

מכון ויצמן למדע

**השפעת צילום אומנותי של תופעה כימית על מוטיבציה
המשכית ללמידת כימיה**

מגישה : רחל בוכריס 033652587

מנחה : פרופ' רון בלונדר

אוגוסט, 2018

3	1. מבוא ורקע תיאורטי
3	1.1 שילוב אומנות במקצועות מדעיים-טכנולוגיים (steam)
4	1.2 צילום והמחשת רעיונות מדעיים
4	1.3 מוטיבציה מתמשכת
5	1.4 תחרות "יש לנו כימיה"
7	1.5 תפיסות של תלמידים בנוגע לעבודת המדען
8	2. מטרת העבודה
8	2.1 שאלת המחקר המרכזית
8	2.2 שאלות מחקר משניות
9	3. שיטות וכלי מחקר
9	3.1 אוכלוסיית היעד
9	3.2 תיאור הפעילות
10	3.3 כלי המחקר
13	4. תוצאות
13	4.1 תוצאות שאלוני המחקר
16	4.2 תוצאות הראיונות
18	4.3 תוצאות תצפיות במהלך השעורים
19	4.4 תוצאות העבודה מסכמת
20	5. סיכום ודיון
20	5.1 דיון בתוצאות
22	5.2 מגבלות המחקר
22	5.3 המלצות לשדה המחקר
22	5.4 המלצות לשדה החינוכי
23	5.5 רפלקציה אישית
25	ביבליוגרפיה
28	נספחים
28	נספח 1 – מצגת סדנת הצילום
30	נספח 2 – דף הנחיה לבחירת נושא
32	נספח 3 – הזמנה לכנס סיום תחרות "יש לנו כימיה"
32	נספח 4 – התמונות שעלו לגמר תחרות "יש לנו כימיה"
35	נספח 5 – תקציר הרצאתו של פרופ' ניר גוב
36	נספח 6 -שאלון עמדות pre-post
41	נספח 7 – דוגמא לעבודה "צבע הכסף"
43	נספח 8- מחוון עבודת סיכום "צילום תופעה כימית"
46	נספח 9 – דוגמא לעבודה מצטיינת
48	נספח 10 – דוגמא לעבודה ברמת ביצוע טובה
50	נספח 11 – דוגמא לעבודה ברמת ביצוע נמוכה

1. מבוא ורקע תיאורטי

1.1 שילוב אומנות במקצועות מדעיים-טכנולוגיים (steam)

STEM היא גישה חינוכית ללמידה בין תחומית המשלבת מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (science, technology, engineering, mathematics) במסגרת זו התלמידים מבצעים עבודות חקר, מקיימים דיאלוג ומפתחים חשיבה ביקורתית (Bybee, 2010). עקרונות השיטה מבוססים על פרויקטים, פעילות קבוצתית, תקשורת מורכבת וכישורים חברתיים. בשיטת לימוד זו התלמיד במרכז הלמידה והמורה הוא המתווך (Stem org, 2018) מורים ומחנכים מאמינים כי מקצועות העומדים בבסיס ה-stem הם מקצועות חשובים ומובילים שעתידיים להכשיר את התלמידים לעבודות נחשקות במאה ה-21. בתוכנית ישנו דגש על שילוב דיסציפלינות שונות הכוללות גישה בין תחומית לפתרון בעיות (Oner, Nite, & Caparo, 2016). מטרת חינוך stem הוא להכין את התלמידים להיות אזרחים טובים יותר ולאפשר להם לקבל החלטות מושכלות ברמה האישית בתחומי הבריאות, יעילות האנרגיה, איכות הסביבה וכן בערכים כללים לחברה כמו פרספקטיבה גלובלית הקשורה לפוליטיקה, בטחון לאומי כלכלה וערכי תרבות.

בשנים האחרונות מתפתחת גישה המשלבת גם את האומנות a=art במקצועות אלו והופכת למעשה את ה-stem + art = steam (Maeda, 2013). מה מקומה של האומנות במקצועות מדעיים וטכנולוגיים? במחשבה ראשונה, נראה כי בבתי הספר בארץ תחומים אלו מקוטבים זה לזה. המדעים נחשבים למקצועות ריאליים ותחומי האומנות נחשבים למקצועות הומניים. תפיסה עכשווית זו מנוגדת לתפיסות שהיו מקובלות בימי הרנסנס ובתקופות אחרות בהיסטוריה בה אומנות ומקצועות מדעיים ריאליים היו משולבים זה בזה. לדוגמה, אחד הציירים המפורסמים ביותר בתקופה זו, דה וינצ'י שילב בין השניים. ציטוט מפורסם של האומן הדגול מוכיח עד כמה היו תחומי המדע והאומנות משולבים זה בזה: "האומנות היא מלכת כל המדעים המקשרים את הידע לכל דורות העולם" (July, 2013). הגישה התומכת בשילוב אומנות במקצועות stem מביאה עדויות ומחקרים לכך כי שילוב האומנות בתחומי המדעים ומקצועות טכנולוגיים הוא הכרחי. אמנים בעלי שם עולמי כמו ג'ון מאדה המשלבים את תחומי העיצוב הגרפי, והטכנולוגיה מזה עשור דוגלים בשילוב התחומים ומאמינים כי רק שילוב יביא לידי מוצרים ופתרונות חדשניים שיניעו קדימה את הכלכלה (Maeda, 2013). הוא ורבים אחרים מאמינים שתחומי יזמות טכנולוגיים רבים דורשים יצירתיות, תחכום, חקירה וחדשנות. הם מאמינים כי אלו תחומים המתפתחים באמצעות האומנות. יזמים טכנולוגים חשובים ציינו כי הם מחפשים שילוב של אנשי מקצוע היודעים לשלב את התחומים. "כאשר אדריכל מעצב בניין הוא צריך להשתמש ביצירתיות כדי להפוך אותו מרהיב לעין ובמקביל צריך לדאוג לבטיחות המבנה ולשלוש העובדים (Oner, Nite, & Caparo, 2016)

מקצועות ה-stem מפתחים כישורים לוגיים ואנליטיים, המבוססים על צדו השמאלי של המוח המונע מהגיון. לעומת האומנות המתאפיינת בסובייקטיביות, אינטואיטיביות, חושניות, ייחודיות ויצירתיות המפתחים את צדו הימני של המוח. שילוב בין התחומים משלים זה את זה ומשפר את היכולות הקוגניטיביות (McGrath & Brown, 2005) מחקרים הראו כי שילוב של אומנות חזותית שיפרה באופן ניכר את רמות הביצוע של התלמידים. ניתן לראות כי אומנות היא גם גשר המאפשר לתלמידים שלהם אין עניין מיוחד בלימודי הנדסה והמדע להבין מושגים חדשים ביתר קלות (Daugherty, 2013) מחנכים ומנהלים מדגישים את החשיבות הגדולה בפיתוח המיומנויות הבאות: חשיבה ביקורתית, יכולת לפתור בעיות, יכולת לתקשר ולעבוד עבודת צוות, חדשנות ויוזמה – מיומנויות אלו ניתן לפתח באמצעות היצירתיות והאומנות. ארנה דנקן, ששימש בתפקיד חינוכי בכיר בארה"ב ציין: "כדי שהתלמידים של היום יהיו מנהיגים, המנהיגים הכלכליים של העתיד הם יצטרכו להיות חווייתיים ויצירתיים כמו מוזיקאים ורקדנים, משוררים ומחזאים בקיצור הם יצטרכו להיות חדשנים ויצירתיים כדי לבנות את עתיד האומה (Daugherty, 2013). חברות טכנולוגיות רבות מחפשות עובדים בעלי כישורים מדעיים

טכנולוגים המפגינים גם יכולת יצירתית משום שעובדים כאלה יודעים לזהות בעיות, הם בעלי יכולת לשלב ידע רב תחומי, בעלי סקרנות בסיסית ויש להם יכולת להפיק רעיונות חדשים (Lichtenberg, woock, & wright, 2008)

נראה כי בעשור האחרון יש דחיפה חזקה, בעיקר מצד מדינות מפותחות כמו ארה"ב לעודד את לימודי stem, הנשיא אובמה הקצה כ 250 מיליון דולרים להכשרת מורים לתוכניות אלו. תמיכה זו היא בנוסף לגופים גדולים כמו נאס"א שתרמו גם הם תוך כדי אמונה שהאינטרס הלאומי הוא להכשיר תלמידים למקצועות מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה. בשנים האחרונות גוברת הגישה כי חשוב ואף הכרחי להכניס את האומנות ואף פותחו תוכניות לימודים רבות. כל היוזמות מתמקדות ביצירתיות אותה מביאה האומנות, היתרונות של למידה בין תחומית, קישורים בין מושגים משמעותיים ושיפור יכולות קוגניטיביות בעזרת שילוב של הצד הימני והשמאלי של המוח (EducationCloset, 2018)

1.2 צילום והמחשת רעיונות מדעיים

ייצוג המציאות באמצעים חזותיים מלווה את החברה האנושית מקדמת דנה. בעידן הנוכחי, בו הצילום הדיגיטלי נעשה לאמצעי מתופעל ומתוקשר בידי כל, מוסט הדגש מתפיסת הצילום במונחים מקצועיים בלבד לצילום בהקשר אישי, חברתי ותרבותי. בשנים האחרונות נעשים מחקרים ומפותחות תוכניות שונות המעודדות ומלמדות מורים לשלב את הצילום במערך הלימודי של הכיתה כדוגמת התוכנית: "למידה בעין העדשה" (אבני & רותם, 2016) ייצוג חזותי תורם ללמידה בדרכים רבות: מציג את המידע בצורה תמציתית, ניתן להעביר מידע, הסבר ואפילו תחושה דרך צילום או מידע חזותי, מעמיק הבנה של מושגים, מתאר תופעות מורכבות, מאפשר למתבונן לתפוס את כל המידע בצורה הוליסטית (Mayer, 2005), מושך את האדם לקרוא ומגביר את המוטיבציה לקריאת טקסט ב 80%, מרחיב את משמעות הטקסט (Laster, 2006)

1.3 מוטיבציה מתמשכת

מוטיבציה משפיעה על הלמידה ומעורבות של תלמידים בכל סוגי מסגרות הלמידה. רב החוקרים העוסקים בתחום מסכימים עם ההגדרה "מוטיבציה היא תהליך שבה המטרה מכוונת באופן מעשי ומנטלי את הלומד" (Schunk, Pintrich, & Meece, 2008). כתהליך לא ניתן לראות באופן ישיר מוטיבציה, אך ניתן להסיק וללמוד על מוטיבציה מפעילות פיזית גופנית של הלומד כמו: מאמץ, בחירת משימות, התמדה, משפטים כמו: "אני באמת רוצה לעבוד על זה". כמו כן מוטיבציה הינה תהליך נפשי מנטלי הכולל חזרות, ארגון, קבלת החלטות, פתרון בעיות והערכת התקדמות.

מוטיבציה המשכית- מושג זה הוגדר לראשונה ע"י מאהר, שהגדיר מוטיבציה המשכית "כנטייה לחזור ולהמשיך לעבוד על מטלות במרחק מההקשר הנלמד ולא ההקשר הראשוני עצמו" (Maehr, 1976) מוטיבציה מתמשכת ללמוד מדעים יכולה לבוא לידי ביטוי בפעילויות כגון: צפייה בתוכניות טלוויזיה שעוסקות במדע, גלישה באתרי אינטרנט בנושאים אלה, קריאה, שיחה, עריכת ניסויים בבית, פירוק מכשירים וכד'. מחנכים והורים מגדירים למידה מסוג כזה כלמידה לחיים. מאהר טוען כי בחברה מורכבת ומתפתחת ראוי שהחינוך והמוטיבציה אותה סופג הילד יהיה המשכי, מוטיבציה שאינה תלויה רק במוסד הלימוד בלחץ, במטרה או בדרישה החיצונית אלא מוטיבציה הנובעת מהרצון "לעשות מדע" בטווח הארוך, להמשיך ולעסוק במדע מעבר לזמן ולמקום הנדרש מהתלמיד בכיתה. מחקרים רבים מעידים כי המוטיבציה של תלמידים ללמוד מדעים יורדת לקראת המעבר מבית הספר היסודי לחטיבת ביניים ואחריו (Yager, 1986). ירידה זו באה לידי ביטוי בירידה במעורבות בכיתה, במוטיבציה המתמשכת והמכוונת למטרות פיתוח מיומנויות. המחקר מעיד כי הירידה במוטיבציה איננה תופעה בלתי נמנעת של גיל ההתבגרות ולכן יש חשיבות עליונה לתת את הדעת על המטרות שהמורים מדגישים בפני התלמידים (Vedder-Weiss, 2011). פעילויות שונות שלנו בהוראה כמו: מאפייני המטלות, מידת האוטונומיה שאנחנו מאפשרים, השבח והביקורת שאנחנו חולקים, חלוקה לקבוצות,

היחסים שלנו עם התלמידים, כל אלה ועוד יש להם מרכיב עיקרי ומהותי בטיפוח המוטיבציה של התלמידים בכלל וטיפוח המוטיבציה המתמשכת בפרט.

1.4 תחרות "יש לנו כימיה"

ההתערבות והפעילות שפיתחתי הייתה במסגרת תחרות ארצית "יש לנו כימיה". ההחלטה שלי לבחור במסגרת של תחרות נתמכת ע"י מספר מחקרים אשר רואים תחרויות כדרך מקובלת להגברת המוטיבציה של התלמידים בלימודי המדעים. סביבה המקדמת תחרות מטפחת למידה מתוך אוריינטציה של אגו ורצון לבצע טוב. אמנם התחרות היא מניע חיצוני, המעורר מוטיבציה חיצונית אבל יש בכוחה לעורר במהלך התהליך גם את המוטיבציה הפנימית. הטכניקה היא להתחבר לאנגרית המוטיבציה ולתעל אותה לכיוון הרצוי (ברק שטיין, 2013) דוגמא לתחרויות מדע הנערכות בשנים האחרונות "כימיאדה" – תחרות המבוססת על ידע מתקדם בכימיה לתלמידי תיכון (טכניון) "אולימפיאדת כימיה בינלאומית" (IChO) המבוססת על בחינה מעשית ותאורטית. ועוד...

תחרות "יש לנו כימיה" היא תחרות הנערכת אחת לשנה משנת 2008. הפרויקט הוקם בשיתוף עם התעשייה הכימית בישראל ונועד לעודד ולהגביר את המוטיבציה ללימודי הכימיה בארץ (מכון ויצמן למדע, 2018). הספרות החינוכית מצביעה על העובדה שלתלמידים יש מוטיבציה רבה יותר ללמוד נושא כאשר הם מוצאים אותו רלוונטי יותר לחייהם ולחברה בה הם חיים (Bennett & Lubben, 2007). מארגני הפרויקט מצאו כי חשוב להדגיש את הרלוונטיות של הכימיה לחיי היום יום ולתעשייה ע"מ להפוך את לימודי הכימיה משמעותיים יותר לתלמידים. תחרות "יש לנו כימיה" כוללת 5 מסלולים: ניסוי חקר, כתבה, סרט, פוסטר מדעי וצילום תמונה. **טבלה 1** מסכמת את שלבי התחרות. המחקר שלי בדק את השפעת האומנות, היצירתיות וההמחשה הוויזואלית על המוטיבציה המתמשכת וההנעה ללמידה ומסיבה זו בחרתי להתמקד בענף אחד של התחרות: צילום תמונה. במסגרת התחרות, נדרשו התלמידים לצלם תמונה אומנותית של תופעה מדעית הקשורה לחיי היום יום של התלמידים או קשורה לתעשייה. התצלום לווה בהסבר מדעי המסביר את התופעה.

טבלה 1: סכום שלבי תחרות "יש לנו כימיה"

מספר הקבוצות שעלו שלב	מספר הקבוצות שנגשו	תאריך להגשה	שלבי התחרות
16	16 (9 תיכון הרטוב + 7 תיכון מאיר)	28/11/17	1. מפרט ראשוני הכולל: נושא, כותרת וראשי פרקים
16	16	5/12/17	2. אשור מפרט ונושא התצלום
-----	7	22/12/17	3. רשות – הגשת משוב ראשוני
12 (9 מצרעה + 3 מאיר)	16	16/1/17	4. הגשת תוצרים לשיפוט תצלום + דף הסבר
5 (4 מצרעה + 1 מאיר)	התלמידים לא השתתפו מכיוון שהיו בטיול שנתי	28/2/17	5. כנס אזורי ועלייה לגמר

אף אחת מהקבוצות לא זכתה בגמר	4	13/3/18	6. תחרות ארצית "יש לנו כימיה" במכון ויצמן
------------------------------	---	---------	---

תחרות ארצית "יש לנו כימיה" התקיימה בתאריך 13/3/18 במכון דוידסון לחינוך מדעי במכון ויצמן ברחובות. בכנס הוגדלו תמונותיהם של התלמידים שעלו לגמר והוצגו בתערוכה. התלמידים שעלו לגמר הוזמנו לכנס, השתתפו ביום עיון שנערך במכון והציגו את עבודתם במליאה מצומצמת במשך 5-10 דק'. התלמידים לא נשפטו בכנס אך הוזמנו להציג את התצלום ולהסביר את המדע והכימיה שבתמונה בעזרת מצגת. התלמידים לא זכו בתחרות אך קיבלו תעודות גמר והערכה על השתתפותם בפרויקט.

