

מכון ויצמן למדע-רחובות

תוכנית רוטשילד- ויצמן למצוינות בהוראת המדעים

עבודת גמר לתואר שני למורי הביולוגיה

**הבניית ידע באמצעות הערכת אנימציות בנושא: גרעין התא
וייצור חלבונים**

מגישה : מרים גאנס

בהנחיית : ד"ר גילת בריל וד"ר רונית רוזינשיין

אוגוסט 2014

תוכן העניינים

1	מבוא
1	1.1 סקירת ספרות
4	1.2 מטרת הפיתוח
5	2. תיאור הפיתוח
5	2.1 רציונאל
5	2.2 חומרי הלימוד וההוראה
6	2.3 רצף ההוראה
7	3. תיאור הערכת הפיתוח
7	3.1 מאפייני אוכלוסיית המחקר
7	3.2 כלי הערכת המחקר ושילובם במערך ההוראה
7	3.2.1 ניתוח שיח כיתתי
8	3.2.2 ניתוח שאלון ידע
8	3.2.3 ניתוח מחוון הערכת אנימציות
9	3.2.4 ניתוח ראיון אישי
10	4. תוצאות
10	4.1 תוצאות ניתוח שיח כיתתי
14	4.2 תוצאות ניתוח שאלון ידע
15	4.3 תוצאות ניתוח מחוון הערכת אנימציות
16	4.4 תוצאות ניתוח ראיון אישי
19	5. סיכום ודיון
22	6. השלכות המחקר
24	7. ביבליוגרפיה
I-III	8. נספחים

1. מבוא:

1.1 רקע- סקירת ספרות:

פתגם עתיק ועממי אומר: "תמונה שווה אלף מילים".

הבנת מבנה ה-DNA והתהליכים הקשורים במולקולה, כמו תהליך התעתוק והתרגום לחלבון האחראי על התכונה, מהווה מכשול רציני עבור תלמידים בתיכון, ובמיוחד תלמידים המתקשים בלימודי ביולוגיה. מסתבר שסטודנטים מתקשים גם הם בהבנת מבנה ה-DNA ותהליכים אחרים הקשורים בביולוגיה של התא, במיוחד תהליכים מופשטים (Wilcoxson, Romanek & Wivagg, 1999). אחת ממטרות העל של הוראת נושא כלשהו בביולוגיה, ובכלל היא שהתלמידים ילמדו את הנושא בדרך משמעותית. למידה משמעותית לפי אוסוביל מתקיימת כאשר הלומד מקשר ידע חדש שהוא לומד לידע הקיים אצלו כבר (Ausubel 1963).

אנימציות ככלי הוראה

אחת הדרכים להשגת למידה משמעותית היא ללמד באמצעות אמצעי המחשה שונים. אנימציה נחשבת ככלי שבאמצעותו ניתן לשפר ולקדם את מיומנות הלמידה המשמעותית, כך שעל פי ברק (2012) נמצא כי תלמידים שצפו בסרטוני אנימציה שיפרו באופן משמעותי מיומנויות חשיבה ברמה של הבנה, יישום והנמקה.

ויזואליזציה היא שם כולל לטכניקה כלשהי ליצירת תמונות, דיאגרמות, אנימציות או סימולציות המיועדות ליצירת תקשורת והעברת מסר כלשהו (לוי-פלד ולוי 2011). יעילות הוויזואליזציה מתבטאת בעיקר ביצירת הקשרים בין רעיונות מופשטים לבין רעיונות קונקרטיים – יישומיים. ישנם מספר יתרונות לשימוש באנימציות בהוראה בכיתה והן:

1. מאפשר הצגת רעיונות מורכבים ומופשטים בצורה יעילה יותר.
2. מאפשר הצגת מורכבות גדולה יותר מזו הרואים בדרך כלל בכיתה.
3. מאפשר התמקדות בפרטים הרלוונטיים לנושא.
4. יכולים לשמש ככלי להוראה – מרחוק ופנים אל פנים – בכיתה.
5. מאפשר למידה מעניינת ומגוונת מחד ומאפשר הבנה עמוקה יותר של הנושא המדעי מאידך.
6. שילוב האנימציה בהוראה מקל על תהליך הלמידה מכיון שהוא מאפשר גישה "רב פעמית" להסבר, ללא הגבלה.
7. מאפשר למורה להתמקד בכל הפעלה בנקודה אחרת אשר לדעתו ראויה להדגיש.
8. והיתרון הגדול ביותר הוא שאנימציה מאפשר להראות תהליך בצורה דינאמית, מה שקשה מאוד להראות בציור על הלוח או בספר הלימוד, כלומר בדרך הוראה המסורתית.

(Mayer and Moreno 2002) מציינים שאנימציות מאפשרות קליטה בעזרת הערוץ הראיתי-הוויזואלי והערוץ השמיעתי שמעובדים ע"י הלומד, כאשר ידע זה מוטמע ומתקשר עם הידע הקודם של הלומד, יש להטמעת הידע בזיכרון סיכוי גדול להתרחש כאשר התצוגה המילולית והציורית מוצגת באותו הזמן. יחד עם זאת, על פי הגרתי (Hegarty 2004) כמצוטט על ידי לוין-פלד ולוי (2011), לשילוב אנימציות בכיתה יכולים להיות מספר אתגרים שראוי לתת עליהם את הדעת, שימוש באנימציות מסוימות ללא הנחיה של מורה וההסבר שלו אינו יכול להבטיח למידה ואף עלול לפגוע ביעילות הלמידה, מכיוון שללא הנחיה מסודרת התלמיד עלול להחמיץ מאפיינים חשובים המוצגים באנימציה החיוניים להבנת התהליך המוצג, דעתו של התלמיד יכולה להיות מוסחת מעקרונות מדעיים אותם רוצים להדגיש ולפנות למאפיינים פחות חשובים עקב העומס הקוגניטיבי הנוצר בעת הצפייה. בעיה נוספת שעלולה לעלות בצפייה באנימציות ללא הנחיה על פי וולינגטון (Wellington 2004) כמצוטט על ידי לוין-פלד ולוי (2011) היא יצירת תפיסות שגויות. התלמיד יתפוס את הייצוג כפי שהוא ולא תמיד ידע לעשות את ההבחנה בין הנפשה למציאות. לכן, בכדי למנוע מצבים אלו על המורה להנחות את התלמיד בעת השימוש בוויזואליזציה, לכוון אותו למאפיינים החשובים, להדגיש את ההבדלים בין המאפיינים בוויזואליזציה ובין המאפיינים במציאות ולסייע בהבהרת נקודות שלא היו ברורות לחלוטין מהוויזואליזציה, וזאת ע"י עצירת האנימציה או הסימולציה והתייחסות לפרמטרים השונים יחד עם התלמידים. בכדי שכלי הוויזואליזציה יהיה יעיל יש לבחון אותו הן מבחינה פדגוגית והן מהבחינה הטכנולוגית. לוי ולוין-פלד (2011) מעלות מספר נקודות שיכולות לסייע בבחירת הוויזואליזציה המתאימה בהיבט הפדגוגי: אילו קשיים קיימים בהוראת הנושא? האם הוויזואליזציה מתייחסת לקשיים אילו? אילו רעיונות או עקרונות מודגשים בה? האם אופן הצגת הרעיון ברור? כמו כן הן מוסיפות נקודות בהיבט הטכנולוגי שעליהן יש לשים דגש: האם ניתן לעצור את האנימציה / הסרט לפי בחירה על מנת לאפשר למורה לשלב הסברים והדגשים או על מנת לאפשר לתלמיד לעבד את המידע שהוא צופה בו? בסימולציות האם אפשר לבצע שינוי של משתנים שהמורה רוצה לבדוק והאם התוצאות שקיבל ממחישות את מה שהמורה רצה להדגיש? כמובן שיש חשיבות רבה לקשר את הוויזואליזציה לחומר הנלמד בכיתה ולבחור באיזה שלב במערך הלמידה אנו משלבים אותה ולשם כך אנו צריכים לשאול מהי מטרת השילוב של הוויזואליזציה? ואיזה ידע קודם הכרחי צריך להיות לתלמיד להבנת מרכיבי הוויזואליזציה? על פי לוין-פלד ולוי (2011) "למורה תפקיד חשוב הן בבחירת הוויזואליזציה והן בהתאמתה לתלמידיו בדרכים שונות, אך למרות ההכנה הנדרשת שילוב וויזואליזציות עשוי לתמוך בהעמקת הידע של התלמידים, ולקדם את הבנת הרעיונות המדעיים, תוך פעילות חווייתית מגוונת". במחקרים בתחום הביולוגיה אשר עסקו בהוראת נושאים שונים באמצעות כלים ויזואליים, לדוגמה המחקר של McClean וחבריו (2005) שפיתחו מספר אנימציות תלת ממדיות המציגות תהליכים מולקולאריים בתאים, תהליכים מופשטים עבור התלמידים דוגמת תעתוק רנ"א, תרגום רנ"א לחלבון,

עריכת רנ"א, ביטוי גנים ועוד. האנימציות הכילו גם הסברים בנוסף לתמונות. המחקר בוצע על סטודנטים להוראה בחטיבה העליונה בכיתות ז'- י"ב. המחקר נערך על שתי קבוצות סטודנטים, בקבוצה הראשונה הסטודנטים למדו בעזרת אנימציות המשולבות בהרצאה, לעומת קבוצת הסטודנטים השנייה שהשתמשה באנימציות כפעילות לימודית נפרדת (כלומר ללא הסבר ע"י המורה), בשתי הקבוצות נבחנו ידיעת הנושאים המוצגים באנימציות, הממצאים הראו יתרון בזיכרון טוב יותר של החומר הנלמד אצל הסטודנטים בקבוצה הראשונה שלמדו בהרצאות בהן שולבו אנימציות.

