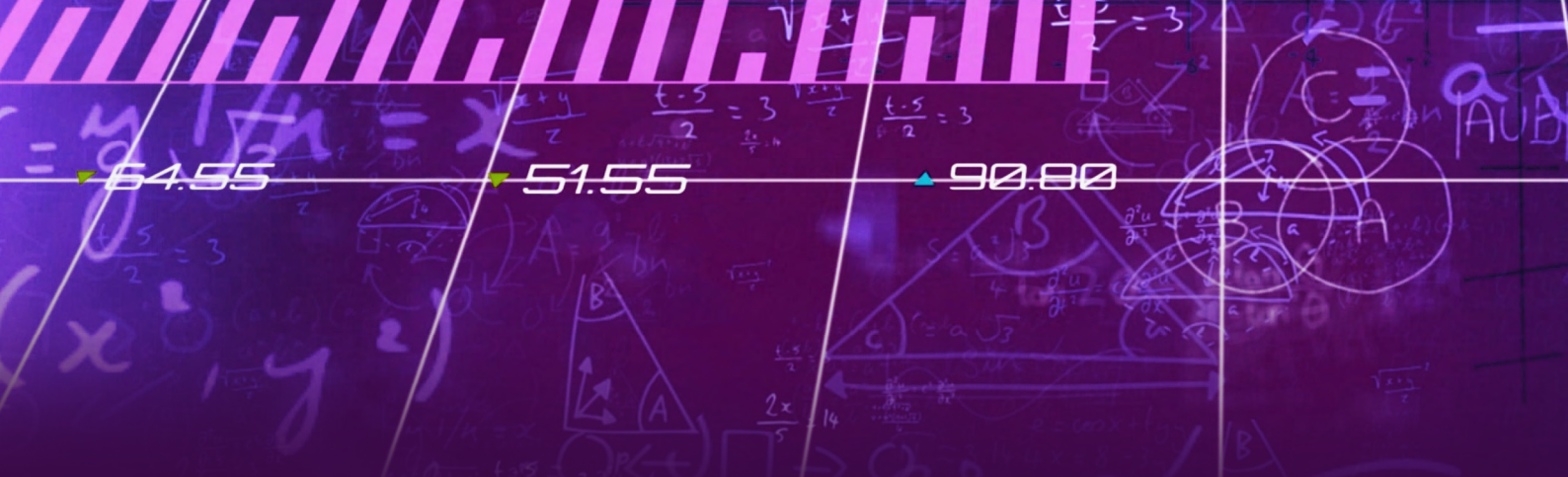




על מתמטיקה, בינה מלאכותית ועתיד החינוך המתמטי ריאיון עם פרופ' ליאור בריי-סורוקר

פרופ' יניב ביטון

מרצה בכיר בחוג למתמטיקה באקדמית שאנן ומנהל
אשכול STEM במרכז לטכנולוגיה חינוכית.
חבר בוועדה לקידום איכות ההוראה והלמידה ובוועדה
לשילוב בינה מלאכותית בהשכלה הגבוהה, המועצה
להשכלה גבוהה (מל"ג).
מחקריו מתמקדים בהערכה ובשילוב טכנולוגיה בחינוך
מתמטי.



על מתמטיקה, בינה מלאכותית ועתיד החינוך המתמטי

ריאיון עם פרופ' ליאור בריי-סורוקר

ניב ביטון



פרופ' ליאור בריי-סורוקר הוא פרופסור מן המניין בחוג למתמטיקה עיונית וראש בית הספר למדעי המתמטיקה באוניברסיטת תל אביב. אהבתו למתמטיקה לא נולדה בילדותו, וגם לא בבית הספר. היא התגלתה כמעט במקרה, בעת שירותו הצבאי ביחידת יהל"ם. לאחר תקופה אינטנסיבית במיוחד, שבה הקצב המבצעי היה גבוה וההכשרה דרשה מאמץ מתמשך, מצא את עצמו לפתע עם זמן פנוי. כדי למלא אותו נרשם לקורסים באוניברסיטה הפתוחה.

משם הדרך הייתה כמעט רצופה. לימודי תואר ראשון, תואר שני ודוקטורט באוניברסיטת תל אביב, פוסט-דוקטורט בגרמניה אצל אחד החוקרים שהעריך במיוחד, ולאחר מכן חזר לאוניברסיטת תל אביב כחבר סגל. היום הוא עומד בראש בית הספר למתמטיקה, תפקיד שלדבריו מחייב אותו לחשוב לא רק על מחקר, אלא גם על אחריות ציבורית.

מחקריו מתמקדים בתחומי האלגברה ותורת המספרים ובפרט באריתמטיקת השדות, תורת גלואה, חבורות פרו-סופיות ותורת המספרים האנליטית.

בריי-סורוקר דוגל בגישה הגורסת כי מתמטיקה אינה רק אוסף של פתרונות טכניים, אלא דרך חשיבה יצירתית שמונעת מסקנות ומבחינה בשאלות מעניינות. הוא רואה בבינה מלאכותית כלי עזר רב-עוצמה לחידוד שאלות ולמחקר, אך מדגיש שאין בה תחליף למחשבה האנושית או למפגש החי בכיתה.

