

א 14

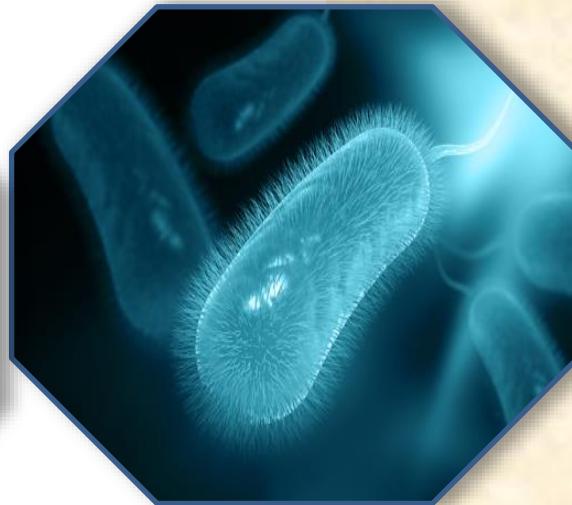
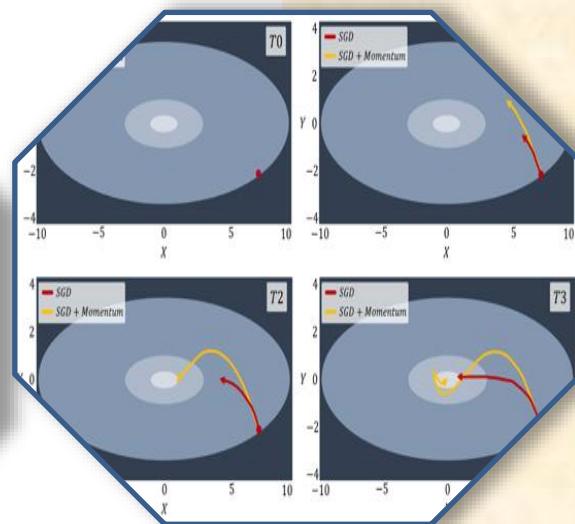
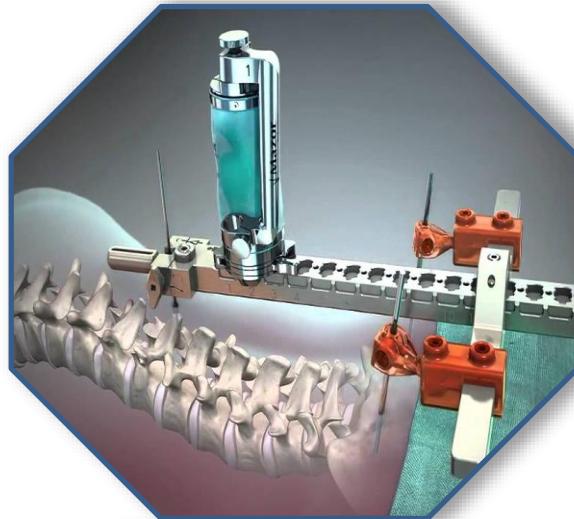
מור-טק



סיוון תשע"ט, יוני 2019

ב 14

כתב העת של מרכז המורים הארץ למורים המקצועות הטכנולוגיים מדעיים



הפקולטה לחינוך למדעים
וטכנולוגיה
הטכניון



מנהל מל"י המרכז הישראלי
לחינוך מדעי טכנולוגי
ע"ש עמוס דה שטיינט



המינימן למדעים וטכנולוגיה
משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

מרכז מורים ארצי למורי מ/or-טק. הפרויקט מבוצע על ידי

מוסד הנקנין עפ"י מכרז 30/8.14

הפרויקט מבוצע עבור המזכירות הпедagogית, משרד החינוך.

כתב העת "מור-טק" יצא לאור במכון האגף למדעים במזכירות הпедagogית ומינהלת מל"מ המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבחוברת זו. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בחוברת זו אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמו"ל.



הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה
הטכניון



מנהל מל"מ המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



המנהל למדע וטכנולוגיה
משרד החינוך

דבר המערכת



לחברי וחברות מרכז המורים הארצי למקצועות טכנולוגיים, מור-טק שלום,

שנת הלימודים תשע"ט הייתה שנה תוססת בפעיליות במסגרת מרכז המורים הודיעת לשיתוף הפעולה הדדי וההדק עם בכירים בחינוך הטכנולוגי במשרד החינוך ומורים המובילים בשיטה. קידום פרויקט השבחת עבודות גמר והערכתן בחינוך הטכנולוגי היה אחד הפרויקטים החשובים שהתקיימים בהצלחה ב- "מור-טק". המטרות העיקריות של הפרויקט הן: 1. הקניית ידע תוכן פדגוגי וידע בהערכתה בתהליך למידה מבוסט פרויקטים; 2. התנסות בתהליכי לימוד מבוסס פרויקטים כתלמיד, כמנחה וכבחן, במטרה להבין את הנושא מזוויות שונות; 3. השרות והתנסות עם המערכת המוחשבת לתיעוד למידה מבוסט פרויקטים (מודול – משה"ח).

לפרויקט זה נבחרו מורים מובילים משתי המגמות: הנדסת אלקטרוניקה והנדסת מכונות. המורים עברו שתי תכניות הכשרה: הראשונה התקיימה בקיץ 2018 והשנייה התקיימה במהלך ארבעת החודשים האחרונים השנה. בשתי התכניות המורים התנסו בפעולות סדניות מגוונות בנושאים, כגון: הטעמת המערכת המוחשבת לתיעוד למידה מבוסט פרויקטים, לימוד סביבה פרויקטים ופתרון בעיות – היבטים קוגניטיביים ואפקטיביים, הנדסה הפוכה ומייניג – תכנון ובנית עצעו"ח חכם" ופיתוח מחוון להערכת עבודות גמר. בנוסף, המורים השתתפו בימי עיון וכנסים מגוונים להעשרת הידע שלהם.

המאמר הראשון בגילון הנוכחי מציג טינה מתכנית ההכשרה שהמורים הלו עברו בקיץ האחרון בנושא טיב והשבחת עבודות גמר בחינוך הטכנולוגי. בהמשך, נפרסם חומר למידה והדרכה בנושא על בסיס תכניות הקשרה אלו. עוד בגילון זה תמצאו מאמרי נושאים מגוונים:מדוות סטודנטים להנדשת חשמל כלפי מעבדת חקר באלקטרוניקה, פרויקט פורמלוה בטכניון וכו'. מוצגים גם רשימות מכנס המהנדסים הצעירים שהתקיימים בטכניון, פברואר 2019 ויריד המגמות הטכנולוגיות 2019.

בפינת המורה המוביל שלי – מדברים מהשיטה, ראיינו שני מורים מובילים בוגרים מהנדסת מכונות: אמה מטאייב ומוחמד أبو פודה. המורים דיברו על האתגרים בלימודי המגמה, היישגים מרשימים, עבודות גמר מובהקות וטיפים חשובים למורה מתחילה.

בסוף הגילון, מוצג לקט של נגיאות מחקרים מוביילים בטכניון, כגון: "רנסנס" של מזור, מערכת רובוטית הממתקמת את כל הניתוח בנייחות עמוד שדרה ומשפרת דרמטית את רמת הדיקוק של הניתוח, הפרויקט הבין-לאומי CloudCT לניתוח אקלים, חומרה חדשנית המאפשרת את תהליכי הלמידה של מערכות בינה מלאכותית, פענוח התצורה האופטימלית להנעת רובוטים זעירים השוחחים בגוף האדם ושיטה לריפוי זיהומיים פטריאטיים באמצעות חידק השוכן בקרקע.

לסיום, ניתן להתעדכן באתר המרכז לגבי הפעולות שלנו. כאמור, נשמה לקבל ממשוב. אם ערכתם פעילות מעניינת בתзиית הספר, כמו סיורים, תחרויות, או כנסים, ואתם רוצים לשף את הקהילת המורים צרו קשר עם המערכת בהקדם, ונשמח להוציא לאור את הסיפור שלכם בגילונות הבאים.

קריה מהנה ונעימה



הפקולטה לחינוך למדע
וטכנולוגיה
הטכניון



מנהל מ"מ המרכז הישראלי
לחינוך מדעי טכנולוגי
ע"ש עמוס דה שילט



המשרד למדע וטכנולוגיה
משרד החינוך

עורכת אחראית:

ד"ר אמונה ابو-יונס עלי, מנהלת מרכז המורים הארצי למקצועות הטכנולוגיים, מור-טק

חברות המערכת:

פרופ' יהודית דורין, דיקנית הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון

פרופ' מרים ברק, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון

ד"ר אהרון גרו, ראש המסלול להוראת הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון

ד"ר אהרון שחר, מנהל אגף (מגמות מדעיות הנדסיות), מינהל מדע וטכנולוגיה. ממ"ר "מדע וטכנולוגיה לכל" בנאטיב הטכנולוגי, משה"ח

יעצת אקדמית:

פרופ' איילת פישמן, הפקולטה להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, הטכניון

מכירת המערכת:

גב' תמר מלר, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון
טל': 04-8292471

כתובת המערכת:

מרכז מורים ארצי למקצועות הטכנולוגיים
מדעים-מורטק, הפקולטה לחינוך למדע
וטכנולוגיה
קריית הטכניון
32000
moretech@ed.technion.ac.il

<https://moretech.net.technion.ac.il>

תוכן עניינים

למידה מבוססת פרויקטים, עבדות גמר והערכתן בחינוך הטכנולוגי ד"ר אמונה אבו-יונס עלי, ד"ר דפנה שורץ-אשר, ד"ר שרי ריס ופרופ' יהודית דורין	4
עמדות סטודנטים להנדסת חשמל כלפי מעבדת חקר באלקטרוניקה, ד"ר אהרון גרו, בטו כע וד"ר ניסים סבאג	19
פיתוח שאלות מולטימדיה מבוססות מקום לקידום הבנה מדעית, שדי עסקה ופروف' מירי ברק	23
שיטוף פעולה אדם-רובוט: רובוטים חברתיים כעוזרי הוראה לפעולות למידה בקבוצות קטנות, ד"ר רינת רוזנברג קימה, ד"ר יעקב קורן, מיה יכיני וד"ר גורן גורדון	35
פרויקט פורמלוה טכניון, טל ליפשיץ	40
המורה המובייל שלי - מדברים מהسطح, ד"ר אמונה أبو-יونס עלי	43
כנס המהנדסים הצעירים תשע"ט, דב רוסו	51
יריד המגמות הטכנולוגיות 2019 - בסגנון "עיר חכמה", סטארט אפ ניישן, רונית נחמיה	55
נגיעות מחקרים מוביילים בטכניון, דוברת הטכניון	58

למידה מבוססת פרויקטים, עבודות גמר והערכתן בחינוך הטכנולוגי

ד"ר אמונה ابو-יונס עלי, ד"ר דפנה שורץ-אשר, ד"ר שרி ריס ופרופ' יהודית דורין

הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

תקציר

למידה מבוססת-פרויקטדים (PBL) הינה מתודולוגית הדרכה המסייעת לתלמידים לרכוש מיומנויות הנדרשות להשתלבות בשוק העבודה. התהליך מחייב את התלמידים לחקר ולפתח פרויקטים המשקפים את הידע שלהם. למידה מבוססת-פרויקטדים כוללת בתוכנית הלימודים המדעית והנדסית בישראל, אך היישום שלה עיל באופן חלקי בלבד, בשל היעדר הנחיות מקצועית למורים בנושא הנחיתת והערכת פרויקטים של תלמידים. לשם מענה על הצורך בהכשרתם מורים להנדסה בתחום למידה מבוססת-פרויקטדים, מတוארת במאמר זה השתלומות מקצועית שנערכה לאחרונה לקבוצת מורים להנדסה מאוכלסיה מגוונת מורים ערבים ויהודים בני גילאים שונים ובוגרים רמות ונושאי התמחות שונים. המורים השתתפו בהרצאות ובסדנאות, במסגרת נקבעו קרייטריונים להערכת עבודות הגמר, הרלוונטיים לדעת המורים. המורים אף יישמו קרייטריונים אלה בכיתותיהם ולאחר מכן הציגו את הפרויקטים של תלמידיהם בפני עמיתיהם להשתלומות. מטרת המחקר הייתה לבחון את תפיסת המורים לגבי יישום מיטבי של למידה מבוססת-פרויקטדים ואת רמת הידע הפדגוגי וידע התוכן הפדגוגי של המורים במתודולוגיה. התרומה התיאורטיבית והמעשית של מחקר זה כוללת מדריך לפיתוח, תיקור ויישום של השתלומות מקצועית בנושא למידה מבוססת פרויקטים, פיתוח מחוון להערכת למידה מבוססת פרויקטים וצעד ראשון ליסוד קהילת מורים מובילים של למידה מבוססת פרויקטים, קהילה שטרתה השבחת ההוראה ושיפור תהליכי הערכת למידה מבוססת פרויקטים בבתי הספר התיכוניים.

מבוא

למידה מבוססת פרויקטים (PBL: project-based learning), הינה גישת הוראה ולמידה סביב פרויקטים של תלמידים. הפרויקט מכיל משימות מורכבות שאין להן פתרון אחד בלבד והוא נבנה על סמך שאלות ובעיות מأتגרות שדורשות מהתלמידים לעצב, לפטור בעיות, לקבל החלטות, לחזור פעילותות, לעבוד באופן עצמאי בדרך כלל בזכות ממושכות ולהגיע למוצרים ניתנים לישום (Thomas, 2000). מאפיינים נוספים של למידה מבוססת פרויקטים לפי הספרות הם תוכן אוטנטני, הערכה אוטנטית, מטרות חינוכיות ברורות, למידה שיתופית, רפלקציה ושיתוף מיומנויות ברמות חשובות (Dori, 2003). הגדרות של "הוראה מבוססת פרויקטים" כוללות מאפיינים הקשורים לשימוש בשאלת אוטנטית, קהילה חוקרת, שימוש בכלים ומיזמים קוגניטיביים (בסיסי טכנולוגיה), למידה קונסטרוקטיבית (הבנותים) ונוסאים רב תחומיים.

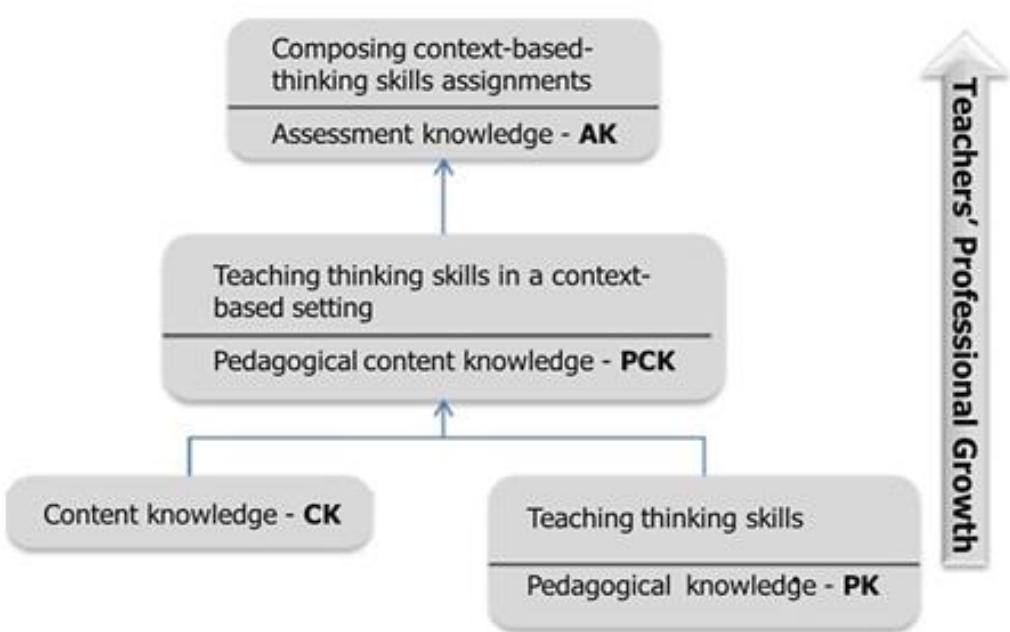
למידה מבוססת פרויקטים מאפשרת הוראת מיומנויות הנדסיות, טכניות, מקצועיות, ועוד, בתחום מדעיים והנדסיים כמו רובוטיקה (Verner & Ahlgren, 2007) ובעולם הרפואה (Juarez-Ramirez et al., 2004). מהן מיומנויות אלו? החוקר גוראץ-ראםז'ז וקובצטו (Montemayor, 2004) מציעים שלושה סטים של מיומנויות: הנדסת תוכנה, מיומנויות המאה ה-21 ותכונות המהנדס האגוצלי. על הלומדים חלות הדרישות הבאות:

- **להבין את המפרט המוצג/המועלה,**

- להגדיר התכנית לתוכנו הפתרון,
- לכנות פורי ידע הנדרשים למימוש הפתרון באמצעות למידה עצמאית או כצוות,
- לתוכן ולבנות את הפתרון, לוודא שהפתרון מתאים למפרט שהוצע,
- לבצע רפלקציה בסיום התהליך.

בספרם Why PBL? Why STEM? Why now? (Capraro & Slough, 2008) דנים החוקרים קאפררו וסלואו (Capraro, 2008) בלמידה מבוססת פרויקטים. למידה מבוססת פרויקטים בתחום המדעים מצריכה מינימניות הוראה יהודיות מוצאות מוחים מקצועי ולפיכך תכנית ההוראה צריכה כזו שהיא היא חיונית. למידה מבוססת פרויקטים מספקת אתגר ומוטיבציה, מצריכה חשיבה ביקורתית ואנליטית ומנפחת חשיבה מסדר גובה. כמו כן, למידה זו מנקה מינימניות של שיתוף פעולה, תקשורת בין עמיתים, פתרון בעיות ולמידה עצמאית. בתחום המדע בעיות רבות קיימים מספר פתרונות אפשריים, כשהכל אחד מהם מאפיינים שונים - יתרונות וחסרונות. זאת ועוד, למידה מבוססת פרויקטים בתחום המדעים מספקת קרקע לפיתוח חשיבה ביקורתית ו邏輯ית המשקפת התמודדות עם בעיות אוטנטיות, שאינן שגרתיות ולא פתרון ברור (Dori, 2003).

קובצת חוקרים מאירופה וישראל (Birenbaum et al., 2006) טענו כי למידה בעידן המידע מחייבת את הלומד לפתור בעיות תוך הפגנת חשיבה ביקורתית ובשילוב גישות הוראה חלופיות שיתאים לשינוי בגישות ההוראה והלמידה. בהיבט המורה, לפי פרופ' לי שלמן, סוג ידע של מורים כולל גם ידע תוכן - CK, ידע פדגוגי – PK וידע תוכן-педagogiy – PCK אשר בתוכו השיבות הגישה החינוכית-педagogית המחברת בין ידע תוכן, ידע טכנולוגי וידע פדגוגי של מורים – TPACK. סוג הידע הללו מהווים את עמודי התווך בהתפתחות המקצועית של מורים. ידע של הוראה מתייחס לידע שיש ברשות המורה לגבי התוכן והשיטות להערכת תלמידים שהמורה מיישם. ידע מסווג הוראה ברמה גבוהה נחשב לשיאו של ההתקפותות המקצועית של מורה (Avargil, Herscovitz, & Dori, 2012).



איור 1. סוגי ידע של מורים המתפתחים במהלך השתלמות מקצועית

בעוד עידן המידע הוא עידן של שינוי טכנולוגיים דרמטיים, במרבית בתיה הספר עדיין נעשה שימוש בשיטות הוראה מיושנות, ופרקטיות הערוכה הקיימות אינן מביאות בחשבון את המורכבות החברתית והגלובליזציה (Birenbaum et al., 2006). לעומת מעשור מתכזב NSF מחוקרים בתחום התנסות מורים ותלמידים בחדשנות טכנולוגית במטרה להבנות פרקטיקות ותהליכי התורמים להשתתפות תלמידי החינוך היסודי והתקוני בפעילויות STEM המובילות לבחירת קריירה בתחום המדעים. מצאויים המחקרים מרחיבים את גוף הידע בנושא אסטרטגיות, הצלחות, מודלים והתרבותיות התומכות ומעודדות בני נוער לבחירה בקריירה המדעית ומספקים תובנות על פיתוח קריירה בתחום המדע. במקרים מסוימים ניתן לטעון כי הדרישה ל้ายובי הדרישה ומחקר אמפירי של פרויקטים. מהספרות עולה כי תכניות הכשרה מאפשרות פיתוח יצירתיות תוך התנסות ויצירת תרבויות של מחנכים ומורים למדעים, אשר מהווים כוח מקצועי קהילתי לעידוד התחום בקרבת אוכלוסיות מוחלשות (בנות, פריירה) (Connors-Kellgren, Parker, Blustein & Barnett, 2016).

חשיבות תכניות הכשרה הן בגיבוש שימוש במערכות קרייטריונים המסייעת להצבת סטנדרט ביצוע ובסיוע באיתור תלמידים בעלי מיומנות של חשיבה ביקורתית או מיומנויות קבלת החלטות המצריכות חיזוק וכן מזרזות מתן משוב (Montemayor, 2004). הערכת פרויקטים עשויה גם להוביל את התלמיד לחשוב כמערך ולהציג משימת שדרוג המהווה השראה לפיתוח פרויקט חדש. החוקרים ורנר ואולגרן (Verner & Ahlgren, 2007) מראים זאת תוך הצגת מסגרת לישום, הערכת והשגת תהליך הוראת פרויקטים ברובוטיקה. כל זאת, תוך עיצוב, בנייה ותפועל רבווט בסביבת למידה. כמו כן, המעבר מתרבותות של בחינה לתרבות של הערכה מהוות רפורמה למורים ולמוסדות (Dori, 2003), לפיקד תכניות הכשרה חשובות עד מאד, כי מורים זוקקים לתמיכה בשינוי

הפרקטיקות שלהם בצדיה להעיר את התלמידים באופן שיישקף את צרכיהם העתידיים (Birenbaum et al., 2006).

על תכניות ההכשרה להתייחס לגיון המעריכים ושיטות העריכה של במידה מובוססת פרויקטיבים. לפי החוקרים Van den Bergh et al. (2006, באופן אידיאלי, תלמידים בסביבת במידה מובוססת פרויקטיבים מוערכים באמצעות נספחים (ולא רק בחינה) כגון הערכת עמייתם. הם בוחנים השקפת מנהים ותלמידים על סביבת הלמידה ועל שיטות הערכתה מבוססות קבוצה, ומסיקים שקשה לייצר תהליך הערכתהשלם בו קיימת הלימה בין ציפיות מנוגדות של מנהים ותלמידים. Dori (2003) טוענת כי חוקר הוראה אינם יכולים לכפות את אמונהו בהם והשקבתם, ועליהם להתחשב בדעתו של מגוון בעלי העניין בפרויקטיבים חינוכיים. החוקר Montemayor (2004) הציע שימוש בהערכתה עצמית והערכת עמייתים. כל אחת מהערכות צריכה לכלול במחוון מדדים של יישום ידע, חשיבה ביקורתית, עבודה עצמית, עבודה תוך שיתוף פעולה והפגנת יכולת דyon מקצועית בנושא. חשובה במיוחד מיעורבות המורים בפיתוח הערכתה משווה שהם מיישמים הערכתה, בונים תכניות לימודים, מפתחים במידה עצמאית בקרב התלמידים, מדויקים על התקדמות התלמידים ובמציעים את פרקטיקת ההוראה (Dori, 2003).

מטרות המחקר

- לבחון את רמת ואיכות יישום הוראה-למידה מובוססת פרויקטיבים במגוונות השונות של החינוך הטכנולוגי.
- לבחון את תרומת תכנית ההכשרה בנושא השבחת עבודות גמר והערכתן להקניית ידע בהשבחה והערכתה של עבודות גמר בחינוך הטכנולוגי.

שאלות המחקר

- מהן הפרקטיקות הדורשות לישום במידה מובוססת-פרויקטיבים בכיתה, להערכת המורים?
- מהן רמות הידע של המורים בדגש על ידע תוכן (Content Knowledge), הידע המוצחר (Declared Knowledge), הידע הפדגוגי (Pedagogy Knowledge) והידע התוכן-הפדגוגי (Assessment Knowledge) (Pedagogical-Content Knowledge)?

