

**תכנית רוטשילד - ויצמן למצוינות בהוראת המדעים
מכון ויצמן**

עבודת גמר לתואר שני למורי הביולוגיה:

**הקניית מיומנויות ניסוח שאלת חקר דרך ניתוח
תוצאות ניסוי**

מגישה: קאסם אחלאם ת"ז 23370638

מנחות:

**ד"ר רוזנשיין רונית
ד"ר גילת ברל**

2014

תוכן העניינים

1	מבוא
1	סקירת ספרות
4	מטרת המחקר
5	תיאור הפיתוח
5	תיאור הרציונלי
6	חומר הלמידה וההוראה
7	רצף ההוראה
7	תיאור הערכת הפיתוח
7	האוכלוסייה הנבדקת
8	תיאור כלי ההערכה
8	תיאור מערך ההוראה
9	תוצאות
14	סיכום ודיון
16	נקודות למחשבה
18	ביבליוגרפיה
19	נספחים
19	נספח 1
21	נספח 2
22	נספח 3
23	נספח 4
24	נספח 5
25	נספח 6
25	נספח 7
26	נספח 8
27	נספח 9

מבוא

בחרתי ביוזמה זו – הקניית מיומנויות ניסוח שאלת חקר דרך ניתוח תוצאות ניסוי, שבאמצעותה התלמיד ירכוש מיומנויות לנסח שאלת חקר טובה שמתבססת על בנית קריטריונים לניסוח שאלת חקר, המתבססת על תהליך או תופעה ביולוגית שזוהה אותה התלמיד מתוך הניסוי. יחידה זו תסיע לתלמידים הלומדים ביולוגיה בהיקף חמש יחידות וחייבים לפי הנחיות משרד החינוך להגיש עבודה כתובה בביו חקר שתתמקד בשאלת חקר. התלמיד אמור לחקור בניסוי מבוקר המתבסס על תופעה ביולוגית או תהליך ביולוגי אשר מעוררת חשיבה וסקרנות אצלו והופך להיות שותף בקביעת תהליך העבודה.

סקירת ספרות

ללמד תלמידים לחשוב ולפתח בהם תחושת סקרנות הן משימות אשר עומדות לנגד עיניהם של אנשי חינוך בכלל ואנשי הוראת המדעים בפרט (ציון, ושדה 2008). תהליך החקר בתחומי הדעת השונים מתחיל בשאלה, או בבעיה. הלומד מתכנן את דרכי חיפוש הפתרון או את הליך החקר המתאים לפתרון ולטיפול בשאלה. בהמשך, הלומד מנתח את הנתונים בעצמו, מסכם את הממצאים ומסיק מסקנות.

חקר הוא תהליך שבו הבלתי מוגדר והבלתי ידוע הופך באורח מכוון ומבוקר לשלמות אחידה וברורה. בתהליך זה ארבעה שלבים: תחושת הבעיה, הגדרת הבעיה, החיפוש, הפתרון (זוהר, 2007).

Inquiry הוא אחד ממאפייני הרפורמה בהוראת המדעים בישראל, שהתחילה בשנות החמישים ונמשכת עד היום. המושג חקר הוכנס לראשונה לשדה החינוך על ידי החוקר דייואי (Dewey, 1938). דייואי הוטרד מהבעיה בבתי הספר שהתלמידים לא שואלים שאלות והמורה הוא השואל, והשאלות הן ברמת ידע. הוא מהראשונים שיזם לפתח ילדים חוקרים בעלי יוזמת אינטלקטואלית עצמאיים בעריכת תצפיות (סאנדרס, 1973). אחד החוקרים הבולטים בהזדהותו עם רוח החקר הוא שוואב (Schwab, 1963), יש דרכים רבות ללמוד מדע, הדרך הטובה ביותר היא לתת לתלמיד הזדמנות ללמוד בדרך החקר אם זה במעבדה או בעזרת ניתוח מחקרים מקוריים או בביצוע מחקרים בעצמו. שוואב הדגיש שיש שני היבטים של החקר - החקר כדרך ללמידה ולהוראה של המידע, לעומת החקר כדרך במדע עצמו. (2007, בתוך: זוהר 2007).

ההוראה בדרך החקר מתאפיינת בתהליך שבו התלמיד פעיל, התלמיד מחפש תשובות לשאלות תוך הפעלת מיומנויות חשיבה גבוהות והבניית ידע. המורה תפקידו אינו להעביר ידע אלא לכוון התלמיד. והוא הופך להיות מנחה בתהליך רכישת הידע (זוהר, 2006). פעילות החקר ראויה להיות מרכיב משמעותי בפעילות הלימודית. לכן יש לעודד לימודי חקר בחינוך.

למידה המבוססת על חקר חשובה במיוחד להבנה של מהות המדע. המושג מהות המדע מתייחס למאפיינים של הידע שכולל ידע מדעי והתפתחות הידע המדעי, שהם תוצאה של הגישה הרווחת (כלומר החקר המדעי) שהמדענים משתמשים בה כדי לפתח ידע. (אילנה שיינין, מיכל ציון).

מתוך השקפת עולם קונסטרוקטיביסטית פעילות החקר אמורה להביא את הלומד לקונפליקט קוגניטיבי שמביא לשינוי מושגי ולבניית ידע משמעותי. (דריפוס, ואגרסט, 2013)

הגישה הרווחת בהוראת המדעים מתייחסת ל**למידה בדרך** החקר כאל תהליך אשר מערב את הלומד באופן פעיל בתהליך הלמידה ומפתח יכולת חשיבה גבוהות המאפשרות רכישה ויצירה של ידע חדש תוך הפעלת שיקול דעת.

למידה בדרך החקר היא שיטה של הוראה ממוקדת תלמיד, שונה מההוראה הקלאסית ממוקדת המורה. השוני בא לידי ביטוי בהיבטים שונים כגון סביבות לימדה, מעורבות הלומד, יכולת בחירה. בלמידה כזו הלומד פעיל בהבניית הידע שלו, והמקום של המורה הוא רק בהנחיה ובכיוון התלמיד לערוצים הפרודוקטיביים יותר, ובתיווך מקורות הידע לשימוש, למידה כזאת נחשבת למידה שיתופית יותר, כי לקבוצת תלמידים יש מטרה לימודית משותפת, האמורה לנבוע מעניין משותף, שהוא תוצר של תהליך הבחירה בשאלת המחקר שבה מעוניין הצוות לעסוק, בשאלת שאלות, בהחלטה על שיטת עבודה, בחיפוש ובעיבוד של חומרים, בדיון ובמשא ומתן חוזר עם המורים על הבחירות והביצוע שנעשים לאורך שלב החקר. (זוהר, 2006).

לפי ציון קיימים ארבעה טיפוסים חקר הנבדלים זה מזה ברמת התערבות המורה ובעצמאות התלמיד. הרצף של טיפוסים החקר נע בין החקר הפתוח לבין החקר המובנה. האגודה האמריקנית למחקר הגדירה שלוש רמות עיקריות של חקר שעיקר השוני ביניהם במערכות התלמיד בשלב שאלת השאלות:

- ✓ חקר מובנה - שבו המורה מציג את הבעיה ודרך מובנת לפתרון ידוע מראש.
- ✓ חקר מונחה - המורה מציג את הבעיה וגם את שיטת הבדיקה, התלמיד אוסף ומנתח הנתונים.

✓ חקר פתוח - התלמיד לומד בצורה פעילה, עצמאי בכל השלבים. (ציון, ושינון, 2010)
ראוי לציין שחקר פתוח הוא הרמה הכי גבוהה, הלומד קולט מידע ממקורות שונים ובונה את המושגים במוחו בתהליך שבו הוא פעיל. מחקרים מראים שבעקבות תרגול והתנסות בחקר פתוח חל שיפור ביכולת לשאול שאלות ולקשר שאלות עם ידע ועובדות בקרב תלמידי חטיבת הביניים ע"פ Crawford (1999, בתוך: שיינין, ציון, 2010), במחקר על תהליך הוראה – למידה בחקר פתוח בהקשר של ביתרון בעיות אצל תלמידי תיכון הייתה נכונות ויכולת לשאול שאלות, לתכנן ניסויים מתאימים, לאסוף נתונים, לנתח ולהציג אותם לפי Hofstein (2004, בתוך: שיינין, ציון, 2010).