ייחודיות תחרות הצילום "יש לנו כימיה" (Shwartz & Kasner, 2014) התחרות מזמנת השתתפות של מגוון רמות של תלמידים הלומדים כימיה בארץ. החל מתלמידים המגבירים כימיה במגמה, תלמידי מבוא לכימיה ותלמידים צעירים בכיתה ט' שבתחילת דרכם. הפרויקט מתבסס על הקשר רחב ומאפשר לתלמידים לבחור את הנושא המעניין אותם באופן אישי. התחרות מבוססת על עקרונות של PBL בה התלמיד בוחר בעיה, פרויקט המעניין אותו ובכך מאפשרת אוטונומיה של הלומד, בחירה, זמן עבודה ללא פיקוח, אחריות של הלומד. עובדה זו עשויה להעצים את חווית הלימוד ועשויה להגביר את המוטיבציה של התלמיד ללמוד כימיה. במהלך העבודה התלמידים יכולים להיוועץ במומחים מתחום הכימיה או מתחום האומנות. פרויקט מסוג כזה מאפשר ומדרבן שילוב תלמידים מדיסציפלינות אחרות. הוא מעודד סגנון למידה שונה המשלב פרמטר יצירתי. סוג הערכה בפרויקט כזה הוא מסוג הערכה מעצבת – יש מעקב אחרי התהליך והתלמיד יכול לקבל משוב על עבודתו. הערכה מעצבת מסייעת לתלמיד לעבור תהליך למידה משמעותי לפיכך, התוצר המוגמר ברמה גבוהה. התלמידים המגיעים לשלב הגמר מציגים את עבודתם בפני עמיתיהם, הם יכולים לבחור בדרך הצגה ייחודית להם. הצגה ועמידה מול קהל מסייעים בבניית ביטחון עצמי והעצמה אישית. פורמט התחרות מאפשר לתלמידים המגיעים לשלב הסופי לקבל הכרה בעבודתם, לשמש נציגים של בית הספר שלהם. הכרה זו תורמת ומפתחת את תחושת המשמעות, המסוגלות והביטחון העצמי בקרב הכיתה ובית הספר. ועשויה אף לתרום למסוגלות עצמית בתחום המדעים (Shwartz & Kasner, 2014)

בשנת תשע"ה יצא משרד החינוך ברפורמה כללית שנקראה "ישראל עולה כיתה" (משרד החינוך, 8/2014) באמצעות התוכנית משרד החינוך חותר להטמיע שיח חינוכי חדש המעודד חקירה ועבודת צוות שיסייעו לתלמידים להתמודד עם אתגרי המאה ה-21. "המדיניות מעודדת תהליכי הוראה-למידה המכוונים להעמקה, תהליכים המערבים את הלומד והמלמד, מגבירים רצון והנעה, מעוררים את הרצון ללמידה ומביאים לאורך זמן להישגים גבוהים לפרט ולחברה" (משרד החינוך, 8/2014)

תהליך הלמידה מזמן חוויה של צמיחה קוגניטיבית, רגשית וחברתית ומושתת על 3 עקרונות מרכזיים:



תחרות "יש לנו כימיה" משלבת בתוכה את כל האלמנטים היוצרים למידה משמעותית ובכך מגבירה גם את המוטיבציה של המהמנכים, המנהלים ומורי המדעים להיות חלק ממנה.

1.5 תפיסות של תלמידים בנוגע לעבודת המדען

ישנו עניין גובר במחקרים הקשורים לתפיסותיהם של תלמידים "מיהו מדען" ומה כוללת עבודתו של המדען. תפיסות סטריאוטיפיות של מדענים עשויה להשפיע על עמדות תלמידים כלפי המדע ונכונותם להמשיך במדע כקריירה. כמו כן, תפיסה סטריאוטיפית של עבודת המדען עשויה להשפיע על מבוגרים בתמיכתם הכוללת ביוזמות הקשורות במדע ואת הנכונות לשקול ראיות מדעיות בנושאים חשובים (למשל אנרגיה גרעינית, בריאות ושיקולי אקלים) מחקר בקרב תלמידי בית ספר יסודי ביוון הראה כי תלמידי בית הספר מחזיקים דמויים סטריאוטיפיים. רובם ציירו את המדען כגבר קשיש או בגיל העמידה שעובד במעבדה לכימיה לבוש במעיל מעבדה, בעל זקן, משקפיים ומוקף בצידוד מעבדה. מבצע בד"כ ניסוי מסוכן (Anastassios & Athina, 2017) במחקר אף עלה כי הבנים ציירו יותר תמונות סטריאוטיפיות מקבוצת הבנות. הייצוג הציבורי של מדענים במגוון מקורות מדיה שונים (ספרים, סרטים, קומיקס, טלוויזיה, אתרי אינטרנט) הוא גורם חשוב אשר משפיע על ילדים ותפיסתם הסטריאוטיפית (Marilee Long, 2010). ממחקר נוסף שעלה באותו נושא עלה כי באופן כללי הדימוי של התלמיד על התקדמות המדע והצורך במדע הוא דימוי חיובי (ללא המדע עוד היינו גרים במערות וכו') אך כאשר הבחירה במדע הופכת להיות אישית, למשל בבחירת בעל מדען או בבחירת קריירה אישית, הדימוי הוא שלילי באופן גורף (Mead & Metraux, 1957) מחקר זה מצביע על תפיסות "שליליות" שעלו בקרב תלמידים על אישיותו ועבודתו של המדען למשל: "המדען מבלה את ימיו בבית או במעבדה, שופך דברים ממבחנה אחת לשנייה, עבודתו אינה מעניינת, משעממת חדגונית, מייגעת, גוזלת זמן, ואף על פי שהוא עובד הרבה שנים הוא עלול שלא לראות תוצאות או להיכשל.

מחקר זה תמך בממצאים בינלאומיים שונים שעלו ממחקרים נוספים וכלל המלצות כי המורים חייבים לעודד את התלמידים לרכוש דימויים מציאותיים יותר של מדענים ודמויות הקשורות במדע ולשלבם בקרב החינוך המדעי. המורים הם המפתח בשינוי ע"י חשיפתם של התלמידים לצדדים השונים של עבודת המדען ודיוק של טבע המדע. למשל תפקידם של המורים להגביר בקרב התלמידים את התחושה כי פעילות אינטלקטואלית מתגמלת כשלעצמה (ולא כפי שעולה מתיאור תלמידים את המדען כמתלהב רק כאשר הוא מגלה משהו חדש) יש צורך לחדד ולהעצים את העונג שבתצפית על העולם האיטלקי והיופי שבתצפית עצמה. ממחקרים עולה כי תגובות חוזרות "אני לא מתעניין במדע" קשורות לכך שניסויים ופעילויות ספציפיות הן סבילות. מודגמות ע"י המורה. מוטיבציה ו"הנאה פעילה" היא כאשר התלמיד מתנסה בעצמו. יש להדגיש את תחומי המדעים כהרפתקה אדירה של האנושות כולה. לתת דגש על מדעי החיים, לתת דוגמאות על צמחים, חיים של בני אדם עמים בני זמננו, ותופעות חיות ולא להציג את המדע כערמה של עצמות מתות, רשומות בכתבי יד מתפוררים ואבק של ערים מתות. היצורים החיים נותנים הזדמנות להתפלאות ולצפייה מעוררת השראה ויופי (Mead & Metraux, 1957)

2. מטרת העבודה

מטרת עבודה זו וההתערבות שנעשתה בכיתה היא לחשוף תלמידים לתחום של צילום אומנותי, על מנת לבדוק את ההשפעה על מוטיבציית התלמידים "לעשות מדע" וללמוד כימיה. שילוב צילום אומנותי של תופעה כימית או ניסוי הינו כלי לגרות את החושים, להבליט את הצבעים והסימטריה המופלאה שיש בטבע. ההשערה היא ששילוב בין תחום המדע לתחום צילום יעלה את המוטיבציה של התלמידים לעסוק במדע. ההשערה מתבססת על יתרונות של שילוב האומנות במקצועות מדעיים טכנולוגיים כפי שהיא באה לידי ביטוי בסקירה הספרותית של חינוך בגישת steam. ההתערבות נעשתה במסגרת תחרות "יש לנו כימיה". כל קבוצה הגישה לתחרות תמונה של תופעה כימית או ניסוי בשילוב הסבר מדעי. התלמידים בחרו נושאים שמעניינים אותם מחיי היום יום או מהתעשייה וההשערה הייתה שמסגרת תחרותית ובחירה של נושא רלוונטי לחיי היום יום של התלמיד תגביר ותעלה את המוטיבציה.

המניע המרכזי שלי לבחור דווקא בנושא זה הוא ניסיון ההוראה שלי בכיתות י' שלומדות "מבוא לכימיה". קבוצת תלמידים זו בחרה בהגברה שאינה מדעית וע"פ הנחיות משרד החינוך יש ללמד ולהקנות להם ידע מדעי בהיקף של 3 ש"ש במקצוע מדעי (משרד החינוך, 2018). התלמידים בקבוצה זו מתחילים את שנת הלימודים עם מוטיבציה מאד נמוכה. הטענה המרכזית של התלמידים היא שהם לא בחרו להגביר תחום מדעי ובחרו בתחומים אחרים ולכן אין להם מוטיבציה ללמוד את המקצוע. כמורה, אני רואה חשיבות בהקניית חינוך מדעי לכל. ידע מדעי הוא חיוני לכל תלמיד ותלמיד שיהיה אזרח במאה ה-21. אזרח בעל ידע בסיסי במדע ויכולת טובה באוריינות מדעית, צפוי לקבל החלטות אזרחיות, פוליטיות, ערכיות באופן מושכל וחכם יותר (Eilks & Hofstein, 2013). תחום הצילום גם הוא קרוב מאד לליבי מכיוון שאני מנהלת עסק של צילום חתונות ובעלת ניסיון מקצועי בתחום זה.

על בסיס זה, נבדקה במחקר ההשערה שגורסת שצילום אומנותי של תופעה כימית יעורר וידגיש את היופי שבטבע ותחושת האסתטיקה. הצבעים והסימטריה יעוררו בתלמידים רצון "לעשות מדע", יגרמו לתלמידים לדבר על מדע מעבר ללימודים בכיתה. כמו כן ההשערה היא שמסגרת של תחרות תגביר את המוטיבציה ההמשכית של התלמיד. שאלת מחקר משנית בעבודה זו בודקת את תפיסת התלמידים לגבי תפקידיו של המדען ובאה לבחון האם ישנו שינוי בתפיסה עקב הפעילות. ההשערה היא שפעילות מסוג זה מרחיבה את האופקים ומעודדת חשיבה שונה על טבעו של המדע. תלמידים תופסים את המדע כקשה, סיוזיפי, מעורר סיפוק ותגמול רק כשמגיעים לתוצאות סופיות מוצלחות ומתגמלות (Mead & Metraux, 1957) תחום האסתטיקה והיופי שבטבע אינו נושא שמורים מעבירים לתלמידים כיחידה עצמאית ומרכזית במדע. הוא רק פועל יוצא של ניסוי מרשים או צבעוני במיוחד. אני משערת שאם נעמיד במרכז הלמידה את נושא היופי והאסתטיקה וניתן לו דגש באמצעות צילום אומנותי ושיחה עם מדען שמרכז מחקר הוא ההתבוננות בטבע, התלמידים ירחיבו את תפיסת היופי והאסתטיקה המתלווים למדע וירחיבו גם את תפיסתם לגבי עבודתו של המדען.

2.1 שאלת המחקר המרכזית

✓ כיצד משפיע צילום אומנותי על מוטיבציה המשכית של תלמידים ללימודי כימיה?

2.2 שאלות מחקר משניות

- ✓ כיצד משפיע צילום אומנותי על עמדות של תלמידים לגבי רלוונטיות ועניין ללמידת כימיה?
- ✓ מהי ההשפעה של המסגרת התחרותית בה התקיים הפרויקט?
- ✓ האם שילוב אומנות הצילום בפרויקט הקשור ללמידת כימיה עשוי להשפיע על תפיסת תלמידים בנוגע ליופי והאסתטיקה שבמדע?
- ✓ האם שינוי בתפיסת התלמידים בנוגע לתפיסת היופי והאסתטיקה שבמדע יכול להשפיע גם על שינוי תפיסת עבודת המדען?

3. שיטות וכלי מחקר 3.1 אוכלוסיית היעד

קבוצת המחקר כללה תלמידי "מבוא לכימיה" בכיתה י' ב-2 בתי ספר: תיכון מאיר בקרית (N=25), תיכון הר טוב בקיבוץ צרעה (N=22) בנים ובנות בהרכב הטרוגני. בבחירת אוכלוסיית המחקר נבחרו דווקא תלמידי כיתה י' שיש להם יותר פניות וזמן מכיוון שהם לא נגשים עדיין לבגרויות בשנה זו. כמו כן נבחרה כיתה "מבוא לכימיה". בכיתה זו תלמידים שהמוטיבציה שלהם ללמידה נמוכה מכיוון שהם לא בחרו במקצוע מדעי להגברה. בתחילת שנה, תלמידי המבוא הביעו התמרמרות רבה על העובדה "שמכריחים" אותם ללמוד כימיה. ראיתי חשיבות רבה לעלות את המוטיבציה לתלמידים שכן אני מאמינה שחינוך מדעי מכשיר אזרחים המסוגלים לחשוב ולהכריע בסוגיות חשובות הנוגעות לתזונה, בריאות, איכות הסביבה בחיים האזרחיים. המטרה בבחירת קבוצות אלו הייתה לבחון האם פעילות מסוג זה עשויה לעלות את המוטיבציה ההמשכית ללמידת כימיה.

בנוסף השווייתי את המוטיבציה הראשונית של התלמידים לתלמידי מגמת כימיה, כיתה י' בתיכון מאיר (N=14) בנים ובנות בכיתה הומוגנית כדי לאשש ולבדק מהי מידת המוטיבציה והעניין הראשוני איתם מתחילים התלמידים לפני הפעילות.

3.2 תיאור הפעילות

ההתערבות כללה שישה שלבים.
שלב ראשון – סדנת צילום (90 דק' תאורטי+90 דק' מעשי) בתיכון הר טוב העביר את סדנת הצילום דר' חיים מויאל, מורה למדעים חובב צילום (המשתתף בתחרויות צילום ארציות של ציפורים וטבע) בתיכון מאיר אני העברתי את הסדנא. בשיעור נלמדו מושגים מרכזיים בצילום כמו: צמצם, תריס, חשיפה, גרעיניות, קומפוזיציה, אורך מוקד. המצגת (נספח 1) לוותה בדוגמאות רבות וצילומים הממחישים את מושגי הבסיס. כמו כן הבאנו לכיתה מצלמות מקצועיות וציוד צילום כדי שהתלמידים יתנסו בצילום. כל קבוצה קיבלה ניסוי (נר בוער, חול הידרופובי, כרומטוגרפיה) והתנסתה באופן מעשי בצילום תוך כדי יישום המושגים שנלמדו בשיעור. מטרת הסדנא, לחבר את התלמידים לצד האמנותי. "לשים על השולחן" את היופי, האסתטיות, הסימטריה, הצבעים והאורות בתהליכם כימיים שונים. הנושא המרכזי הוא המראה (בניגוד לשעורי מדע קלאסיים בהם הדגש הוא על ההבנה, חוקי המדע וחקר) לחזק את הערוץ הוויזואלי ולהקנות מיומנויות צילום טכניות הנדרשות לביצוע משימה זו. שלב זה הוא הכרחי כדי להגיע לרמות גבוהות של צילום ולאפשר לתלמידים שונים להביא לידי ביטוי את הצד האומנותי שבהם. כמו כן, מטרת הסדנא לעורר ולחדד מושגי סימטריה, אסתטיקה יופי וקומפוזיציה- חיבור התלמידים ויצירת מוטיבציה באמצעות הפן היצירתי והחשיפה ליופי.

שלב שני – סדנת חשיבה יצירתית מטרת הסדנה: לעורר בתלמידים סקרנות לתופעות המתרחשות סביבם, לעודד חקר, שאילת שאלות, לעורר עניין ומוטיבציה. במהלך השיעור התעורר דיון "כיצד חשיבה יצירתית תורמת להתקדמות המדע ומעודדת תגליות חדשניות פורצות דרך". כמו כן, מטרתה של הסדנה לעודד חשיבה יצירתית כיצד ניתן להמחיש בתמונה את התופעה וכיצד לצלם אותה, להציף רעיונות שונים בנוגע לבחירת נושא התצלום. בסוף הסדנה התלמידים התחלקו לקבוצות של 2-3 תלמידים והעלו בקבוצות הצעות שונות לתופעות מעניינות מחיי היום יום שברצונם לצלם ולחקור.

שלב שלישי 6-8 שיעורים. התלמידים נתבקשו לבחור תהליך, תופעה, או מושג בכימיה הקשור לחיי היום יום של התלמיד או שקשור לעולם התעשייה, לצלם את התופעה בדרך אומנותית ולתת הסבר מפורט הכולל:

- א. כותרת
- ב. מה רואים בתמונה?
- ג. מה הקשר לחיי היום יום או לתעשייה
- ד. הסבר כימי הכולל לפחות 5 מושגים הקשורים לתופעה
- ה. רפלקציה – מדוע התחברתי לנושא ומה התהליך אותו עברתי במהלך הפרויקט.

לאחר שהתלמידים קיבלו את אשור המורה הם הזמינו (או הביאו מהבית) חומרים לניסוי תכננו כיצד לצלם את התופעה. הצילום נעשה באמצעות מצלמה מקצועית, שהמורה הביאה לכיתה בכל מהלך השעורים. קבוצות שרצו לצלם בחוץ או שהיו צריכות את עזרת הלבורנטית קבעו עם המורה זמן מיוחד לביצוע הניסוי והתצלום. במהלך השעורים התלמידים כתבו בעזרת דף הנחיה (נספח 2) מהם המושגים הנכללים בתופעה, מה הם צריכים ללמוד ולהבין על התופעה וכיצד הם מתכוונים ללמוד ולהרחיב את הידע שהם צריכים. העבודה במשך השעורים בכיתה נערכה בקבוצות. בכל שעור המורה פתחה בדגשים ובטיפים שעזרו לתלמידים להתקדם בעבודה לדוגמא: כיצד בוחרים מקורות מהימנים, מיומנות סכום, עיקר וטפל וכן דגשים על עבודת צוות. עבודה פרטנית עם כל קבוצה מאפשרת למורה לפתח חשיבה מסדר גבוהה והעמקה פרטנית של לימוד הנושא במטרה לגבש ידע מעמיק בהבנת המושגים. לקשר בין התופעה למושגים שהתלמיד כבר מכירים מלימודיהם ולאפשר הסקת מסקנות, שאלות חדשות והמשך חקר במידת הצורך. קבוצות שהיו מעוניינות שלחו למורה את העבודה במייל, קיבלו משוב שבאמצעותו הם התקדמו בעבודתם. תלמידי יא' המגבירים כימיה עזרו בחלק מהשעורים לתלמידים בהבנת החומר התאורטי הקשור לתופעה. כמו כן התלמידים נעזרו במורים מצוות מדעים בבית הספר כדי ללמוד ולהרחיב על התופעה שבחרו.