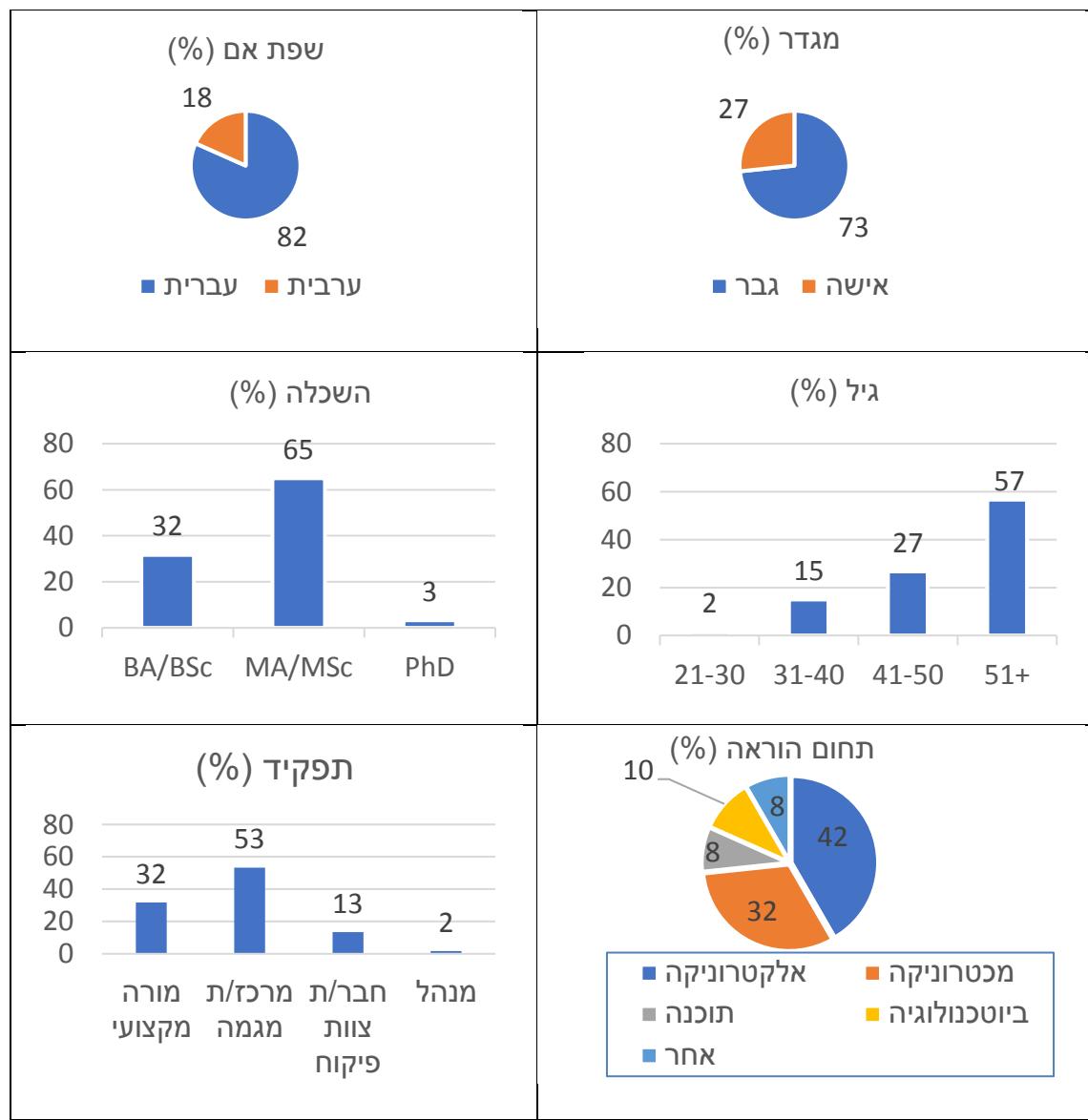
שיטת המחקר

קיים השטלים בת 30 שעות בנושא השבחת עבודות גמר והערכתן בחינוך הטכנולוגי במסגרת מרכז המורים הארצי למקצועות הטכנולוגיים, "מור-טק", בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה – הטכניון. ראשיו פרקים מרכזים בתכניות:

- סוגי ידע של מורים בהוראה מובוססת פרויקט טכנולוגי.
- אתגרים וקשישים במידה סביבה פרויקטיבים וביצוע עבודות גמר בחינוך הטכנולוגי.
- דרכים להנחיית עבודות גמר והשבחתן.
- דרכים להערכת עבודות גמר בחינוך הטכנולוגי.

ההשתלים כוללים מפגשים פرونטליים, מפגשים מקוונים ויום עיון בהיקף משתתפים רחבי (60 משתתפים) ממכינות אלקטרונית, מחשבים, מכונות, וביטכונולוגיה. המפגשים הפронטליים כוללו:

פעילות סדנאית בת 18 משתתפים המשתייכים למספר מגמות לימוד, הרצאות מומחים, פעילות בקבוצות. המפגשים המקוונים התאפיינו בפעילות מקוונת ביחידים ובזוגות. דוגמאות לנושאים המפגשים שהתקיימו: חשפה לגישות התאורטיות של סוג ידע הנדרשים בלימוד סביב פרויקט טכנולוגי; דרכי הערכה והנחה של פרויקטים רב תחומיים, אटגרים בהשbatch עבודות גמר בטכנולוגיה; במידה שימושית תוך התנסות בהנדסה הפוכה ויצירה - גישה לקידום במידה שימושית; במידה עם רובוטים חכמים ומקושרים - גישה ללימוד חוויתי עם נושאים מתקדמים ברובוטיקה בעידן התעשייתי - Industry 4.0, תוך עבודה התנסותית עם ערכות רובוטיקה למודית; שיטת TPS (think-pair-share) : איך מגדירים מפרט למוצר; זיהוי, הגדרה ואפיון של בעיות; במידה מבוססת בעיות באמצעות אמצעי למידה פתרון בעיות תcn.



איור 2. מאפייני המשתתפים בתכנית ההכשרה בנושא השbatch עבודות גמר והערכתן בחינוך הטכנולוגי

בדגש על ההתאמנה בין פדגוגיה והערכתה נדונו נושאים כגון: מחוונים מתכוון למעשה; דרכי לגיבוש צוות תלמידים לביצוע פרויקט משותף; למידה עצמית ולמידה שיתופית – דרכי לימוש ודרך להערכתה; גיבוש נושא לפרויקט ע"י צוות תלמידים; הערכתה מעצבת ורפלקטיבית תוך צוותית חלק מטהlixir פיתוח הפרויקט; המנחה והיעץ – אפיון התפקידים ודרך השתתפותם בצוות התלמידים המפתחים את הפרויקט.

ב hasil תלמידות השתתפי 73 גברים, 82% דוברי עברית כשפת אם, 32% מהם בעלי תואר ראשון, 65% מהם בעלי תואר שני, במגוון גילאים, תחומי התמחות ותפקידים שונים שהם ממלאים בתבי הספר. מאפייני המשתתפים מוצגים באירור 2.

המורים בקורס התקשו לענות על שני שאלונים (פרי ופוסט – לפני ואחרי ההשתלמות). המטרה העיקרית של השאלונים הייתה הכרת הרקע האישי והמקצועי של המורים ציפיותיהם והנושאים אשר הם מעוניינים ללמידה, הערכת ידע המורים בנושאים הקשורים להערכתה באופן כללי וללמידה מבוססת פרויקטים PBL באופן ספציפי, הנחיה פרויקטיבים, ואפיון רמות החשיבה אשר באוט לדיidi בטוי במהלך פיתוח הפרויקט לפני ואחרי שעברו את ההכשרה.

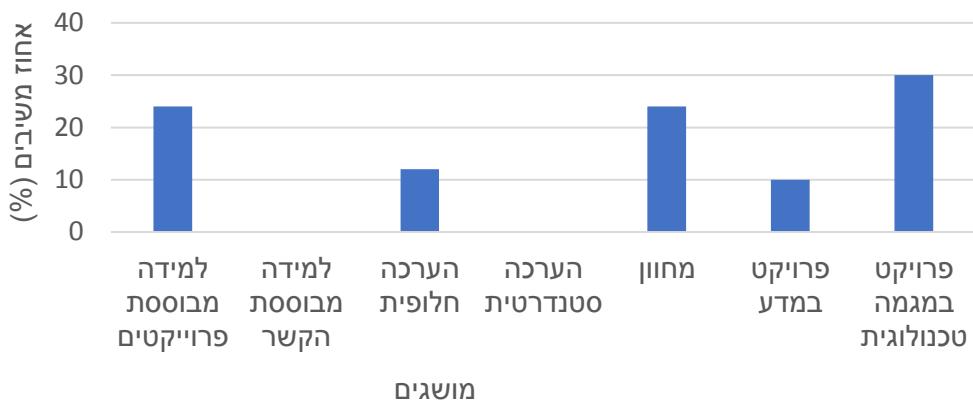
במהלך השתלמות ובסיומה המורים הגיעו מטלות ביחידים, בזוגות ובקבוצות. המטלות של המטלות היו:

- לייצר דיוון בין המורים מהמגמות השונות, בכדי לנסות יחד להעריך "כובחנים חיצוניים" העבודה גמר באותו מגמות ולפתח יחד מחוון הערכה סטנדרטי ככל מר סטנדרטיזציה של מחוון הערכה לעבודות גמר עברו בוחן חיצוני.
- לבדוק את תרומת הדיונים שעלו לאחר המטלה הכיתית לאופן הערכת עבודה הגמר ולבדוק האם המורים יציעו קритיריום נוספים למחוון שפוצה בסבב הראשון על ידם.
- לחשוף את הנעשה בפועל בשיטה בהקשר של הערכת עבודות גמר ע"י בוחנים חיצוניים כולל מחוונים קיימים אשר משתמשים בהם למטרה זו.
- לפתח מינונות הערכה לעבודות גמר בתחום שונה ומגמה שונה מזו של המורה המשתלם המתנסה בהערכתה/הנחיה פרויקט ולבדוק עד כמה הקורס טרם לפיתוח המקצוע של המורים.

עבודות התלמידים שניתחו המורים במוני הערכה ולפי המחוון שנוצר והדגבש בהשתלמות כללו תחומיים מגוונים (אלקטרוניקה, מחשבים, מכונות, וביוטכנולוגיה). רשימה בעבודות הגמר שהמורים הנחו והערכו במסגרת המטלה המוקونة כללו את העבודות הבאות: מהי השפעת מי החמצן על מגנון ה- UPR SC מזן WT ?, Usports, מערכת בקרה למילוי מיכל מים, משחק אלקטרוני, תכנון מערכות חשמל ובראה למאפייה, השפעת הפטיד AFP4 על חיות תאים ויצירת גוררות סרטן מסווג מלנומה גורתית, מעלית להעלאת חפצים לבניין רב קומות, Logo Detector, מכלול מעליית המרים ארוגים לגובה 2 מטר, מערכת גילוי וכיובי אש (ברחת אש), מכבה אש אלקטרוני, תכנון מערכת חשמל לסופרמרקט, גילוי והתראה גז.

מצאים

- א. משאלוני הפרי והפוסט שהועברו למורים על הנקודות הבאות:
- בחירות המשתפים בمعנה לבקשתLB בחור מושג אחד מהרשימה (למידה מבוססת פרויקטים, למידה מבוססת הקשר, הערכה חלופית, הערכה סטנדרטית, מחוון, פרויקט במדע, פרויקט בAGMA טכנולוגית), להגדיר, להסביר ולתת דוגמה מעלה כי בעוד המשתפים לא בחרו את המושגים "הערכת סטנדרטית" ו"למידה מבוססת הקשר", הם בחרו והדיגמו גיוון בין שאר המושגים. בחירת המשתפים במושגים שהם הסבירו במפורט, מוצגת בגרף 1.



graf 1. מושגים שבחרו המורים להגדיר ולהסביר

- בمعנה לשאלת "מה לדעתך צריך לכלול פרויקט בAGMA טכנולוגית בו אתה מלמד (לציין מרכיבים ולהסביר)?", מספר ממוצע של מרכיבי פרויקט אשר ציין המורה הם 3. תשובה מורכבת שאחד המורים נתן הינה: "הציגתו בעיה, מציאת דרכי לפתרון הבעיה, עיבריתה ניסוי, כתיבת עבודה הכוללת דיווח מדעי ובנושא חשיבה ופתרית על הפרויקט". תשובה מצומצמת של מורה אחר לדוגמא הינה "למידה רב תחומיות".
- בمعנה לשאלת "כיצד לדעתך יש להעריך פרויקט בAGMA טכנולוגית (נא לפרט)?" מספר ממוצע של קритריוני הערכה אשר צין המורה הם 2. תשובה מורכבת לדוגמא הינה: "הערכתה בפרויקט כזה צריכה לכלול בחינת יכולת קריאה מדעית והבנתה הנקרוא, כתיבה מדעית ולימוד מתודולוגיות של כתיבת מאמר מדעי, מדידת היכולות הרוכות של העבודה ביצוע, הצגת הנושא מול הקילה חיצונית, הצגת פוסטר מדעי לפי קритריונים שנקבעו בעולם, בחינות בכתב ובעל פה". תשובה מצומצמת לדוגמא: "הלוואי שידעתי".
- השוואה בין ידע המורים המוצהר בשאלון הפוסט לעומת הפרי בمعנה לבקשתLB בחור מושג אחד מהרשימה (למידה מבוססת פרויקטים, למידה מבוססת הקשר, הערכה חלופית, הערכת סטנדרטית, מחוון, פרויקט במדע, פרויקט בAGMA טכנולוגית) מוצגת בטבלה 1.

טבלה 1. השוואת בין ידע המוראים המוצהר לגבי נושאים הקשורים ללמידה מובוססת פרויקטים והערכה בשאלונים פרי/פוסט (שאלון פרי ($N=17$), שאלון פост ($N=11$))

במידה מועטה		במידה בינונית		במידה רבה עד רבה מאוד		נושא / אחוז
פרוייקטים	למידה מובוססת	פרוייקטים	למידה מובוססת	פרוייקט במדעי	פרוייקט בתכנולוגיה	
---	11.8	36.4	23.5	63.7	65	למידה מובוססת
18.2	5.9	27.3	23.5	45.5	59	למידה מובוססת
	11.8) + ענו כלל (לא)					הערכתה חלופית
9.1	11.8	18.2	11.8	72.7	77	הערכתה סטנדרטית
9.1	11.8	9.1	5.9	81.1	82	מחוון
---	11.8	27.3	11.8	72.8	76	פרוייקט במדעי
9.1	17.6 + 11.8) ענו כלל (לא)	45.5	17.6	45.5	53	פרוייקט בתכנולוגיה
---	5.9	9.1	17.6	9	76	פרוייקט בתכנולוגיה

לפי הטבלה הנ"ל ניתן להבחין בנקודות הבאות:

1. כמעט אין הבדל משמעותי בין שני השאלונים לגבי אחוזי ידע המוראים המוצהר בנושאים היל' במידה רבה עד מידה רבה מאוד מלבד בשני המקרים הבאים: למידה מובוססת הקשר 59% בפרי לעומת 45.5% בפוסט (ירידה מהצפוי), ושיפור משמעותו בידע בנושא פרויקט בוגמה טכנולוגית 76% בפרי לעומת 91% בפוסט.

2. נמצא שיפור בידע המוראים המוצהר במיוחד במידה מועטה עד מידה בינונית בכל הנושאים מלבד הנושא למידה מובוססת הקשר שכמעט ולא נמצא הבדלים בין שני השאלונים.

- בmeaning לבקשה בחירת מושג מהנושאים היל' להגדיר להסביר ולתת דוגמא בשאלון הPOST ובהשוואה עם הממצאים של שאלון הpri, ניתן להבחין בכך, שישנו יותר גיוון במקרים שהמורים בחרו בהם ב כדי להגדירם או להסבירם, כגון: הערכת סטנדרטית ולמידה מובוססת הקשר. ההסברים של המורים והדוגמאות שניתנו בתגובה שלהם היו יותר מדויקים מבחינה ההסבר המדעי והשימוש בשפה המדעית בהשוויה לאלו שהתקבלו בשאלון הpri, כגון: "למידה מובוססת הקשר - לימוד נושא מסוים בהקשר לעולם הילד, למשל לימוד תקשורת בהקשרטלפון הסלולארי".

"מחוון - הצעה להערכת מבחן או עבודה הכוללת ניקוד לכל סעיף בהתאם לחלוקת מוסכמת".

"הערכתה סטנדרטית: לא מתאימה יותר לעולם המודרני והמתתקדם. האדם (התלמיד) נבחן בהרבה יותר תחומים שונים לבדוק רק בבחינה בכתב".

למרות זאת, עדין ניסוחי ההסבירים שהמורים רשמו במרבית המקרים היו חסרי פירוט ומתן דוגמאות והגדרה מדיקת למושגים. היו תשובות שבهن המורה הסתפק בכך שרשם רק את שם הנושא ותשובות שאינן כוללות הגדרה ספציפית וה קישור של המושג למגמה שבה מלמד אותו המורה:

”פרויקט במגמה טכנולוגית - ביצוע פרויקטים באלאק' במערכות אלק'.”

”פרויקט במגמה טכנולוגית, לבנות פרויקט מבוסס ארדואינו במגמת 5 יחידות.”

- בمعנה לבקשה לפרט כיצד יש להערך פרויקט במגמה טכנולוגית בה המורה מלמד ובהשוואה בין שאלון הפרי לפוסט (שאלון פרי (N=17), שאלון פוסט (N=11)) מתגובהות המורים עלולות הנΚודות הבאות:

- חלק מהתגובהות איןן רלוונטיות: ”בוזדי”.

- יש להערך את הפרויקט על סמך קритריונים שונים ומחוון מפורט.

- ישנים מורים שפרטו את הקритריונים שלהם יש להערך את הפרויקט למורות שלא הזכירו המילה מחוון או קритריון:

1. יש לתת הערה לאורך תהליך ביצוע הפרויקט כדי להערך תרומת ומעורבות התלמיד בפרויקט.

2. הערכת החלק התיאורטי והמעשי והבנת החומר הנלמד במהלך הפרויקט. למרות זאת התשובה של המורה אינה מפורטת מה יכול חלק התיאורטי או החלק המעשי.

3. עבודת צוות, ידע התלמידים בפרויקט, דרך העבודה.

4. המרכיבות של הפרויקט, רפלקציה, חלופות פתרון לבעה.

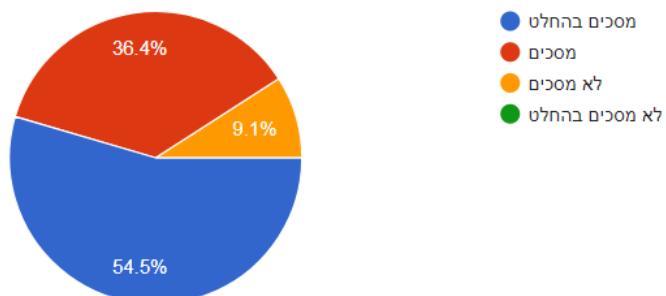
5. חדשנות, יצירתיות, יישום חברתי, יכולת לימוד.

6. תהליך ביצוע הפרויקט, איקות המוצר הסופי, מילוי נזקונות שהתלמיד רוכש.

7. בחלק מהתגובהות התיחסו לfrmטרים ספציפיים בפרויקט שקשור למגמה מסוימת.

מהשוואת תגובהות המורים לאותו היגד בשאלון פרי לעומת הפוסט ניתן להבחן בכך שהמורים השתמשו יותר במושגים שאכן מתארים הערה של פרויקט (מחוון/kritriyonim) ואם לא אז הזכירו frmטרים כלומר את המושג ”kritriyonim” מגוונים שניין לפיהם להערך את הפרויקט, (שיופיע יחסית בידע בהערה).

- בمعנה להיגד בשאלון הפוסט ”אני יודע איך להנחות תלמידים כך שהפרויקט יפתח את החשיבה שלהם”, רוב המורים מסכימים שאכן הם יודעים כיצד להנחות תלמידים כך שהפרויקט יפתח את החשיבה של תלמידיהם (רק מורה אחד בלבד ציין שאינו מסכים) איור .3



איור 3. תగובות המורים לעד כמה הם מסכימים להיגדר שלפיו הם יודעים איך להנחות תלמידים כך שהפרויקט יפתח את החשיבה שלהם (N=11)

להלן דוגמאות לחלק מהתגובות המורים:

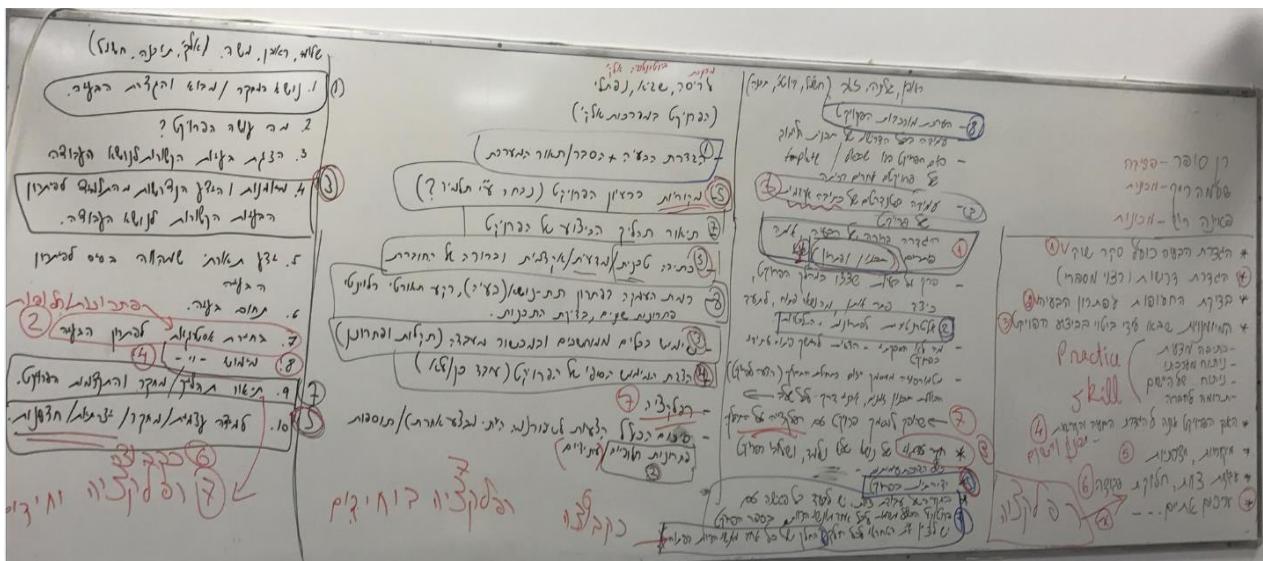
"התלמיד מחליט בלבד, איזה פרויקט הוא רוצה, מהייעע אני ולאט את מתחיל לחפש מידע וידע על הפרויקט, על הרכבים, על החישנים."

"אני אומרת להם לחשב בלבד על נושא שהם רוצים לעשות אחר כך נדון על נושא זה { באופן חופשי נחפש באינטרנט ו {יחד אנחנו } חושבים על פתרונות מקוליות."

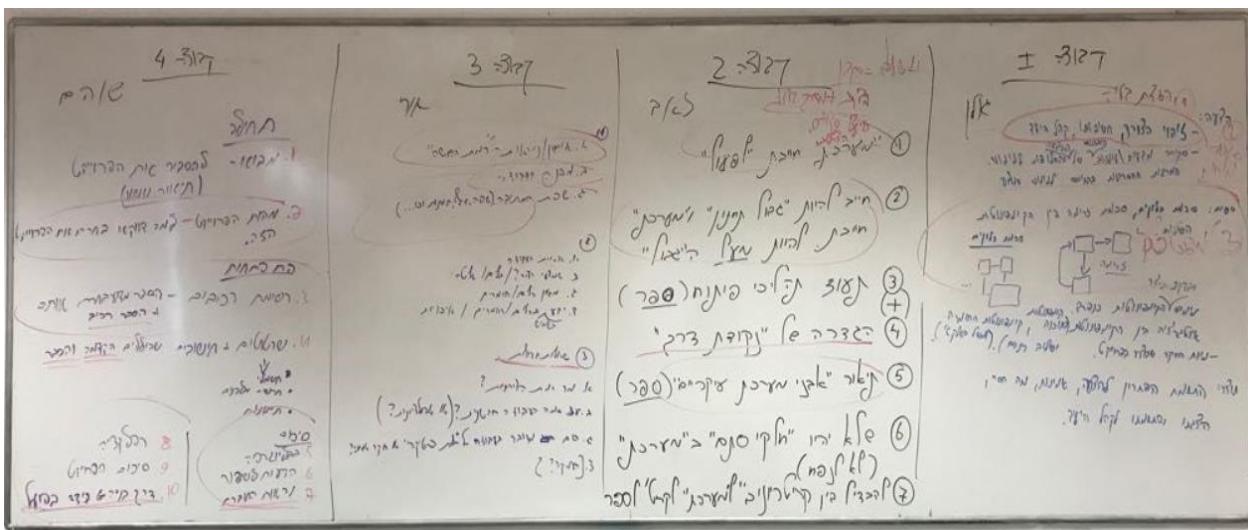
"לדוגמא, כיצד לבחור ציוד מתאים וכיוצא בכך אותו."

רב המורים תארו את תהליך הנחיתם את התלמידים שלהם ע"י מתן דוגמאות למשימות המבוצעות במהלך הפרויקט אשר מתאפיינות ברמות חשיבה שונות. חלק מההתשובות לא היו מפורנות מספיק. בחלק אחר המורים התייחסו לאלוצים לימודים ואילוץ זמן אשר מוגבלים אותם בהנחתת תלמידיהם בצורה כזו שתגרום להם חשיבה מעמיקה.

ב. במסגרת הפעילויות הסדנאית המשתתפים פעלו בקבוצות קטנות בשתי כיתות לימוד: כ-4 קבוצות בנות 3-2 משתתפים בכל אחת מהכיתות. במסגרת הפעילויות מנהי הסדנאות רשמו את כל הקритריונים להערכת עבודות גמר אשר המורים העלו על לוחות הכיתות. תצלומי הלוחות מצורפים/caiorim 4 ו-5.