בפתוח שלי התמקדתי בהקניית מיומנויות לניסוח שאלת חקר טובה מניתוח תוצאות ניסוי, מיומנויות העלאת שאלת החקר עומדת בליבה של הוראת המדעים, שאלות תלמידים הינן חלק חיוני בלמידה משמעותית בתהליך החקר המדעי, השאלות מהוות משאב פוטנציאלי להוראה ולמידה בכלל, ובתחום המדע בפרט. (Chin, Osborn 2008)

שאלות הן המנוע של החשיבה. אנשים מטבעם רגילים לשער, להסיק, לאמת, לפרש, לנתח, לצרף, להשוות, לנמק, להעריך, ליישם, לשאול, זה מוביל אותם בקיצור לחשוב, כאשר הם שואלים שאלות. (הרפז, 2004)

חוקרים רבים עסקו בחשיבות שאלות ללמידה, הם מציינים כי עבור התלמידים היכולים לשאול שאלות היא מיומנות בסיסית וקריטית בתהליכי חשיבה יצירתית וחשיבה ביקורתית ופתרון בעיות. (Chin, Brown 2000)

שאלות תלמידים הן גם מקור מידע חשוב עבור המורים ומפתחי תכונות לימוד. העובדה שהתלמיד שואל שאלה מהווה מדד לכך שהוא חושב על הנושא הנלמד ומנסה ליצור קשרים

חדשים לרעיונות אחרים שהוא מכיר, השאלות מאפשרות למורים לאבחן את הבנת התלמיד ולהבין את מחשבותיהם, ובנוסף מאפשרת למורה לגלות מה התלמידים רוצים לדעת ובמה מתעניינים.

על מנת לבצע חקר במדע, יש צורך בשאלות חקר מתאימה, שאלת חקר יכולה להגיע מהמורה, מספר לימוד או מהתלמיד עצמו. עצם העובדה שהתלמיד שאל שאלה זה מהווה מדד לכך שהוא חושב על הנושא הנחקר ומנסה ליצור הקשרים חדשים לרעיונות אחרים שהוא מכיר.

(Chin, Osboran 2008)

תלמיד שהעלה בעצמו את **שאלת החקר** יהיה בעל מוטיבציה גבוהה יותר לחקור אותה.

(Chin, Bron 2000)

בחירה של **שאלת חקר** היא למעשה בחירה של כוון לעבודה ושל כלי המחקר שיבחר, השאלה גם מנחה את שלבי העבודה ומהווה הציר עליו מתפתחת מהלך העבודה. ובשל חשיבותה של שאלת החקר היא מופיעה בחלק הפותח של העבודה. (ציון, ושדה 2008).

במחקר של (ביאליק, וירדן 2004) שביצעו בשנים האחרונות, במסגרת נושא החקר בבתי ספר חטיבת הביניים והתיכון, מצאו כי **העלאת שאלות** חקר המלווה בביקורת עמיתים ומשלבת דיון כיתתי לניתוח שאלות החקר שהועלו על ידי התלמידים יכולה לשפר בצורה משמעותית את יכולת התלמידים לנסח שאלת חקר טובה תוך שימוש בשפה מדעית מתאימה גם בהקשרים אחרים. בנוסף גם היה התאמה בין השאלה שנסח התלמיד לניסוי החקר שבחר לחקור בסוף.

בפתוח היחידה הזו השאיפה שלי להגיע עם התלמידים לרמת חקר פתוח שבו התלמיד יהיה פעיל בניסוח שאלת חקר בכלל ופרט שאלת החקר המעוניין לחקור אותה. כמו כן תתרחש בניית ידע בעזרת הכלי שפתחתי והלמידה תהיה תהליך של בנייה פעילה של הידע המדעי שירכוש התלמיד במהלך המחקר הנשענת על גישת הלמידה הקונסטרוקטיביסטית והתלמידים ירכשו מיומנויות שתעזור להם בניסוח שאלת החקר בבילוגיה ובכל מקצוע אחר. וההוראה שלי תהיה תהליך שתומך פירוש תמיכה בבניית הידע יותר מאשר תהליך מסירת הידע, והידע המוקדם של התלמיד מהווה בסיס לבניית ידע חדש.

השלב הראשון ביוזמה שלי דיון משותף עם הכיתה על נושא החקר ועבודת החקר וחשיבות שאלת החקר. בשלב השני יוצגו לתלמידים תוצאות של ניסוי ובדרך של ניתוח תוצאות הניסוי הם בונים את הקריטריונים לניסוח שאלת חקר. בשלב השלישי כל קבוצה מנסחת שאלת חקר מתאימה לתוצאות ניסוי חדש שקבלו, אחר כך מחליפים ביניהם השאלות, ומערכים אחד לשני את השאלות לפי הקריטריונים שבנו והכריזו עליהם.

המטרות מהיוזמה

עניין אותי לבחון את היתרונות בלמידה דרך ניתוח תוצאות ניסוי ככלי לניסוח שאלת חקר טובה כמו כן לבדוק יעילות בניית הקריטריונים בניסוח שאלת חקר ממוקדת ורלוונטית. ולתת להם לרכוש כלים שיעזרו להם להתמודד עם הקשיים בהבנת הקריטריונים הקשורים בניסוח שאלת חקר טובה.

ידע קודם

הידע שרכש כל תלמיד מהלמודים בביולוגיה בתיכון ומהחטיבה. במשך הלימודים התלמיד רכש מידע ביולוגי בסיסי שנלמד בנושאי הליבה, כמו נשימה פוטוסינתזה חילוף חומרים יחס בין שטח פנים ונפח התאמה בין מבנה לתפקוד אוסמוזה מערכת אקולוגית יחסי גומלין, הידע הזה יהווה הבסיס להסברים שהתלמיד ינסח במהלך העבודה כאשר מתבקש לתת הסבר ביולוגי לתוצאות הניסוי שלו. כדי שהתלמיד יצליח בביצוע הפתוח, הוא אמור להכיר מושגים כמו משתנה תלוי, בלתי תלוי, השערה, התלמידים צריכים להיות מיומנים בקריאת טבלאות או גרפים והסקת מסקנות מטבלה וגרף. וחשוב מאד שהתלמיד יהיה מנוסה בעבודה במעבדות כי עבודת החקר מבוססת על ביצוע ניסויים במעבדה.

קשיים צפויים או בעיות

ביוזמה אמורים התלמידים להפעיל חשיבה עצמאית ברמה גבוהה ולהשתתף בדיונים להביע דעתם וגם להעריך תשובות של האחרים. יתכן ששיטה זו לא תתאים לכל רמות התלמידים בכיתה ויהיה קשה להם להתמודד עם המטלות והדרישות. אצל תלמידים שלא שולטים בנושא החקר ואינם מכירים כל מושגי החקר יהיה להם קשה להשתלב בתהליך הלמידה.

תיאור הפתוח

הרציונל

בבסיס כל ניסוי מדעי עומדת שאלה שהובילה וכוונה את מהלך הניסוי. שאלה זו נקראת שאלת חקר.

ניסוח שאלת חקר הוא אחד השלבים החשובים ביותר בתהליך החקר המדעי. ניסוח בהיר וממוקד של שאלת חקר מהווה את הציר עליו מתפתח מהלך המחקר. שאלת החקר משמשת מעין מצפן לחוקר במהלך התקדמותו בתהליך החקירה. דהיינו ניסוחה המדויק והמקיף מאפשרים תכנון נכון של ניסוי או תצפית שיתנו מענה לשאלה שנשאלה.

ניסוח שאלת חקר היא מיומנויות מורכבת ודורשת רמת חשיבה גבוהה מהתלמיד. כמורה אני מתמודדת עם הקושי הזה בהתנסותי עם התלמידים שלי בנושא החקר ובמהלך העבודה איתם במעבדה ומסגרת ניתוח המאמרים. ברצוני לפתח את היוזמה הזו על מנת לעזור לתלמידים ולמורים בפיתוח מיומנויות לנסח שאלות חקר ולהעלות השערות מבוססות מתוך עניין וסקרנות. חלק גדול מהיוזמה מסתמכת על תכנים שרכשתי ולמדתי במסגרת הלימודים שלי במכון ויצמן כמו בקורס מבוא להוראת המדעים. למדתי הרבה תכנים, תיאוריות, ודרכי הערכה חלופיות.

גישת ההוראה שבחרתי לנקוט בה במהלך פיתוח היוזמה היא קונסטרוקטיביסטית. למדתי והרחבתי את הידע שלי על הגישה באחד הקורסים בהוראת המדעים פיתוח חומרי למידה והוראה בביולוגיה. הגישה **הקונסטרוקטיביסטית** מסתמכת על הבניית ידע, וקשירת ידע חדש בידע הקודם שיש לתלמיד. קונסטרוקטיביזם הוא שם כלל לגישות פילוסופיות, פסיכולוגיות, פדגוגיות, סוציולוגיות, בלשניות, מתודולוגיות, ועוד. הטענה המשותפת לכל הגישות הללו היא **שהידע נבנה ולא מתגלה או מועבר** (To construct - לבנות), ולזה אני שואפת בפתוח זה, שתתרחש אצל התלמיד בעיקר הבניית ידע. בנוסף איעזר בהוראה שלי באסטרטגיית "שולניות

קוגניטיבית" (Cognitive Apprenticeship), סגנון למידה שהיה נפוץ בעבר כאשר התלמיד היה לומד את מלאכתו תוך תצפית ושותפות עם אומן כמו סנדלר, חיט...

