



**"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד**

**השפעת הוראת פדגוגיה מבוססת על דרמה
(Drama-Based Pedagogy - DBP) ביחידת מעבדת החקר
בכימיה, על מוטיבציית התלמיד בלימודי הכימיה.**

מגישה: לאה (לייקה) גרנות ת.זהות. 024055204

מנחה: פרופ' רון בלונדר

אוגוסט 2016

אב תשע"ו

תוכן העניינים

עמוד

3	1. רקע תיאורטי
3	1.1 יחידת מעבדת החקר
4	1.2 DBP
6	1.3 פרוייקט TEMI
7	2. מטרת העבודה
8	3. שיטות וכלי מחקר
8	3.1 אוכלוסיית היעד
8	3.2 תיאור הפעילות
9	3.3 כלי המחקר
11	4. תוצאות
16	5. סיכום ודיון
16	5.1 דיון בתוצאות
17	5.2 מגבלות המחקר
17	5.3 המלצות לשדה המחקר
18	5.4 המלצות לשדה החינוכי
19	6. ביבליוגרפיה
21	7. נספחים

1. רקע תיאורטי

1.1 יחידת מעבדת החקר במסגרת לימודי הכימיה בהיקף של 5 יח"ל.

בלימודי הכימיה יש חשיבות רבה לעבודת התלמיד במעבדה. העבודה במעבדה מלמדת, יותר מכל, את מהותה המדעית האמיתית של הכימיה. במהלך הניסויים התלמידים מתמודדים בפועל עם העקרונות התיאורטיים שלמדו בשיעורי הכימיה. באופן זה, הניסוי במעבדה ממחיש את הנלמד מזווית אחרת: פיתוח סקרנות, פיתוח כישורי חקר, פיתוח היכולת ללימוד עצמאי ולעבודה בצוות ועוד. בתוכנית של יחידת המעבדה, האופי הניסויי של הכימיה בא לידי ביטוי בהגדרת רמת הפעילות והמיומנויות הדרושות לביצועה. היסוד המארגן של יחידת המעבדה הוא בניית המיומנויות הנדרשות באופן מדורג: החל מביצוע ניסוי נתון על פי הנחיות, עיבוד ממצאים והסקת מסקנות ועד לניסוח עצמאי של שאלת חקר, השערה, תכנון עצמאי של ניסוי, ביצוע וייצוג ממצאים במגוון אופנים. צורת לימוד זו שונה מהלימוד המסורתי בכיתה, ומעודדת עבודה עצמית, הן בקבוצה והן באופן אישי (מפמ"ר, 2014).

בשנות התשעים, הציגו אנשי החינוך מטרות חדשות להוראת המדעים, המבוססות על הגישה הקונסטרוקטיביסטית (בירנבוים, 1997), מטרת ההוראה אינה עוד העברת ידע ולמידה בתהליך פסיבי, אלא פיתוח 'לומד חושב' בעל הכוונה עצמית תוך תהליך שבו תרומת התלמיד היא לפחות כמו תרומת המורה. הדגש בלמידה אינו מושם עוד על שינון החומר, אלא על חקירה, שימוש בידע ובניית משמעות, ואחריות של הלומד על הידע (Piaget, 1977). על מנת להגיע ללמידה משמעותית, אשר בלב מטרתה של גישה זו, צריך המורה להוביל את התלמיד לשותפות פעילה בתהליך הלמידה. המורה הופך ממקור של ידע למתווך בין התלמיד לידע, מכון ומנחה אותו בתהליך הלמידה.

בתחילת המאה העשרים ואחת אנו בעיצומה של רפורמה בהוראת המדעים. הן התכנים והן דרכי למידת המדעים והוראתם עוברים עיון מחודש ונקבעים סטנדרטים חדשים לעיצובו של החינוך המדעי. סטנדרטים אלו חוזרים ומאששים את הגישה הגורסת כי החקר הוא נדבך מרכזי בדרך להשגת אוריינות מדעית.

הלמידה על פי גישה זו, מבוססת על סביבה פעילה, וביצוע מטלות, כגון: פעילויות חקר, עבודה במעבדה, למידה עצמית, עבודה בקבוצות קטנות ודיונים כיתתיים. נראה כי הוראה במעבדה, תוך ביצוע ניסויי חקר בקבוצות קטנות, הינה אסטרטגיית הוראה המבוססת על גישה זו. בדרך זו, בה התלמיד חוקר במעבדה, הוא הופך לשותף פעיל בתהליך הלמידה, מפתח ומשפר את יכולתו לשאול שאלות, לתכנן ניסוי, לחשוב באופן ביקורתי ולוגי לגבי התצפיות וההסבר המוצע להן ולנסח טענה מדעית אפשרית (הופשטיין, שור, קיפניס, נחום, 2003).

מעבדת החקר נותנת לתלמידים הזדמנויות לפיתוח מיומנויות מטה-קוגניטיביות. המטה-קוגניציה מתייחסת לשלושה תחומים: ידע מטה-קוגניטיבי הכולל את ידע התלמיד לגבי דרכי הלמידה שלו, מודעות מטה-קוגניטיבית הנובעת משאלות מכוונות של התלמיד המלוות תהליכי חשיבה ושליטה מטה-קוגניטיבית הקשורה בהחלטות הלומד כיצד לבצע משימה (Baird, 1990). תלמיד בעל ידע מטה קוגניטיבי הוא תלמיד המודע לדרכי הלמידה שלו, כלומר, יודע אילו דרכי למידה הן אפקטיביות לגביו. כדי להגיע לכך עליו להתנסות בדרכי למידה שונות ומעבדת החקר מאפשרת לו

התנסויות כאלה, בנוסף לדרך הלימוד המסורתית תוך פיתוח שלושת התחומים הנ"ל (הופשטיין, שור, קיפניס, נחום, 2003).

DBP, drama-based pedagogy 1.2

פדגוגיה מבוססת דרמה, DBP, היא שיטת אינטגרציית אומנויות בתכניות לימודים בכלל. הספרות חושפת מחקרי התערבות מאז 1985 ומראה כי התערבויות אלו היו חלשות להסקת מסקנות סיבתיות במסגרות החינוכיות השונות. למרות זאת, ניתן היה לראות שישנה השפעה חיובית באופן משמעותי בהתערבות DBP במקרים שבהם ההתערבות הייתה בהנהגת מורה הכיתה ולא בהנהגת חוקר או אומן הוראה וכן במקרים בהם ההתערבות כללה רצף של שיעורים, לפחות חמישה, ובתחומי דעת של שפה ומדעים. כמו כן נמצאו השפעות חיוביות בצד הפסיכולוגי-חברתי של התלמידים (Kiger Lee, Patall, Cawthon, Steingut, 2015). מדו"ח שפורסם ע"י ועדת הנשיא בארה"ב באומנות ומדעי הרוח בשנת 2011 עולה כי שילוב בדרמה הינה דרך יעילה ומשמעותית בשני העשורים האחרונים הנותנים מענה לצרכי התלמידים (President's Committee on the Arts and Humanities, 2011).

נמצאו בספרות 47 מחקרים שנערכו בין התאריכים 1/1985-12/2012 שבדקו את אפקט DBP בסטודנטים שונים ובהשפעתם על מיומנויות שונות. תוצאות המחקרים נמדדו בשני אופנים: א'. בדיקה בתוכן ספציפי/אקדמי ע"י מבחן סטנדרטי. ב'. בדיקת מיומנויות של המאה ה-21, חשיבה ביקורתית, יצירתיות, כישורים חברתיים ועוד ע"י ראיונות ודירוגי משקיף. מוטיבציה ובכלל זה, הרצון ללמוד, ההתקשרות למשימה לאורך זמן, תשומת לב ועניין, נמדדה בדרכים שונות ע"י משקיף תוך בדיקת אמינות המשקיף ע"י מדידה של משקיף נוסף.

המחקרים עסקו במדדים שונים החל מסוג הדרמה שהועברה בכיתה (דרמה יוצרת, משחקי תפקידים, אלתור ועוד) ובהמשך סגנון המעביר (מורה, מדריך, אומן שחקן ועוד) וכלה במדדים מאפייני סביבה (סוג ביה"ס, מדינה, זיהוי דתי, מגדרי ועוד). מתוך המחקרים שהצטברו ניתן ללמוד על: תוצאות אקדמאיות של התלמידים, תפקודם החברתי בכיתה, עמדותיהם כלפי ביה"ס ומיומנויות שונות נוספות שרכשו, כאשר יש לקחת בחשבון את בימויו של המורה בכיתה ו/או מנחה או סטודנט אחר שהוכשר ומגיע לכיתה תוך כדי התמקדות בתהליך מונחה עם רעיון מרכזי לצד מגוון רחב של אסטרטגיות תיאטרון. באופן תיאורטי, סביר להניח שגישת DBP תשפר את הישגי ותוצאות התלמידים וההבנה בתוכן הנלמד תהיה עמוקה יותר בהשוואה להוראה המסורתית מכיוון ששיטה זו מתאימה לרעיונות הקונסטרוקטיביים (Edmiston, 2013). וכמו כן, שיטה זו המסתמכת על הבנה תרבותית וחברתית של הלומד תוך שיתוף פעולה ושיח משמעותי עם האחרים והסביבה, תשפר את הישגי התלמידים (Vygotsky, 1978). המחקר מצביע על כך שתלמיד הלומד באמצעות גישות קונסטרוקטיביסטיות מוביל להיות חברותי יותר ולתרום לכיתה תרומות ייחודיות. התלמיד לומד לעשות היקשים מעבר למידע שנמסר וליצור קשרים חדשים בין רעיונות שונים (Yager & Akcay, 2008). עם זאת, באסטרטגיות אינטראקטיביות ודיאלוג בין תלמידים נוצר שילוב של רעיונות אחד מהשני תוך תיקון תפיסות שגויות. כאשר מסתכלים על המחקרים ב-25 השנים האחרונות, ניתן לחלק את תוצאות המחקרים לשלוש קטגוריות: א'. הישגיים מיידים ללא התערבות DBP. ב'. הישגיים מיידים בתכניות לימוד עם

התערבות DBP ג'. תוצאות פסיכולוגיות חברתיות הקשורים ללמידה ולתפיסה עצמית התנהגותית של התלמיד. נחקרו הישגים מיידיים עם התערבות DBP שבחנו מגוון רחב של תחומים ולמרות שללמידת DBP יש יתרונות רבים, כמה מחקרים שהתמקדו בתכניות לימוד בשפה ואומנויות הראו תמונה מעורבת בהישגי התלמידים בכתב ובע"פ, והממצאים לא היו חד משמעיים, ובמחקרים מסוימים אף לא היו הבדלים משמעותיים ביחס ללמידה המסורתית (Lawton and Brandon, 2005). גם במיומנויות של המאה ה-21 כמו: יצירתיות, חשיבה ביקורתית, מיומנויות חברתיות, שיתוף פעולה ותקשורת נמצאו תוצאות מעורבות ובמחקרים מסוימים אף שליליות (Ballou, 2000). בניגוד לתוצאות המעורבות שנמצאו באומנויות השפה, נמצאו השפעות חיוביות בתחומים אחרים. לדוגמא, בתחום המדעים נמצאו השפעות חיוביות באופן משמעותי על ההישגים האקדמיים בשיטת DBP (Dorion, 2009; Francis, 2007).