בריי-סורוקר ביקש רק דבר אחד לפני תחילת הריאיון: "כשאתה מתמלל, תזכור שלפעמים המוח שלי והפה שלי לא לגמרי מסונכרנים. יכול להיות שהתכוונתי לדבר אחד ויצא לי משהו אחר". המשפט הזה, שנאמר בחיוך, התברר בדיעבד כמפתח לשיחה עם ראש בית הספר למתמטיקה באוניברסיטת תל אביב – אדם שאינו מגיע עם תשובות מוכנות, אלא חושב תוך כדי דיבור, חוזר לאחור, מדייק ומתלבט. דווקא משום כך השיחה עימו מעניקה הצצה נדירה אל תהליך החשיבה החי של מתמטיקאי פעיל.

במשך יותר משעה שוחחנו על בינה מלאכותית, הוראת מתמטיקה ועתיד האקדמיה, אלא שככל שהדיון התקדם התברר שהנושא האמיתי איננו הטכנולוגיה, אלא מהותה של המתמטיקה עצמה: מהו הדבר שאנו מבקשים להעניק לסטודנט בסיום התואר, ומהו אותו ערך שאף מכונה לא תוכל לעולם להחליף? בריי-סורוקר אינו מתרגש מכך שמערכות בינה מלאכותית פותרות בעיות מורכבות בשניות, אלא מבחינתו השאלה אינה אם המחשב יפתור תרגילים טוב יותר, אלא מהי המטרה האמיתית של החינוך.

לדבריו, המוצר האמיתי שמוסד אקדמי מעניק לסטודנט אינו ידע טכני או נוסחאות, אלא דרך חשיבה. הבינה המלאכותית אכן מסוגלת לפתור תרגילים ואפילו להסביר פתרונות היטב, אך היא אינה יכולה לעבור במקומו של האדם את התהליך שבו התודעה שלו משתנה. היא משמשת בעבורו כלי מחקרי ומסיבה זו הוא משתמש בה בעצמו מדי יום ביומו, אך הוא מדגיש כי תפקידה העיקרי הוא לעזור לו להבין מה הוא באמת רוצה לשאול. כאן טמונה המיומנות החשובה ביותר לדעתו – היכולת לנסח שאלות טובות. במחקר לפעמים השאלה חשובה בהרבה מן הפתרון.

ברי-סורוקר מזכיר גם את עתיד ההוראה. הוא אינו מודאג מטכנולוגיה בכיתה, אלא שואל איזה מורה יעמוד בה. בעידן שבו כל הסבר זמין בלחיצת כפתור, תפקידו של המורה אינו להעביר מידע אלא להצית סקרנות. הוא מדגיש כי סקרנות היא מידבקת, וכי מתמטיקה היא מקצוע יצירתי שעוסק במציאת שאלות מעניינות ולא רק בתשובות נכונות.

אחד הרעיונות המעניינים ביותר שעלו במהלך השיחה נוגע לאופן שפרופ' בריי-סורוקר תופס את תפקידה של הבינה המלאכותית בתהליך המחקר המתמטי. שלא כתפיסה הרווחת, הרואה בה בעיקר כלי ליעול משימות טכניות ולקיצור תהליכי עבודה, הוא מתאר מערכת יחסים מורכבת יותר, שבה ערכה המרכזי של הבינה המלאכותית אינו טמון במתן תשובות אלא דווקא בסיוע לגיבוש השאלות. כחלק בלתי נפרד משגרת עבודתו המחקרית, הוא נעזר בה כמעט מדי יום



כדי לארגן רעיונות, לחדד מושגים, לדייק ניסוחים ולבחון כיווני מחשבה חדשים. לעיתים דווקא תשובה שנשמעת שלמה ומשכנעת מאלצת אותו לעצור, להטיל ספק בהנחותיו ולשאול מחדש האם הוא בכלל מנסה לענות על השאלה הנכונה. מבחינתו, זהו אחד מתפקידיה החשובים ביותר של הבינה המלאכותית: לא להחליף את החשיבה האנושית, אלא לעזור אותה. כפי שהוא מנסח זאת, במחקר מתמטי השאלה עצמה חשובה לא פעם יותר מן הפתרון.

מתוך תפיסה זו עולה גם יחסו המורכב כלפי השפעת הבינה המלאכותית על החשיבה המתמטית. בריי-סורוקר דוחה את הניסיון להכריע אם מדובר בהתפתחות מבורכת או מסוכנת, וטוען כי שתיהן מתקיימות בעת ובעונה אחת. לשיטתו, השפעתה של הבינה המלאכותית אינה נקבעת מתוך הטכנולוגיה עצמה אלא מתוך דרך השימוש בה. כאשר היא מחליפה את ההתמודדות האישית עם בעיות מורכבות, היא עלולה להפוך ל"קביים" המחלישים בהדרגה את יכולת החשיבה העצמאית. אולם כאשר היא משמשת שותפה אינטלקטואלית, המסייעת לחשוף ידע קיים, להאיר זוויות מבט חדשות ולזקק את מוקד הבעיה, היא דווקא מעמיקה את החשיבה ומרחיבה את גבולותיה. מניסיונו האישי הוא מעיד כי העבודה עם הבינה המלאכותית אינה גורמת לו לחשוב פחות, אלא להפך – לחשוב יותר, ובאופן ממוקד ומדויק יותר. עם זאת הוא מדגיש כי האחריות על החשיבה אינה עוברת למכונה. "בסוף", הוא אומר, "מי שצריך לחשוב הוא עדיין אני".

