

כימיה, מה עושים עם זה?

מסע בין כימאים – הדור הבא

אליה ישי ספרנצ'יק¹, איריס שנער², ד"ר דבורה מרצ'ק³, ד"ר דורית טייטלבוים⁴

הסרטונים עוזרים לשלב את הכימיה בהקשר של חיי המדענים

עצמם. הם פותחים צוהר אל סביבת העבודה של כימאים ומהנדסי כימיה, לרבות שגרת היום-יום ותחומי העשייה שלהם, וחושפים את ההיבטים המעניינים של המקצוע. הסיפורים מהשטח מדגישים את הצדדים האישיים והמרתקים של אנשי מקצוע, ואת נקודת המבט שלעיתים קרובות אינה נגישה לתלמידים. הם מדגימים את הדרך שבה תחום הכימיה מאפשר למדענים לחוות חיים יצירתיים, דינמיים ומעניינים. בנוסף, הסיפורים מדגישים את הפוטנציאל לעבודה בין-תחומית ומציגים את הכימיה כמקצוע מרכזי במחקרים פורצי דרך בארץ ובעולם, ואת תפקידם המרכזי של כימאים בתחומי מחקר שונים, החל מחקלאות בכדור הארץ ועד לחקר החלל.

הסרטונים עוזרים לקשר את תוכני המחקר הכימי לתוכנית הלימודים:

חומרי ההוראה המפותחים במקביל לכל סרטון, וזמינים בעברית ובערבית, מקשרים בין נושא הסרטון לבין תוכנית הלימודים בכימיה. חומרי ההוראה אלה מקשרים במפורש את תוכן הסרטון למושגים הנלמדים בתוכנית הלימודים הסטנדרטית, כגון נוסחאות מבנה, סדרי גודל של חלקיקים, הידרופוביות והידרופיליות, pH, תרכובות יוניות, תגובות חמצון-חיזור, פולימרים, מבנה החומר, קישור כימי, חומרים מולקולריים ועוד.

הסרטונים מסייעים בקידום למידה פעילה ומבוססת חקר:

חומרי ההוראה הנלווים מציעים משימות מחקר, ניסויים, דיונים ופעילויות נוספות, המעודדות חשיבה ביקורתית ולמידה פעילה ומבוססת חקר בכיתת הכימיה. נוסף על כך, חלק מהפעילויות מדמות את עבודת המדען ב"עולם האמיתי", למשל עבודה בתחנת חלל לניתוח גרגולית ירחי ודיון בהשלכות האתיות של השימוש בבינה מלאכותית.

למורים מספק הפרויקט משאבים להעשיר את התלמידים בדוגמאות, לחשוף אותם לכימיה "בעולם הגדול", לגוון את שיטות ההוראה, להנגיש לתלמידים את הכימיה המודרנית בישראל, לקשר ידע תיאורטי ליישומים מעשיים ולקיים דיונים באפשרויות המקצועיות, הכלכליות והאישיות הטמונות בלימודי כימיה.

הסרטונים עצמם פונים ישירות לתלמידים, בנרטיב עלילתי מרתק

פרויקט "מסע בין כימאים – הדור הבא" הוא יוזמה חדשנית שפותחה במאמץ משותף של משרד החינוך והמרכז הארצי למורי הכימיה. הפרויקט נולד ביוזמתה של ד"ר דורית טייטלבוים, המפקחת על הוראת הכימיה בחטיבה העליונה מטעם משרד החינוך. הפרויקט קרם עור וגידים בשיתוף פעולה עם המורות המובילות, אליה ישי ספרנצ'יק, איריס שנער וד"ר דבורה מרצ'ק, ראש המרכז הארצי. המטרה העיקרית של הפרויקט היא להצית בתלמידים את האהבה לכימיה, ולהדגים את הרלוונטיות שלה לחיי היומיום של האנושות, לתעשייה, לרפואה, ולעולם ההייטק בכימיה. כמו כן, היוזמה שואפת להעשיר את ארגו הכלים העומד לרשות מורים לכימיה, כך שיוכלו לחשוף בפני תלמידיהם את עולם הכימיה העכשווי בישראל. בנוסף, הסרטונים ודפי העבודה הנלווים ממחישים לתלמידים ולמורים את מגמות העתיד בכימיה בישראל ואת שלל אפשרויות הקריירה בתחום.