גרסתה המיוחדת של אסטרטגיה זו הנקראת חונכות קוגניטיבית הכרתי אותה והרחבתי את הידע שלי עליה בקורס פתוח חומרי למידה עם ד"ר רונית רוזנשיין וד"ר גילת בריל. אסטרטגיה זו עניינה אותי מכיוון שיש לה ערך חינוכי, הלומד הוא שאחראי על תהליך הלמידה, על ארגון הידע, המורה הוא המנחה בתהליך זה. על פי (בראון, קולינס, ודוגיד 1989) באסטרטגיה זו הלומד עובד עם מומחה מוכשר שמדריך את תהליך הלמידה, תפקיד המומחה היא להציג בעיות המדמות סביבת עבודה של מומחה, והדגמה של עבודת מומחה, ואימון שמהווה משוב לתלמידים על דרכי עבודתם ביחס למומחה. תפקיד הלומד לבחון את עצמו ביחס למומחה. באסטרטגיה זו שלושה שלבים יש שהפרדיגמה של המורה הוא המודל (Modeling), אימון (Coaching), (Fading). על פיה הלמידה מתרחשת גם בשלושה שלבים לפי הסדר הבא:

מודלינג - המומחים מסייעים לתלמידים להפוך את הידע המשתמע שלהם למפורש תוך כדי הדגמת האסטרטגיות שלו לתלמיד. המורה מסביר, מתאר, עובד בקצב איטי. אימון - הוא השלב הבא שבו המורה או המומחה תומך בניסיונותיהם של התלמידים לבצע המשימה או המטלה לאט.

Fading out - שהיא השלב האחרון המורה מאפשר לתלמיד להתמודד עם מטלה חדשה באופן עצמאי אבל תמיד בודק ומבקר.

דרך האסטרטגיה זו התלמידים שלי ירכשו את הכלים שיסעו להם בבניית הקריטריונים לניסוח שאלת חקר טובה באופן פעיל דרך ניתוח תוצאות ניסוי. הם יבינו מה פירוש המילה קריטריון ולמה להתייחס בפעילות על מנת לנסח קריטריון, ואיך מנסחים קריטריון. בהתחלת הפעילות אני המומחה מדגימה להם האסטרטגיה בניסוח הקריטריון הראשון של שאלת חקר באמצעות הידע שהיכרו במטלה עם קשירת הידע הקודם שיש להם, על מנת לסייע לתלמידים להפוך את הידע המשתמע שלהם למפורש יותר, ודרך הוראה זו הם יכירו ויבינו מה פירוש המילה קריטריון ומה נדרש מהם בהמשך. בשלב השני האימון, אני נותנת להם להתנסות בניסוח הקריטריון הבא בעזרת תמיכה ועידוד והכוונה, ובסוף נותנת להם לבצע המשימה באופן עצמאי.

כמורה בתקופה כל כך עשירה בידע וטכנולוגיה מתפתחת כל הזמן, אני מאמינה לתת לתלמידים להיות חלק פעיל בלמידה ללמוד מתוך הנאה לעודד אותם לחשוב לתת להם לחפש ולגלות ידע ולא לקבל הדברים כפי שהם.

חומרי הלימוד ורצף ההוראה

יחידת הלימוד שפיתחתי מתאימה לתלמידים ביולוגיה בכיתה י"א י"ב המגישים עבודת ביו חקר, יחידה זו תסייע לתלמידים לרכוש מיומנויות לנסח שאלת חקר טובה המתבססת על בניית קריטריונים לניסוח שאלת חקר. הלמידה באמצעות יחידה זו מתבססת על פי התיאוריה הקונסטרוקטיביסטית המתבססת על הבניית ידע כדרך ללמידה פעילה ואסטרטגיה המשלימה שליונת קוגניטיבית, המורה הוא מומחה מוכשר שמדריך את תהליך הלמידה. בנוסף פותחו כלי הערכה להעריך יעילות היחידה. נדרש מהתלמידים ידע ביולוגי בסיסי כמו שנלמד בנושאי הליבה כמו נשימה, פוטוסינתזה, תסיסה, אוסמוזה. כמו כן מיומנויות ושיטות עבודה בסיסיות במעבדה

שישרתו אותם במהלך הפעילות. ומיומנויות חקר בסיסית שרכש במעבדה כמו משתנה תלוי, משתנה בלתי תלוי, קריאת גרפים.

רצף הפעילות המוצע:

שיעור ראשון - שני:

פתיחה תתחיל בדיון בנושא חקר אחר כך מסבירה להם איך עושים חקר (דרך ניסוי או איסוף נתונים דרך סיור או תצפית) כל חקר מתחיל בשאלת מחקר מסבירה להם חשיבות שאלת החקר במחקר ועל מנת לחקור את השאלה נשתמש בניסוי ככלי מחקר. ודרך ניתוח תוצאות של ניסוי תבנו קריטריונים לניסוח שאלת חקר טובה. בהתחלה אני מדגימה לכם מה זה קריטריון ואיך מנסחים אותו דרך ניתוח תוצאות ניסוי ובהמשך הפעילות עם דיון משותף אתם תנסחו הקריטריונים שישרתו אתכם בניסוח שאלת החקר של כל אחד מכם בעבודת החקר שלו שיחקור אותה דרך ניסוי. ובנוסף מבקשת מהם לכתוב במשך הפעילות הקריטריונים שמנסחים, זה חשוב מאוד כי יעזור לכם בהמשך.

שיעור שני:

מטלה שנייה נספח (2)

לבקש מכל תלמיד לסכם בטבלה מובנת שאני מחלקת להם מה הם הקריטריונים לניסוח שאלת חקר על פי הפעילות שעשינו. דף הקריטריונים חלקתי לתלמידים בסוף השיעור השני ברצף ההוראה על מנת לסכם הקריטריונים של שאלת החקר בצורה מובנת, בפעילות הזו התלמיד עובד באופן אישי ממלא הדף בשלושת החלקים, בחלק הראשון התלמיד כותב הקריטריונים השייכים למרכיבי השאלה והתבנית, בחלק השני תכונות המשתנים, בחלק השלישי לקריטריונים השייכים תכונות השאלה.

שיעור שלישי

בדיון משותף מכריזים על הכרזה משותפת על הלוח שתכלול כל הקריטריונים לפי הכרזת המורה. (נספח 3)

שיעור רביעי

שלב ראשון

מטלה שלישית לפי (נספח 4), בשלב זה אני מחלקת התלמידים לקבוצות של שלושה תלמידים, כל קבוצה מקבלת תוצאות של ניסוי חדש ומבקשת מהם לכתוב שאלת חקר מתאימה לניסוי על סמך הקריטריונים שבנו.

שלב שני

מבקשת מהתלמידים להחליף ביניהם בדפים וכל קבוצה מעריכה שאלת החקר שכתובה בדף שקבלו לפי (נספח 8). וכל קבוצה מציגה בכיתה ההערכה שלה.

תיאור הערכת הפתוח

מאפייני האוכלוסייה

קהל היעד: 12 תלמידי י"ב שלומדים בתיכון טירה, התמחות מדעים, לומדים שתי מקצועות בהרחבה ברמת 5"ל מדעי סביבה וביולוגיה. הפעילות מהווה יחידת לימוד אחת מתוך 5 יח"ל שמבצעים אותה בכתה י"ב אחרי שסיימו התלמידים את נושאי החובה בביולוגיה (הליבה) וחלק

מנושאי הבחירה. ההישגים של התלמידים ברמה ממוצעת ומעלה. הם מהווים חלק מכיתה של 27 תלמידים, מאפיין קבוצת המחקר הם תלמידים חרוצים ואהבים ללמוד בחרו ללמוד ביולוגיה כמקצוע נוסף בנוסף למדעי סביבה.

תיאור כלי ההערכה עם התייחסות לסוג ההערכה

שאלות המחקר

✓ **כיצד למידה דרך ניתוח תוצאות הניסוי תעזור לתלמיד לנסח שאלת חקר טובה?**

✓ **כיצד בניית הקריטריונים תורמת לניסוח שאלת חקר טובה?**

על מנת לבדוק יעילות הכלי הקלטי שני השיעורים הראשונים ופיתחתי שני כלים, אחד מהם מטלת ניסוח שאלת חקר וניתוחה (נספח 8) והשני ראיון (נספח 9).