גורם נוסף שנבדק הינו משך זמן הלמידה בשילוב DBP. לתלמידים לקח זמן להסתגל לאסטרטגיה פעילה זו, במיוחד לתלמידים שאינם פעילים חברתית ושצריכים תרגול נוסף כדי להשתתף במשחקי תפקידים. ההשפעה המשמעותית, החיובית והגדולה ביותר הייתה במשך זמן למידה של 6-10 שיעורים. גם מאפייני המורה היוו חלק חשוב במחקר זה. נמצא שההשפעה החיובית הגדולה ביותר הייתה של התערבות ע"י מורה הכיתה בהשוואה ללמידה ע"י אומן הוראה או מנחה מנוסה יותר (Conrad, 1992). גורם זה היווה גורם משמעותי לזמן הלמידה בכיתה. במקרים שבהם ההתערבות נעשתה ע"י המורה המלמד בכיתה, היה סיכוי גבוה יותר להמשיך את ההתערבות מעל 10 שיעורים ועדיין לקבל השפעה משמעותית חיובית. יתר על כן, פיתוח מקצועי של מורה הכיתה והכשרתו בתחום ה-DBP מומלץ ועשוי להיות מועיל.

במדד המוטיבציה נמצא כי ההשפעה הגדולה ביותר בהתערבות DBP בתלמידי גיל "תיכון" הייתה חיובית יותר מהתערבות שנעשתה בגיל "יסודי". באופן כללי, ישנן תוצאות חיוביות להתערבות של DBP בתכנית הלימודים וקיימת השפעת חיובית על הישגי התלמידים. תלמיד ממוצע שעבר התערבות ע"י DBP ציונו היה טוב יותר ב-70% מתלמיד שלא עבר התערבות זו (see Cooper et al., 2009, for an explanation of U3 metric translation of effect size estimates).

1.3 פרויקט TEMI

פרויקט TEMI הוקם בשנת 2013 עקב ירידה מדאיגה של מדענים צעירים בלימודי מדע ובפיתוחים מתמטיים באירופה. השאיפה הייתה להגיע לבתי-ספר ברחבי אירופה ולפתח עם המורים תכנית הכשרה חדשנית זו שתייצר חקירה בלימודי המדע ותיצור שינוי משמעותי בתרבות השיעור. המורים פיתחו שיטות הוראה באמצעות תעלומות מסתוריות בעלות קסם לא מוסברות כדי ללכוד את תשומת לב התלמידים בתחילת חקר אירוע מסוים, וזה היווה גירוי לתלמידים להמשיך את החקר ולגלות הסברים מדעיים. תוך זמן קצר נוספו לפרויקט זה מורים מכל רחבי העולם ובנו מאגר של מעבדות TEMI. המורים הוכשרו לבניית מעבדות מסוג זה תוך ביסוס מושגים מדעיים ועירוב רגשות בפיתרת תעלומות מסתורין (TEMI, 2013).

פרויקט זה מבוסס על מודל חקירת חמשת ה" E". במודל זה, השיעור מתנהל באמצעות מספר שלבים אשר הראשון בהם הוא מעורבות, **Engagement**, סקרנות, משיכת תשומת לב של התלמידים ועניין שדרכו יתחילו לשאול שאלות ולחקור את תעלומת המסתורין תוך כניסה לתהליך חקירת חמשת ה" E". השלבים הבאים הינם: חקירה, **Exploration**, הסבר, **Explanation**, העמקה, **Elaboration**, הערכה, **Evaluation**.

המורים שהשתתפו בפרויקט עברו סדנאות והשתלמויות שהתמקדו בפיתוח חומרי למידה בשילוב תעלומות מסתורין ובהצגת הנושאים בכיתה. המורים היו מודעים לכך שההשקעה, הזמן והמאמצים הרבים בבניית מערך שיעור מיוחד זה יביאו בסופו של דבר ליתרונות גדולים חיוביים ומאתגרים לתלמידים בעלי יכולות גבוהות מצד אחד ונמוכות מהצד השני. המפגשים בין המורים שהשתתפו בפרויקט זה יצרו שיתוף פעולה ומתן הזדמנויות לחלוק רעיונות בפיתוחי ועיבודי תעלומות המסתורין השונות. כדי להקל על שיתוף הפעולה בין משתתפי הפרויקט ברחבי העולם, הוקמה קהילה וירטואלית, אינטרנטית תוך שימוש ב-GOOGLE-DRIVE שמשמש כבנק אחסון עבור חומרי הלמידה שפותחו בעבר ויפותחו בעתיד. כיום משתתפים בפרויקט 13 מוסדות אקדמאים ברחבי אירופה ביניהם המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע. מתוך פרויקט זה נוצר שיפור בהוראת המדעים ע"י העצמת המורים, פיתוח חומרי למידה ושיטות הוראה שכוללים שימוש בטכניקות מתוך עולם הדרמה וכן העלאת המוטיבציה ללמידה בכלל וללמידה בדרך החקר בפרט (O'Dwyer A, McManus B, McCormack, O, Childs P.E, Broggy J, 2016).

2. מטרת העבודה

המטרה של עבודה זו הינה, לימוד יחידת החקר במעבדת הכימיה בשילוב מעבדות TEMI על מנת לבדוק את השפעתם על מוטיבציית התלמידים בלימודי הכימיה. ההשערה היא ששיטה זו תגרום לעלייה במוטיבציית התלמידים. אחד הגורמים לעלייה במוטיבציה והמשך פעילויות מדעיות מרצונם החופשי אצל תלמידים הוא הוראה של חומר רלוונטי עבורם, אשר אינו מנותק ממציאות חיי היום-יום שלהם. החברה במאה ה-21 נעשית מורכבת יותר וחשוב שבדרכי החינוך והלמידה יפתחו המורים בתלמידים רצון וגירויים ללמידה, חשיבה מסדר גבוה, עידוד יצירתיות ומוטיבציה ללמידה ואחריות. מאשר שינון חומר ועקרונות מסוימים. בעבר נדרשו התלמידים לחפש חומר באנציקלופדיות והמורים ובעלי המקצוע היו בעלי הידע, כיום הידע נגיש וזמין והלומדים נדרשים לסנן מידע ולהבין את מקורו ומהימנותו, לאתר ידע בזמן אמת ולא לשנן חומר. בתחום המדעי, המוטיבציה היא בפעילות של "עשיית מדע" והתעסקות עם הפעילויות הנלמדות בכיתה מעבר לזמן הנדרש (Pascarella, E.T, Walberg, H.J, Junker, L.K, & Heartel, G.D, 1981).

במהלך לימוד מעבדת החקר עוסקים התלמידים בחקר במובן של כישורים ומיומנויות (Bybee, 2000). בקטגוריה של כישורים ומיומנויות, כולל Bybee את המיומנויות הבאות:

שאלת שאלות, ניסוח השערות, תכנון וביצוע ניסוי מדעי, ניסוחם של הסברים ונימוקים מדעיים. הפעילויות במעבדה ממלאות, מזה שנים רבות, תפקיד מרכזי בלימודי המדעים, ואנשי הוראת המדעים גורסים כי התלמידים מפיקים תועלת רבה מן המעורבות בפעילויות (Hofstein, A., & Lunetta, V. N, 2003). ע"מ לגוון ולגרות את סקרנותו של התלמיד נבחרו 3 מעבדות TEMI שבהן התלמיד נחשף לסיפור או תעלומה מסתורית ובחר את דרכי פעולתו כדי לחקור תופעה מסוימת. התלמיד פעיל והאחריות להשגת הידע היא על התלמיד. הוא סקרן יותר ובעל עניין גדול יותר לקבל תשובות על השאלות שהוא עצמו שואל. המורה משמש רק כמתווך ומנחה.

על בסיס זה, נבדקה במחקר זה ההשערה שגורסת שבשיטת לימוד מעבדות TEMI, התלמיד יחווה חוויה מעמיקה של סקרנות ועשייה תוך חיזוק השיח ושיפור האקלים החינוכי וישפר את יכולות החקר שלו ואת כישורי עבודתו במעבדה, ולכן לא יסתפק רק בלמידה בפעילויות אלו במעבדה אלא ירצה להרחיב את ידיעותיו והתנסויותיו במיומנויות אלו גם מחוץ למסגרת לימודי המעבדה בכיתה תוך העמקת החומר העיוני הנוגע למעבדות אלו.

לאור זאת, נבחרה שאלת המחקר:

כיצד משפיעה הוראת פדגוגיה מבוססת על דרמה (Drama-Based Pedagogy - DBP) ביחידת מעבדת החקר בכימיה, על מוטיבציית התלמיד בלימודי בכימיה?

3. שיטות וכלי מחקר

3.1 אוכלוסיית היעד

קבוצת המחקר כללה תלמידים בכיתה י"א, מגמת כימיה (N=34), המחולקים ל-2 קבוצות, 18 ו-16 תלמידים בקבוצה. בניסוי ובנות בהרכב הומוגני. נבחרו תלמידים אלו שביצעו מספר ניסויי חקר ורכשו מיומנויות חקר בסיסיות. תלמידים אלו ניגשו בסוף שנה"ל לבחינת בגרות עיונית בכימיה ורצייתי לבדוק האם גיוון המעבדות ע"י מעבדות TEMI יעלה את רמת התעניינותם והמוטיבציה ללמידה בשיעורים העיוניים.

הרמה הלימודית של כיתה זו היא רמת מצוינות. כל התלמידים לומדים מתמטיקה ברמה של 5 יח"ל ורובם לומדים כמקצוע נוסף פיזיקה ברמה של 5 יח"ל. המטרה בבחירת תלמידים אלו הייתה להעלות את רמת סקרנותם ודמיונם שמלכתחילה מפותח וברמה גבוהה.

3.2 תיאור הפעילות

הפעילות כללה שלושה ניסויים בשיעורי המעבדה מסוג מעבדות TEMI. כל פעילות התחילה בסיפור המסתורין במליאה. לאחר מכן ב"שלב החקר" התפצלו התלמידים לעבודה ב-2 חדרי מעבדות סמוכים שבהם עבדו התלמידים בקבוצות קטנות של 3-4 תלמידים. העבודה בקבוצות במעבדה התפרשה על 2-3 מפגשים שבועיים של 2 ש"ש. לקראת סוף כל פעילות, נערך דיון מסכם במליאה וכל קבוצת תלמידים הגישה את דו"ח המעבדה לפעילות זו. כדי ללמד מעבדות חקר מסוג TEMI עברתי קורס "הוראה בדרך החקר" של ד"ר דבורה קצביץ' במסגרת לימודי בתכנית "רוטשילד-ויצמן" במהלך סמסטר שלם. במסגרת הקורס עברתי תהליך של התפתחות אישית מקצועית שבה צוידתי במיומנויות בסיסיות כמו: הצגת סיפור, בניית הסיפור, שפת הגוף, טון הדיבור ועוד ע"מ להנחות את תלמידי במעבדות מהסוג הנ"ל. במהלך עבודתי במהלך השנה, קיבלתי תמיכה, תשובות לשאלות שהתעוררו אצלי והנחיות ברורות מצוות TEMI מהמחלקה להוראת המדעים שבמכון ויצמן למדע שהיה זמין וקשוב לכל בעיה שהתעוררה. ב"שלב החקר" עסקו התלמידים בפעילות חקר פתוחה, הכוללת: הצגת שאלות רלוונטיות, העלאת השערות, בניית שאלת חקר להמשך החקר, תכנון ניסוי, ביצוע הניסוי, ולבסוף ניתוח הממצאים והסקת מסקנות. פעילות זו אפשרה לתלמידים הזדמנות להתנסות בחקירה מדעית תוך מעורבות והבנה ע"ס הידע האישי שרכשו בשיעורים העיוניים.

