

**לימוד הנושא גנטיקה בסביבה מתוקשבת:
חקר ההישגים והמוטיבציה של התלמידים
(מאמר קצר)**

משה ברק
אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
mbarak@bgu.ac.il

נדין ניג'ים
אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
Nadinenijim7@gmail.com

**Learning Genetics in a Computerized Environment:
Exploring Students' Achievements and Motivation
(Short Paper)**

Nadine Nijim
Ben-Gurion University of the Negev
Nadinenijim7@gmail.com

Moshe Barak
Ben-Gurion University of the Negev
mbarak@bgu.ac.il

Abstract

Despite the many efforts to integrate computerized means in the teaching of science, there are few materials and online resources that may help in teaching genetics. There is also little research on the use of multimedia in the study of genetics in Israel. The present study aimed at examining the implications of teaching genetics in an online environment on students' achievements and motivation. We developed an online e-learning unit on genetics through Google Site. The participants were 33+33 high school students as experimental and control groups. The research was conducted using a qualitative and quantitative methods. Data was collected through pre and post course exams, observations un the classes and interviews with students. It was found that the students in the experimental classes achieved higher scores in comparison to the control group, but there was no significant difference between students' motivation in the two groups.

Keywords: genetics, e-learning, achievements, motivation.

תקציר

בראשית האלף השלישי נמצאת הביולוגיה בחזית המחקר המדעי והיא נוגעת בכל תחום של חיינו. נושא זה נחשב מורכב וקשה להבנה אצל התלמידים. שיטות למידה חלופיות השונות מהשיטה המסורתית פותחו על מנת לשפר את ההישגים, רמת החשיבה והמוטיבציה אצל התלמידים. כמו כן, מושקעים מאמצים רבים לשלב את האמצעים המתוקשבים על מנת להשיג מטרה זו.

למרות המאמצים הרבים לשלב אמצעים מתוקשבים בהוראת המדעים, ישנם מעט חומרי עזר ואמצעים מתוקשבים שעשויים לעזור בהוראת הגנטיקה. כמו כן, יש מעט מחקרים על שימוש במולטימדיה בלימוד נושא גנטיקה בישראל. מכאן עולה הצורך במחקר המוצע, שמטרתו היא לבדוק את השלכות לימוד נושא גנטיקה בסביבה מתוקשבת על ההישגים והמוטיבציה של התלמידים, במחקר פיתחנו יחידה לימודית מתוקשבת בנושא גנטיקה, המשתתפים היו 33+33 תלמידים בכתות ניסוי וביקורת משלושה בתי ספר תיכוניים. המחקר שילב את הגישה האיכותנית והכמותית, הנתונים נאספו באמצעות שאלוני עמדות, מבחני ידע במועדי קדם-סיום, תצפיות בכתה וראיונות עם תלמידים. נמצא כי התלמידים בכתות הניסוי הגיעו להישגים גבוהים

יותר בהשוואה לתלמידי כתות הביקורת, אבל לא היה הבדל מובהק במוטיבציה של התלמידים בשתי הקבוצות במונחים של עניין, יעילות ותפיסת מסוגלות עצמית.

מילות מפתח: גנטיקה, למידה מקוונת, השיגים, מוטיבציה.

סקירת ספרות

בסקירת הספרות נתייחס להיבטים הבאים: *חשיבות לימוד הנושא גנטיקה, הקשיים בלימוד הנושא, תפיסות שגויות של תלמידים אודות גנטיקה, שילוב התקשוב בלמידת הנושא גנטיקה.*

חשיבות לימוד הנושא גנטיקה: נושא גנטיקה ונושאים הקשורים אליו, כגון ביולוגיה מולקולרית, ביולוגיה של התא וביוטכנולוגיה, קשורים לחיי יום יום כגון רפואה, חקלאות, תעשייה, וטכנולוגיה. גנטיקה הוא נושא מרכזי במדע והטכנולוגיה כיום ובשנים האחרונות נושא זה הפך לפרק חובה בתכנית הלימודים במדעים בחטיבת הביניים ובית הספר התיכון.

הקשיים בלימוד הנושא: הבנת נושא גנטיקה קשורה להבנת נושאים אחרים בביולוגיה כמו נושא חלוקת התא – מיזוג, מיטוזה, יצירת חלבון מ-DNA. (Knippels, waarlo & boersma., 2005), רמות אלה מאורגנות באופן היררכי, ולכן האלמנטים ברמה אחת של הארגון מהווים את היסודות של רמות הארגון הגבוהות יותר. (Simon, 1996). נושא גנטיקה הוא נושא מאתגר אך מורכב, משום שנדרש מהתלמידים להתייחס ולקשר בין רמות ארגון שונים – רמת המיקרו, המאקרו והאוכלוסייה (Starbek, Erjavec Peklaj., 2010).