הסרטונים מציגים יישומים אמיתיים של כימיה בסביבה הישראלית.

הפרויקט כולל סדרה של סרטונים מרתקים המצולמים באיכות קולנועית, ומציגים כימאים ומהנדסי כימיה הפועלים בחזית המחקר האקדמי ובחברות הזנק (סטארט-אפ). הסרטונים עוסקים בנושאים מגוונים ומודרניים, ובהם: פיתוח [סופר סוללות](#), יישומי כימיה ביצירת [בדים חכמים](#), [כימיה בחלל](#) – בדגש על ייצור חמצן ומתכות מגרגולית⁵ הירח (lunar regolith), [שימוש בבינה מלאכותית ברפואה אנטי-סרטנית](#) מותאמת אישית ויישומים כימיים בחקלאות חכמה (בפיתוח). בעזרת הסרטונים המורים יכולים להציג תוכן עדכני על תחום הכימיה בישראל ובכך מסייעים לתלמידיהם לגבש תמונה מדויקת יותר של תפקיד הכימיה בתעשיות מודרניות שונות ושל האחריות היומיומית של העוסקים בתחום. על ידי הצגת הכימיה בהקשרים עכשוויים, הסרטונים הופכים מושגים תיאורטיים הנלמדים בכיתת הכימיה לרלוונטיים, ומדגימים את משמעותם המעשית בפתרון בעיות בעולם האמיתי. הפרויקט מסייע להבהיר את היישומים המגוונים של הכימיה וכיצד היא משפיעה על הפרט, הסביבה והחברה באמצעות מחקר מדעי יצירתי.

1 רכזת כימיה בבית הספר "בית חינוך ירקון".

2 מורה ורכזת כימיה בתיכון חדרה, דוקטורנטית במחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

3 מנהלת המרכז הארצי למורי הכימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

4 מפמ"ר כימיה, אגף א' מדעים, המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך.

5 שכבת העפר העליונה, אבקתית ו/או גרגירית, הנוצרת מבליה על פני כוכב לכת או על פני הירח. זוהי שכבה הטרונגית המכסה את המשטחים הסלעיים השבייים של הגוף השמימי.

חומרי לימוד חדשניים ומגוונים המחברים את התכנים בסרטונים לתוכנית הלימודים בכימיה בחטיבה העליונה. החומרים מציעים פעילויות שונות לקידום למידה פעילה ומבוססת חקר, ובהן, למשל, משימות מחקר, ניסויים ודיונים. הפעילויות מכוונות לצפייה פעילה, מעודדות את התלמידים ליישם מושגים ולהפעיל חשיבה ביקורתית על האתגרים והפתרונות המוצגים. לדוגמה, בסרטון "כימיה ובינה מלאכותית" התלמידים דנים בסיכוני הבינה המלאכותית ובשאלה אם היא יכולה להחליף כימאים. בסרטון "בדים חכמים" התלמידים מתבקשים לעצב מוצר משלהם על בסיס עקרונות הטקסטיל החכם. בפעילות הנלווית לסרטון "כימיה על הירח" התלמידים מתבקשים לדמות עבודה בתחנת חלל לניתוח רגולית ירח. כל הסרטונים וחומרי ההוראה שפותחו בהתאמה מתלכדים למארג חינוכי מגובש. כל החומרים זמינים [באתר המרכז למורי הכימיה ובאתר מפמ"ר כימיה](#).

