבר נעשה בזיקה לקבוצה ולסוג הניסוי ולהן התוצאות לפי הקבוצות :

מורים :

א) לא התקבלה רגרסיה מובהקת $P > .05$ לגבי השפעת הכשרתם האקדמית של המורים להשתמש בניסויי מעבדה פיזיים על עמדותיהם לגבי סוג זה של ניסויים.
ב) לא התקבלה רגרסיה מובהקת $P > .05$ לגבי השפעת הכשרתם האקדמית של המורים להשתמש בניסויי הדמיה על עמדותיהם לגבי סוג זה של ניסויים.
סטודנטים : א) השפעת הכשרתם האקדמית של המורים להשתמש בניסויי מעבדה פיזיים על עמדותיהם לגבי סוג זה של ניסויים מוצגות בלוח 5 .

לוח 5 : ממצאי רגרסיה לניבוי עמדות של סטודנטים לגבי ניסויי מעבדה פיזיים באמצעות ההכשרה האקדמית בנושא ($n=43$)

המשתנה המסביר	b	β	t	R	R^2	R^2_{adj}
קבוע	1.710	-	2.366*	.683	.466	.449
ההכשרה האקדמית לשימוש בניסויי הדמיה	.781	.683	5.205**			

* $P < .05$, ** $P < .001$

מהממצאים בלוח 6 , עולה כי ככל שרמת ההכשרה האקדמית להשתמש בניסויי מעבדה פיזיים עולה גם העמדה לגבי סוג זה של ניסויים, ($F(1,43)=5.061$) ($p < 0.05, R=0.683, B=0.781$) ההכשרה האקדמית להשתמש בניסויי מעבדה פיזיים מסבירה 47% מהשונות במשתנה העמדות לגבי ניסויי מעבדה פיזיים. ערכי

הרגרסיה מעידים על כך שתרומת ההכשרה האקדמית לניבוי עמדות המורים בנושא מובהקת.

ב) השפעת הכשרתם האקדמית של הסטודנטים להשתמש בניסויי הדמיה על עמדותיהם לגבי סוג זה של ניסויים, התוצאות בלוח 6.

כל זה קשה לקרוא כל עוד לא ברור איך נבדקה הכשרה אקדמית, כמו כן, איך נבנה המשתנה אם זה שמי

לוח 6: ממצאי רגרסיה לניבוי עמדות של הסטודנטים לגבי ניסויי הדמיה באמצעות ההכשרה האקדמית בנושא (n=43)

המשתנה המסביר	b	β	t	R	R ²	R ² _{adj}
קבוע	1.295	-	2.533*	.823	.677	.666
ההכשרה האקדמית לשימוש בניסויי הדמיה	1.007	.823	7.664**			

**P<.001 , *P<.05

מהממצאים בלוח 6, עולה כי ככל שרמת ההכשרה האקדמית של הסטודנטים להשתמש בניסויי הדמיה עולה גם העמדה לגבי הנשוא עולה, (F(1,43)=28.731, p<0.05, R=0.832, B=1.007) ההכשרה האקדמית להשתמש בניסויי הדמיה

מסבירה 68% מהשונויות במשתנה העמדות לגבי ניסויי הדמיה. ערכי הרגרסיה מעידים על כך שתרומת ההכשרה האקדמית לניבוי עמדות המורים בנושא מובהקת.

ד. שכיחות השימוש בשני סוגי הניסויים להוראת המדעים בבתי הספר היסודיים נערכו מבחני t לזוגות כדי לבדוק את ההבדלים בין שכיחות השימוש בניסויים פיזיים לבין שכיחות השימוש בניסויי הדמיה בבתי הספר היסודיים כפי שדווחו על ידי המורים. מהתוצאות, כפי שנתן לראות בלוח 7, עולה כי שכיחות השימוש בניסויים פיזיים בינונית גבוהה

(M=4.92, SD=0.53) שכיחות השימוש בניסויים מדומים בינונית נמוכה (M=3.45, SD=1.03) עם הבדל מובהק (t(33)=2.99 (p< 0.005), לטובת שכיחות השימוש בניסויים פיזיים.