בחקר מקרה שביצעו החוקרים קניפלס ואחרים (Knippels et al., 2005) בקרב מורה הולנדי ותלמידיו, השתתפו 22 תלמידים במחקר שמטרתו לאתר קשיים אצל התלמידים בלמידת נושא גנטיקה. החוקרים אספו נתונים בהתבסס על ראיון מבנה למחצה עם התלמידים, תצפיות בשיעורים ויומן תלמיד שבו רשמו התלמידים את הקשיים שנתקלו בהם במהלך פתרון בעיות בנושא גנטיקה. התלמידים רשמו כי אחת הבעיות העיקריות בלמידת נושא גנטיקה היא פתרון שאלות הקשורות למתמטיקה, כמו חישוב הסתברות.

תפיסות שגויות של תלמידים אודות גנטיקה: החוקרים (Vlckova, Kubiato & Usak, 2016) ערכו מחקר הבדוק את התפיסות השגויות במושגים גנטיים בסיסיים: דנ"א, גן, אלל וכרומוזום. השתתפו במחקר 102 תלמידי תיכון משני בתי ספר בצי'כיה הלומדים נושא גנטיקה, החוקרים פתחו מבחן שכלל שאלות רב ברירה ושאלות פתוחות. נמצא כי לתלמידים יש תפיסות שגויות בהבנת המושגים הבסיסיים. המושג 'דנ"א' נקבע כמושג בעייתי ביותר לתלמידים הם התקשו בתיאור מבנה הדנ"א ולקשר בין דנ"א קונספטואלי לבין גנים אחרים, ואילו המושגים 'אלל' ו'גן' היו קונבנציונליים. לפי ממצאי המחקר תלמידי תיכון אינם מבינים מושגים גנטיים בסיסיים נבחרים. בנוסף, תלמידים אינם מקשרים בין מושגים גנטיים בתוך מערכת ידע מורכבת אחת, הם גם אינם מבינים את המבנה ואת ההיררכיה של מושגים אלה. בלימוד הנושא גנטיקה, יש חשיבות בהבנת הקשר בין הנושאים מיזוג מיטוזה, רבייה וגנטיקה. החוקרים קנפליס ואחרים (Knippels et al., 2005) טוענים כי אי הבנה בנושאים אלו עלולים לגרום לאי הבנה מעמיקה ונכונה בנושא גנטיקה. ובנוסף, מחקר נוסף שבצעו החוקרים מרבח וסתיוי בקרב תלמידי תיכון ישראליים כדי לבחון את הבנתם לשלושת רמות הארגון (רמה מקרוסקופית, רמה מיקרוסקופית ורמה תת-מיקרוסקופית) בנושא גנטיקה. נמצא כי יש צורך לשיפור שיטות ההוראה מבחינת תכני הלימודים לתלמידים יש קשיים לקשר בין מושגים ותהליכים ברמות ארגון שונים (Marbach & Stavay, 2000).

החוקרים ירדן וחסקל חקרו את הקשיים בלמידת נושא גנטיקה והקשר בין תפיסות התלמידים ולמידת מנגנונים בסיסיים בגנטיקה. המחקר בוצע בקרב 152 תלמידי תיכון בישראל שיש להם ידע בסיסי בגנטיקה ונדרש מהם ליצור מפת מושגים גנטיים לשמונה מושגים גנטיים (גן, חלבון, תכונה, כרומוזום, דנ"א, מיזוג, הורים וצאצאים). לפי ממצאי המחקר אופיינו שתי תפיסות חשיבה: תפיסה מכניסטית ותפיסה לא מכניסטית. תלמידים בעלי תפיסה מכאנית מקשרים בין מושגים גנטיים ברמה מולקולרית הם מבינים את ההיררכיה של תהליכים ביולוגיים, במקביל כאשר תפיסות התלמידים לא מכאנית יוצר מחסום ללמידת המנגנון הבסיסי לתופעה ביולוגית בתחום הגנטיקה ורעיונות שגויות. (Yarden & Haskel-Ittah, 2018) קשיים אלו עלולים להוביל ליצירה של תפיסות חלופיות ומודלים מנטאליים שגויים. לשם כך, יש צורך לפתח דרכים נוספות ללמד נושא זה. מחקר זה בא כדי לענות על הצורך להתגבר על קשיים אלה, ולפתח שיטת למידה המעודדת ומקילה על למידת הגנטיקה.