שלב רביעי – התלמידים הכינו מצגת והעבירו לכיתה את עבודתם הסופית. התלמידים מתנסים בשלב זה בעמידה מול כיתה בהעברת הרעיון המרכזי שבעבודתם. מדובר ברעיון שבאמת עניין אותם הם עסקו בו זמן ארוך והשקיעו מאמץ רב, זוהי הזדמנות מצוינת ללמידת עמיתים שכן כל קבוצה העמיקה ולמדה נושא אחר. שיתוף הפעולה בין חברי הקבוצה, היכולת לבקר עבודה אחרת וללמוד מביקורת בונה הם מטרות חשובות הנלמדות בחלק זה של הפרויקט. לתלמיד יש הזדמנות לחשיבה רפלקטיבית על התהליך שעבר ואפשרות להביע עמדה על הנושא. זה המקום ליצירת חיבור רגשי וקוגניטיבי ללימודי הכימיה. העבודות נשלחו לתחרות "יש לנו כימיה". לשלב התחרות המחוזית עלו 9/9 קבוצות בתיכון צרעה. 3/7 קבוצות בתיכון מאיר. הקבוצות לא השתתפו בתחרות המחוזית מפני שבשני בתי הספר התקיים טיול שנתי באותו התאריך.

שלב חמישי – תחרות ארצית "יש לנו כימיה" נערכה בתאריך 13.3.18. לתחרות עלתה עבודה אחת מבית ספר מאיר בקרית גת וארבע עבודות מתיכון צרעה. התלמידים הכינו מצגת לתחרות והתאמנו לפני הכיתה לקראת התחרות. לגמר תחרות יש לנו כימיה עלו סה"כ 19 תצלומים מבתי ספר שונים מכל הארץ. התחרות נערכה במכון דוידסון במכון ויצמן ברחובות (נספח 3). הקבוצות היו מחולקות למושבים שונים. כל קבוצה הרצתה במשך 5 דק', הראתה את התצלום והסבירה את הרקע המדעי לתופעה המצולמת. התלמידים לא נשפטו במעמד זה אך נשאלו שאלות ע"י השופטים והתלמידים המשתתפים במושב. התלמידים לא זכו בתחרות אך קיבלו תעודות הערכה וחברות השתתפות. התמונות הזוכות הוגדלו לקנבס 40 60 ונתלו במעבדת כימיה בבית הספר (נספח 4)

שלב שישי – הרצאת סיכום שנערכה במסגרת "מדען ברשת". ההרצאה ניתנה מפי פרופ' ניר גוב ממכון ויצמן באמצעות מצלמת אינטרנט. נושא ההרצאה: "לך אל הנמלה עצל – שביל הזהב בין קונפורמיזם ואינדיבידואליות" (נספח 5) - ההרצאה עסקה בחקר התנהגות של נמלים, כיצורים המסוגלים לבצע פעולת סחיבה משותפת. מטרת השיחה הייתה לסגור את הנושא ולתת דוגמא מה ניתן ללמוד מהתבוננות בטבע וחקר טבעם של היצורים החיים בו. להתפעל מיופיו של העולם ומהחוקים השולטים בו. התלמידים הקשיבו להרצאה ושאלו שאלות דרך מצלמת האינטרנט על עצם המחקר ועל טבע המדע מנקודת הראות האישית של התהליך אותו עבר פרופ' ניר גוב במחקרו.

3.3 כלי המחקר

1. שאלון עמדות pre-post (נספח 6)

מטרתו העיקרית של השאלון הייתה לבדק את שאלת המחקר המרכזית האם המוטיבציה של התלמידים עלתה תוך כדי ביצוע ההתערבות והמחקר, חלקו הראשון של השאלון בא לבדק האם המוטיבציה ההמשכית של התלמידים עלתה והם התעניינו בנושא גם מעבר לגבולות הכיתה, האם

ההתערבות גרמה להם לשתף אנשים אחרים בתהליך שעברו ובידע שרכשו. ששת הקטגוריות הראשונות של השאלון תוקפו באמצעות תיקוף מומחים (Blonder & Dinor, 2011) וכלל את הקטגוריות הבאות: רלוונטיות, עניין, התלמיד במרכז, מיומנויות קוגניטיביות ומוטיבציה. (טבלה 2). ההיגדים בתחום *היופי והאסתטיקה, *חשיבה יצירתית (טבלה 2) פותחו במסגרת עבודת גמר זו ותוקפו באמצעות תיקוף מומחים שכלל 6 סטודנטים ומנחת הקורס פרופ' רון בלונדר.

השאלון הועבר לפני תחילת הפעילות (pre), התלמידים התבקשו להתייחס להיגד "ללמוד כימיה בשבילי"... ומילאו שאלון מסוג ליקרט. ובפעם השנייה (post) לאחר סיום ההתערבות, אז התבקשו התלמידים להתייחס לפעילות עצמה ולמלא את שאלון הליקרט בהתאם לכותרת: "ללמוד כימיה דרך תמונה"

טבלה 2: חלוקת הקטגוריות בשאלון העמדות

מספר השאלות בקטגוריה	דוגמא להיגד	הקטגוריה
	"ללמוד כימיה דרך תמונה זה"..."	
5	שימושי ללימודים שלי בבית הספר גם במקצועות אחרים	רלוונטיות
6	מושך אותי לקרוא ולראות כתבות בנושאים מדעיים בעיתון ובטלוויזיה	עניין
5	גם אני משפיע על מהלך השיעור	התלמיד במרכז
5	מושך אותי לקרוא ולראות כתבות בנושאים מדעיים בעיתון ובטלוויזיה	מוטיבציה המשכית
4	כולל פעילויות מגוונות המסייעות להבנה	מיומנויות קוגניטיביות
3	גורם לי להתפעל מיופיו של העולם	*יופי ואסתטיקה
3	לפתח סקרנות לבדק ולהתנסות בדברים חדשים	*חשיבה יצירתית

* ההיגדים בתחום היופי והאסתטיקה פותחו במסגרת עבודת הגמר ותוקפו באמצעות תיקוף מומחים שכלל 6 סטודנטים ומנחת הקורס פרופ' רון בלונדר

חלקו השני של השאלון הסגור כלל היגדים שמטרתם לקבוע כיצד תופסים התלמידים את עבודתו של המדען. התלמידים קיבלו 11 היגדים שבהם הם נדרשו לקבוע עד כמה ההיגד קשור לעבודתו של המדען מ 1-5 כאשר 1=ההיגד אינו קשור לעבודת המדען, 5=ההיגד מאד קשור לעבודת המדען. חלק זה של השאלון, תוקף באמצעות תיקוף מומחים שכלל 6 סטודנטים ומנחת הקורס (פרופ' רון בלונדר) דוגמא להיגדים: עבודת מעבדה ניסויים ומחקרים, גיוס כספים, חשיפה וחקר של אסתטיקה, סימטריה ויופי שקיימים בטבע

חלקו השלישי של השאלון הסגור כלל ציטוטים של מדענים גדולים שהביעו את התפעלותם מהחוקיות, המראות והיופי שבחקר הטבע. מטרתו לקבוע מ-1 עד כמה הם מזדהים עם הציטוטים לפני ואחרי הפעילות כאשר 1=לא מזדהה כלל 5=מזדהה מאד. חלק זה של השאלון תוקף באמצעות תיקוף מומחים שכלל 6 סטודנטים ומנחת הקורס (פרופ' רון בלונדר) דוגמאות לציטוטים: "בכל דבר בטבע יש משהו מן המופלא" (אריסטו), "המסתורין הוא הדבר היפה ביותר שביכולתנו לחוות זהו המקור לכל אומנות אמתית ולכל מדע" (אלברט איינשטיין)

2. ראיונות תלמידים

רואיינו 10 תלמידים משני בתי הספר שהם כ 20% מכלל התלמידים שהשתתפו במחקר. התלמידים שנבחרו למחקר הם בעלי רמות ידע והבנה שונות. חלקם הגיעו עם עבודתם לגמר התחרות וחלקם לא. לראיון נבחרו 2 תלמידים מצטיינים, 5 תלמידים בעלי הישגים בינוניים ו-3 תלמידים בעלי הישגים נמוכים. המוטיבציה ללמידת כימיה בקרב כלם הייתה נמוכה מאד עם תחילת השנה (למעט 2 תלמידות מצטיינות בעלות מוטיבציה גבוהה כבר בתחילת השנה) כל התלמידים השתתפו בכל שלבי הפרויקט לאורך כל תהליך החקר. הראיונות נקבעו מראש בזמן פנוי משותף ונערכו באווירה נעימה ורגועה. הובהר לתלמידים שהמידע ישמש למחקר בלבד, שמותיהם לא יוזכרו ולתשובותיהם לא תהיה השפעה על ציונם. הראיון הוקלט ושוכתב. נערך ראיון חצי פתוח, בשאלה המרכזית נתבקשו התלמידים להשוות בין לימוד כימיה באופן רגיל לבין לימוד כימיה דרך תמונה. הראיון כלל את השאלות הבאות:

מה ההבדל בין ללמוד כימיה בשיעור רגיל לבין ללמוד כימיה דרך צילום תמונה?
האם שיתפת מישהו בפרויקט שעשית?
האם היית ממליץ להעביר את הפרויקט גם לתלמידים של שנה הבאה?
כיצד השפיעה עליך העובדה שהפרויקט נעשה בנסגרת תחרות?

3. תצפיות בתלמידים במהלך הפרויקט

במהלך כל הפרויקט, ובייחוד בשלב בו התלמידים עבדו באופן עצמאי על צילום התמונות וכתובת העבודה נעשתה צפייה בעבודת התלמידים ברמה האישית וברמה קבוצתית. במהלך תצפיות אלו תועדו משפטים, התנהגויות, שאלות שנאמרו בין התלמידים ובין התלמידים למורה או המנחה.

4. עבודה מסכמת

על מנת להעריך את איכות העבודה הסופית והבנת הנושא ועל מנת לקבוע ציון לתלמידים פותח מחוון. המחוון (נספח 8) פותח במסגרת קורס "הערכה ומדידה" במסגרת תואר שני להוראת מדעים במכון ויצמן. המחוון ניתן והוסבר לתלמידים עם תחילת הפרויקט. הקטגוריות המרכזיות לציון כללו את הגורמים הבאים:

- ✓ נושא התצלום ואיכות התמונה – בקטגוריה זו נכנסו אלמנטים מתחום הצילום שנלמדו בסדנת הצילום התאורטית והמעשית שפתחו את הפרויקט
- ✓ איכות ההסבר המדעי – שימוש במושגים מדעיים, בהירות ודיוק מדעי, כתיבה לפי כללים, רלוונטיות לחיי היום יום
- ✓ עבודת צוות והצגת הפרויקט לכיתה
- ✓ עמידה בלוח זמנים

הפרויקט היווה 30% מציון התלמידים במחצית א'. המחוון הביא לידי ביטוי את החלק האומנותי של הפרויקט בו התלמידים פיתחו את החלק האומנותי והיצירתי. כמו כן, הם נדרשו להסביר את בחירת הנושא והרלוונטיות לחיי היום יום שלהם מתוך מחשבה שבחירה כזו תגביר את העניין והמוטיבציה להבנת התופעה. הסבר התופעה המדעית היה מורכב עבוד מרבית התלמידים מכיוון שבשלב זה אין לתלמידים מספיק ידע להבין לעומק את מרבית התופעות שבחרו. בחלק זה ניתנו לתלמידים מספר משובים כדי לדייק את ההסבר ולפשט אותו לרמת ההבנה שלהם. התלמידים נעזרו בתלמידי מגמת כימיה, בצוות מדעים בבית הספר ובמורה כדי להבין ולפרש את מקורות המידע שמצאו כדי להבין לעומק את התופעה.

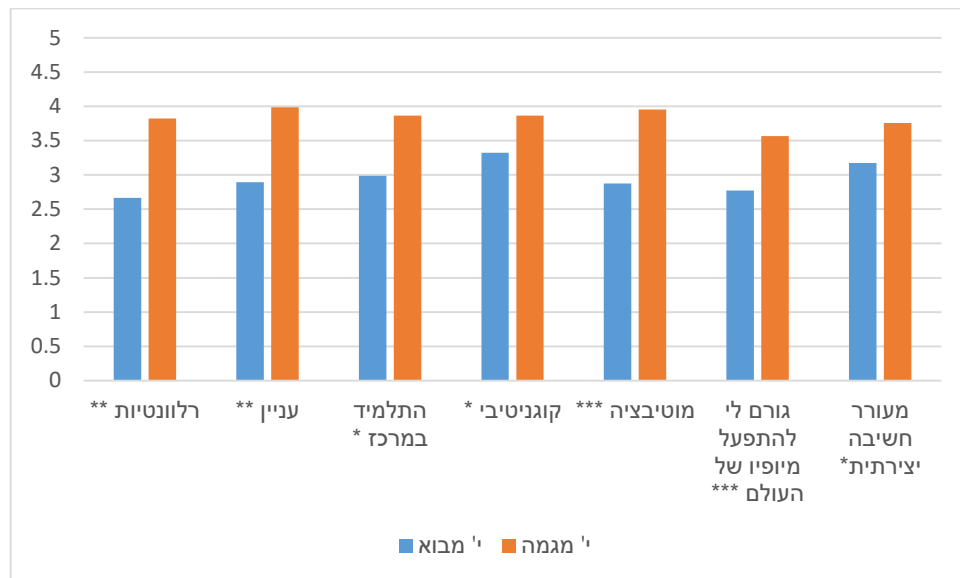
4. תוצאות

תוצאות המחקר יוצגו לפי כלי המחקר השונים

4.1 תוצאות שאלוני המחקר :

השערת המחקר הייתה כי המוטיבציה של תלמידי מבוא לכימיה נמוכה בהשוואה לתלמידים שבחרו כימיה כמגמת הגברה. **גרף 1** מאשש את השערת המחקר באופן מובהק. ניתוח התוצאות והמובהקות הסטטיסטית נותחו באמצעות מבחן t, ניתן לראות כי ישנו הבדל משמעותי בכל הקטגוריות בין תלמידי מבוא לכימיה לתלמידי מגמת כימיה. ההבדל החזק ביותר הוא בקטגוריית המוטיבציה והיחס של התלמידים לגבי אסתטיקה ויופיו של העולם.

גרף 1 : השוואה בין תלמידי מגמת כימיה לתלמידי מבוא לכימיה – שאלון pre

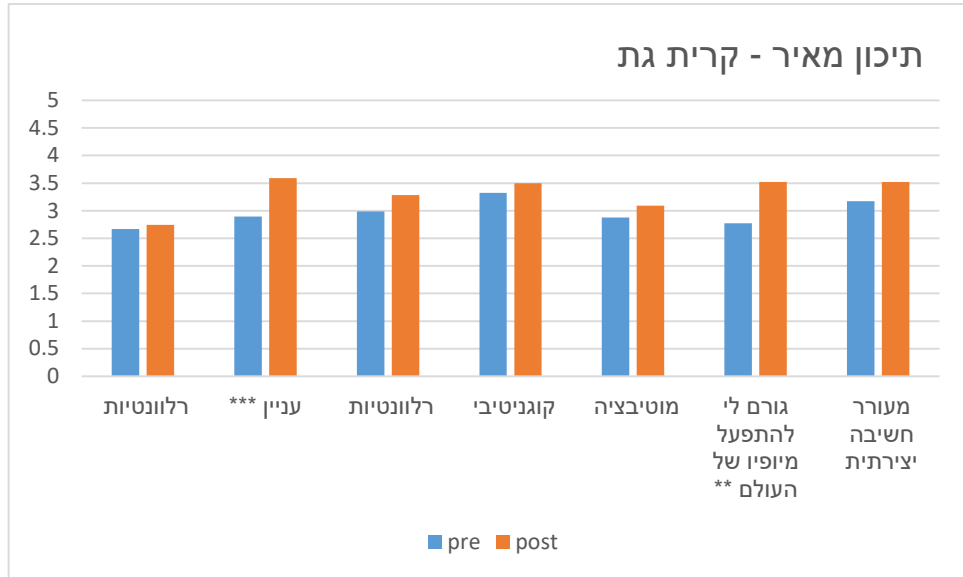


* $p < 0.05$ ** $p < 0.001$ *** $p < 0.0001$

השאלונים הועברו באופן אנונימי אבל סומנו כך שניתן היה לשייך כל תלמיד pre מול post ולבצע מבחן t עבור כל אחד מהם.

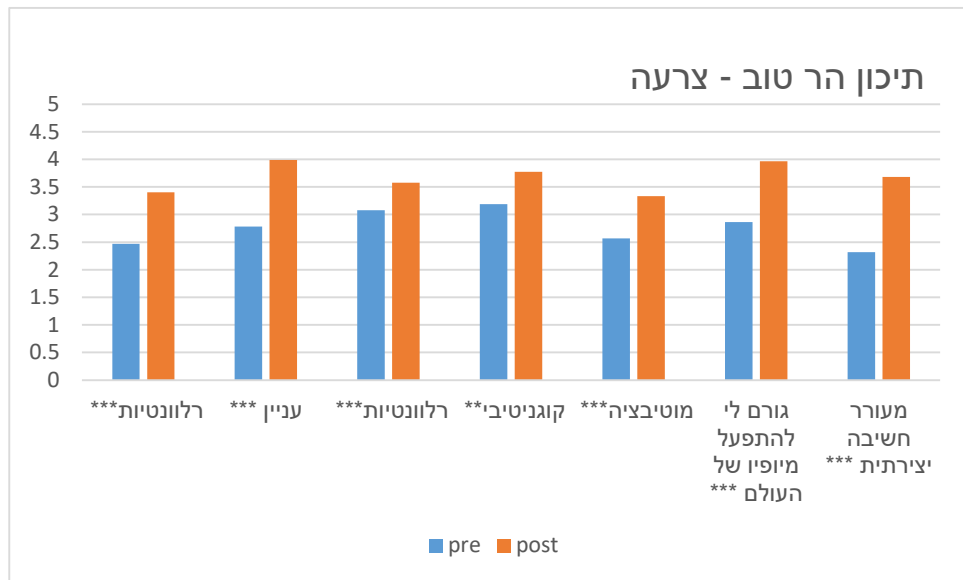
חלקו הראשון של השאלון, בדק את השינוי בתפיסתם של התלמידים בקטגוריות השונות כלפי למוד הכימיה באופן רגיל ודרך תמונה. נראה כי קיים הבדל גדול בתפיסות בין בתי הספר לכן התוצאות המובאות (**גרף 2 - תיכון מאיר, בגרף 3 - תיכון צרעה**) הן לכל הקטגוריות שנבדקו לכל אחד מבתי הספר בנפרד.

