

הארץ

בינה מלאכותית, טעויות והטעויות: הזיופים במדע משתכללים - וגם מי שנלחמים בהם

מומחים ששוחחו עם "הארץ" מספרים על המאמצים לאתר טעויות שנעשות בתום לב במאמרים, וגם על מאבקים בהטעויות מכוונות. אחרי שנים של יחס חשדני כלפי אותם בלשי מעבדות, גם בממסד מתחילים להבין ששיח פתוח בנושא חיוני כדי לחזק את העשייה המדעית עצמה

גדעון לב

20 בינואר 2023

עקוב 

גניבה ספרותית היא תופעה שמטרידה לרוב סופרים ומשוררים, אבל גם מדענים נפגעים ממנה. מדענית שכזו היא המיקרוביולוגית ד"ר אליזבת ביק. היא עבדה במעבדה שלה באוניברסיטת סטנפורד כששמעה על מקרה של גניבה, והחליטה לעשות ניסיון. היא הקלידה במנוע חיפוש משפט שכתבה באחד ממאמריה. "עשיתי את זה סתם בשביל הכיף", היא מספרת ל"הארץ" בשיחת זום. אבל אז קרה משהו שהפתיע אותה: המנוע איתר את המאמר שלה, אבל גם שני מאמרים נוספים, שכללו את אותו משפט בדיוק, בלי הפניה למאמר המקורי. "מישהו גנב לי את המשפט", היא אומרת, "ממש כעסתי".

התקרית הקטנה הזו שינתה את חייה של ביק. בדיעבד, ייתכן שהיתה גם בעלת חשיבות למפעל המדעי העולמי כולו. בזמנה הפנוי החלה החוקרת לחפש עוד דוגמאות להעתקות (Plagiarism), וגילתה מאות מאמרים ועבודות דוקטורט עם משפטים שנגנבו. ערב אחד, כשעיינה בתצלום של מקטע חלבון שהופיע באחד המאמרים שבדקה, ביק זיהתה נקודה שנראתה לה מוכרת מתמונה אחרת. פשפש במאמרים שעל שולחנה גילה שצדקה: החוקרים השתמשו בתמונה אחת בשני מאמרים, ותיארו בעזרתה שלושה ניסויים שונים - תופעה המכונה "דופליקציה". כדי להסוות את מעלליהם, בכל פעם הם שינו מעט את התמונה בעזרת תוכנת עריכה - סובבו או מתחו אותה. שכפול בשינויים מזעריים.

ביק, שהזדעזעה מגילוי התרמית, הפנתה כעת את כל מרצה לדופליקציות. "יש לי יכולת קצת חריגה", היא אומרת, "אני יכולה להסתכל על אריחים מאוירים באמבטיה ולקלוט מיד את השניים הזוהים, גם אם סובבו אותם. אז התחלתי לחפש דופליקציות כאלה במאמרים".

עד מהרה התחביב השתלט על רוב זמנה. "אני טיפוס כזה, כשאני מתחילה משהו, אני עושה אותו עד הסוף. וגם מאוד נהנית". ביק סרקה תמונות ביותר מ-20 אלף מאמרים שפורסמו ב-40 כתבי עת בין 1995 ל-2014, ומצאה דופליקציות ב-4% מהם, "כלומר, לפחות אחד מ-25 מאמרים כלל שיבוש", היא מסבירה. את הממצא המטריד פרסמה במאמר ב-2016, שבו הסבירה כי כמחצית מהשיבושים נראו כמניפולציה מכוונת.

בשלב הזה ביק החליטה להקדיש את עבודתה לזיהוי שיבושים במחקרים. מאז, לדבריה, ניתחה מעל מאה אלף מאמרים ומצאה דופליקציות ב-4,800 מתוכם. ב-1,700 מאמרים נוספים מצאה עדויות לשגיאות, רמאות ובעיות אתיות אחרות.