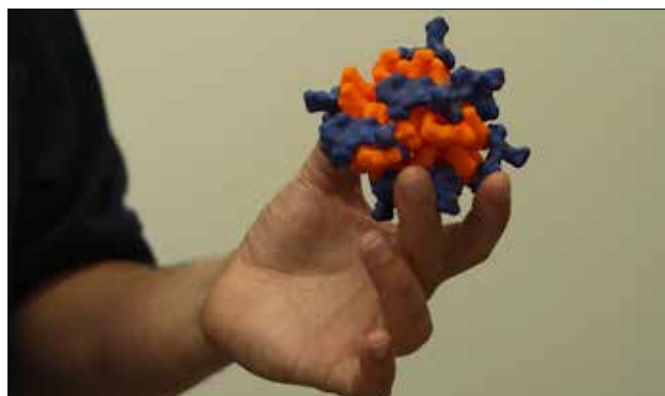
לסיכום, סרטון "נולד" מהכרת יישום חדשני בתחום הכימיה, פיתוח נרטיב מרתק ומסקרן שימסגר את הצילומים, תיעוד אנשי מקצוע אמיתיים בסביבת עבודתם, עריכת חומרי הגלם לכדי סרטון קוהרנטי וברור, ולבסוף, הפקה קפדנית של חומרי הוראה המקשרים את תוכן הסרטון לתוכנית הלימודים בכימיה בחטיבה העליונה, באופן המעודד למידה פעילה ודיון בכיתה. כל התהליך הוא מאמץ משותף של מורות לכימיה, במאי מוכשר ויצירתי ומפמ"ר הכימיה.

בעיני הבמאי

אלון נוימן הוא במאי קולנוע, תסריטאי ומפיק בעל קרוב לעשרים שנות ניסיון בתעשייה, לרבות יצירת סרטים זוכי פרסים. מעבר לקריירה הקולנועית שלו, הוא מלמד קולנוע בבתי ספר, מהיסודי ועד התיכון.

מעורבותו בפרויקט נולדה מחיבור אישי לכימיה. כנער השתתף בתוכנית המדעית לנוער של מכון ויצמן, בעקבות מורה למדעים שזיהה את הפוטנציאל שבו והמליץ על התוכנית. שם "התאהב בכימיה", כאשר גילה מקצוע מיוחד ששינה מן היסוד את השקפתו. הוא הבין כיצד העולם בנוי מאטומים ומולקולות וכיצד אפשר "לתמרן ולשנות את המציאות" על ידי סינתזה של מולקולות חדשות, לדבריו סינתזה של מולקולות חדשות מקבילה ל"בישול במטבח". כאשר פנינו אליו לבימוי הסרטונים בפרויקט, חווה פלאשבק לתקופת נעוריו, והבין מייד את הצורך בגירוי חזותי, שידליק תלמידים צעירים ויעודד אותם להתעניין בכימיה בתיכון. נוימן מאמין מאוד בחשיבות לימודי הכימיה בתיכון עבור קשת רחבה של תלמידים.

מתוך "עין הבמאי" שלו, גיבש אלון נוימן חזון ייחודי כיצד לעשות את הסרטונים מושכים עבור קהל היעד. בעיניו, גישה תיעודית טהורה, המציגה כימאים אמיתיים ומדע אמיתי, עלולה להיות מאתגרת מדי ובלתי נגישה לתלמידים צעירים. הוא האמין שנחוץ נרטיב חווייתי יותר. בסרטונים נוימן מבקש ללכוד את אופייה הדינמי של עבודת



תמונה 1: מודל של ננו-חלקיקים מתוך הסרטון "שימוש בבינה מלאכותית ברפואה אנטי סרטנית"

המדבר בשפתם. כל סרטון משלב סיפור מסגרת הכולל דמויות כמו מורה, תלמידים ומכשיר דמיוני המאפשר קפיצה ממקום למקום ומפגש עם כימאים אמיתיים. כך הופכים רעיונות מדעיים מורכבים לנגישים ומובנים יותר, במיוחד לתלמידים הצעירים. השילוב בין מדע אמיתי לבין נרטיב בדיוני ודמויות מעוררות הזדהות יוצר חוויית צפייה מהנה, קלילה ומדליקה – כזו המחברת את הלב והראש אל עולמות הכימיה.

פרויקט "מסע בין כימאים – הדור הבא" נועד לעורר השראה בקרב תלמידים (וגם מורים), לחשוף בפניהם מה יש "בחוץ", בעולם האמיתי של המחקר והידע הכימי, להעמיק את ההבנה של תלמידים במושגים מדעיים-כימיים ולחזק את המוטיבציה להירשם למגמת הכימיה.

איך נולד סרטון?