הקלטת השיעורים: ע"י תמלול התשובות של התלמידים והשאלות שלהם אקבל שיח כיתתי, מניתוח איכותני לתשובות של התלמידים אני אעריך מידת התרומה של הכלי בתהליך הלמידה ובניית הקריטריונים אצל התלמיד, בניתוח זה אחלק התשובות של התלמידים לקטגוריות של ידע קודם, בנית ידע, הסקת מסקנות, קשירת ידע קודם עם רעיונות חדשים הניסוי על. ובנוסף ניתוח כמותי לרמת התשובות של התלמידים שרכש מהפעילות הזו.

נספח 8: במטלה זו התלמיד מעריך שאלת החקר שניסחו חבריו בנספח (4,5,6,7) בהתאם לכל קבוצה לפי הקריטריונים שבנו בכיתה על סמך הפעילות הראשונה. במטלה זו יש נתונים כמותיים שבדקים בכמה מהקריטריונים השתמש התלמיד בניסוח שאלת חקר, בנוסף יש תיקון שאלה ו/או הוספת הערות. מניתוח איכותני לנתונים אני אעריך מידת יעילות התרומה של הכלי הזה לתלמידים בניסוח שאלת המחקר.

ראיון נספח 9: הראיון יהיה בסוף היחידה עם שלושה תלמידים שאוהבים לדבר ויש להם יכולת להתבטא. בחרתי ראיון חצי מובנה, כי ראיון מסוג זה נותן לי לזרום עם התלמיד לפי התשובות שלו ומאפשר לי לאסוף ידע לא ציפיתי לו.

תיאור מערך המחקר

על מנת לבדוק יעילות הלמידה דרך ניתוח התוצאות הניסוי תעזור לתלמידים לנסח שאלת חקר טובה וכיצד בניית הקריטריונים תתרום לניסוח שאלת חקר טובה, במערך המחקר המתואר העברתי את הכלי בכיתה י"ב של 12 תלמידים שלומדים חמש יחידות ביולוגיה, למשך ארבעה שיעורים. העבודה התבצעה ביחיד ובזוגות, חלק מהשיעורים הקלטי במיוחד שני השיעורים הראשונים. השתמשתי בתמלול שהקלטי בשני השיעורים הראשונים, מהניתוח של הדיון אבדוק יעילות הכלי בתהליך הלמידה של בניית ידע וכתוצאה מכך התלמידים ידעו לנסח שאלת חקר על סמך הקריטריונים שבנו. הניתוח יהיה איכותני וכמותי,

ועל מנת לבדוק המטרה שלי והיא עד כמה הכרת והבנת הקריטריונים עוזרים לתלמיד בניסוח שאלת חקר טובה באמצעות ניתוח תוצאות ניסוי, בשיעור הרביעי לאחר שכל קבוצה ניסחה לה שאלת חקר על סמך הניסוי שקבלה חילקתי להם דף הערכה שהתלמיד יוכל להעריך שאלת החקר שחבריו נסחו, ועל מנת לקבל הנתונים ולנתחם אספתי את הדפים בסוף הפעילות.

ראיונות היו חצי מובנה, הניתוח שלהם יהיה איכותני ושהתשובות של התלמידים יחזקו התוצאות שקבלתי בדפי ההערכה ובמטלת הקריטריונים ויתמכו במטרה ששלי מהיוזמה שניתוח תוצאות ניסוי ככלי נכון לניסוח שאלת חקר טובה.

תוצאות

תיאור התוצאות

אני בחרתי להציג התוצאות לפי שאלות המחקר שלי:

שאלה ראשונה - כיצד למידה דרך ניתוח תוצאות הניסוי תעזור לתלמידים לנסח שאלת חקר טובה?

על מנת לענות על התשובה הזו בחרתי להציג ממצאי ניתוח האיכותני של השיח שהוקלט במשך הדיון שהתנהל בכיתה לאורך הפעלת הכלי, בניתוח הדיון הכיתתי נבחרו קריטריונים לניתוח הדיון שהתנהל במשך שני שיעורים המעידים על התרחשות לימוד אצל התלמידים מניתוח תוצאות ניסוי שתורמת לניסוח שאלת חקר טובה, כמו קשירת ידע קודם עם ידע מהניסוי, הסקת מסקנות, בנית ידע חדש, ידע קודם.

הדיון התחיל אחרי הצפת ידע קודם של התלמידים על נושא הניסוי המוצע לפי שאלה אחד ברצף השאלות במטלה במשפט חשוב שאמרה תלמידה ע' תלמידה חכמה עם רמת הישגים מאוד גבוהה. ע: מורה שאלת חקר היא שאלה שמתחילה במילת כיצד משפיע או מהו.....אהה....והשאלה בודקת קשר. **ידע קודם**

ע' התחילה המשפט שלה מיד אחרי שהסברתי מטרת הכלי. בדיון השתתף רוב התלמידים, במלל הני"ל מופיע חלק מהתלמידים כי התמקדתי במשפטים שענו על הקריטריונים לחסוך מלל מיותר.

הדיון

המורה: יפה כל הכבוד לך, זה נקרא קריטריון אחד חשוב, מתוך מספר קריטריונים לשאלת חקר טובה, בקריטריון זה התייחסת למבנה שאלת חקר. ודרך המטלה הזו נבנה שאר הקריטריונים המתייחסים לתכונות המשתנים, למאפייני שאלת חקר.

מורה: מי ישיב על שאלה 2.

ר: יש שני משתנים, אחד מהם ריכוז המלח בתמיסה ב% והשני שינוי במשקל הממוצע של רצועת עלה בצל ב%. **קשירת ידע קודם עם ידע מהמטלה**

המורה: אתם מכירים מה כל משתנה נקרא?

ס: יש המשתנה התלוי והמשתנה הבלתי תלוי. **ידע קודם**

מורה: יפה, תשובה נכונה, המשתנה התלוי והמשתנה הבלתי תלוי הם מרכיבי הניסוי שנחקר לכן **קריטריון ראשון לניסוח שאלת חקר טובה: בשאלה יש שני משתנים, משתנה בלתי תלוי ומשתנה תלוי.**

שאלה 3

מורה: מי משיב על שאלה זו.

מ: המשתנה שנמדד הוא המשתנה התלוי.

שאלה 4

ר: אני לא הבנתי מה מבקשת בשאלה זו.

ע: יש יותר שינוי במשקל הרצועה כלומר המשקל עולה לפי הטבלה אם מסתכלים על משתנה זה
מלמטה למעלה. **הסקת מסקנות**

המורה: למה זה קרה?

נ: אמרנו בהתחלת השיעור... שהתרחש תהליך אוסמוזה... בהתחלה רואים שיש כניסת מים כי
המשקל חיובי כלומר עלה וכאשר יש ערכים... שליליים יש ירידה במשקל... יצאו מים מהתאים.

הסקת מסקנות בעזרת הנתונים מהמטלה

ס: זה נחשב קריטריון?

מ: לא מה פתאום... זה מה שרואים בטבלה.

מורה: זה לא קריטריון אבל זה נקודה חשובה שעוזרת לכם בניסוח הקריטריון הבא,

בואו נעזר בשאלה שלוש... מי משיב

ע: התשובה היא אפס... וזה אומר שאין שינוי במשקל עלי בצל.

כלומר לא נכנס מים... ולא יצא מים מתאי הבצל. **הסקת מסקנות בעזרת המחשת הנתונים**

מהטבלה

המורה: למה קרה זה... מי מסביר לנו מה התרחש

נ: זה מתרחש כאשר התאים נמצאים בתמיסה שהריכוזים בה שווה לריכוז התאים. **ידע קודם**

ר: עכשיו הבנתי... בריכוזים פחות מ-0.8 עד 0 יש יותר כניסת מים... ב-0.8 אין שינוי כלומר לא

נכנס מים ולא יצא... מעל 0.8 יש יציאת מים מתאי הבצל. **בניית ידע**

המורה: אז מה החוקר רצה להראות לנו דרך שינוי המשקל... בעצם זו שאלה שש?

נ:..... קצב כניסת ויציאת המים... מהבצל מושפע מריכוז בתמיסה בחוץ. **הסקת מסקנות**

ע: נכון לומר... מתאי עלי הבצל.

מורה: טוב מאוד נ, למה לדעתכם החוקר בחר בדרך הזו להראות לנו קצב כניסת המים ויציאתה

מהתאים דרך שינוי במשקל הממוצע של העלים?

ר: זה מה שהיה בניסוי.

נ: לא... כי זו... דרך שמאפשרת למדוד ולראות ולהיות בטוחים... כי איך נדע שנכנס מים או יצא

מים. **בניית ידע**

המורה: אתם עכשיו יכולים לנסח קריטריון הקובע תכונות המשתנה הבלתי תלוי.

(הערה: לקח להם זמן לחשוב ולהשיב)

ע: השינוי במשקל הרצועה הוא מהווה... המשתנה התלוי יש לו ערך... כלומר מדיד... כמותי.

הסקת מסקנות

המורה: ננסח אותו כמו הקריטריון הראשון?