הפעילות הראשונה נפתחה ב"סיפור החול מחו"ל" (נספח 1). פעילות זו פותחה ע"י צוות TEMI במכון ויצמן. פעילות זו פותחת בסיפור שנשמע אמיתי למדי. הסיפור סופר על ידי, והתלמידים היו בטוחים שבמעבדה זו הם יפתרו בעיה של חבר קרוב שלי, והאווירה בכיתה הייתה של עזרה אישית ובעלת אופי חברתי. נושא המעבדה היה "מבנה וקישור", נושא שנלמד רבות בכיתה והיה מבוסס אצל התלמידים ברמה טובה. בסוף הפעילות, שנמשכה 2 מפגשים, התקיים דיון מסכם ועל התלמידים היה להגיש דו"ח קבוצתי ברמה 2 שנבדק ע"י מחוון (נספח 2). הפעילות השנייה, "ניסוי המטבעות", עסקה בנושא של חמצון חיזור והשורה האלקטרוכימית. בנושאים אלו התקשו התלמידים בשיעור העיוני בכיתה וניסיתי להציג נושא זה במעבדה בצורה ידידותית יותר. הסיפור הוצג דרך מצגת (נספח 3). לאחר הצגת הסיפור התלמידים חולקו לקבוצות שונות מהפעילות מהקודמת והחלו בעבודת החקר של פעילות זו (נספח 4). התלמידים

גילו עניין רב, וניכר כי כלל התלמידים היו עסוקים בעבודה ובאיתור מידע רלוונטי. ניתן היה לראות שיתוף פעולה בקבוצות השונות ושיח ודיון התקיים בין התלמידים. חלק מהתלמידים נעזרו בעמדות המחשב הקיימים במעבדה אך רוב התלמידים בחרו להשתמש במכשירים הסלולרים ואני אפשרתי זאת. בסיום הפעילות, שאף היא נמשכה 2 מפגשים, התקיים דיון מסכם ועל התלמידים היה להגיש דו"ח קבוצתי ברמה 1 שנבדק ע"י מחוון (נספח 5).

הפעילות השלישית והאחרונה, "הארי פוטר, השיקוי וכדור הסניץ" במשחק הקוידזיץ", עסקה בנושא של פולימרים. את הנושא הזה התלמידים למדו רק בחלקו בשיעורים העיוניים בכיתה. הסיפור שליווה פעילות זו, היה מוכר היטב לתלמידים ורובם קראו או צפו בסיפור העלילה המקורית. הסיפור הוצג דרך מצגת (נספח 6), שבסיומה יש קישור לסרטון שעירב את התלמידים בצורה נהדרת והכניס אותם לאווירה הקסומה של פעילות זו. התלמידים היו קשובים ומרותקים וניכרה על פניהם התעניינות והתרגשות רבה. לאחר פיזור המליאה, התלמידים חולקו מחדש לקבוצות קטנות והחלו בעבודת מעבדת החקר של פעילות זו (נספח 7). בשונה מהפעילויות הקודמות שבהם היה לתלמידים רקע מדעי מבוסס, בפעילות זו הידע המדעי היה חלקי והפרק לא נלמד במלואו. כדי להקל על התלמידים, יצרתי בשלב ה"explain" את מעטפת ההיגדים (נספח 8) שהכילה מושגים הקשורים לניסוי זה ו"הוכיחה" את עצמה מבחינת הבנת התופעה ברמה הכימית וכתיבת ההשערה בדו"ח המסכם המבוססת על ידע מדעי. מעטפה זו, שהגיעה מביה"ס לקוסמים", יצרה קשר לסיפור וניתן היה להבחין בהתרגשות רבה של התלמידים בחיפוש המעטפה ומציאתה. בסיום הפעילות שנמשכה 3 מפגשים, התקיים דיון מסכם ועל התלמידים היה להגיש דו"ח קבוצתי ברמה 2 שנבדק ע"י מחוון (נספח 2).

3.3 כלי המחקר

1. תצפיות בתלמידים במהלך שיעורי העבודה במעבדה- במהלך כל שיעורי המעבדה נעשתה צפייה בעבודת התלמידים ברמה האישית וברמה הקבוצתית. כמו כן הצפייה נעשתה גם בשיעור הפותח במליאה וגם בדיון המסכם. במהלך תצפיות אלו תועדו התנהגויות, שאלות ומשפטים שנאמרו בין התלמידים, בינם לבין עצמם ובינם לבין המורה ושהתייחסו לנושא המעבדה ולסיפור המתלווה למעבדה זו.

2. שאלון עמדות pre-mid-post (נספח 9) - בשאלונים שהועברו לתלמידים, התבקשו התלמידים להתייחס לעמדתם ללימוד הכימיה לפני תחילת הפעילות (pre) ובהמשך, בסיום הפעילות השנייה (mid) ולאחר סיום ההתערבות (post), התבקשו התלמידים להתייחס לעמדתם ללימוד הכימיה במעבדה ע"י סיפור. התלמידים התבקשו להביע את עמדתם כלפי ההיגדים השונים בסולם של 1-5. מטרת השאלון הייתה לבדוק האם מוטיבציית התלמידים בעבודתם במעבדה בפרט ובלמידתם בשיעורים העיוניים בכימיה בכלל עלתה במהלך תקופת ההתערבות. השאלון עבר תיקוף ע"י 7 מורות ומנחת הקבוצה, וכלל 27 היגדים השייכים לקטגוריות הבאות: כימיה כמקצוע רלוונטי לחיי היום-יום, כימיה כמקצוע בעל עניין, התלמיד במרכז, הבנת הנושא התיאורטי הנלמד בכיתה, מוטיבציה ופיתוח מיומנויות החקר והעבודה במעבדה.

טבלה 1: חלוקת הקטגוריות בשאלון העמדות.

מספר השאלות בקטגוריה	דוגמא להיגד.	הקטגוריה
ז	ללמוד כימיה במעבדה שקשורה לסיפור זה:....	
5	שימושי ללימודים שלי בביה"ס גם במקצועות אחרים	רלוונטיות
6	מושך אותי לקרוא ולראות כתבות בנושאים מדעיים בעיתון ובטלוויזיה	עניין
5	אפשרות לבטא יכולות שלי שהמורה לא מכיר	התלמיד במרכז
3	קשה להבנה	תאורייה
4	מעורר רצון להמשיך ללמוד בצורה כזו	מוטיבציה
4	מעודד אותי לשאול שאלות בשיעור	מיומנויות החקר

3. ראיונות תלמידים-רואיינו שישה תלמידים שהם כ 20% מכלל התלמידים שהשתתפו במחקר. התלמידים שנבחרו למחקר הם בעלי רמות ידע והבנות שונות. חלקם בעלי קשרים חברתיים, חלקם תלמידים מצטיינים. כל התלמידים שרואיינו השתתפו בכל שיעורי המעבדות ושיתפו פעולה לאורך כל תהליך החקר. הראיונות נערכו בשיח משותף ובאווירה נעימה ורגועה. הובהר לתלמידים שהמידע ישמש למחקר בלבד, שמותיהם לא יוזכרו ולתשובותיהם לא תהיה השפעה על ציונם.

הראיון כלל את השאלות הבאות:

- האם שיעורי המעבדה (בכלל) חשובים לך מבחינה לימודית?
- האם שיעורי המעבדה חשובים לך מבחינה חברתית?
- איך ההבדל בין שיעורי המעבדות ה"חדשים" לעומת שיעורי המעבדה ה"ישנים" יותר השפיעו על התעניינותך במקצוע?
- האם המוטיבציה שלך ללימודי הכימיה עלו בעקבות המעבדות ה"חדשות"?
- אילו מיומנויות רכשת במעבדה שעוזרים לך בתחומים אחרים?
- האם יש לך הצעות לייעול המעבדות בכלל ו"החדשות" בפרט?

4. בדיקת דו"חות המעבדה בעזרת מחוונים- כדי ששיעורי מעבדה אלו ייכנסו למסגרת של תכנית

הלימודים השוטפת בכיתה, נדרשו התלמידים להגיש דו"ח מעבדה בסוף כל פעילות. במהלך עבודת החקר במעבדה פיתחו התלמידים כישורי חקר ומיומנויות קוגניטיביות כמו: יישום ידע מדעי וחשיבה ברמה גבוהה, וכן כישוריים חברתיים כמו עבודה בצוות. לכן הערכת הישגי התלמיד במעבדה התבססה על עקרונות החלופות בהערכה (מפמ"ר 2014). החלופות בהערכה כוללות מגוון של כלים ושיטות להערכת הישגי התלמיד במגוון פעילויות לימודיות הבודקות ביצועים של הבנה ובאמצעותן ניתן לבצע: א. הערכה מעצבת- הערכה הנותנת לתלמיד משוב לשיפור וקידום הלמידה בזמן התהליך. ב. הערכה רב כיוונית- הערכה שבאמצעותה ניתן להעריך מיומנויות וכישורים המקיפים את כל תחומי התפקוד של

התלמיד(הקוגניטיבי, המטה-קוגניטיבי, האפקטיבי, החברתי והפסיכו מוטורי). ג. הערכה רב שיטתית- הערכה שבה ניתן להעריך את התלמיד במגוון של פעילויות (בירנבוים, 1997).
ציוני הדו"חות השתקללו בציון יחידת מעבדת החקר במסגרת תיק העבודות שנבנה ע"י כל תלמיד במהלך לימודיו במעבדה.
דו"חות המעבדה נבדקו ע"ס מחוונים בהתאם לרמה הנדרשת בפעילויות השונות (נספחים 2 ו 5).

4. תוצאות

1. תצפיות בתלמידים במהלך שיעורי העבודה במעבדה- במהלך שיעורי המעבדה ניתן היה לראות שכל התלמידים עובדים ע"פ ההנחיות שקיבלו. חלק מהתלמידים התקשו והיו זקוקים לעזרה והנחיות מחברי הקבוצה ובמקרים מסוימים הנחיה פרטנית מהמורה. באופן כללי האווירה בכיתה הייתה של עבודה ועשייה חיובית. לא נראה תלמיד שהתבטל או שהיה עסוק בעניין אחר וכל התלמידים היו מעורבים בעבודת הצוות ובשיח ביניהם שהיה קשור לתוכן הניסוי. בחירת הסיפורים שליוו את המעבדות התאימה לגיל התלמידים ובזמן הצגת הסיפור/הקרנת המצגת או הסרטון שררה דממה בכיתה, התלמידים היו קשובים ומרותקים וניכרה על פניהם התעניינות והתרגשות רבה. להלן מספר ציטוטים מתוך דברי התלמידים שעלו במהלך עבודתם בשיעורי מעבדות אלו:

"מגניב שהמעבדה מוצגת כך. ממש כייף!"

"מעניין אם זכה בסוף בתחרות"(מעבדת החול מחו"ל)

"איזה מעניין שיש גם סיפור בהתחלה. יהיה גם סיפור בסוף הניסוי?"

"ממש מעניין היה לראות את המצגת הזו. השקיעו בנו. הא?!"

"חבל שאין עוד מעבדות כאלו"

"בואו נציע לחיה (מורה לביולוגיה) שילמדו לעשות לנו מעבדות כאלו"

"זה לא סיפור אמיתי???"

מנגד, נשמעו גם מעט הציטוטים הבאים:

"מה זה הדבר הזה? איך אכתוב השערה לדבר הזה?"