תלמידים שלומדים מדע באמצעות שימוש באנימציות וסרטונים עשויים לפתח מוטיבציה גבוהה יותר ללמידה. החוקרות ברק ודורי (Barak & Dori, 2010, 2011) הוכיחו את טענתם ש-"אנימציה שווה אלף תמונות". במחקר שנועד לבדוק השפעת שילוב האנימציות בלמידת מדע על המוטיבציה על ההישגים, הבנה מושגית והבנת תופעות מדעיים השתתפו 1335 תלמידים מ-11 בתי ספר יסודיים בישראל. התלמידים בכתות הניסוי למדו נושאים כמו תנועה וכוחות, החיים עלי אדמות, איכות הסביבה באמצעות סרטים מונפשים. נמצא

כי שילוב המולטימדיה בתהליך הלמידה משפר את מיומנויות החשיבה המדעית, הישגים והמוטיבציה ללמוד מדע. בנוסף, נמצא כי שילוב התקשוב בלמידה מצמצם את הפער בין תלמידים מצטיינים או מתקשים בלימודי מדעים. מספר חוקרים (Starbek et al., 2010; Galbert and Yarden, 2006) מצאו גם כן כי שילוב המולטימדיה בלימוד נושא גנטיקה בבית ספר תיכון תרם לשיפור מיומנויות חקר, רמת הידע, המוטיבציה ללמידת הנושא ויכולת ניסוח הסברים מדעיים. יחד עם זאת, יש מחקר מועט על ההשפעות של שימוש בתקשוב על הוראת הנושא גנטיקה בבתי ספר תיכון בישראל.

במחקר הנוכחי, פיתחנו יחידה מתוקשבת ללימוד הנושא גנטיקה, המשלבת שימוש במחשבים ואנימציות, ובדקנו את ההשפעה של לימוד בשיטה זאת על ההישגים והמוטיבציה בקרב תלמידי תיכון.

שאלות המחקר

- מה היא השלכות למידת נושא גנטיקה באמצעות יחידה מתוקשבת על ההישגים של התלמידים?
- מהי ההשפעה של השיטה ללימוד גנטיקה שפותחה במחקר על המוטיבציה של התלמידים ללמוד נושא זה.

שיטת המחקר

מחקר זה נערך על פי שיטת מחקר המשלבת את הגישה האיכותנית והכמותית. במחקר בדקנו את ההשפעה של לימוד נושא גנטיקה סביב יחידה מתוקשבת, על תלמידים צעירים בבתי ספר תיכון מבחינה קוגניטיבית ואפקטיבית.

הגישה שנבחרה במחקר הזו משלבת בין שתי הגישות השונות במטרה לקבל תמונה מחקרית מקיפה ומעמיקה יותר לגבי תהליך הלמידה, עמדות התלמידים, הפעילויות שהתלמידים ביצעו, דרכי ההתמודדות עם הבעיות, ההחלטות והשיקולים שהנחנו אותם בביצוע המשימות. בחלק האיכותני במחקר, החוקרים סיירו בבתי הספר המשתתפים במחקר בצעו תצפיות במהלך השיעורים וראיונות עם קבוצת תלמידים על מנת לקבל תמונת מצב על אופי העברת היחידה המתוקשבת. תצפיות וראיונות אלה נועדו לתת לחוקרים תמונת מצב מפורטת על אופן העברת השיעור המתוקשב, והתפיסות של המורים והתלמידים כלפי לימוד נושא גנטיקה בסביבה מתוקשבת.

החלק הכמותי של המחקר כלל העברת מבחני הישגים, בדיקת שתי עבודות שהגישו התלמידים במהלך הלמידה, בדיקת פרויקט הגמר. כמו כן, התלמידים ענו על שאלון עמדות שנועד לבדוק את מידת העניין של התלמידים אודות מדע וטכנולוגיה, ולימוד נושא גנטיקה.