גרף 2 : שאלון עמדות תלמידים pre-post תיכון מאיר קרית גת



* $p < 0.05$ ** $p < 0.001$ *** $p < 0.0001$

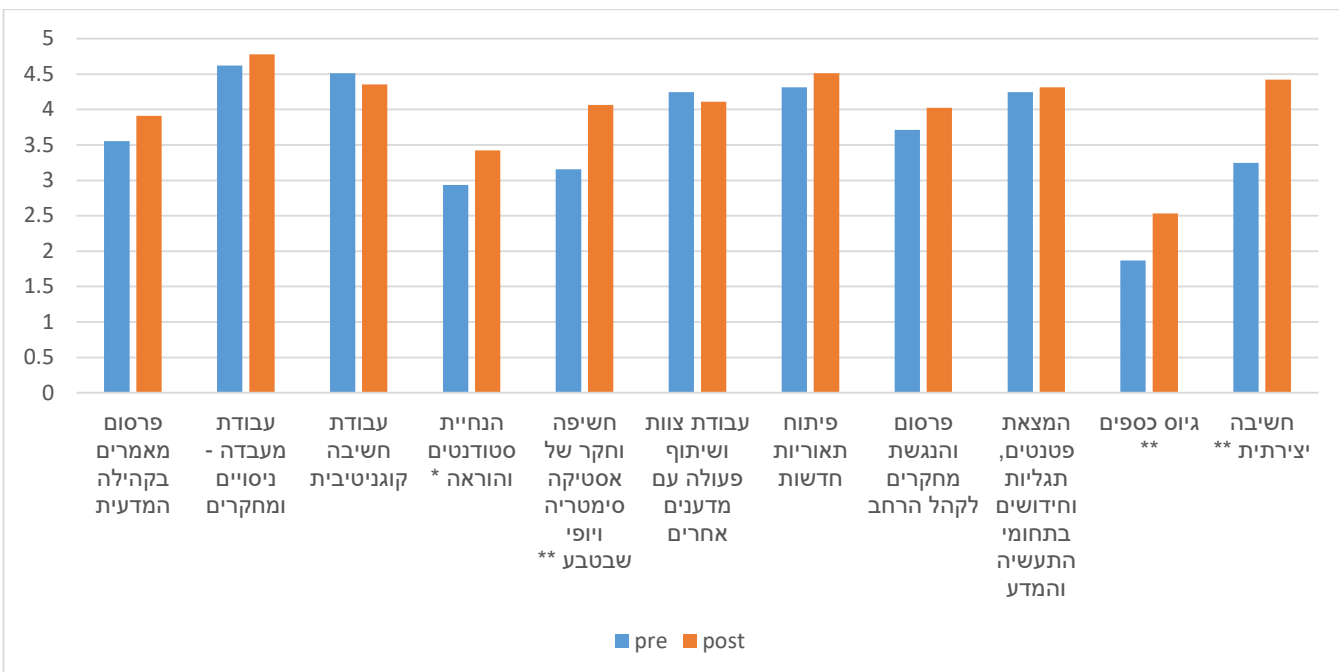
גרף 3 : שאלון עמדות תלמידים pre-post תיכון הר טוב - צרעה



* $p < 0.05$ ** $p < 0.001$ *** $p < 0.0001$

חלקו השני של השאלון הסגור כלל את השאלה " מה כוללת עבודתו של מדען". גרף 4 מרכז את השינוי בעמדותיהם של התלמידים (בצרעה ובקריית גת) ברב ההיגדים אין שינוי ניכר כלפי עבודתו של המדען. שינוי בתפיסת התלמידים ניכר בעיקר בקטגוריות של: חשיפה וחקר האסתטיקה והסימטריה שבטבע, גיוס כספים וחשיבה יצירתית.

גרף 4 : שאלון עמדות תלמידים מה כוללת עבודתו של מדען?



* p<0.05 **p<0.001 ***p<0.0001

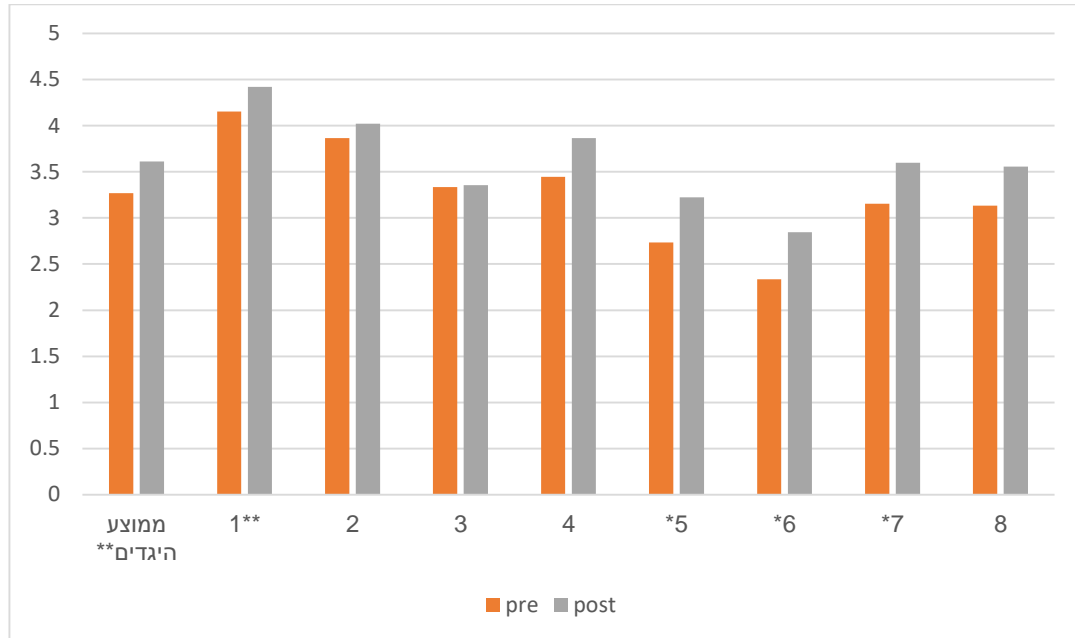
חלקו השני של השאלון כלל את ההיגדים הבאים :

ההיגדים:

1. "בכל דבר בטבע יש משהו מן המופלא" (אריסטו)
2. "המסתורין הוא הדבר היפה ביותר שביכולתנו לחוות. זהו המקור לכל אומנות אמיתית ולכל המדע" (א. איינשטיין)
3. ההרמוניה בטבע חייבת להסביר את המציאות (קפלר)
4. "הטבע הוא יפה, העקרונות שמגדירים יופי עבורנו הם עקרונות טבעיים" (הקל)
5. "בעוד שאינני מבקש מכם להתעלם מהניסיון של דורות קודמים, אני מייצע לכם לא ללכת בתלם מוקדם מידי" (פליקס בלוך)
6. "עובדות כשלעצמן הן חסרות משמעות, עד שמקשרים ביניהם בעזרת חוק כלשהו" (לואי אגסי)
7. "אני שמח אפילו כשתאוריה אהובה מופרכת- כי זו גם הצלחה מדעית" (גיון אקלס)
8. העובדות הן כמו אויר למדענים, בלעדיהן לעולם אי אפשר לעוף" (פאולינג)

גרף 5 מרכז את התוצאות בשינוי העמדות של התלמידים ביחס למשפטים המבטאים את היופי והסימטריה שבטבע. ניתן לראות כי בכל הקטגוריות ישנה עליה, כלומר התלמידים מזדהים יותר עם המשפטים המצוטטים שנתנו להם.

גרף 5: שאלון עמדות תלמידים עד כמה אתה מזדהה עם הציטוט?



* $p < 0.05$ ** $p < 0.001$ *** $p < 0.0001$

4.2 תוצאות הראיונות

כלי מחקר איכותני זה, ראיונות התלמידים, עברו ניתוח ע"פ שאלות המחקר וחולקו למספר קטגוריות כפי שמוצג ב**טבלה 3** שאלת המחקר המרכזית קשורה למוטיבציה של התלמידים ובהתאם לתשובתם של התלמידים ניתן היה לנתח כי עלייה במוטיבציה הייתה עקב 3 גורמים מרכזיים: מוטיבציה שנבעה מעצם הפעילות, מוטיבציה שנבעה ממסגרת התחרות בה בוצעה הפעילות, מוטיבציה המשכית – תלמידים שעסקו בנושא הכימי אותו חקרו גם במסגרת הבית, החברים והמשפחה. כמו כן עלו מתוך הראיונות קטגוריות נוספות שנותחו בדומה לקטגוריות בשאלוני העמדות

טבלה 3: ניתוח ראיונות תלמידים ע"פ שאלות המחקר

דוגמאות לתשובות מתוך ראיונות של התלמידים	אחוז התלמידים שהתייחסו לקריטריון במהלך הראיון	הקריטריון
"זה לא סתם שעור רגיל, הצילום זה משהו שגורם לך להתעניין באמת למה זה קורה ולא רק ללמוד כי יש מבחן"	100% נושא חשוב, אני מדבר עליו מחוץ לבית הספר, שימושי ללימודים שלי,	מוטיבציה הנובעת מעצם הפעילות

<p>"מצאנו מלא דברים בטבע שהחלידו...ראינו בחיפושים שזו תופעה כימית שממש משפיעה על החיים...עניין אותנו להבין לעומק מה קרה שם"</p> <p>"היה לי יותר passion"</p> <p>"הצילום זה משהו לא רגיל, לא כמו כל שעור שלומדים ושוכחים. יצאנו לשטח וחיפשנו זוויות צילום זה היה מעניין חיכיתי לשיעור"</p>	<p>מגוון, מלמד אותי נושאים שרלוונטיים לחיי, כיף</p>	
<p>"זה נותן חשק לעבוד וללמוד"</p> <p>תחרות גורמת לך להוציא תוצר יותר טוב"</p> <p>"זה שיפר לנו את הביטחון העצמי...אני בדרך כלל מגמגמת מול כיתה...והצלחתי להרצות מול אנשים חשובים"</p>	<p>90%</p> <p>חוויתי, מפתח מיומנויות של עמידה מול קהל, מדרבן לעבודה</p>	<p>מוטיבציה הנובעת ממסגרת הפעילות והשתתפות בתחרות</p>
<p>"זו תופעה קטנה שיש לה השפעה על אוכלוסייה גדולה – עניין אותי לקרוא על זה"</p> <p>"ספרתי לאמא שלי על העבודה והיא התלהבה וספרה לי שגם לה פעם נמחק משהו שתלמיד כתב"</p> <p>"הפרויקט היה לי ממש ממש מעניין קראתי על דברים שהפתיעו אותי קצת... אני חושבת שבגלל שזה עניין אותי כ"כ קיבלתי החלטה לעבור למגמה"</p>	<p>70%</p> <p>קריאת ספרים שיתוף משפחה וחברים</p>	<p>מוטיבציה המשכית</p>
<p>"המשכנו ללמוד על התפחה גם בביולוגיה. בחרנו את הנושא לביו חקר כדי להבין יותר"</p> <p>"אני תמיד אזכור מה הקטע של הסבון בגלל התמונה של הידיים"</p> <p>"היה קשה להמחיש את הרעיון החלפנו 3 רעיונות. אני חושבת שהיינו צריכות להבין טוב את ההסבר המדעי כדי להמחיש בתצלום מה שרצינו להעביר"</p>	<p>70%</p> <p>הלמידה ברורה וקלה יותר, מסייעת לעשות אינטגרציה בין תחומים שונים במדע, זיכרון לטווח ארוך</p>	<p>פיתוח מיומנויות קוגניטיביות</p>
<p>"התעסקנו במשהו שבחרנו ואנחנו אוהבות צילום ואפיה הכל התקשר לנו. לא כמו בשיעור רגיל שהמורה מחייבת לעשות ככה וככה..."</p> <p>"זה היה הרבה יותר מיוחד כי אנחנו מחליטים מה התופעה שעליה אנחנו רוצים לעשות את העבודה...על מה שמסקרן"....</p> <p>"היה קצת קשה למצוא זמן לעשות את הפרויקט אבל בגלל שאני בחרתי את הנושא וזה עניין יותר מצאתי זמן לזה אחה"צ וניצלתי את הזמן שנתת בכיתה כדי להתקדם"</p>	<p>80%</p> <p>נותן הזדמנות להשתתף בפעילות, הפעילות מאפשרת הבנה עמוקה, שאילת שאלות ובחירת של נושא שמעניין את התלמיד</p>	<p>פיתוח צורת למידה בה התלמיד במרכז</p>

<p>"אתה מבין כמה הכימיה פוגשת אותך בחיי היום יום"</p> <p>"אחרי שעשיתי את הניסוי עם הסבון התחלתי לחשוב למשל מעניין מה הכימיה שבמשחת שיניים? או באבקת כביסה?"</p> <p>"לקח לנו הרבה זמן לחשוב איך להעביר את הרעיון המדעי שרצינו להסביר. זה דרש מאתנו הרבה יצירתיות ומחשבה"</p> <p>"ההרצאה הייתה מעניינת זה גרם לי להבין שצריך לפתוח את העיניים ולהסתכל על העולם. המדע נמצא סביבנו בכל מקום"</p>	<p>100%</p> <p>מרהיב, מעורר מחשבה, מפתח יצירתיות, גורם לי לחשוב על עוד תופעות מעניינות שראיתי</p>	<p>פיתוח יצירתיות וגורם לי "להתפעל מיופיו של העולם"</p>
<p>"הייתי ממליצה ללמד את היחידה. זה הרבה יותר כיף ללמוד בצורה כזו"</p> <p>"בטח. ככה זוכרים מה שלומדים"</p> <p>"כן. אבל כדאי לתת לתלמידים לצלם גם באיפון כדי לא להיות תלויים במורה"</p>	<p>100%</p>	<p>המלצה ללמד את היחידה שנה הבאה</p>

4.3 תוצאות תצפיות במהלך השעורים

ניתן לחלק את התצפיות בתלמידים ל-4 פרקי זמן שונים: תחילת הפעילות שכללה את סדנת הצילום, סדנת חשיבה יצירתית ובחירת הנושא. רב התלמידים היו קשובים והתעניינו בסדנת הצילום. כולם התחברו מאד לצד המעשי ורצו להתנסות בהפעלת המצלמה תוך כדי ניסוי ותהיה הם הפנימו את מושג הצמצם והתריס שלמדו. הקבוצות שיתפו פעולה והייתה חלוקת תפקידים בין התלמידים. כאשר המורה הציגה את הפרויקט והמשימה היו תלמידים שהביעו התנגדות נחרצת לפרויקט. לדוגמא: "אני מעדיפה מבחן. אפשר? זו עבודה מורכבת מידי", "אנחנו עמוסים מאד. לא נספיק בחיים לעשות מה שאת מבקשת", "חייבים ללכת לתחרות? ואם אני לא רוצה...." ההתנגדות המשיכה גם בעת בחירת הנושא. היו תלמידים שמאד התקשו בבחירת נושא והביעו עדין התנגדות לפרויקט. רק אחרי שהתלמידים בחרו נושאים שמעניינים אותם התחיל שיתוף פעולה והקבוצות התחילו לעבוד על הפרויקט.

פרק הזמן השני: עבודה בקבוצות על צילום התמונה וכתובת העבודה. התלמידים ברב הקבוצות שיתפו פעולה ביניהם. רב חברי הקבוצה היו פעילים ונדיר היה למצוא "טרמפיסטים" שלא עשו כלום בפרויקט. גם תלמידים שלא נטלו חלק בכתיבה העיונית לקחו חלק פעיל בתצלום ובחלק האומנותי. מתוך תצפיות שלנו על הכיתה ניתן להגיד כי 80% מתלמידי הכיתה היו עסוקים בפרויקט ב 80% מהזמן. כ 15% מהתלמידים היו עסוקים בפרויקט ב 60% מהזמן. רק 6% מהתלמידים (קבוצה אחת) לא שתפו פעולה והיו עסוקים בדברים אחרים שאינם קשורים לפעילות. בכל הקבוצות למעט 3 קבוצות הייתה חשיבה רצינית ומעמיקה כיצד לצלם ולהעביר את המסר המדעי בעזרת התמונה. לדוגמא: הקבוצה שצילמה את תופעת החלודה הסתובבה כשעה ברחבי הקיבוץ כדי לצלם חפצים חלודים כדי להחליט באיזה חפץ להתמקד. כאשר הם חזרו להתייעצות עם המורה בכיתה עלו מתוך דבריהם המשפטים הבאים: "לא תיארתי לעצמי כמה התופעה הזו רחבה...יש חלודה בכל מקום", "מעניין אם אפשר להתמודד עם החלודה נראה לי שזה יוצר נזק". 3 קבוצות מתוך 16 קבוצות היו צריכות דרבון מיוחד. נראה כי הם התעסקו בזמן העבודה בדברים אחרים ולא הצליחו למצוא רעיון. המורה הייתה צריכה לשבת עם הקבוצה לגבש איתם את הרעיון ואף לעזור בבחירת הנושא בעזרת הספר "דר' מולקולה" שבו מופיעים תצלומים של ניסויים מדעיים אשר היוו מקור להשראה ורעיונות עבור תלמידים שפחות התחברו לפרויקט. באופן כללי התרשמתי במהלך התצפיות כי בצרעה התלמידים היו יותר עצמאיים. חלקם הגדול

הכיר כבר את מושגי הצילום שנלמדו והתנסה בצילום בייתי. ("לאבא שלי יש מצלמה כזו", "הייתי בחוג צילום", "צילמנו בשיעור אומנות") בקרית גת התלמידים נדרשו ליותר סיוע ודברון מצד המורה.

השלב השלישי היה בתחרות. התלמידים שעלו לגמר התחרות התרגשו מאד. הם התאמנו על חבריהם ולמדו בע"פ את המצגת. עלו חששות כבדים כיצד הם יצליחו להתמודד עם קבוצות בתחרות שמורכבות מתלמידים יותר חזקים מהם (מגמת כימיה לעומת מבוא לכימיה). אחרי ההרצאה במושב השונים כל התלמידים הרגישו סיפוק. דוגמא למשפטים שנאמרו: "לא האמנתי שאני מסוגלת לעמוד מול אנשים כ"כ חשובים ולדבר... אני גאה בעצמי", "היינו ממש טובות. אפילו שופטת אחת ניגשה ואמרה לנו את זה", "מחאו לנו כפים בסוף והרגשתי שעשיתי את זה", "אפילו מול הכיתה אני מתביישת לדבר והצלחתי לדבר פה". הקבוצות אמנם לא זכו בתחרות אך כלם זכו בתעודות הערכה. כמו כן בבית הספר המחנכים פרגנו מאד לתלמידים שעלו לגמר, ציינו אותם לשבח ומנהלת בית הספר באה לראות אותם מעבירים את המצגת לחבריהם לכיתה. כמו כן התמונות הזוכות פותחו על קנבס גדול והוצגו באסיפת ההורים בבית הספר. הייתה בקרב התלמידים תחושת גאווה.