הפקת סרטון היא עבודת צוות רחבה, הכוללת את המורות איריס שנער ואליה ישי ספרנצ'יק, יחד עם ד"ר דבורה מרצ'ק, מנהלת המרכז הארצי, ד"ר דורית שייטלבאום, מפמ"ר כימיה, ואלון נוימן, במאי ומפיק קולנוע בעל ניסיון בקולנוע אמיתי ובפרויקטים חינוכיים. העבודה נפתחת בסיעור מוחות על נושאים מעניינים ורלוונטיים בכימיה. לאחר מכן מאתרים אנשי קשר, כמו למשל, מנכ"ל חברת סטארט-אפ או ראש מעבדת מחקר אקדמית, ויוזמים פנייה. לאחר הגדרת שיתוף הפעולה ופיתוח הנרטיב, המורות והבמאי כותבים יחד תסריט. הבמאי, שאינו כימאי, תורם לתהליך מניסיונו הקולנועי, מאתגר נרטיבים ושואל שאלות "כמו הקהל" כדי לשפר את התסריט.

השלב הבא בתהליך הוא מעבר מההכנות לצילומים בפועל. הצוות יוצא לצלם בבתי ספר, בחברות, במעבדות מחקר ובמוסדות אקדמיים, ומשלב ראיונות עם כימאים, חוקרים ואנשי מקצוע בתחום, לצד צילומי הסצנות העלילתיות.

לאחר הביקור במעבדות, צוות הפרויקט מפתח חומרי הוראה מתאימים. לכל סרטון נבנית חבילה הכוללת מדרך לתלמידים (בעברית ובערבית) ומדרך למורים, המציעים דרכי העמקה מגוונות מעבר לחומר המוצג בסרטון. כל זאת בהקפדה על פיתוח



תמונה 2: ריאקטור המפריד את התחמוצות מרגולית הירח לחמצן ומתכות מתוך הסרטון "כימיה בחלל"

ואכן, מקצוע הכימיה נושא קסם מיוחד, כזה שאם מכירים את רזי הקוסמות שבו, הוא נעשה ברור, מובן ופותר דלתות.

שנים רבות נושא קירוב החדשנות במקצוע הכימיה מדובר בקרב חובבי המקצוע. השאלה המרכזית סביב הסוגייה הייתה: איך עושים את זה? כמפמ"ר כימיה, סוגיה זו העסיקה ומעסיקה אותי רבות, יחד עם המדריכים לכימיה והמורים בשטח.

היה לי ברור שכל פרויקט העוסק בשאלה מרכזית זו חייב להיות: מעניין, מסקרן, מלהיב, ויזואלי מאוד, ברוח הזמן, קצבי, דינמי, עם פוטנציאל התפתחות, עם הגשה חדשנית הזמינה לכל הציבור בארץ (לא דווקא למורי כימיה ולתלמידיהם), כולל עיסוק בחזית המדע, מבוסס על התעשייה הכימית בישראל ועל חברות הזנק העוסקות בכימיה בישראל. היה ברור שמענה מורכב כל כך יכול להתקיים רק באופן ויזואלי, דינמי, ובקיצור: ביצירת סרטונים. מכאן החלו החלומות, המחשבות, ההתלבטויות, הרעיונות של תחומים מעניינים וחדשניים, בניית הצוות המקצועי וכמובן תקציבים ייעודיים.

כשאנו בוחנים את הסרטונים שפותחו עד כה, ניכרים בהם רכיבים רבים מאלו שהוזכרו לעיל. לשמחתי, נמצאו שותפים מצוינים לדבר: אליה, איריס, אלון, וד"ר דבורה מרצ'ק. כל זאת במטרה להפוך את החזון למציאות. מציאות חדשה, חדשנית ומתעדכנת בתחום הוראת הכימיה. עד היום פותחו ארבעה סרטונים עם חומרי למידה נלווים. הסרטון החמישי מופק בימים אלו, והיד עוד נטויה.

אני מזמינה אתכם המורים לקחת חלק מעשי בפרויקט.

אפשרות ראשונה: שימוש בסרטונים הקיימים בכיתתכם.

אפשרות שנייה: פיתוח שלכם עם תלמידכם. כיום, כשאפליקציות צילום, עריכת וידאו ומוזיקה זמינות בכל טלפון חכם, תוכלו להפיק עם תלמידכם סרטון חדש. צרו קשר עם חברת סטארט־אפ העוסקת בכימיה או עם מעבדת מחקר באקדמיה או בתעשייה, והתחילו לצלם.