אנימציות תורמות רבות להבנת תהליכים ביוטכנולוגיים. במחקר בהוראת הביולוגיה שבוצע ע"י Yarden and Yarden (2010) נבדקה הבנת תהליך ביוטכנולוגי (PCR) בעזרת אנימציות לעומת הבנתו בעזרת תמונות. במחקר נמצא כי יש יתרון משמעותי לאנימציות בקידום הבנת התהליך. תלמידים שלמדו באמצעות תמונות גילו קשיים בהבנת שלבי ה-PCR המכניסטיים, קשיים שלא הופיעו אצל התלמידים שלמדו באמצעות אנימציות.

מניסיוני בלימוד נושא "גרעין התא וייצור חלבונים", התלמידים מתקשים מאוד להבין אותו בעיקר בגלל שהוא נושא מופשט ולא מוחשי. בשנה שעברה נתקלתי בהרבה תלונות מצד תלמידי כיתה ט' שהחומר קשה להבנה, עד שחיפשתי אנימציה קצרה מאוד באתר ה-youtube שהכנסתי לאתר בית הספר, התלמידים צפו באנימציה וקיבלתי תגובות חיוביות מהם. הם טענו שכאשר הם רואים הם מבינים טוב יותר נושאים מופשטים. לכן חשבתי בתוכנית הפיתוח שלי לנושא בכיתה י"א להשתמש באנימציות בצורה מסודרת ובכיתה, כלומר ללמד את נושא "גרעין התא וייצור חלבונים" דרך אנימציה או סרטון המחשה.

הגישה הקונסטרוקטיביסטית-קוגניטיביסטית וחשיבה ביקורתית כדרכי הוראה

כמורה אני מאמינה שצריך לחנך את התלמידים לחשוב ולא לקחת דברים כמובנים מאליהם, צריך לחנך את התלמידים לחשוב, לבקר, לשאול שאלות ולא רק "לספוג" את הנאמר ע"י המורה, כפי שנאמר ע"י Palinscar and Brown (1984) המורה משמש כמנחה את התהליך ולא כמוביל אותו, מאחר שבתחילת המאה העשרים השתנתה הגישה במערכת החינוך ועברה מ"ליצוק" ידע בלבד לעידוד חשיבה (הרפז 2005), לכן בעבודה זו התלמידים חיפשו בעצמם את האנימציות דרך הפעלת חשיבה ביקורתית בבחירת האנימציה המתאימה – לדעתם – שבאמצעותן העבירו את הנושא הנלמד בכיתה (התלמיד הוא גם המורה), כמו כן ראוי לציין שגם התלמידים הצופים והלומדים באמצעות האנימציה הפעילו חשיבה ביקורתית בזמן הצפייה כדי "לשפוט" אותה כאנימציה מתאימה וטובה להוראת הנושא.

כמו כן, בעבודה זו ננקטה הגישה הקונסטרוקטיביסטית-קוגניטיביסטית המסתמכת על הבניית ידע, וקשירת ידע חדש בידע הקודם שיש לתלמיד, ואחד מיסודותיה הבסיסיים הוא שההבנה והלמידה היא תהליך פעיל ומסתמך על הקשרים הקוגניטיביים, שלפי יחיאלי, ת. (תשס"ח 2008) "הקונסטרוקטיביזם הוא שם כולל לגישות פילוסופיות, פסיכולוגיות, פדגוגיות, סוציולוגיות, בלשניות, מתודולוגיות, ועוד,

הטענה המשותפת לכל הגישות הללו היא **שהידע נבנה ולא מתגלה או מועבר** (To construct - לבנות), כאשר השאיפה ממחקר זה היא שהבניית הידע ובעזרת כלי העזר הנוסף שימש להוראת הנושא ויזואליזציה, תאפשר הבנה מעמיקה יותר אצל התלמידים לנושא הנלמד, הבנה שתגרום לכך שהמידע יעבור לזיכרון ארוך הטווח של התלמיד, בנוסף להקניית יכולת קישור בין נושאים שונים שילמדו בהמשך.

לאור האמור לעיל, מטרת עבודה זו היא לחקור את תרומתה של החשיבה הביקורתית בבחירת האנימציות והלמידה באמצעותה כדרך להבניית ידע בקרב תלמידים מתקשים בלימודי ביולוגיה. העבודה עוסקת בהוראת הנושא: גרעין התא וייצור חלבונים, בחטיבה העליונה בכיתה י"א (3 יחידות לימוד) הוראת הנושא התבצעה באמצעות ייצוגים חזותיים (אנימציות) שמקורם בעיקר מהאינטרנט מאתר דוויידסון לצד אנימציות מה- youtube. בעבודה נבדקה תרומתה של אנימציות לקידום ההבנה של התלמידים לצד ההתגברות על הקושי בהבנת נושאים מופשטים, כדוגמת הנושאים הבאים: מבנה הדנ"א, תעתוק הדנ"א לרנ"א, תרגום רנ"א לחלבון האחראי על תכונה ועוד.

1.2 מטרת הפיתוח:

המחקר בדק את התרומה של הערכת אנימציות (מצד התלמידים שבחרו את האנימציה וגם את התלמידים שצפו בה) ככלי להבניית ידע.

שאלות המחקר:

1. כיצד למידה דרך אנימציות מעלה את רמת המעורבות בלמידה בקרב תלמידים המתקשים בלימודי ביולוגיה?

2. כיצד למידה דרך אנימציות מקדמת הבניית ידע?

2. תאור הפיתוח:

2.1 רציונאל

ביחידת לימוד זו התלמידים למדו את מבנה הדנ"א, כרומוזומים, גנים, חלבונים והקשר ביניהם. כמו כן התלמידים למדו את התהליכים מדנ"א לחלבון האחראי על תכונה, תכנים אלה למדתי השנה גם בקורס פרקים נבחרים בביולוגיה מולקולארית עם ד"ר דן מיכאל. מניסיוני בלימוד נושא זה התלמידים מתקשים מאוד בעיקר בגלל שהוא מופשט ולא מוחשי. בשנה שעברה נתקלתי בהרבה תלונות מצד תלמידי כיתה ט' שהחומר קשה להבנה, עד שחיפשתי אנימציה קצרה מאוד באתר ה-youtube שהכנסתי לאתר בית הספר, התלמידים צפו באנימציה וקיבלתי תגובות חיוביות מהם, שכאשר הם רואים הם מבינים טוב יותר נושאים מופשטים, לכן חשבתי בתוכנית הפיתוח שלי לנושא בכיתה י"א להשתמש באנימציות בצורה מסודרת ובכיתה, כלומר ללמד את הנושא דרך אנימציה או סרטון המחשה. גישה ההוראה שננקטה בעבודה זו היא הגישה הקונסטרוקטיביסטית-קוגניטיביסטית, עליה הרחבתי את הדעת בקורס פיתוח חומרי למידה בהנחייתן של ד"ר רונית רוזינשין וד"ר גילת בריל. גישה זו מתאימה לפיתוח זה מאחר והתהליך שהתלמידים עברו מבוסס על הבניית ידע, וקישור ידע קודם לידע החדש שהם עומדים ללמוד, לצד היותם מעורבים בתהליך ההוראה והלמידה כולו. פעילות התלמידים התבטאה בכך שלאורך יחידת הפיתוח הם היו מעורבים בהוראת הנושא, מאחר והם בעצמם חיפשו אנימציות והציגו את החומר בכיתה בפני התלמידים העמיתים שצפו בהן והעריכו אותן, שדרך ההערכה התרחשה הלמידה שנבדקה בעיקר ע"י שאלון הידע שחולק לתלמידים לפני הוראת הפרק ובסיומו.

2.2 חומרי הלימוד וההוראה:

- לימוד היחידה התבסס על הפרק הרביעי בספר הלימוד "התא-יחידת החיים" בתרגום לערבית, הספר מיועד ללימודי ביולוגיה בכיתה י"א, כותרת הפרק: "גרעין התא וייצור חלבונים".
- כמו כן, לימוד הפרק נעשה באמצעות הערכת אנימציות מתאימות שהתלמידים **חיפשו והציגו** בכיתה בנושאים השונים בפרק זה, נושאים אלה הם:
1. מבנה הכרומוזום: מולקולות דנ"א וחלבון, מולקולה הדנ"א הינה מולקולה דו גדילית המורכבת מארבעה בסיסים חנקניים + סוכר + קבוצת פוספט שביחד מרכיבים את יחידת המבנה הבסיסית-נוקליאוטיד , גן.....
 2. שעתוק הגן לרנ"א שליח, שהוא המולקולה המתווכת בין המידע הנמצא בגרעין וייצור החלבון הציטופלסמה, עריכת הרנ"א שליח (שחבור) והכנתו לתרגום בציטופלסמה.
 3. ייצור החלבון ע"י תרגום הרנ"א השליח.
 4. מוטציות והשפעתן על שינוי מבנה החלבון, דוגמאות למחלות הקשורות במוטציות.