כלי המחקר

שיטת איסוף הנתונים בחלק הכמותי

מבחן ידע בנושא גנטיקה, המבחן פותח בשתי גרסאות א, ב, וכלל ארבע שאלות פתוחות בנושאים הבאים: תכונה רצסיבית, דומיננטית, חוקי מנדל, פנוטיפ, גנוטיפ. מחלה גנטית, חוקי מנדל, הכלאה. מבחן קדם: לפני לימוד היחידה המתוקשבת בגנטיקה, הועבר המבחן בכתות הניסוי והביקורת, כאשר מחצית מהתלמידים קיבלו גרסה א' ומחצית שנייה גרסה ב'. מבחן סיום: לאחר לימוד היחידה המתוקשבת בגנטיקה, הועבר המבחן בכתות הניסוי והביקורת, כאשר התלמידים שקיבלו קודם גרסה א' קיבלו כעת גרסה ב', ולהיפך. שיטה זו של העברת מבחן הישגים אפשרה לנו לתת לתלמידים גרסאות שונות של המבחן לפני ואחרי לימוד הקורס, ולבדוק ששתי גרסאות המבחן שקילות. תיקוף המבחן נעשה באמצעות התייעצות עם מומחים ומורים מנוסים בהוראת ביולוגיה.

שאלות עמדות אודות לימודי גנטיקה, השאלון מסוג ליקרט כלל שמונה היגדים, בשתי קטיגוריות מרכזיות: מוטיבציה והבנה. הקטגוריה מוטיבציה מחולקת לתת קטגוריות התעניינות, יעילות ומסוגלות עצמית. הקטגוריה הבנה היא יחידה אחת.

ההיגדים בשאלון העמדות הני"ל מבוססים על שאלון מוטיבציה-הנעה, של חוקרים פינטריץ' וחבריו (1991) (ששה היגדים) ושאלון מסוגלות עצמית שפותח ע"י החוקרים צ'ין וגולי (1997) (שני היגדים). השאלון הועבר בכתות הניסוי פעמיים, לפני לימוד הקורס ואחריו, ופעם אחת בכתות הביקורת.

שיטת איסוף הנתונים החלק האיכותני

ריאיון מובנה למחצה

הריאיון הוא שיטת מחקר שבה אוסף החוקר את המידע בעזרת תחקור ישיר, בדרך כלל במהלך שיחה פנים אל פנים (בייט-מרום, 1986). בשיטה זו, הנהוגה במחקר איכותני בדרך כלל, אפשר לחקור את הדעות המורכבות ואת התפיסות של המרואיינים, וכן לחקור מידע נוסף ולהבהיר את תשובותיהם של המרואיינים (Bandura & While, 1994). במחקר הנוכחי בוצע ריאיון מבנה למחצה עם שתי קבוצות של 3-4 תלמידים אודות. החוקרים יבצעו את הריאיונות לאחר שהתלמידים ילמדו את היחידה המתוקשבת ויענו על מבחן ההישגים. מטרת הריאיון, להכיר מקרוב את חווית הלמידה והעניין של התלמידים בלימוד הנושא באמצעות היחידה המתוקשבת.

תצפיות

החוקרים בצעו תצפיות למשך המפגשים, על מנת לוודא את העברת היחידה בצורה הרצויה, ובנוסף לכך, החוקרים רשמו ביומן חוקר את מהלך הכשרת המורים ליחידה מתוקשבת, הערות, המלצות, נקודות לשיפור, על מנת לשפר ולהעריך את תהליך הכשרת המורים להעברת היחידה המתוקשבת.

תוצאות

ממצאים מהחלק הכמותי במחקר

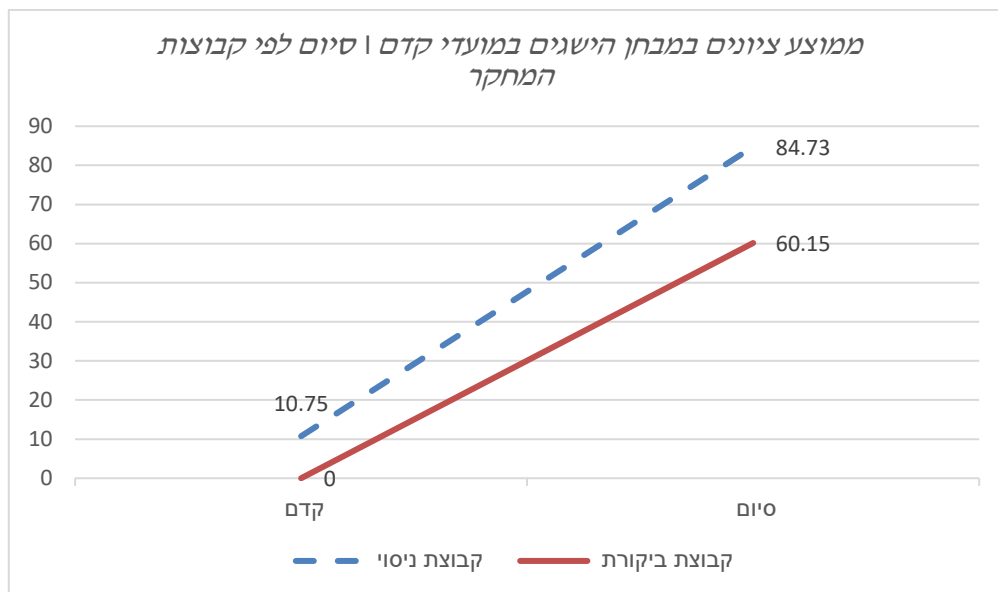
הישגי תלמידים: כפי שצוין במהלך המחקר בחלק הכמותי במחקר הועבר מבחן ידע קדם וסיום בסולם 0-100. להשוואה בין הציון לפני תחילת הלימודים והציון אחרי לפי הכיתה, נערך מבחן שונות דו-כווני (N=66). טבלה 1 מראה את סיכום של תוצאות הבחינה המסכמת בכתב עבור קבוצות המחקר.