איור 4. תצלום לוח הפעולות בסדנה א: הקרייטוריונים שהוגדרו כמשותפים מסוימים במלבן



איור 5. תצלום לוח הפעולות בסדנה ב: הקרייטוריונים שהוגדרו כמשותפים מסוימים בעיגול

רשימת הקרייטוריונים המשותפים אשר עלו מהפעולות הסדנאית היא:

- הגדרת ואפון הבעיה;
- חלופות/אסטרטגיות לפתרון הבעיה/סיעור מוחות, העלאת רעיונות חדשים, הגדרת מפרט פתרון הנבחר ותיעוד;
- מיומנויות שבאות לביטוי ביצוע הפרויקט practices / skills מגוון מיומנויות וכליים ביצוע הפרויקט;
- תכנון ויזום: האם הפרויקט תוכנן לפי הגדרת הבעיה ומסמך הדרישות ויושם בהתאם; מערך ניסויים ובדיקות;
- רפלקציה קבוצתית - עבודת צוות וחלוקת תפקידים ביצוע הפרויקט;
- רפלקציה יחידנית - במה אני תרמתי לקבוצה ומה הקבוצה תרמה לי/הערכת עצמית לביצוע הפרויקט רצוי לעומת מצוי;

- יצירתיות/יזמות/חדשנות/מקוריות: פרויקט רב/בין תחומי; ידע חדש בתחום עצמו שלא נלמד בכיתה/שימוש בכלים חדשים; ערך חברתי; יישום תעשייתי; ערך רלוונטי.
- ג. בפגש השני של ההשתלמות, המורים התבקשו לבצע מטלה מקוונת ולהציג בצורה יחידנית. כל מורה התבקש להעיר עבודת גמר שהנאה בעצמו בהתייחס לספרות המקצועית והדיאונים שלו במסגרת הפעולות הסדנאית שבה נקבעו הקriterיוונים להערכת עבודה גמר בחינוך הטכנולוגי. מטרות משימה זו היו:
 - לבדוק את תרומת הדיאונים שלו לאחר הפעולות הסדנאית לאופן הערכת עבודה הגמר שהמורים הנחו בעבר מנוקודת מבטל בווחן חיצוני;
 - לבדוק האם המורים יציעו קритריוניים נוספים בנוסף שהועלו בפעולות הסדנאית;
 - חשיפה/סריקה של הנעשה בפועל בשטח בהקשר של הערכת עבודות גמר ע"י בוחנים חיצוניים כולל מחוונים קיימים.

רב המורים המשתתפים בקורס הגיעו את המטלה המקוונת (15 מתוך 18). ממוצע ציוני המורים במטלה זו היה 81.2. המטלות המקוונות שהוגשו ע"י המורים עברו הערכה ע"י 4 מעריכים למתן ציון ולאחר מכן תיקוף.

הנקודות שלו מבדיקת המטלות המקוונות שהמורים הגיעו:

- רוב המורים תיארו את המיומנוויות והידע שהתלמיד מועד לרכוש, תרומה העבודה מבחינה חברתית, סביבתית, מדעית או טכנולוגית, רלוונטיות הנושא לטכנולוגיה העכשווית, הסבירה הלימודית מבחינת חומרה, תכנה ומרחב עבודה ע"י שימוש במושגים כללים ופחות רלוונטיים לתוכן העבודה המוערכת.
- המורים לרוב התיחסו לידע תוכן הקשור ללימודים המוגמה אשר תלמיד מועד לרכוש במהלך הפROYיקט. כ"ל לגבי נקודות לשימור/לשיפור. מעט מורים התייחסות למילויים נייחות כגון: מיומנוויות חקר, ניהול צוות/משימות, עבודה קבוצתית וחלוקת תפקידים, ניהול זמן, שימוש בכלים ושיטות מחקר מתקדמים.
- פחות דגש על יצירתיות, חדשנות, יזמות ושיתופי פעולה עם אקדמיה/תעשייה או רלוונטיות לחברה ושיטות מחקר מתקדמת.
- במרבית המקרים לא הייתה התייחסות לצינון והערכת נכונים/מדוייקים לעבודות הגמר שהנחו המורים ולא התייחסות למדד המבוקש מ 0 עד 3. רק שלוש מהמורים ענו על דרישת זו.
- חלק מהמורים התייחסו לנקודות הבאות בכך לשפר את תהליך ההערכתה: תיעוד ביצוע הפרויקט על כל מרכיביו (תיעוד מקוון) שבו מעורבים התלמיד, המורה והבחן החיצוני בכך שההערכתה תהיה תואמת את השקעת התלמיד וביצועו לאורק הפרויקט, היתרונו שקיים בהיחסם למחוון עם "מספר הגיוני" (ולא שירות קритריוני) של קритריוניים מפורטים, יש לתת משקל גבוה בציון הסופי של הפרויקט להערכת המורה מנהה הפרויקט בהשוואה להערכת הבוחן החיצוני, הערכת עמיתים.
- רק 3 מורים צירפו מחוונים מפורטים והתייחסו לkriteriyoנים שפותחו בפעולות הסדנאית.

השאר לא התייחסו כלל או התייחסו באופן כללי לתהליכי ההערכה.

- נקודות לשיפור בעבודות הגמר: רפלקציה, שיתוף עם אקדמיה/תעשייה/קהילה, מרכיבות, מקורות, ביצוע פרויקטים רב ובין תחומי, ביצוע פרויקטים ברמות חשיבה גבוהות (לפי בלום/PST).

- המורים הציעו קритירוניים "חדשים", כגון: עבודות צוות, רפלקציה ייחדנית וקובוצתית, תיעוד כל תהליכי הפרויקט, בחינת הגנה פנימית, הערכת מורה. הייתה התייחסות ל-3 סוגים הערכה: הערכת התלמיד עצמו את ביצועיו במהלך הפרויקט והמיומנויות שצדאי שהוא/היא ירכשו, הערכת העבודה עצמה (מרכבות והתאמה של נושא העבודה להתמחות ונראות אסתטית), הערכת תיעוד הפרויקט בשלבים (שלב הגשת הצעת הפרויקט עד סיוםו ע"י תיעוד מקוון ללא צורך בספר פרויקט).

ד. לא הייתה התייחסות למקורות ספרותיים, ומעט מהמורים התייחסו לקריטירוניים שעלו בסדנה במסגרת המטלה המסקמת של החטלאות, המורים התבקשו להתפצל לזוגות הטרוגניים (בהיבט של תחומי הדעת), לבוחר 3 עבודות גמר מגמות שונות (העבודות מוצגות בעמוד 10) וביחד לנתח אותן מבחינה: מטרות, מיומנויות וכו', להעיר אותן לפי המבחן שפותחה בסדנאות, להוסיף פירוט עבור הקритירוניים, לנמק כיצד חשוב הציון שננתנו, למצוא את השונה והדומה בין העבודות מגמות שונות, ולהציג שיפור למבחן שפותחה. המטרה העיקרית של משימה זו הייתה ליצור סטנדרטיזציה בין המגמות, פיתוח מיומנות הערכה לעבודות גמר מתוך שונה ומגמה שונה מזו של המורה המשתלם המתנסה בהערכת/בנהנחת פרויקט ולבדק עד כמה הקורס תרם לפיתוח המקצוע של המורים. המטלות שהוגשו ע"י המורים עברו הערכה ע"י 4 מעריכים למתן ציון ולאחר מכן תיקוף.

המצאים שעלו הם כדלקמן:

- ממוצע ציוני המורים במטלה המסקמת הינו 85 (N=14).
- רב המורים התייחסו לידע ולמיומנויות תוכן בלבד הקשורים לנושאי העבודות המוערכות, למעט שני זוגות, שהתקמדו גם במילויים, כגון: חקר, מיומנויות חברותית, מיומנויות ניהול. זוג אחר התייחס באופן כללי לפי מה שמופיע באתר המגמה, היו ככלא שלא התייחסו בכלל לסעיף זה.
- חסרים התייחסות לנימוק הקритירוניים ברוב המטלות המסקמות שהוגשו ע"י המורים. רק זוג אחד בלבד אכן התייחס לדרישת זו, אך הנימוקים كانوا בא-ידיוק ולא היו ספציפיים.
- חסרים אינטגרציה מבחינת העבדות וצינון משותף, וגם לעיתים לא במדרג הנכון והמבוקש או הערכה נכונה.
- לגבי שיפור המבחן היו דעות מגונות:
 1. קритירוניים חדשים שיש להוסיף למבחן שפותחה:
 - קритריון המעריך את נראות העבודה (אסתטיקה), חלוקה לפרקים, רמת כתיבה, ביבליוגרפיה וסדר היררכי של העבודה.
 - רמת העמeka.
 2. יש להתחשב בכך שחלק מהעבודות הן תיאורטיות בלבד ואין בהם חלק מעשי, ומכאן שאי אפשר להעריך את שיטתה ואופן בניית המערכת.

3. התיאchorות ספציפית למחוון ב大妈ת הנדסת אלקטرونיקה, לטענת המורים: "יש לתכנן ולשפר את מטרות העבודה מבחינה התוצר הסופי המבוקש, הידע והמיומנויות שהتلמיד מיועד לרכוש כפי שהן מופיעות במסמך הנחיות לביצוע עבודה גמר בהיקף של 5 יח"ל ב大妈ת הנדסת אלקטرونיקה ומחשבים בחטיבה העליונה" וליישר קו עם קרייטריונים הערכה שפותחו בהשתלמויות. המצב הנוכחי מכיל רשיימה מינימלית של מרכיבים בפרויקט המאפשרים ציון גובה למי שעומד בדרישות המינימום ובכך מעודדים בינוון (ונקודות נוספות שנעודו להקל על המורים כגון: מספר פרויקטים זהים וכו'). "יש לקבוע מטרות חדשות לדרישות המעודדות פרויקטים פתוחים ומחקריים המעריכים עבודה צוות בפתרון פרויקטים בקנה מידה גדול יותר מהנהוג היום".

דיון ומסקנות

במחקר זה הרנו כיצד ניתן לבצע מחקר בקרב קבוצה מגוונת, כשותפה מהווים מורים מוביili, שינוי בתחום הנחיה והערכת פרויקטי גמר. ע"פ הממצאים שהתקבלו משאלוני הפרי והפוסט, מהפעולות הסדנאית ומטלות ההשתלמויות, ניכר שאכן תכנית הכשרה הייתה חיונית ומשמעותית להעשרת ידע המורים בתחום במידה מסוימת פרויקטים ולהתנסותם בערכת פרויקטים מגוונים מגמות שונות. ההשתלמאות הייתה חשובה לפיתוח מחוון סטנדרטי להערכת הגמר עבור בוחן חיזוני, כולל מספר מצומצם של קרייטריונים משותפים ל- 4 המגמות: ביוטכנולוגיה, אלקטرونיקה, הנדסה תוכנה ומכונות, ועוד שניים ייחודיים לכל מגמה. רב גודל של המורים התקשו להציג או לספק ואפיו לרשום נימוקים על כל הקרייטריונים המשותפים ולא הציעו עוד קרייטריונים מעבר לאלה שעלו בדיונים בפעולות הסדנאית. נדרשות עוד תכניות הכשרה בנושא הנחיה תלמידים בפרויקט גמר בצורה כזו שתאפשר פיתוח חשיבה ברמה גבוהה והדגמת תהליכי פיתוח של MERCHANTABILITYות ברמות חשיבה מגוונות לפי בלום/PST שניתן להעbir לתלמידים להשגת מטרה זו. נדרשת תכנית להטמעת תהליכי הערכת והשבחת פרויקטי הגמר בבית הספר של המורים שהשתתפו בהשתלמויות והרחבה לבתי ספר אחרים בהמשך. נדרשים שיתופי פעולה הדדיים בין התעשייה, האקדמיה ומכוני המחקר השונים לבין בתיה הספר במטרה להעלות את הרמה האקדמית של פרויקטי הגמר ולהקנות להם אופי של יצירתיות חדשנות ויזמות. נדרש תיעוד מקוון של התהליך של ביצוע פרויקט הגמר משלביו הראשוניים ועד סיוםו, כולל הערכה צמודה למוחונים מוגדרים היטב בכל שלבים שבהם מעורבים התלמיד, המורה מנהה הפרויקט והבוחן החיזוני.

מגבילות המחקר ותרומותיו

מגבילת המחקר היא כי המורים אשר לקחו חלק בפיתוח המקצוע נבחרו על ידי רכזי המחלקות כמורים מוביילים. לפיכך, הביצועים שלהם בשלבים השונים של הממחקר עשויים שלא לשקף את הביצועים של המורה להנדסה הממוחעת.

תרומותיו של מחקר זה הן: (1) הנחיה לפיתוח, לתיקוף ולישום ערכת כלי הדרכה של במידה מסוימת פרויקטיב; (2) פיתוח ותיקוף מחוון להערכת פרויקטי גמר; (3) הצעד הראשון בהקמת קהילה מקצועית של מנהי למידה מבוססת פרויקטים ומעריכים של פרויקטים אילו; (4) הוכחה כי מורים, ללא קשר לרקע האישי והמקצוע שליהם, יכולים לשמש פועלה לצורה עילית ולהפיק תוצאות המסייעות לקידום המדע וההנדסה.

המאמר מתבסס על:

Shwartz-Asher, D., Reiss, S. R., Abu-Younis, A. A., & Dori, Y. J. (2019). Engineering Teachers' Assessment Knowledge in Active and Project-Based Learning. In Mintzes, J. J. & Walter E. M. (Eds.) *Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice, Section V. Restructuring Whole Class Interactions*, chapter 30.

מקורות

Avargil, S., Herscovitz, O., & Dori, Y. J. (2012). Teaching thinking skills in context-based learning: Teachers' challenges and assessment knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 21(2), 207-225.

Birenbaum, M., Breuer, K., Cascallar, E., Dochy, F., Dori, Y., & Ridgway, J. (2006). A learning integrated assessment system. *Educational Research Review*, 1, 61–67.

Capraro, R. M. & Slough, S. W. (2008). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In R. M. Capraro & S. W. Slough (Eds.), *Project based learning: An integrated science technology engineering and mathematics (STEM) approach* (pp. 1–6). Rotterdam: Sense.

Connors-Kellgren, A., Parker, C. E., Blustein, D. L., & Barnett, M. (2016). Innovations and challenges in project-based STEM education: Lessons from ITEST. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 825-832.

Dori, Y. J. (2003). A framework for project-based assessment in science education. In M. Segers, F. Dochy, & E. Cascallar (Eds.), *Optimizing new modes of assessment: In search of qualities and standards*, 89-118. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Juarez-Ramirez, R., Jiménez Nez, S., Huertas, C. & Navarro, C. X. (2017). Promotion and Assessment of Engineering Professional Skills: A Project-Based Learning Approach in Collaboration Academy-Industry. *International Journal of Engineering Education*, 33, 6(B), 2033–2049.

Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy, and technology. *Computers and Education*, 49(3), 740–762.

Montemayor, L. L. E. (2004). Formative and summative assessment of problem-based learning tutorial session using a criterion-referenced system. *JIAMSE*, 14, 8-14.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: A conception of teacher knowledge. *American Educator*, 10(1), 9-15, 43-44.

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning

Van den Bergh, V., Mortelmans, D., Spooren, P., Van Petegem, P., Gijbels, D., & Vanthournout, G. (2006). New assessment modes within project-based education-the stakeholders. *Studies in educational evaluation*, 32(4), 345-368.

Verner, I., M. & D. Ahlgren (2007): "Robot Projects and Competitions as Education Design Experiments", *Intelligent Automation and Soft Computing, Special Issue "Global Look at Robotics Education"*, 13(1), 57-68.

עמדות סטודנטים להנדסת חשמל כלפי מעבדת חקר באלקטרוניקה

ד"ר אהרון גרו ובטו צ'
הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

ד"ר ניסים סבאג
המחלקה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה
המכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה

תקציר

במעבדת החקר סטודנטים מתקנים ומבצעים ניסויים באופן עצמאי ומפתחים יכולת פתרון בעיות ומיומנויות עבודה בצוות. המחקר המתואר במאמר אפיין באמצעות כלים איקוטניים את העמדות של סטודנטים להנדסת חשמל בסיסטר החימי ליימודיהם כלפי הקורס "מעבדת חקר באלקטרוניקה". קורס זה הוא הראשון בתכנית הלימודים שבו הסטודנטים נחפשים למידת חקר ומתנסים בעבודת המהנדס כפי שזו מתבצעת בתעשייה. על פי הממצאים, רוב הסטודנטים מזהים יתרונות הגלומים בקורס, כמו, למשל, חשיפה ראשונית למאפייני עבודה המהנדס והתנסות בעבודת צוות. אולם, לצד יתרונות אלה, הסטודנטים מצביעים גם על אתגרים הכרוכים בקורס, כמו, הסתגלות ללמידה עצמאית והתמודדות עם בעיות מורכבות. המאמר מציע מספר דרכי ב כדי להתמודד בהצלחה עם אתגרים אלה.

מבוא

במעבדת החקר סטודנטים מתקנים ומבצעים ניסויים באופן עצמאי (Alam, Hadgraft, & Subic, 2014) זאת בגין מעבדה המסורתית, בה הסטודנטים ממלאים תפקיד הוראות תדריך הניסוי, בדרך כלל בכדי לאשר תוכאה צפואה מראש (Hofstein & Lunetta, 2004). במעבדת החקר הסטודנטים פותרים בעיות, מתנסים בעבודת צוות (Feisel & Rosa, 2005), ומפתחים מיומנויות חשיבה מסדר גובה (Fonteijn, 2015) למروת הפוטנציאלי הגלום בשימוש במעבדת חקר בחינוך ההנדסי, המחקר בנושא מצומצם למדי ומתמקד בהישגים למודדים (Litzinger, Lattuca, Hadgraft, & Newstetter, 2011). כך, לדוגמה, סטודנטים להנדסת חשמל, שהשתתפו במעבדת חקר בעיבוד אותות, דיווחו על שיפור יכולות התכנון של מסנני תדר (Bhatti & McClellan, 2011).

המחקר המתואר במאמר עסק בקורס "מעבדת חקר באלקטרוניקה", הנitin במכילה מובילה בישראל. קורס זה, המיועד לסטודנטים להנדסת חשמל בשנת הששית, הוא הקורס הראשון בתכנית הלימודים שבו הסטודנטים נחשפים ללמידה חילונית הקורס. המחקר אפיין באמצעות כלים איקוטניים את עמדות הסטודנטים כלפי הקורס. ממצאי המחקר והמסקנות העולות ממנה עוסקים לתROWS לגוף הדעת יחסית העוסק במעבדת חקר בחינוך ההנדסי ולתרום לשיפור ההכשרה של בוגרי תואר ראשון בהנדסה. התובנות מחקר זה עושות להיות רלוונטיות גם ברמה התיכונית והן בעליות פוטנציאלי יישומי במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים.

מעבדת חקר באלקטרוניקה

הקורס "מעבדת חקר באלקטרוניקה" הוא קורס חובה לסטודנטים בסיסטר חמישי הלומדים לתואר ראשון בהנדסת חשמל. הקורס שאורך ארבעה-עשרה שבועות (ארבעה שבועות שבועיים) מעניק שתי

נקודות זכות. הקורס עוסק בשלושה תחומיים: מערכות ספרתיות, אלקטرونיקה אנלוגית ואלקטרונית דיגיטלית.
בתום הקורס הסטודנט אמור להיות מסוגל:

- לנתח בעיה פתוחה כמפורט הנדי;
- לתכנן מעגל אלكتروني העונה עלדרישות המפרט;
- למש את המעגל האלקטרוני;
- לתכנן ניסויים לביקורת עמידה בדרישות המפרט;
- לבצע ניסויים לביקורת עמידה בדרישות המפרט;
- להשווות את תוצאות הניסויים לדרישות המפרט;
- לדוח בכתב על מהלך הניסוי, תוצאותיו ומסקנותיו.

במהלך הקורס הסטודנטים מתנסים בפתרון בעיות ביצועים של שניים-ארבעה סטודנטים. את הוצאות מנהה מורה שהינו מהנדס חשמל בעל ניסיון רב-שנים בתעשייה ובעל הכשרה אקדמית בהוראה, לרבות למידה מסוימת בעיות. כפי שנהוג בmäßig מסווג זה, המורה תומך בסטודנטים באמצעות שאלות מוחות ומתן משוב, כך שהסיווע משמעותי יותר בתחום הקורס ופוחת המשיכו (Savery, 2006). בתחילת הקורס המורה מדריך את הסטודנטים כיצד יש לנתח מפרט ומציג את מבנה הדוח המסכם והמחוון להערכתו.

במהלך הקורס כל צוות מתמודד עם שתי בעיות בסדר קשיי עולה, ומקדים לכל אחת מהן שבעה שבועות. הבעיות הן מורכבות ופתוחות, אולם בו בזמן גם מציאותיות ותואמות את יכולת של הסטודנטים (Hmelo-Silver, 2004). הבעיה הראשונה מתמקדת במערכות ספרתיות והבעיה השנייה היא בין-תחומית ומשלבת אלكتروניקה אנלוגית עם אלكتروניקה דיגיטלית. הבעיות נכתבו על ידי מורה הקורס ותוכפו על ידי שני מומחים בחינוך הנדי. הzeitig העומד לרשות כל צוות כולל רכיבים אלקטרוניים וzeitig מדידה. בתום פתרון כל בעיה, הוצאות מגיש דוח מסכם שכוללת את תיאור הבעיה והפתרון שנבחר, מהלך הניסויים, תוצאות ומסקנות.

מערך המחקר

המחקר אפיין עדות סטודנטים כלפי הקורס "מעבדת מחקר באלקטרוניקה".
במחקר נטלו חלק ארבעה-עשר סטודנטים להנדסת חשמל במכיליה מובייל ישראל. גיל הסטודנטים נע בין עשרים לבין שלושים שנה. סטודנטים היה ניסיון קודם בעבודות צוות שאותו רכשו במהלך קורס ייחיד במעבדה מסורתית, אולם לא היה להם ניסיון במעבדת מחקר.

בסיום הקורס הסטודנטים השיבו על שאלון אנונימי פתוח, ובנוספ' נערכו עימם חמישה ראיונות חצי-מובנים. השאלון והראיון עסקו בעמדות הסטודנטים כלפי הקורס. באמצעות ניתוח תוכן (Hsieh & Shannon, 2005), הנתונים האיכוטניים סווגו לקטגוריות.

מצאים

רוב הסטודנטים (57%) מזהים שני יתרונות מרכזיים בקורס, חשיפה לעבודת המהנדס בתעשייה והتنסות בעבודת צוות:

"[בעקבות הקורס] הראייה שלי על עבודת המהנדס השנתנה... שינוי תפיסה בראש". (ראיון)

"אני חושבת שזה [הקורס] ייתן לי כלים לעתיד... ניסיון בעבודה עם צוות". (שאלון)

ארבעים ושנים מהתודנטים מאמינים שהתמודדות עם קשיים הנדרסים הכרוכים ביצוע המטלות בקורס עשויה לסייע להם בעבודתם העתידית:

"אני לומד להתמודד עם העבודה שלא תמיד הכל יעבד כמו שדוצים ובצדה הכי מושלמת". (שאלון)

"הקורס הזה הוא שונה מכל הקורסים באלקטרוניקה.... מלמדים אותך מה התקנות שיכולה להיות בדוך, דברים שלא מלמדים [בקורסים אחרים]... וזה חשוב לפракטיקה". (ראיון)

לצד יתרונות אלה, הסטודנטים מזהים אתגרים הגלומים בקורס. כמחצית מהתודנטים מתknים להסתגל למידה עצמאית ולהתמודד עם פתרון בעיות מורכבות:

"בשלב הראשון של התכנון דזוקא צדק יותר מעורבות [של המנחה], יותר מיקוד... גם יותר הסברים כללים לפני שמתחילה בדיקה... [הסבירים] יותר לעומק". (ראיון)

"[הקורס] היה כי פעם וראשונה שטיפים علينا בעיות מורכבות". (שאלון)

בנוסף, חלק מהתודנטים מתknים לתפקיד היבט בצוות (42%) ומציניהם שהקורס מחייב אותם להשקייע משאבי רבים מאוד (36%):

"שליטה [בין חברי הצוות] עבדו מצוין ואחד כמעט ולא עשה כלום... הוא פשוט לא היה בקורס". (ראיון)

"כמota ההשקעה שנדרשה ממי הייתה עצומה ביחס למצופה. [לא ידעתי] שצריך להשקייע כל כך הרבה לקורס של שתי נקודות". (שאלון)

דיון ומסקנות
המצאים מצביעים על קיומו של מרכיב הכרתי בעמדות סטודנטים, אשר מתייחס הן ליתרונות והן לאתגרים הקיימים בקורס. בוגר לאחרוניים, מומלץ לש考ול לאמץ את המלצות הבאות:

- התנסות בלמידה עצמאית בשלבים מוקדמים יותר של תכנית הלימודים ; (Mitchell & Smith, 2008)
- חשיפת הסטודנטים לעבודת צוות מוקדם יותר ; (Hung, 2011)
- חשיפת הסטודנטים לבעיות אתגריות, אך לא אתגריות מדי ; (Gero, Stav, & Yamin, 2016)
- הארכת הקורס הסטטוטריאלי הקיים לקורס שניתי, במטרה לאפשר למשתתפים להסתגל במהלכו ללמידה עצמאית.

חשיבותן שגודלה הפיסי של המעבדה הגביל את מספר המשתתפים במחקר. אולם, למורות זאת אנו סבורים שתרומתו התאורטית של המחקר היא באפיון עמדות סטודנטים כלפי מעבדת מחקר

באלקטרוניקה. למשתמשים, אפיון שכזה בוצע כאן לראשונה. מההיבט המעשי, תרומה המחבר עשויה להתבטא בישום הממצאים לטובות שיפור ההוראה והלמידה בקורסים דומים.

מאמר זה מtabסס על:

Gero, A., Catz, B., & Sabag, N. (2018). Inquiry-based electronics laboratory: Students' attitudes. *Proceedings of the 28th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering* (pp. 1-4). IEEE.

מקורות

- Alam, F., Hadgraft, R., & Subic, A. (2014). Technology-enhanced laboratory experiments in learning and teaching. *Using Technology Tools to Innovate Assessment, Reporting, and Teaching Practices in Engineering Education*, IGI Global.
- Bhatti, P. T., & McClellan, J. H. (2011). A cochlear implant signal processing lab: Exploration of a problem-based learning exercise. *IEEE Transactions on Education*, 54(4), 628–636.
- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121–130.
- Fonteijn, H. (2015). Making students responsible for their learning - Empowering learners to build shared mental models. *Transformative Perspectives and Processes in Higher Education, Advances in Business Education and Training*, 6, 49–74.
- Gero, A., Stav, Y., & Yamin, N. (2016). Increasing motivation of engineering students: Combining "real world" examples in a basic electric circuits course. *International Journal of Engineering Education*, 32(6), 2460–2469.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Physiology Review*, 16(3), 235–267.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Hsieh, H., & Shannon, S. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–1288.
- Hung, W. (2011). Theory to reality: A few issues in implementing problem-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 59(4), 529–552.
- Litzinger, T. A., Lattuca, L. R., Hadgraft, R. G., & Newstetter, W. C. (2011). Engineering education and the development of expertise. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 123–150.
- Mitchell, J. E., & Smith, J. (2008). Case study of the introduction of problem-based learning in electronic engineering. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 45(2), 131–143.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20.