לוח 7: הוראת המדעים בפועל בבתי הספר היסודיים

קבוצה	ניסויים פיזיים	ניסויי הדמיה	t	p
	ממוצע (ס.תקן)	ממוצע (ס.תקן)		
מורים	4.92 (0.53)	3.45 (1.03)	2.99	.000
	N			
	33			

השפעת עמדותיהם של המורים לגבי ניסויי מעבדה, בין אם הם פיזיים או מדומים על מידת השימוש שלהם במעבדה בבתי הספר היסודיים:

השפעת העמדות של המורים לגבי הניסויים על שכיחות השימוש בניסויים להוראת המדעים בבתי הספר נבדקה באמצעות רגרסיה פשוטה (Enter).

לא התקבלה רגרסיה מובהקת $P > .05$ לגבי השפעת עמדות המורים לגבי ניסויי מעבדה פיזיים על שכיחות השימוש בניסויי מעבדה פיזיים בבתי הספר.

לא התקבלה רגרסיה מובהקת $P > .05$ לגבי השפעת עמדות המורים לגבי ניסויי הדמיה על שכיחות השימוש בניסויי הדמיה בבתי הספר.

ה. השוואה בין מורים וסטודנטים משתתפי המחקר

על מנת לבחון האם קיימים הבדלים בין שתי הקבוצות מורים וסטודנטים לגבי מדדים של שכיחות השימוש בניסויים פיזיים וניסויי הדמיה בהכשרה האקדמית והעמדות לגבי השימוש בניסויים פיזיים והשימוש בניסויי הדמיה נערך מבחן למדגמים בלתי תלויים, התוצאות בלוח 8.

לוח 8 : השוואה בין מורים וסטודנטים משתתפי המחקר

מדד	קבוצה	N	ממוצע ס.תקן	t	P
שכיחות השימוש בניסויים פיזיים בהכשרה באקדמית	מורים	33	4.71 (1.00)	2.52	0.014
	סטודנטים	42	5.29 (.97)		
שכיחות השימוש בניסויי הדמיה בהכשרה באקדמית	מורים	33	3.47 (1.38)	2.51	0.002
	סטודנטים	42	4.84 (1.24)		
עמדות לגבי השימוש בניסויים פיזיים	מורים	33	5.39 (1.14)	.801	.374
	סטודנטים	42	5.19 (.74)		
עמדות לגבי השימוש בניסויים הדמיה	מורים	33	3.33 (1.60)	2.51	.023
	סטודנטים	42	4.60 (3.31)		

כפי שכן לראות מלוח 8, ההכשרה האקדמית של הסטודנטים לניסויי מעבדה פיזיים (M=5.29, SD=.97) גבוה באופן מובהק משל המורים (M=4.71, SD=1.00) (t(75)=2.52, p<0.05). ההכשרה האקדמית של הסטודנטים לניסויי מדומים (M=4.84, SD=1.24) גבוה באופן מובהק משל המורים (M=3.47, SD=1.38) (t(75)=2.51, p<0.05). העמדות של הסטודנטים לגבי ניסויים מדומים (M=4.60, SD=3.31) גבוה באופן מובהק משל המורים (M=3.33, SD=1.60) (t(75)=2.51, p<0.05). לא נמצא הבדל מובהק בין הסטודנטים ומורים בעמדותיהם לגבי השימוש בניסויי מעבדה פיזיים (p>0.05).

דיון

במחקר הנוכחי נסקרו העמדות של מורים למדעים וסטודנטים להוראת המדעים בחברה הערבית בישראל כלפי השימוש בניסויים פיזיים וניסויי הדמיה, וכמו כן נסקרו שכיחות השימוש בפועל בשתי השיטות אלה בהכשרה האקדמית ובבתי הספר היסודיים, תוך השוואה בין שתי הקבוצות מורים למדעים וסטודנטים להוראת המדעים.

המחקר נערך בקרב 76 נשאלים, הנתונים נאספו באמצעות שני שאלוני אנונימיים שפותח במיוחד לצורך המחקר הנוכחי, אחד עבור הסטודנטים והשני עבור המורים בפועל, ובהם נבדקת שכיחות השימוש והעמדות בנושא ביצוע ניסויים פיזיים לעומת ביצוע ניסויים מדומים.