2.3 רצף הוראה:

כמצוין לעיל, גישת ההוראה שננקטה בפיתוח היוזמה היא הגישה הקונסטרוקטיביסטית-קוגניטיביסטית, המבוססת על הבניית ידע וקשירת ידע קודם בידע החדש אשר התלמיד רוכש, לכן הידע הקודם שהתלמיד נדרש לדעת הוא מלימודים קודמים במסגרת לימודי הביולוגיה בכיתה ט', התלמידים למדו תורשה בכיתה ט' ולמדו את הפרק אבל בצורה לא מעמיקה.

להלן טבלה המסכמת את רצף ההוראה של הנושא:

מספר השיעור ברצף ההוראה	נושא השיעור
שיעור ראשון	הקדמה לפרק, חלוקת התלמידים לקבוצות, העברת שאלון ידע מקדים (נספח 1) לתלמידים בפעם הראשונה ובניית מחוון הערכת אנימציות (נספח 2).
שיעור שני	הרכב החומר התורשתי- מועבר ע"י קבוצת תלמידים באמצעות אנימציה והסבר. הערכת האנימציה ע"י התלמידים "המקשיבים/לומדים" באמצעות המחוון (נספח 2).
שיעור שלישי	שעתוק הרנ"א ועיבודו בגרעין התא-מועבר ע"י קבוצת תלמידים באמצעות אנימציה והסבר. הערכת האנימציה ע"י התלמידים "המקשיבים/לומדים" באמצעות המחוון (נספח 2).
שיעור רביעי	תרגום מולקולת הרנ"א לחלבון בציטופלסמה- מועבר ע"י קבוצת תלמידים באמצעות אנימציה והסבר. הערכת האנימציה ע"י התלמידים "המקשיבים/לומדים" באמצעות המחוון (נספח 2).
שיעור חמישי	מוטציות- מועבר ע"י קבוצת תלמידים באמצעות אנימציה והסבר. הערכת האנימציה ע"י התלמידים "המקשיבים/לומדים" באמצעות המחוון (נספח 2). סיכום הפרק והעברת שאלון הידע המקדים פעם שנייה לתלמידים(נספח 1).

3. תיאור הערכת הפיתוח

3.1 מאפייני אוכלוסיית המחקר

המחקר נערך בכיתה י"א בתיכון חקלאי ימה- ישוב זמר. התלמידים לומדים ביולוגיה ברמת שלוש יחידות לימוד, לכן הם לומדים שלוש שעות שבועיות. הכיתה מונה 26 תלמידים ברמת הישגים מאוד נמוכה, התלמידים לומדים חקלאות כהתמחות (ירקות תלמידים בנים ומדעי תזונה תלמידות בנות), שזהו המקצוע היחידי שהם לומדים ברמת חמש יחידות. הכיתה לומדת לימודים רגילים, כלומר מתחילים את יום הלימודים בשעה שמונה ומסיימים לקראת השעה שתיים, אין לימודים אחרי יום הלימודים. התלמידים במצב סוציו אקונומי בינוני-נמוך, מספר לא מבוטל של תלמידים עובדים אחרי יום הלימודים לכן הם לא מספיקים ללמוד בבית וכתוצאה מכך הרמה ההישגית לתלמידים אלה היא מאוד נמוכה, במיוחד תלמידים בנים, שגם נעדרים הרבה לתקופה ממושכת. בשיעורי הביולוגיה הרגילים וכמעט באופן קבוע רק שלוש תלמידות (מ', ס' ור') עוקבות אחרי החומר הנלמד ומשתתפות בשיעורים והן תלמידות שנחשבות *ברמת מסוגלות קצת יותר גבוהה מבינונית (בביולוגיה נחשבות תלמידות מאוד טובות ברמת 3 יחידות לימוד), שאר התלמידים כמעט ובכלל לא פעילים בכיתה (וגם רמת המסוגלות שלהם מאוד נמוכה וההישגים שלהם במבחנים נמוכים מאוד), מסתבר שזה קורה בהרבה מקצועות לא רק בביולוגיה. התלמידים שמצליחים בסוף י"ב להשיג תעודת בגרות משיגים אותה במספר מנמלי של יחידות לימוד במקצועות השונים וגם בציונים לא גבוהים במיוחד ואפילו ציוני מעבר. *רמת המסוגלות של התלמידים נקבעת לפי ההישגים שלהם במקצועות השונים.

3.2 כלי הערכת המחקר ושילובם במערך ההוראה

3.2.1 ניתוח שיח כיתתי:

מידת המעורבות של התלמידים בכיתה נבדקה בהשוואה לשיעורים קודמים שהועברו בכיתה בדרך ההוראה המסורתית (בה המורה במרכז: המורה מעביר את החומר בכיתה והתלמידים מקשיבים ומסכמים, לצורך ההשוואה הוקלטו שני שיעורים כאלה), על מנת לבדוק את מידת המעורבות של התלמידים בתהליך הלמידה, נבדקו הפרמטרים הבאים בשיח:

1. מספר השאלות הממוצע שנשאלו בשיעורים.

2. סוג השאלות:

א. שאלות ידע באמצעותן התלמיד מבקש הבהרה/חזרה על החומר הנלמד.

ב. שאלות הבנה והשלכה באמצעותן התלמיד מעבד ומבין את החומר והוא משליך את המידע שרכש על חומר/נושא אחר.

3. מספר התלמידים הממוצע שהשתתפו בשיח.

סוג ההערכה: כמותי מאחר ונספרו שאלות התלמידים ומספר הפעמים בהם היו התלמידים פעילים והשתתפו בשיח הכיתתי, ואיכותני שמתייחס לסוג השאלות וההשלכה לנושאים אחרים. חשיבות: אחת המטרות של מחקר זה היא לקדם הבניית ידע שתוביל ללמידה משמעותית של התלמידים, לכן מעקב אחרי שאלות מסוגים שונים בכיתה וגם מידת המעורבות של התלמיד בשיח הכיתתי מעיד על מידת התעניינות התלמיד בשיטת ההוראה ועל מידת הבנתו לנושא במהלך הצפייה באנימציה והקשבתו לעמיתים שלו שמסבירים את החומר באמצעותה.

3.2.2 ניתוח שאלון ידע:

שאלון ידע הועבר לתלמידים לפני תחילת הוראת הפרק (בשיעור הראשון ברצף הוראת הפיתוח), וכן בסיום ההוראה שלו (בשיעור החמישי), השאלון הורכב משאלות ידע ומפת קשרים, ההשוואה בין התשובות של התלמידים לפני ההוראה באמצעות אנימציות ואחריה יכולה לבדוק אם התרחשו הבניית ידע וקשירת ידע קודם לידע החדש שהתלמיד רכש, בניתוח השאלון לפני ואחרי נבדקו הפרמטרים הבאים:

1. מספר השאלות הממוצע שהתלמידים ענו עליהן נכון בשאלון לפני ואחרי (השאלון המלא בנספחים).
 2. מספר המושגים הממוצע ששובצו במפת הקשרים לפני ההוראה ואחריה.
 3. ממוצע מספר *מושגי הצומת במפת הקשרים לפני ההוראה ואחריה.
 4. אחוז הופעת המושגים והקשרים במפת הקשרים שעלה מהאנימציה.
- סוג ההערכה: כמותי ואיכותני, מאחר ונספרו פרמטרים שונים בשאלון הידע וגם נבדקה נכונות והתאמת התשובות לשאלות שבשאלון.
- חשיבות: שאלון הידע שהועבר לתלמידים לפני ההוראה באמצעות הערכת האנימציות ובסיומה מראה את מידת התרומה של הערכת האנימציה בהבניית הידע וקשירת הידע הקודם לידע החדש, והוספת ידע לידע הקיים, וזה נעשה ע"י השוואה בין תשובות התלמידים בשאלון שהועבר לפני והשאלון שהועבר אחרי ההוראה באמצעות האנימציות.
- * **מושג צומת:** מושג צומת הינו מושג שמשמש למספר קשרים. בניתוח שלי מושג צומת נחשב לכזה אם הוא מתייחס לשני קשרים נכונים ויותר.

3.2.3 ניתוח מחוון להערכת האנימציות:

מחוון שנבנה ע"י התלמידים בכיתה הועבר להם כל שיעור בו הוקרנה אנימציה. המחוון הורכב מקריטריונים שונים אשר התלמידים העלו בדיון כיתתי בו הם ציינו את הרכיבים שאמורים להופיע באנימציה ע"מ שתחשב כאנימציה "טובה" ומקדמת הבנה (לפי הגדרת התלמידים), במחוון

נבדק: הערכת האנימציה מנקודת המבט של התלמיד "הצופה", אם ההערכה שהוא נתן לאנימציה תואמת את הבניית הידע שהתרחשה אצלו שהופיעה בתשובות שלו בשאלון הידע לפני ההוראה באמצעות הערכת אנימציות ואחריה. סוג ההערכה: איכותני.

חשיבות: המטרה העיקרית ממחקר זה היא לבדוק אם הלמידה דרך הערכת אנימציות מובילה להבניית ידע וקידום הבנה, בבדיקת הדרך בה התלמיד העריך את האנימציה והשוואת הערכה זו לתשובות שהוא ענה בשאלון הידע מראה את התרומה שבהערכת האנימציה לקידום ההבנה של התלמיד.