פיתוח שאלות מולטימדיה מבוססות מיקום לקידום הבנה מדעית

שאדי עסאקלה ופרופ' מيري ברק
הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

תקציר

דווחות מבוססי סקרים של הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (ה- OECD) דיווחו לאחורה על שני אתגרים חינוכיים מרכזים. הראשון, הצורך בשיפור הישגים בתהומי המדע בקרב תלמידים מקהילות מוחלשות. השני, הצורך בקידום פדגוגיה חדשנית המותאמת למילומניות הדורשות במאה ה-21. בניסויו להתמודד עם שני אתגרים אלו, מאמר זה מתרגם מודל פדגוגי בשם SOCIAL. המודל מבוסס על חווית במידה מומוקמת, מתוקשבת, שיתופית ואינטראקטיבית תוך עידוד פעילות לפיתוח שאלות מולטימדיה מבוססות מיקום. כדי לבחון את המודל, ערכנו מחקר שמטרתו לאפיין את המילומניות המרכזיות שהפעילות הלימודית עשויה לקדם ולבחון את ההשפעה שלה בבתי ספר בפריפריה הגאוגרפית של ישראל. המחקר כלל 112 תלמידי כיתות ח', תוך השוואה בין שתי קבוצות: קבוצת ניסוי, בה התלמידים פיתחו שאלות בנושאים מדעיים ו קישרו אותן לחיי היום-יום, וקבוצת ביקורת, בה התלמידים ענו על שאלות על פי הגישה המסורתית. המחקר נערך בגישה השיטות המעורבות. הנתונים נאספו בעוזרת תצלויות בכיתות הניסוי, שאלון שהועבר לפני ואחריו הפעולות הלימודית וניתנו שאלות מולטימדיה שפותחו על ידי התלמידים. תמליל הצלויות בכיתות הניסוי הציבעו על חמש מילומניות עיקריות: אוריינות תקשוב, מסוגלות עצמית, חשיבה בהקשר, חשיבה ביקורתית ויצירתיות. ממצאי המחקר הראו שהפעילות הלימודית מעודדת מתן הסברים לתהליכים מדעיים ו קישור נושאים לחיי היום-יום. עם זאת, קיימים פערים גדולים בין התלמידים ביכולת שלהם לפתח שאלות מולטימדיה מקוריות. המחקר מעלה את הצורך לעודד עבודה בקבוצות בתהיליך פיתוח השאלות, שלב פעילויות אלו בתרומות גובהה יותר ולבנות שימוש בשאלות חלק מההערכה של הישגי התלמידים.

מבוא

קידום חשיבה מדעית בקרב תלמידים הוא אחד האתגרים המרכזיים של החינוך במאה ה-21 (NRC, 2012; OECD, 2013). חשיבה מדעית מורכבת מכישורים קוגניטיביים ומילומניות מסווג שאלות שאלות, ביצוע ניסוי, הערצת ראיות והסקת מסקנות. בין מילומניות אלו, פיתוח שאלות על ידי לומדים מהוות אסטרטגיה ללמידה שעדיין לא מיושמת באופן מיטבי (Hardy et al., 2014; NRC, 2012). כדי ליצור שאלות אינטלקטואליות, התלמידים צריכים להיות בקיאים בתכנים המדעיים, להיות מסוגלים לחשב במידענים ולהיות מילומנים בשיטות מדע (Barak & Rafaili, 2004; Marbach-Ad & Sokolove, 2000; NRC, 2012). פיתוח שאלות כאסטרטגיה ללמידה יכול להיות אמצעי להערכת חלופית של השיגי הלומדים. בדרך זו, ניתן לקבוע ציונים בהתאם לאיכות השאלות שהתלמידים יוצרים ולא רק על יכולתם לענות על שאלות של המורים (Barak & Rafaeli, 2004; Hardy et al., 2014; Herscovitz, et al., 2012; Marbach-Ad and Sokolove, 2000). מחקרים בתחום למידה הימית בהם תלמידים פיתחו שאלות הרואו עליהם בהבנה כימית ברמות 'צג' שונות (Dori & Herscovitz, 1999; Kaberman & Dori, 2009) מחקר בתחום האלקטרוניקה, מדעי המחשב והפיזיקה, הראה שפיתוח שאלות מוקדם תהליכי למידה, הבניית ידע והבנה מושגית (Sanchez-Elez et al., 2014).

הפוטנציאלי של אסטרטגיה ללמידה זו לשיפור הידע והבנה המדעית, היא אינה מיושמת בצורה

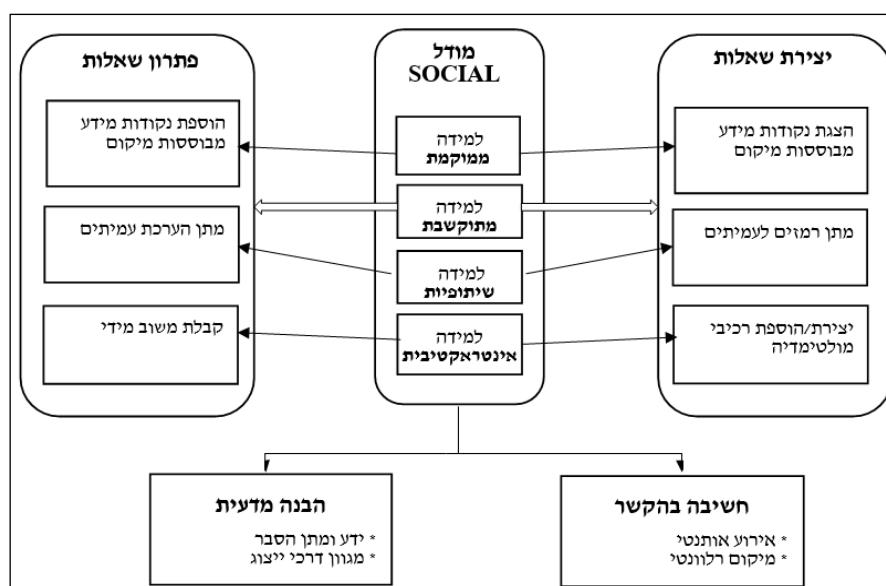
רחבה ב�� הספר. חלק מהסיבה לכך, הוא הצורך בפלטפורמה מתקדמת ובמסגרת פדגוגית מובנית שיסייעו למורים לקדם פעילותות של יצירה שאלות ופתרון שאלות כחלק אינטגרלי מתהליך הלמידה (עساקלה וברק, 2017).

בהתבסס על תיאוריות לימודיות וספרות מחקרית, מאמר זה מתאר מודל פדגוגי בשם 'חברתי' SOCIAL לקידום מעורבות למידים בתהליך יצירה שאלות מולטימדיה מבוססת מקום. מודל זה מתכתב עם שני אתגרים חינוכיים מרכזים. הראשון, הצורך בשיפור הישגים בתחום המידע בקרב תלמידים מקהילות מוחלשות המצוינות בפריפריה גאוגרפית. השני, הצורך בקידום שיטות הוראה, למידה והערכתה העושות שימוש בטכנולוגיות מתקדמות ומתאימות למיניות הדרושים במאה ה-21 (OECD, 2016; Tofel-Grehl et al., 2017) (21).

שפתוואר במאמר זה.

מודל SOCIAL

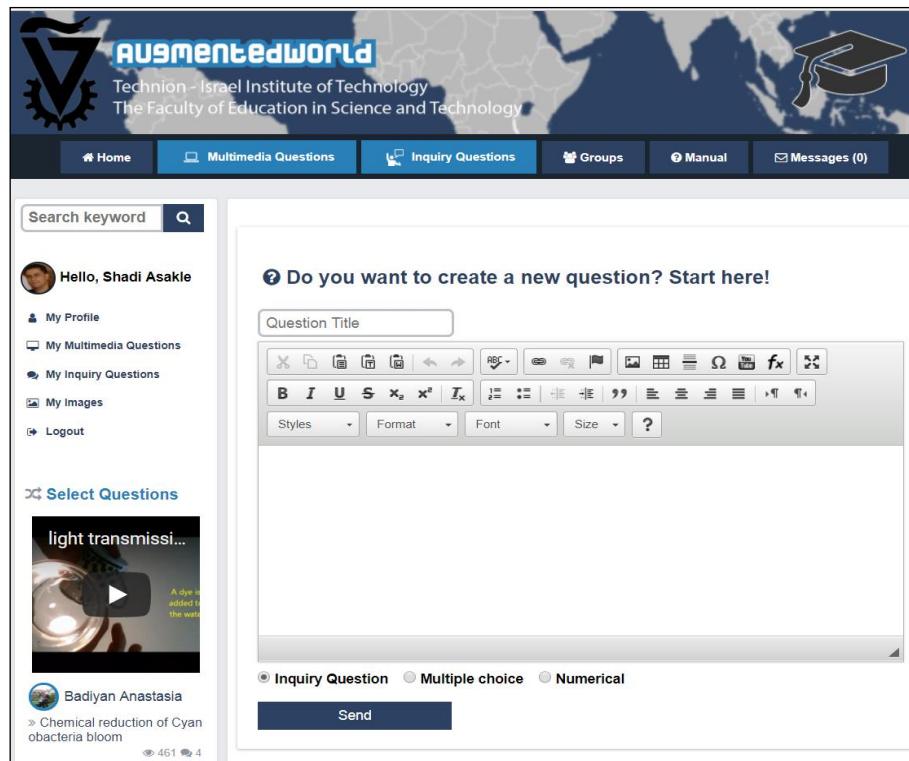
Situated Online Collaborative InterActive הינו ראיי תיבوت של SOCIAL. המודל מボוס על ארבעה מרכיבים של תהליך הלמידה כחויה מקומת (Situated), Learning מתוקשבת (Online), שיתופית (Collaborative) ואינטראקטיבית (Interactive). למידה ממוקמת כוללת יצירה והוספה של נקודות מידע מבוססות מקום על מפה דיגיטלית. למידה מתוקשבת מתרחשת במהלך השימוש בפלטפורמה אינטרנטית יעודה שמאפשרת יצירה שאלות מולטימדיה ופתרון באופן מקוון ורחוק. למידה שיתופית מתרחשת בתהליך שבו התלמידים משתפים את השאלות ונקודות המידע שייצרו ובכך מאפשרים לאחרים ללמוד מהן תוך פתרון השאלות ומתן הערכת עמיתים. למידה אינטראקטיבית מתרחשת בעת יצירה או שימוש בישומי מולטימדיה (כגון סימולציות) וקבלת משוב מיידי. איור 1 מציג את ארכיטקטורת רכבי המודל ושתי מטרות למידה: הבנה מדעית - היכולת לפתח ולענות על שאלות, לנמק תשובה ולהציג נושא מדעי בצורה ייצוגנית, וחשיבה בהקשר - היכולת לחבר מושגים מדיעים לאירוע אונטני ומקום רלוונטי.



איור 1. מודל SOCIAL לkidom הבנה מדעית וחשיבה בהקשר

מודל SOCIAL מיושם באמצעות פלטפורמת AugmentedWorld (עולם רבוד) המאפשרת יצירה ופתרון שאלות עתירות מולטימדיה תוך קישור מושגים מדיעים לאירוע אונטני ומקום רלוונטי

(עساקלה וברק 2017; Barak & Asakle, 2018). הפלטפורמה מאפשרת פיתוח של שאלות מגוונות הכוללות נוסחאות מתמטיות, פיסיקליות וכימיות, הצגה של טבלאות וגרפים ושלוב תМОנות, כתבי ווידאו, אнимציות וסימולציות מתחומי המדע (איור 2).



איור 2. דף השער של פלטפורמת AugmentedWorld

מטרת המחקר, אוכלוסייה והפעולות הלימודית
ישום מודל SOCIAL לווה במחקר הערכה. מטרות המחקר היו: לאפיין את המאפיינים המרכזיים שהפעולות הלימודית מבוססת המודל עשויה לעוזד ולבחון את ההשפעה שלה על ההבנה המדעית אצל תלמידים. המחקר כלל 112 תלמידי כיתות ח' הולמים בשלושה בתים ספר דרוזים. האוכלוסייה הדרוזית הינה קבוצה מייעוט בישראל עם נורמות תרבותיות, חברתיות ודתיות ייחודיות. התלמידים הדרוזים מהווים רק כ- 2% מאוכלוסיית התלמידים בישראל. בכל בית ספר נבחרו באופן אקראי כיתת ניסוי וכיחת ביקורת. התלמידים בשתי הקבוצות למדו נושא מדעי זהה - חוקי ניוטון. קבוצת הביקורת (54 תלמידים) התבקשו לענות על שאלות שניתנו על ידי המורים, בעודם שוכב בדרכם (58 תלמידים) למדו על פי מודל SOCIAL תוך פיתוח שאלות מולטימדיה מבוססות מיקום.

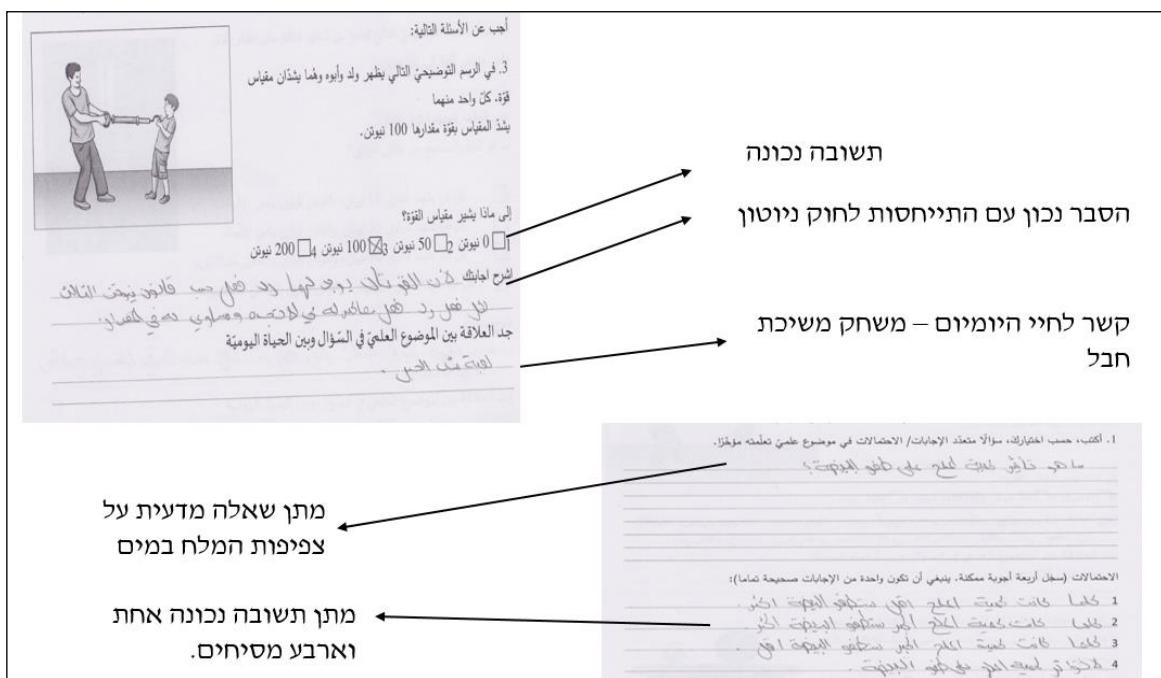
הפעולות כוללה ארבעה שלבים: א. יצירת שאלה - התלמידים התבקשו לתוכן ולכתוב שאלה רב-ברירה בנושא חוקי ניוטון על סמך הידע שנרכש בכיתה. הם התבקשו להוסיף לשאלותיהם רכיבי מולטימדיה כגון סרטונים קצרים, אнимציות או סימולציות, כדי להציג או להמחיש את התופעה המדעית. ב. יצירת נקודת מידע מבוססת מיקום - התלמידים התבקשו להוסיף נקודת מידע על מפה דיגיטלית. נקודות אלה כללו מידע נוסף שמסביר את התופעה המדעית שמצוירת בשאלות שפיתחו. בעזרת נקודות אלה התלמידים קישרו את התופעה המדעית לחיה היום יום בסביבתם הקרובה או לאירועים אותנטיים בעולם. ג. שיתוף שאלה - התלמידים התבקשו לפתרו שתי שאלות שפותחו על ידי עמיתיהם ד. הוספה נקודת מידע – התלמידים התבקשו להוסיף נקודת מידע לכל אחת משתי השאלות של עמיתיהם ובכך לקשר את הנושא המדעי לאירוע ומיקום רלוונטיים.

שיטת המחקר

במחקר נעשה שימוש בגישה השיטות המעורבות המקבילות (Creswell, 2014), שבה מוזגו נטונים כמותיים ואיכוטיים. כלי המחקר מפורטים להלן:

חיפויות בלבד - ציפויות ללא מעורבות בוצעו בחדר המחשבים במטרה לאfine את המימוניות שמצוות במהלך הפעולות הלימודית (מטרת המחקר הראשונה). אמירות התלמידים תועדו באמצעות יומני הוקרים ונוחחו בשיטה הקונבנציונלית (אנדוקטיבית), המאפשרת לקטגוריות להתחווות מתוך נטונים גולמיים (Hsieh & Shannon, 2005).

שאלוון בנושא הבנה מדעית – במטרה לבחון את השפעת המודל הפגוני על ההבנה המדעית וחסיבה בהקשר של התלמידים. השאלוון כולל שני חלקים: הראשון בוחן את יכולת התלמידים לפתח שאלת רב-ברירה ושאלת חקר מדעי, השני בוחן הבנה בעזורת שש שאלות רב-ברירה בנושא 'כוחות וחוקי ניוטון' מתוך מבחני מיצ"ב (מדדי יעילות וצמיחה בית-ספרית). התלמידים התבקשו לרשום הטבר לכל תשובה ולקשר את הנושא המדעי לחיה היום. השאלוון הועבר לשתי קבוצות המחקר: ניסוי וביקורת, לפני ואחרי לימוד הנושא המדעי, כדי לבחון את השפעת הפעולות הלימודית על ההבנה המדעית של התלמידים ויכולת חסיבה בהקשר. דוגמא לשאלת רב-ברירה שכותב אחד התלמיד מוצגת באירוע 3.

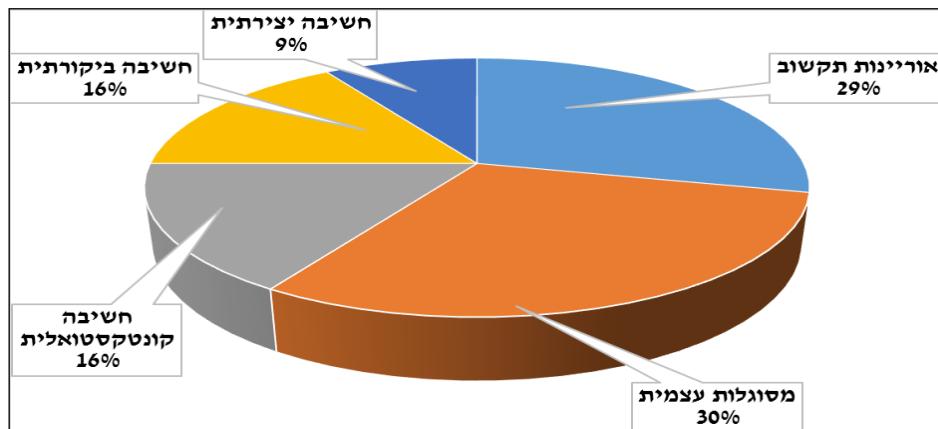


איור 3. דוגמא לשאלת רב-ברירה שכותב אחד התלמיד, מתוך השאלוון

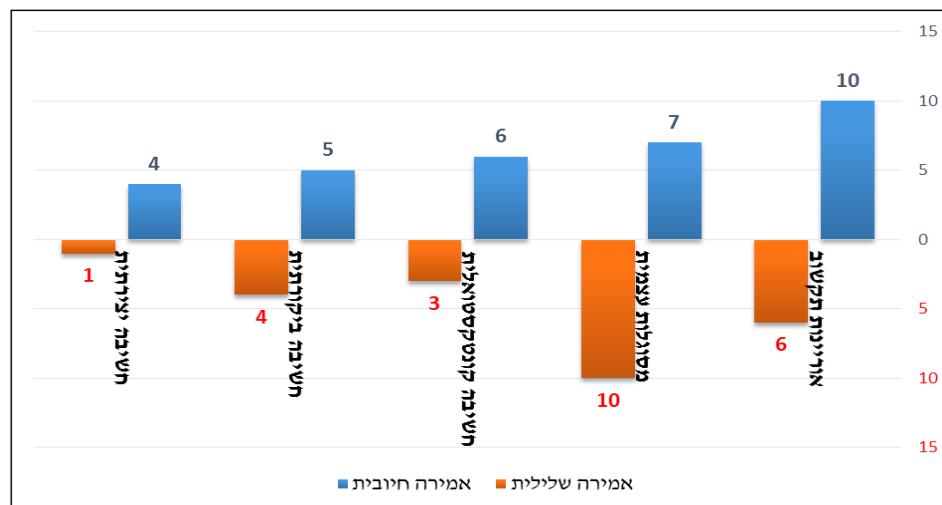
ניתוח שאלות – בחינה עמוקה של השאלות שיוצרים התלמידים על פי הגישה הדודוקטיבית, בהתאם לארבעה מרכיבים. שני המרכיבים אידיע אונטני ומיקום ולויוני, והතאמו מתוך דוחות ה- OECD (2013, 2016). המרכיב השלישי, עיצוב מולטימדיה, הותאם מעבודות של ברק ורפאל (2004). המרכיב הרביעי, הלמה הקונגיטיבית, כולל שלוש קטגוריות: ידע (מיומנות חסיבה ברמה נמוכה); הבנה (מיומנות חסיבה בינונית); והערכה (מיומנות חסיבה גבוהה) הותאם משני מחקרים קודמים (Barak & Rafaeli, 2004; Herscovitz et al., 2012) שהומר לסולם מאוני (מתוך 100).

מצאים

המיומנויות המרכזיות שהפעילות הלימודית מבוססת מודל SOCIAL עשויה לעודד במהלך התכניות בפעילות הלימודית של קבוצת הניסויulo 56 אמירות שהציבו על חמש מיומנויות מרכזיות שמודל SOCIAL עשוי לעודד אצל תלמידים: אוריינות תקשוב, מסוגלות עצמית, חשיבה בהקשר (קונטקטואלית), חשיבה ביקורתית וחשיבה יצירתיות (איור 4). נמצאו 32 אמירות חיוביות שהתייחסו להצלחה של התלמידים ביצוע המשימה ו- 24 אמירות שליליות שהציבו על בעיות וקשיים (איור 5). מבחן מהימנות מסווג פלייס kappa (Fleiss kappa) שנערך בין חמישה מומחים, הראה את העורך 0.93, המעיד על הסכמה גבוהה לגבי שיעום של ההגדים לחמש המיומנויות.



איור 4. השכיחות באחוזים של חמיש המיומנויות המאפייניות את הפעילות הלימודית



איור 5. התפלגות חמיש המיומנויות על פי אמירות חיוביות ושליליות של התלמידים הפסוקות הבאות מציגות הסבר על כל אחת מחמש מיומנויות הלמידה ודוגמאות נבחרות מתוך תמליל התכניות במהלך הפעילות הלימודית.

אולדיניות תקשיב, המיומנות הראשונה שזוהתה, מתיחסת לכשירותם של התלמידים להשתמש בפלטפורמות מבוססות רשות כדי למצוא, לנהל וליצור מידע (Barak, 2017; NRC, 2012). התלמידים זיהו את הפוטנציאלי בשימוש במדיה בראשת, בדגש על איות, כמות וגוון. לדוגמה, אחד התלמידים שנעזר במידע בראשת אמר: "לא האמנתי שיש סרטונים ממש טובים על חוקי ניוטון בי-טיווב שסבירים בצורה זו". תלמיד אחר אמר: "עברית על החומר שלמדתי בכיתה אבל לא הצלחתי

לבנות שאלת. עשייתי חיפוש באינטרנט ומצאתי הרבה חומרים. בדיקת מה שרציתי". לעומת זאת, תלמיד שהפגין קושי באיתור מידע טען כי: "ישנה כמהות אידירה של מידע על חוקי ניוטון. לא יודע מה לחת שם. זה ממש הרבה". לגבי הדריכים למציאת מידע בראשת והשימוש בו. במהלך הפעולות, התלמידים הציגו רעיונות מקוריים בתהיליך יצירת השאלת. חלק מהתלמידים הפגין שליטה ויכולות בשימוש בחומר הלימוד מהרשת, כולל הוספת תמונות או ידאו רלוונטיים. עם זאת, חלק מהתלמידים נתקל בקשישים ובנויות שאלת מולטימדיה הייתה אתגר עבורם. תלמיד שיעזר סרטון ידאו מקורי ציין: "כל הזמן רציתי לצלם סרטון ולהעלות לאינטרנט וזה נראה לי ממש קשה. אבל בשעה זאת במהלך הפעולות ואני שזה ממש קל... צירוף הסרטון לשאלת תרגם הסבר מדעי". לעומת זאת, תלמידה שהתקשתה לבחור מידע מתאים, ציינה: "יש מיליונים של תמונות לא יודעת במה לבחור. מצאתי הרובה על חוקי ניוטון. איך יופי. אבל במה להשתמש?!".