קבוצת הממצאים הראשונה מלמדת שבקרב שתי הקבוצות שנחקרו ביחד וגם בכל אחת לחוד העמדות כלפי ניסויים פיזיים חיוביות יותר מאשר העמדות כלפי ניסויי הדמיה, תשובה לסיבות לכך ניתן למצוא בנתח תוצאות ההכשרה האקדמית שקבלו הנחקרים בכל אחד מסוגי הניסוי, שנפרט בהמשך. סיבה נוספת ניתן להסיק מניתוח התשובות לשאלות הפתוחות, בניתוח זה נמצא כי התשובה השכיחה להעדפת ניסויי פיזיים הייתה "כי ניתן למשש ולחוש את החומר". ממצא זה נמצא בהלימה עם טענת החוקרים שהמגע הפיזי הוא הבסיס לשיפור הלמידה, לחיזוק הזיכרון המודע, לשיפור המיומנות הפסיכו-מוטרית ולפיתוח השימוש בחושים כדי לחקור ולגלות דברים חדשים (Klatzky & Lederman, 2002).

קבוצת הממצאים השנייה מלמדת שבקרב משתתפי המחקר שכיחות השימוש בניסויי פיזיים בהכשרה האקדמית יותר גבוהה משכיחות השימוש בניסויי ההדמיה, הדבר נכון לשתי הקבוצות ביחד ולכל קבוצה לחוד, כלומר סטודנטים ומורי בתי הספר היסודיים למדעים שהשתתפו במחקר דווחו שהם הוכשרו באקדמיה להשתמש יותר בניסויים פיזיים יותר מאשר בניסויי הדמיה.

קבוצת הממצאים השלישית מלמדת שעמדות של הסטודנטים הנחקרים לגבי ניסויי מעבדה פיזיים וניסויי הדמיה מושפעת באופן מובהק מההכשרה האקדמית שלהם בנושא, ממצאה זה באה בהלימה עם המחקרים שהראו שלפרקטיקה יש השפעה ישירה על העמדות (Hewson et al., 1995) ולהיפך.

קבוצת הממצאים הרביעית מלמדת כי שכיחות השימוש של מורי המדעים בניסויים פיזיים להוראת המדעים הנה בינונית גבוה לעומת זאת שכיחות השימוש בניסויים מדומים בינונית עם הבדל מובהק לטובת שכיחות השימוש בניסויים פיזיים. כאשר נבחנה השפעת העמדות של המורים לגבי השימוש בניסויים על מידת יישום זאת בפועל בבתי הספר שלהם לא נמצא השפעה מובהקת, וזאת בניגוד למחקרים שמצבעים עם השפעה של העמדות על היישום (Hewson et al., 1995), מניתוח התשובות לשאלות הפתוחות נמצא כי התשובות לשאלת "מעכבים בפני בצוע ניסויים" הייתה "אין תשתית הולמת בבית הספר לבצע הניסויים", התוצאה מעידה כי מחסור בתשתיות הולמות היא אחת הסיבות שמעכבת מורי המדעים בבתי הספר הערביים מליישם את עמדותיהם לגבי ההוראה בעזרת ניסויים מעבדה, בין אם הם פיזיים או הדמיה.

קבוצת הממצאים החמישית התקבלה מהשוואה בין מורים לבין סטודנטים להוראת המדעים ומלמדת שישנם הבדלים מובהקים לטוב הסטודנטים בהכשרה אקדמית לניסויי הדמיה וגם בעמדותיהם לגבי השימוש בניסויי הדמיה, עוד פעם ממצא זה מחזק את המחקרים שטענו שעלייה בשכיחות יישום פרקטיקה מסוימת משפרת את העמדות כלפיה (Zacharia, 2003).

מסקנות

1. מורי המדעים בבתי הספר היסודיים והסטודנטים להוראת המדעים בחברה הערבית בישראל לא רואים בניסויים המדומים כתחליף עצמאי שיכול לבוא במקום ביצוע ניסויים פיזיים.
2. קיימת השפעה מובהקת של ההכשרה האקדמית לשימוש בניסויים על העמדות לגבי הנושא, כך שכלל שההכשרה האקדמית לשימוש בניסויים גבוה יותר העמדות לגביהם גבוהות יותר.
3. תוצאות המחקר מעידות כי מורי המדעים בבתי הספר הערביים אינם מיישמים את עמדותיהם הגבוהות לגבי ההוראה בעזרת מעבדה באם הן פיזיים או מדומים, אחת הסיבות לכך מחסור בתשתיות הולמות בבתי הספר שלהם.