טבלה 1. ממוצע ציונים במבחן הישגים במועדי קדם / סיום (סולם 0-100)

קבוצת מחקר	מועד המבחן	מספר תלמידים N	ציון ממוצע Mean	סטיית תקן SD
קבוצת ניסוי בית ספר 1	קדם	18	20.83	23.53
	סיום	18	83.06	7.722
קבוצת ניסוי בית ספר 2	קדם	15	0.67	2.582
	סיום	15	86.4	7.661
קבוצת ביקורת בית ספר 3	קדם	33	0	0
	סיום	33	60.15	13.834

1. ממוצע הציונים השתפר בכל קבוצות המחקר – קבוצת ניסוי וביקורת.

2. ממוצע ציוני התלמידים בקבוצת הניסוי לאחר לימוד היחידה מתוקשבת גדול בהשוואה לקבוצת הביקורת.



איור 1. ציוני התלמידים במבחן הישגים קדם/סיום לפי קבוצת המחקר

1. חל שיפור בממוצע הציונים בשתי קבוצות המחקר – קבוצת הניסוי והביקורת.
2. ניתן לראות כי הציון הממוצע של קבוצת הניסוי לאחר לימוד היחידה המתוקשבת גבוהה בהשוואה לקבוצת הביקורת.

טבלה 2. השוואה בין קבוצות המחקר לפי מועד מבחן קדם סיום

משתנה	Sum of squares	df	F	Sig
מועד * קבוצה	1342.735	1	6.572	.013

לצורך ההשוואה בין קבוצת הביקורת וקבוצת הניסוי, בוצע מבחן שונות דו-כווני (טבלה XXX), התוצאה מראה כי תלמידים מקבוצת הניסוי השתפרו באופן מובהק יותר מקבוצת הביקורת מבחינת ציונים ($t_{(49,9)}=6.572$, $p=.013$).

מוטיבציה: בחלק הכמותי במחקר הועבר שאלון עמדות אודות למידת נושא גנטיקה. השאלון הועבר בכיתות הניסוי לפני לימוד הקורס ואחריו (pre-post), ופעם אחת בכתות הביקורת. השאלון כלל שמונה היגדים בשתי קטגוריות מרכזיות: מוטיבציה והבנה. הקטגוריה מוטיבציה מחולקת לתת קטגוריות התעניינות, יעילות ומסוגלות עצמית. הקטגוריה הבנה היא יחידה אחת. לבדיקת ההבדל בין העמדות הכלליות של התלמידים בקבוצת הניסוי, המוטיבציה וההבנה לפני ואחרי העברת היחידה המתוקשבת בוצע מבחן t. להלן סיכום של תוצאות שאלון עמדות.

טבלה 3. ממצאים בשאלון קדם וסיום לעמדות התלמידים אודות נושא גנטיקה בסולם [1-5] (N=33)

משתנה	מועד השאלון	ממוצע	סטיית תקן	t	df	Sig
הבנה	קדם	3.71	1.04	.000	32	1
	סיום	3.714	1.01			
מוטיבציה	קדם	3.934	.59	.029	32	.972
	סיום	3.94	.69			

1. התוצאה מראה כי לא חל שינוי מובהק בעמדות, במונחים של מוטיבציה והבנה לאחר הניסוי.