ר: **בשאלה יש משתנה תלוי והוא משתנה מדיד וכמותי. בניית ידע**

המורה: נעבור לשאלה שבע.

ע: אוסמוזה... **ידע קודם**

המורה: אם אני אשאל אתכם עוד פעם מה רצה החוקר לחקור, במה תבחרו

תהליך האוסמוזה... או שינוי במשקל רצועת הבצל... לפי הידע שלכם ותוצאות הניסוי?

נ: תהליך האוסמוזה... לפי מה שלמדנו... באוסמוזה יוצאים מים מהתמיסה המהולה לתמיסה

המרוכזת... אה... בטבלה רואים שבהתחלה התמיסה הייתה מהולה לכן נכנס מים ווו... אחר כך

עם העלייה בריכוז המלח יש או נוצר תמיסה מרוכזת לכן יצאו מים מתאים... אה... וזה השפיע על

משקל של רצועות בצל... **קשירת ידע קודם עם ידע במטלה**

ע: מורה זה אומר שדרך השנוי במשקל יודעים אם נכנס מים לתאים או יוצא מים. **הסקת**

מסקנות

המורה: יפה מאוד.. אם נוסיף עוד קריטריון לתכונות המשתנה התלוי בשאלת המחקר... מה חשוב לחוקר יותר התהליך או דרך המדידה של המשתנה?

ע: התהליך..... **בנית ידע**

המורה: תשלימו הקריטריון - המשתנה----- בשאלה חייב להיות ----- או תופעה ביולוגית.

נ: **המשתנה התלוי בשאלה חייב להיות תהליך או תופעה ביולוגית. בנית ידע**

(הערה כאן שאלו על תופעה ביולוגית ומה ההבדל בין תופעה לתהליך לכן הדיון התפתח יותר - הסברתי להם עם דוגמאות וחזרתי והדגשתי מה שאמרו קודם)

המורה: תקבעו מהו הקריטריון הבא על סמך התשובה שלכם לשאלה (8,9,10)

מ: הקריטריון - **בשאלה יש משתנה בלתי תלוי הוא המשפיע... מאפיין אותו שהוא משתנה רציף,**

כמותי, מדיד ויש לו טווח. הסקת מסקנות בנית ידע

המורה: טוב מאוד כל הכבוד.... בוא נעבור לשאלה 12...

מ: חייב לקחת ריכוזים שונים.

מורה: חשוב אבל כמה?

ע: החוקר רוצה לבדוק האם ואיך..... אה... משפיע ריכוז המלח בתמיסה על יציאת וכניסת המים

לתאים (תהליך האוסמוזה). **קשירת ידע קודם עם ידע מהמטלה**

ר: אז מה ישנה אם לוקחים ריכוז אחד.

ע: לא מה פתאום.... מורה אם ניקח ריכוז אחד כמו אפס... לא התרחש שינוי, אם נסתכל על ריכוז

0.2 יש שינוי, ואם נוסיף מלח בריכוז יותר מ1.4 התאים יתייבשו או ימותו. **קשירת ידע קודם עם**

ידע מהמטלה

מורה: מה המסקנה....

ע: חשוב לחוקר לקחת טווח של ריכוזים אהה.... על מנת לקבל תוצאות מהימנות יותר מקיפות

... וחשוב לא לבזבז זמן..... וחומרים ועבודה. **מסקנות**

ר: מורה אני לא מבינה.

ל: גם אני.

ע: תסתכלי על העמוד הראשון בטבלה.

מורה: המשתנה הבלתי תלוי.

ע: את יכולה להוסיף ריכוזים לפני האפס...

ר: מה.....

ע: ריכוז פחות מאפס לתמיסת מלח....?

ר: אהה.... לא

ע: שהשרו הרצועות בריכוז 1.2 מה קרה?

ר: יצא מים מהתאים...

ע: בריכוז 1.4 מה יקרה?

ל: יצא עוד מים.

ע: נו..... בשלב מסוים התאים יתייבשו וימותו.

ר: אהה... אז צריך לדעת מה הריכוזים שכדאי לקחת. **בנית ידע**

ע: זה אותו דבר שאומרים שיש טווח.

ר: כלומר המשתנה הבלתי תלוי שמשנים אותו חייב להיות מוגדר יש לו טווח והוא המשפיע.

בנית ידע

(הערה: ר" כתיבה את זה גם בקריטריונים בנספח 2)

המורה: יפה מאוד כל הכבוד...בואו נמשיך עם שאלה (13) ...מה התשובה שלכם?

ע: יש השפעה לריכוז המלח בתמיסה שהשרו בה בצל על כמות המים הנכנסת לתאים בתהליך

האוסמוזה. **הסקת מסקנות**

ס: בריכוזים נמוכים נכנסו מים לתאים וככל שהעלו הריכוזים כמות המים הנכנסת לתאים ירדה

עד ריכוז מסוים, אה...אחרי זה היה קשר הפוך....כלומר יצאו מים מהתאים. הסקת מסקנות

נ: יש השפעה לריכוז המלח בתמיסה על תהליך האוסמוזה בעלי הבצל....שהשפיע על משקל עלי

הבצל. **קשירת ידע קודם עם ידע מטבלה**

המורה: שלושת התשובות ששמענו השתמשו במילה השפעה, קשר האם מילות יחס אלה קשורות

לקריטריונים של שאלת חקר? ואיך מנסחים קריטריון זה.

ל: בתחילת השיעור הזכירה א: ששאלת חקר כוללת שני משתנים החוקרת קשר ביניהם...זה

תואם לקריטריון ששאלת חקר בודקת קשר בין שני משתנים. **בנית ידע**

מ: עכשיו יותר ברור.

מורה: כל הכבוד לכם, מה מאפיין התשובה של השאלה הזו?

ל: שהתשובה שלה היא לא כן/ולא אלא הסברת הקשר. **ידע קודם**

המורה: אתם יכולים להוסיף את המאפיין הזה לקריטריון השאלה שניסחתם קודם?

נ: שאלת חקר בודקת קשר בין שני משתנים שהתשובה לה היא פתוחה ולא כן/לא. **בנית ידע**

מורה: כל הכבוד לכם אתם ממש טובים מאוד, עכשיו שאלה 15 תהיה שאלה קלה.

ע: אני בוחרת באחד ו....

מורה: מספיק תבחרי באחד ותשלימי על פי הקריטריונים שקבענו עד עכשיו, ונתן לתלמיד אחר

להמשיך.

ע: בסדר

שאלה אחד- כיצד משפיע ריכוזים שונים לתמיסת המלח על כמות המים העוברת אל ומתוך

רצועת הבצל? **בנית ידע**

ס: מהו הקשר בין ריכוזים שונים לתמיסת המלח על כמות המים העוברת אל ומתוך התאים?

המורה: נעבור לשאלה אחרונה.

ר: כן, יש התאמה בין השאלה ותוצאות הניסוי. **קשירת ידע עם ידע מהמטלה**

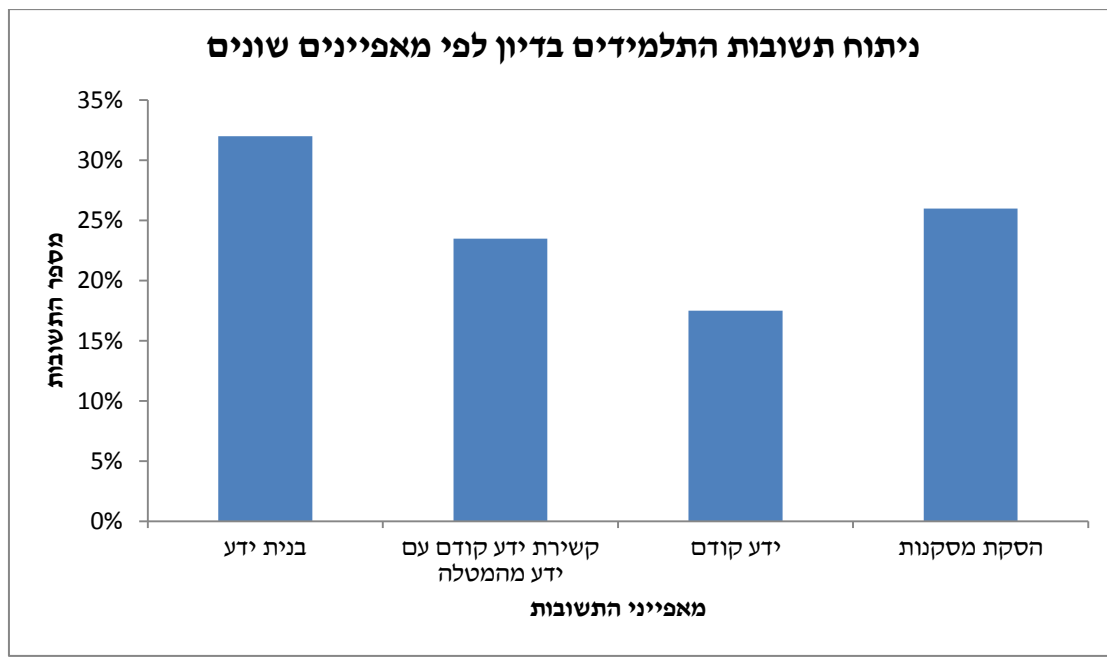
מ: חייב להיות התאמה אחרת אין תועלת לניסוי. **ידע קודם**

נ: החוקר בצע הניסוי הזה כי רצה לבדוק אם משנים ריכוז המלח בתמיסה כיצד משפיע על כמות

המים הנכנסת לתאים(תהליך האוסמוזה). **קשירת ידע קודם עם ידע מהמטלה**

המורה: תנסחו קריטריון שעונה על הדברים שאמרתם?