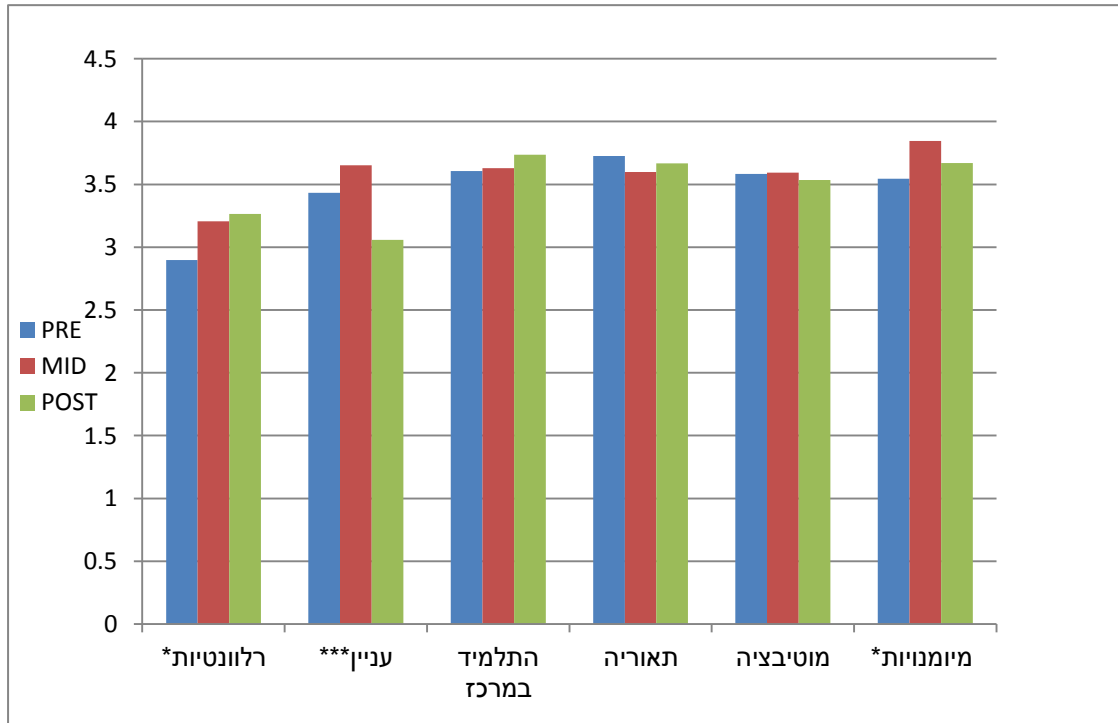
"את זה נצטרך לבגרות? לא חבל על הזמן?"

"עוד פעם מתחילים עם השטויות האלו..."

כפי שציינתי לעיל, תלמידים אלו היו במיעוט וקולם, כמעט ולא נשמע ואצל מרבית התלמידים ניתן היה לראות ולהרגיש תחושה של סיפוק, שמחה, חיובים ואווירה טובה במהלך שיעורי מעבדה אלו.

2. תוצאות שאלון העמדות:

טבלה 2: הצגה גרפית של שאלון עמדות pre-mid-post



ריכוז תוצאות שאלוני העמדות בטבלה מסכמת:

קטגוריה	ערכי שאלון pre	ערכי שאלון mid	ערכי שאלון post	הפרש pre-mid	הפרש pre-post	הפרש mid-post	סטטיסטיקת מובהקות p	סטטיסטיקת מובהקות p	סטטיסטיקת מובהקות p
רלוונטיות	2.897	3.206	3.265	0.309	0.368	0.059	לא מובהק 0.0525	לא מובהק 0.3887	*0.0447
עניין	3.433	3.651	3.059	0.218	-0.374	-0.592	לא מובהק 0.1110	**0.0086	***0.0002
התלמיד במרכז	3.606	3.629	3.735	0.024	0.129	0.106	לא מובהק 0.4415	לא מובהק 0.2699	לא מובהק 0.2068
תאוריה	3.725	3.598	3.667	-0.127	-0.059	0.069	לא מובהק 0.1914	לא מובהק 0.3201	לא מובהק 0.3214
מוטיבציה	3.583	3.593	3.534	0.010	-0.049	-0.059	לא מובהק 0.4698	לא מובהק 0.3640	לא מובהק 0.3750
מיומנויות	3.544	3.846	3.669	0.301	0.125	-0.176	*0.0453	לא מובהק 0.1685	לא מובהק 0.2323

טבלה 3: הצגת תוצאות שאלוני עמדות בטבלה מסכמת.

3. **ראיונות תלמידים** - רואינו שישה תלמידים בעלי הישגים לימודיים שונים ע"פ הפירוט הבא :
1. תלמידה פ', בעלת הישגים לימודיים בינוניים. 2. תלמיד ש', תלמיד מצטיין בהישגיו הלימודיים.
 3. תלמידה א' בעלת הישגים לימודיים נמוכים. 4. תלמידה מ', תלמידה מצטיינת בהישגיה הלימודיים. 5. תלמיד ל' בעל הישגים לימודיים טובים. 6. תלמיד ר' בעל הישגים לימודיים בינוניים. גם ראיונות התלמידים חולקו למספר קטגוריות (בדומה לחלוקת הקטגוריות בשאלוני ההעמדות). להלן ריכוז הראיונות ע"פ הקטגוריות השונות ודוגמאות לתשובות התלמידים :

הקטגוריה	השאלות שנשאלו בראיון	דוגמאות לתשובות התלמידים
רלוונטיות ועניין	- איך ההבדל בין שיעורי המעבדות ה"חדשים" לעומת שיעורי המעבדה ה"ישנים" יותר השפיעו על התעניינותך במקצוע?	פ': "המעבדות ה"ישנות" היו יותר נוקשות והעניין בהם היה פחות לעומת המעבדות ה"חדשות" שהיו יותר מסקרנות ויותר מעניינות". ש': "בעיני, המעבדות הסיפוריות היו יותר מעניינות משום שרמת הסקרנות הייתה הרבה יותר גבוהה." מ': "הסיפור מעניק למעבדה עוד נפח ומוסיף לה עניין בשונה מהמעבדות ה"ישנות". אפילו על ההפסקה ויתרתי כי משך אותי הסוף של הסיפור." ר': "אני חושב שאזכור טוב יותר את המעבדות עם הסיפורים והחומר ייכנס לי לראש יותר טוב וכך אוכל להתעניין יותר בשיעור בכיתה".
התלמיד במרכז	- האם שיעורי המעבדה חשובים לך מבחינה חברתית? - האם יש לך הצעות לייעול המעבדות בכלל ו"החדשות" בפרט?	פ': "המעבדות מהוות כלי למידה ומפגש עם ילדי הכיתה. גם כאלו שאני לא כ"כ חברה שלהם וזו הזדמנות להכיר אותם. כנקודות לשיפור המעבדות ה"חדשות" אוסיף כי מעבדות שבאות במהלך הלמידה העיונית או בסיום הנושא בכיתה, הן ברורות יותר ואפקטיביות יותר בעיני מאשר מעבדות שבאות בתחילת הפרק העיוני". ש': בסה"כ החומר שנלמד היה בצורה יסודית והמעבדות ה"ישנות" וה"חדשות" העמיקו בנושאים וההבנה גדלה בעקבותיהן. א': "משום שהעבודה הנעשית היא בקבוצות, אז המעבדות עוזרות לגיבוש הכיתה והכרה אישית של ילדי הכיתה. הסיפורים שהיו נחמדים הזכירו לתלמידים כל מיני סיפורים אחרים, אישיים שהכרנו אותם תוך כדי העבודה". מ': "המעבדות בכימיה עוזרות לגיבוש הילדים כיוון שאנו עובדים בכל מעבדה עם ילדים חדשים שלפעמים אין לנו אינטראקציה איתם בכיתה". ל': מבחינה חברתית, שתי סוגי המעבדות נותנות הזדמנות לדבר עם אנשים שבד"כ לא הייתי מדבר איתם ביום יום". ר': "כייף לעבוד בקבוצות אבל הסיפור לא היה תמיד קשור למעבדה עצמה ולכן לפעמים הוציא את העיקר מן המעבדות ובלבל במקצת".

<p>פ': "המעבדות בכימיה, גם אלו שבלי סיפור, בהחלט עוזרות בהבנת החומר העיוני הנלמד בכיתה".</p> <p>ש': "אני חושב שמבחינה חינוכית יש למעבדה כמה יתרונות שאין לשיעורים בכיתה רגילה מכיוון שהיא מלמדת אנשים להיות יותר אחראים ומדויקים ולשים לב לפרטים הקטנים. מלבד זאת, מבינים טוב יותר משהוא כשרואים את ההוכחה שלו בעיניים".</p> <p>א': "מסגרת שיעורי המעבדה מבחינתי היא מסגרת שבה החומר הנלמד בכיתה מתממש מעשית ובכך קל יותר להבין את החומר. גם המעבדות ה"חדשות" וגם ה"ישנות" עזרו לי אישית עם החומר התיאורטי הנלמד בכיתה בעיקר מהדיונים שנעשו בקבוצה ואסיפת המידע תוך כתיבת הדו"ח הקבוצתי".</p> <p>ל': "ההרגשה שלי מבחינה לימודית היא שהעבודה במעבדות חשובה מכיוון שהיא עוזרת בהבנת החומר התיאורטי וגם זה מתרגל אותנו בניתוח של תוצאות שלא תמיד תואמות את מה שציפינו שיקרה. המעבדות ה"חדשות" מוסיפות לכך מכיוון שאנחנו צריכים להבין מהסיפור מה קורה בניסוי".</p> <p>ר': "המעבדות מחזקות את מה שלמדנו בכיתה למרות שאי אפשר באמת לראות את ה"תיאוריה". כשחזרנו בכיתה על הנושא שעבדנו עליו במעבדה היה לי קל יותר להיזכר בניסוי בגלל ה"סיפור"."</p>	<p>תאוריה</p> <p>האם שיעורי המעבדה (בכלל) חשובים לך מבחינה לימודית?</p>
<p>פ': "המעבדות ה"חדשות" היו יותר מעניינות ויותר מאתגרות. המוטיבציה שלי בשיעורים העיוניים לאחר המעבדות עלתה במיוחד כדי לבדוק האם העבודה שלנו התאימה לסיפור בסוף".</p> <p>ש': "הסיפור המלווה במעבדות גרם לי להרגיש יותר רצון להשיג את המטרה. באופן אישי אני הרגשתי זינוק קטן במוטיבציה שלי במקצוע הכימיה בעיקר כי הסיפורים שבהם נפגשתי עם דמויות שונות, הזכירו לי תקופה יפה ופשוטה שבה לא היה מרוץ לציונים אלא רק רצון לרכוש ידע".</p> <p>א': "במסגרת המעבדות החדשות נוסף צד של תחרות ועניין כמו משחק בין קבוצות המעבדה והמוטיבציה הקבוצתית במעבדות אלו עלתה בעיני".</p> <p>מ': "המעבדות היו מהנות, לימודיות ויוצאות מן השגרה גרמו לי לעליה במוטיבציה ללמוד כימיה בכיתה ועזרו לי להבין את החומר שלא הבנתי בכיתה".</p> <p>ל': "הסיפור במעבדות החדשות משך אותנו יותר לרצון להסביר את התוצאות שקיבלנו".</p> <p>ר': "המעבדות ה"חדשות" הוסיפו מעט עניין בגיוון צורת למידת הכימיה וגרמו למקצוע להיות מהנה יותר".</p>	<p>מוטיבציה</p> <p>- האם המוטיבציה שלך ללימודי הכימיה עלו בעקבות המעבדות ה"חדשות?"</p>