3.2.4 ניתוח ראיון אישי:

ראיון אישי חצי פתוח התקיים עם ארבעה תלמידים בסיום הוראת הפרק, ארבעת התלמידים נבחרו אחרי בדיקת המחוונים ושאלוני הידע שלהם, כך ששני תלמידים נראה שיפור משמעותי בהבנה שלהם, ושני תלמידים שמידת השיפור אצלם הייתה נמוכה מאוד. סוג הניתוח: איכותני.

חשיבות: התשובות של התלמידים בראיונות האישיים יכולות לחזק את המטרה ממחקר זה שמתבססת על תרומתה של הערכת האנימציות בקידום הבנה והבניית ידע של התלמידים.

4. תוצאות

4.1 ניתוח שיח כיתתי:

נבחרו קריטריונים לניתוח שיח כיתתי שמעידים על מעורבות התלמידים בלמידה, מעורבות המקדמת הבניית ידע:

1. מספר השאלות הכללי הממוצע שנשאלו במהלך שיעור רגיל (סה"כ שני שיעורים) ובמהלך שיעור מלווה אנימציה (סה"כ חמישה שיעורים).

2. אחוז ממוצע של התלמידים המשתתפים/לא משתתפים בשיח הכיתתי בשני סוגי השיעורים.

3. סוג השאלות במהלך שני סוגי השיעורים.

התוצאות של הניתוח סוכמו בטבלה מס' 1:

טבלה מס' 1- ניתוח כמותי: תוצאות ניתוח שיח כיתתי בשיעור רגיל לעומת שיח כיתתי בשיעור מלווה

אנימציה:

ממוצע מספר שאלות כללי	ממוצע אחוז תלמידים משתתפים בשיח	ממוצע אחוז תלמידים לא פעילים בד"כ	סוג השאלה % ידע % הבנה והשלכה	
7 שאלות לשיעור	8% מכלל התלמידים	82%	71% 29%	שיח כיתתי- שיעורים רגילים (משני שיעורים)
17 שאלות לשיעור	55% מכלל התלמידים	45%	58% 42%	שיח כיתתי- שיעורים בליווי אנימציות (מחמישה שיעורים)

מניתוח כמותי לשיח הכיתתי בשני סוגי השיעורים (בלווי ובלי ליווי אנימציות) וכפי שעולה מהנתונים בטבלה מס' 1, עולה שממוצע מספר השאלות שנשאלו ע"י התלמידים עלה באופן משמעותי בשיעורים בהם התלמידים למדו באמצעות הערכת אנימציות לעומת שיעורים רגילים, נתון זה קשור גם למספר הממוצע של התלמידים שהשתתפו בשיח הכיתתי בשני סוגי השיעורים: כאשר רואים עלייה משמעותית באחוז התלמידים שהשתתפו בשיח בשיעורים שנלמדו דרך הערכת האנימציות בהשוואה לשיעורים שנלמדו בשיטה הרגילה. כמו כן ניתן להבחין שיש הבדל בסוגי השאלות שנשאלו בשיעורים רגילים

לעומת השיעורים שנלמדו באמצעות הערכת אנימציות: הייתה עלייה באחוז שאלות ההבנה וההשלכה בשיעורים מלוויי אנימציות בהשוואה לשיעורים רגילים שאחוז שאלות הידע בהם גבוה יותר בהשוואה לשאלות ההבנה וההשלכה. להלן מובאים שני קטעים משיח כיתתי משיעור רגיל ושיעור מלווה אנימציה, שני הקטעים נותחו ניתוח איכותני בו סווגו השאלות לרמות לפי הקריטריונים שנקבעו בניתוח שיח כיתתי בעמוד 9(רמת השאלה תופיע ליד כל שאלה), בקטע השני ניתן להבחין בעלייה המשמעותית במיוחד במספר התלמידים שהשתתפו בשיח הכיתתי בשיעור מלווה האנימציה לעומת שיעור רגיל, וגם במספר השאלות שמעידות על הבנה והשלכה לעומת שאלות ידע:

1. קטע משיח כיתתי משיעור רגיל (נושא השיעור- גורמים המשפיעים על הפעילות האנזימטית):

מורה: "התחלנו לדבר בשיעור שעבר על גורמים שמשפיעים על קצב הריאקציה האנזימטית, אתם זוכרים? מי יכול / יכולה להזכיר לנו את הגורמים שלמדנו?"
מ': "רגע, כשאת אומרת פעילות אנזימטית את מתכוונת דווקא לדינאמיקה של האנזים?"- **ידע**
מורה: "מה אתם אומרים? משהו יכול לענות למ'?"
ס': "אני חושבת לא בהכרח, כי נגיד כשלמדנו על pH למדנו שבטווח מסוים אנזים מסוים עובד או יכול לעבוד נכון? וב-pH שונה אותו אנזים לא יכול לעבוד, אז הוא לא עבר דינאמיקה בבת אחד אני חושבת".
מורה: "עוד משהו?"
מחכה, שקט בכיתה....
מורה: "נכון מה שס' אמרה, כשמדברים על גורם מסוים שמשפיע על קצב פעילות האנזים לא מדברים בהכרח על אנזים שעבר שינוי מבני וכתוצאה הוא מאבד את הפעילות שלו, אנחנו נלמד בהמשך על גורמים שלא גורמים לאנזים לעבור דינאמיקה אבל משפיעים על קצב הריאקציה האנזימטית וגורמים אחרים שאכן גורמים לאנזים לאבד פעילות כתוצאה של הדינאמיקה שלו".
ר': "את יכולה לחזור שוב על הגדרת המושג דינאמיקה?"- **ידע**.
מורה: "כן, מי רוצה להגדיר לנו את המושג "דינאמיקה"?"
ס': "דינאמיקה הוא תהליך אותו עובר החלבון, בתהליך הזה החלבון מפסיק לעבוד...., נכון? אבל שכחתי למה!!"

מ': "אנזימים אלה גם אחראיים על עיכול המזון שלמדנו שנה שעברה? נכון?"- **ידע**.
מורה: "מה אתם חושבים?"
א': "כן, אנזימים זה אנזימים!"
מ': "לכן האמילאז לא מתפקד בתריסריון כי הוא עובר דינאמיקה בגלל המעבר לסביבה יותר בסיסית, נכון המורה?"- **הבנה והשלכה**.

2. קטע משיח כיתתי משיעור מלווה אנימציה (נושא השיעור- תהליך השעתוק ושיחבור הרנ"א):
(שיח כיתתי אחרי הקרנת האנימציה והסברת החומר ע"י קבוצת התלמידים).

אני: תודה לקבוצה, שאלות?

א': "הדנ"א נשאר בגרעין התא והרנ"א יוצא משם?"- ידע.

קבוצה: נכון הרנ"א יוצא והדנ"א נשאר בגרעין התא.

מ': "אה, אז הפתחים שבמעטפת הגרעין שראינו באנימציה קודמת משמשים ליציאת הרנ"א מהגרעין, נכון?"- **הבנה והשלכה.**

אני: "ראינו את זה גם עכשיו נדמה לי, נכון?"

ח': "אתם יכולים לחזור שנייה לשלב השעתוק, לא ממש הבנתי איך הדנ"א משמש תבנית ליצירת רנ"א, איך זה נעשה?"- ידע.

קבוצה: חוזרים לאנימציה ומסבירים בעזרתה איך זה נעשה.....

אני: ח' הבנתי?

ח': "כן תודה."

ס': "אז בעצם האזור שמשועתק הוא הגן בעצם? ולא הכל?, אז למה צריך גם אזורים שהם לא גנים? זה לא בזבוז?"- **הבנה והשלכה.**

המורה: "שאלה טובה ס' נדבר על זה בהמשך כשנדבר על בקרה, למרות שאתם לא נדרשים ללמוד את זה".

ס': "עכשיו הבנתי למה קוראים למקטעים מסוימים זבל, אבל זה לא זבל בעצם אם יש להם תפקיד בבקרה, לא?"- **הבנה והשלכה.**

מורה: "בדיוק לכן משנים את השם של מקטעים אלה עכשיו מדנ"א זבל לדנ"א שאינו מקודד לחלבון".

קבוצה: "כן, כי הגן אחראי על יצור חלבון כלומר לתכונה."

ג': "לא הבנתי איך, כלומר נוצר החלבון?"- ידע.

קבוצה: "אולי הקבוצה הבאה תסביר?"

אני: "כן שיעור הבא נלמד ביחד איך".

ג': "בסדר נחכה!!"

ס': "מה השחבור עושה בעצם?"- ידע.

קבוצה: "מוציא מקטעים שנקראים אינטרונים ומשאיר ומחבר את האקסונים שמרכיבים את הרנ"א שליח הבוגר."

ש': "אז הרנ"א שיצא מהפתחים של הקרום זה רק אקסונים?"-ידע.

קבוצה: "כן".

א': "וכל זה נעשה ע"י אנזימים?, נכון שלמדנו שכל התהליכים בגוף נעשים ע"י אנזימים?" – הבנה והשלכה.

קבוצה: "מה זה כל זה?"

א': "שעתוק, שיחבור"

קבוצה: "כן, למדנו שכל התהליכים בתא ובגוף נעשים באמצעות אנזימים, לא?"

אני: "נכון".

דממה.....