מסוגיות עצמית, המיומנות השנייה, מתייחסת לכולותם של התלמידים להתמודד במשימה ולסימן אותה גם כשהם נדרשים להתמודד עם אתגרים (Bandura, 1997). התAMILים הציבו על הצלחות אך גם על מסוגיות עצמית נמוכה. למשל, אחת התלמידות אמרה: "בהתחלת החשתי מהמשימה, אבל מיד עם תחילת העבודה ראיתי שאני מסוגלת לבנות תקציר לחומר שלמדתי ולבנות שאלה טובה... הצלחתי גם לחבר את הנושא המדעי לוידאו שמצאתי באינטרנט". תלמיד נוסף שפהגין מסוגיות עצמית גבואה אמר: "רציתי לבנות שאלה ולשתח את חברי לכיתה... אני יודע אני מסוגל לפתח שאלה טובה. במיוחד אחרי שעברתי על החומר שלמדנו בכיתה, והתברר לי אני יכול לתת דוגמא לחוקי ניוטון עם הסבר טוב". לעומת זאת, תלמידה שלא עשתה את המשימה אמרה: "זה ממש קשה, ממש לא בא לי, יהיה קשה לקשר חוק ניוטון לחמי ולכך לא רוצה לעשות זאת". תלמיד אחר אמר: "לעבור עם המערכת נראה קשה, אין סיכוי שאצליח. שאל את אח שלי אם יעזר אז אמשיך". תלמידה נוספת דיווחה על קשיים ואמרה: "המערכת טובה. ראיתי שאלות של אחרים. אבל, אני לא חשבתי שאני מסוגלת. לא nisiyi לעשות ולא רוצה. זה קשה". לאחר עזרה טכנית היא יצרה שאלה ללא הסבר על הנושא המדעי, ולטענה: "לא יודעת לעשות וידאו או תמונה, מספיק ככה", התלמידה לא המשיכה את המשימה.

חשיבה בהקשר, המיומנות השלישיית שזוהתה, מתייחסת לכולותם של התלמידים להעמק בהבנה מדעית על ידי יצירת קשר בין הנושא המדעי לבין אירועים אונטטיים וחוויות אישיות (Giamellaro, 2014; Lave & Wenger, 1991) (Giamellaro, 2014; Lave & Wenger, 1991). על פי טענת התלמידים, הקשר בין הנושאים המדעיים לחיה היום יום שליהם אינו מובן מלאיו. לדוגמה, תלמידה שציינה את חשיבות הקשר לחיה היום יום טעונה: "טוב מאוד שיש רעיון לכך. מצאתי את השכונה שלי על המפה ושם נקודה שם שיחקנו בשכונה. קישרתי את הנקודה למשחק משיכת חבל ששיחקתי עם חברים שלי". תלמיד אחר ציין שהפעולות הלימודית גרמה לו להבין את הקשר בין מדע וחיה היום יום: "אני מבין את חוקי ניוטון, אבל לא חשבתי הקשר זה למשהו בחיה. זה ממש טוב להבין ולדעת שיש דברים אצלי בבית שעובדים לפי חוקי ניוטון. למשל אם אני נשען על הקיר בחדר שלי, הוא גם מפעיל עליו כוח". תלמידה שלא הצלחה ליצור קשר נושא חוקי ניוטון לחוויה או אירועים אישיים אלא לאחר עזרה מאחרים אמרה: "לא הבנתי בכלל מה זהקשר לחיה את חוקי ניוטון, רק אחרי שראיתי נקודות מידע בשאלות אחרות, חשבתי על רעיון להציג נקודות מידע על המפה הדיגיטלית במקום שבו התרחשה תאונת דרכים בcpf וסבירתי איך זה קשור לחוק ניוטון". לעומת זאת, תלמיד אשר התקשה ביצוע המשימה טען: "חוק ניוטון השני זה שוגוף שמשמעותם עליו כוח מסוים. למה זה קשור? אם

אני נותן דחיפה לעגלה בשכונה היא זהה אבל לאחר מכן היא עוזרת, ככלומר לא ממשיכה לזרז". תלמיד אחר שכלל לא הצליח למצוא קשר לחיי היום יום טען: "אני לא מצליח להביא שום דוגמא מהבית או בכפר שקשורה לחוקי ניוטון".

חשיבה ביקורתית, המיומנות הריביעית שזויתה, מתייחסת ליכולתם של התלמידים לחשב בצורה רציונלית ושיפוטית עם שיקול דעת מדעי (Barak, Ben-Chaim, & Zoller, 2007; OECD, 2013). במהלך הפעולות הלימודית התלמידים התבקו לפטור את שאלותיהם של עמיתים לכיתה, לשפק הערכה מילולית ולדון בהצעות לשינוי ושיפור. במהלך הפעולות, התלמידים הפגינו יכולת שיפוט וחשיבה ביקורתית כלפי תוצריהם של עמיתיהם וגם כלפי פלטפורמת AugmentedWorld. התלמידים הצליחו לזהות שאלות טובות לעומת שאלות שדרשות שינוי ושיפור. לדוגמה, אחת התלמידות אמרה: "ראיתי שאלות של חברות שלי, הצלחת לי זהות שיש שאלות טובות ואחרות לא טובות". תלמיד אחר ציין: "אחרי קריאה נוספת של השאלה, בסוף המשימה, הבנתי שיכלתי לשפר בה הרבה". תלמיד שביקר שאלות של עמיתיו אמר: "הרבה שאלות לא היו טובות... הן היו רק בשביב לשאל שאל ולא להסביר את הנושא". תלמידה שביקרה את השאלה שהיא כתבה אמרה: "השאלה שלי אמרה להסביר את החוק השלישי של ניוטון, קראתי אותה שוב וראיתי שהיא לא ממש טובה לכן הוספתי סרט שסביר עוד". תלמידה אחרת עם אמירה חיובית אמרה: "לדעתי השאלה שלי ממש טובה יש בה גם סרטון. אבל נקודות המידע לא מספיק טובות... הן מכילות שורה אחת וזה לא מסביר הרבה".

חשיבה יצילית, המיומנות החמישית שזויתה, מתייחסת ליכולתם של התלמידים ליצור ועינונות חדשים, להציג דרכים חדשות להציג מידע ולהראות יכולת של חשיבה 'מחוץ לקופסה' (NRC, et al., 2003; Osborne, et al., 2012). תלמידים רואו בפעולות הלימודית הזדמנויות להפגין יצירתיות בבניית השאלה וב קישור הנושא המדעי לחיה היום יומם שלהם. אחת התלמידיה אמרה: "בהתחלת חשבתי על בניית שאלה רגילה כמו בספר הלימוד, אבל לאחר מחשבה עומקה חשבתי לפתח שאלה רחבה יותר, עם תמונות וסרטונים ועם טקסטים כאלו שאני המורה". תלמידה אחרת חשבה על רעיון יצירתי לבניית השאלה כמשחק: "רציתי ליצר משחק שבו חסרים מילים ותמונות ומיסופתור את השאלה ישלים את החסר". תלמיד נוסף אמר: "זו הייתה הזדמנות לחשוב על חומר הלימוד בצורה אחרת, להבין את החומר בדרכים חדשות, ולא רק לקרוא במחברת ובספר". תלמידה נוספת אמרה: "אף פעם לא חשבתי לפתח בצורה זו חומר לימוד. תמיד רציתי לחתוך חומר ללמידה או מוויקיפדיה, אבל כאן יש דרכים להציג דברים בצורה שאני רוצה".

ה להשפעה של הפעולות הלימודית על ההבנה המדעית אצל תלמידים בחטיבת ביניים ניתוח של ציוני התלמידים בשאלון המקדים הראה ממוצעים נמוכים אצל שתי קבוצות המחקר: קבוצת הביקורת ($M = 11.52$, $SD = 11.35$) וקבוצת הניסוי ($M = 21.82$, $SD = 12.3$), ללא הבדלים מובהקים סטטיסטיים בין שתי הקבוצות ($t = 0.211$, $df = 1111$). לעומת זאת, בשאלון המסכם, ממוצע הציונים של קבוצת הניסוי - התלמידים שלמדו בגישת SOCIAL היה גבוה באופן מובהק סטטיסטי מהממוצע של קבוצת הביקורת ($t = 8.211$, $df = 1111$). מבחן שונות חד-כיווני ANCOVA, בו ציוני השאלון המקדים שמשו כמשתנה בקרה, הראה הבדלים מובהקים סטטיסטיים בהבנה מדעית, במתן הסבר, וב יכולת לקשר נושא מדעי לחיה היום יומם של התלמידים. עם זאת, לא נמצא הבדל מובהק סטטיסטי בין שתי הקבוצות ביכולת התלמידים לחבר שאלת רב ברייה (טבלה 1).

טבלה 1: ממוצעים, סטיית תקן ותוציאות מבן ANCOVA, אצל שתי הקבוצות לפי השאלון
המסכם

		קבוצת ניסוי (N=58) (N=54)				קבוצת ביקורת (N=54)	
p	F	סטיתת תקן	ממוצע	סטיתת תקן	ממוצע	סטיתת תקן	ממוצע
.076	3.20	12.43	13.88	16.61	20.68	חיבור שאלת רב ברירה	
.000	42.38	25.21	53.70	18.05	80.17	הבנה מדעית	
.000	51.06	16.71	12.96	32.56	47.41	הסבר לתשובות	
.003	9.49	13.06	6.17	27.06	18.96	קשר לחיי היום יום	

ניתוח איקוני של שאלות מולטימדיה שפיתחו התלמידים מקבוצת הניסוי, הצביע על רמה קוגניטיבית בינונית ($M=53.33$, $SD=24.66$) ויכולת ביןונית-نمוכה לקשר את חוקי ניוטון לחיי היום יום ($M=31.54$, $SD=24.96$). התלמידים הראו יכולת נמוכה בקשרו למקום רלוונטי להתרחשותם של תופעות מדעיות ($M=16.66$, $SD=29.12$). רק 52% מהתלמידים שילבו מולטימדיה (כגון תמונות וקטועי וידאו) בשאלות שפיתחו, אך לא נעשו שימוש בסימולציות או אנימציות. רק 6% שילבו תמונות וקטועי וידאו מקוריים שהם עצם יצרו.

איור 6 מציג דוגמה לשאלת שפיתחה אחת התלמידות בנושא החוק השלישי של ניוטון. השאלה כוללת הסבר על פעולות חיליות ומיקום השיגור שלה בוושינגטון. התלמידה הציגה הסבר טוב לעקרון המדעי והשאלה מאפשרת הבנה טובה שלו. עם זאת, השאלה קיבל ציון של 50 מתוך 100 בשל הסבר חלקי לקשר בין הנושא המדעי לידע המוצג, הסרטון אינו מקוררי, המיקום כללי ורחוק מחיי היום יום של התלמידה.



איור 6. דוגמא לשאלת מולטימדיה עם נקודת מידע בנושא חוק ניוטון השלישי

דיון ומסקנות

מאמר זה מתאר מודל פדגוגי בשם SOCIAL המבוסס על חווית למידה ממוקמת, מתוקשבת, שיתופית ואינטראקטיבית תוך עידוד פעילות לפיתוח שאלות מולטימדיה מבוססות מיקום. כדי לבחון את המודל, ערכנו מחקר שטחתו לאפיין את המומנויות המרכזיות שהפעילות הלימודית עשויה לקדם ולב�ון את ההשפעה שלה ב�� ספר בפריפריה הגאוגרפית של ישראל. תוצאות בכichtetות הניסוי הצבעו על חמש מומנויות עיקריות שהמודל עשו לעודד: אוריינות תקשוב,مسؤولות עצמית, חשיבה בהקשר, חשיבה ביקורתית ויצירתית. מומנויות אלו הן חלק מהתוצאות המומנויות הדרשות ללמידה ולעבודה במהלך השנים 2012-2016 (NRC, 2012; OECD, 2012; Dori & Herscovitz, 1999; Hardy et al., 2014; Herscovitz, et al., 2012). בדומה למחקרים המחקר הראו שהפעילות הלימודית מעודדת מתן הסברים לתהליכי מדענים ו קישור נושאים לחוויה יומיום. עם זאת, קיימים פערים גודלים בין התלמידים ביכולת שלהם לפתח שאלות מולטימדיה מקוריות.

על אף שהתלמידים נולדו בתחום המילניום השלישי, חלום הראה קושי ביצוע המשימה המתוקשבת, בעיקר בשל תחושים מסווגות עצמית נמוכה. הדבר יכול לשמש כהסבר חלק לממצאי דוח ה-OECD (2016) שהראה של מומנויות השימוש בטכנולוגיות חדשות בעשורים האחרונים, טרם ניכר שיפור בהבנה המדעית אצל תלמידים במוצע עולמי. במחקר הנוכחי, הדבר בא לידי ביטוי בכך שהחלק מהתלמידים לא הצליחו לסיים את הפעילות הלימודית או ביצעו אותה בצורה שטחית. המושג מסווגות עצמית נתבע על ידי בנדורה (Bandura, 1997) שהעלילה את ההשערה שמספרות עצמית משפיעה על ההתמדה של הלומד. תלמידים עם תפיסת מסווגות עצמית נמוכה עשויים להימנע מביצוע מושגות למידה שנתקשות בעיניהם כ"קשה". לעומת זאת, אלה המאמינים ביכולות שלהם יגלו נוכחות להתמודד עם קשיים בעת ביצוע המשימה. במחקר הנוכחי, ניכר היה כי היכתה חולקה לתלמידים המאמינים ביכולתם עם תפיסת מסווגות עצמית גבוהה שביצעו את המשימה עם התמודדות מוצלחת עם הקשיים, לעומת תלמידים עם תפיסת מסווגות עצמית נמוכה שלא ביצעו את המשימה, ולרוב לא ניסו להתמודד עם הקשיים ונמנעו מביצוע.

הפעילות לייצרת שאלות הדגישה את התרומה של האינטראקטיבית החברתית שבה התלמידים ניסו לעזור לאחרים לשפר את שאלותיהם ולהוסיף מידע הקשור באירועים מקומיים וחוויות אישיות. למרות שמעט תלמידים הצליחו לתרום לעמיהיהם מידע לשיפור השאלות, התרומה של קשר שאלות לחוויה היום יומם מעיד על רקע תרבותי להשתתפות קוגניטיבית. בדרך זו, הלומד עשוי לשפר את הבנה המדעית שלו כווצר ותורם המידע בעודו שערמינו משפרים את הבנה המדעית שלהם בכך שהם מספקים משוב וריעונות לשיפור (Lemke, 2001; Vygotsky, 1978).

מצאינו מראים כי אצל התלמידים שלמדו על פי מודל SOCIAL, חל שיפור בשלושה היבטים לימודיים: הבנה של חוקי ניוטון, מתן הסבר לתשובות ו קישור מושג מדעי לחוויה היום יומם. במבנה של מושגים, עונה על הצורך לקדם מומנויות שאלות כחלק מהחינוך המדעי (NGSS, 2016; Lead States, 2013; NRC, 2012; OECD, 2016). שיפור במתן הסבר לתשובות יכול להעיד על פעולות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות שהפעילות הלימודיתקידמה. הדבר דומה למצאים של מחקרים אחרים שעודדו פיתוח שאלות ומתן הסברים (Barak & Rafaeli, 2004; Herscovitz, et al., 2012). שיפור ביכולת לחבר נושאים מדעיים לחוויה היום יומם, הראה על יכולת התלמידים להבין

את הנושאים המדעיים לא רק באופן תיאורטי אלא באופן מעשי, דרך חוויות אישיות (Giamellaro, 2014; Lave, & Wenger, 1991).

במחקר הנוכחי בחנו תלמידים מבתי ספר בפריפריה הגאוגרפית של ישראל. ההצלחה החלקית של תלמידי כיתות ח' בפיתוח שאלות מולטימדיה דורש פתרון חדשני לצמצום פערים בין אוכלוסיות. יש להמשיך ולעוזד מורים לשלב פעילויות מעין אלו בכיתות הלימוד גם אם, חלק מהתלמידים מרגשים שהאתגר גדול מדי ותחושים המסוגלות העצמיות נמוכה. אנו ממליצים על מחקר המשך שבו תייטה השוואת השפעת מודל SOCIAL על אוכלוסיות מוחלשות לעומת אוכלוסיות אחרות.

לסיכום, בעשור האחרון, מחוקרים רבים עוסקים בבחינה של פדגוגיות חדשות וטכנולוגיות מתקדמות לקידום החינוך המדעי (למשל, Barak, 2017; Barak & Asakle, 2018; Sanchez-Elez, 2018). מחוקרים אלו עשויים לתרום להפתוחות דור חדש של תיאוריות למידה המבאות בחשבון שינויים בהרגלי הלמידה ודרכי ההוראה. המחקר הנוכחי, יכול לתרום נדבך לקידום התיאוריה החברתית-תרבותית (sociocultural) שמדגישה את תרומתן של אינטראקטיות ביןאישיות וחשיבות הרקע התרבותי להפתוחות הקוגניטיבית של הפרט (Lemke, 2001; Vygotsky, 1978). בדומה, המחקיר יכול לתרום לתיאוריות הלמידה הממוקמת (situated learning) שמדגישה כי למידה משמעותית מתרחשת באמצעות התנסויות אוטנטיות וחיבור הנלמד לחביי היומיום של הלומד (Lave & Wenger, 1991).

מקורות

- עساקלה, ש. וברק, מ. (2017). AugmentedWorld: פלטפורמה שיתופית לייצרת שאלות מבוססות מיקום ומולטימדיה. *מודולק*, 12, 10-16.
- Barak, M. (2017). Science teacher education in the twenty-first century: A pedagogical framework for technology-integrated social constructivism. *Research in Science Education*, 47(2), 283-303.
- Barak, M., & Asakle, S. (2018). AugmentedWorld: Facilitating the creation of location-based questions. *Computers & Education*, 121, 89-99.
- Barak, M., Ben-Chaim, D., & Zoller, U. (2007). Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in Science Education*, 37(4), 353-369. DOI 10.1007/s11165-006-9029-2
- Barak, M. & Rafaeli, S. (2004). Online question-posing and peer-assessment as means for webbased knowledge sharing in learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 61(1), 84-103.
- Bandura A. (1997). Self-efficacy: the exercise of control. New York: W. H. Freeman and Co. publishing.
- Bloom, B.S., Engelhart, M.B., Furst, E.J., Hill, W.H., Krathwohl, D.R., 1956. Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals, handbook 1: *The cognitive domain*. Longmans Green, New York.
- Creswell, J. W. (2014). Research design qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed., p. 304). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Dori, Y.J. & Herscovitz, O. (1999). Question-posing capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environmental case study. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 411-430.

- Fleiss, J. L. and Cohen, J. (1973). The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educational and Psychological Measurement*, 33(3), 613-619.
- Giamellaro, M. (2014). Primary Contextualization of Science Learning through Immersion in Content-Rich Settings. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2848-2871. doi:10.1080/09500693.2014.937787
- Hardy, J., Bates, S. P., Casey, M. M., Galloway, K. W., Galloway, R. K., Kay, A. E., Kirsope, P., & McQueen, H. A. (2014). Student-generated content: enhancing learning through sharing multiple-choice questions. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2180-2194.
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Herscovitz, O., Kaberman, Z., Saar, L. & Dori, Y.J. (2012). The relationship between metacognition and the ability to pose questions in chemical education. In A. Zohar and Y.J. Dori (Eds.) *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research* (pp. 165-195). Dordrecht, The Netherlands: Springer-Verlag.
- Kaberman, Z. & Dori, Y.J. (2009). Question posing, inquiry, and modeling skills of chemistry students in the case-based computerized laboratory environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 597-625.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296–316.
- Marbach-Ad, G. & Sokolove, P.G. (2000), Can undergraduate biology students learn to ask higher level questions? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 854–870.
- McLellan, H. (1996). Situated learning: Multiple perspectives. In H. McLellan (Ed.), *Situated learning perspectives* (pp. 5–17). New Jersey: Educational Technology Publications.
- National Research Council [NRC] (2012). A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Committee on a conceptual framework for new k-12 science education standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720. doi:10.1002/tea.10105.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2013). PISA 2012 Assessment Framework—Key Competencies in Reading, Mathematics and Science. Paris.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2016). PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Sanchez-Elez, M., Pardines, I., Garcia, P., Miñana, G., Roman, S., Sanchez-Elez, M., (2014). Enhancing students’ learning process through self-generated tests. *Journal of Science Education and Technology*, 33, 15–25.
- Tofel-Grehl C, Fields DA, Searle K, Maahs-Fladung C, Feldon D, Gu G & Sun V., (2017). Electrifying engagement in middle school science class: improving student interest through e-textiles. *Journal of Science Education and Technology*, 26(4), 406-417.

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

שיתוף פעולה אדם-רובוט: רובוטים חברתיים כუזרי הוראה לפעילויות למידה בקבוצות קטנות

ד"ר רינת רוזנברג קימה
הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

ד"ר יעקב קורן
המחלקה לסוציאולוגיה ואנתרופולוגיה
אוניברסיטת תל אביב

מיה יכני
בית הספר לחינוך
אוניברסיטת תל אביב

ד"ר גורן גורדון
המחלקה להנדסת תעשייה
אוניברסיטת תל-אביב

תקציר
האם רובוטים חברתיים חינוכיים יכולים לתרת ערך אמיתי בשנים הקרובות? במאמר זה אנו טוענים שההתשובה היא כן. בכיתה בה צפינו, נוכחנו בעיה נפוצה: המרצה חילקה את הכיתה לקבוצות קטנות לעובודה על פעילות משותפת ולא הצליחה לחלק את זמנה בין הקבוצות ולענות לכל השאלות בו זמן נת. המטרה של מחקר זה הייתה לבחון האם רובוטים חברתיים יכולים לעזור במצב זה. בפרט, רצינו למצוא האם האם רובוט חברתי יכול לשרת מטרה זו באופן טוב יותר מטכנולוגיות אחרות כגון טאבלטים. שלושים ושלושה סטודנטים השתתפו בפעילות למידה בקבוצות קטנות. בתנאי הרובוט, במקומות להרים את היד ולחכות לתשובה המרצה, הסטודנטים יכלו, עברור כל שלב בפעילויות, להחוץ על סימן השאלה ולקבל פידבק מיידי מהרובוט החברתי. בתנאי הטאבלט, הסטודנטים קיבלו את אותו הפידבק על גבי מסך הטאבלט. יתרונותיו וחסרונותיו של הרובוט החברתי נידונים.

מבוא

המחקר והפיתוח של רובוטים חברתיים למטרות חינוכיות הופך נרחב יותר וייתר (Park, Rosenberg-Kima, Rosenberg, Gordon, & Breazeal, 2017; Sharkey, 2016, בישומים חינוכיים, לרוביוטים מכשלה ממשוערת, והיא יכולת המוגבלת של מערכות רובוטיות מבוססות בינה מלאכותית – AI – Artificial intelligence) לתקשר עם בני אדם ולהבין אותם באופן טבעי. למרות ההתקדמות המשמעותית בשנים האחרונות בתחום זה, אפילו הטכנולוגיות המתקדמיות ביותר רוחקות מאוד מהיכולת לתקשר בצורה טבעית עם בני אדם. על מנת להתגבר על המוגבלת הזו מחקרים בתחום עדין נזירים במרקם ובבים בגישה "הקוסם הארץ עוז" (כאשר למעשה בן אדם מתפעל את הרובוט מאשר הקלעים). כמו כן, השימוש של רובוטים חברתיים לישומים חינוכיים מעורר שאלות אתיות בנושאים כגון פרטיות, קשר רגשי, הונאה ואיבוד שליטה (Sharkey, 2016).

לאור המוגבלות הטכנולוגיות והאתיות, קשה לדמיין שימוש בעתיד הקרוב ברובוטים חברתיים כמורה המתפרקן במרחב הקובוגניטיבי והן במישור הרגשי. لكن מוצדק לשאול האם ניתן להזוהות ערך ממשי בשימוש ברובוטים חברתיים לצרכי חינוך.

טענתנו היא שההתשובה לשאלת זו היא כן. בצפיה בפעולות למידה פעילה בכיתה, זהינו צורך מעניין שכירום לא קיים עבורו פתרון מספק. בכיתה זו, המרצה חילקה את הקבוצות לעובודה על ניתוח מקרה על פי גישת הלמידה מבוססת בעיות (Problem-based learning – PBL). כאשר מספר רב של תלמידים ניסו לשאול בו-זמן את המרצה שאלות בהרבה, למרצה לא הייתה יכולת תכנית לענות לכלם יחד. מטרת המחקר הייתה לבחון האם רובוטים חברתיים חינוכיים עשויים לשמש כעזרי הוראה במצב זה. בנוסף רצינו לבחון האם רובוטים פיזיים מתאימים לתפקיד זה בצורה טובה יותר מטכנולוגיות אחרות, ובפרט טאבלטים.

מurdך המחקך

א) **משתתפים:** שלושים ושלוש סטודנטיות אשר הצטוו בקבוצות קטנות השתתפו בפעולות של ניתוח מקרה במסגרת הקורס "דיסלקסיה: היבטים תאורטיים ומעשיים". שמונה עשר סטודנטיות עבדו עם רובוטים חברתיים וחמשה עשרה סטודנטיות עם טאבלטים.

ב) **מבנה הפעולות:** הניסוי התבסס על אינטראקציה של קבוצות בננות חמישה סטודנטיות, כאשר לכל קבוצה הוקצה רובוט מסווג נאו (NAO) וטאבלט אישי לכל משתתף (ראו תמונה 1). לצורך פיתוח האינטראקציה בין הרובוטים לטאבלטים נעשה שימוש ב PYTHON, KIVY ו- ROS (מערכת הפעלה של רובוטים). מרצה הקורס בנתה בסיס נתונים עם תשובות אפשריות למגוון שאלות אפשריות. התשובות הוקלטו בקול המרצה ושולבו ברובוט. במחקר נעשה שימוש בשלושה רובוטים במקביל.