<p>פ' " המיומנויות אשר אנו רוכשים במעבדה בהחלט עוזרים לי במקצועות האחרים. למשל: עבודה עם אקסל, בניית גרף וניתוחו ובנוסף שיפור יכולת העבודה בקבוצה".</p> <p>ש' "בתור מדריך בתנועה, הבנתי מהמעבדות ה"חדשות" שהדרך הכי טובה ללמד ילדים היא להתחיל בצורה קלילה ולגרום להם להרגיש כאילו כל צעד בדרך לסיום הוא הישג. המעבדות לימדו אותי גם שיש לדעת להתמודד עם מקרים שלא היו צפויים לקרות לפי התיאוריה".</p> <p>א' " הדיונים הקבוצתיים עזרו לי מבחינה חברתית".</p> <p>מ' "המעבדות נתנו לי כלים על איך לעבוד בצוות על משימה מסוימת ואיך לקבל דעה אחרת למרות שאני לא מסכימה איתה".</p> <p>ל' "המעבדות עם הסיפור עזרו לי לנסח את עצמי ולבטא את דברי בע"פ".</p>	<p>- אילו מיומנויות רכשת במעבדה שעוזרים לך בתחומים אחרים?</p>	<p>מיומנויות החקר</p>
--	---	-----------------------

טבלה 4: ריכוז ראיונות התלמידים ע"פ הקטגוריות השונות

4. בדיקת דו"חות המעבדה בעזרת מחוונים - מתוך בדיקת דו"חות המעבדה של התלמידים ע"י המחוונים עולה, שחלק גדול מן התלמידים הבינו את נושא המעבדה ברמה טובה מאוד. גם התלמידים ברמת ההישגים הנמוכה והבינונית בד"כ הראו הבנה ברמה טובה בנושא המעבדה. הדו"חות נכתבו ברמה טובה וניכר היה שרוב התלמידים הבינו את התיאוריה שעמדה מאחורי מעבדות אלו. מכיוון שמטרת המחקר לא כללה את הבנת החומר התיאורטי אלא התמקדה בנושא המוטיבציה ומכיוון שמדובר בכיתה בעלת הישגים גבוהים מלכתחילה, הממצאים הנ"ל לגבי הבנת הפרק העיוני אינם מפתיעים.

להלן ממוצע ציוני דו"חות המעבדה :

דו"ח "רגיל" א'	דו"ח "רגיל" ב'	החול מחו"ל (TEMI)	המטבעות (TEMI)	הארי פוטר (TEMI)	דו"ח "רגיל" ג'
95.6	92.2	95.3	98.1	96.5	96.4

טבלה 5: ריכוז ציוני דו"חות המעבדה.

את השפעת ההתערבות על מוטיבציית התלמידים, ניתן היה לראות בעיקר לגבי התלמידים בעלי ההישגים הלימודיים הבינוניים והנמוכים הן בצורת עבודתם בשיעורי המעבדה ובשיתוף הפעולה שיצרו עם חבריהם לקבוצה והן בתרומתם בכתיבת דו"ח המעבדה ותיקונו לאחר מכן.

5. סיכום ודיון

5.1 דיון בתוצאות

המחקר שהוצג התמקד בהשפעת מעבדות TEMI על מוטיבציית התלמיד בלימודי הכימיה. מתוך הראיונות שבוצעו עולה כי הייתה השפעה משמעותית למעבדות TEMI על המוטיבציה של התלמידים בלימודי הכימיה שעלתה אצל חלק גדול מהתלמידים. התלמידים דווחו על אורה לימודית טובה, מאתגרת ומהנה. כמו כן דווחו התלמידים על מעורבות חברתית והעצמה אישית שגרמו להם להתעניינות בשיעורי הכימיה העיוניים. חלק גדול מהתלמידים טענו שמעבדות אלו עזרו להם גם בתחומים אחרים מלבד שיעורי הכימיה. רוב התלמידים ציינו שהתנסות זו במעבדה עזרה להם בפיתוח מיומנויות החקר, ובהבנת הנושא הנלמד בכיתה. ניתן אם כן לראות מתוך ראיונות התלמידים שהמוטיבציה בלימודי הכימיה עלתה באופן ברור. תוצאות אלו תואמות תוצאות מחקרים מהעבר שנערכו בתחום זה ושמראים שלימוד מסוג DBP מוביל להעלאת המוטיבציה אצל התלמידים ושישנה השפעה משמעותית, חיובית על מגוון רחב של תחומים ובאופן מיוחד על מיומנויות של המאה ה-21 (Kiger Lee, Patall, Cawthon, Steingut, 2015). גם מתוך התצפיות שנעשו במהלך שיעורי המעבדה ניתן היה לראות שהתלמידים עובדים ברצינות ונהנים מעבודתם, מתעניינים, מקיימים שיח משמעותי משותף על הנושא בינם לבין עצמם בתוך הקבוצה ובינם לבין המורה. התלמידים הזכירו את ה"סיפור" גם בשלבים מתקדמים של החקר ואף בשיעורים העיוניים בכיתה ומתוך הערותיהם של מרבית התלמידים ניתן היה לראות שהתלמידים עברו חוויה רגשית ומאתגרת. את אווירת הלימודים החיובית יותר במעבדה ואת אווירת הלימודים המספקת הזדמנויות למעורבות התלמידים בתהליך הלמידה, התנסויות מעניינות ופיתוח מיומנויות מדעיות לשליטה בלימודיהם העיוניים ניתן למצוא גם במחקרים מהעבר שנעשו בתחום יחידת מעבדת החקר (הופשטיין, שור, קיפניס, נחום, 2003) עם זאת, התוצאות הנלמדות מהמחקר הכמותי שונות מתוצאות המחקר האיכותני. מתוך השאלונים עולה כי ישנה עלייה מובהקת בקטגוריות הרלוונטיות ועליה בקטגוריות התלמיד במרכז. יחד עם זאת ניתן לראות בשלבי pre-mid בשאלוני המחקר שישנה נקודת שיא מובהקת בקטגוריות העניין והמיומנויות ועליה בקטגוריות המוטיבציה שהן קטגוריות חשובות ומהוות חלק ניכר במטרת המחקר. הסיבה של שילוב DBP בלימודי יחידת המעבדה במחקר זה הייתה, שיפור מיומנויות החקר תוך חוויה מעמיקה של סקרנות וע"י כך רצון להרחיב אופקים מעבר לשיעורי המעבדה וממילא עליה במוטיבציה בשיעורים העיוניים. נקודת השיא בשלבי ה pre-mid תומכת בתוצאות המחקרים שנעשו בעבר שבהן ההשפעה המשמעותית הייתה במשך זמן למידה של 6-10 שיעורים ולא מעבר לכך (Conrad, 1992). ניתן לראות מתוך השאלונים שהתלמידים שינו את תפיסתם ברלוונטיות המקצוע בצורה מובהקת ומבינים את חשיבות המקצוע בחיי היום-יום. גם בקטגוריית התלמיד במרכז קיימת עליה שאינה מובהקת אך ניתן לראות שמכיוון שקבוצת תלמידים זו מצטיינת, אזי מלכתחילה מדובר בנתונים גבוהים שעלו רק במקצת בסיום ההתערבות. מבדיקת דו"חות המעבדה לא ניתן לראות שינוי משמעותי בין הישגי התלמידים בדו"חות של מעבדה "רגילה" לבין הישגי התלמידים בדו"חות של מעבדות TEMI. קיימת עליה

קטנה בהישגים אלו אך לא ניתן להסיק שעליה זו היא בעקבות התערבות המחקר. כפי שציינתי ההישגים בכיתה זו, גבוהים מלכתחילה ולכן קשה להסיק מסקנות מתוצאות אלו. ובנימה אישית חשוב לי להדגיש שבעקבות המחקר נחשפתי לשיטת הוראה שלא הכרתי קודם שבעזרתה הצלחתי להגיע לתלמידים מופנמים ואף לקיים איתם שיחה אישית שנגעה גם במצבם בלימודי הכימיה וגם במעמדם בחייהם החברתיים. התערבות זו גרמה לי להבין את משפטו של אלברט איינשטיין: "אם תשפוט דג ע"פ היכולת שלו לטפס על עץ, הוא יאמין כל חייו שהוא כישלון". מצאתי את עצמי מכירה את התלמידים מזוויות שונות שלא הכרתי בעבר, בעלי מוטיבציה ללמידה שסגנון למידה זה גרם להם להגיע ללמידה ברמה טובה למרות חוסר ההצלחה שאיתם התמודדו בעבר. עברתי חוויה משמעותית חיובית תוך למידה מתהליך בניית ההפעלה והתחושה הייתה של יצירה ועשייה שבסופה סיפוק רב. כמו כן האווירה הטובה בכיתה גרמה להנעת התלמידים ללמידה ואפילו להנאה. אין ספק שהאתגר למורה גדול בשיטה זו ותפקיד המורה משתנה ומקבל חשיבות בעולמם של התלמידים, עולם של גירויים טכנולוגיים הנגישים בכל עת, עולם שבו יש צורך בהקניית מיומנויות למידה של המאה ה-21.

5.2 מגבלות המחקר

מגבלות המחקר עלולות לנבוע מסיבות שונות הן מסיבות הקשורות למדגם עצמו והן מסיבות הקשורות לכלי המחקר ולהליך המחקר. להלן מגבלות מחקר זה:

גודל המדגם במחקר זה הינו מוגבל (N=34) משמעותית לגבי כלל אוכלוסיית התלמידים הלומדים את יחידת החקר במעבדה לכימיה. יש צורך במדגם גדול יותר של תלמידים. במחקר השתתפו תלמידים מתיכון מסוים במרכז הארץ שבו קיים עידוד ללמידה של מקצועות מדעיים. לצורך הסקת מסקנות רחבות יותר, יש לבצע מחקר גם על אוכלוסיות שונות ברחבי הארץ ובסוגי תיכונים שונים.

הכיתה שנבחרה למחקר זה הינה כיתה מצוינות במגמת הכימיה. יש צורך בבדיקת קבוצות שונות של תלמידים בעלי הישגים מגוונים.

המחקר בדק את השפעת ההתערבות בשלוש נקודות זמן בלבד: לפני ההתערבות, במהלך ההתערבות ובסופה. ייתכן וההשפעות של המחקר יהיו ניכרות יותר בטווח זמן ארוך יותר.

בשאלון עמדות ובראיונות אישיים יש לפעמים נטייה של המשיבים להטות את תשובותיהם ולהגזים בתשובותיהם כדי לרצות את החוקר בתשובה לה הוא מצפה. יש צורך לבחון כלי מחקר נוספים.

5.3 המלצות לשדה המחקר

מתוך תוצאות מחקר זה ניתן לראות שקיימת השפעה חיובית על מגוון רחב של תוצאות בשילוב הוראת מעבדות TEMI ביחידת מעבדת החקר בלימודי הכימיה אך מתוך מגבלות המחקר, יש לבחון את המשך המחקר במגוון רחב של אוכלוסיות בגילאים שונים ובמקצועות שונים תוך התייחסות למגדרים שונים באוכלוסייה. כדאי לבדוק את השפעת שיטה זו על תלמידים לקויי למידה המתמודדים עם קשיים שונים ולומדים באסטרטגיות למידה שונות ומותאמות להם ולמקצוע הנלמד. כמו כן כדאי גם לבחון את שינוי עמדותיו של המורה לגבי דרך הוראתו, פיתוחו המקצועי וצדדיו הרגשיים שמלווים את בניית התעלומות המסתוריות.