ה': "אז הרנ"א שליח שנוצר משעתוק הדנ"א הוא מולקולה חד גדילית, לא כמו הדנ"א?"-ידע.

קבוצה: "נכון".

אני: "עוד פעם, למה התכוונת כשאמרת לא כמו הדנ"א?"

ה': "לא אמרנו שמולקולת הדנ"א היא מולקולה דו גדילית?"

קבוצה: "נכון מאוד".

ש': "עוד הבדל אמרתם בנוקליאוטידים?"-ידע.

קבוצה: "נכון, במקום T בדנ"א הוא מוחלף ב U ברנ"א שליח, לכן הנוקליאוטידים ברנ"א הם: A U C G".

המורה: "לסיכום, למדנו היום את נושא שעתוק הגן שהוא מקטע דנ"א האחראי על תכונה מסוימת לרנ"א שהיא מולקולה מתווכת, היוצאת מגרעין התא לציטופלסמה, שיעור הבא נלמד מה קורה למולקולה זו שם".

א': "נלמד גם דרך אנימציה, נכון?"

המורה: "כן, למה אתה שואל?"

א': "כי אהבתי את שחזור היום, היה ברור!"

המורה: "אז אתה מרוצה מדרך הוראה זו? מה שאר התלמידים אומרים?"

א': "בטח, היה מעניין לראות את התהליך ולא רק לדמיין אותו".

תגובות מעורבות של התלמידים בכיתה: "כן הרבה יותר קל ללמוד כך, מעניין, אפילו לא הרגשנו איך השיעור נגמר".

בשני הקטעים של השיח הכיתתי בשני סוגי השיעורים מבחינים בהבדל משמעותי של מספר התלמידים שהשתתפו בשני סוגי השיעורים וסוג השאלות שנשאלו, כמו כן במספר השאלות שנשאלו, רואים שבכל הפרמטרים שצוינו העלייה הייתה לטובת השיעורים מלווי אנימציות.

4.2. ניתוח שאלון ידע:

נבחרו קריטריונים לניתוח שאלון הידע שהועבר לתלמידים לפני הוראת הפרק ובסיומו, קריטריונים אלה הם:

1. ממוצע מספר השאלות שהתלמידים ענו עליהן נכון בשאלון לפני ואחרי.
 2. מספר המושגים ששובצו במפת הקשרים לפני ואחרי.
 3. אחוז מושגי הצומת מכלל המושגים ששובצו במפת הקשרים.
 4. ממוצע אחוז המושגים/הקשרים במפת הקשרים שמקורם באנימציות.
- כאשר מטרתו של שאלון הידע הייתה לבדוק את תרומת הערכת האנימציות בהבניית הידע של התלמידים.

בטבלה להלן סוכמו תוצאות ניתוח שאלון הידע שהועבר לתלמידים לפני הוראת הנושא-שבדק את רמת הידע, ואת הידע שיש לתלמידים מלימודי הנושא בעבר- ואחרי העברת הנושא באמצעות אנימציות שבדק אם התרחשה הבניית ידע בעקבות הערכת האנימציות שדרכן התלמידים למדו את הנושא.

טבלה 2- ניתוח שאלון ידע שהועבר לפני ואחרי הוראת הנושא באמצעות אנימציות:

ממוצע השאלות שהתלמידים ענו עליהן נכון (סה"כ 5 שאלות).	ממוצע של מספר המושגים ששובצו במפת הקשרים	*ממוצע אחוז מושגי הצומת מכלל המושגים במפת הקשרים	*ממוצע אחוז המושגים/קשרים הנכונים במפת הקשרים שמקורם באנימציות
שאלון ידע לפני	2/5 (10%)	4 מושגים	0%
שאלון ידע אחרי	4/5 (80%)	12 מושגים	25%

*יש לציין שהתלמידים השתמשו באופן נרחב במפות קשרים שנה שעברה בהוראת נושא מערכת ההובלה, כך שהם יודעים את הכלי וגם את השימוש בו, והם שולטים בו היטב.

מניתוח שאלון הידע שהועבר לתלמידים לפני הוראת הפרק ואחרי, שמטרתו הייתה לבדוק רמת הידע והחומר אותו התלמידים זוכרים מלימודיהם לנושא בכיתה ט', ניתן להבחין בעלייה במספר השאלות

הכללי שהתלמידים ענו עליהן נכון עקב הוראת הנושא באמצעות הערכת אנימציות, כמו כן ניתן להבחין בעלייה במספר המושגים ששובצו במפת הקשרים ובמספר מושגי הצומת אחרי הוראת הנושא באמצעות הערכת אנימציות, ועלייה המשמעותית באחוז המושגים/קשרים הנכונים שמקורם באנימציות.

4.3. ניתוח מחוון הערכת אנימציות:

נבחר קריטריון לניתוח מחוון הערכת האנימציות שהועבר בכל שיעור הוקרנה בו אנימציה: האנימציה מנקודת המבט של התלמיד "הצופה", אם ההערכה שהוא נתן לאנימציה תואמת את הבניית הידע שהתרחשה אצלו, **שהופיעה בתשובות שלו בשאלון הידע לפני ההוראה באמצעות אנימציות ואחריה.** שתי מטרות למחוון :

1. המחוון שימש כל קבוצה שחיפשה את האנימציה "המתאימה" דרכה הקבוצה העבירה את הנושא בכיתה, כלומר הערכת האנימציה שנבחרה ע"י הקבוצה עצמה, המחוון היה להם כקו מנחה שבעזרתו הם יכלו להתמקד בחיפוש האנימציה העונה ביותר על הקריטריונים במחוון.
2. קידום הבניית הידע של התלמידים ע"י הערכת האנימציה מאחר והם צריכים לעקוב אחרי האנימציה ולהבין את החומר המועבר באמצעותה, הצפייה באנימציה והערכתה תורמת לתלמיד לקשר ידע קודם בידע החדש שהוא רוכש דרכה.

נעשה ניתוח לחמשת המחוונים שחולקו לתלמידים בכל שיעור הוקרנה בו אנימציה, ונערכה הערכה לכל קריטריון בנפרד לפי תשובות התלמידים. תוצאות הערכת הקריטריונים השונים סוכמו בטבלה הבאה:

טבלה מספר 3- הערכת התלמידים לקריטריונים השונים בחמשת המחוונים שהועברו במהלך הוראת

הנושא:

הקריטריון	האנימציה עמדה בקריטריון במידה גבוהה	האנימציה עמדה בקריטריון במידה בינונית	האנימציה עמדה בקריטריון במידה נמוכה
זמן (לא עולה על 10 דקות).	100%	0%	0%
כל הרכיבים נמצאים: תנועה, צבעוניות, הסבר כתוב/ דיבור.	100%	0%	0%
פשטות.	70%	30%	0%

100%	0%	0%	תרגום לערבית.
5%	15%	80%	התאמה/אי התאמה לרמת הכיתה/ לחומר בספר הלימוד.
5%	10%	85%	אין עומס מידע.
0%	10%	90%	אין מידע מיותר.

מהתוצאות עולה שישנה התאמה בין הנתונים שהתקבלו מהמחשונים המיועדים להערכת כל אנימציה לבין ההתקדמות בהבנה והבניית הידע שהתרחשו אצל התלמידים שנבדקו ע"י שאלון הידע שהועבר לפני ואחרי הוראת הנושא דרך אנימציות, כך שעולה מניתוח המחשונים שאחוז גבוה מהתלמידים ציינו שהאנימציות עמדו בכל הקריטריונים שמגדירים אותה כאנימציה "טובה" במידה גבוהה, חוץ מקריטריון אחד (תרגום לערבית) שהיה חסר באנימציות, אבל צריך לציין שחלק מהתלמידים רשמו הערות ליד קריטריון זה שהוא לא "קריטי" בגלל שאנימציות היו ברורות, והיה תרגום לעברית.

4.4 ניתוח ראיון אישי:

מטרת הראיון האישי: לבדוק אם למידה דרך הערכת אנימציות מקדמת הבניית ידע. נבחרו ארבעה תלמידים, שראיינתי כשבועיים אחרי סיום הוראת הנושא. התלמידים נבחרו על סמך התשובות שלהם בשאלון הידע שהועבר לפני ואחרי. התלמידים שנבחרו לראיון הם תלמידים ברמת הישגים בינונית, שני תלמידים הראו שיפור משמעותי בתשובות שלהם בשאלון הידע לפני ואחרי, ושני תלמידים לא הראו כמעט כל שיפור, בכל זאת סיקרן אותי לדעת מה תלמידים משתי הקטגוריות חושבים על ההוראה של הנושא באמצעות הערכת אנימציות.

אצל ארבעת התלמידים שמתי לב שרוב המושגים והמשפטים המקשרים בין המושגים עולים מהאנימציות, לכן רציתי לבדוק את תרומתה של הערכת האנימציה לקידום ההבנה והבניית הידע. הראיון היה חצי פתוח, הגעתי עם מספר שאלות מתוכננות ומהתשובות של התלמידים התפתח הראיון. בראיון שמתי את הדגש על מפת הקשרים, שהיא כלי שבעזרתו ניתן לאפיין הבניית ידע. מהראיונות שהוקלטו ותומללו התלמידים ציינו שאת המושגים שהם שיבצו והמשפטים המקשרים בין המושגים הם רכשו ולמדו מהאנימציות, וכשהם נשאלו על הסיבה שגרמה להם להקשיב ולצפות בעיון בזמן הקרנת האנימציה, הם ציינו שהסיבה לכך היא בגלל שהם התבקשו להעריך את האנימציה דרך

מילוי טבלת הקריטריונים שהם חייבים למסור למורה בסוף כל שיעור, וגם בגלל שנאמר להם שהם מתבקשים לחזור ולמלא את שאלון הידע פעם נוספת.