השלב הרביעי: בהרצאה של פרופ' ניר גוב. התלמידים היו קשובים. בסוף ההרצאה ניגשו 6 תלמידים לפי תור, עמדו מול המצלמה, ושאלו את פרופ' גוב שאלות הקשורות למהלך הניסוי בנמלים ושאלות הקשורות לטבעו של המדע וטבעו של תהליך החקר. לדוגמא: "לא היו לך רגעים שהתייאשת במחקר?", "למה החלטת לחקור דווקא נמלים. זה עניין אותך?", "למה בחרת להיות דווקא מדען?"

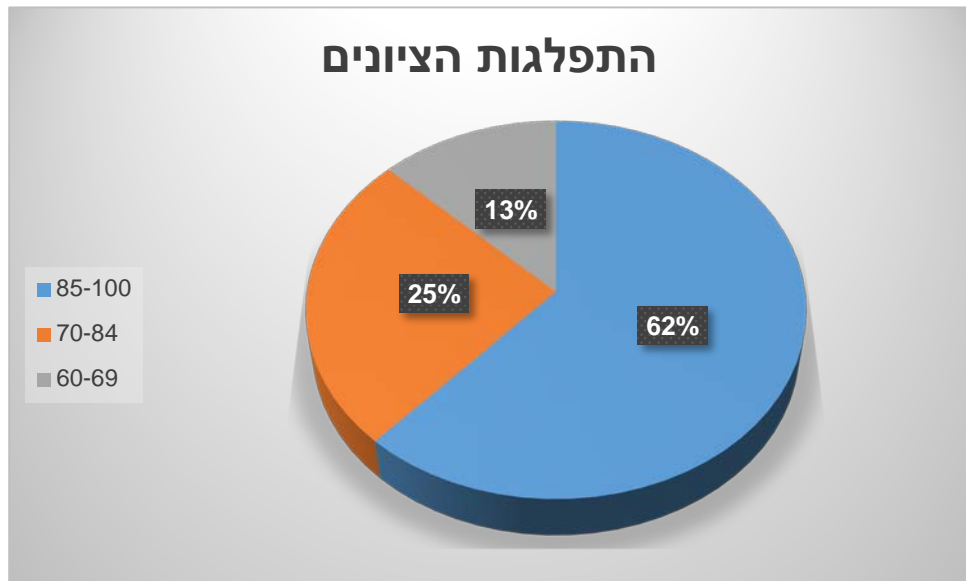
4.4 תוצאות העבודה מסכמת

מתוך בדיקה וניתוח של עבודות התלמידים עולה כי רובם הצליחו ליישם את החלק האומנותי ואיכות התצלום הייתה גבוהה. חלק מהתלמידים התקשו בהבנת המושגים המדעיים שהופיעו בגוף העבודה לעיתים ההסבר המדעי היה חלקי או שנראה היה שההסבר מועתק ממקור מידע ולא הצביע על הבנה. דוגמא לעבודה שהעידה על הבנה חלקית: צבע הכסף (נספח 7) התלמידות הסבירו: "הבנו שהזהב והכסף הם רק ציפוי בעל צבע הנוצר כתוצאה משינוי כימי, תגובה כימית שנקראת תגובת חמצון חיזור (שבה יש מעבר אלקטרונים)" ברור כי בכיתה י' שאינה מגבירה כימיה התלמידות לא הבינו מהו חמצון חיזור. מצד שני הן ידעו לכתוב יפה בסוף העבודה "לפי דעתנו לאחר שביצענו את הניסוי הבנו יותר לעומק את המהלך הכימי שביצענו. הניסוי מתקשר לחיי היום יום בכך שהבנו מה המשמעות של תגובה כימית. הבנו כי בתגובה כימית במעבדת כיתה רגילה לא ניתן לשנות את גרעין האטום ומצאנו דרך להכין ציפויים פופולאריים כמו זהב וכסף בעלות נמוכה יותר".

דוגמא לעבודה שהעידה על רמת הבנה גבוהה וקיבלה את מירב הנקודות, קבוצת "שן הזמן אותי אוכלת". העבודה עסקה בנושא חלודה. התלמידות הגדירו את החלודה כמושג לפני תחילת העבודה: חלודה - ברזל שנהיה אדום ומתפורר.

אחרי: חלודה - תהליך כימי שבה מתכת עוברת תגובה כימית עם חמצן, מים או חומרים מהסביבה נוצרת תרכובת כימית שיכולה להתאים או לא להתאים למבנה החומר. במידה ואינה מתאימה למבנה החומר היא מתפוררת (ברזל)

העבודה בקבוצות הייתה תהליכית ונמשכה מעבר לזמן הפרונטלי שהוקצב לכך בכיתה. המשוב החוזר גרם לתלמידים להמשיך להעמיק יותר בנושא (בעזרת תלמידי מגמת כימיה או בעזרתה של המורה) תלמידים חזקים ובעלי מוטיבציה גבוהה הגיעו להישגים גבוהים והסבירו לעומק לפחות 5 מושגים מדעיים שונים בעבודתם. תוצאות גרף 6 מראות את התפלגות הציונים בכיתה



עבודות התלמידים נותחו באמצעות מחוון, בנספח 8 מצורף דוגמא לניתוח של 3 עבודות של תלמידים. בניתוח זה מוצגת עבודה אחת ברמה גבוהה (נספח 9- שן הזמן אותי אוכלת), עבודה ברמה טובה (נספח 10- "יין יאנג ומה שביניהם") ועבודה ברמת ביצוע נמוכה (נספח 11- מה הלחץ)

5. סיכום ודיון 5.1 דיון בתוצאות

המחקר שהוצג התמקד בהשפעת צילום אומנותי על מוטיבציה של תלמידים ללמוד כימיה בתוך הכיתה ומחוצה לה. מתוך המחקר הכמותי ניתן ללמוד על הבדל מובהק בכל הקריטריונים בין תלמידים שבחרו במגמת כימיה כמקצוע מוגבר לבין תלמידים שלומדים "מבוא לכימיה" התחושה שלי שתלמידי "מבוא לכימיה" חסרי מוטיבציה התחלתית ללמידה אומתה באופן מובהק בכל הקריטריונים כך שיש צורך בפיתוח תכניות מסוג זה שמטרתם להגביר עניין ולעלות את המוטיבציה. מהתוצאות האיכותניות ובעיקר מהראיונות עולה שהמוטיבציה של תלמידים עלתה. הם דיווחו על עניין, סקרנות ורלוונטיות לחיי היום יום. 70% מהנשאלים בראיון דווחו על שיתוף החומר עם משפחה וחברים ודווחו כי התעניינותם בתחום הכימיה עלתה. נתון זה תואם לתוצאות מחקרים קודמים שנעשו בתחום שמראים כי נושאים שרלוונטיים לחיי היום יום של התלמידים, תחרויות, ושיטת לימוד בהם התלמיד במרכז גורמת לעלייה במוטיבציה של התלמידים (Bennett & Lubben, 2007). כמו כן עולה מהראיונות כי שילוב תחום אומנות הצילום (שילוב ה "A" בתחום ה stem) השפיע באופן חיובי על המוטיבציה של התלמידים. תלמידים שפחות התחברו ללימודי הכימיה מצאו דרך צילום הניסוי או התופעה חיבור מעשי לחיי היום יום. מהראיונות ניכר כי הפרויקט עורר בהם רגשות (כיף, מעניין, מסקרן, passion) שילוב אומנות הצילום מפתחת יכולות קוגניטיביות בצדו הימני של המח. מיומנות הנרכשת בלימוד מקצועות מדעיים-טכנולוגיים stem, מפתחת החלקים הקוגניטיביים בצדו השמאלי של המח. שילוב של שניהם משפר את היכולות הקוגניטיביות (McGrath & Brown, 2005). מתוך הראיונות וניתוח העבודות המסכמות ניתן לראות שיפור כזה אך מהסקר הכמותי רק בתיכון צרעה היה שיפור מובהק בתחום המיומנויות הקוגניטיביות.

מתוך השאלונים עולה כי בתיכון הר טוב צרעה, היה שינוי מובהק בכל הקטגוריות נראה כי בכל התחומים הייתה השפעה על התלמידים. לעומת התוצאות הכמותיות בתיכון מאיר בקרית גת, שם הייתה עליה מובהקת רק ב-2 תחומים: עניין, גורם לי להתפעל מיופיו של העולם. מתוך כך

ניתן ללמוד כי ההשפעה תלויה גם באוכלוסייה הנבדקת ואופיו של בית הספר. ההשערה שלי היא שבצורה תחום האומנויות חזק יותר. תלמידים נחשפים בשעורי הומניסטיקה לתחום האומנות ולומדים ומשלים אותו במקצועות נוספים בבית הספר. מתצפיות ותיעוד משפטים של תלמידים מצרעה, נראה כי חלקם נחשף לחוגי צילום בעבר וישנם תלמידים שהעידו כי בביתם יש ציוד צילום חצי מקצועי. מסיבה זו שילוב האומנות בשעורי הכימיה היה טבעי יותר והוטמע באופן טוב יותר. ניתן היה לראות כי התלמידים בצרעה גם הגיעו להישגים טובים יותר כמות גדולה יותר של קבוצות תלמידים הגיעה לגמר. התוצאות הנלמדות מהמחקר הכמותי אינן מציגות את התמונה המלאה כפי שמציגים הכלים האיכותניים, מכאן החשיבות בשימוש בשיטות מחקר מעורבות הכוללות כלים איכותניים וכלים כמותיים (Chi, 1997) למרות העובדה שהשאלונים הכמותיים לא הראו עליה מובהקת בתיכון מאיר בקרית גת כלי המחקר ובעיקר הראיונות העידו כי הייתה השפעה חזקה גם עליהם. המוטיבציה ללמידת כימיה עלתה, חלקם דיברו עם משפחה וחברים על הפרויקט שביצעו בכיתה.

מתוך השאלונים הכמותיים ניתן לראות עליה מובהקת ומשמעותית ב-2 בתי הספר בקטגוריה שבה לימוד דרך תמונה גרם לי להתפעל מיופיו של העולם ומקטגוריה העוסקת בעניין. ישנה עליה בהזדהות של התלמידים עם ציטוטים הקשורים ליופיו של העולם. באופן כללי יש עליה בהזדהות עם כל אחד מהמשפטים. עליה מובהקת נרשמה במשפטים הבאים:

1. "בכל דבר בטבע יש משהו מן המופלא" (אריסטו)

5. "בעוד שאינני מבקש מכם להתעלם מהניסיון של דורות קודמים, אני מייעץ לכם לא ללכת בתלם מוקדם מידי" (פליקס בלוד)

6. "עובדות כשלעצמן הן חסרות משמעות, עד שמקשרים ביניהם בעזרת חוק כלשהו" (לואי אגסי)

7. "אני שמח אפילו כשתאוריה אהובה מופרכת- כי זו גם הצלחה מדעית" (ג'ון אקלס)

השאלונים הכמותיים מצביעים על העובדה כי היה שינוי מובהק בתפיסת התלמידים את עבודתו של המדען בקטגוריות הבאות:

1. הנחיית סטודנטים והוראה

2. חשיפה וחקר של אסתטיקה, סימטריה ויופי שבמדע

3. גיוס כספים

4. חשיבה יצירתית

יש קשר בין כל הקטגוריות שבהם תפיסת התלמידים השתנתה באופן מובהק. ניתן להצביע על כך שלמוד כימיה דרך תמונה גרם לתלמידים להתפעל מיופיו של העולם. סביר להניח כי הפרויקט גרם להם לראות את המדע באור שונה יתכן מאד שזה הוביל לשינוי בתפיסה מהו תפקידו של המדען. תלמידים הבינו כי למדענים תפקיד רחב יותר שלא מסתכם רק במחקר, המצאת פטנטים וניסויים במעבדה אלא תפקיד שנתפס באופן הוליסטי וכולל גם חשיפה של יופי, אסתטיקה של הטבע. נראה כי פעילות המורה בכיתה, האופן שהוא בוחר להציג את הדברים, אכן תפקיד מרכזי וחשוב בשינוי תפיסתי זה כפי שהובא בסקירה הספרותית (Mead & Metraux, 1957).

מסגרת התחרות בה נעשה פרויקט זה היה גורם משמעותי ביותר. מתוך תוצאות הראיונות האיכותניים נראה כי מסגרת זו השפיעה בעיקר על תחום המוטיבציה. אמנם זו מוטיבציה חיצונית המניעה לפעולה אך ע"פ הספרות יש בכוחה להשפיע גם על מוטיבציה פנימית המניעה את התלמיד ללמידה (ברק שטיין, 2013). מעניין היה לחקור ולבדק האם הפעילות השפיעה על תלמידים שניגשים לתחרות. לצורך כך יש להשוות בין קבוצות דומות (מבוא לכימיה) קבוצה אחת היא קבוצה שעברה פעילות וניגשת לתחרות וקבוצה שניה, קבוצת ביקורת שניגשת לתחרות אך לא עברה פעילות דומה. בכך ניתן לבדק האם קיימת השפעה לסדנת הצילום, ההרצאה, סדנת חשיבה יצירתית על הקטגוריות השונות או שעצם פרויקט הצילום (גם ללא הכנה ולמידת הסדנאות השונות) לבדו משפיע על התלמידים. נעשה ניסיון להעביר סקר בקרב התלמידים

השונים שניגשו לתחרות אך היה קושי לאסוף את השאלונים מכלם בגלל חוסר זמן ונגישות. כמו כן לקבוצה זו לא העברתי את שאלון ה pre כך שלא ניתן היה לעשות t test לכל תלמיד כפי שעשיתי במחקר זה.

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:

- המחקר כלל 47 תלמידים, בכללם רוב גדול של בנות 33 בנות – פחות הטרונגי. כמו כן זוהי כמות מוגבלת משמעותית בהשוואה לכלל אוכלוסיית התלמידים שלומדים כימיה בארץ
- ההתערבות כללה הרצאה של פרופ' ניר גוב שנערכה מסיבות טכניות רק באחד מבתי הספר – צרעה.
- מסגרת ההתערבות הייתה תחת תחרות "יש לנו כימיה" לוחות הזמנים היו כפופים לתחרות וההתערבות ארכה מעבר לזמן של 3 חודשים. יתכן ויש גורמים נוספים שנכנסו בפרק זמן זה שהטו את התוצאות.
- המחקר בדק את ההתערבות רק לפני ובסוף. יתכן כי יש לבצע בדיקה נוספת (mid) מיד עם הכנת התוצר, או מיד עם הצגת התוצרים בתחרות כדי לקבוע את ההשפעה לאורך טווחים קצרים יותר.
- בשאלון עמדות ובראיונות אישיים יש לפעמים נטייה של המשיבים להטות את תשובותיהם כדי לרצות את החוקר בתשובה לה הוא מצפה. כדאי לבצע מחקר נוסף עם קבוצה שבה החוקר אינו מלמד את הכיתה, אינו משפיע על ציונם של התלמידים כך שהם ירגישו נח יותר להתבטא ולחוות דעה.

5.3 המלצות לשדה המחקר

מתוך תוצאות מחקר זה ניתן לראות שקיימת השפעה חיובית על המוטיבציה של התלמידים ושינוי תפיסת התלמידים בקטגוריות שונות. המחקר התמקד בקבוצת תלמידי "מבוא לכימיה" שהמוטיבציה שלהם מלכתחילה מאד נמוכה (כפי שהעידו תוצאות השאלונים בהשוואה לכיתת מגמת כימיה) יש לבדק האם יהיה שינוי גם בקבוצה שהמוטיבציה שלהם ללמידה גבוהה יותר, האם יהיה שינוי כזה גם בתלמידי מגמת כימיה. כדאי להרחיב את המחקר לבתי ספר שונים מכיוון שבמחקר זה עלו הבדלים בין בתי הספר. כדי להסיק מסקנות רחבות יותר יש לדגום מגוון רחב יותר של אוכלוסיות.

כמו כן, יש מקום להמשיך ולחקור את עניין תפיסתם של התלמידים לגבי עיסוקו של המדען. ניתן להציב שאלת מחקר חדשה הבודקת מהם ההשלכות האישיות הנובעות מתפיסת העולם של תלמידים מהו תפקידו של המדען (השלכות אישיות כמו: האם הייתי בוחר ללמוד מקצוע מדעי? האם הייתי רוצה להתחתן עם בן/בת זוג העוסק במקצוע מדעי וכד') ולבדק האם בעקבות פעילות והתערבות כדוגמת ההתערבות שנעשתה בעבודת מחקר זו, תלמידים המשנים את תפיסת עולמם בקשר לעבודת המדען (הוכח כבר בעבודה זו כי יש שינוי תפיסתי בקטגוריות מסוימות) משנה גם השלכות אישיות נוספות הקשורות לחיי התלמיד. קשר חיובי כזה עשוי להשפיע מאד על החלטות של תלמידים בנוגע לבחירת לימודים, תמיכתם במדע והחלטות חשובות הנוגעות לעתידם

5.4 המלצות לשדה החינוכי

- פרויקט צילום תופעה מדעית, מומלץ כאמצעי יעיל בהעלאת מוטיבציה של תלמידים בלמידת הכימיה. צורת לימוד שכזו מחברת את התלמיד לתופעות טבע המתרחשות סביבו וגורמת לו להיות מודע לסביבה

- שילוב תחום אומנותי כמו צילום, ציור, מוסיקה מגוון מאד את הלמידה. מורה נדרש להתחבר לתחום וחייב לקחת השתלמויות, להרחיב את ידיעותיו בנושא כדי להרגיש בטחון כדי שיוכל להעביר את היחידה כמומחה בנושא.
- פיתוח השתלמויות בגישה החינוכית-לימודית steam
- פעילות כזו מפתחת קשר עמוק ומשמעותי בין התלמידים למורה. צילומים רבים נעשים מחוץ לכיתה לעיתים בשעות אחה"צ, ומזמנים אינטראקציות משמעותיות בין המורה לתלמידים. הקשר האישי מתחזק לאורך הפרויקט ומתעצם לקראת התחרות ומשפיע באופן חיובי על המשך הלמידה של התלמיד.
- יש תלמידים שלא מתחברים לפרויקט שכן נדרשת חשיבה מחוץ לקופסה, יצירתיות, שיתוף פעולה וידע טכני בהפעלת ציוד צילום. מומלץ לאפשר שימוש בטלפונים חכמים, הדרכה וטיפים לצילום בטלפון חכם כדי להנגשה את הטכנולוגיה לכלל התלמידים. כך ניתן להפוך את הפרויקט נגיש גם למורים שאין להם ציוד צילום. וניתן בצורה זו להפחית את התלות של התלמיד במורה.
- האווירה בשיעור יותר פתוחה משעור רגיל, התלמידים עובדים בקבוצות, מדברים, מסתובבים יכולה להיות תחושה של אובדן שליטה. כדאי לעשות את הפרויקט בקבוצות של 20 תלמידים או להביא כח עזר לכיתה.
- מסגרת של תחרות יעילה מאד בהעלאת המוטיבציה והעניין אך מורה צריך להיות פנוי להשקעה שפעילות זו דורשת. יש לארגן תקציב לחומרים, הסעות ופרסים בית ספרים. כמו כן יש לעקוב אחר לוח זמנים צפוף ולעקוב כל הזמן אחר התקדמות התלמידים.