5.4 המלצות לשדה החינוכי

לימוד שיעורי מעבדה בשיטת TEMI מומלצת כשיטה יעילה בהעלאת מוטיבציית התלמידים ללמידה. שיטה זו מומלצת במציאות של ריבוי אפשרויות וערוצים, בעולם שבו אנחנו, המורים, מתקשים להסתגל להשתנות הדינמית שלו. שיטה זו משפרת את הוראת המקצוע אך דורשת:

- גמישות רבה יחד עם יצירתיות וכושר אלתור בבניית ההפעלות ובהעברתם.
- התאמת אופיו של המורה לאווירת השיעור בכיתה שאינה נוקשה אלא פתוחה, נינוחה ובעלת קצב שונה.
- תרגול המורה במיומנויות הדיבור ושפת הגוף כדי ללמד בצורה ברורה ומסודרת, כדי ליצור עניין והקשבה ולהוביל ללמידה משמעותית.
- תמיכה מצד הגורמים השונים הבונים את תכניות הלימודים ואת השתלמויות המורים כדי לשפר את התפתחותו המקצועית של המורה בתחום זה.
- גיוון הוראת המעבדות תוך שילוב סיפורי המסתורין במקביל למעבדות החקר ה"רגילות".
- השתתפות המורים המלמדים מעבדות TEMI בקבוצת תמיכה ע"מ ללמוד ולשתף בבעיות שעולות מהשטח.

Baird, J.R. (1990). Metacognition, purposeful enquiry and conceptual change. In E. Hegarty-Hazel (Ed.). *The student laboratory and the science curriculum*.

Ballou, K. J. (2000). The effects of a drama intervention on communication skills and learning attitudes of at-risk sixth grade students (Unpublished doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 9992523)

Broggy, J, Childs, P.E., McCormack, O.,McManus, B, O' Dwyer, (2016). *TEMI: Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated*, National Centre for Excellence in Mathematics and Science Teaching and Learning 2Department of Education and Professional Studies 3 Department of Chemical and Environmental Sciences University of Limerick, Limerick, Ireland Beulah.Mcmanus@ul.ie (183-200). Routledge, London

Bybee, R. W. (2000). In J. Minstrel & E.H. Van-Zee (Eds.). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington DC; AAAS.

Conrad, F. (1992). The arts in education and a meta-analysis (Unpublished doctoral dissertation). Purdue University, West Lafayette, IN

Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (Eds.). (2009). *Handbook of research synthesis and meta-analysis*. New York, NY: Russell Sage Foundation

Dorion, K. R. (2009). Science through drama: A multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary science lessons. *International Journal of Science Education*, 31, 2247–2270. doi:10.1080/09500690802712699

Edmiston, B. (2013). *Transforming teaching and learning with active and dramatic approaches*. New York, NY: Routledge.

Francis, M. (2007). The impact of drama on pupils' learning in science. *School Science Review*, 89, 91–102

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*. In Press.

Kiger Lee, B., Patall, E. A., Cawthon, S. W., & Steingut, R. R. (2015). The effect of drama-based pedagogy on preK–16 outcomes: A meta-analysis of research from 1985 to 2012. *Review of Educational Research*, 85, 3-49. doi:10.3102/0034654314540477

Lawton, B., & Brandon, P. R. (2005). Descriptive statistics on student achievement data collected for the ARTS FIRST Windward research project. Manoa, HI: Curriculum Research & Development Group.

Pascarella, E.T, Walberg, H.J, Junker, L.K, & Heartel, G.D, 1981. Continuing motivation in science for early and late adolescents. American Educational Research Journal, 18(4), 439-452.

Piaget, J. (1977). The development of thought: Equilibrium of cognitive structure, Viking Press, New York

President's Committee on the Arts and Humanities. (2011). Reinvesting in arts education: Winning America's future through creative schools. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation

TEMI (2013) What is a Mystery? [online], available: <http://teachingmysteries.eu/en/resources/> [accessed 13 Jan 2014]

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

Yager, R. E., & Akcay, H. (2008). Comparison of learning outcomes in middle school science with an STS approach and a typical textbook dominated approach. Research in Middle Level Education, 31(7), 1–16.

בירנבוים. מ, (1997) *חלופות בהערכת הישגים*. תל-אביב, הוצאת רמות.

הופשטיין, שור, קיפניס, נחום (2003) למידה כימיה בדרך החקר, מכון ויצמן למדע, רחובות.

"נטו כימיה" אתר מפמ"ר כימיה (2014), משרד החינוך והתרבות, ירושלים.

החול מחו"ל

מי פה לא היה בים - נו ברור, כולנו היינו. ומי לא בנה פעם (או אולי עדיין) ארמונות בחול - נו ברור, גם כולנו. גם חבר שלי טל - טל אלוף הארמונות מחולון. טל לא סתם בנה ארמונות עלובים כמו שאני בונה. כבר מגיל צעיר הוא בנה את שילגיה עם שבעת הגמדים, את כיפה אדומה עם הסל, הזאב וסבתא. בקיצור רב אומן צעיר. כשהוא התבגר זה רק השתבח. מטוסים, מגדלי עזריאלי, אוניות פאר, נסיכים ודרקונים.. מה שרק תרצו. אני מוכרח להודות שקצת קינאתי בו.. פעם. טוב אולי עדיין קצת.

הוא אפילו זכה בכמה פרסים בארץ.. נו בתערוכות חול האלה שיש בחיפה או תל אביב. אז יום אחד שמעתי על תחרות של בוני ארמונות באוסטרליה. טל (אלוף הארמונות מחולון) שמע, נכנס לאטרף, איך? מי? חייבים לנסוע? וגם יש פרס כספי.

אחרי חצי שנה הוא עלה על המטוס לאוסטרליה. כשהוא ירד מהמטוס הוא טס לאתר התחרות. הוא ראה חוף ענק. מלא חלקות קטנות, יותר ממאה דגלים. אנשים מכל העולם. אבל זה לא הרתיע אותו. הרי הוא טל - אלוף הארמונות מחולון. אלוף הארמונות מישראל. קטן עליו. הוא עמד בתור להירשם - התאפק לא להידחף - בכל זאת אוסטרליה. ואז אמרו לו כך:

"אתה יכול להירשם במסלול הרגיל בו הפרס הוא -\$10000."

טל כבר הריח את הכסף ביד. אבל אז אמרו לו "יש לנו מסלול מיוחד. אבל ממש מיוחד. לטופ של הטופ, לאליטה של ארמונות החול".

"קטן עליי" חשב טל.

"והפרס \$1,000,000!!"

נו.. אז מה אתם חושבים שהוא עשה.. ברור הוא הרי טל אלוף הארמונות מחולון. אז הוא ירד לחוף וראה שני אזורים. אחד מלא חלקות קטנות עם המון דגלים - של ארה"ב, גרמניה.... המון אנשים. וגם פסלים חצי מוכנים של לידי גאגא, אלביס, דיסנילנד, ניו-יורק. ואז בצד שמאל אזור יותר קטן. מעט חלקות כ-20 וגם הן לא מלאות. המלווה ששלחו להראות את מקומו שם את דגל ישראל. יו..... איזה לחץ. זה מתחיל להיות אמיתי. אז הוא התחיל להתרגש. אבל בכל זאת הוא הרי טל אלוף הארמונות מחולון. אז הוא ככה התמתח. פרק את האצבעות. נשם עמוק. עשה מדיטציה. כמו שרק טל אלוף הארמונות מחולון יודע.

ואז הוא לקח מים ולקח חול. ו.....

הוא ניסה שוב, ו.....

רגע לא יכול להיות הרי אני טל אלוף הארמונות מחולון. מה קורה פה.

ניסה עוד פעם. משהו לא עבד.

יו, כל העבודה, כל ההשקעה. מה קורה פה.

היה סוף טוב לסיפור. אבל אני לא אגלה לכם. אני רק רוצה לתת לכם מתנה קטנה - דגימות משני מתחמי החול - \$10000 ו-\$1,000,000. מה אתם אומרים. מה הוא עשה?

Engage



משימה:

טל סיפק לנו שני סוגים של חול: חול רגיל ומיוחד.
הוסיפו כמה טיפות של מים לכל סוג של חול כדי לראות מה טל ראה כאשר ניסה לבנות ארמון בחול באוסטרליה.

Explore



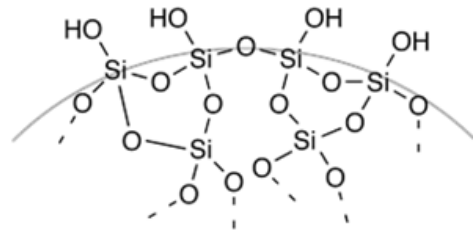
1. נסו לבנות ארמון חול מהחול המיוחד. האם אתם זקוקים לכל כלים או חומרים נוספים?
2. חקרו את התנהגותו ותכונותיו של החול בעזרת הכלים וחומרים שביקשתם.

Explain



1. הסבירו: מהם המאפיינים של החול "המיוחד" המונעים מים מלהרטיב אותו?
2. הציעו הסבר כימי להתנהגות החול המיוחד.
3. הסתכלו על המודל המייצג את פני השטח של חול רגיל ברמה המולקולרית. כיצד ניתן להסביר את העובדה שמים מרטיבים חול רגיל?

Sand surface: molecular level



Credits:http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schematic_silica_gel_surface.png

Extend



1. נסחו לפחות 5 שאלות רלוונטיות ומגוונות שמתעוררות בעקבות התצפיות.
2. בחרו שאלה אחת שברצונכם לחקור.
1. נסחו את שאלת החקר בצורה בהירה ובמידת האפשר כקשר בין שני משתנים.
2. נסחו בצורה בהירה ועניינית השערה מתאימה לשאלת החקר.
3. נמקו את השערתכם על סמך התצפיות שערכתם ועל בסיס ידע מדעי רלוונטי ונכון.
4. תכננו ניסוי שיבדוק את השערתכם.

- הגדירו את המשתנה התלוי ואת המשתנה הבלתי תלוי.
- ציינו את צורת המדידה של המשתנה התלוי.
- ציינו את הגורמים הקבועים.
- רשמו מהלך מפורט של שלבי הניסוי. התייחסו לבקרה.
- הקפידו להציג את מהלך הניסוי באופן ברור ובסדר לוגי.
- צרפו רשימה מפורטת של ציוד וחומרים הדרושים לביצוע הניסוי המתוכנן.
- קבלו את אישור המורה לביצוע הניסוי שתכננתם ולרשימת הציוד והחומרים.
- הגישו את רשימת הציוד והחומרים ללבוורנטית.
- 5. בצעו את הניסוי שתכננתם כפי שאושר על ידי המורה.
- 6. הקפידו על רישום מפורט, מדויק וברור של התצפיות.
- 7. הציגו את התצפיות ותוצאות הניסוי בצורה מאורגנת (טבלה או תרשים).
- 8. עבדו, במידת האפשר, את התוצאות בצורה גרפית.
- 9. תארו את מגמת השינויים המוצגים.
- 10. פרשו ונתחו את התוצאות תוך התבססות על ידע מדעי רלוונטי. הסקת מסקנות
- 11. הסיקו את מסקנותיכם על סמך כל התוצאות של הניסוי.
- 12. התייחסו למידת התמיכה של המסקנות בהשערה.
- 13. בדיון המסכם הקבוצתי :
 - התייחסו בביקורתיות לתוצאות (מגבלות, דיוק וכו').
 - התייחסו בביקורתיות לתוקף המסקנות.
 - במידת הצורך הצביעו על השינויים הרצויים בתהליך החקר(בניסוח ההשערה, בתכנון הניסוי).
 - רשמו שאלות נוספות שהתעוררו בעקבות הניסוי כולו.