בעיית השיבושים היא אתגר שעמו מתמודדת כיום הקהילה המדעית. את ההיקף המדויק של התופעה קשה לאמוד, והמומחים שעמם שוחח "הארץ" הדגישו כי ברוב הגדול של המקרים מדובר בטעויות בתום לב ורק באחוזים בודדים מדובר בהטעויות מכוונות. אולם, גם אלה וגם אלה גוררות נזקים. חוקרים שמנסים לשחזר או לקדם ממצאי מחקר שכולל שיבוש עלולים להשחית לריק זמן ותקציבי מחקר. איוואן אורנסקי, דוקטור לרפואה שעוסק במאמרים שהוסרו, מעריך שמדובר בבזבוז של מיליארדי דולרים בשנה, לצד פגיעה לשווא בבעלי חיים והאטה של התקדמות המדע. כך למשל, הקצאת משאבים לפיתוח תרופות לא מוצלחות, בעקבות הסתמכות על מאמרים שכוללים שיבוש, עשויה לבוא על חשבון פיתוח תרופות אחרות, שיכלו להציל חיים או לשפרם. חשוב להדגיש ששיבושים אפשריים במחקרים רפואיים אינם פוגעים בתכשירים הרפואיים שמגיעים לשימוש בני אדם, שעוברים תהליכי בדיקה מקיפים שמבטיחים את בטיחותם.

פגיעה נוספת נגרמת למוניטין של המדע. "יש היום הרבה דיסאינפורמציה בעולם, ובשנים האחרונות אנשים פחות ופחות מאמינים למדענים", אומרת ביק, "גם טעויות תורמות לכך, אבל הזיופים משחקים הישר לידי מי שתוקפים את המדע".

שיבושים במאמרים מדעיים לא מופיעים רק כמניפולציה של צילומים. בחלק מהמקרים, ניתוח המידע נעשה בצורה רשלנית או מוטה או כך שיתאים להשערת המחקר או למסקנה המבוקשת. כך, למשל, חוקרים עשויים להגדיל את מספר הפרמטרים שהם בודקים באופן שמגדיל את הסיכוי שבאחד מהם תתקבל תוצאה מסוימת, או לפרסם רק את ממצאי הנבדקים שקיבלו תוצאה המתאימה לצורכיהם ולהתעלם מהמקרים שבהם לא התגלה אפקט מדעי. שיבושים כאלה קשה לגלות, שכן סוקרי המאמרים או בלשים חובבים כמו ביק נחשפים רק לנתונים שהחוקר משחרר.

קושי גדול אחר נוגע להתחזקות הבינה המלאכותית. "אני מאוד מודאגת מ-AI", מודה ביק. "כבר היום מאוד קשה לזהות זיופים. אני מזהה רק את הזייפנים הלא מתוחכמים. אם מישהו עושה עבודה ממש טובה בפוטושופ, אני לא אוכל לזהות. בעוד כמה שנים, בכלל לא נוכל להבדיל בין זיוף ומציאות.

התמונות שמיוצרות על ידי תוכנות בינה מלאכותית הן ייחודיות. אלה כבר לא דופליקציות שאפשר לזהות".

ככל שחוקרים כמו ביק מזהים יותר שיבושים, המוניטין של המדע לכאורה נפגע יותר. ואמנם, מדברי ביק ואורנסקי עולה כי הממסד המדעי בכללותו הפגין לאורך שנים יחס עדין כלפי חוקרות וחוקרים שפעלו לאיתור זיופים ושגיאות. אך המניע למאמציהם ולמאמצי אחרים אינו פגיעה במדע. מי שעוסקים בנושא רואים בזיהוי כשלים במחקרים מדעיים צעד חיוני ואפילו חלק מהותי מהשיטה המדעית, המושתתת על בדיקה עצמית ותיקון מתמיד של טעויות, ובשנים האחרונות הביאה עבודתם לשינוי בגישת הממסד המדעי ולנכונות להכרה מהירה יותר בטעויות הנעשות ובצורך לתקן אותן.

קריטי לעשייה המדעית

שאלת השיבושים זוכה באחרונה לתשומת לב רבה. ביולי סערה הקהילה המדעית בעקבות פרסום בכתב העת Science, שלפיו אחד המחקרים החשובים בתולדות חקר האלצהיימר כלל שיבושים ומניפולציות של תמונות. ב-16 השנים שחלפו מאז פרסום אותו מחקר, ועל סמך ממצאיו, הקדישו מאות מדענים בעולם את מרצם לניסיון לפתח תרופות בכיוון מסוים – שכעת מתברר שהיה אולי שגוי.

סערה נוספת התרחשה בספטמבר האחרון, כאשר בלשית דוגמת ביק, שפועלת תחת השם הבדוי קלייר פרנסיס, זיהתה דופליקציות בתמונות בארבעה מאמרים שחיבר הגנטיקאי גרג סמנזה, זוכה פרס נובל לרפואה לשנת 2019, שפורסמו ב-PNAS. לאחר הפרסום של פרנסיס הסיר סמנזה את המאמרים. ובתחילת דצמבר דיווח כתב העת Science כי אוניברסיטת סטנפורד, הנחשבת לאחת מחמשת המוסדות האקדמיים המובילים בעולם, פתחה בחקירה נגד נשיא האוניברסיטה וחוקר המוח, מארק טסייה-לאבין, בחשד לשיבושים במאמרים שהיה שותף לכתיבתם לפני כ-20 שנה, מהם שניים שפורסמו ב-Science ואחד בכתב העת Cell.