את שני התלמידים שלא נראה שיפור יחסי אצלם ענו שהם לא מסוגלים להיות מרוכזים בשיעורי מדעים, וגם בגלל שהם נעדרים הרבה מהשיעורים, בגלל זה אין להם רצף בלימודים והם מתקשים לחבר את החומר הנלמד ברצף הוראת נושא מסוים, והם ציינו שזה קורה להם בשאר המקצועות שהם לומדים, כך שהם איבדו עניין בלימודים השונים!

לעומת זאת, שני התלמידים שכן הראו שיפור משמעותי היה להם תשובות מעניינות שמעידות על שיפור בהבנה שלהם והבניית הידע שהתרחשה אצלם, להלן מובא קטע מאחד הראיונות שמתייחס למפת המושגים, הקטע נבחר בגלל שהתלמיד הוא תלמיד מיוחד בעיניי, להלן כמה פרטים עליו:

א' תלמיד כיתה י"א רמת הישגים נמוכה, לומד אצלי משנה שעברה, ההישגים שלו בד"כ נמוכים, לא מגלה עניין בכיתה – הוא לא משתתף בשיעורים ולא עושה שיעורי בית, בהסתכלות על שני השאלונים שלו לפני ואחרי, לא הבחנתי בהבדל גדול בין מספר השאלות שהוא ענה בשני השאלונים, אבל נראה אצלו הבדל במפת הקשרים בשני השאלונים, הוא שיבץ מושגים וגם רשם משפטים מדויקים המקשרים בין המושגים בשאלון שאחרי, לעומת השאלון שלפני שהיה ריק לגמרי, רציתי לבדוק את המקור של המושגים שא' שבץ במפה, וסיספר לי מה הוא חושב על למידה באמצעות הערכת אנימציות. אני מציגה בפני א' את שני השאלונים שלו.

מורה: "כשבדקתי את שני השאלונים שלך לפני ואחרי, שמתי לב שבשאלון לפני מסרת אותו ריק, אבל בשאלון השני שיבצת מושגים ושמתי משפטים מקשרים ביניהם, אתה יכול להסתכל בשאלונים שלך ולספר לי מה קרה שם?"

א': "המורה את יודעת שאני לא אוהב ללמוד, קשה לי עם ביולוגיה."

מורה: "אז תספר לי מה קרה? ממה ההבדל בין שני השאלונים?"

א': "אני לא אוהב לקרוא חומר בספר, לכן אני מקבל ציונים נמוכים אצלך, כי יש לי בעיה לזכור את החומר שאת מסבירה בכיתה, כי קשה לי בביולוגיה, ולא רק גם במקצועות אחרים את האמת."

מורה: "ומה זה המושגים ששיבצת במפה בסוף הוראת הפרק?"

א': "את המושגים האלה אני זוכר מהאנימציות."

מורה: "למה זכרת אותם מהאנימציות?"

א': "כי ראיתי סרט, ואני אוהב סרטים, לכן זכרתי."

מורה: "והמשפט הזה בין המושגים DNA ו-RAN : בתהליך השעתוק מועבר המידע מהדנ"א לרנ"א?"

א': "גם זכרתי מהאנימציה."

מורה: "מה גרם לך לזכור?"

א': "לא, אמרת שאנחנו צריכים למלא דף הערכה לאנימציה וגם דף שאלות, אז הקשבתי כדי למלא אותו."

מורה: "אז אתה חושב שכשאמרתי שצריך להעריך את האנימציה, הקשבת ולמדת?"
א': "כן, מה אכפת לי, אני מקשיב, מעריך ומקבל ציונים".

מורה: "ואם לא הייתי מבקשת למלא את הדפים, וסתם לצפות באנימציות?"
א': "את האמת לא הייתי מתאמץ".

מורה: "אז תרצה ללמוד באותה הדרך גם נושאים אחרים?"

א': "בטח, אני אפילו עדיין זוכר קטעים מסוימים מתוך אנימציות בראש שלי כמו סרט נע."
מורה: "מה לגבי מקצועות אחרים?"

א': "זה היה טוב אם היינו לומדים גם מדעי סביבה בדרך זאת, כי יש הרבה תהליכים שקשה להבין אותם, ואולי סרטים היו עוזרים, או אולי הם היו עוזרים לי להתעורר בשיעורים".

לסיכום, התלמידים המרואיינים ציינו שהערכת האנימציות עזרו להם להבין את החומר הנלמד באמצעות האנימציות, ולזכור אותו ליותר זמן, כי הם התבקשו למלא דף הערכה לכל אנימציה, ולא לצפות באנימציה "סתם" כדרך הוראה נוספת, ובמיוחד בגלל שהם היו מחויבים למסור את דרך ההערכה למורה, ואת זה רואים בבירור בקטע מהראיון לעיל עם א' שציין זאת באופן ברור בראיון איתו, ולא רק זאת אלא שכל התלמידים ציינו שהם היו מעדיפים ללמוד באותה הדרך גם נושאים אחרים, במקצועות אחרים ולא רק ביולוגיה, במיוחד נושאים ומקצועות שיש בהם תהליכים.

5. סיכום ודיון

(Wilcoxson, Romanek & Wivagg, 1999) מציינים שהבנת מבנה ה-DNA והתהליכים הקשורים במולקולה, כמו תהליך התעתוק והתרגום לחלבון האחראי על התכונה, מהווה מכשול רציני עבור תלמידים בתיכון, ובמיוחד תלמידים המתקשים בלימודי ביולוגיה, לכן **המטרה העיקרית** של מחקר זה היא ללמד את הנושא בדרך שונה מהדרך המסורתית, וזה באמצעות אנימציות שיכולות להמחיש לתלמידים נושא מופשט כמו נושא "מבנה הדנ"א וייצור חלבונים".

עבודת המחקר עסקה בעיקר בהפעלת התלמידים, שבעצמם הפעילו חשיבה ביקורתית בבחירת האנימציות השונות ולימוד הנושא באמצעותן, לצד למידת התלמידים העמיתים לא רק דרך הצפייה באנימציה אלא גם בהערכתה.

תוצאות המחקר ומשמעותן:

מתוצאות המחקר עולה שדרך הפעלת חשיבה ביקורתית ע"י הערכת האנימציה בזמן שמחפשים אותה כדי ללמד דרכה נושא מסוים, וגם בזמן שצופים בה כדרך הוראה ניתן לקדם הבניית ידע במיוחד בנושאים מופשטים כמו "גרעין התא וייצור חלבונים" לצד למידה משמעותית של הנושא, ניתן לראות זאת על פי:

1. ניתוח שיח כיתתי:

ניתן לראות מניתוח השיח הכיתתי שהתרחש בשיעור מלווה אנימציה לעומת שיעור רגיל, וכפי שהוצג בפרק התוצאות בטבלה מס' 1, עולה שממוצע מספר השאלות שנשאלו ע"י התלמידים עלה באופן משמעותי בשיעורים בהם התלמידים למדו באמצעות הערכת אנימציות לעומת שיעורים רגילים, נתון זה קשור גם למספר הממוצע של התלמידים שהשתתפו בשיח הכיתתי בשני סוגי השיעורים: כאשר רואים עלייה משמעותית באחוז התלמידים שהשתתפו בשיח בשיעורים שנלמדו דרך הערכת האנימציות בהשוואה לשיעורים שנלמדו בשיטה הרגילה. כמו כן ניתן להבחין שיש הבדל בסוגי השאלות שנשאלו בשיעורים רגילים לעומת השיעורים שנלמדו באמצעות הערכת אנימציות: הייתה עלייה באחוז שאלות ההבנה וההשלכה בשיעורים מלווים אנימציות בהשוואה לשיעורים רגילים שאחוז שאלות הידע היה בהם גבוה יותר בהשוואה לשאלות ההבנה וההשלכה, ניתן להסביר תוצאות אלה כעלייה ברמת העניין של התלמידים בתהליך ההערכה והלמידה מהאנימציות, וזה מתקשר עם הנאמר ע"י לוין-פלד ולוי (2011) שיעילות הוויזואליזציה מתבטאת בעיקר ביצירת הקשרים בין רעיונות מופשטים לבין רעיונות קונקרטיים – יישומיים, כך שהחלק מהיתרונות בשימוש באנימציות בהוראה בכיתה מתבטא ב:

1. מאפשר הצגת רעיונות מורכבים ומופשטים בצורה יעילה יותר.
2. מאפשר למידה מעניינת ומגוונת מחד ומאפשר הבנה עמוקה יותר של הנושא המדעי מאידך.

3. והיתרון הגדול ביותר הוא שאנימציה מאפשר להראות תהליך בצורה דינאמית, מה שקשה מאוד להראות בציור על הלוח או בספר הלימוד, כלומר בדרך הוראה המסורתית. לכן במחקר זה רואים את ההבדל במספר השאלות, רמת השאלות ומספר התלמידים המעורבים בתהליך הלמידה כנראה בגלל העלייה ברמת העניין בדרך הוראה זו כפי שנאמר לעיל.