ע: השאלה ניתנת לבצוע ורלוונטית לנושא הנחקר. **בנית ידע**



שאלה שניה - כיצד בניית קריטריונים תורמת לניסוח שאלת חקר טובה?

על מנת להעריך כיצד בניית קריטריונים תורמת לניסוח שאלת חקר בחרתי להציג הממצאים של ניסוח שאלת החקר: במטלה זו שלושה קבוצות מתוך ארבעה הצליחו לנסח שאלת החקר לפי כל הקריטריונים שבנו.

במטלת ההערכה: התלמידים ידעו להשתמש בכל הקריטריונים להערכת השאלה ב-100% אפילו הקבוצה שניסחה השאלה לא נכון היה להם דף הערכה נכון, כנראה ניסוח השאלה עשו חפיף לא התאמצו, אחד מהם כתב ומסר לקבוצה שנייה בלי להתייעץ עם השאר, לעומת הערכת השאלה של קבוצה אחרת עניין אותם עבדו ביחד ועברו על כל הקריטריונים וחשבו ביחד.

ניתוח דף ההערכה של הקבוצה שקבלה שאלה לא מנוסחת טוב:

קריטריונים תבנית השאלה - כתבו **התבנית** לא נוסחה נכון. בהערות כתבו: השאלה עם מלת שאלה נכונה במקום מה הקשר - **כתבו מהו הקשר והיקפו את זה בעיגול**.

קריטריון המשתנים ותכונות - הם כתבו שחלק נכון וחלק לא נכון, בתיקון כתבו: **המשתנה הבלתי תלוי עונה על הקריטריונים** ברור כיצד לשנות אותו. **המשתנה התלוי לא נכון**, הם כתבו משתנה זה הוא דרך המדידה.

קריטריון הקשר - הם כתבו לא נכון, בהערות כתבו: **הקבוצה ידעה שהמרחק שעבר הנוזל זה המשתנה הנמדד לכן הניסוח כלל משפיע ומושפע בלי להתייחס לתהליך**. (קצב התסיסה)

קריטריון הרלוונטיות - הם כתבו לא נכון, בהערות כתבו: **אם היו חושבים לעומק ושואלים עצמם האם אפשר לבצע הניסוי על פי שאלה זו**.

קריטריון מעשיות הם כתבו לא נכון, כמו הסעיף הקודם.

קריטריון צמצום ומיקוד - בהערות כתבו: **השאלה לא ברורה, אם לא היו התוצאות לא היו יודעים על מה החקר, לא צוין שם האורגניזם שנחקר השמרים.**

דיון ומסקנות לפי שאלות.

בתחילת הדיון אציג בקצרה את התוצאות העיקריות של העבודה ותרומתה לתלמידים. לאחר מכן אתייחס לשאלות המחקר בנפרד.

התוצאות העיקריות

התלמידים הצליחו לרכוש המיומנויות לניסוח שאלת חקר טובה על סמך הקריטריונים שבנו במשך הפעילות דרך למידה פעילה, הם היכרו כל מרכיבי שאלת החקר ומאפייניה. גם ידעו להשתמש בקריטריונים לנסח שאלת חקר ולקבוע אם היא שאלת חקר טובה וניתן לחקור אותה או לא. הם גם ידעו לתקן שאלות ולהפוך אותם לשאלות חקר טובות.

אתחיל הדיון בשאלה אחד: כיצד למידה דרך ניתוח התוצאות הניסוי תעזור לתלמיד לנסח שאלת חקר טובה?

על מנת לענות על שאלה זו היה לי ניתוח הדיון או השיח בכיתה. הדיון בעיקר מכיל התשובות של התלמידים, חלק מהם תשובות לשאלות מהפעילות שקבלו וחלק לשאלות שהתעוררו במשך הדיון בפעילות.

לפי גרף מספר 1 הממצאים מראים ש32% מהתשובות של התלמידים מאופיינים בבניית ידע, 23% מהתשובות מאופיינים בהסקת מסקנות. 23% מהתשובות הן קשירת ידע קודם עם ידע מתוצאות הניסוי, 17% התשובות מאופיינות כידע קודם. חלוקת התשובות בצורה הזו קודם כל מוכיחה שהתרחש תהליך למידה אצל התלמידים. התלמיד רכש והרחיב ידע בבניית הידע, התלמיד ידע להשליך ידע קודם שרכש במשך הלימודים על ידע חדש שרכש מתוצאות הניסוי בפעילות, הילד חשב וידע להסיק מסקנות ע"י עיבוד המידע, לכן אפשר להסיק שהעיסוק בפעילות זו ניתוח תוצאות ניסוי אכן גרם לכך שהתלמיד היה פעיל בבניית הקריטריונים שעזרו לו לנסח שאלת חקר טובה.

דבר נוסף מבנה הפעילות ושיטת ההוראה, שהיא מעוצבת בצורה הדרגתית ובכל שלב התלמיד מגלה תכונה או מאפיין שעוזרת לו להבניית ידע לניסוח קריטריון מתאים לשאלת חקר השפיעה על התלמיד באופן חיובי ואפשרה לו להסיק מסקנות בצורה טובה מאוד ולנסח רוב הקריטריונים הדרושים לנסח שאלת חקר. וזה מתקשר עם הנאמר בספרות ששאלות תלמידים הינן חלק חיוני בלמידה משמעותית בתהליך החקר המדעי, השאלות מהוות משאב פוטנציאלי להוראה ולמידה בכלל, ובתחום המדע בפרט. (chin, Osborn. 2008)

כלי נוסף שבדק יעילות הכלי זה הכרזת התלמיד שכללה כל הקריטריונים לניסוח שאלת חקר חוץ מקריטריון אחד שאומר **השאלה כוללת שם האורגניזם**, אומנם זה חסרון במבנה הפעילות אבל יתרון כך שהוכיח הצלחת הכלי ויעילות הכלי בתרומתה לתלמיד שגרמה לו לנסח שאר הקריטריונים בהצלחה. לכן על פי ניתוח התוצאות הנ"ל ניתן להסיק גם שהכלי הזה עזר לתלמיד בלמידה ורכישת המיומנויות לניסוח שאלת החקר דרך ניתוח תוצאות הניסוי.

תוצאות אלו תואמות חוקרים רבים שעסקו בחשיבות שאלת שאלות ללמידה, הם מציינים כי עבור התלמידים היכולים לשאול שאלות היא מיומנות בסיסית וקריטית בתהליכי חשיבה יצירתית וחשיבה ביקורתית ופתרון בעיות. (Chin, Brown. 2000)

גם מהציטוטים מהראיונות עם התלמידים: מראים שהתלמידים רכשו המיומנויות לניסוח שאלת חקר דרך למידה פעילה ופורייה ותרמה להם לעבור חוויה לימודית מהנה ומעילה לדוגמה. " אני הייתי פעיל מאוד במשך הפעילות, הקשבתי כי היה מעניין מאוד לשמוע האחרים איך חושבים...לא רציתי לפספס מילה כי כל מילה נאמרה הייתה חשובה". תלמיד אחר: "השתתפתי בדיונים עניין אותי לגלות כל פעם מה הקריטריון הבא ואיך מנסחים אותו".

" היה קל להבין הניסוי רוב השאלות היו מעוררות מחשבה. דבר המעניין אותי וגרם לי להשתתף בדיונים ולהשיב על חלק מהשאלות ועזר לי להסיק מסקנות". המסקנה שלי היא שהכלי שפתחתי אכן עזר לתלמיד בתהליך הלמידה ודרך ניתוח תוצאות הניסוי היא דרך יעילה ודרכה התלמיד רכש מיומנויות ניסוח שאלת החקר.