לא תמיד חשדות לשיבוש מביאים לתגובה חריפה כמו של סטנפורד. ביק מספרת שבמשך כמה שנים, בכל פעם שגילתה חשד לשיבוש במאמר, פנתה לעורך הראשי של כתב העת שפרסם אותו. "את 800 הזיופים הראשונים שמצאתי, העברתי לעורכים", היא אומרת, "בשני שלישים מהמקרים לא עשו עם זה כלום". כיום מפרסמת ביק את המחקרים שזיהתה באתר Pubpeer, שבו משתמשים יכולים לסקור מאמרים אקדמיים לאחר שהתפרסמו בכתבי עת ולבקר אותם. ביקורת כזו הובילה לא פעם להסרת המאמרים המדוברים מכתבי העת, תהליך המכונה Retraction.

אלא שגם במקרים שבהם כתב העת מקבל את הטענות לשיבוש ומסיר את המאמר, עלול המאמר שמכיל את השיבוש להמשיך להשפיע. חוקרים שכבר קראו אותו לא בהכרח מודעים לגילוי השיבוש, ולעתים קרובות המאמר גם ממשיך להופיע במאגרי מידע אקדמיים. כך, למשל, מאמר על מניעת מחלות לב באמצעות תזונה ים תיכונית, שפורסם ב-2018 ב-New England Journal of Medicine

היוקרתי והוסר ממנו, זכה ל-1,905 ציטוטים לפני שהוסר, ועוד 950 לאחר הסרתו. ישנם אף מחקרים רבים שצוטטו יותר פעמים לאחר הסרתם מאשר לפני שהתגלה בהם בעיה.

פרופ' עמליה אוליבר מהאוניברסיטה העברית כתבה עם פרופ' נחמן בן יהודה ספר על זיופים והטעיה במחקר, שבו בחנו 748 מקרים בולטים של זיופים והטעויות במחקר. "מצאנו שמרבית המקרים הגדולים התרחשו באוניברסיטאות הכי מכובדות, מליגת הקיסוס בארה"ב, למשל", אומרת אוליבר, "ואז השאלה היא אם האוניברסיטאות הגדולות חוקרות יותר את המקרים האלה, או שיש בהן לחצים גדולים יותר על החוקרים, שבחרים לעגל פינות כדי להתקדם".

אוליבר מסכימה שהסרת מאמרים בעקבות גילוי בעיות היא לא פתרון מספק, "כי המאמר כבר הודפס או נמצא באינטרנט, או שאנשים הורידו אותו". במאמר שכתבה בנושא, דימתה מאמרים עם שיבושים לוורוסים מדבקים. לדבריה, "ברגע שהמאמר בחוץ, הוא ממשיך להתפשט גם אחרי ההסרה, ויכול להדביק אנשים ברעיון המוטעה".

את הבעיה הזו מנסה לתקן אורנסקי. ב-2010 הקים ביחד עם אדם מרכוס, העוסק בעריכה מדעית, את Retraction Watch, אתר המאגד מאמרים שהוסרו. בשיחת זום עם "הארץ" הוא מסביר שמדובר בנושא קריטי לעשייה המדעית, שזכה בעבר להתייחסות מעטה. "קיווינו שאם נדבר על הדברים האלה מדי יום, זה יכנס לשיח הציבורי, וזה אכן קורה", הוא אומר.

לדברי אורנסקי, כתבי עת לא מדווחים כראוי על הסרת מאמרים, מה שמקשה על איתורם. "על פי רוב, כתבי העת לא מסמנים את ההסרה באתרים שלהם ולא מעדכנים מאגרי מידע. במאגר Crossref לדוגמה, עדיין מופיעים 9,000 מאמרים שהוסרו, וב-12 Pubmed אלף", הוא אומר. אורנסקי ומרכוס עובדים בהתנדבות, אך האתר מעסיק חוקרת במשרה, ד"ר אליסון אוברייטיס, שכתבה דוקטורט על מחקרים שהוסרו. "היא כנראה המומחית הגדולה בעולם בתחום", אומר אורנסקי. ב-12 שנות פעילות האתר אותרו 37 אלף מאמרים שהוסרו. "זה מה שאליסון עושה כל יום, מחפשת אותם באופן ידני", הוא מוסיף, "אנחנו גם חוקרים את תהליך ההסרה - כמה זמן זה לקח, איך נערכה הבדיקה, מה היתה סיבת ההסרה".