2. ניתוח שאלון ידע:

מתוצאות ניתוח שאלון הידע שהועבר לתלמידים לפני הוראת הפרק ואחריו וכפי שהוצג בטבלה מס' 2 בפרק התוצאות, ניתן להבחין בעלייה במספר השאלות הכללי שהתלמידים ענו עליהן נכון עקב הוראת הנושא באמצעות הערכת אנימציות, כמו כן ניתן להבחין בעלייה במספר המושגים ששובצו במפת הקשרים ובמספר מושגי הצומת אחרי הוראת הנושא באמצעות האנימציות, ועלייה המשמעותית באחוז המושגים/קשרים הנכונים שמקורם בהערכת האנימציות, מאחר והוראת הנושא כולו נעשתה באמצעות צפייה באנימציות ניתן להסביר את התוצאות בכך שהצפייה הביקורתית באנימציה והלמידה ממנה כן שיפרו באופן משמעותי את הלמידה המשמעותית אצל התלמידים ותרמה להבנה מעמיקה יותר, כמו שנאמר ע"י ברק (2012) שאנימציה נחשבת ככלי שבאמצעותו ניתן לשפר ולקדם את מיומנות הלמידה המשמעותית, ושתלמידים שצפו בסרטוני אנימציה שיפרו באופן משמעותי מיומנויות חשיבה ברמה של הבנה, יישום והנמקה, את זה רואים במחקר הנוכחי בעיקר במפת הקשרים שנחשבת לכלי שבאמצעות התלמיד מראה את רמת ההבנה שלו דרך מספר המושגים ששובצו במפת הקשרים והמשפטים המקשרים ביניהם, בנוסף למושגי הצומת המופיעים במפה.

3. ניתוח מחוון הערכת אנימציות:

מהתוצאות שהוצגו בטבלה מס' 3 בפרק התוצאות עולה שישנה התאמה בין הנתונים שהתקבלו מהמחווים המיועדים להערכת כל אנימציה לבין ההתקדמות בהבנה והבניית הידע שהתרחשו אצל התלמידים שנבדקו ע"י שאלון הידע שהועבר לפני ואחרי הוראת הנושא דרך אנימציות, כך שעולה מניתוח המחווים שאחוז גבוה מהתלמידים ציינו שהאנימציות עמדו בכל הקריטריונים שמגדירים אותה כאנימציה "טובה" במידה גבוהה, וכשנבדקו שאלוני הידע במטרה לבדוק אם ישנה התאמה בין הפעלת החשיבה הביקורתית בהערכת האנימציות לקידום הידע והבנייתו לפי הדרך בה ענו התלמידים על שאלון הידע לפני הוראת הנושא ואחריו, התלמידים לא רק צפו באנימציות אלא הפעילו חשיבה ביקורתית בזמן הצפייה, לכן הם הראו שיפור משמעותי בתשובות שלהם לשאלות בשאלון הידע שחולק להם אחרי הצפייה באנימציות, תשובות שמתאימות להערכה שהם נתנו לאנימציות השונות, לכן ניתן להסיק שהתרחשה הבניית ידע ולמידה משמעותית אצל התלמידים כפי שאוסוביל מגדיר אותה: למידה משמעותית מתקיימת כאשר הלומד מקשר ידע חדש שהוא לומד לידע הקיים אצלו כבר (1963 Ausubel).

4. ניתוח ראיון אישי:

מתמלול הראיונות שנעשו עם התלמידים שנבחרו לראיונות נראה שרוב המושגים והמשפטים המקשרים בין המושגים עולים מהאנימציות, התלמידים ציינו שאת המושגים שהם שיבצו והמשפטים המקשרים בין המושגים הם רכשו ולמדו מהאנימציות, וכשהם נשאלו על הסיבה שגרמה להם להקשיב ולצפות בעיון בזמן הקרנת האנימציה, הם ציינו שהסיבה לכך היא בגלל שהם התבקשו להעריך את האנימציה דרך מילוי טבלת הקריטריונים שהם חייבים למסור למורה בסוף כל שיעור, וגם בגלל שנאמר להם שהם מתבקשים לחזור ולמלא את שאלון הידע פעם נוספת, כלומר התלמידים התבקשו לא רק לצפות באנימציה אלא להיות מעורבים גם בהערכתה, מה שגרם להם להיות ערניים ומעורבים לאורך כל התהליך ולא להיות "צופים סבילים", וזה מתקשר לנאמר ע"י ברק (2012) שאחת הדרכים להשגת למידה משמעותית היא ללמד באמצעות אמצעי המחשה שונים, אנימציה נחשבת ככלי שבאמצעותו ניתן לשפר ולקדם את מיומנות הלמידה המשמעותית, ורכישת מיומנויות חשיבה ברמה של הבנה, יישום והנמקה.

סיכום:

מהתוצאות שהתקבלו מהפעלת כלי המחקר השונים במחקר הנוכחי נראה שהתלמידים כן הפעילו חשיבה ביקורתית בתהליך חיפוש אחר האנימציה המתאימה להוראת הנושא וגם בתהליך הלמידה מהאנימציה, כלומר ההוראה התבצעה לא רק דרך צפייה באנימציה אלא גם דרך הערכתה, התוצאות מראות שיפור משמעותי במידת ההבנה וקידום הבניית הידע אצל התלמידים, כך שהתלמידים הצליחו לקשר ידע קודם שיש להם כבר מלימוד הנושא בצורה לא מעמיקה מלפני שנתיים בכיתה ט' ללמידת הנושא בצורה מעמיקה יותר בכיתה י"א, וכפי שצוין בפרקים הקודמים אוכלוסיית התלמידים כן מתאימה לשיטת הוראה זו, בה מלמדים את הנושא דרך אנימציה שממחישה את הנושא המופשט והופכת אותו לנושא מוחשי יותר, וגם שלערב את התלמידים עצמם בתהליך הלמידה לפי עקרונות התיאוריה הקונסטרוקטיבית גורמת להם להתעניין יותר בחומר הנלמד ותורמת לקידום הבניית הידע והלמידה המשמעותית שלהם.

6. השלכות המחקר

נקודות למחשבה

-במחקר הנוכחי התלמידים העבירו את הנושא הנלמד "גרעין התא וייצור חלבונים" מתחילתו ועד לסיומו כמעט ללא ההתערבות שלי כמורה, למרות שהייתי זמינה להם כל הזמן, הם באו והתייעצו איתי מדי פעם למרות שציפיתי שיפנו אליי יותר, כנראה שבעבר לא בטחתי מספיק בהם, או שלא היה לי את הביטחון העצמי "לזרוק אותם לים" בלי "גלגל ההצלה" שלי, מכיוון שהם תלמידים שמתקשים בלימודים, במחקר הנוכחי התלמידים שלי הוכיחו לי שהם מספיק אחראיים כדי להשקיע כל מה שצריך על מנת להביא תוצר טוב ככל האפשר, והם עשו זאת בהוראת נושא "גרעין התא וייצור חלבונים", ואני מאוד גאה בהם, ובעתיד אני מתכוונת להמשיך באותה השיטה, ולהפוך ממורה "מאכילה בכפית" למורה שמשחררת יותר ונותנת לתלמידים להיות בעצמם במרכז ואני בצד רק תומכת. -הופתעתי לראות תלמידים שהם שקטים ולא פעילים בדרך כלל בשיעורים הרגילים פעילים ומתבטאים יותר כשהם מעורבים בעצמם בהוראה, וזה מתחבר – לדעתי- לתיאוריית ה-ZPD של ויגוצקי אשר טוען שתלמידים לומדים טוב יותר מתלמידים מאותה שכבת גיל.

בעיות שמתעוררות והצעות לפתרון

-אחת הבעיות העיקריות שיכולה להתעורר בסוג זה של דרך הוראה היא בעיית הזמן, הרבה מורים יטענו שלא יהיה להם מספיק זמן להעביר יחידת לימוד שלמה בדרך זו, צריך לציין ולהדגיש שלימוד הנושא באמצעות אנימציות וע"י התלמידים לא היה בנוסף להוראה שלי, כך שהנושא הועבר בכיתה פעם אחת ע"י התלמידים וזהו, התערבתי במהלך השיעורים כשהיה צריך להבהיר או להסביר משהו בצורה מעמיקה יותר, והתלמידים לימדו את הכל, לכן לא תהיה בעיה משמעותית של זמן, יכול להיות תוספת של שיעור אחד או שניים, ובהתחשב בתועלת והתרומה שהתלמידים זוכים בה בסוף, לדעתי שווה להשקיע או "להקריב" את תוספת הזמן.

-בעיה נוספת שיכולה להתעורר היא בחירת אנימציות פחות מתאימות לנושא הן מבחינת התוכן או מבחינה פדגוגית, ניתן להתגבר על בעיה זו בזמן הקרנת האנימציה, שניתן לדלג על מקטעים לא רלוונטיים או לא נדרשים, או שאפשר תמיד להציע לתלמידים לבוא להתייעץ תמיד עם המורה או המנחה אם צריך ואם הם מרגישים צורך בכך.