5.5 רפלקציה אישית

מחקר זה נעשה בעקבות תסכול גדול שלי כמורה כשלימדתי כיתות י' במסגרת לימודי "מבוא לכימיה". היה לי קושי גדול להיכנס ללמד בכיתות אלה משום שעלתה מהם התנגדות חריפה להמשך לימודי הכימיה. הם הרגישו שכופים עליהם מקצוע שלא בחרו בו להמשך לימודיהם. התלמידים היו חסרי מוטיבציה במהלך השעורים. היה קשה מאד לעניין אותם בנושאים השונים ונראה כי התלמידים הטובים משקיעים ולומדים רק כדי להוציא ציון טוב. התחושה שלי הייתה כי הלמידה אינה משמעותית והם לא יזכרו את החומר הנלמד. מתוך תחושה זו עלה צורך גדול מאד בפיתוח פעילות והתערבות משמעותית שתעלה את המוטיבציה של התלמידים. היה לי חשוב כי התלמידים יבחרו בפרויקט את הנושא שמעניין אותם. משמעות הבחירה האישית חשובה מאד עבור התלמידים. במהלך הראיונות התלמידים ציינו ואמרו כי זו פעם ראשונה שהם בוחרים משהו שמעניין אותם. במסגרת הלימודים אין כמעט בחירה. הסילבוס מכתב את הנושאים והמורה הוא זה שבוחר עבור התלמידים את חומרי הלמידה בהתאם לסילבוס. פרויקט זה אפשר לתלמידים **הזדמנות לבחור** ונקודה חשובה זו עלתה בכל אחת מהראיונות האישיים שביצעתי. התלמידים בחרו נושא מחיי היום יום שעניין אותם ובכך המוטיבציה ללמידה עלתה מאד.

בחיי האישים אני מנהלת עסק של צילום חתונות. העסק המשפחתי שלנו "פוטוגני" מנוהל במסגרת המשפחה כבר 20 שנה. עולם הצילום מעניין אותי מאד באופן אישי, יש לנו ציוד צילום מקצועי ומגוון. אני עסקתי בצילום חתונות במשך 5 שנים כך שהידע המקצועי והמושגים מוכרים מהעולם התאורטי והמעשי. תמיד היה לי חלום לחבר את התחומים כימיה, צילום והוראה. שלושת התחומים קרובים מאד לליבי ולכן בחרתי להמשיך ולעסוק בהם באופן פעיל בחיי היום יום שלי. מחקר זה היה בשבילי הזדמנות נהדרת לחבר בין תחומים שקרובים אלי מאד ולבחון את השפעתם זה על זה. הרעיון עלה מסדנה קצרה שהעברתי בסוף שנה שעברה לתלמידים בה מורים נתבקשו להעביר סדנאות על תחומים שונים מעולמם הפרטי. בסדנה נוכחתי לגלות כי תחום הצילום קרוב ונגיש מאד לעולמם של התלמידים וניתן לחבר אותם לעולמות נוספים דרך עדשת המצלמה. הנגישות לציוד מקצועי, ידע בתחום הצילום ואנשי מקצוע שיכלו ליעץ לי עזרה לי מאד לגבש את מסגרת הפעילות בו נעשה מחקר זה. במהלך סקירת הספרות, קריאת מאמרים וחשיפה

לאתרים נדהמתי לגלות כי חינוך steam, תפס תאוצה אדירה במדינות כמו ארה"ב וחלק ממדינות אירופה. ישנם מסגרות חינוכיות רבות ועמותות המציעות פעילויות שונות ותמיכה למורים המלמדים בשיטה זו. תקציבים גדולים מופנים מטעם ארגונים שונים, כדוגמת סוכנות החלל הבריטית שהעבירה 210,000 פאונד לפעילויות מסוג זה (GOV. U.K, 2017) חיפוש דומה של תכניות חינוכיות בארץ או פרויקטים דומים הניב 0 תוצאות. ניכר כי תחום זה של חינוך steam הינו רק בראשית דרכו. במסגרת עבודה זו ניכר כי השקעה בתחום עשויה לפתוח דלתות רבות עבור תלמידים ולעודד אותם לבחור בתחומי מדע וטכנולוגיה. כולי תקווה שעבודה זו ועבודות נוספות שיעשו בתחום יפתחו פתח להמשך מחקר ופיתוח של פעילויות נוספות בתחום חינוך|steam.

בהתחלה היו לי חששות גדולים מהפרויקט. בעיקר חששתי שלאור נקודת המוצא הנמוכה שלי עם התלמידים הם לא ישתפו פעולה ולא יהיו תוצרים. בשלב סדנת הצילום המעשית הבנתי כי התלמידים מאד מתחברים לתחום הצילום האומנותי וראיתי שכל התלמידים שותפים בצילום. כאשר ראיתי את הניצוץ והאור בעיניים הבנתי שהפרויקט יצליח. היו קבוצות שהיו צריכות קצת יותר דרבון ודחיפה אבל האווירה הכללית הייתה אוירה של עשייה, כיף ולמידה. במהלך הפרויקט היו משפטים שנאמרו שמאד חיזקו אותי כמו "סוף סוף משהו מעניין", "לא האמנתי שכימיה זה לא מקצוע כ"כ משעמם". גם הנכונות והמוטיבציה של תלמידים לקבוע איתי זמנים לצילום, זמנים לביצוע הניסוי עם הלבורנטית הוכיחו כי התלמידים מחויבים לתהליך. הייתה קבוצה אחת שנשארה אחרי הלימודים (תלמידים פספסו הסעות וקבעו עם ההורים שיבואו לאסוף אותם) כדי לצלם פעם נוספת ולחשוב על רעיון אחר לתצלום. התרגשתי במיוחד מזוג תלמידות חלשות לימודית שעלו לתחרות. הן התאמנו במשך מספר ימים על המצגת ויצאו עם "דמעות בעיניים" מרוגשות ומרוצות לאחר שהעבירו את הפעילות במושב שלהן בתחרות. ניכר היה שהן מאד גאות בעצמן על התהליך שעברו ועל הכלים שרכשו בעמידה מול קהל. מההתערבות למדתי המון על עצמי ועל התלמידים שלי. הבנתי מהו הכח הרב שטמון בהוראה, התאהבתי שוב בכוחו של המדע לחבר עולמות ולפתוח פתח לחשיבה יצירתית. הייתי גאה בתלמידים שלי שעברו דרך ארוכה וסיימו את השנה במקום אחר לגמרי. הרגשתי כי המוטיבציה שהפעילות עוררה בהם בנוגע לכימיה ומדע, שינוי התפיסה לגבי תפקידיו של המדען עוררה בהם סקרנות ועניין.

תודה מיוחדת לדוחא וותד, מורה עמיתה לכימיה שפיתחה איתי את המחווון במסגרת קורס "הערכה ומדידה"

פרופ' רון בלונדר – על ליווי צמוד ותמיכה לאורך כל הדרך
אורית וינשטוק, מורה ומדריכה שעזרה לי להוציא את הפרויקט לפועל בצרעה
דר' חיים מויאל, שהעביר בכיתתי סדנת צילום והעשיר את המצגת בתצלומיו המרהיבים
פרופ' ניר גוב על הרצאתו "לך אל הנמלה עצל"
חברת "פוטוגני חיים בוכריס" על ציוד הצילום

- Anastassios, E., & Athina, K. (2017). Greek primary school students' images of scientists and their. *Science & Technological Education*, 69-85.
- Bennett, j., & Lubben, F. (2007). Context-based chemistry: the Salters approach. *International Journal of Science education*.
- Blonder, R., & Dinor, M. (2011). *Journal of Nano education*, 51–61.
- Bybee, R. W. (2010). What is stem education? *SCIENCE*, vol. 329 pp.996.
- Chi, M. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The journal of the Learning Science*,6(3), 271-315.
- Daugherty, M. (2013). The prospect of an "A" in stem education. *journal of stem education*, vol 14, no 2.
- EducationCloset. (2018). *WHAT IS STEAM*. Retrieved from <https://educationcloset.com/steam/what-is-steam/>
- Eilks, I., & Hofstein, A. (2013). *Teaching Chemistry – A Studybook*. Sense Publishers.
- GOV. U.K. (2017). *New funding for exciting STEM education projects*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/news/new-funding-for-exciting-stem-education-projects>
- July, M. (2013). artists and scientists more alike than different. *scientific American*.
- Laster , P. (2006). *Syntactic Theory of Visual Communication*.
- Lichtenberg, woock, & wright. (2008). *are educators and executives aligned on the creative readiness of the u.s workforce?* the conference board.
- Maeda, J. (2013). stem + art = steam. *The steam jornal*, vol.1 article 34.
- Maehr, M. (1976). Continuing motivation: An analysis of a seldom considered educational outcome. *Review of Educational Research*, vol 46, No.3 pp 443-462.
- Marilee Long, J. S. (2010). Portrayals of male and female scientists in television programs popular among middle school-age children. *Science Communication*, vol 32, issue 3.
- Mayer, R. (2005). *Introduction to multimedia learning*. Cambridge handbook of multimedia learning. Cambridge University Press.
- McGrath, M., & Brown, J. (2005). Visual learning for science and engineering. *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 25 56-63.

- Mead, M., & Metraux, R. (1957). Image of the Scientist among High-School Students. *Science*, 384-390.
- Oner, A. T., Nite, S., & Caparo, R. (2016). from stem to steam: students' beliefs about the use of their creativity. *The Steam Journal*, vol.2 article 6.
- Pilecki, & SOUSA, D. (2013). *From stem to steam*.
- root-bernstein, t. (2011, october 18). *art of science learning*. Retrieved from http://scienceblogs.com/art_of_science_learning/2011/04/the_art_of_scientific_and_tech_1.ph
- Schunk, D., Pintrich, P., & Meece, J. (2008). *Motivation in education: theory, research and application*. ohio: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Shwartz, Y., & Kasner, M. (2014). Enaancing student's motivation to learn chemistry. *journal of education*, 100-123.
- Stem org. (2018). *Stem/Steam- Today's STEM learners are the tomorrow's leaders*. Retrieved from <https://www.stem.org/about/stem-steam.html>
- Vedder-Weiss, D. (2011). Adolescents' declining motivation to learn science: Inevitable or not?. *Journal of research in science teaching*, 199-216.
- Yager, R. &. (1986). Perception of four age group towrds science classes' teachers, and a value of scirnce. *science education*, 360.
- ע, אבני., & א, רותם. (2016). למידה בעין העדשה המכוונת.
- ח, ברק שטיין. (2013). פסיכולוגיה עברית. Retrieved from , לחזק את הרצון, להשיג מטרות
<http://www.hebpsy.net/community.asp?id=93&cat=article&articleid=2506>
- כימיה ותעשייה: גש לנו כימיה- תחרויות. (2018). מכון ויצמן למדע
<https://learnchem.weizmann.ac.il/MenuArticleList/41>
- מבוא לכימיה תוכנית לימודים. (2018). אגף מדעים כימיה. משרד החינוך
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/ThochniyotLimudimChadasha/mavo.htm
- משרד_החינוך. (8/2014). ישראל עולה כיתה.

אבני, ע', & רותם, א'. (2016). למידה בעין העדשה המכוונת.

ברק שטיין, ח'. (2013). פסיכולוגיה עברית. אוחזר מתוך מוטיבציה - לחזק את הרצון, להשיג מטרות:

articleid=250&cat=article&http://www.hebpsy.net/community.asp?id=93

6

מכון ויצמן למדע. (2018). *יש לנו כימיה- תחרויות*. אוחזר מתוך כימיה ותעשייה :

<https://learnchem.weizmann.ac.il/MenuArticleList/41>

משרד החינוך. (2018). *אגף מדעים כימיה*. אוחזר מתוך מבוא לכימיה תוכנית לימודים :

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/ThochniyotLimudimChadasha/mavo.htm

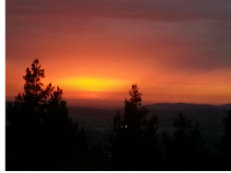
משרד_החינוך. (8/2014). *ישראל עולה כיתה*.

נספחים

נספח 1 – מצגת סדנת הצילום



חלק א' – מושגי יסוד בצילום – האלמנט המרכזי בצילום הוא האור רב המושגים נגזרים ממנו



• חשיפה טובה – היא החשיפה שבה הגוונים שמתקבלים מייצגים נאמנה את בהירות הסצנה המצולמת. שהגוונים הבהירים – יהיו בהירים והכהים – כהים. צריך לדעת לשלוט על החשיפה כדי לקבל את התוצאה הרצויה. בליה כאשר יש מעט אור החשיפה צריכה להיות ארוכה יותר

כיצד ניתן לשלוט על החשיפה?



• צמצם
הצמצם הוא פתח מעגלי בעדשה שמוזק את כמות האור שעוברת דרך המצלמה. הוא בנוי מעלים שכולים לנוע בכך לשנות את קוטרו של הצמצם.
כאשר הצמצם פתוח – עובר יותר אור מפתח הצמצם מסומן באות f והוא מסמל את היחס בין אורך המוקד לקוטר הצמצם. ערך f נמוך – משמעותו מפתח צמצם גדול. הרבה אור נכנס למצלמה. בתנאי ערב כשהתאורה חלשה כדאי לעבוד עם צמצם פתוח.

תריס
התריס הוא סגר מכאני בגוף המצלמה. גם התריס מאפשר ויסות אור. מהירות פתיחתו וסגירתו של התריס קובעת כמה זמן היה החיישן חשוף לאור והוא נמדד בשניות ובחלקיקי שניות.
בלילה צריך להשאיר את התריס פתוח כדי ליצור חשיפה ארוכה. להשתמש בחצובה.



הצילום הדיגיטלי

• הצילום הדיגיטלי, הנפוץ כל כך כיום, הוא רק בן 20 שנה בערך. עד אז השתמשו במצלמות עם סרט צילום (פילם) שקלט את התמונה, ורק אחרי תהליך של פיתוח אפשר היה לצפות בתמונה עצמה. עלויות הצילום כלל את רכישת סרט הצילום (בדרך כלל 36 תמונות) ולאחר גמר השימוש בסרט הייתה הוצאה נוספת על פיתוח במעבדות מיוחדות. לא הייתה אפשרות לצפות בתוצאה עד לפיתוח הסרט. כך שמל תהליכי הייסוד והמחיקה שאנו עושים היום היו בלתי אפשריים אז.

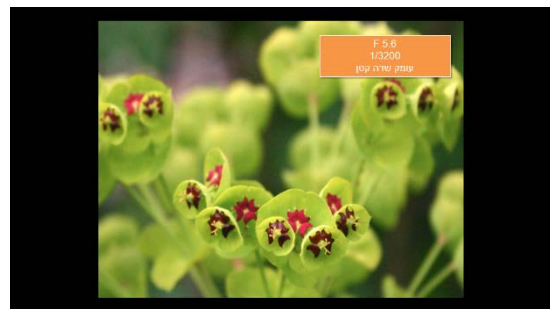
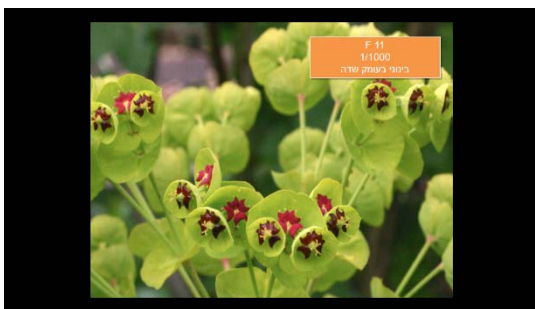


מה משפיע על עומק שדה



- אורך מוקד העדשה
- ערשת רחבת זווית – יותר עמוק
- סלרנטו – עמוק שדה קטן
- המרחק מן האובייקט
- רחוק יותר – יותר עמוק שדה
- קרוב מדי – פחות עמוק שדה
- מידות פתחת הצמצם בעדשה.

צמצם סגור – מספר גדול (לדוגמה 16,22) עמוק שדה גדול
צמצם פתוח – מספר קטן (לדוגמה 2.8) עמוק שדה קטן
צמצם סגור – מספר קטן (לדוגמה 17) עמוק שדה קטן
צמצם פתוח – מספר גדול (לדוגמה 2.8) עמוק שדה גדול



חלק שני – מדרוך שימושי לצילום בפלאפון

טיפים:

1. לא זום דיגיטלי

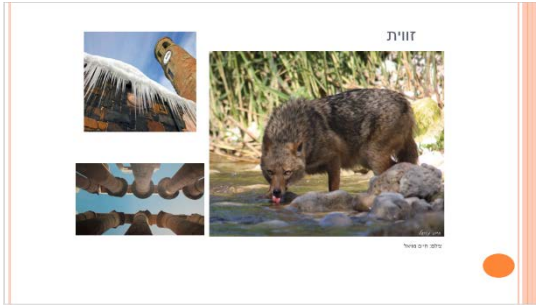
• במצלמה שבטלפון אין זום אופטי והזום הדיגיטלי מבצע מניפולציות על התמונה. כך התוצאה הסופית תתקבל באיכות ירודה. השתמש במקום זאת במצב חיתוך (Crop) התוצאה תהיה באיכות טובה יותר. את החיתוך ניתן לבצע בעריכה שבמצלמה או במחשב עצמו. כך גם נוכל לתכנן טוב יותר איזה חיתוך נדרש.