מן הדברים עולה כי השאלה המרכזית אינה עוד מה הבינה המלאכותית מסוגלת לעשות, אלא מה אסור לאדם לוותר עליו. בעיני בריי-סורוקר התשובה ברורה: היכולת לחשוב בעצמו, להטיל ספק, לגלות סקרנות ולהמשיך לנסח שאלות חדשות גם בעולם שבו תשובות זמינות לכאורה בלחיצת כפתור. דווקא בעידן של שפע מידע, הוא סבור כי ערכה של החשיבה האנושית אינו פוחת אלא מתחדד, שכן האתגר האמיתי אינו עוד מציאת התשובה, אלא זיהוי השאלה הראויה להישאל.

לקראת סיום השיחה, כשנשאל על דמותו של חוקר ומורה, חזר אל המושג שמלווה את דרכו: "נאיביות". בעיניו, זו אינה תמימות אלא בחירה מודעת להמשיך להתפעל, להאמין שאפשר להבין משהו חדש שלא הבנו אתמול, ולשמור על אותה סקרנות ראשונית שהניעה את הצעד הראשון אל תוך עולם הדעת. הוא מספר כי גם היום כשהוא צריך להכין הרצאה על נושא שהוא מכיר, הוא מסתובב עימו במשך ימים. הוא מדבר עליו עם הילדים שלו, עם חבריו ועם חוקרים אחרים, ולפתע הוא מגלה משהו חדש. זו החוויה שהוא הכי אוהב במתמטיקה, שהיא עדיין מצליחה להפתיע אותו. מבחינתו זה גם הדבר שהוא היה רוצה להעביר לסטודנטים שלו. לא עוד משפט מתמטי, לא עוד טכניקה, אלא את תחושת הגילוי. הוא חושב כי מתמטיקה היא מקצוע יצירתי בלתי רגיל ושהיא עוסקת במציאת שאלות טובות.

בסיום הריאיון נשאל בריי-סורוקר כיצד היה רוצה שייראה החינוך המתמטי בעוד עשר שנים. הוא לא מדבר על תוכניות לימודים, בגרורות ואלגוריתמים חדשים אלא על חזונו שהמורים ידעו להשתמש בבינה המלאכותית כדי שיהיו טובים יותר ולא כדי שהיא תחליף אותם.

אחרית דבר

כשיצאתי מן השיחה עם פרופ' ליאור בריי-סורוקר חשבתי שאכתוב ריאיון על בינה מלאכותית. במבט לאחור, נדמה שזה היה רק התירוץ. השיחה עסקה למעשה בשאלה עמוקה בהרבה: מהי חשיבה מתמטית, וכיצד מטפחים אותה בעולם שבו הידע זמין יותר מאי פעם.

התשובה שעלתה שוב ושוב לא הייתה טכנולוגית אלא אנושית. מתמטיקה, בעיני בריי-סורוקר, אינה אוסף של נוסחאות ואף לא רשימת מיומנויות, אלא היא דרך להתבונן בעולם, להתמודד עם אי-ודאות, לנסח שאלות מדויקות ולהמשיך להיות סקרן גם כאשר נדמה שהכול כבר ידוע.

ייתכן שזו גם הסיבה לכך שהוא אינו חושש מן הבינה המלאכותית כפי שרבים אחרים חוששים ממנה. כל עוד החינוך ימשיך להצמיח בני אדם חושבים, יצירתיים וסקרנים, הטכנולוגיה לא תחליף את ליבת העשייה החינוכית. היא לכל היותר תשנה את הכלים שבאמצעותם אנו מגיעים אליה.

ואולי זו התובנה העיקרית של השיחה כולה: בעתיד הנראה לעין, המבחן החשוב ביותר של החינוך המתמטי לא יהיה האם תלמידים יודעים להשתמש בבינה מלאכותית, אלא האם הם ממשיכים לשאול שאלות שגם היא עדיין אינה יודעת לענות עליהן.

רשימת פרסומים נבחרים

- Bary-Soroker, L., & Gorodetsky, O. (2018). Roots of polynomials and the derangement problem. *The American Mathematical Monthly*, 125(10), 934–938. <https://doi.org/10.1080/00029890.2018.1521231>
- Bary-Soroker, L., & Leher, E. (2009). On the remainder in the Taylor theorem. *The College Mathematics Journal*, 40(5), 373–374. <https://doi.org/10.4169/074683409X475706>