-התלמידים יכולים לראות בהוראת תלמידים עמיתים לפעמים כהוראה לא מחייבת, לכן הם פחות מתעניינים ומקשבים בשיעורים מסוג זה בהם לא המורה מעביר את השיעור אלא התלמידים, ניתן לדעתי להתגבר על בעיה זו אם התלמידים נדרשים לעשות מטלה הקשורה לחומר המועבר בשיעור, כמו דף עבודה או שיעורי בית וכו', אז התלמידים ייקחו את הוראת עמיתיהם באופן רציני יותר.

שאלה להמשך והשלכות לעתיד

-אין ספק שהוראה באמצעות אנימציות היא אחת הדרכים היעילות ביותר להעביר נושאים שונים בתחומים שונים ובמיוחד נושאים מופשטים, לעומת זאת ללמד נושא דרך הפעלת חשיבה ביקורתית להערכת האנימציות הן בזמן בחירתן להוראה והן בזמן הצפייה בהן ע"י התלמידים מהווה אתגר לא קל למורה או המנחה, כי השאלה העיקרית שנשאלת כאן היא מאיזה גיל התלמיד כן בשל להפעיל חשיבה ביקורתית והערכה, האם ניתן לסמוך על תלמידים צעירים יותר להפעיל חשיבה ביקורתית כפי שנעשה עם תלמידי כיתה י"א במחקר זה? במיוחד בזמן בחירת האנימציה?

ניתן לבדוק שאלה זו ע"י יישום המחקר על תלמידי כיתה ט' שלומדים את הנושא בצורה לא מעמיקה, ובנוסף לבדוק אם האנימציות שהם בעצמם בוחרים בהם כדי ללמד וללמוד באמצעותם מביאים להבנה וללמידה משמעותית ומעמיקה יותר.

לכן אני מתכוונת להעביר את היחידה שהעברתי במחקר זה בכל כיתות ט' שאלמד בשנת הלימודים הבאה (ארבע כיתות), רק שאני אוסיף שיפור אחד נוסף והוא מתן דף עבודה שהתלמידים יתבקשו לענות עליו בזמן הצפייה באנימציה או בסיומה ע"מ להבטיח הקשבה והפעלת מחשבה טובה יותר בזמן הצפייה.

7. ביבליוגרפיה

אנימציות לפי סדר ההוראה בכיתה:

[http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/life_sci/%D7%94-dn-](http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/life_sci/%D7%94-dn-%D7%97%D7%95%D7%91%D7%A8%D7%AA-%D7%94%D7%94%D7%A4%D7%A2%D7%9C%D7%94-%D7%A9%D7%9C-%D7%94%D7%92%D7%95%D7%A3)

http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/life_sci/%D7%94%D7%A9%D7%A2%D7%A%D7%95%D7%A7-%E2%80%93%D7%99%D7%A6%D7%99%D7%A8%D7%AA-%D7%AA%D7%91%D7%A0%D7%99%D7%AA-rna

http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/life_sci/%D7%A2%D7%99%D7%91%D7%95%D7%93-rna-%D7%9C%D7%A4%D7%A0%D7%99-%D7%94%D7%AA%D7%A8%D7%92%D7%95%D7%9D

http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/life_sci/%D7%AA%D7%94%D7%9C%D7%99%D7%9A-%D7%A1%D7%A0%D7%AA%D7%96%D7%AA-%D7%94%D7%97%D7%9C%D7%91%D7%95%D7%9F-%D7%91%D7%A8%D7%99%D7%91%D7%95%D7%96%D7%95%D7%9D

<http://www.youtube.com/watch?v=VkhYL-BxJhQ>

http://www.youtube.com/watch?v=X_B1qng1PDU

ברק, מ' (2012). שילוב הדמיות ממוחשבות בהוראת המדעים: האם אנימציה שווה אלף תמונות?, מוט"ב כעת, גליון 9.

הרפז, י. (2005). לקראת ביסוס אונטולוגי של הגישות לחינוך החשיבה. מעשה בחינוך: קובץ מאמרים לכבוד שלמה פוקס, ירושלים: מוסד ביאליק, עמ': 381-416.

יחיאלי, ת. (תשס"ח 2008). איך עושים למידה קונסטרוקטיביסטית? הד החינוך 04, 44-40.

לוי, ק', לוין-פלד, ר', (2011). שילוב אנימציות וסימולציות בהוראת מוט"ב, מוט"ב כעת, גליון 8.

Ausubel,D.P.(1963).The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York and London: Grune and Stratton.

Mayer,R., and Moreno, R.(2002).Animation as an aid to multimedia learning.Educational Psychology Review, 14(1), 87-99.

McClean, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L.,Rober, J., Slator, B. M., (2005). Molecular and cellular biology anumatona: Development and impact on student learning. Cell Biology Education, 4, 169-179.

Palincsar, A., & Brown, A. (1984). Reciprocal teaching of comprehension- fostering and comprehension-monitoring activities. Cognition and Instruction, 1, 117-175.

Wilcoxson, C., Romanek, D. & Wivagg, D. (1999). Setting the Stage for Understanding DNA. American Biology Teacher, 61(9), 680-684

Yarden, H., and Yarden,A. (2010). Learning using dynamic and static visualizations: Students' comprehension, prior knowledge and conceptual status of a biotechnological method. Research in Science Education., 40(3), 375-402).

8.נספחים:

נספח 1:

שאלון ידע מקדים:

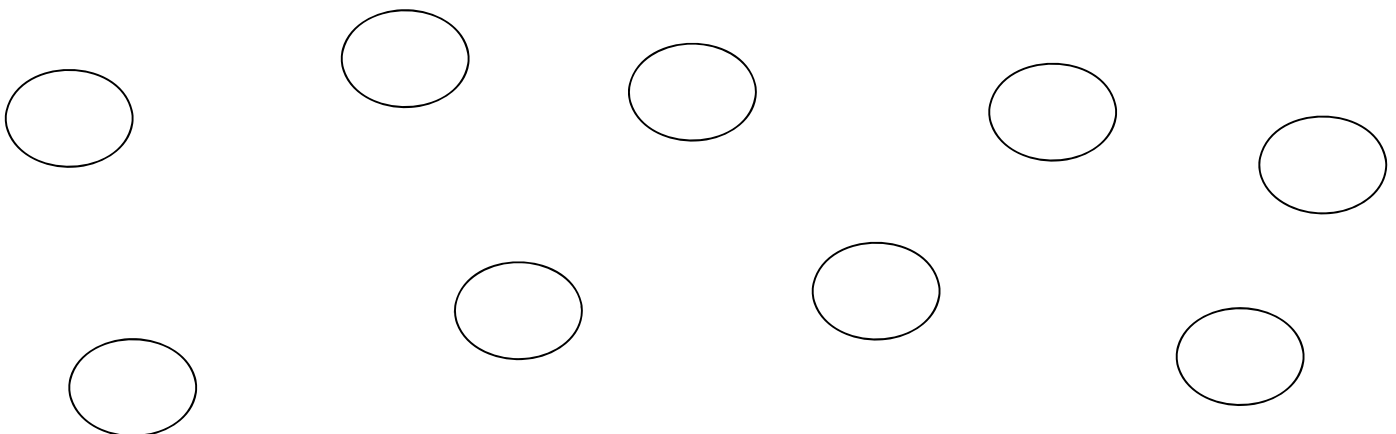
1.ממה בנויה מולקולת הדנ"א ומולקולת הרנ"א? מה ההבדל בין שתי המולקולות?

2.איזה מולקולה נוצרת בתהליך התעתוק ואיזה מולקולה נוצרת בתהליך התרגום? ואיפה מתרחש כל אחד מהתהליכים?

3.האם מולקולת הרנ"א אחרי היווצרותה עוברת תהליך כלשהו או לא, אם כן מהו התהליך?

4.מהי מוטציה? תן דוגמה אחת לפחות למוטציה שאתה מכיר.

5.מה הקשר בין תכונה לבין המולקולות המעורבות בתהליכים השונים שמתקיימים בגרעין ובציטופלסמה, השתמש במפת קשרים ע"מ להציג זאת.



נספח 2:

מחווין הערכה:

הקריטריון	האנימציה עמדה בקריטריון במידה גבוהה	האנימציה עמדה בקריטריון במידה בינונית	האנימציה עמדה בקריטריון במידה נמוכה
זמן (לא עולה על 10 דקות).			
כל הרכיבים נמצאים: תנועה, צבעוניות, הסבר כתוב/ דיבור.			
פשטות.			
תרגום לערבית.			
התאמה/אי התאמה לרמת הכיתה/ לחומר בספר הלימוד.			
אין עומס מידע.			
אין מידע מיותר.			

נספח 3-ראיון (השאלות הגולמיות)

1. שלום מה שלומך?
2. (המורה מציגה בפני התלמיד את שאלון הידע לפני ואחרי הוראת הנושא באמצעות אנימציות) רציתי לבקש ממך להסתכל בשני השאלון ולהגיד לי מה אתה רואה.
3. אתה יכול להגיד לי ממה נובע השינוי בין התשובות שלך לפני ואחרי?
4. בוא נתמקד במפת הקשרים, אני רואה כאן מושגים שונים, אתה יכול להגיד לי מה המקור של מושגים אלה ששיבצת במפה?
5. ומה לגבי המשפטים המקשרים בין המושגים?
6. אתה יכול לסכם לי בקצרה על סמך הדרך בה למדת את הנושא את השינוי בדרך בה ענית על השאלון לפני ואחרי?