אפשרות שלישית: יש לכם רעיון? מכירים חברת סטארט־אפ מגניבה שמוכנה לשתף פעולה? צרו קשר עם הצוות לבחינת אפשרויות למימוש ההצעה.

לסיום, כבר כעת אנו רואים פירות נאים והשפעה חיובית של הפרויקט בשטח! **עשו והצליחו!**

הכימאים, ומציג משימות בהתאם, הכוללות סינתזה של מולקולות, בדיקתן, ניתוח תוצאות, הזנת נתונים למודלים של בינה מלאכותית, ביצוע ניסויים ביולוגיים וכתובת מאמרים מדעיים.

נוימן שיתף פעולה עם המורות איריס שנער ואליה ישי ספרנצ'יק כדי לפתח תסריט עלילתי שיופץ בכל ארבעת הסרטונים. התסריט כולל דמויות קבועות: מורה, תלמידים ומכשיר היוצר "קרע מולקולרי", שהוא תיאר כמשהו "תקשורתי" מאוד לילדים. דרך "הקרע המולקולרי" הדמויות נודדות בחלל ופוגשות כימאים העוסקים במחקרים ייחודיים. גישה זו מאפשרת לשלב מדע בדיוני ומדע אמיתי, לרבות אנשים אמיתיים שהתלמידים יכולים להתחבר אליהם, כך שהמדע מוצג בצורה אותנטית וחיה. נוימן שואף לתוצר מהנה, מהיר ומדליק.

מנקודת מבטו, הפרויקט גדול יותר מסתם סרטונים על כימיה. הוא נועד להיות חינוכי, לימודי ומעורר השראה גם יחד, ובו בזמן מהנה. נוימן משוכנע כי בשימוש נכון, הפרויקט "יעשה את עבודתו" ויגדיל את ההרשמה למגמת הכימיה בתיכון. עבורו ההשתתפות בפרויקט הייתה מספקת מאוד, וייצגה "סגירת מעגל ענקית", בשילוב ניסיונו בכימיה, בהוראה ובקולנוע. הוא מכנה זאת "חלום שהתגשם".

אז איך משתמשים בסרטונים?

הסרטונים והחומרים הנלווים הם כלי דינמי ורב־תכליתי בידיהם של מורים. אפשר לשלב אותם בהוראת נושא חדש, כדי לעורר סקרנות; לאורך יחידת הלימוד, לצורך המחשה; או בסופה, כהרחבה ודיון נוסף על יישומים בעולם האמיתי. הסרטונים מתאימים לשיעורים פרונטליים, ללמידה מרחוק, לפרויקטים קבוצתיים, ואפילו למשימות הערכה חלופית. הם יכולים לשמש גם בערבי חשיפה לכימיה להורים ותלמידים, ללא שימוש בחומרי הלמידה הנלווים.

למורים: זו הזדמנות להדליק את הניצוץ. לחשוף את תלמידים ליופי שבכימיה, לאפשר להם לפגוש את האנשים שמאחורי המולקולות והמבחנות, ולהמחיש כיצד תחום הכימיה משפיע על כל היבט בחיים המודרניים שלנו, מהבגדים שאנו לובשים ועד למאבק שלנו במחלות.

כדברי אלון נוימן: "רצינו ליצור משהו שילכוד את הדמיון של התלמידים. לא רק ללמד כימיה, אלא להראות לתלמידים שהם יכולים יום אחד להיות אלה שמשנים את העולם באמצעותה." אם כך... כימיה, מה עושים עם זה? הפרויקט עונה על השאלה הזאת בכל פרק מחדש, ומזמין את כולנו, מורים, תלמידים והורים, להצטרף למסע שבו המדע פוגש את הדמיון, את היצירתיות ואת העתיד.

בעיני המפמ"ר – הסטארט־אפ של הכימיה בישראל, חזון שהופך למציאות

מקצוע הכימיה נחשב בעיני רבים למקצוע מסתורי, מדעי, מאתגר, המיועד ומובן רק לקוסמים, תחום תעשייתי, מקצוע אקדמי ועוד.