ניתוח התוצאות של שאלה שנייה: כיצד בניית הקריטריונים תורמת לניסוח שאלת חקר טובה?
על מנת להשיב על שאלה זו יש להתייחס לניתוח הממצאים של כלי ההערכה של שאלת החקר שניסחו התלמידים והעריכו. הממצאים מראים שרוב התלמידים הצליחו לנסח שאלת חקר טובה עונה על כל הקריטריונים. תבנית השאלה הייתה נכונה כללה שני משתנים והציגה קשר בין המשתנים, התייחסו נכון בשאלה לשם האורגניזם והשאלה ניתנת לחקירה, השאלה רלוונטית לתהליך שבדקים.

הממצאים של כלי ההערכה מראים שבנית הקריטריונים תרמה מאוד לניסוח השאלה כך שהם ידעו להעריך שאלת המחקר ולנתח אותה לפי הקריטריונים, הם השתמשו בניתוח השאלה במלים ומשפטים המעידים על כך שהם לא רק ידעו הקריטריונים אלא גם הבינו אותם. הייתה להם ביקורת בונה בהערות שכתבו בדף ההערכה, הם השתמשו במילים כמו הם ידעו אבל..., אם היו חושבים אחרת.... בנוסף הם גם ידעו לתקן השאלה הלא נכונה לשאלה עונה על כל הקריטריונים ולפעמים הקיפו התיקון בעיגול וזה מעיד על שליטת התלמיד והיכולת להשתמש בקריטריונים שבנה.

תוצאות דומות נתמכו ע"י מחקר של ביאליק, וירדן שביצעו במספר תכניות חקר שונות בחטיבת הביניים והתיכון, מצאו כי העלאת שאלות חקר המלווה בביקורת עמיתים ומשלבת דיון כיתתי לניתוח שאלות החקר שהועלו על ידי התלמידים יכולה לשפר בצורה משמעותית את יכולת התלמידים לנסח שאלת חקר טובה תוך שימוש בשפה מדעית מתאימה גם בהקשרים אחרים. (ביאליק, וירדן.)

גם הציטוטים מהראיונות עם התלמידים מחזקות את זה:

" אם אני אצרך לשאול שאלת חקר באקולוגיה אני חושבת יהיה תהליך יותר פשוט כי אני מכירה מה הם הקריטריונים הדרושים על מנת לשאול שאלה, אני רק אחקור נושא אחר".

" אני אנסח שאלה מעניינת גם, שאלה שתיתן לי אפשרות לבצע חקר".

" אני חושבת שהקריטריונים שבנינו ישמשו אותי בניסוח שאלת החקר באקולוגיה"

" דרך בנית הקריטריונים הייתה מעניינת מאוד, יהיה קל לי אם בדרך זו אנסח שאלת חקר באקולוגיה, דבר נוסף חשוב השאלה שמנסחים הולכים אתה עד הסוף כלומר ממשיכים לחקור אותה ולא נצרך לשנות במשך העבודה".

המסקנה שלי אכן יש תרומה מאוד גדולה לכלי הזה בקביעת הקריטריונים לניסוח שאלת חקר טובה מתוך הבנה ולמידה פעילה.

דבר נוסף ראוי לדבר עליו ותומך במסקנות שלי, דף העזר לתכנון הניסוי ששייך לעבודת החקר, הזהים אותי איך התלמידים הצליחו למלא הדף ולנסח שאלת החקר המתאימה לפי הנושא שבחרו לחקור, בדיון שהתרחש באותו שיעור רגש אותי מאוד איך כל קבוצה עבדה ביחד, התייעצו בינם לבין עצמם, תמכו אחד בשני השתמשו במושגים וקריטריונים שבנו במשך הפעילות, העריכו השאלה לפי הקריטריונים וגם תיקנו אחד לשני אם היה צריך. וגם רגש אותי עוד יותר המלים של המורה הבוחן שבחן אותם על עבודת החקר שלהם, הוא ציין שהתלמידים מאוד שולטים במושגים של חקר, הם ידעו טוב מאוד מה חוקרים איך חקרו, שלטו בשאלת החקר וההשערה ובניתוח התוצאות.

המסקנה שלי אכן הכלי מאוד תרם לניסוח שאלת החקר, כך שהתלמידים לא רק הכירו ניסוח הקריטריונים אלא הבינו אותם וידעו להשתמש בהם לניתוח שאלת החקר ועל סמך זה להמשיך בחקר עצמו.

סיכום

מהתוצאות שקבלתי לאחר הפעלת הכלי שלי ניתן לומר אכן התרחשה הבניית ידע, התלמידים הצליחו לקשר ידע חדש עם ידע קודם שיש להם. דרך הכלי הזה הידע נבנה אצל התלמידים ולא מועבר דרך המורה. שיטה זו עניינה אותי מאוד, הרחבתי את הידע על שיטה זו שנקרת קונסטרוקטיביסטית דרך ד"ר רוני גילת שלוו אותי במשך פתוח הכלי הזה, תמכו ועזרו וסייעו בהתפתחות המקצועית והאישית אצלי.

ניתן לומר שהתוצאות מראות שהתלמידים הצליחו לבנות הקריטריונים הנכונים לניסוח שאלת חקר טובה ומקיפה, המאפשרת תכנון נכון של ניסוי בהמשך שיתנה מענה לשאלות חקר. התוצאות נתנו מענה להתמודדות התלמידים עם הקשוי לנסח שאלת חקר הן בנושא החקר והן בנושאים אחרים כמו המאמרים. התוצאות מראות גם שהתלמידים ידעו להעריך שאלות חקר לפי הקריטריונים ולתקן אותה, הם ידעו להשליך את זה גם בנושאים אחרים כמו שאלת חקר בנושא האקולוגיה.

השלכות המחקר

נקודות למחשבה

בעבודה שלי בחרתי להקנות לתלמידים את המיומנויות לניסוח שאלת חקר דרך ניתוח תוצאות ניסוי. בדרך זו התלמיד מעורב בתהליך הלמידה והבניית הידע, ועל מנת לאמץ שיטה זו יש להאמין ביכולת התלמיד ויש לעודד אותם ולתמוך בהם לאורך כל התהליך על מנת שההוראה תהיה ממוקדת תלמיד.

נכון אני מאמינה ותומכת בכלי שלי, אבל למחקר שלי יש מוגבלות. דבר ראשון מספר התלמידים שהשתתפו במחקר 12 תלמידים, מספר זה לא מייצג כלל התלמידים היה יותר טוב אם המחקר כלל יותר כמו כיתה שלמה של תלמידים.

דבר נוסף לא היה מספיק גוון בדרך הצגת הנתונים בניסויים, השתמשתי רק בטבלאות היה צריך להשתמש בגרפים גם כי יש שוני בין התלמידים בהבנת דרך הצגת הנתונים מבחינה ויזואלית.

בעיות שמתעוררות וביתרון

- אחד הבעיות העיקריות שתמיד עולה שמדברים על הפעלת פעילויות מול המורים היא מגבולות הזמן, תמיד יגידו אין מספיק זמן להעביר פעילויות מסוג זה כי יש יותר להעביר החומר ולסיים הסילבוס העמוס. ראוי לציין שהכלי הזה גמיש כלומר יוכל המורה להתחיל במה התלמידים יודעים ועל סמך זה הוא יוכל לקצר את הפעילות לפי רמת התלמידים ובזה יצמצם מספר השעורים, מצד שני פעילות זו חוסכת למורה שעורים בהמשך בבצוע החקר עצמו וגם בכתיבת העבודה שתפתח על סמך השאלה שנשח.

- יש תלמידים אינם מבינים מהות החקר ואינם מכירים את כל המושגים הקשורים לנושא החקר לכן יהיה להם קשה לנסח שאלת חקר מניתוח תוצאות ניסוי. ובכן חשוב לציין שניתן להעביר את הפעילות הזו בכיתה י"ב כך שהתלמידים יותר בשלים עם יותר ידע קודם, בנוסף ניתן להדגים לתלמידים המתקשים ניסוי ולאסוף התוצאות ולהיות מוחשי יותר.

השלכות לעתיד ושאלת המשך

יש להמשיך בעתיד בניתוח תוצאות ניסוי על מנת לנסח שאלת חקר טובה לאור הממצאים שקבלתי המעודדות אצל התלמידים שחקרתי, מבחינה לימודית זה מערב התלמיד הלומד באופן פעיל בתהליך הלמידה, ומבחינה קוגניטיבית מפתח יכולת חשיבה גבוהות המאפשרת רכישה ויצרה של ידע חדש תוך הפעלת שיקול דעת. לכן אני מתכוונת להמשיך בהעברת הכלי הזה בשנים הבאים עם התלמידים שלי, בהוספת שיפור שמתכוונת להכניס בכלי והוא פרק נוסף בפעילות שתעסוק בקריטריון המתייחס ששאלת חקר מכילה שם האורגניזם שנחקר בתהליך הביולוגי או התופעה בניסוי. דבר שני חשוב מאוד יש ללמד התלמידים המושג תהליך ביולוגי ותופעה ביולוגית לפני שמתחילים בפעילות.