2. קרוב יותר

• מאחר ובמצלמה יש לנו עדשה קבועה וההמלצה היא לא להשתמש בזום הדיגיטלי, כל שעלינו לעשות הוא להתקרב לנושא. מקרוב תוכל לחשוף פרטים רבים יותר ומכך ליצור תמונה מעניינת יותר. אך אל תגזימו, התקרבו למרחק סביר התקרבות יתר תגרום טשטוש או עיוות. בהן את המיקום שלך רגע לפני הצילום אל תמהר ללחוץ.

מלא את המסגרת- מרבית הפריים





זווית

5. בחירת נקודות פוקוס ותאורה

• לכל סמארטפון מבוסס אנדרואיד, IOS או חלונות 8 לטלפונים, יש מסך מגע וכך, בעזרת לחיצה עם האצבע ניתן לבחור את הנקודה אותה נרצה שתהייה בפוקוס. נקודת הפוקוס, במסך להיותה הנקודה שתהייה החדה ביותר בתמונה, היא גם הנקודה שמקבלת לרוב את העדיפות בעת חישוב כמות האור בתמונה. כלומר, אם נבחר נקודת פוקוס באזור כהה, המצלמה תנסה להבהיר את התמונה. ולהיפך - אם נבחר נקודה בהירה המצלמה תנסה להחשיך את התמונה.

3. צלם בגובה העיניים

• הסתכל לנושא הצילום מגובה העיניים. כך תוכל ללמוד את המבט המיוחד ומכך להעצים את התמונה. נסה אף ליצור קשר עין ומבט מיוחד כך גם הצופה יוכל לחוש את הרגע שיצרת. מבט ישיר יתרום לצופה לחוש את עיני המצלם טוב יותר. מבט מגובה העיניים לא מקטין את המצלם ונותן תחושת גובה נכונה יותר.

4. ניקוי העדשה

בעזרת הבל הפה ומטלית רכה. יכול לשפר פלאים את התמונה

10. ותרו על האינסטגרם:

רבים מעדיפים להשתמש בפילטרים כדי להוסיף ייחודיות לתמונה, בפועל, אתם משתמשים באותו הפילטר שבו משתמשים מיליוני אנשים ופוגעים באיכות התמונה.

העיקר:

השתמשו ביצירתיות שלכם: תמיד חפשו את התמונה המעניינת והמיוחדת ולא את הבנאלית, גם אם זו תמונה פשוטה.

9. חוק השלישים: חוק השלישים הוא

חוק בסיסי בצילום. כאשר מחלקים תמונה לשלושה שלישים אנכיים ושלושה שלישים אופקיים (כלומר, תשעה ריבועים), המושא המצלום צריך להיות ממוקם על אחד הקווים או בסמוך אליו, ולא במרכז התמונה.



7. צלמו במאוזן ולא במאונך:

רבים מצלמים במאונך, כיוון שזו צורת המכשיר, אך שינוי לב שהמסכים מסביבכם (טלוויזיה, מחשב, מסגרות דיגיטליות) הינם מאוזנים, ויצגו תמונות במאוזן בצורה טובה יותר.

8. החזיקו את הסמארטפון ביד

ציבה: החזקה יציבה של המכשיר תשפר את חדות התמונה. במסך, אם אתם מצלמים אדם, עליכם לדאוג שלא יזוז ולא ינוע.

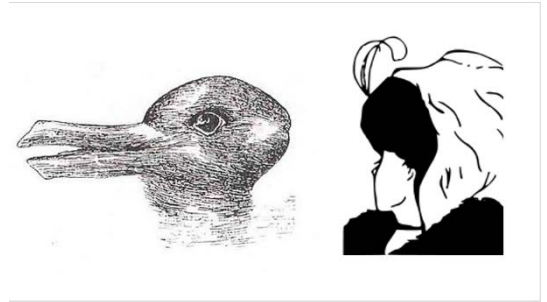
6. אל תצלמו מול השמש



זוויות צילום

חוקים ליצירת קומפוזיציה מעניינת

8. זווית צילום - לא שגרתית מבט נמלה/גובה העיניים/מבט ציפור



דף הנחיה – לפרויקט צילום #יש לנו כימיה#

שמות התלמידים בקבוצה: _____

1. תארו את נושא התצלום (שימו לב! הנושא יכול להיות תהליך כימי, חומר, נושא בכימיה) ✓
מה רואים בתמונה? (פרטו כמה שיותר תצפיות)

✓ האם יש משהו שמשתנה? (התהליך הכימי)

✓ כמה זמן לוקח לתהליך להתרחש?

✓ מתי זה קורה?

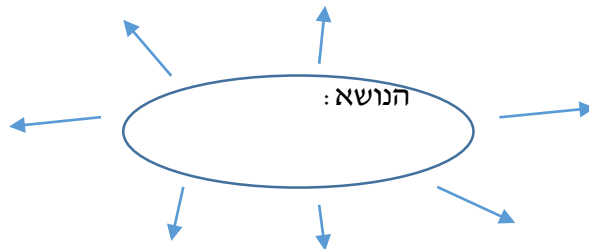
✓ התנאים

2. העיקרון הכימי המוצג בתמונה (לא חובה לנסח בשלב זה)

3. בחרתי את הנושא כי:

4. מה הקשר לחיי היום יום או לתעשייה?

5. מושגים שאני חושב ששייכים לנושא שלי:



6. מה אני כבר יודע על כל מושג שכתבתי?

א. _____

ב. _____

ג. _____

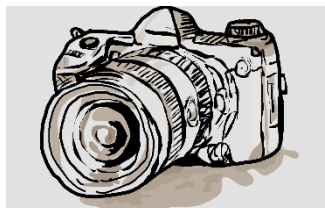
ד. _____

ה. _____

7. מה אני צריך ללמוד או לעשות? כיצד אבצע/אלמד?

8. מה אני צריך מהמורה כדי להתקדם?

9. רשימת ציוד וחומרים (למקרה שמדובר בניסוי)



בהצלחה רבה,
חלי



יש לנו כימיה

כימיה, תעשייה וסביבה בראי החברה והפרט



כנס הגמר בפרויקט לעידוד לימודי הכימיה, תשע"ח

יום שלישי, כ"ג באדר, תשע"ח 13.3.18
אולם הברווז במכון דוידסון לחינוך מדעי
ליד מכון ויצמן למדע, רחובות

חואכים אסור לפרויקט "יש לנו כימיה"



סוד הדיו הנעלם – צילמו: עמית קסוס, הדר סדן ושקד אברהם (כיתה י' תיכון הר טוב- צרעה



יין יאנג ומה שביניהם – צילמו: איתי רשף, מאיה מלמד ומאיה לוי (כיתה י' תיכון הר טוב- צרעה)



שחור עולה – צילמו: רון יוסף ושני לוי (כיתה י' תיכון הר טוב- צרעה)



אנורמליה – צילום: אורין דייך (כיתה י' – מאיר קרית גת)



שן הזמן אותי אוכלת – צילמו: נעה טל, יובל יפה, יעל סלע (כיתה י' תיכון הר טוב- צרעה)

נספח 5 – תקציר הרצאתו של פרופ' ניר גוב

מה יכולה החברה האנושית ללמוד מהנמלה המשוגעת

איך שומרים על איזון מושלם בין קונפורמיזם לאינדיבידואליזם? וכיצד נראה מודל מופתי של מנהיגות? מחקר יוצא דופן גילה כי לנמלה המשוגעת יש תשובות - והן טובות הרבה יותר מאלה של המין האנושי



קשה להסיר את המבט מטבעת הפלסטיק הגדולה שנעה על המשטח הלבן. יותר ממאה נמלים סוחבות אותה במבצע משותף ומרהיב לצפייה. מופע השינוע הזה מלווה בתכונה רבה: הפועלות הסוחבות מתחלפות באחרות תוך כדי תנועה. גם המנהיגות שמנווטות את הקבוצה מתחלפות בתיאום מרשים. כל אחת מהן תוביל מקטע קצר מהדרך עד שיפוג כושר מנהיגותה. זה יקרה בחלוף 10–20 שניות שלאחריהן היא תפרוש ותפנה את מקומה אחר כבוד למנהיגה הבאה בתור. לבסוף, כמו תמיד, המשא הכבד יגיע ליעדו.

הנמלים כבר חיות אתנו מאות מיליוני שנים ומאכלסות את כל חלקי כדור הארץ למעט אנטרקטיקה. בעולם מוכרים כיום כ-15 אלף מינים שלהן, וכ-250 מתוכם נמצאים בישראל. ואולם, היכולת לבצע משימה של סחיבה משותפת שמורה רק לכמה עשרות סוגי נמלים. להן, ולבני האדם. עם אותה קבוצת מינים אקסקלוסיבית נמנית "הנמלה המשוגעת". או בשמה הפורמלי: "האצנית ארוכת המחוש".

גודלה הוא כשלושה מילימטרים והיא אחד ממיני הנמלים הנפוצים בעולם. היכולת של נמלים אלה להתאגד ולשאת יחדיו משאות כבדים ניצבת במרכזו של מחקר חדש של מדענים במכון ויצמן, שהתפרסם השבוע בכתב העת. Nature Communications.

במחקר מנותחת התופעה לעומקה באמצעות שיטות מחקר מתקדמות, המלוות בתמונות ובסרטונים. אבל התובנות העמוקות יותר שעולות ממנו חורגות מן העולם הזואולוגי. הן מעלות שאלות על היחסים הנכונים בין הקולקטיב לפרט, על תכונות של מנהיגות, לצד תהיות בנוגע לקידוש, המוגזם לעתים, של חוכמת ההמונים.



שאלון עמדות Pre

אנא מלא/י את הפרטים הבאים:

שם התלמיד _____

שם בית הספר _____ כיתה _____

בן/בת (סמך/י בעיגול)

לפניך שאלון עמדות. שאלון זה איננו מבחן וכל תשובה שתתן/י היא נכונה. בכותרת מופיע היגד מרכזי,

ללמוד כימיה עבורי זה

משני צדדיו של ההיגד 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, בהקשר של "ללמוד כימיה עבורי זה"...

לדוגמה: הבעת עמדה כלפי לימודי כימיה עבורך...

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

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

ללמוד כימיה עבורי זה

	5	4	3	2	1		
חשוב בשבילי						לא חשוב בשבילי	1
ברור						לא ברור	2
לא מהנה						מהנה	3
משכנע אותי <u>לא</u> ללמוד כימיה בהמשך						מעודד אותי לבחור בכימיה בהמשך לימודי	4
מעניין						משעמם	5
לא קשור ליופיו של העולם						גורם לי להתפעל מיופיו של העולם	6
לא נותן לי הזדמנות להשתתף בפעילויות						נותן לי הזדמנויות להשתתף בפעילות	7
קל להבנה						קשה להבנה	8
לא משהו שאני מדבר עליו מחוץ לבית הספר						מעודד אותי לחלוק את הרעיונות שלי עם חברים ומשפחה	9
מוריד את העניין שלי במדע						מקדם את העניין שלי במדע	10
לא מעודד אותי לשאול שאלות בשעור						מעודד אותי לשאול שאלות בשעור	11
מושך אותי לקרוא ולראות כתבות בנושאים מדעיים בעיתון ובטלוויזיה						גורם לי לדלג על כתבות בנושאים כימיים בעיתון ובטלוויזיה	12
לא שימושי ללימודים שלי						שימושי ללימודים שלי	13
מלמד נושאים שאינם רלוונטים עבורי						מלמד אותי נושאים רלוונטים לי - נושאים שנוגעים לחיי.	14
גם אני משפיע על מהלך השיעור						השיעור נשלט ומנוהל על ידי המורה	15
הלמידה נעשית באותה דרך בכל השיעורים						כולל פעילויות מגוונות המסייעות להבנה	16
לא קשור לחיי בעתיד, כשאגדל						מכין אותי לחיי בעתיד, כשאגדל	17
אני לא מעז לשאול שאלות ולערער על הקיים						אני מרבה לשאול על כל דבר איך הוא עובד ולמה זו הדרך הנכונה	18

19	מרחיב את האופקים שלי						לא משפיע על הרחבת האופקים שלי			
20	לא קשור כלל ליצירה ואומנות						מחבר אותי לצד האומנותי והיצירתי שבי			
21	לא מספק תשובות לשאלות שמעניינות אותי						מספק הזדמנויות לקבל תשובות לשאלות שלי			
22	לחשוב כמו שהמורה מלמד						מוביל אותי לחשוב על רעיונות חדשים מעבר למה שנלמד בכיתה			
23	מעורר רצון להמשיך ללמוד בצורה כזו						הייתי רוצה ללמוד כימיה בצורה אחרת			
24	פשוט מידי						מאתגר			
25	מרהיב כי יש ניסויים צבעוניים שמעוררים בי התפעלות						משאיר אותי אדיש מאיך שהניסוי נראה			
						1	2	3	4	5
26	ניסויים שלא מעוררים בי רצון לצלם ולתעד.						ניסויים שמעוררים בי רצון לצלם ולתעד תופעות יפות			
27	חוסר יצירתיות, להעדיף להשתמש בפתרונות מוכרים ונוחים						לפתח סקרנות, לבדק ולהתנסות בדברים חדשים			

ב. לפניך מספר היגדים העונים לשאלה : **מה כוללת עבודתו של המדען?**
 התייחס להיגדים ודרג מ 1-5 עד כמה ההיגד קשור לעבודת המדען.

1- ההיגד אינו קשור לעבודתו של מדען
 5- ההיגד מאד קשור לעבודתו של מדען

מה כוללת עבודתו של מדען?

5	4	3	2	1		
					פרסום מאמרים בקהילה המדעית	1
					עבודת מעבדה – ניסויים ומחקרים	2
					עבודת חשיבה קוגניטיבית – אנליזה וניתוח נתונים	3
					הנחיית סטודנטים והוראה	4
					חשיפה וחקר של אסתטיקה, סימטריה ויופי שקיימים בטבע	5
					עבודת צוות ושיתוף פעולה עם מדענים אחרים	6
					פיתוח תאוריות חדשות	7
					פרסום והנגשת המחקרים לתקשורת המדע וקהל הרחב	8
					המצאת פטנטים, תגליות וחידושים בתחומי התעשייה, הרפואה והמדע	9
					גיוס כספים	10
					חשיבה יצירתית	11

ג. לפניך 6 ציטוטים של מדענים מפורסמים.

דרג מ 1-5 עד כמה אתה מזדהה עם הציטוט שנאמר

1- לא מזדהה בכלל

5- מזדהה מאד

עד כמה אתה מזדהה עם הציטוט?

5	4	3	2	1		
					"בכל דבר בטבע יש משהו מן המופלא" (אריסטו)	1
					"המיסתורין הוא הדבר היפה ביותר שביכולתנו לחוות. זהו המקור לכל אומנות אמיתית ולכל המדע" (אלברט איינשטיין)	2
					"ההרמוניה בטבע חייבת להסביר את המציאות" (קפלר)	3
					"הטבע הוא יפה, העקרונות שמגדירים יופי עבורנו הם עקרונות טבעיים" (הקל)	4
					"בעוד שאינני מבקש מכם להתעלם מהניסיון של דורות קודמים, אני מייעץ לכם לא ללכת בתלם מוקדם מדי" (פליקס בלוך)	5
					"עובדות כשלעצמן - הן חסרות משמעות! - עד שמקשרים ביניהן עם חוק כללי כלשהו" (לואי אגסי)	6
					"אני שמח אפילו כשתיאוריה אהובה מופרכת - כי גם זו הצלחה מדעית" (ג'ון אקלס)	7
					"העובדות הן כמו אויר למדענים, בלעדיהן לעולם אי אפשר לעוף" (פאולינג)	8

תודה על שיתוף הפעולה!



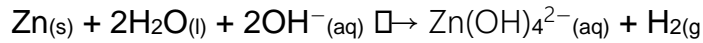
"צבע הכסף"

בתמונה שצילמנו רואים שלושה מטבעות בשלושה צבעים שונים. כדי להגיע לשינוי הצבע של המטבע הכנסנו את המטבע הראשון לתמיסה רותחת של NaOH וגרגירי אבץ, לאחר כמה דקות הוצאנו את המטבע וראינו שהוא שינה את הצבע שלו לכסף, הנחנו אותו על פלטה חמה והמטבע שינה את הצבע שלו לזהב. בסופו של דבר קיבלנו שלושה מטבעות בשלושה צבעים שונים.

האם הנחושת הפכה ל**ליסוד** הזהב או הכסף?

אחרי שקיבלנו מטבעות בשלושה צבעים שונים עלתה השאלה האם המטבע באמת הפך ל**ליסוד** הזהב או ל**ליסוד** הכסף, התלבטנו בשאלה זו מספר דקות ולאחר דיון הבנו שכדי להפוך יסוד אחד ל**ליסוד** אחר עלינו לשנות את מספר הפרוטונים שבגרעין היסוד. רק כך הוא יהפוך ל**ליסוד** אחר. מספר הפרוטונים של הנחושת הוא 29, מספר הפרוטונים של זהב הוא 79 ומספר הפרוטונים של הכסף הוא 47. לאחר מחשבה נוספת הבנו שבתנאי המעבדה שלנו לא ניתן לבצע תגובה שתשנה את גרעין האטום, כדי לשנות את גרעין האטום צריך לבצע תגובה גרעינית בה מפגיזים את אטומי המתכת בחלקיקים מואצים. תהליך הדורש ציוד מתוחכם ואנרגיה רבה.

התגובה בניסוי שביצענו היא:



הבנו שהזהב והכסף הם רק ציפוי בעל צבע הנוצר כתוצאה משינוי כימי, תגובה כימית שנקראת תגובת חמצון חיזור (שבה יש מעבר אלקטרונים) שהתרחשה באופן חיצוני על המטבע. על פני מטבע הנחושת מתבצע התהליך בו יוני הציניקאט מקבלים אלקטרונים מהמתכת אבץ שבכלי ונוצר ציפוי אבץ שנראה כמו כסף. זהו בעצם הציפוי שנוצר על המטבע והוא הציפוי שיצר את הצבע.

כיצד ניתן להפוך את צבע הכסף שקיבלנו לזהב?