ג) **קבוצות הניסוי:** הניסוי התבסס על פעילות של ניתוח מקרה כאשר הסטודנטיות עבדו בקבוצות על מנת לאבחן את סוג הדיסלקסיה של ילדה. הפעולות נעשתה בשני סוגים של קבוצות: **קבוצות ה- "ROBOT"** הסטודנטיות יכלו להפעיל באמצעות הטאבלט את הרובוט על מנת לקבל תשובות. **קבוצות ה- "TABLET"** הסטודנטיות קיבלו את אותה תשובה אבל בצורה כתובה על מסך הטאבלט. סך הכל הפעולות ארוכה כשבה. לאחר הפעולות הסטודנטיות ענו על שאלון עמדות ועל שאלות פתוחות (איור 1).



איור 1. תמונות מהניסוי

ד) משתנים תלויים וכלי מחקר:

- **שאלון עמדות כלפי שימוש ברובוט או בימוש בטאבלט:** נבחן באמצעות שאלון מסווג לירט עם 5 רמות המועד לבחון עמדות כלפי הרובוט או הטאבלט, על פי הקבוצה לה שייכת הסטודנטית המלא את השאלון. שאלון זה כלל סך של 10 פריטים.
- **שאלון עמדות כלפי הרובוט:** נבחן באמצעות שאלון המועד לבחון עמדות כלפי הרובוט ואשר כלל 5 פריטים ומולא ע"י סטודנטיות בקבוצות ה-"רוביוט" בלבד.
- **מיעד איקותני:** נבחן באמצעות שאלון פתוח למחצה שבו המשתתפות התקבשו להגדיר בכתב שלושה יתרונות ושלושה חסרונות של השימוש ברובוט.

מצאים

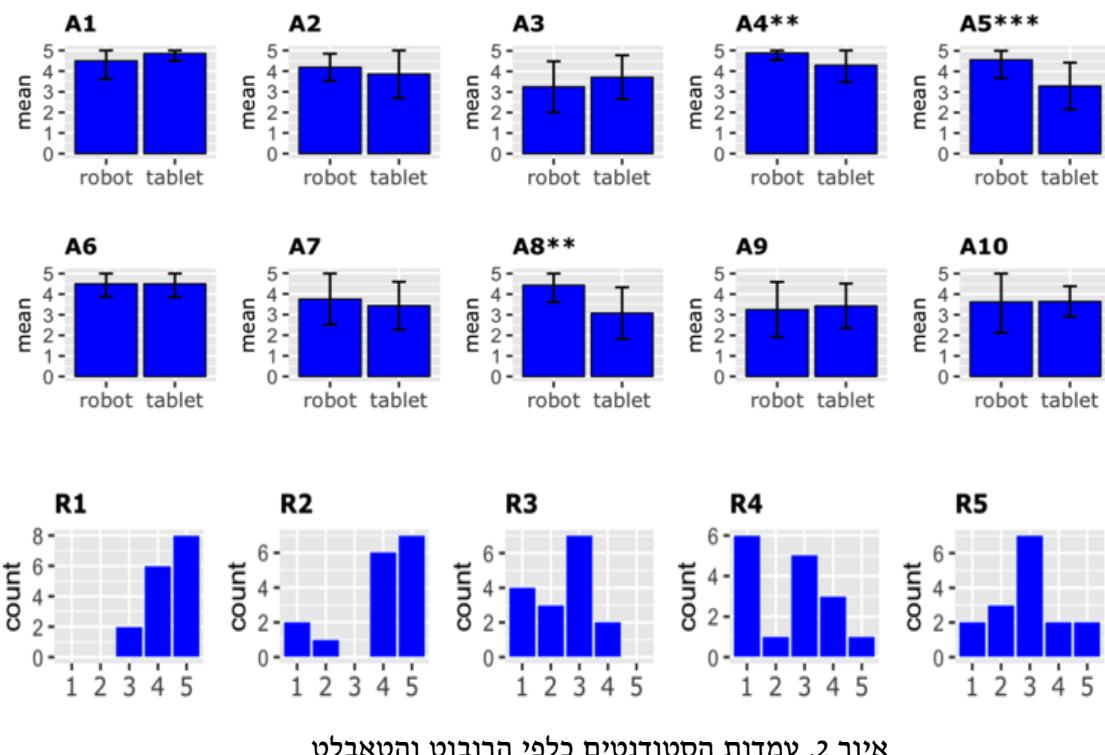
עמדות כלפי שימוש ברובוט או בשימוש בטאבלט: בוצע ניתוח MANOVA, אשר הראה שהסטודנטיות בקבוצות ה-"רוביוט" הרגישו נוח יותר בצורה משמעותית עם העבודה מול הרובוט (A4 בטבלה 1), עם התנהגות הרובוט (A5 בטבלה 1) ודרגו בציון גובה יותר משמעותית את תגובת הרובוט לקבוצה (A8 בטבלה 1) מאשר הסטודנטיות בקבוצות הטאבלט. **עמדות כלפי הרובוט:** לדעת הסטודנטיות בקבוצות ה-"רוביוט" השתלב בקבוצה. רוב הסטודנטיות דחוו שהרוביוט היה ידידותי, אף שמייעוט דרגו תכונה זו בציונים נמוכים. לנן ניתן לציין שההתיחסות הייתה חיובית מאוד או שלילית מאוד. באופן כללי, הסטודנטיות חשבו שהרוביוט לא התנהג כמוורה אמיתית (וakan הוא לא התנהג כך). התשובות של הסטודנטיות לשאלת האם הן אהבו את המורה הרוביוטי התפלגו נורמלית עם ממוצע קרוב לציון 3 (ראה טבלה 1 בהמשך).

מיעד איקותני: נאספו 64 תשובות של הסטודנטיות. ניתוח התשובות הראה ש- 55% מהןocab צבאו על יתרונות הרוביוט ו- 45% הנזירות הצביעו על חולשות. תשובות הסטודנטיות קודדו באربע קטגוריות.

תמות שעלו בקטגוריה יתרונות בפונקציונליות טכנית כללו יעילות (למשל: "נגיש למספר אנשים", "תגובה מיידית"). תמות שעלו בקטגוריה חסרונות בפונקציונליות טכנית כללו: תקשורת מוגבלת (למשל: "לא מסוגל להתאים עצמו לשיטות"), מיזוגנות פדגוגית מוגבלת (למשל: "לא מסוגל לענות לשאלות המשך") וביעילות טכנית (למשל "היו תקלות"). בקטגוריה חסרונות פסיכולוגיים וחברתייםulo התמות לא אנושי (למשל: "חסר רגשות") חסל אemptיה (למשל "לא מסוגל לקשר בין אישי"). עלו התמות בין הממצאים המעניינים הננספים של המחקר ניתן לציין תמות בקטגוריה יתרונות פסיכולוגיים וחברתיים, למשל אובייקטיבי ולא שיפוטי ("הרובוט הוא לא שיפוטי כמו בני אנוש"), מהנה ("נעימים"), מניע ("מגביר את המוטיבציה")

טבלה 1. עמדות כלפי הרובוט והטאבלט

P	תנאי רובוט			ממוצע	הינגד		שאalon
	סטטיסטיקת	תקן	סטטיסטיקת				
0.17	0.36	4.85	0.89	4.50	(א) עמדות כלפי הרובוט	A1 הבנתית את הרובוט/הממשק	לעומת הטאבלט
0.33	1.16	3.85	0.65	4.19		A2 ההנחה של הרובוט הייתה איכוטית	
0.28	1.06	3.71	1.24	3.25		A3 חשת אמון להנחות הרובוט/ממשק	
<0.01**	1.36	4.00	0.34	4.87		A4 חשת תחשות נוחות עם מראה הרובוט/ממשק	
<0.001***	1.38	3.28	0.89	4.56		A5 הרובוט/ממשק הוא כל' עוזר טכני	
0.74	0.65	4.50	0.63	4.50		A6 ארצת שיעורים נוספים עם הרובוט/טאבלט	
0.60	1.16	3.42	1.24	3.75		A7 הרובוט/ממשק הגיב לקבוצה	
<0.01**	1.26	3.08	0.81	4.44		A8 השעור עם הרובוט/הטאבלט היה ניימ	
0.61	1.08	3.42	1.34	3.25		A9 השיעור עם הרובוט/הטאבלט היה מעוניין	
0.48	0.88	3.84	1.43	3.60		A10 השיעור עם הרובוט/הטאבלט היה מעוניין	
-	-	-	0.72	4.37	(ב) עמדות כלפי הרובוט	R1 הרובוט התקלם בכיתה	לעומת הרובוט
-	-	-	1.39	3.94		R2 הרובוט היה חברותי במהלך הפעולות	
-	-	-	1.03	2.44		R3 הרובוט התנהג כמורה אמיתית	
-	-	-	1.37	2.50		R4 הרובוט היה אנרגטי במהלך השיעור	
-	-	-	1.18	2.94		R5 אהבתית את הרובוט מורה	



איור 2. עמדות הסטודנטים כלפי הרובוט והטאבלט

דיון ומסקנות

במחקר הנוכחי בחנו את האפשרות להיעזר ברובוטים ככוח עוז לרצה בעזרה בו זמינות למספר קבוצות לימוד קטנות. בפרט, השווינו את השימוש ברובוט מול שימוש בטאבלט ליישום הנדון. באופן כללי השימוש ברובוטים היה מוצלח. ניתן לחזות מראש הרובה מהשאלות שהסטודנטיות תשאלנה, ואוthon שאלות ניתנות למענה טוב הן על ידי רובוט והן ע"י הטאבלט. עם זאת הסטודנטיות בקבוצות ה"רובי" הרגשו יותר בנווה עם הרובוט מאשר השימוש בטאבלט. ניתן לציין הבדל אחד בין אופני הפעולה של שני התנאים: כאשר סטודנטית בקבוצות ה"רובי" שאלה שאלה, תשובה הרובוט נשמעה ע"י כלל הקבוצה. בקבוצות ה"טאבלט", להבדיל, רק הסטודנטית שאלה את השאלה ראתה את התשובה על גבי המסך. כך, נראה שהഫניות הקבוצתיות בתנאי ה"רובי" הייתה מתואמת יותר, מה שעשו להסביר את התשובות לשאלת "הרובי טאבלט הגיב לך בקבוצה" שהייתה חיובית יותר בתחום הרובוט.

הסטודנטיות בקבוצות ה"רובי" דיווחו שהאינטראקטיה עם הרובוט הייתה夷ילה מאוד וב모בנים מסוימים אפילו עדיפה על תקשורת עם מדריך אנושי. לדוגמה, הסטודנטיות הרגשו נוח לשאול הרבה שאלות מבלי לחושש לשיפוטיות מצד הרובוט. לכן עברו הרובה סטודנטיות העובדה שהרובוט אינו בן אנוש נטפסה כיtronן דוקא. עם זאת, לשימוש ב Robbins מוגבלות. אחת המשמעותיות היא חוסר יכולת של הרובוט להבין את הסטודנטיות (יש לזכור שהתקשרות עם הרובוט התביעה באמצעות הטאבלט). מוגבלה נוספת היא חוסר יכולת לענות על שאלות המשך. יחד עם זאת, בכך שהרובוט מסוגל לענות לרוב השאלות פשוטות בעצמו, הוא מאפשר לרצה ל עסק בשאלות המורכבות יותר. תולדה אפשרית היא שיתוף פעולה בין מורה ל Robbins, שבו מנוצלים היתרונות היחסינים של כל אחד מהם, מה שעשו לתורם לסינרגיה ולמש את רעיון שיתוף פעולה (שת"פ) אדם-רובי – HRC (Human-Robot Collaboration – HRC).

המשמעות של שיתוף פעולה כזה בזמן שה Robbins נותנים מוגבלות שגורתיות, המורה יכול להתפנות לענות על שאלות מורכבות, וזאת בהתאם למודל הטוען ש Robbins יעסקו במלחמות משעממות או "מלוכלות" בזמן שבני אנוש יעסקו במשימות היוטר מתחכחות ומתגמלות (Takayama, Ju, & Nass, 2008).

מאמר זה מתבסס על:

Rosenberg-Kima, R., Koren, Y., Yachini, M., Gordon, G. (2019, March). Human-Robot-Collaboration (HRC): Social robots as teaching assistants for learning activities in small groups. Late breaking report to appear in proceedings of the 2019 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction.

תרגום לעברית: בטו צע, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון.
מקורות

Park, H. W., Rosenberg-Kima, R. B., Rosenberg, M., Gordon, G., & Breazeal, C. (2017). Growing Growth Mindset with a Social Robot Peer. *HRI*, 137–145.

Sharkey, A. J. (2016). Should we welcome robot teachers? *Ethics and Information Technology*, 18(4), 283–297.

Takayama, L., Ju, W., & Nass, C. (2008). Beyond dirty, dangerous and dull: what everyday people think robots should do. *Human-Robot Interaction (HRI), 2008 3rd ACM/IEEE International Conference On*, 25–32. IEEE.

פרויקט פורמולה טכניון

טל ליפשיץ

הפקולטה להנדסת אוטומנואוטומיקה וחלל
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

תקציר

פרויקט הפורמולה בטכניון הוקם בשנת 2013 ע"י סטודנט בפקולטה להנדסת מכונות. הפרויקט מתנהל במסגרת סבב עולמי בשם Formula Student או FSAE. בעולם כיום יש מעל 1000 קבוצות המשתתפות בסבב ב-3 קטגוריות – רכב עיריה, רכב חשמלי, ורכב אוטונומי ללא נהג. במהלך הסבב הקבוצות מתכננות מיצירות מרכיבות ובודקות את הרכב לקרה התחרויות, זאת ב- 8 חודשים תוך כדי לימודיה הנדסה. בטכניון הפרויקט מתקדם ומפתחת מדי שנה וכיום ישנו 2 רכבים – רכב עיריה המתחרה עם נהג ורכב חשמלי אוטונומי המתחרה בקטgorיה של רכב אוטונומי.

כדי להספק לבנות רכב כל שנה וגם לפתח רכיבים חדשים ולשפר אותו, האתגר הוא לשלב בין תכנון ויישום בפועל. הרכיב מתוכנן לרמת הבוגר בתוכנת תיב"מ יחד עם סימולציות דינמיות של הרכיב ואופטימיזציה לשיפור זמני עקיפה. הפרויקט משלב הרבה תחומים כולל: תכנן מכני, בקרה, אלקטרונית, אלגוריתמיקה, תכניות, מכנית חומרים, ועוד.

האתגר לפתח רכב אוטונומי מסובך בפני עצמו אבל במיוחד לקבוצת הפרויקט בטכניון כיון שהוא ניסיין באלאgorיתמיקה ובמעבר התפקידו העיקרי בתכנון מכני. המעבר בין רכב מרווח שנושא על הקצה עם נהג, לרכב שעושה אותו דבר ללא נהג וגם מצלה לעקוּף את זמני הנהג הוא מאד קשה ולכון מעט מאוד קבוצות מצילות בשנים האחרונות מза שפתחו את הקטגוריה החדשה ב-2017. הרכיב האוטונומי נושא על מסלול דומה לזה של הרכבים עם נהג, אשר תחום ע"י קונוסים בצבעים שונים. כל המקיים הדינמיים מודדים את זמני ההקפה של הרכיב על המסלול. המקיים, בדומה לרכב עם נהג, הם תאוצה בקו ישר (75 מטר), סקיידפוד (מעגלים הבודקים את דינמיקת הרכיב), הקפה אחת של מסלול טכני ועוד מקצת ארוך של כ- 10 ק"מ (22 ק"מ לרכיבים עם נהג) על המסלול הטכני.

פרויקט הפורמולה בטכניון נותן לסטודנטים להנדסה פלטפורמה ללמידה, ולהתפתח בהנדסה עוד לפני שיוצאים לעבוד בתעשייה. הפרויקט כולל תחומים רבים ומכסה מגוון רחב של נושאים كذلك שטודנטים בוגרי הפרויקט קל יותר להשתלב בתעשייה, באקדמיה ובכל מסגרת אחרת לפיתוח קרירה טכנולוגית.

ההיסטוריה של הפרויקט בטכניון

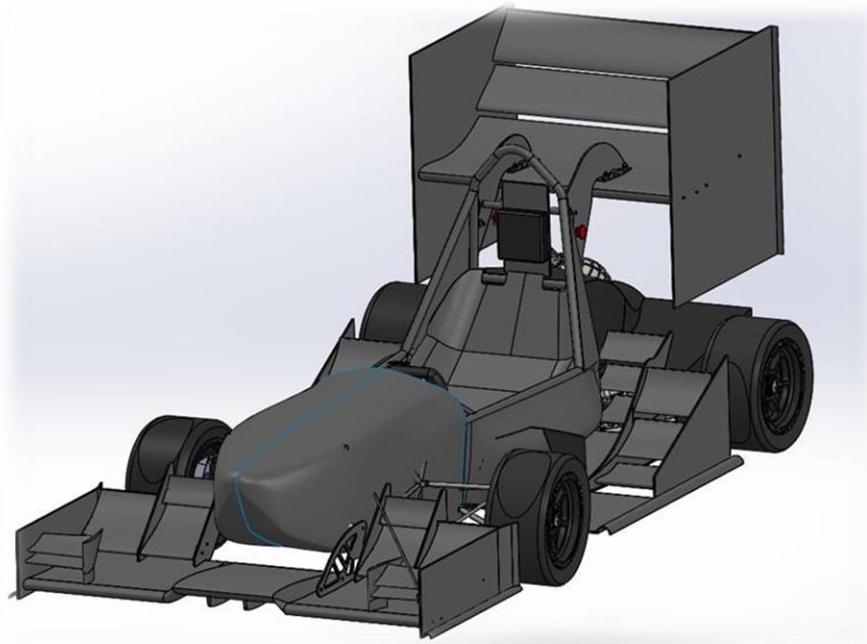
הקבוצה של הטכניון, קבוצה צעירה יחסית לקבוצות באירופה, משתפרת משמעותית לאורך השנים. התוצאה הטובה ביותר ביותר של הפרויקט עד כה, היא מקום 8 בתחרויות באוסטריה. השנה הקבוצה שואפת להיות מבין הקבוצות הראשונות בתחרויות ב: אוסטריה, צ'כיה וגרמניה.

פורמולה 2019

בהמשך לשנים האחרונות הקבוצה פורט הפרויקט הפורמולה מתכנן את רכב עיריה שביעי בעל מנוע עם צילינדר אחד (נפח 450 סמ"ק) המפיק 33+ כוחות סוס בזכות מערכות עוז ומערכת ניהול/בקורת מנוע המפותחים ע"י חברי הפרויקט. בהמשך לרכב הקודם יהיה הרכב הקל ביותר בהיסטוריה של

התחרות, הרכב מתוכנן להיות קל יותר במשקל כולל של 128 ק"ג ללא נהג. בנוסף, החבילה האוירודינמית המתוכנת ע"י סטודנטים מהפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה וחליל מפיקה 110 ק"ג של כוח הצמדה ב מהירות של 80 קמ"ש המאפשר לרכב תאוצה צד מקסימלית של G3. לקבוצת הטכניוון יש מספר מערכות מיוחדות: מערכת העברת הילוכים חשמלית, מערכת "antiroll" הידראולי, השולט על קשיחות הסרן האחורי של הרכב בעזרת חיישנים ובוכנות שסטודנט תכנן, כדי לשנות תוך כדי פניות על דינמיקת הרכב. בנוסף, לרכב יהיה מערכת הפחתת גרד (DRS) הפותחת את הכנף האחורי בישורת כדי להפחית גרד.

חלק מהפיתוח הסטודנטים מתחילה את הסמסטר חורף עם סקר ספרות והבנת מפרט הדרישות. לאחר מכן, כל צוות עובד לפי פורמט של "סקרי תיכון" של CDR,SRR וDR שבסופם ניתן לייצר את החלקים ולהרכיב אותם לרכב. כל החלקים מחושבים, עוברים א נלייזות של חוזק, זרימה, חום, מתוכנים בתלת מימד, ובסיומו של התהליך מתוכנן מודל מלא של הרכב שנייה לבנות לפיו (אייר 1).



אייר 1. פורמולה 2019 במודל תיב"מ

פורמולה חשמלית/אוטומטית

כיום, לאחר פתיחה של קטגוריה עבור רכבים אוטונומיים, קבוצת הטכניוון הכוללת סטודנטים מפקולטות שונות בטכניוון, כגון: הפקולטה להנדסת מכונות, הפקולטה להנדסת חשמל ע"ש ויטרבי והפקולטה למדעי המחשב, עבדה על תכנון רכב חשמלי/אוטומטי. הרכב האוטונומי מתבסס על מכונית "פורמולה טכניוון" שנכנסה לעשייריה המנצחת בשתי תחרויות שהתקיימו באירופה בשנת 2016. להיבטים החישוביים (אלגוריתמיים) אחראים סטודנטים מהפקולטה למדעי המחשב, שפיתחו סימולטור ייעודי לרכב זה.

תכנון מערכת ההנעה כולל מנועים, סוללות וברקים העובדים ביחד להוציא את מירב ההספק הנitin תוך כדי שמירה על תנאי עבודה אופטימליים הכלולים טמפרטורה, מתח ועוד; כדי לעמוד בתכנון וגם לשמר על מארז הסוללות והמנועים שלא יתחמו. הרכב מתוכנן עם 2 מנועים אחוריים, המאפשר "Torque Vectoring" או היגוי בעזרת מומנט שונה בגלגולים האחוריים, היכל עוזר בברכת הרכב פנויות.



איור 2. פורמולה אוטונומית 2018 השתתפה ב- Formula Student Driverless באירופה

הפורמולה האוטונומית (איור 2), כיום בפיתוח באמצעות Nvidia יחד עם קבוצת הטכניון שהצליחה לפתח אלגוריתם של למידה عمוקה המאפשר לרכב האוטונומי להשתפר בהדרגה בנהיגה. זאת באמצעות חיזוי זווית הניהוג של הרכב. החיבור בין האלגוריתם לסביבה המשית מבוצע על ידי מצלמות המותקנות על הרכב ומחשב Drive-PX2 שתרמה חברת Nvidia. הסימולטור החדש מתחשב בכל השיקולים הרלוונטיים – מג אוויר, מסלול, מהירות וכי"ב – ומאפשר לציבור ידע שיוטמע במכונית המשית שפתחת קבוצת פורמולה טכניון. ידע זה יקנה למוכנית הטכניונית יתרון משמעותי במציאות תחרות. הסימולטור פותח בהנחייתם של ד"ר קירה רדינסקי מהטכניון, שהיא המدعנית הראשית של eBay בישראל, איש קאפור מחברת מיקרוסופט ארחה'ב ובowie שטרונפלד מהטכניון. הפרויקט נערך במרכז ובעבדה למערכות נבונות בליווי מהנדס המעבדה ארים מובייסיסיאן.

פרויקט הפורמולה בטכניון מנוהל ע"י טל ליפשיץ, סטודנט לתואר ראשון בהנדסת אוטונומיה וחיל. האקדמי האקדמי הוא פרופסור דאובן בע מהפקולטה להנדסת מכונות. מנהלים נוספים: ד"ר לאוני טרטקובסקי, נמרוד מלך, דוד נמרי, ד"ר נפתלי סלע ועוד.

המורה המוביל שלי - מדברים מהשיטה

ד"ר אמונה ابو-יונס עלי

מנהלת מוח-טק

הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

במטרה לשיתף את כלל המורים ובמיוחד מורי מגמת מכונות, בפעילויות ובהצלחות של מורים מובילים מהשיטה, קיימו ריאיון עם שני מורים מובילים מהמגמה: אמה מטאיב ומוחמד אבו-פודה.

מידע כללי על בית הספר שאני מלמד בו – אמה מטאיב

שם בית הספר: מקיף ה' דרכא אשקלון, תיכון אהל שם רמת גן.

המגמות בבית הספר: מכטרונית, תחזוקת מערכות מכניות.

מס' כיתות של המגמה של תחזוקה ושל מכטרונית: 5

מס' המורים: 5

מס' תלמידים: 65

מידע כללי על בית הספר שאני מלמד בו – מוחמד אבו-פודה

שם בית הספר: תיכון ابو רומי - תמרה

המגמות בבית הספר: קבוצה של רובוטיקה FIRST

מס' כיתות של המגמה : 3

מס' המורים: 3

מס' תלמידים: 30

ראיון עם המורים המובילים במגמה מכונות

אמה מטאיב: "עליתי מטג'יקיסטן בשנת 1990, אמא לשתי בנות, סבתא ל-3 נכדים. בעלת תואר שני בהנדסת חשמל מכשור ובקרה מתכניון טג'יקיסטן. סטודנטית לתארים متقدמים בחינוך מדעי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב. עד גיל 32 התעסוקתי בהנדסה, אך תמיד הסתכלתי לכיוון מוסדות החינוך. וזה עשייתי הסבה להוראה. אני מלמדת לוגיקה, בקרה, תכנות והנחיית פרויקטים. פעילות שאני שותפה בהן: תחרויות בארץ ובעולם, פרויקט מקס, פיתוח סביבות למידה, פיתוח דרכי הוראה בתחום רובוטיקה. ותק בהוראה בארץ 22 שנים" (איור 1: הראשונה מימין).



איור 1. ANGEL רובוטית רוקדת בסוכה של הנשיא שמעון פרס ז"ל בשנת 2012 במסגרת יום מדע וטכנולוגיה בסוכת הנשיא. (מימין לשמאל: אמה מטאיב, סיון שפייזר, רובוטית ANGEL, שמעון פרץ, גלי לוי)

מוחמד אבו-פודה: "מוחמד אבו פודה מהנדס בעל תואר שני M.Sc בהנדסת מכונות, בעל 25 שנה ותק בהוראה. התחומיות שלי בתחום מנوعי שריפה פנימית בנזין. עבדתי בתעשייה בפראג כמהנדס תכנון למערכות ממוחשבות לרכב סקודה, נילתי מרכז חקר קלאי בבקעה ומדריך ארכי בוגמת הנדסת מכונות. יושב ראש עמותת פירסט הגליל - FG, העוסקת בחינוך למדע וטכנולוגיה. FG הינו ארגון ללא מטרת רווח אשר נוסד בשנת 2010 מתוך מטרה לאפשר לצעירים לגלוות את ההתרגשות והתגמול של תחומי ההנדסה, המדע והטכנולוגיה, כל זאת באמצעות תכניות רובוטיקה חדשות. תכניות אלו המעוררות השראה בקרב ילדים ובני נוער, משלבות התרגשות, יצירתיות ומטפחות, כישורי חיים בינהם: ביטחון פנימי, תחושתمسؤولות, יכולת עבודה בצוות, יכולת קבלת החלטות, ניסיון בתכנון וניהול משאבים, כישורי מנהיגות ועוד, כל זאת על בסיס הערכים כמו מקצועיות אדיבה – Professionalism Gracious".