דוגמאות לממצאים מהחלק האיכותני במחקר

תצפיות: בהמשך מפגשי הקורס לאחר שהתלמידים רכשו יכולות בסיסיות, הם הראו התעניינות ברורה בחומר הנלמד, שאלו הרבה שאלות חשיבות לעומק. הסבירו את תשובתם מול הקבוצה, הציגו יותר מתשובה אחת לשאלה והציגו שיטות שונות לפתרון השאלה. הם פנו למורה הרבה פעמים מחוץ לשיעורים ושאלו שאלות מאתגרות מעניינות הקשורות לנושא הנלמד. הם עבדו בקבוצות קטנות והיה צפוי לראות כי רק מעט מהם לא התעניין בחומר הנלמד. החל החוקר לשמוע מהתלמידים משפטים כגון:

"הזמן רץ מהר מאוד!", "לא חשנו בזמן איך חלף!",
 "כיף לי לחזור על המשימות בזמני הפנוי בבית",
 "עכשיו אני יכולה לתת הסבר למה יש לי עיניים כחולות",
 "נושא זה חשוב ללמידה אני רוצה ללמוד הנדסה גנטית"
 " אנחנו גיל הטכנולוגיה למה לא ללמוד באמצעות המחשב?"
 " למדיה מול המחשב יותר מעניינת מלמידה בשיטה הרגילה"
 " בחדר המחשבים אני אחראית על הלמידה שלי ולא המורה"

משפטים אלו מעידים על כך שהתלמידים מפנימים את הנושא הנלמד גנטיקה ומתעניינים בו.

ראיונות: כנאמר בפרק מערך המחקר בחרנו שתי קבוצות תלמידים באופן אקראי לאחר סיום הקורס (לא הכרנו את התלמידים קודם ולא ידענו את הישגיהם), ושאלנו אותם שאלות הקשורות ללמידה בחדר המחשבים סביב היחידה המתוקשבת, תפקיד המורה במהלך השיעור, החוויה הלימודית. עיקר הריאיון התמקד בעמדותיהם בכלל ומידת התעניינותם בפרט של התלמידים המרואיינים בלימוד נושא גנטיקה. טבלה 4 מציגה את היתרונות והחסרונות של למידת נושא גנטיקה בסביבה מתוקשבת לפי הריאיון שערכנו עם התלמידים בסיום לימוד היחידה המתוקשבת בנושא גנטיקה.

טבלה 4. יתרונות וחסרונות למידת נושא גנטיקה בסביבה מתוקשבת

יתרונות	חסרונות
עבודה מהנה ומעניינת	רעש
יותר מידע בפחות זמן	למידה עצמית המורה לא מעביר את השיעור כמו בשיעור הרגיל בכיתה
שונה משיטת הלמידה המסורתית אנחנו אחראים על הלמידה שלנו	לפעמים צריך לחזור על המשימה כמה פעמים כדי להבין
מוטיבציה ללמידה	השפה (עברית \ אנגלית)
בשיעור המתוקשב ניתן להיות יצירתיים	המורה לא מספיק לעשות סבב בין כל התלמידים
אין ספרים	צריך לתעד את הלמידה שלנו בכל שיעור
צופים בתהליכים ביולוגים בתלת ממד	

היגדים חיוביים:

- למידה בחדר המחשבים מעניינת.
- בשיעור המתוקשב יש תחרות בין התלמידים.
- עזרנו אחד לשני בפתרון השאלות או בהפעלת הסימולציות.
- אני מתמודד בהצלחה בלמידה באמצעות המחשב, אנחנו צפויים להיבחן בשאלון בגרות מתוקשב במקצועות עברית וביולוגיה.
- היחידה המתוקשבת בנושא גנטיקה מגבירה לנו את המודעות כלפי נושא גנטיקה וחשיבותו

נקודות לשיפור:

- אני מציעה ללמוד את היחידה המתוקשבת בבית בנוסף ללמידה הרגילה בבית הספר.
- אני מעדיפה לשלב את המורה יותר בלמידה, אנחנו רגילים שהמורה ילמד את החומר הלימודי.
- צריך לתרגם את הסרטונים לשפה הערבית.

דיון ומסקנות

המחקר הנוכחי נועד לבחון את השלכות לימוד נושא גנטיקה בסביבה מתוקשבת. במסגרת המחקר פיתחנו יחידה מתוקשבת הכוללת משימות מתוקשבות באמצעות התלמידים מפעילים סימולציות, סרטונים, משחקים לימודיים כדי לפתור את שאלות המשימה. התאמנו את היחידה המתוקשבת לתלמידים ולימדנו אותה בשיטת לימוד המשלבת גישות הוראה קונסטרוקטיביסטיות. המחקר נועד לבחון את ההשפעה של לימוד נושא גנטיקה באמצעות היחידה המתוקשבת על התלמידים מבחינת ההישגים שלהם והעמדות שלהם מבחינת המוטיבציה והעניין שלהם ללמוד את הנושא גנטיקה, תפיסת המסוגלות והרצון שלהם לעסוק בתחום מדעי בעתיד.