שאלת המשך

ניסוח שאלת חקר הוא אחד המיומנויות של חקר במדע, אותי מעניין לחקור בהמשך :

- כיצד ניסוח שאלת חקר ע"י התלמיד תתרום בהתקדמות שלבי תהליך החקר?

גם עניין אותי לבדוק :

- כיצד בניית הקריטריונים של ניסוח שאלת חקר תתרום לתמיד לנסח שאלות חקר באסוציאציות שונות כמו במעבדה או במאמר מחקרי?

ביבליוגרפיה

- דריפוס, ע. אגרס, ב (2013). ללמוד, להבין, לדעת. הוצאת הקיבוץ המאוחד ומכון מופת.
- זוהר, ע (2006). למידה בדרך החקר: אתגר מתמשך. הוצאת מאגנס.
- שיינין, א. וציון, מ (2010). מורים מתנסים בדרך החקר הפתוח והדינמי. עלון למורי הביולוגיה, גיליון 181.
- ציון, מ. ואירית, ש (2008). סקרנות ולמידת חקר פתוחה. עלון למורי הביולוגיה, גיליון 177.
- ביאליק, ת. וירדן, ע (2014). שימוש בפעילות ביקורת עמיתים בהוראת המדעים. עלון למורי הביולוגיה - ביולטר. גיליון 2.
- הרפז, י (2004). מי שלא שואל לא יודע. הד החינוך, גיליון 10.
- Collins, A, Brown, J.S, Newman, S,E(1989). Cognitive apprenticeship Teaching the craft of reading, writing, and mathematics. In L.B. Resnick (Ed.), Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser (pp. 453-493) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chin, C,& Brown, D.E (2000). Learning deeply in science: An analysis and reintegration of deep approaches in two case studies of Grade 8 students. Research in Science Education 30.
- Chin, C., & Osborne, J. (2010b). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. Journal of Research in Science Teaching 47.

נספח 1

לפניך תוצאות ניסוי של חוקר שהשרה רצועות של עלי בצל בתמיסות מלח בריכוזים שונים. הוא שקל את הרצועות לפני הכנסתן לתמיסות ולאחר השריה של 15 דקות בתמיסות.

השינוי במשקל הממוצע של רצועות עלה בצל (%)	ריכוז המלח בתמיסה (%)
87.9	0
67.8	0.2
36.8	0.4
17.5	0.6
0	0.8

1. תאר/תארי את התוצאות בטבלה .

2. כמה משתנים יש בניסוי?

השלם /והקף בעיגול

3. המשתנה שנמדד הוא (השלם) _____ ולכן הוא משתנה התלוי /בלתי תלוי (היקף בעיגול).

4. על מה מעידה עליה במדידה של משתנה הזה?

5. מה הייתה המדידה כאשר ריכוז התמיסה היה 0.8% ? מדוע?

6. מה אפשר להגיד על דרך המדידה הזו?

7. מהו התהליך שהתרחש?

8. לפי תוצאות הניסוי מה השפיע על המשתנה התלוי?

9. איך המשתנה הזה השפיע על התהליך?

10. המאפיינים של משתנה זה הם : משתנה רציף כן/לא, כמותי ומדיד כן/לא, יש טווח כן/לא. (היקף בעיגול התשובה הנכונה).

11. אם נסתכל על הטבלה החוקר לא הסתפק בריכוז אחד אלא בדק טווח של ריכוזים כפי שציינת קודם. מה רצה החוקר לבדוק או להראות לנו ?

13. מה המסקנות שהייתם יכולים להסיק עפ"י התוצאות של הניסוי?

14. שאלת חקר היא שאלה שמתחילה ב: (בחר הנכון והשלם)

- כיצד משפיע על.....?
- מהי השפעת..... על.....?
- באיזו מידה..... על.....?
- למה משפיע על.....?

15. האם הניסוי כפי שבוצע נותן תשובה לשאלת החקר שניסחתם?

נספח 2

על פי התשובות שלכם לפעילות שעשיתם לפי נספח(1) מתבקשים לקבוע את הקריטריונים של שאלת חקר.

הקריטריונים של שאלת חקר

❖ מרכיבי השאלה והתבנית

•

•

המשתנים בשאלה

תכונות השאלה

הכרזה : למורה

הכרזת התלמיד תכלול (למורה)

בשאלה יש שני משתנים, משתנה תלוי ומשתנה בלתי תלוי.

השאלה מציגה קשר בין המשתנים .

השאלה מנוסחת באמצעות מילות שאלה אופייניות :

למשל מהו הקשראו כיצד משפיע.....

השאלה מנוסחת בצורה ממוקדת ופתוחה שלא ניתן לה תשובה כן/לא.

השאלה ניתנת לחקירה ולמדידה בניסוי מוגדר בזמן שיהיה אפשרי לביצוע.

השאלה כוללת את שם האורגניזם.

השאלה מבוססת על ידע ביולוגי.

השאלה רלוונטית לתופעה או התהליך שבודקים.

נספח 4

ניסוי ראשון :

לפניך תוצאות ניסוי של חוקר שהכין בצק מקמח ושמרים עם תמיסת מלח בריכוז שונה .

ריכוז המלח בתמיסה (%)	נפח הבצק מ"ל אחרי 15 דקות
0	396
1.25	296
2.5	260
3.5	240
5	236
10	180

נסח שאלת חקר מתאימה למערך הניסוי לפי הקריטריונים שניסחתם לשאלת חקר.

השאלה :

.....

נספח 5

לפניך תוצאת ניסוי של חוקר. הוא הוסיף מיצוי תפוח בריכוזים שונים לכלי סגור שמכיל נפח שווה של שמרים, ובדק את המרחק שעברה הבועה שנוצרה (הערה: הכלי מוכר מניסוי המעבדה)

מרחק שעבר הנוזל בס"מ	ריכוז מיצוי תפוח עץ %	הכוס
0.2	0	1
10.5	40	2
12	60	3
15	100	4

נסח שאלת חקר מתאימה למערך הניסוי לפי הקריטריונים שניסתם לשאלת חקר.

השאלה:

.....

נספח 6

לפניך תוצאות של ניסוי של חוקר. הוא גדל את צמח התורמוס בעוצמות אור שונים. ומדד את אורך הגבעול אחרי 15 ימים.

עוצמת האור לוקס	ממוצע אורך גבעול צמח התורמוס ס"מ
200	8
500	10
700	14
900	17
1000	21

נסח שאלת חקר מתאימה למערך הניסוי לפי הקריטריונים שניסחתם לשאלת חקר.

השאלה :

.....

נספח 7

לפניך תוצאות של ניסוי של חוקר. הוא השקה זרעים של חיטה בתמיסת מלח בריכוזים שונים ובדק כמה זרעים נבטו אחרי 15 ימים.

ריכוז המלח בתמיסה %	ממוצע נביטת זרעי החיטה
0.125	20
0.25%	16
0.5%	12
0.75%	6
1%	0

נסח שאלת חקר מתאימה למערך הניסוי לפי הקריטריונים שניסחתם לשאלת חקר.

השאלה :

.....

קריטריונים לבדיקה	כן/לא	תיקון/הערות
תבנית השאלה: השאלה מנוסחת לפי מהו הקשר בין.....לבין.....? מהי השפעתעל.....?		
משתנים: בשאלה משתנה בלתי תלוי אחד שברור כיצד ניתן לשנות אותו ומשתנה תלוי הניתן למדידה		
הקשר: בשאלה יש התייחסות לקשר בין הגורם המשפיע הבלתי תלוי לתהליך הנבדק (המשתנה התלוי).		
בסיס מדעי: יש לשאלה בסיס מדעי		
רלוונטיות: השאלה רלוונטית לתופעה אותה חוקרים		
מעשיות: השאלה ניתנת לבדיקה מעשית		
צמצום ומיקוד: השאלה ברורה וממוקדת. קיים משתנה בלתי תלוי אחד מצוין האורגניזם הנבדק		

שאלות ראיון

- ✓ מה שלומך איך היה...
- ✓ בניתם בכיתה הכרזה שכללה קריטריונים לניסוח שאלת חקר מה אתה זוכר מרשימת הקריטריונים .
- ✓ נותנת לו דף שמופיע בו שאלת חקר ששאלו בכיתה. תסבי לי מה דעתך על השאלה האם היא נכונה או לא נכונה? הסבר (שאלה לא נכונה)
- ✓ אם תבחר לנסח שאלת החקר בנושא האקולוגיה, במה תיעזר מהפעילות הזו בניסוח שאלת החקר שתחקור?
- ✓ אתה תוכל לתת לי יתרון לפעילות שהתנסתה בה ובמקביל חסרון לפעילות שאתה מעוניין לשנות.