.איור 2. ימין: מוחמד אבו-פודה שופט בתחרות FIRST Robotics Championship בשנת 2019. שמאל: שיtopic פועלה בין לאומי עם מר בוב ניקולס מנהל מרכז קהילת הרובוטיקה של פירסט באוניברסיטת קטリンגן, בתחרות First Robotics Championship Detroit בשנת 2019.



איור 3. מוחמד אבו-פודה (הראשון מימין) עם תלמידי תיכון אבו רומי כיתות י', י"א ויב. התלמידים מציגים את הרובוט שלהם באוניברסיטה תל אביב, בכנס החינוך למדע וטכנולוגיה 2017



איור 4. בתמונה מימין מפמ"ר המגמה הנדסית מכונות ד"ר ירון דופלט תלמידי תיכון מרח אלגוזלאן יפי נצרת, ומורה מגמת מכטロוניקה המהנדס ואסים חמוץ, מנטור ראשי לקבוצה הרובוטיקה החדשנית במסגרת תחרות פירסט רובייקה זכו בפרס (Roockie All Stars Award) בתחום הבינלאומי ב- צ'מפיקונשיפ דטרויט א"ה לשנת 2019

למה בחרתם בPGA מכוון?

אמה מטאייב: "בחرتني בPGA זו כי זאת המגמה היחידה בין המגמות הטכנולוגיות שכל הזמן מסתכלת קדימה ומתאימה את דרכי ההוראה לעתיד של ילדים. בPGA זאת כל הזמן מחפשים חידושים טכנולוגיים. כאן יש חופש ליצור. צוות המגמה מאוד מעצים, נעים לעבוד בצוות הזה".

מוחמד אבו-פודה: "בחרתי בPGA מכוון לסייעות הבאות: כי המגמה מאופיינית בלמידה בסביבה פתוחה ועצמאית אשר נוגעת בתחוםים נוספים, כגון: אלקטرونיקה, ביומכניקה, תוכנה, ניהול, שוק ועיצוב פרויקטים. בנוסף, העובודה עם מפמר המגמה, ד"ר ירון דופלט, מעכימה ומאפשרת לכל המורים להשתתף ולקדם את החינוך הטכנולוגי".

כיצד מגדמים ומובילים את המגמה בבית הספר?

אנו מגדמים את המגמה ע"י:

1. חיפוש פעילויות חז' בית ספרית, כמו תחרויות הרובוטיקה. פעילותות אלו הן הכללי לתלמידים ללמידה מיומנויות לחיים.

2. הכנסת הוראה התנסותית כמו למידה סביב פרויקטים.

3. הפסקה פעילה בבית הספר: יצירת עמדות שונות ברוחב בית הספר וכל כיתה מציגה את הפרויקטים שלה.

4. הכנסת רובוטיקה לחטיבת ביניהם זה נותן רצף לימודי בתחום הרובוטיקה מכיתה ז' עד י"ב.

5. תלמידי כיתות י' ויא' מתנדבים במגוון תפקידים: שופטים ובוחנים, יועצים טכניים, מתנדבים כלליים, בפעילויות מתקנית במסגרת 4 תכניות שונות:

- **LEGO League Jr FIRST** (gan choba-כיתה ד')
- **LEGO League FIRST** (כיתה ד'-ט')
- **Tech Challenge FIRST** (כיתה ח'-י"ב)

6. הערכת תוכר התלמידים בעזרת מחוון מוגדר, העוזר להערכת התהילה הלימודית.

7. שיתוף פעולה מצד המורים המוביילים בPGA ומעורבותם הפעילה בקהילה ותרומות ניסיונות האישי למורים מתחלים וחדים בPGA.

מה אני מאמין שלו כמורה?

אמה מטאייב: "אני כמורה מקונה לילדים מיומנויות לחיים ופתחת אצלם חשיבה וראית עולם שייעזרו להם להצלחה בחיים. זה לא רק ידע אלא, גם יחסים בין אישיים, ערכים, במיוחד כבוד הדדי ועזרה לזולת".

מוחמד אבו-פודה: "אני כמורה, כמחנך וכמדריך, חובתי לאפשר לצעירים לגלוות את התרגשות והתגמול של תחומי ההנדסה, המדע והטכנולוגיה, כל זאת באמצעות תכניות רובוטיקה חדשניות. תכניות אלו מעוררות השראה בקרב ילדים ובני נוער".

מהם האתגרים בלימודי המגמה?

אמה מטאייב: "לגלוות את المسؤولות של כל ילד ולהביא אותו להשתתפות המקסימלית בתחום שהוא חזק בו. ישנו אתגר אישי שלי של תלמידי אלקטרוניקה ותלמידי תחזוקה יעשו פרויקטים משותפים. בנוסף לקידום ולפיתוח פרויקטים בין תחומיים עם המגמות: מחשבים, אומנות, תיאטרון, מוזיקה ותקשורת".

מוחמד אבו-פודה: "האתגרים שלנו עצומים, אנחנו צריכים להכין התלמידים למשרות שאינן קיימות או שטרם פותחו!, שיהיו מוכנים ל 4.0 ולחכין אותם כדי לפטור בעיות שטרם הוגדרו, להאייר את הדרכן לשימוש בטכנולוגיות שלא הומצאו, ולא לפחד".

מהם ההישגים המרשימים ביותר של התלמידים שלכם בשנים האחרונות?
אםה מטאיב:

- 2013 - מקום ראשון בארץ, מקום שני בין האוניברסיטאות ומקום ראשון בין התיכונים בתחרות העולמית עם 2 תלמידי י"א מתיכון אהל שם (איור 5).



איור 5. אםה מטאיב עם תלמידיה הזוכים במקום ראשון בתחרות ROBOWAITER בשנת 2013

- 2014 - מקום ראשון בין רובוטים שמשחקים כדורגל בסופרטיים ומקום רביעי בין רובוטים רוקדים בתחרות עולמית בברזיל עם תלמידי י"א ויב מתיכון אהל שם, רמת גן (איור 6).



איור 6. אמה מטאייב עם תלמידיה הזוכים בתחרות הרובוטים העולמית ROBOCUPJUNIOR בברזיל בשנת 2014. (בתמונה מימין לשמאל: אמה מטאייב, רובוט תמייר, עדן פאל, אורטל גוליאן, מיקה ויינר, יובל שטרקמן, רובוטית דנה, מריה קוקין, יסמין גבאי, מאיה עידן, יוני ברכה, עידן נוטי, בני הוד, דניאל לביא עם הגיבע, דוד מוזיקנט)

- 2018 - מקום ראשון בתחרות הלאומית לרובוטיקה והנדסה, בשירות האדם והחברה על תכנ מכני עם רובוט DOGYSITTER עם תלמידי י"ב' מקיף ה' באשקלון (איור 7).



איור 7. אמה מטאייב עם תלמידיה מקיף ה' אשקלון, הזוכים בתחרות רובוטיקה בשירות האדם והחברה עם הרובוט דוגיסיטר, שומר על הכלב בבית ומתקשר עם הבעלים דרך אינטראקט. (בתמונה מימין לשמאל: ישראל וורונצוב, אלכס גורבטיווק, ריטה גולן, דניאל ליבשין, סטיו רוהקר, אמה מטאייב)

- 2019 - מקום ראשון בתחרות CAD ארצית. תלמידי מקיף ה' דרכא אשקלון (איור 8).



איור 8. תלמידי מקיף ה' דרכא אשקלון עם המורות. (מימין לשמאל: אמה מטאייב, דניאל זברובסקי, ריטה גולן, שמעון וורונצוב, איליה מלר, ישראל וורונצוב)

• **מוחמד אבו-פודה:** "לאפשר לתלמידים לגלוות את היישום של המתמטיקה והמדוע בפרויקטים שהגדירו בעצמם, התרגשות והתגמול של תחומי ההנדסה, המדע והטכנולוגיה, כל זאת באמצעות למידה מבוססת פרויקטים (PBL) או למידה מבוססת תוצר (Product) התלמידים רוכשים ידע בעודם עוסקים בתרגול מילוי נזקנות המאה ה-21, באמצעות תהליך הלמידה. מתמודדים עםאתגרים עיצוביים ויצירתיים. כדי שיכלו להגיע להישגים הם צריכים למודיע לעומק את הנושאים הקשורים לפרויקט, לשאול שאלות ולמצוא להן תשובות בכוחות עצמם. ליצור תוצר אינטואיטיבי ולהציג אותו בפני קהל. בפרויקט שנעשה בעבודת צוות של קבוצה קטנה ובנהנניה של המורה כמנחה, ותרומה לחברה להتندب ולתת".

איזה טיפים היותם מוסרים למורים מתחילה?
אמה מטאייב: "הוראה וחינוך הם יצירת עתיד האנושות. המורה תמיד צריך לחפש חלומות ולהתמקצע כדי להגשים אותם".

מוחמד אבו-פודה: "אם אתםओהבים את התלמידים שלכם, אתם יכולים להצליח בכל הדרך".

מה היחידות של פרויקטי הגמר במגמה שלכם?
אמה מטאייב: "פרויקטינו גמר במגוונות שלי הינם פרי יצירתם של התלמידים. הם שונים ומגוונים. התלמידים בוחרים נושא שמעניין אותם, צריך אמיתי מהחיים שלהם. זה גורם לכך שהם הבעלים של הפרויקט. תלמיד אחד אמר לי: אמה, לא משנה שהרובוט שיצרתינו קצר מכוער ולא תמיד עשו מה שאנו מבקש ממנו. אני אוהב אותו כמו baby שלו".

מוחמד אבו-פודה: "פרויקט אמור לתת לתלמידים הזדמנויות לרכוש מיומנויות של המאה ה-21 כגון שיתוף פעולה, תקשורת, חסיבה ביקורתית, פתרון בעיות ושימוש בטכנולוגיה, אשר ישמשו אותם בחיים ובמקומות העבודה העתידי".

תודה לאמא ולמוחמד על הנכונות להתראיין ולספר על עבודותם.

מורים מוביילים המעוניינים לשתף את קהל הקוראים בפרויקטים מעוניינים מהמגמה/
בSİפורים מהשתח מוזמנים לפנות למיל moretech@ed.technion.ac.il

כנס המהנדסים הצעירים תשע"ט

מר דב רוסו

מדרך ארצי המגמה המדעית-טכנולוגית, משה"ח

בתאריך ה- 26 לפברואר 2019, כ"א באדר א' תשע"ט, יום שלישי, נערך כנס המהנדסים הצעירים ה- 14 לקיומו והשミニי בטכניון.

הכנס מהווה אקורד סיום של מיידה בת שלוש שנים במגמה המדעית – טכנולוגיה (המדעית – הנדסית). בכנס השתתפו תלמידי י"ב, אשר הציגו את פרויקטי הגמר שלהם ותלמידי כיתות ט' המועמדים ללימוד במגמה. הכנס נערך על ידי משרד החינוך-מנהל מדע וטכנולוגיה-הפקוח על המגמה המדעית טכנולוגית בשותף עם מכון גורלניק בראשות אורט. הכנס נערך בשיתוף עם הטכניון, חיפה.

בכנס השתתפו כ- 200 תלמידי י"ב מ-14 בתי ספר, 300 תלמידי כיתות ט', כ- 50 מורים מלאוים, 40 שופטים מה תעשייה, אקדמיה וצה"ל : אינטל, אלביט, מיקרוסופט, IBM, ביוסנס, רפאל, AMAZON, טכניון, צה"ל, קוALKOM, מהנדסי אלסינט לשעבר, קונולוג ועוד; ו כ- 20 אנשי משרד החינוך מכון גורלניק, ומבקרים שונים (אייר 1).



אייר 1. תמונות מכנס המהנדסים הצעירים פברואר 2019, הטכניון

מטעם משרד החינוך נכחו בכנס:

ד"ר אהרון שחר – מנהל אגף (מגמות מדעיות הנדסיות), מינהל מדע וטכנולוגיה
מר שלומי אחנין – מפמ"ר מגמה מדעית-טכנולוגית (מדעית-הנדסית) ומגמת אלקטרוניקה ומחשבים
מר דב רוסו – מדריך ארכז'י במגמה המדעית-טכנולוגית (מדעית-הנדסית)

מטעם אורט נכחו בכנס:

מר יואל רוטשילד – ראש המנהל למ"פ והכשרה בראשת אורט
מר רן סופר- ראש מכון גורלניק בראשת אורט
מר דורון דודקר – מנהל הוראה במגמה המדעית-טכנולוגית (מדעית-הנדסית) בראשת אורט.

מטעם הטכנון נכחו בכנס:

פרופ' אדם שורץ – המשנה הבכיר לנשיא הטכנון
ד"ר אמונה ابو-יונס עלי – מנהלת מרכז המורים הארצי למקצועות הטכנולוגיים, מօר-טק.

תיאור כללי לכנס

הכנס השנה בלט ברוב גוניות של נושאי הפרויקטים: חברה, מדע, אסטרונומיה, רחפניות, אקוולוגיה, ביופואה, רובוטיקה, לויינים ועוד. אחד הנושאים המועלים בימים אלו כפדגוגיה חדשה היא הרוב גוניות ואו הרוב תחומיות של נושאי הלמידה. זה בא לידי ביטוי בראינומות שעלו בפרויקטים וברמת הצרכים שנדרשו כדי לקיים זאת לדוגמא:

למקרה רב תחומיות מאלצת להתייעץ עם גורמי חוץ בית ספריים, זה מנייע לקיים שיתופי פעולה עם התעשייה, עם האקדמיה, עם ראשי מחלקות בבתי-חולמים עם צרכיס חברותיים, עם יזמים ועוד. למידה רב תחומיות מאלצת את הלומד להיות בעל יכולת למידה עצמית ואני זו את במספר שפות התקשורת שהתלמידים השתמשו. רובם כלל לא נלמדו ע"י מורים וגם אינם במצבים בתוכנית הלימודים. למידה רב תחומיות מדגישה את הצורך בהכשרת המורה כמנחה ולא כאוטוריטה. אלה הן קצט ממה שראינו בכנס האחרון. אני כבר לא מדובר על חשיבה יוזמה כבסיס ליצירה, על חשיבה יצירתיות או לחיילופין על גמישות מחשבתיות. כל אלו הם תוצאות נלוות ללמידה הרוב תחומיית. השנה הוספנו בכנס שני אלמנטים פדגוגיים חדשניים:

.הראשון: הכנות התלמידים לسانון הצגה בשיטת עקרונות ה-*Pitch*.

.השני: במעטם 600 תלמידים הצגת הפרויקט בפני שלושה יזמים.

אין ספק שהוא מעכשו יהיה הטוירגר להיכנס למקצועות בנושא הצגת נתוניים בפני קהל. התלמידים ראו שהראינונות, השאלות, מקצועיות השופטים הם בהחלט מהותיות ובאותו מתחום חיינו. היום.

זכויות ופרסים

• **פעילויות מתוגדרת כיתות ט:**

א. תיקון שמיר פ"ת

ב. בית חינוך ניסויי ע"ש רבין תל מונד

ג. אורט בוסטהן אל מרג' כפר נין

פעילויות תלמידי ט' מקום ראשון, שני, שלישי גאדג'טים בסכום 6,000 ש"ח (כמויות 35 פריטים שונים לכל זכייה).

- בחירת תלמידי כיתות ט' חביב הקהלה:
מערכת ליווי לילדים עם אוטיזם Selfigate מביה"ס תיכון מór מטרווסט רעננה.
- הענקת פרס משפחה לתלמידים בעלי הישגים למדדיים הגבוהים ביותר לשנת תשע"ח ועשיה
חברתית משמעותית. הפרס הינו מענק בסכום 3,000 ש"ח:
יצא קול קורא בנושא לכל בתיה המשתתפים בתחרות: קרייטריון לזכיה: ציון 100 במקצוע
הmóvel מדעי – ההנדסה בקצ' תשע"ח ופעילות משמעותית בתרומה להקלת.
א. מרז עילם מביה"ס אורט מודיעין ד'
ב. ביתן יואב מביה"ס בית חינוך ניסויי ע"ש רבין תל מונד
ג. סיורסקי דניאל, מביה"ס קריית שרת חולון
- ששת הפרויקטים שעלו לגמר
 - א. מدرس חכם לטיפול בכף רgel סוכратית, DFSI מביה"ס בית חינוך ניסויי ע"ש רבין תל מונד
 - ב. Face2Face מערכת לשיפור איכות חוללי אלצהיימר מביה"ס בית חינוך ניסויי ע"ש רבין
טל מונד
 - ג. מערכת להפקת מים ראויים לשימוש באנרגיה טבעית מביה"ס קריית משה שרת נתניה
 - ד. חדרי בריחה במציאות מדומה כשית ליום מביה"ס קריית משה שרת נתניה
 - ה. ממד חכם אוטומציה של חלון הדף - תאורה מיזוג מרחב המוגן, תיקון שמיר פ"ת
 - ו. מערכת הסבה למצפה אוטונומי מביה"ס אורט, רחובות
- שלושת הפרויקטים הזוכים
 - א. מערכת להפקת מים ראויים לשימוש באנרגיה טבעית מביה"ס קריית משה שרת נתניה
 - ב. מدرس חכם- לטיפול בכף רgel סוכратית, DFSI מביה"ס בית חינוך ניסויי ע"ש רבין תל מונד
 - ג. Face2Face מערכת לשיפור איכות חוללי אלצהיימר מביה"ס בית חינוך ניסויי ע"ש רבין תל
munand

פרסי הפרויקטים:

 1. מקום ראשון לכל הקבוצה מלגה לשנת לימודים אחת מלאה בטכניון, אונ' ת"א, אונ' ב"ש ואונ' העברית גבעת רם.
 2. מקום שני לכל הקבוצה 75% מלגה לשנת לימודים אחת מלאה בטכניון, אונ' ת"א, אונ' ב"ש ואונ' העברית גבעת רם.
 3. מקום שלישי לכל הקבוצה 50% מלגה לשנת לימודים אחת מלאה בטכניון,
אונ' ת"א, אונ' ב"ש ואונ' העברית גבעת רם.

על המגמה המדעית-טכנולוגית

המגמה המדעית-טכנולוגית הינה מגמה פורצת דרך. הלימודים במגמה משלבים בין לימודי מקצוע מדעי מורחב (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה) והנדסה רב-תחומית: מערכות אלקטרוניות, אלגוריתמיקה, הנדסת חלול ואוירונואוטיקה, רובוטיקה ובינה מלאכותית והנדסת ביו-רפואה.

המגמה המדעית-טכנולוגית (מדעית-הנדסית) מיועדת לתלמידים בעלי יכולת לימודית גבוהה המתכוננים להמשך את לימודיהם באקדמיה בכלל ובתחום המדע, הרפואה ו/או ההנדסה בפרט. מטרת המגמה היא להkenות בסיסי-מדעי איתן, המשלב רמה גבוהה של מימוןיות למידה, חקר ותכנון בסביבות עתירות טכנולוגיה, המהוות גורי מתמיד לחשיבה ופתרון בעיות בהנדסת אנוש והיבטים חברתיים. תחומי הדעת במגמה מכונים לתלמידים מצטיינים בתחום מדע והנדסה וליזמים המגלים נכונות לעבוד בצוות ולהתרום לחברה. לימודי המגמה דורשים היקף לימודים מוגבר לבגרות במתמטיקה ובשפה האנגלית.

הלימודים במגמה מרכיבים שלושה תחומים:

- א. לימודי התמחות: הנדסת חלול ואוירונואוטיקה / רובוטיקה ובינה מלאכותית / הנדסת ביו-רפואה.
- ב. מערכות אלקטרוניות: אלקטרוניקה תק卑לית וספרטית.
- ג. אלגוריתמיקה: תוכנות חמורה בשפה עילית.

יתרונות המגמה

בוגרות יוקרתית בהרכב של 15 יח"ל.

בונוס מורחב בטכניון ובאוניברסיטת עبور כל מקצועות המגמה.

בוגרי המגמה זכאים לתעודת הסמכה טכנולוגית-מדעית (רמה 3.3)

הצבא מאחר את התלמידים המוכשרים לתפקידים אינטלקטואליים ויוקרתיים.

בסיס איתן להשתלבות מוצלחת בכל תחומי ההשכלה הגבוהה המדעית וההנדסית.

יריד המגמות הטכנולוגיות 2019 - בסגנון "עיר חכמה", סטארט אפ ניישן

רונית נחמייה

ממונת התכנית הלאומית להתקנת מערכת החינוך למאה ה-21
מיניבת מדע וטכנולוגיה, משה"ה

תמונה אחת כבר לא יכולה להמחיש את הכותרות למעלה, התנסות רב חשאית כזו, זה מה שהווים למעלה מ- 30,000 תלמידי שכבת ט' מגדיל שמס ועד אילית לצד 4,000 מבקרים מכל קשת העשייה הטכנולוגית בארץ.

וזאת למה?

אנו מאמינים שהחינוך הטכנולוגי הוא המענה האמתי להמשך ביטוי יכולותיה של המדינה, ותפקידנו להנחייל יכולות אלו לדורות העתידי. החינוך הטכנולוגי מאפשר ביטוי אישי מותאם לכל תלמיד וזמן במידה משמעותית חוויתית. כך מלוים ראשי התעשייה ומפקדי צה"ל את התלמידים בדרך לחינוך הטכנולוגי. נציגים של כ- 40 חברות המשתתפו ביריד המגמות הטכנולוגיות של משרד החינוך לצד חמישה חילות צה"ל: אוויר, ים, יבשה, מודיעין ותקשוב.



איור 1. צוות היריד

היריד, שנערך זו השנה השלישית, התקיים בהיכל הטוטו בחולון בחודש פברואר. מטרתו הייתה לעודד תלמידים לבחור באחת מ-21 המגמות בהן 43 התמחויות הקיימות במסגרת החינוך הטכנולוגי במסדר החינוך. תפקדים של התעשייה והצבה: להמחיש לתלמידים את האפשרויות הגלומות בעולם העבודה, ולפתח להם כוחות אופק שירות לצה"ל ואופק תעסוקתי בתעשייה השונות.

במהלך הביקור ביריד, התלמידים נחשפו למגמות הטכנולוגיות, שモוצעות לתלמידים כיום במערכת החינוך וצפו במציג מושקע במייטב טכנולוגיות המולטימדיה והוידיאו, עם דמויות המוכחות להם מהרשותות החברתיות ומתכניות הטלויזיה. לקרה פיתוח היריד פותחה אפליקציה בשם Gotech שבאמצעותה התלמידים יכולים לראות מה מציעה כל מגמה ולאילו מקצועות היא מכוונת.

ליריד שלושה חלקים: אוהל המגמות (איור 2) המציג את כל המגמות הקיימות משרד החינוך. לכל מגמה הופק סרטון הממחיש את תוכני הלימוד ואפשרויות להתנסויות בתעשייה, החלק השני כולל מיצג מרהיב בשפת הנוער המעודדת להירשם למגמות, בחלק האחרון ביקור בתערוכה במשך כשבה.



איור 2. אוהל המגמות

בתערוכה התלמידים נחשפו לתצוגה המרהיבת והמושקעת של החברות, בהן רפאל, נובל אנרגי, טלדור, מפעיל, אורובוטק, אלביט, חברת חשמל, מוטורולה, מאטריקס ועוד (איור 3). בתערוכה הייתה נציגות בולטת ליחידות הטכנולוגיות של צה"ל בזרועות היבשה, התקשוב, הים, המודיעין והאוויר. בני הנוער השתתפו בפעילויות חוותית, שבמסגרתה הם הפעילו טכנולוגיות לנטרול מנהרות טרור, רובוטים תת ימיים, סימולטורים של טיסה, וקיבלו המראה כיצד עובדות מערכת "כיפת ברזל". ומערכות הגנה מפני התקיפת סייבר.



איור 3. אולם התערוכה

בעיניים של צה"ל מטרת היריד - להעלות את המוטיבציה בקרב אותם הנערים לבחירת מגמות טכנולוגיות, ובכך להביא להגדלת מקורות כח האדם העתידיים בצה"ל, ולהשוו בפניהם תפקידים בצה"ל שלא ידעו על קיומם.

ד"ר עופר רימון, סמנכ"ל מינהל תקשוב, טכנולוגיה ומערכות מיידע משרד החינוך, שモabil את היריד מאז התחלתו, אמר כי "התחלנו לפני שלוש שנים עם השתתפות של 20 אלף תלמידים והשנה עברנו את 30 אלף תלמידים. המטרה שלנו אינה לשכנע, אלא להשוו בפניהם התלמידים את כל האפשרויות הקיימות בכל מה שקשרו לחינוך הטכנולוגי – בדרך הכני נכוונה לעשות זאת, על ידי מפגש עם העולם האמייתי, עם הצבא ועם התעשייה".

"תפקידה של התעשייה הוא להמחיש לצעירים, שבאים ליריד, אילו אפשרויות קיימות בעולמות הטכנולוגיה, אילו אתגרים מרתקים יעדו בפניהם, ולගרום להם לבחור במקצוע ובוגמה hei מתאימים להם. הם יודעים הכני טוב להסביר – הרבה יותר טוב מכל מורה בבית ספר", אמר רימון. לדבריו, "המציאות של מחסור בכוח אדם הביאה את התעשייה לתובנה שהילדים לנtab ילדים ללמידה כבר כעת את מקצועות העתיד, כי הם מהווים את העתודה האנושית שלה".