תרומת המחקר

1. תוצאות המחקר יכולות לשמש את מקבלי החלטות, המרצים, מפקחים והמורים להוראה המדעים בחברה הערבית בקבלת החלטות מושכלות בכל מה שקשור בשילוב המחשוב לבצוע ניסויים בהוראת המדעים, בהכנת מערכי שיעור, יחידות לימוד ותכניות לימודים.
2. תוצאות המחקר תורמות לידע הקיים בנושא ומחזקת את הטענות כי הניסויים המדומים אינם יכולים לשמש כתחליף עצמאי שיכול לבוא במקום ביצוע ניסויים פיזיים.
3. תוצאות המחקר יכולות לשמש למחקר יותר מקיף שיכלול מורים וסטודנטים משני המגזרים היהודי והערבי לגבי סוגיית שילוב ניסויי ההדמיה והניסויים פיזיים בהוראת המדעים.

מגבלות המחקר

- 1- המדגם במחקר הנוכחי כלל מורים וסטודנטים ערביים מצפון הארץ, רצוי במחקרים עתידיים להגדיל ולהרחיב את אוכלוסיית המחקר כך שתכלול גם מורים וסטודנטים ערביים מדרום הארץ, ובכך מדגם המחקר ישקף יותר טוב את כלל אוכלוסיית המורים והסטודנטים הערבים בישראל.
- 2- שאלון המחקר מתייחס לעמדותיהם הסובייקטיביות של המורים והסטודנטים. לפיכך, ממצאי המחקר מתבססים על עמדות ודיווחים אישיים של המורים והסטודנטים. מוצע במחקרים עתידיים לבחון את הנושא בכלים נוספים. בדרך זו ניתן יהיה להגיע למידה רבה יותר של אובייקטיביות.
- 3- במחקר התעורר קושי לבצע הבחנה בין קבוצות שונות כגון מורים וותיקים עם מורים חדשים, סטודנטים משנות לימוד שונות. וזאת בשל מספרן הקטן של תתי הקבוצות, ולכן לא ניתן היה לבצע השוואה בין תתי הקבוצות. במחקר המשך ראוי שייבחן וישווה בין תתי הקבוצות הנ"ל.

המלצות

1. לחקור את הנושא במתודולוגיה משולבת, כמותית ואיכותנית.
2. לערוך מחקר יותר מקיף שיכלול מורים וסטודנטים משני המגזרים היהודי והערבי לגבי סוגיית שילוב ניסויי ההדמיה והניסויים פיזיים בהוראת המדעים.
3. לערוך מחקר יישומי בדרגי החינוך השונים שיבחן את התוצרים הלימודיים שמתקבלים עקב ניסויים פיזיים לעומת התוצרים שמתקבלים עקב ניסויים מדומים.

ביבליוגרפיה

הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה). (2017). *מיצ"ב תשע"ז* – ממצאים עיקריים. פרסום מקוון :

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/DochotMaarachtim.htm>

הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה). (2017). פיז"ה 2016 – אוריינות בקרב תלמידים בני 15-מבט ישראלי.

חטאב, נ', בורבוי, ל', מנור, א'. (2012). *פערים בהישגים הלימודיים בין התלמידים הערבים לתלמידים היהודים בישראל*. ירושלים: המכון הישראלי דמוקרטיה.

נחום, ב'. (2018). *ההישגים הלימודיים של התלמידים הערביים*. ירושלים: מרכז טאוב.

Akpan, J. & Strayer, J. (2010). Which comes first the use of computer simulation of frog dissection or conventional dissection as academic exercise? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 29(2):113–138.

Bencze, L. & Hodson, D. (1999). Changing practice by changing practice: Toward a more authentic science and science curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 521–539.

Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded Edition). Washington, DC: National Academies Press.

Bohning, G. & Hale, L. (1998). Images of self-confidence and the change-of-careerprospective elementary science teacher. *Journal of Elementary Science Education*, 10, 39–59.

- Cameron, B. (2003). The effectiveness of simulation in a hybrid and on-line networking course. *Tech Trends*, 47(5), 18-21.
- Charuk, K. (2010). Designing the online laboratory. In: D. A. Cancilla, & S. P. Albon (Eds.), *Moving the laboratory online: Situating the online laboratory learning experience for future success* (pp. 283-291). Newburyport, MA, USA: The Sloan Consortium.
- Dewhurst, D. G., Macleod, H. A., & Norris, T. A. M. (2000). Independent student learning aided by computers: an acceptable alternative to lectures. *Computers and Education*, 35(3), 223-241.
- Dkeidek, I., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2011). Effect of culture on twelfth grade students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-oriented chemistry laboratory. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1305-1331. doi:10.1007/s10763-010-9261-0
- Evans, K. L., & Leinhardt, G. (2008). A cognitive framework for the analysis of online chemistry courses. *Journal of Science and Education Technology*, 17(1), 100-120.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Kohl, P., Perkins, K. K., & Podolefsky, N. (2005). When learning About the Real World is Better Done Virtually: A study of Substituting Simulation for Laboratory Equipment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 1, 010103-1010103-8.
- Hewson, P.W., Kerby, H.W., & Cook, P.A. (1995). Determining the conceptions of teaching science held by experience high school science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 503–520.

- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88(1), 28–54
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Jacquelyn, J., Chini, Madsen, A., Gire, E., Sanjay Rebello, N., & Puntambekar, S. (2012). Exploration of factors that affect the comparative effectiveness of physical and virtual manipulative in an undergraduate laboratory. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8, 010113.
- Lang, J. (2012). Comparative study of hands-on and remote physics labs for first year university level physics students. *Transformative Dialogues: Teaching and Learning Journal*, 6(1), 1-25.
- Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: a comparative literature review. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 1-24.
- Markic, S., Eilks, I., Mamlok-Naaman, R., Hugerat, M., Kortam, N., Dkeidek, I., & Hofstein, A. (2016). One Country, Two Cultures – A Multi-perspective View on Israeli Chemistry Teachers' Beliefs about Teaching and Learning. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 22(2), 131-147. doi:10.1080/13540602.2015.1055423
- Nedic, Z., Machotka, J., & Nafalski, A. (2003). Remote laboratories versus virtual and real laboratories. In *Proceedings of the 2003 33rd Annual Frontiers in Education Conference*. Boulder, Colorado, USA. T3E.1eT3E.6.

- Parush, A., Hamm, H., & Shtub, A. (2002). Learning histories in simulation-based teaching: the effects on self-learning and transfer. *Computers and Education*, 39(4), 319-332
- Postholm, M. B. (2006). The teacher's role when pupils work on task using ICT in project work. *Educational Research*, 48(2), 155-175.
- Pyatt, K., & Sims, R. (2007). Learner performance and attitudes in traditional versus simulated laboratory experiences. In *ICT: Providing choices for learners and learning, Proceedings ascilite Singapore 2007*, 870-879. Retrieved from: <http://www.ascilite.org.au/conferences/singapore07/procs/pyatt.pdf>
- Satterthwait, D. (2010). Why are 'hands-on' science activities so effective for student learning? *Teaching Science and the Journal of the Australian Science Teachers Association*, 56(2), 7-10.
- Schoon, K.J. & Boone, W.J. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of pre-service elementary teachers. *Science Education*, 82, 553–568.
- Sicker, D. C., Lookabaugh, T., Santos, J., & Barnes, F. (2005). Assessing the effectiveness of remote networking laboratories. In *Proceedings of the 35th Frontiers in Education Conference*. Indianapolis, Indiana, USA.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403–418.
- Zacharia, Z. C. (2003). Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and

inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching* 40, 792-823.

Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning & Instruction*, 21, 317-331.

Physical Experiments vs. virtual Experiments in Teaching Science :
Attitudes and performance of in-service and pre-service science teachers in the
Arab society in Israel

Nael Eisa and Ahmed Amer

Abstract

The study examined the attitudes of in-service and pre-service science teachers in the Arab society in Israel regarding the question whether the innovative approach to using computer-aided simulation experiments is more effective than using physical ones. Moreover, this research examined the use of the laboratory as part of the science education system, from elementary schools to teacher education colleges. Two questionnaires were administered, one for the pre-service teachers and the other for the in-service teachers. The questionnaires were anonymously administered to 76 participants. The main research findings were as follows: Science teachers in primary schools and pre-service teachers in the Arab society in Israel do not consider the virtual experiments an independent substitute that can replace physical experiments. The pre-service students' attitudes regarding physical laboratory experiments and simulation experiments are significantly influenced by their academic training. This finding is in line with studies that showed that practical training has a direct influence on attitudes. The findings also indicate that science teachers in Arab schools do not practically apply their positive attitudes towards teaching through a laboratory, whether physical labs or virtual, in contrast to studies that showed that teachers' attitudes do influence actual application. The analysis of the findings demonstrates that lack of adequate infrastructure in the school under study is one of the reasons for the failure to implement their attitudes towards teaching through experiments.

Keywords: Arab science teachers, teaching using physical laboratory experiments, teaching using virtual experiments