כפי שצוין בפרק מערך המחקר, פיתחנו שאלון עמדות שהעברנו במהלך המחקר לפני ואחרי העברת היחידה המתוקשבת בנושא גנטיקה לקבוצת הניסוי, במטרה לבדוק את עמדות התלמידים. ובנוסף, העברנו מבחן ידע קדם־סיום במטרה לבדוק את אפקטיביות שילוב הכלים המתוקשבים על ההישגים של התלמידים.

מחקרים מראים שיצירת כלים המדגימים את החומר הלימודי בצורה ויזואלית יכולים לשרת הבנת נושאים מדעיים, וזאת כאשר הכלים מתוכננים תוך שילוב של מידע מסווגים שונים. בעזרת כלים אלו הופכים נושאים מורכבים ובלתי נראים לעין לממשיים. התבססנו על העקרונות הבאים כדי לתכנן יחידה זו והן: הפחתת סיבוכיות ויזואלית על מנת לאפשר למשתמש לזהות מידע חשוב, לחולל מאגר נרחב של הסברים; לתמוך ביוזמת התלמידים להדגמת נושאים מורכבים; להשתמש בייצוג מרובה קשרים לכל נושא. (Kali Y., 2008).

במחקר הנוכחי השתתפו תלמידי תיכון המתמחים בביווגיה. תלמידי קבוצת הניסוי קבלו ציונים יותר גבוהים במבחן הידע בהשוואה לקבוצת הביקורת. זה עולה בקנה אחת ששילוב כלים מתוקשבים בלמידה משפר את ההישגים בלמידת נושא גנטיקה. ממצאים דומים דווחו ממחקרים שבוצעו בישראל בקרב 1335 תלמידים מבתי ספר יסודיים. (Barak & Dori, 2010, 2011)

לפי ממצאי המחקר לא נמצא הבדל משמעותי ומובהק בשיפור המוטיבציה אצל התלמידים. המדגם במחקר הנוכחי קטן ביחס למחקרים קודמים שבו החוקרים (Starbek et al., 2010; Galbert and Yarden, 2006) חקרו השפעת המולטימדיה על הלמידה, ומצאו כי שילוב המולטימדיה בלימוד נושא גנטיקה בבית ספר תיכון תרם לשיפור מיומנויות חקר, רמת הידע, המוטיבציה ללמידת הנושא ויכולת ניסוח הסברים מדעיים. (Hutchison, 1922).

הסימולציות גרמו להמחשה והעשרה, הם צפו בתהליכים המתרחשים בתוך התא בתלת מימד ובמת המיקרו, זה תרם להבנת החומר הנלמד לעומק ולקשר את הנושאים הנלמדים לחיי היומיום, למידה בסביבה מתוקשבת מייצרת הזדמנות לתהליך למידה אפקטיבי ורכישת ידע אטרקטיבי. ההתנסות בכלים הטכנולוגיים עזר לתלמידים להרחיב את הידע הנרכש ולפתח מיומנויות חשיבה ולהפנים את המושגים הבסיסיים בנושא גנטיקה.

בחלק האיכותני ביצענו ראיונות ותצפיות, מניטוח הראיונות עולה שהתלמידים הפגינו מוטיבציה גבוהה ועניין בריאיון הקבוצתי שבצענו עם סיום העברת היחידה המתוקשבת בנושא גנטיקה. לדבריהם של התלמידים נושא גנטיקה הוא נושא מאתגר וחשוב ללמידה, למידת הנושא גנטיקה בסביבה מתוקשבת מהנה ומעניינת מהלמידה בשיטה המסורתית, כי הם יכולים להבין בצורה מופשטת תהליכים מורכבים בתלת מימד והם אחראים על תהליך הלמידה שלהם כל אחד לפי הקצב שלו.