בחימום נוצרת סגסוגת של נחושת ואבץ, למתכת קוראים פליז וצבעה צהוב.

לפי דעתנו לאחר שביצענו את הניסוי הבנו יותר לעומק את המהלך הכימי שביצענו. הניסוי מתקשר לחיי היום יום בכך שהבנו מה המשמעות של תגובה כימית. הבנו כי בתגובה כימית במעבדת כיתה רגילה לא ניתן לשנות את גרעין האטום ומצאנו דרך להכין ציפויים פופולאריים כמו זהב וכסף בעלות נמוכה יותר.

כך ניתן לצבוע תכשיטים וכלי נוי בציפויים מרהיבים.

מקורות מידע

מצגת של פרויקט "תמי" באדיבות דבורה קצביץ'

נספח 8- מחוון עבודת סיכום "צילום תופעה כימית"

טבלה מסכמת של ציון העבודה הסופית ע"פ המחווון (נספחים 9-11) מצורפות העבודות הנ"ל

רמת ביצוע נמוכה "מה הלחץ" (נספח 11)	עבודה טובה "יין יאנג ומה שביניהם" (נספח 10)	עבודה מצטיינת "שן הזמן אותי אוכלת" (נספח 9)	קריטריונים להערכה	
7	6	10	כותרת	נושא התצלום והאיכות האומנותית
כותרת מעוררת עניין ומשקפת את הנושא	כותרת מעוררת עניין אך אינה משקפת את הנושא	כותרת מעוררת עניין ומשקפת את הנושא	איכות הצילום ומקוריות א. חד וברור – תמונה מפקסת ב. תמונה מאורת ג. התמונה מעל 2 MB ד. רקע קשור למסר שהתמונה מעבירה ה. אסתטי ונעים לעין ו. לא נעשה שימוש בפוטושופ	
10	10	10	קומפוזיציה	
			מיקומו של הנושא המרכזי ביחס למרכיבי הרקע (מרכיבי הרקע מוסיפים לאיכות הצילום, תורמים לסיפור המשתקף ממנו ולא פוגעים בצילום) הצילום אסתטי ונעים לעין, מעורר תגובה של הצופה	
3	6	10	נימוקים והסברים לבחירת הנושא	נימוקים והסברים לבחירת הנושא
אין התייחסות מדוע נבחר הנושא	התלמיד מציין מדוע בחר בנושא. אין פרוט או הרחבה לגבי	התלמיד נימק, פירט והסביר את בחירת הנושא	התלמיד מנמק את בחירת נושא התצלום ומתייחס להתלבטויות שונות שעלו	

	התלבטויות שעלו במהלך הפרויקט		בבחירת הנושא ובתהליך הצילום והכתיבה. נכתב בגוף העבודה או שנאמר בע"פ בעת הצגת המצגת	
6	10 הוסברו 5 מושגים	10 הוסברו 5 מושגים	שימוש במושגים מדעים הסבר 5 מושגים מדעיים המסבירים את התופעה. הסבר הקשר המדעי לתצלום	איכות ההסבר המדעי
3	10 הוסברו 5 מושגים	10 הוסברו 5 מושגים	בהירות ודיוק מדעי 5 מושגים מוסברים בבהירות ובדיוק מדעי, הכתיבה מקורית ואינה מועתקת ממקור המידע	
6	6 כתיבה ע"פ כללים.	8 מקורות המידע אינם מפורטים מספיק	כתיבה לפי כללים (בין עמוד לשני עמודים 4, A, גופן אריאל גודל 11, רווח שורה וחצי) כתיבה בעברית תקינה, מוצגת רשימת ביבליוגרפיה	
3	10 הוסברו 5 מושגים	10 הוסברו 5 מושגים	רלוונטיות לחיי היום יום ולעשייה מוצגת הרלוונטיות של הנושא ליישומי הכימיה בחיי היומיום ו/או לתעשייה ו/או מודגשות דילמות ערכיות באופן מעמיק ומקיף התלמיד	

להקשרים מדויקים יותר			יודע לעשות הקשרים נכונים בין התופעה המדעית לחיי היום יום	
5 הקבוצה חילקה את העבודה אך לא היה קשר וחיבור בין חברי הקבוצה	10 כל חברי הקבוצה שיתפו פעולה בכל חלקי העבודה העלו מצגת לכיתה המסבירה את הפרויקט בבהירות	10 כל חברי הקבוצה שיתפו פעולה בכל חלקי העבודה העלו מצגת לכיתה המסבירה את הפרויקט בבהירות	שיתוף פעולה בין חברי הקבוצה	עבודת צוות והצגת הפרויקט לכיתה
10 כל חלקי המשימה הוגשו בזמן	6 חלק מהעבודות הוגשו בזמן	10 כל חלקי המשימה הוגשו בזמן	הגשה בזמן כל חלקי הפרויקט הוגשו ע"פ לוח הזמנים: א. הצעה לרעיון ב. הגשת תצלום ג. הגשת דף הסבר למשוב ד. הגשת תוצר לתחרות מצגת לכיתה	הגשה בזמן
63 לא עלה לגמר	84 התמונה עלתה לגמר תחרות "יש לנו כימיה"	98 התמונה עלתה לגמר תחרות "יש לנו כימיה"		ציון סופי

"שן הזמן אותי אוכלת"



הסבר על התמונה:

בחרנו להתמקד בגלגלי שיניים משום שהם ממחישים לנו בצורה מובהקת את הניגוד שבין גלגלי השיניים שמניעים את התעשייה לבין החלודה שפוגעת בתפקוד שלהם וקוטעת את עבודת המפעל. מצאנו את שם התמונה מהשיר של גידי גוב "עדיין מחכה לך", השם מצא חן בעינינו משום שהוא מתחכם. החלודה "אוכלת" את המתכת ואין דרך להיפטר ממנה לחלוטין.

מהי קורוזיה?

קורוזיה היא תהליך כימי שבו מגיבה מתכת בתהליך שנקרא חמצון חיזור (מעבר של אלקטרונים בתגובה כימית) הנובע מחשיפה לסביבה - מגע בחומר אחר (חמצן, למשל) סביבה חומצית או בסיסית במיוחד. במקום שבו מתרחשת קורוזיה נוצרת תרכובת של המתכת - תחמוצת או מלחים. מכיוון שתרכובת זו חלשה ונקבובית בדרך כלל, היא מתפוררת עד מהרה וגורמת להרס המתכת. נזקי הקורוזיה מהווים שיקול חשוב מאוד בתכנון מבנים מתכתיים ובתעשיות מתכת שונות, דוגמת תעשיית התעופה, תעשיית הרכב, כורים גרעיניים, מבנים, מכלים וצינורות.



קיימים שני סוגים של תהליך הקורוזיה, מהם?

סוג א של הקורוזיה: הסוג ההרסני.

כאשר החומר שנוצר בתגובה של המתכת עם החמצן, אינו בנוי בצורה דומה לשטח הפנים של המתכת, לכן הוא לא נדבק אליה בצורה טובה מה שיוצר התפוררות של המתכת.

התגובה נמשכת ככל שהחומר ממשיך להיחשף לסביבה ובסופו של דבר מביא להרס של המתכת.

סוג ב של הקורוזיה: הגנה.

כאשר החומר שנוצר בתגובה של מתכת עם חמצן בעל מבנה גבישי שונה אך מתאים לשטח הפנים של המתכת. לכן החומר נדבק היטב למתכת מה שמביא להגנה עליה מפני המשך של תהליך הקורוזיה, ולא גורם להתפוררות. למשל- פסל החירות עשוי מנחושת, שעוברת תהליך של קורוזיה. נוצר חומר שנקרא פטינה(חומר בצבע טורקיז) שנדבק ומגן על המתכת.

איך מגנים מפני קורוזיה?

ישנן שתי אופציות להגנה מפני קורוזיה. האופציה הראשונה היא ציפוי במתכת אחרת, העמידה לגורמי הקורוזיה או צבע עמיד יותר לקורוזיה, ציפוי בחומר שמנוני למניעת מגע של המתכת עם מים, או יצירת מגע עם מתכת אחרת בעלת פוטנציאל חיזור גבוה יותר, אשר משותכת במקום המתכת המוגנת (הגנה קתודית). לדוגמא- כדי למנוע את תהליך הקורוזיה בברזל ניתן לצפות אותו באבץ בכדי להגן עליו (ברזל מגולוון).

במתכות מסוימות, שכבת הקורוזיה הנוצרת היא דומה במבנה שלה למתכת המקורית, ולכן היא אוטמת את המתכת ובכך מפרידה אותה מסביבתה ומונעת את המשך הקורוזיה. האופציה השנייה היא לטפל בסביבה, לדאוג שיהיה פחות לחות וחמצן באזור המתכת כדי שהיא לא תעבור את תהליך הקורוזיה.

היכן תופעה זו פוגשת אותנו בחיי היום-יום ובתעשייה?

גלגלי שיניים באופניים עוברים את תהליך הקורוזיה ובכך נוצרת בעיה בלפדל והאופניים יוצאות משימוש אלא אם משמנים אותן.

בתעשייה- לדוגמא במפעלים המייצרים מזון לרוב משתמשים במכונות, כלים וסירים ממתכת ובגלל שבחלק מן המתכות יכולה להיווצר חלודה המפעל צריך לבדוק בקפידה אילו מתכות הוא משתמש כדי למנוע כמה שאפשר מפגש בין הקורוזיה למוצרי המזון.

כמו כן יש להימנע מכך בכלי אוכל ביתיים כגון סירים, מחבתות, סכום וכו'.

סיכום

בחרנו להתמקד בנושא חלודה מפני שאנחנו נתקלים בתופעה הזאת בחיי היום יום שלנו, ובמקרים רבים החלודה "עוצרת" אותנו או מעכבת אותנו.

למדנו דברים חדשים רבים מהעבודה. למשל לא ידענו לפני שפסל החירות בצבע הטורקיז מפני שעבר את תהליך הקורוזיה והיא בעצם מגנה על הפסל.

בהתחלה חששנו לבחור בנושא זה מכיוון שהוא נראה לנו מסובך ולא התחברנו אליו.

אך במהלך עשיית העבודה גילינו עניין רב וחיבור לחיי היומיום שלנו בתחומים רבים.

ראינו זאת כשנדרשנו לצלם את התמונה, מפני שנתקלנו בהמון חפצים חלודים והיו לנו מספר רב של אופציות לתמונה.

נהנינו ליצור את העבודה וזה העשיר את הידע הכללי שלנו.

מקורות מידע

ויקיפדיה

מצגת נחשון כימיה

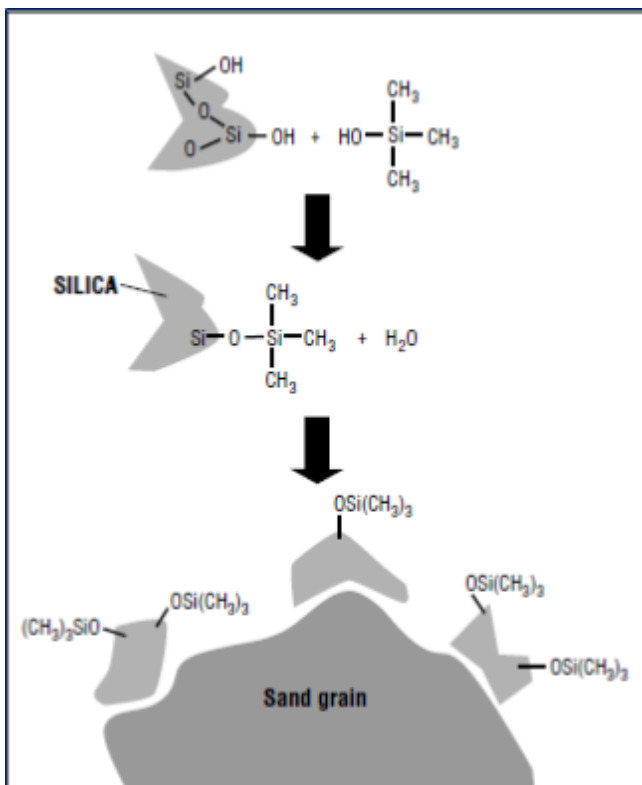
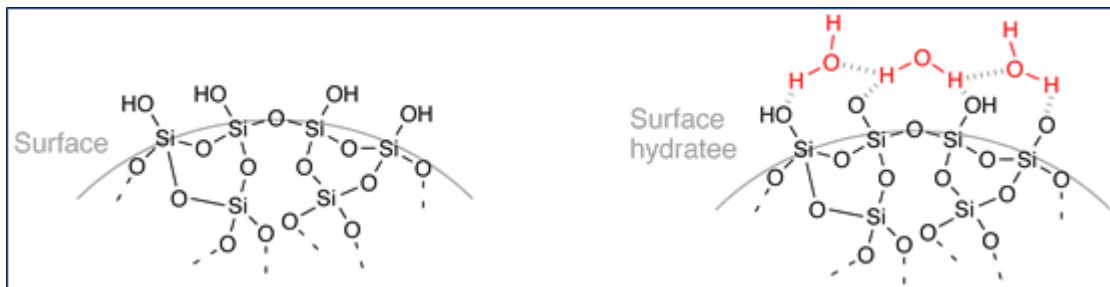
נספח 10 – דוגמא לעבודה ברמת ביצוע טובה

יין יאנג ומה שביניהם



בתמונה ניתן לראות צלחת פטרי מונחת על מצע של חול ים שבתוכה יש חול הידרופובי וחול ים רגיל המעוצבים בצורת יין ויאנג. יין ויאנג הוא סמל ידוע מהתרבות המזרח אסייתית, המתאר את שני הכוחות המנוגדים הקדמונים אך משלימים המצויים בכל הדברים ביקום. את החלק ה"שחור" מילאנו עם חול הידרופובי ואת החלק ה"לבן" עם חול ים רגיל וכך המחשנו את הניגוד בין סוגי החול, בצד התמונה ניתן לראות צדפים אשר הונחו למטרת קישוט.

כאשר חול ים רגיל בא במגע עם מים החלק של החול המכיל מימן-חמצן (HO) יוצר קשר מימן עם אטום החמצן במולקולת המים. קשר מימן הוא קשר הנוצר בין אטום מימן חשוף מאלקטרונים לאטום אחר בעל מטען אלקטרושלילי מאוד על מולקולה אחרת, הקוטביות ביניהם מושכת אותם אחד לשני. לחול יש את קבוצת ה OH המסוגלת ליצור קשרי מימן. ולמים יש גם אטומי מימן ואטומי חמצן המסוגלים ליצור קשרי מימן לכן הקשר שנוצר בין המולקולות הוא חזק מסוג - קשרי מימן.



בחול הידרופובי ציפו את קצוות החול עם טרי-מתיל-סילאן שהוא חומר הידרופובי ע"י יצירת קשר קוולנטי איתו. ביצירת קשר זה הוסר המימן החשוף שהיה על החול כך שהמשטח אינו בעל מימן חשוף כלל, כך מנעו את קשרי המימן שיכלו להיווצר עם המים. המים עדיין יכולים ליצור קשרי מימן. אך החול ההידרופובי המטופל אינו מסוגל.

כיום, חול הידרופובי משמש באופן נרחב בתעשייה ובחיי היום יום. אחד מהשימושים העיקריים בחול הידרופובי הוא ניקוי שמן בים. השמן באופן טבעי צף על פני המים ומזהם את הסביבה. כדי לנקות אותו מפזרים חול הידרופובי שגם צף על המים. במגע עם השמן, החול והשמן נקשרים ושוקעים ביחד לקרקעית.

שימוש נוסף בחול הידרופובי הוא כאשר בונים מבנים בעלי משטח בטון, שמים מתחת למשטח שכבת חול הידרופובי כדי למנוע חלחול של המים ויצירת סדקים במשטח.



מה הלחץ?

בתמונה רואים התפרצות של משקה קולה אחרי שהכנסנו לבקבוק סוכריות מנטוס בטעם מנטה.

התפרצות המשקה בבת אחת נגרמת בגלל לחץ הגז בבקבוק.

לחץ- לחץ הוא הכוח שיוצרות התנגשויות של מספר רב של מולקולות החומר על דפנות הכלי שבו הוא מוכל.

גז- גז הוא מצב צבירה של החומר, בו המולקולות רחוקות אחת מהשנייה, אין ביניהן משיכה והן נעות בחופשיות בהתאם לצורת הכלי בו נמצאים. גז, בדומה לנוזל, מסוגל לזרום. בניגוד לנוזל, לגז אין נפח קבוע, והוא נוטה להתפשט כדי למלא את כל הנפח שהוקצב לו.

מה גרם להעלאת הלחץ בבקבוק?

מה שבאמת מתרחש בקולה בהשפעת המנטוס הוא שחרור מהיר של הפחמן הדו-חמצני מתוך הנוזל התוסס. השחרור המהיר גורם לנוזל להתפרץ לגובה מרשים שיכול להגיע עד לשבעה מטרים. לאחר התהליך אנו נשארים עם קולה רגילה, אבל בלי גזים.

מנטוס- סוכריה מאוד מחוספסת. החספוס הרב יוצר שטח פנים גדול. מכיוון שכך, המנטוס ספח אליו חלקיקי גז רבים שיוצרים יחס גבוה מאוד של שטח לעומת נפח ולכן הסוכריות משמשות מצע מעולה לגדילה מהירה של בועות פחמן דו-חמצני.

הסוכריות דחוסות וכבדות יחסית ולכן שוקעות מהר בנוזל שאינו צפוף במיוחד (קולה). השקיעה המהירה של הסוכריות מביאה לידי כך שהן באות במגע עם כמות גדולה יחסית של נוזל בתוך זמן קצר.

כך נוצר לחץ גדול בחלק העליון של הבקבוק !

מעניין להרהר האם תופעה כזו עלולה לקרות גם בגופנו? האם צריך להוסיף אזהרה גדולה על סוכריות המנטוס "אסור לשתות קולה אחרי אכילת מנטוס"?
אני באופן אישי חושבת שאסור לאכול סוכריות מנטוס ולשתות ביחד איתן קולה. התגובה המהירה יכולה לגרום לנוזל לצאת דרך האף במקרה הטוב, ובמקרה הרע אף לגרום חנק.
יתכן שבגופנו אין סכנה כי בניגוד לפיית הבקבוק הצרה, בגוף אין צווארי בקבוק קטנים כל כך. מכיוון שמדובר בניסוי בבני אדם – אני חושבת שכדאי להימנע מכך.