Evaluate

1. הגישו דוח מעבדה מאורגן ומסודר כתוב בשפה מדעית
2. הכינו להצגה בפני הכיתה את תוצאות הניסוי שביצעתם. שלבו את הרמה החלקיקית(רמת המיקרו) של התופעה.



פעילות זו פותחה ע"י צוות TEMI ממכון ויצמן: ד"ר מלכה יאיון, ד"ר רן פלג, ד"ר רחל ממלוק-נעמן, ד"ר דבורה קצביץ

נספח 2-מחונן לדו"ח ברמה 2.

מחונן להערכת דו"ח ניסוי ברמה II (מלא)

שם הניסוי _____ תאריך _____

שמות התלמידים
בקבוצה _____

השלב הראשון – היכרות עם התופעה (10 נקודות):

ניקוד	הערכה	קריטריונים להערכה התלמידים... ..	הממד
		רושמים תצפיות מגוונות ומפורטות	ניסוי מקדים/סרט
		מבחינים בין תצפית לפירוש (מתארים תצפית ולא מפרשים)	
		עונים תשובות מקיפות ומנומקות לשאלות הנתונות (אם יש)	

השלב השני – תכנון הניסוי (40 נקודות):

ניקוד	הערכה	קריטריונים להערכה התלמידים... ..	ניקוד מרבי	הממד
		שואלים שאלות רלוונטיות ומגוונות (לפחות 5 שאלות)	5 נק'	שאלת שאלות
		מנסחים שאלת חקר המבטאת קשר בין שני משתנים	10 נק'	ניסוח שאלת החקר
		מנסחים את שאלת החקר באופן בהיר וענייני (המשתנה התלוי והמשתנה הבלתי תלוי מוגדרים היטב)		
		מעלים השערה המתאימה לשאלת החקר שנבחרה	10 נק'	ניסוח ההשערה
		מבססים את ההשערה על ידע מדעי, רלוונטי ונכון		
		מתכננים ניסוי שבודק את ההשערה	15 נק'	תכנון הניסוי
		מפרטים את צורת המדידה של המשתנה התלוי		
		מגדירים בקרה שמתאימה לניסוי המתוכנן		
		מציינים נכון את הגורמים הקבועים בניסוי		
		מציגים את שלבי הניסוי בצורה מפורטת ובסדר לוגי		
		מתכננים מספר מערכות ניסוי המאפשר ניתוח אמין של התוצאות (לפחות 4 מערכות, כולל בקרה)		
		מגישים רשימה מפורטת של חומרים וציוד המתאימה לניסוי המתוכנן		

השלב השלישי – ביצוע הניסוי והסקת המסקנות (50 נקודות):

ניקוד	הערכה	קריטריונים להערכה התלמידים...	ניקוד מרב	הממד
		עושים שימוש נכון ובטיחותי בכלי המעבדה ו/או במכשירי המדידה	5 נק'	ביצוע הניסוי
		שומרים על סדר וניקיון בשולחן העבודה		
		מציגים את התצפיות ואת התוצאות באופן ברור ובאמצעות טבלה או תרשים זרימה שבנויים על פי הכללים	15 נק'	הצגה, ניתוח ועיבוד של התוצאות
		מעבדים את התוצאות (במידת האפשר) באמצעות גרף מתאים שבנוי על פי הכללים (גרף באקסל/ גרף המתקבל בעת שימוש בחיישנים/ גרף ידני על נייר מילימטרי)		
		מתארים את מגמת השינויים המוצגים בטבלה או בגרף		
		מסבירים את התוצאות תוך התבססות על ידע מדעי, רלוונטי ונכון		
		מסיקים מסקנות שמתאימות לכל התוצאות של הניסוי	10 נק'	הסקת המסקנות
		מתייחסים בצורה עניינית למידת התמיכה של המסקנות בהשערה		
		מתייחסים בביקורתיות לתוצאות (מבחינת דיוק המדידות, מגבלות הניסוי וכו')	10 נק'	דיון מסכם (בקבוצה)
		מתייחסים בביקורתיות לתוקף המסקנות		
		מנסחים שאלה חדשה/שאלות חדשות שמתעוררות בעקבות הניסוי		
		משתמשים בשפה מדעית מדויקת ונכונה בכל חלקי הדו"ח	10 נק'	דו"ח הניסוי
		כותבים בצורה עניינית ובעברית/ערבית תקנית		
		מגישים דו"ח מלא, קריא, אסתטי ומאורגן		

הערכה מסכמת של הניסוי:

שלב ראשון	שלב שני	שלב שלישי	הערכה לניסוי	חתימת המורה

הערות:

משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית, אגף מדעים, הפיקוח על הוראת הכימיה

נספח 3- מצגת סיפור "ניסוי המטבעות"



איך להפוך נחושת לזהב?

Engage



בחופשה האחרונה הייתי בפריז ובעקבות הערה קטנה שהופיע במדריך הטיולים החלטתי לבקר בביתו של ניקולא פלאמל.

למי שלא יודע, על פי האגדה, ניקולא פלאמל היה מגדולי האל-כימאים שחי בפריז במאה ה-14. ניקולא התפרסם אודות לשני דברים, הראשון הוא הצלחתו ליצור את אבן החכמים שהופכת מתכת פשוטה לזהב והשני הוא יכולתו לרקוח שיקוי לחיי נצח.

על פי האגדה ניקולא מצא ספר שיקויים עתיק ובמשך עשרים שנה ניסה לפענח את הכתוב בו וליצור זהב ממתכת פשוטה. בסוף זה הצליח לו... בעזרת ההוראות שבספר הוא הצליח להפוך נחושת לזהב. סוף סוף הייתה בידי אבן הפילוסופים והוא הפיק טונות על גבי טונות של זהב.

כשניקולא ואשתו נפטרו שודדים פרצו לביתם בחיפוש אחר ספר השיקויים העתיק. הספר העתיק מעולם לא נמצא אך כעבור כמה עשרות שנים מצאו היסטוריונים מה שנראה כמו הוראות להכנת שיקוי.

הוראות אלו תלויות במקום שבעבר היה ביתו של ניקולא והיום משמש כמסעדה. כשהייתי במקום צילמתי את הוראות ההכנה של השיקוי וחשבתי שנוכל יחד לנסות להפוך מתכת פשוטה לזהב בדיוק כפי שעשו זאת פלאמל ואשתו בעבר.

דרך אגב, כשהייתי בפריז חשבתי גם לבקר בקבר של ניקולא ואשתו, אבל מתברר שהקבר ריק... אז אולי הוא גם הצליח לרקוח שיקוי לחיי נצח?

Explore



1. עקבו אחר ההוראות שהשאיר פלאמל ורשמו תצפיות רבות ומגוונות.



2. לטובת המתקשים בהבנת ניסוח שפת השיקויים, הרשתי לעצמי לתרגם את ההוראות לעברית בת ימינו:

א. הרכב משקפי מגן ולבש כפפות

ב. נקה היטב את מטבע הנחושת עד שהוא מבריק. ניתן לנקות את המטבע



ע"י טבילתו בחומצה חנקתית 1M לכמה שניות.

- ג. המס 6 גר' NaOH ב 50- מ"ל מים מזוקקים. לאחר קבלת תמיסה צלולה הוסף 2.5 גר' אבקת אבץ.
- ד. חמם את התערובת עד שהיא רותחת.
- ה. הכנס בזהירות את המטבע לתמיסה הנ"ל. המטבע חייב לגעת באבקת האבץ הנמצא בעודף.
- ו. לאחר 2-3 דקות. הוצא את המטבע, והכנס אותו לתוך צלוחית מים.
- ז. שפוף בעזרת נייר רך.
- ח. הנח את המטבע על גבי פלטה חמה למשך מספר שניות. ניתן להפוך את המטבע מצד לצד.

Explain



1. האם לדעתך המטבע שקיבלנו עשוי מכסף? נמק
2. האם לדעתך המטבע שקיבלנו עשוי מזהב? נמק
3. נסה להסביר מה התרחש
4. מה זה פליז?
5. במה נבדלים היסודות נחושת / כסף / זהב
6. האם אפשר ע"י תגובה כימית פשוטה לעבור מיסוד אחד לאחר?

Extend



1. היעזר במקורות מידע נוספים וחשוב, האם ניתן לייצר זהב? אם כן כיצד?



2. איך ניתן להוכיח שהמטבע שקיבי

Evaluate



1. הסבר ברמה החלקיקית של מבנה החומר, מדוע המטבע שקיבלת אינו זהב או כסף.

הפעילות פותחה במסגרת פרויקט תמ"ע, ע"י ד"ר בתיה ליפשיץ-גולדרייך, סמדר אהרוני-גרבת, שרון דויטש וד"ר פנינה יקירביץ בהנחיית ד"ר דבורה קצביץ, ד"ר מלכה יאיון וד"ר רן פלג, מכון ויצמן

נספח 5- מחוון לדו"ח ברמה 1.

מחוון להערכת דו"ח ניסוי ברמה I

שם הניסוי _____ תאריך _____

שמות התלמידים בקבוצה _____

ממדים קבועים (חובה) – 80 נקודות:

ניקוד	הערכה	קריטריונים להערכה התלמידים...	ניקוד מרב	הממד
		מבצעים את הניסוי על פי ההנחיות	20 נק'	ביצוע הניסוי
		שומרים על סדר וניקיון בשולחן העבודה		
		עושים שימוש נכון ובטיחותי בכלי המעבדה ו/או במכשירי המדידה		
		משתפים פעולה בכל שלבי הניסוי		
		רושמים תצפיות מגוונות ומפורטות	10 נק'	רישום תצפיות
		מבחינים בין תצפית לפירוש (מתארים תצפית ולא מפרשים)		
		מציגים את התצפיות ואת התוצאות באופן ברור ובאמצעות טבלה או תרשים זרימה שבנויים על פי הכללים	25 נק'	הצגה, ניתוח ועיבוד של התוצאות
		מעבדים את התוצאות (במידת האפשר) באמצעות גרף מתאים שבנוי על פי הכללים (גרף באקסל/ גרף המתקבל בעת שימוש בחיישנים/ גרף ידני על נייר מילימטרי)		
		מתארים את מגמת השינויים המוצגים בטבלה או בגרף		
		מסבירים את התוצאות תוך התבססות על ידע מדעי, רלוונטי ונכון		
		מסיקים מסקנות שמתאימות לכל התוצאות של הניסוי	10 נק'	הסקת המסקנות
		מתייחסים בביקורתיות לתוצאות (מבחינת דיוק המדידות, מגבלות הניסוי וכו')	5 נק'	דיון מסכם
		משתמשים בשפה מדעית מדויקת ונכונה בכל חלקי הדו"ח	10 נק'	דו"ח הניסוי
		כותבים בצורה עניינית ובעברית/ערבית תקינה		
		מגישים דו"ח קריא, אסתטי ומאורגן		

ממדים ייחודיים (לא חובה) – 20 נקודות – אחת מהאפשרויות הבאות:

ניקוד	הערכה	קריטריונים להערכה התלמידים...	הממד
		עונים תשובות מקיפות ומנומקות לשאלות שנשאלו לפני/אחרי הניסוי (כולל נוסחאות של חומרים, ניסוחי תהליכים, מקורות בהם השתמשו)	הרקע המדעי

הערכת הניסוי:

ממדים קבועים	ממדים ייחודיים	הערכה לניסוי	חתימת המורה

הערות:

משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית, אגף מדעים, הפיקוח על הוראת הכימיה

נספח 6-מצגת סיפור " הארי פוטר, השיקוי וכדור הסניץ' במשחק הקווידיץ' "

- הארי פוטר הוא ילד יתום, צנום וממושקף, שחי בבית דודתו הדוד.