במהלך ביצוע המחקר ערכנו מספר תצפיות שמטרתם לאתר נקודות לשיפור ולהעריך את תהליך העברת היחידה המתוקשבת ולרשום הערות והמלצות, כדי לוודא העברת היחידה בצורה הרצויה ולבדוק התמודדות התלמידים בלמידה באמצעות כלים טכנולוגיים. במשך התצפיות היבחנו שנוצרה אווירה תחרותית חיובית, התלמידים ענו על השאלות בצורה נכונה ועם ביטחון עצמי גבוה, התלמידים השתתפו בהתלהבות ברורה, הציגו דרכים שונים לפתרון השאלה, חלק מהם הסבירו את תשובתם באופן מרשים והראו התעניינות והבנה רבה, בנוסף המורה דיווח לחוקרים שתלמידים רבים פנו אליו מחוץ לשיעורים ושאלו שאלות מאתגרות, מעניינות, הקשורות לנושא הנלמד וחלק מהם התעניין לדעת מה הם המקצועות העתידיות שיכולים לעסוק בהם הקשורים לנושא הנלמד גנטיקה, זה מעיד על כך שהתלמידים התעניינו והפנימו את הנושא הנלמד.

בחלק הכמותי לבדיקת שיפור המוטיבציה העברנו שאלון עמדות לתלמידים אודות לימוד נושא גנטיקה השאלון כלל שתי קטיגוריות מרכזיות: מוטיבציה במנחים יעילות, התעניינות, מסוגלות עצמית, וקטיגורית

הבנה, מניתוח הממצאים לא נמצא הבדל מובהק לאחר לימוד היחידה המתוקשבת, ניתן להסביר ממצא זה ייתכן שחלק מהתלמידים לא מילאו את שאלון העמדות ברצינות, מספר המשתתפים במחקר קטן, ייתכן שעיצוב האתר הלימודי שפיתחנו לא משך את התלמידים במידה רבה, חלק מהתלמידים ציינו שהיה להם קושי מסוים בשפה של הסימולציות, הן לא בשפת האם, היה צורך לחזור על האנימציות כמה פעמים ולתרגם מושגים בסיסיים. חשוב לציין שהמקר בוצע בקרב תלמידי תיכון ולא יסודי, מחקרים קודמים שבוצעו בישראל המראים שיפור מובהק במוטיבציה בוצעו בקרב תלמידי יסודי, ייתכן שתלמידים תיכון הרגישו שהיחידה המתוקשבת היא כמו ספר שחור על לבן או ספר דיגיטלי, יכול להיות שצריך לבנות את היחידה בצורה ובעיצוב שונים.

באופן כללי ניתן לומר, כי למרות שמחקר הניב תוצאות חשובות, יתכן מאוד כי תוצאות אלה חלקיות ואולי אף חסרות. המדגם כלל מספר קטן של משתתפים (66 תלמידים) משני בתי ספר מאזור גאוגרפי ספציפי (צפון הארץ) ויתכן כי מדגם זה אינו משקף את כלל האוכלוסייה בישראל. מחקר עתידי יכול לדגום נבדקים מכל רחבי הארץ על מנת לקבל תמונה רחבה ומשקפת יותר ולכלול מספר רב יותר של בתי ספר.

מקורות

- בייט מרום, ר' (1986). שיטות מחקר במדעי החברה. תל-אביב: האוניברסיטה הפתוחה.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachandran (Ed.) *Encyclopedia of human behaviour*, 4, 71–8.
- Barak, M. (2010). Motivating self-regulated learning in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(4), 381–401.
- Barak, M., & Dori, Y. (2011). Science Education in Primary Schools: Is an Animation Worth a Thousand Pictures? *Journal of Science Education & Technology*, 20(5), 608–620.
- Chen, G., Gully, S.M., and Eden, D. (2001). *Validation of a new general self-efficacy scale. Organizational Research Methods*, 4, 62–83.
- Gelbart, H., & Yarden, A. (2006). Learning genetics through an authentic research simulation in bioinformatics. *Journal of Biological Education*, 40(3), 107–112.
- Haskel-Ittah, M., & Yarden, A. (2018). Students' Conception of Genetic Phenomena and Its Effect on Their Ability to Understand the Underlying Mechanism. *CBE—Life Sciences Education*, 17(3), ar36.
- Knippels, M. P., Waarlo, A. J., & Boersma, K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108–112.
- Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200–205.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial* (3rd Ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Starbek, P., Erjavec, M. S., & Peklaj, C. (2010). Teaching genetics with multimedia results in better acquisition of knowledge and improvement in comprehension. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(3), 214–224.
- Vlckova, J., Kubiato, M., & Usak, M. (2016). Czech high school student's misconceptions about basic genetic concept: preliminary results.. *Journal Of Baltic Science Education*, 15(6), 738–745.