



מימין: התלמידות אליסה רבינוביץ, קרינה שטרובה, ניקול קילימניק, מרינה סימינובה ולרה שבצ'וק מהכפר הירוק על-שם לוי אשכול

## תלמידים ורובוטים בעקבות האבולוציה של ה"סופר-חיידק"

הברית, ומדענית הסגל ד"ר אורנה דהאן, מקבוצתו של פרופ' יצחק פלפל במחלקה לגנטיקה מולקולרית במכון ויצמן למדע. "ההשתתפות בפרויקט חשפה את התלמידים לתהליך של מחקר מדעי מתקדם אשר מתרחש בחזית המדע, ולישימוש בטכנולוגיות מחקר שמטבע הדברים אינן עומדות לרשותם במעבדות בבית ספרם", אומרת פרופ' ירדן. "גם החשיפה לתוצאות לא-צפויות שעולות

תלמידי בתי-ספר תיכוניים ברחבי העולם לערוך בעצמם ניסויים מחזית המדע עולמית, שבמסגרתם הם מנהלים "אבולוציה במבחנה". המערכת החדשה פותחה בשיתוף פעולה בין פרופ' ענת ירדן, ראשת המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע, לבין יוזם הפרויקט, ד"ר אמיר מיטשל, בוגר מכון ויצמן למדע המכהן כיום כראש קבוצת מחקר בבית-הספר לרפואה של אוניברסיטת מסצ'וסטס בארצות

ופר-חיידקים, כאלה העמידים לסוגי אנטיביוטיקה רבים, מציבים את אחד האתגרים המשמעותיים לרפואת העתיד. אחת הדרכים לנסות להתמודד עם תופעה זו היא מעקב אחר התהליך האבולוציוני שבמסגרתו מפתחים ה"סופר-חיידקים" את יכולת העמידות נגד האנטיביוטיקה. בזכות שיתוף פעולה בין מדענים לאנשי חינוך נוצרה והופעלה באחרונה מערכת מקוונת המאפשרת למאות



יוזם הפרויקט, ד"ר אמיר מיטשל

באופן וירטואלי במעבדתו של ד"ר מיטשל, והתייעצו איתו ועם ד"ר דהאן, שבמעבדתה במכון ויצמן למדע פועל רובוט דומה. רוב הפעילויות בוצעו בזמנם החופשי של התלמידים.

"במהלך הפרויקט ראו התלמידים כיצד משטרים שונים של אנטיביוטיקה קובעים הלכה למעשה את קצב ההתפתחות של העמידות לאנטיביוטיקה ואת עוצמתה", אומרת ד"ר דהאן. "התלמידים זכו גם בהצצה למנגנונים המולקולריים שבבסיס התהליכים האבולוציוניים". זאת ועוד, ד"ר מיטשל אומר, כי בסוף הניסוי רוצפו גנים רבים מהחידקים ששרדו, ואף רוצף הגנום המלא של מספר חיידקי-על, כדי לאפשר לתלמידים לבדוק בעצמם את תוצאות התהליך.

"התלמידים בפרויקט שלנו נחשפים למידת המורכבות של תהליך מדעי-מחקרי", אומרת ד"ר דהאן. "מרשים לראות את מידת היצירתיות, ההשקעה והחשיבה שגילו התלמידים במהלך הניסוי, וכן את מידת המחויבות וההתלהבות שלהם כפי שהתבטאה בדיונים הערים שהתרחשו לאורך כל עשרת ימי הניסוי". בפרויקט משתתפים גם החוקרת