רימון ציין כי "ההצלחה האדירה של היריד מסמלת את השינוי שחל בחינוך הטכנולוגי. הסתימה הדיכוטומיה שהייתה קיימת במשך שנים, ושבאה לידי ביטוי בהפרדה בין החינוך לתעשייה ולטכנולוגיה לבין התעשייה הטכנולוגית. תלמידי המגמות הטכנולוגיות מבצעים עבודה מעשית ועובדת גמר באחד מפעלי התעשייה עצמה. חלק מהחברות, שמצוינות בתعروכה ביריד מארחות אצלן במשך השנה תלמידים שמתרנסים ולומדים את מקצועות העתיד. בכך ישראל הולכת בעקבות מדיניות אירופה מתקדמות, שבהן התעשייה מעורבת בחינוך הטכנולוגי".

השנה שידרגנו גם את מוכנות התלמידים ליריד. לקרהת היריד עברו מדריכים בבתי הספר והסבירו לתלמידים מה צפוי להם, אחרי היריד הם חזרו לבתי הספר על מנת לשמעו את תשובות התלמידים שביברו.

בעקבות היריד נמדדנו הנטוונים מהשנתיים האחרונים על גידול משמעותי במספר הפונים לחינוך הטכנולוגי, וההערכה היא שליריד יש תרומה משמעותית. הדבר בא לידי ביטוי גם במסובים שהתלמידים מעבירים אחרי הביקור. כיום מסpter התלמידים המשיכים תעודת בוגרות במסלול הטכנולוגי גבוהה במספר התלמידים המשיכים בוגרות בחינוך העיוני.

חידוש נוסף, היהפתחת היריד להורי תלמידים בכיתה ט' שמתלבטים לאיזו מגמה לרשום את ילדיהם. תפקידם של ההורים בשלב זהה של חי התלמידים הוא קרייטי, ולא תמיד המידע שיש בידיהם רצוי המgomות הוא מלא. לכן, אין דרך טובה יותר מאשר להפגיש גם את ההורים עם התעשייה, עם הדברים האמיתיים המתורחשים בשטח.



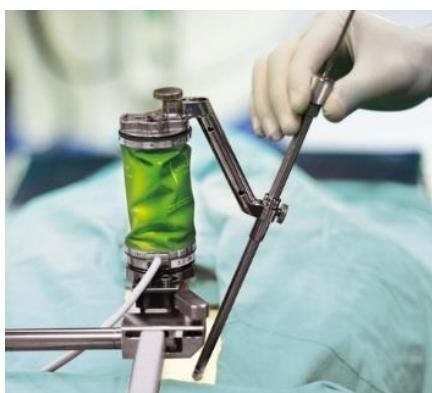
לסרטון יריד התעשייה וצה"ל לקידום החינוך הטכנולוגי סרקו את
הברקוד.

ניסיונות מחקרים מוביילים בטכנולוגיות

באידיות דוברת הטכנולוגיות

1. הרנסנס של מזור

"ריפוי מבוסס חדשנות" - זה המotto של חברת מזור רובוטיקה, שרשמה לאחרונה شيئا חדש בענף הביו-רפואה בישראל עם ההכרזה על רכישתה על ידי מדטרונית תמורת 1.6 מיליארד דולר. מזור נוסדה על בסיס הטכנולוגיה שפיתח פרופ' משה שהם מהפקולטה להנדסת מכונות. החברה מפתחת רובוטים המשמשים לרופאים בניתוחי גב ובניתוחי מות. עד כה הגיעו בסיוום של הרובוטים של מזור כ- 36 אלף ניתוחים וכרכבע מיליון משטלים. הרובוטים של מזור רשמו אחוזי דיוק גבוהים יחסית לנתחה בידי חופשית, וכך הם מסיעים למתמחים וכםובן למונתחים. פרופ' שהם הוא כיום אחד המומחים המוביילים ברובוטיקה רפואיית, תחום שבו הוא מתמקד מאז חזרתו לישראל משבתו



איור 1. הרנסנס של מזור

באוניברסיטת סטנפורד. את מזור רובוטיקה הוא הקים ב- 2001 במסגרת חממת הטכנולוגיות, וכעבור שנתיים עברה החברה לקיסריה. בתחילת הדרכו התמקדה מזור בנתחי גב ובי- 2005 קיבלה את אישור ה- FDA לשיווק הרובוט הראשוני שלו, SpineAssist. הרובוט היה מערכת ההנחיה הראשונה בעולם הזמינה באופן מסחרי לביצוע ניתוחים בעמוד השדרה. ב- 2011 השיקה החברה את מערכת Renaissance המשמשת בחדרה של אלקטroduות למוח לטיפול במחלות נוירולוגיות (גירוי מוחי عمוק). מאז שנוסדה מזור הקים פרופ' שהם חברות נוספות בתחום לטיפול במחלות נוירולוגיות (גירוי מוחי عمוק). מאז שנוסדה מזור הקים פרופ' שהם חברות

נוספות בתחום הרובוטיקה הרפואיית: Microbot Medical מפתחת רובוט זעיר המונע סתיימות בנקז מוח ומבצע פעולות חיוניות נוספות; Xact Robotics פיתחה רובוט לניתוח מכשור רפואי בגוף; Robotics Diagnostic משלבת רובוטיקה וביונה מלאכותית כדי לשנות באופן מהותי את הטיפול בחולה בחדרי מין. החברה בראשות המנכ"ל אורן הדומי, פיתחה את "רנסנס" (איור 1), מערכת רובוטית הממקמת את כל הנתחה בנתחי עמוד שדרה ומשפרת דרמטית את רמת הדיוק של הנתחה, וזאת באמצעות הדמיה תלת-ממדית המשמשת למתמחים כבר בשלב התכנון.

2. לראות מבعد לעיניים - מענק אירופי גדול לפROYECT הבין-לאומי CloudCT לניטור אקלים

עשרה לוויינים, שמשקל כל אחד מהם שלושה ק"ג וגודלו כשל קופסת נעליים, ישוגרו תוך שנים ספורות לטיסת-מבנה במסלול סביב כדורי הארץ ויספקו מידע חסר תקדים על ענינים והשפעתם על האקלים. המערכת החדשנית תספק נתונים על הרכיב הפנימי והמבנה החיצוני של עננים באיכות טכנולוגית שפותחה בהשראת CT רפואי - המפה באופן תלת-ממדי את פנים הגוף. באמצעות חקר שדות של עננים קטנים, שאינם נמדדים היטב בטכנולוגיות הלוויניים הנוכחיות, צפוי הפרויקט לצמצם אי-ודאות מושמעות הקשורות לקיימות ביום בomidול האטמוספרה ובחיזוי שינוי באקלים.

את הפרויקט מוביילים: פרופ' יואב שכנר מהפקולטה להנדסת חשמל י"ש ויטבי בטכנולוגיות, מומחה בראיה ממוחשבת ובטומוגרפיה ממוחשבת; פרופ' אילן קורן מהמחלקה למדעי כדורי הארץ ומחקר כוכבי הלכת במכון ויצמן למדע, מומחה בפיזיקה של עננים וגושים; ופרופ' קלואס שלינג מהמכון

לטלאטיקה בוירצבורג, גרמניה, מומחה בטכנולוגיות טיסות-מבנה של לוויינים עיריים. פרויקט CloudCT זכה במענק של 14 מיליון יורו מהמוסצת האירופית למחקר במסגרת תוכנית הסינרגיה שלה (Program Synergy ERC). תוכנית זו נסודה במטרה לייצר "שלמים גדולים מסך חלקיהם", כלומר לעודד שאלות מחקר שאפתניות המצריכות שיתוף פעולה בין כמה חוקרים ושילוב של יכולותיהם המשלימות. 14 מיליון יורו הם הסכום הגבוה ביותר שהמוסצת רשאית להקנות במסגרת התוכנית, וזה השנה הראשונה שمدענים ישראלים זוכים במענק מסוג זה. עננים מלאים תפkid מרכזי במאזן האנרגיה ובמחזור המים בטבע. עם זאת, אפילו שגיאות קטנות בהערכת תוכנותיהם עלולות לגרום טעויות מהותיות בחיזוי האקלים. לדברי פרופ' קורן, "כיום לוויינים משמשים לחקר מבני עננים גדולים ברזולוציה שאינה מספקת לצפיה בעננים קטנים. גם עננים קטנים משפיעים על האקלים ומושפעים מאוד משנהוים בו, וכך חשוב לפתח דרכם למדידת תוכנותיהם ולהקח יחס הגומלין שלהם עם תנאי סביבה משתנים. פרויקט CloudCT יסלול את הדרך לכך".

לדברי פרופ' שכנר, "הרעיון למדידת תוכן פנימי (טומוגרפיה) של עננים מהחל הפתוח בהשראת CT הרפואי. בדומה לטכנולוגיית דימות זו ביישומה הרפואי, התמונות ב-CloudCT יצולמו מכיוונים רבים סביב הענן ומעליו. הצילום הרב-כיווני יבוצע בעת ובשעה אחת באמצעות לוויינים זעירים וזריזים מאוד הנעים בטיסת מבנה אוטונומית. עם זאת, בעוד CT רפואי, שבה יש שליטה פעילה במקור המקlein על הגוף, כאן נשתרך על קרינת שמש טبيعית ועל פיזור האור הקיים. זה אחד האתגרים הגדולים בפרויקט".

אתגר נוסף הוא יצירתה של רשת לוויינים אוטונומית המקיים בתוכה תיאום רב, יכולות תגובה ובקרה מדעית. לדברי פרופ' שילינג, "מערכת הלויינים

המבוצרת שאנו מפתחים לטובה הפרויקט היא דוגמה לכolumbia של מערכת תוכנה חדשנית לפצחות על מגבלות הנובעות מהמצוור. חדשנות זו מאפשר לנו לפתח רשת לוויינים בעל ארגון עצמי אוטומטי ולקדם לתפיסות חדשות של ציפוי ושל פיתוחים מדיעים בכלל".

לסרטון המסביר את הפרויקט סקרו את הברקוד.



3. חומרה למחשבה

חוקרים בפקולטה להנדסת חשמל ע"ש ויטבי בטכניון פיתחו חומרה חדשנית המאפשרת תהליך הלמידה של מערכות בינה מלאכותית. את המחקר הובילו ד"ר שחר קויטינסקי והדוקטורנטית צפנת גריינברג-טולדו, והשתתפו בו הסטודנטים רועי מזר ואמיר חאג' עלי. מאמרם פורסם בכתב העת IEEE Transactions on Systems and Circuits on Transactions IEEE חשמל ואלקטרוניקה (IEEE).

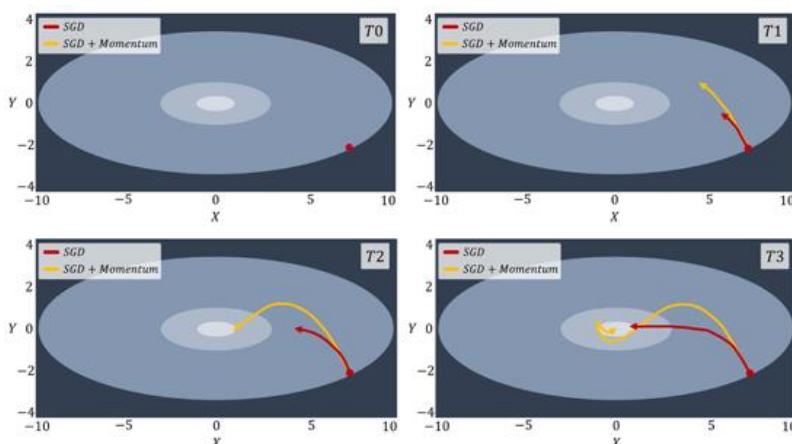
בשנים האחרונות חלה התקדמות משמעותית בעולם הבינה המלאכותית, בעיקרודות למודלים של רשתות נוירונים عمוקות (DNNs). רשתות אלה, שתוכננו בהשראת המוח האנושי ודרכי הלמידה של האדם, מבצעות בהצלחה חסרת תקדים משימות מורכבות כגון נהיגה אוטונומית, עיבוד שפה טبيعית, זיהוי רגשות בטקסט, תרגום, זיהוי תמונה ופיתוח טיפולים רפואיים חדשים.

זאת באמצעות למידה עצמית מתוך מאגר נתונים של דוגמאות, תומנות למשל. טכנולוגיה זו מתפתחת במהירות בקבוצות מחקר אקדמיות כמו גם בחברות ענק כגון פייסבוק וגוול, הרותמות אותה לצורכייהן.

מכיוון שהלמידה מדוגמאות דורשת כוח מחשב רב היא מבוצעת לרוב במחשבים המכילים מעבדים גרפיים (GPU) המציגניים בכך. עם זאת, מהירותם של מעבדים אלה עדין נמוכה יחסית ל캡טול הלימוד הרצוי של רשתות הנירונים ולכן המעבד הוא עדין צואר בקבוק בתהליך זה. יתר על כן, השימוש במעבדים צורך אנרגיה רבה.

קובוצת המחקר של ד"ר קווטינסקי פיתחה, בrama התאורטית, מערכות חומרה המותאמות במיוחד לעבודה עם רשתות אלה ומאפשרות לרשת הנירונים לבצע את שלב הלמידה בלמידה גבואה ובאנרגיה מופחתת אשר משפרת את מהירות החישוב פי אלף ומצמצמת את הצריכה האנרגטית ב-80%.

בחומרה שפיתחה הקבוצה יש פריצת דרך ושינוי תפיסתי של ממש: במקום שיפור של מעבדים קיימים פיתחו החוקרים מבנה של מכונת חישוב תלת-ממדית שהזיכרון מוטמע בה. אף שמדובר בעבודה תאורטית, הקבוצה כבר הדגימה את יישומו של הפיתוח ברמת הסימולציה. לדברי ד"ר קווטינסקי, "הפיתוח שלנו נועד לעובדה עם אלגוריתם הלמידה 'מומנטום' (איור 2), אבל הכוונה היא להמשיך בפיתוח החומרה כך שתתאים גם לאלגוריתמים נוספים. יתכן שבמקרים כמה רכיבי חומרה שונים נפתח חומרה דינמית, רב-תכליתית, שתוכל להתאים את עצמה לאלגוריתמים שונים".



איור 2. קצב הלמידה המהיר באlgorigithm מומנטום (בצהוב) לעומת SGD (באדום)

4. הנעה אופטימלית

קובוצת מחקר שלוש פקולטות בטכניון: הפקולטה למתמטיקה, הפקולטה לפיזיקה והפקולטה להנדסה כימית ע"ש וולפסון פענחו את התצורה האופטימלית להנעת רובוטים זעירים השוחים בגוף האדם. את המחקר, שהתפרסם בכתב העת *Robotics Science*, הוביל פרופ' אלכס ליינסקי מהפקולטה להנדסה כימית ע"ש וולפסון.

קובוצות מחקר רבות ברחבי העולם עוסקות בעשור האחרון בפיתוח רובוטים זעירים - ננומטרים ומיקרומטרים - הנעים בסביבה נזולית. זאת מושם שרובוטים כאלה עשויים לתרום רבות לעולם הרפואה, למשל בהובלת תרופות.



איור 3. צילום מיקרוסקופי של חיידקים ושותוני השחיה שלהם

מקור ההשראה הראשוני לפיתוח של רובוטים זעירים הוא תנוונם של חיידקים, הנעים באמצעות שוטון סלילי דק (flagellum) (איור 3). סיבובו של השוטון בתוך הנוזל יוצר חיכוך המניע את החידק. בהשראתו של מנגנון טבעי זה פיתחו חוקרים סליליים זעירים המונעים על ידי שדה מגנטי אחיד מסתובב.

שימוש בשדה מגנטי מסתובב להנעה של אובייקטים זעירים כמו יתרונות, ובهم עוצמת

השدة הנמוכה הנדרשת לשם כך. מכיוון שייצורים של סליליים זעירים הוא תהליך מורכב, הוצע לאחרונה להשתמש בцыברים אקראים של ננו-חלקיים מגנטיים בתור "שחיינים" זעירים. צברים אלה נוצרים בתהליך פשוט של התקבצות (אָגְרָגְצִיה) (איור 4 מימין). בעת, במחקר שהתפרסם ב-

Robotics Science, מראים חוקרי הטכנולוגן כי גישה זו אינה מובילה לתוצאות האופטימליות.

במסגרת המחקר פיתחו החוקרים תאוריה המאפשרת לחשב מהירות תנועה אופטימלית של שחיינים מגנטיים כתלות בצורה ובמיגנו. באמצעות התאוריה הם כימטו את מהירות המרבית האפשרית של צברים מגנטיים אקראים וחישבו תוצאות אופטימליות של "שחיינים" למנגנון הנעה זה. להפתעתם הם גילו שהסליל הדק שפותח בהשראת הטבע אינו המבנה האופטימי, וכי הצורה האופטימלית מזכירה קשת עבה עם קצוות מפותלים. כמו כן, הם מצאו שהתצורות שנילו נועות ב מהירות גבוהה פי כמה מהירותם של הצברים האקראים שפותחו לפני כן (איור 4 משמאלו). פרופ' אלכס לישנסקי, שהוביל את המחקר, מעריך כי הממצאים יובילו לפיתוחם של מיקרו-רובוטים יעילים יותר. המחקר נתמך על ידי קרן גרמניה-ישראל (GIF), הקרן הישראלית למדע (ISF) ומענק משותף ("קמע") של המשרד לקליטת עלייה והוועדה לתכנון ותקצוב במועצה להשכלה גבוהה.



איור 4. ימין: שחיין שנוצר מצבירה אקראית של חלקיקים. שמאל: השחיין האופטימי שמציעים חוקרי הטכנולוגן. בשני המקדים השدة המגנטית (כחול) מסובב את השחיין המלאכותי (לבן) וכן גורם לו לנوع קדימה, אולם תנוונו של השחיין האופטימי מהירה הרבה יותר.

5. הניצחון הטבעי

חוקרים מהפקולטה להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון בטכניון ריפאו זיהומיים פטריטיים באמצעות חידק השוכן בקרקע. המחקר שהתפרסם בכתב העת Advanced Functional Material נערך בהנחיית פרופ' מזורchi ובהובלת הסטודנטית מעין לופטן וד"ר איילת אורבר. זיהומיים פטריטיים נפוצים בקרב בעלי חיים שונים לרבות האדם. אחד המקורות העיקריים לזיהומיים אלה הוא הקנדידה, פטריות שמר הנמצאת באופן קבוע בגופנו. פטרייה זו מנצלת שבושים בתפקיד האורגניזם כדי להתפשט ולפגוע בו, ורוב בני האדם יחוו לפחות פעם אחת בחיהם זיהום פטריטי במקומות כלשהו בגוף - על עור, במערכת העיכול או באיברים האינטימיים.

שכיחות הזיהומיים הפטריטיים נמצאת בעיקר בעלייה מתמדת בשל הזדקנות האוכלוסייה ויתקנן שוגם בעקבות ההתחממות הגלובלית. סיבות נוספות הן השימוש בתרופות המדכאות את מערכת החיסון והשימוש הגובר בתרופות אנטיביוטיות, התומכות בקנדידה באופן עקיף - דרך פגיעה במאזן החידקים בגוף.

התרופות הנינטנות ביום בבליה כנגד זיהומיים פטריטיים מאופיינות ביעילות נמוכה, בשלל תופעות לוואי כגון כאבי פריחה, ובמרקם מסוימים גם ברעליות מסכנת-חיים בכבד ובכליות. יתר על כן, בשנים האחרונות התגלו זני קנדידה העמידים לתרופות הקיימות.

חוקרי הטכניון בחנו את האפשרות לטפל בקנדידה באמצעות החידק בצילוס סבטיליס (*Bacillus subtilis*) (אייר 5), המפריש באופן טבעי חומרים המעכבים גידלה של קנדידה. מגננון זה התפתח בחידק חלק מהמאנק שלו בקנדידה על הקרקע, על בית הגידול ועל שורשי הצמחים.

לדברי פרופ' מזורchi, "האתגר הראשון שלנו היה לפתח מערכת הובלה שתאפשר למרוח את החידקים על הנגע המזוהם בלי לפגוע ביכולתם לתרבotta ולהפריש את החומרים הרפואיים באתר המטרה". החוקרים פיתחו גל ייחודי הנמצא במצב נזול במקדר ובטמפרטורת החדר, כך שייהיהנוח למריחה, אך הוא מתקשה בתוך שניות לאחר מריחתו על העור. בנוסף לחומרים הפולימריים האחראים להתקשות, הגל מכיל גם חומרי מזון המבטיחים שהחידק ישיק לחיות על העור וכן יוכל לטפל בזיהום. החוקרים מרחו את הנוסחה החדשה על רקמת עור לאחר שסימנו אותה בחומר פלורנסנטי, והראו כי הפורמולת חוזרת לעומק העור אך לא לכל הדם שמתוחת להם. בהמשך נבדקה יעילות הפורמולת על עצברים הסובלים מזיהום פטריטי. בקבוצות הביקורת, זו שקיבלה



אייר 5. היעד הטיפולי הוא הפטריות, המסומנות בסגול. חידקי הבצילוס (בירוק) מפרישים חומר אנטי-פטריטי הקוטל את הפטריות

פלורנסנטי, והראו כי הפורמולת חוזרת לעומק העור אך לא לכל הדם שמתוחת להם. בהמשך נבדקה יעילות הפורמולת על עצברים הסובלים מזיהום פטריטי. בקבוצות הביקורת, זו שקיבלה

משחה ללא חידקים וזו שלא טיפולה כלל, המשיך היזום להתקפתה. בקבוצה שטופלה בגל החידיקי, לעומת העור במהירות. יתר על כן, בדיקת הטיפול החדש לעומת טיפול במשחה הנפוצה קטוקונזול הדגימה לא רק את עדיפותו של הגל אלא גם את העובדה שהוא נועד כל תופעות לוואי.

החוקרים מציינים כי לבד מפיתוח הגל הספציפי פותח מודל חדש לטיפול רפואי: מפעל זעיר, שלאחר החדרתו ליעד הרצוי בגוף מתחילה החידיקי שבתוכו לייצר את החומר הפעיל. זאת בגין מודל הרפואי הרגיל שבו נעה התרופה בתוך הגוף, וחלקים ממנו יכולים להתפרק בדרך. החוקרים מקווים כי בעתיד אפשר יהיה לשתמש במודל החדש לטיפול במגוון מחלות ובהן פסורייזיס, אקנה, דלקות שונות ואף סרטן.

קול קורא להזמנת מאמרים לכתב העת מור-טק

מטרתו העיקרית של כתב העת מור-טק היא לקדם את הוראת המקצועות הטכנולוגיים במגונות:

- אלקטרוניקה
- ביוטכנולוגיה
- מדעית-הנדסית
- מכונות

קהל היעד של כתב העת הוא מורים מובילים, רכזים ומורים המלמדים במגונות אלו. כמו כן, כתב העת משמש בינהו ואמצעי לשיתוף ידע גם בין בעלי תפקידים נוספים העוסקים בהוראת הטכנולוגיה, לרבות אנשי משרד החינוך, מנהלי בתיה ספר, אנשי תעשייה, חוקרים באקדמיה ואנשי מטה ברשותות החינוך הטכנולוגי. כתב העת חושף את קוראיו לחידושים פדגוגיים, להתקפותיו ולעדכונות בתחום ההוראת הטכנולוגיה, לחידושים טכנולוגיים, ולנעשה בארץ ובעולם בתחום ההוראת הטכנולוגיה.

כתב העת מור-טק מזמין את קוראיו לשולח מאמרים לפרסום ב吉利ון הבא. יתקבלו מאמרים בעברית שעוניים ההוראת הטכנולוגיה. ניתן לשולח גם מאמרים המתורגמים משפה אחרת שפורסמו בכתב עת אחרים בארץ ובעולם ובתנאי שהשולח יסידר את עניין זכויות היוצרים.

על המאמרים להיות בהיקף של עד 1500 מילים. במקרים מיוחדים יתקבלו גם מאמרים של עד 3000 מילים. כל מאמר שיישלח לפרסום יעבור שיפוט של העורך ושני רפרנטים. על המאמר לכלול תקציר בן 25-75 מילים, סיכום קצר. יש להשתמש בפונט נרקיסים, גודל 12 עם רוח 1.5 בין השורות.

את המאמר יש לשולח אל ד"ר אמונה ابو - יונס עלי עורכת כתב העת בדו"ל:
moretech@ed.technion.ac.il

במכתב המלווה יש לרשום את מקום העבודה ותפקידו/ה של השולח/ת ולהוסיף פרטי התקשרות.
יתקבלו לפרסום מאמרים העוסקים בתחוםים הבאים:

- הנעשה בחינוך הטכנולוגי בארץ: ההוראת הטכנולוגיה וקידומה, הערכת לומדים, פרויקטים ועוד.
- למידה מהצלחות: שיעור מוצלח, פרויקט מוצלח, עבודה צוות טכנולוגי
- מחקר בתחום ההוראת הטכנולוגיה
- ההוראת הטכנולוגיה וההנדסה מנקודת מבטם של אנשי אקדמיה, תעשייה, מ"פ, מנהלים ובכירים
- נושאים הנדסיים/טכנולוגיים[U]כשוויים, רעיונות להטמעה בחינוך הטכנולוגי
- השבחת תשתיות, מעבדות וסביבות למידה למורים בחינוך הטכנולוגי
- תחרויות, כנסים וסמינרים בארץ ובעולם
- סקירת ספרים ו인터넷

משמעות

לקוראי וקוראות כתב העת מօר-טק שלום,

למילוי טופס משוב אלקטרוני סרקו את הברקוד, להלן:



תודה על שיתוף הפעולה,
חברי המערכת