הארי פוטר,
השיקוי וכדור
הסניץ' במשחק
הקווידיץ'



- במשך שש שנות לימודיו בבית הספר לקוסמות הוגוורטס, מתרחש מאבק בין כוחות הטוב, שאותם מייצגים הארי פוטר וידידיו לבין כוחות האופל.



- ביום הולדתו ה-11 מגלה הארי פוטר (על ידי רובאס האיגריד - שומר הקרקעות והמפתחות של בית הספר לקוסמים הוגוורטס) שהוא קוסם אשר נולד להורים קוסמים, וכי לקוסמים יש יכולות מיוחדות, אותן ניתן לפתח בבית הספר לקוסמים הוגוורטס.



- בבית הספר התוודע הארי למשחק הקווידיץ', משחק כדור בדיוני המשוחק באוויר על מטאטאים. מטרת המשחק היא להשיג את מירב הנקודות. השגת נקודות מתבצעת בעזרת הדרכים הבאות: הכנסת "גולים" (העברת כדור המשחק דרך חישוק מסוים) ועל ידי תפיסת הסניץ' - כדור קטן וקשה לתפיסה, שעף במהירות ברחבי המגרש.





נספח 7- פעילות "השיקוי וכדור הסניץ" במשחק הקווידיץ'

ניסוי חקר- השיקוי וכדור הסניץ' במשחק הקווידיץ'

Engage



לאחר שצפיתם במצגת "על הארי פוטר" ושמעתם את סיפורו, ננסה לעזור להארי ליצור את כדור הסניץ' למשחק הקווידיץ'. אז בואו נצא לדרך.....

Explore



משימה

ציוד וחומרים : תמיסת PVA- פוליוניל אלכוהול 6%

תמיסת בוראקס 4%

צבע מאכל

כוס כימית

מקל זכוכית

כפפות

שקית ניילון קטנה

1. ודאו שנמצאים ברשותכם כל פרטי הציוד והחומרים הנחוצים לביצוע הניסוי.

2. מזוגו לכוס הכימית 20 מ"ל תמיסת PVA – בריכוז 6%

3. הוסיפו לכוס 2 טיפות של צבע מאכל.

4. הוסיפו לכוס 4 מ"ל תמיסת בוראקס בריכוז 4% וערבבו היטב.

5. ניתן לגעת בתוצר שקבלתם בידים.

6. שמרו את הכדור שיצרתם בשקית ניילון ורשמו את שמותיכם.

רשמו תצפיות רבות ומגוונות .

Explain



- מתחת לשולחנכם "מחכה" לכם מעטפה שהגיעה מבית הספר לקוסמים .
1. במעטפה מס' היגדים, נסו בעזרת ההיגדים לנסח את התגובה שהתרחשה.
 2. הסבירו ברמה המיקרוסקופית את תהליך יצירת כדור הסניץ'.
 3. הדביקו את ההיגדים על דף בהתאם להבנתכם את התהליך וצרפו אותו לדוח המעבדה.

Extend



1. א. נסחו 5 שאלות רלוונטיות ומגוונות שמתעוררות בעקבות התצפיות.
בחרו שאלה **אחת** מהשאלות שהעליתם, שברצונכם לחקור.
ב. נסחו שאלה זו **כשאלת חקר** בצורה בהירה ובמידת האפשר **כקשר בין שני משתנים**.
ג. נסחו בצורה בהירה ועניינית **השערה** מתאימה לשאלת החקר .
נמקו את השערתכם על סמך התצפיות שערכתם על בסיס ידע מדעי מתאים.
3. **תכננו ניסוי** שיבדוק את השערתכם.
 - הגדירו את המשתנה התלוי ואת המשתנה הבלתי תלוי.
 - ציינו את צורת המדידה של המשתנה התלוי.
 - ציינו את הגורמים הקבועים.
 - רשמו **מהלך מפורט** של שלבי הניסוי. התייחסו לבקרה.
 - הקפידו להציג את מהלך הניסוי באופן ברור ובסדר לוגי.
 - צרפו **רשימה מפורטת** של ציוד וחומרים הדרושים לביצוע הניסוי המתוכנן.
 - קבלו את **אישור המורה** לביצוע הניסוי שתכננתם ולרשימת הציוד והחומרים.
 - הגישו את רשימת הציוד והחומרים ללברנטית.
 4. **בצעו** את הניסוי שתכננתם כפי שאושר על ידי המורה. (שמרו את הכדורים שקבלתם בשקיות נפרדות).
 5. הקפידו על רישום מפורט, מדויק וברור של התצפיות .
 6. **הציגו** את התצפיות ותוצאות הניסוי בצורה מאורגנת (טבלה או תרשים).
 7. **עבדו**, במידת האפשר, את התוצאות בצורה גרפית.
 8. **פרשו ונתחו** את התוצאות תוך התבססות על ידע מדעי רלוונטי.

הסקת מסקנות

 9. **הסיקו** את מסקנותיכם על סמך **כל** התוצאות של הניסוי.

10. התייחסו למידת התמיכה של המסקנות בהשערה.

11. בדיון המסכם הקבוצתי :

- התייחסו בביקורתיות לתוצאות (מגבלות, דיוק וכו') .
- התייחסו בביקורתיות לתוקף המסקנות .
- במידת הצורך הצביעו על השינויים הרצויים בתהליך החקר(בניסוח ההשערה, בתכנון הניסוי).
- רשמו שאלות נוספות שהתעוררו בעקבות הניסוי כולו.

Evaluate



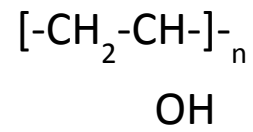
משימה

1. הגישו דוח מעבדה מאורגן מסודר וכתוב בשפה מדעית.
- 2 בחרו מבין הכדורים שיצרתם שלושה כדורים מתאימים לדעתכם אשר יביאו לניצחונכם במשחק הקווידיץ' הכיתתי.

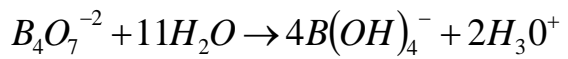
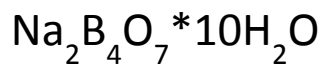
הפעילות פותחה במסגרת תוכנית "רוטשילד ויצמן", ע"י ורד כבשנה-ברטל ולייקה גרנות בהנחיית ד"ר דבורה קצביץ .



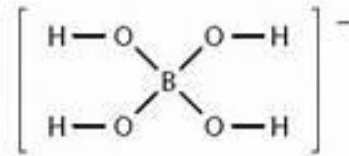
נספח 8-מעטפת ההיגדים משלב ה-explain



בוראקס – מלח הידראט:



פוליוניל אלכוהול – PVA



חומר מצלב



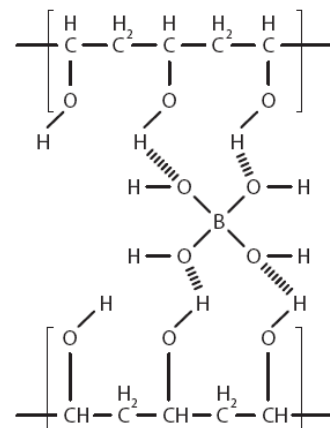
קשרי צילוב בין מולקולריים



קשרי מימן



פולימר מצולב תרמופלסטי



נספח 9- שאלון עמדות



"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד

שאלון עמדות

אנא מלא/י את הפרטים הבאים:

שם התלמיד _____ שם המורה _____

שם בית הספר _____ כיתה _____

בן/בת (סמך/י בעיגול)

לפניך שאלון עמדות. שאלון זה איננו מבחן וכל תשובה שתתן/י היא נכונה. בראש העמוד מופיע נושא, לאורך העמוד ומשני צדדיו נמצאים זוגות של מילים (או אמירות) המתארות את הנושא. שתי המילים בכל זוג הפוכות במשמעותן, בין שתי המילים יש חמישה ריבועים. הינך מתבקש/ת לבחור ריבוע אחד ברצף, המביע את עמדתך כלפי המילים, בקשר לנושא שבכותרת.

לדוגמה: הבעת עמדה כלפי סרט שראית:

מעניין	1	2	3	4	5	משעמם
--------	---	---	---	---	---	-------

אם לדעתך הסרט מאוד מעניין סמך/י X במשבצת הקרובה ביותר למילה מעניין (1).
אם הסרט מאוד משעמם סמך/י X במשבצת הקרובה ביותר למילה משעמם (5). יתר המשבצות מהוות דרגות ביניים שונות למילים הרשומות בקצות השורה.

ללמוד כימיה במעבדה שקשורה לסיפור זה:

	5	4	3	2	1		
1						לא חשוב בשבילי	חשוב בשבילי
2						לא ברור	ברור
3						מהנה	לא מהנה
4						מעודד אותי לבחור בכימיה בהמשך לימודי	משכנע אותי <u>לא</u> ללמוד כימיה בהמשך
5						משעמם	מעניין
6						להתעדכן בחידושים במדע	ללמוד על מודלים ישנים
7						נותן לי הזדמנויות להשתתף בפעילות	לא נותן לי הזדמנות להשתתף בפעילויות
8						קשה להבנה	קל להבנה
9						מעודד אותי לחלוק את הרעיונות שלי עם חברים ומשפחה	<u>לא</u> משהו שאני מדבר עליו מחוץ לבית הספר
10						מקדם את העניין שלי במדע	מוריד את העניין שלי במדע
11						מעודד אותי לשאול שאלות בשעור	לא מעודד אותי לשאול שאלות בשעור
12						גורם לי לדלג על כתבות בנושאים כימיים בעיתון ובטלוויזיה	מושך אותי לקרוא ולראות כתבות בנושאים מדעיים בעיתון ובטלוויזיה
13						שימושי ללימודים שלי בביה"ס גם במקצועות אחרים	לא שימושי ללימודים שלי בכלל
14						מלמד אותי נושאים רלוונטים לי - נושאים שנוגעים לחיי.	מלמד נושאים שאינם רלוונטים עבורי
15						השיעור נשלט ומנוהל על ידי המורה	גם אני משפיע על מהלך השיעור
16						כולל פעילויות מגוונות המסייעות להבנה	הלמידה נעשית באותה דרך בכל השיעורים
17						מכין אותי לחיי בעתיד, כשאגדל	לא קשור לחיי בעתיד, כשאגדל
18						מעצבן כי אני צריך לעבוד עם תלמידים שלא עובדים כמוני	כיף כי אני עובד עם תלמידים אחרים ומתחלק בעבודה
19						מרחיב את האופקים שלי	לא משפיע על הרחבת האופקים שלי
20						לא מספק תשובות לשאלות שמעניינות אותי	מספק הזדמנויות לקבל תשובות לשאלות שלי
21						מעורר רצון להמשיך ללמוד בצורה כזו	הייתי רוצה ללמוד כימיה בצורה אחרת
22						פשוט מידי	מאתגר
23						להרגיש שאני מצליח במשימות	להיות מתוסכל עם "ידיים שמאליות"
24						להתחבר לחברים שאני לא מכיר	להיות עם החברים הטובים שלי
25						אפשרות לבטא יכולות שלי שהמורה לא מכיר	מעצבן כי בשיעורים הרגילים אני עושה רושם יותר טוב.
26						להשתתף באופן פעיל בשיעור	להיות פסיבי (לא פעיל)
27						ללמוד דברים חדשים	לחזור על דברים שאני מכיר

תודה רבה על שיתוף הפעולה!!