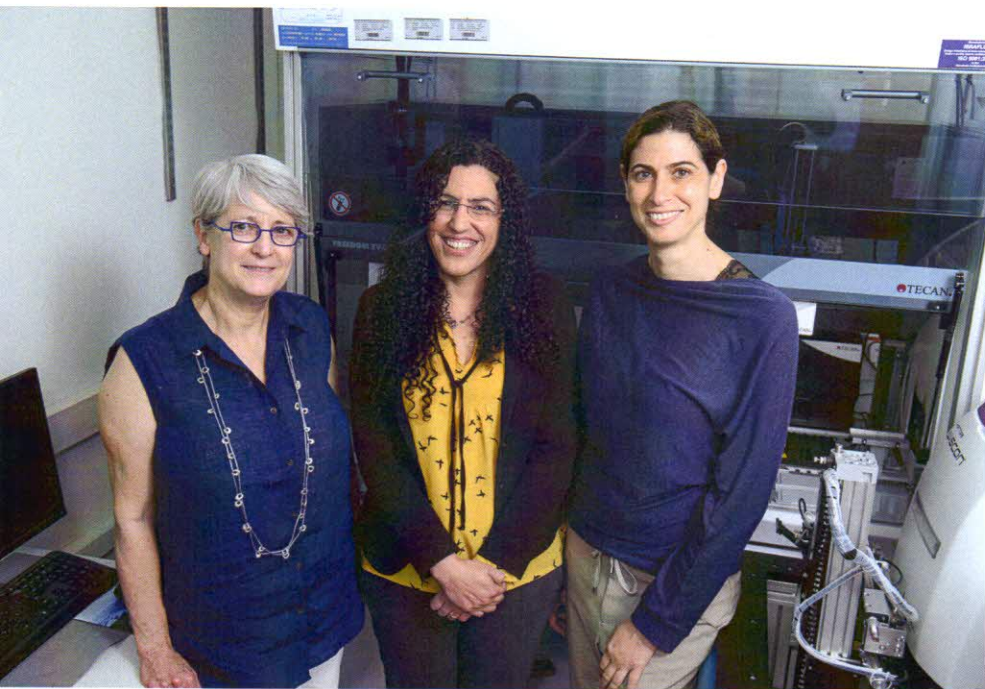
במהלך הניסוי העמיקה את חווית החקר של התלמידים והגבירה את סקרנותם". מוסיף ד"ר מיטשל: "בפלטפורמה המדעית-חינוכית שפיתחנו, המרחק הגיאוגרפי אינו מהווה מגבלה. אנו מאפשרים לתלמידי תיכון, בכל מקום בעולם, לבצע מחקר אמפירי, לשלוט בתהליכים, לבחון תוצאות, ולקבל החלטות באשר להמשך הניסוי".

**"התלמידים בפרויקט נחשפים למידת המורכבות של תהליך מדעי-מחקרי. מרשים לראות את מידת היצירתיות, ההשקעה והחשיבה שהם גילו, ואת מידת המחויבות וההתלהבות שלהם לאורך כל עשרת ימי הניסוי"**

הבתר-דוקטוריאלי ד"ר בת שחר דורפמן מקבוצתה של פרופ' ירדן במכון ויצמן למדע, והמורה למדעים רבקה משגב, הלומדת בתוכנית רוטשילד ויצמן למצוינות בהוראת המדעים במכון ויצמן למדע. המחקר בישראל מתבצע בשישה בתי-ספר, בפיקוחה של ד"ר אירית שדה, מנהלת תחום דעת (ביולוגיה) מהמזכירות הפדגוגית במשרד החינוך. |

כ-200 תלמידי תיכון מישראל ומארצות הברית השתתפו בניסוי "האבולוציה במבחנה" שהתקיים באחרונה, ונמשך כ-10 ימים. כהכנה לפרויקט, שנגע בתחומים שאינם חלק מתוכנית הלימודים הרגילה, קיבלו המורים הנחיות לגבי עריכת ניסויים מקדימים וגישה למצגות העוסקות באבולוציה. לפני הניסוי ביצעו התלמידים ניסוי הכנה במעבדה בבית-הספר. כל כיתה תיכנה וביצעה את הניסוי שלה, מרחוק, באמצעות רובוט אשר מכין, לפי הוראות שהוא מקבל מהנסיינים, את המשטר האבולוציוני בסביבה שבה נתונים החידקים. כך, למשל, יכלו תלמידים מישראל לשלוט באופן מלא בסוג האנטיביוטיקה שהוכנסה לסביבת החיים של החידקים בארצות-הברית, ובריכוזה.

התלמידים השתמשו במיגוון רחב של כלי-אינטרנט כדי לצפות בניסוי בזמן אמת וכדי להנחות את עבודת הרובוט. עבודת הרובוט שודרה בשידור ישיר ברשת, וההנחיות לרובוט עודכנו און-ליין. דיונים אינטרסביים בזמן הניסוי התקיימו בקבוצת ווטסאפ ייעודית. התלמידים גם "ביקרו"



מימין: ד"ר בת שחר דורפמן, ד"ר אורנה דהאן ופרופ' ענת ירדן. שיתוף פעולה בין מדענים לאנשי חינוך