בעקבות עבודת האתר ואתרים דומים, נראה שכתבי העת מסירים יותר מאמרים: בעוד שבשנת 2000 הוסרו רק 40 מאמרים וב-2010 כ-400 מאמרים, כיום מוסרים כ-4,000 מאמרים בשנה. לדברי אורנסקי, "מ-2000 ועד היום מספר המאמרים שמתפרסמים בשנה גדל פי חמישה או שישה, ומספר ההסרות גדל פי מאה".

חלק מהמאמרים הוסרו בשל טעויות שנעשו בתום לב, אבל גם אורנסקי שם את הדגש על הטעויות מכוונות. "הבעיה היא לא העובדה שיש התנהגות פסולה במדע. זה תמיד יהיה, זה טבע האדם", הוא אומר, "יש התנהגות פסולה בממשלה, בעיתונות, בספורט, בכל מקום. השאלה היא מה אנשי המקצוע

בתחום עושים. אם הם מעמידים פנים שזה לא קיים – כמו שפוליטיקאים עושים, וכפי שרוב אנשי המדע עשו עד לפני כמה שנים – זה פוגע מאוד באמון, כי מתישהו המקרים האלה מתגלים".

בשביל קביעות

אחד מהאשמים העיקריים בריבוי הזיופים והטעויות הוא הכלל הלא-כתוב "פרסם או היעלם" (publish or perish), שמכתיב את התנהלות העולם האקדמי. חוקרים חייבים לפרסם מחקרים ללא הרף כדי להתקדם או לקבל מענקים. במחקר שביצעו בן יהודה ואוליבר התגלה שהזיופים נעשים לרוב סביב הגילים שבהם חוקרים מקבלים קביעות.

לאור זאת, המלצה עיקרית של החוקרים שעמם שוחח "הארץ" לטיפול בבעיה היא הפחתת הלחץ על מדענים לפרסם. " צריך לבטל את הפרדיגמה של פרסם או היעלם", אומר אורנסקי. "צריך להבין את הבעייתיות הבלתי נמנעת של ייצור בכמות גבוהה". ביק מסכימה: "לוחצים חזק מדי על המדענים. מדע צריך להתבצע יותר לאט".

מעבר לכך, חלק מהחוקרים מציינים שיש להחמיר את הענישה במקרים של זיוף. " התגמול שחוקר מקבל על זיוף גדול מאוד", אמרה ביק. "הזיוף גורם למחקר להיראות טוב יותר, להתקבל לפרסום בקלות רבה יותר, לזכות במענקים – ומנגד, הסיכון מאוד נמוך. צריכות להיות השלכות יותר חמורות למדענים שנתפסים. כיום מפרסמים תיקון, מסירים את המאמר או שוללים לשנה את הזכות לבקש מענקים. זה הכל". ביק סבורה כי מדען שנתפס בשקר "מאבד את הזכות להמשיך לעשות מדע, כי מדע מכוון לאמת". היא מוסיפה כי בכמה מקרים הצביעה על מדען שהשתמש בפוטושופ, אך החוקר לא נענש כי היה מאוד בכיר. "אוניברסיטאות רבות עושות בדיקה מאחורי דלתיים סגורות, ולא באמת מענישות", היא אומרת.

הצעה נוספת היא להדק את הפיקוח בתהליך קבלת המאמרים לפרסום. כיום רק כתבי עת מעטים מעסיקים אנשים שתפקידם לבדוק בצורה יסודית את הנתונים המוצגים במאמרים. "כתבי העת מרוויחים הון עתק, הם יכולים להשקיע חלק ממנו בבקרת איכות", אומר אורנסקי. הצעה אחרת שלו היא שכתבי העת יפרסמו את שיפוט העמיתים שהתבצע לכל מאמר, "וכך הקורא יוכל לזהות עד כמה הסקירה היתה ביקורתית".

במאמר דעה שפרסם ב-Nature באוגוסט האחרון כתב אורנסקי שיש לעודד הסרות, כחלק הכרחי ממדע בריא. בבלשים שמקדישים את עצמם לגילוי יש לתמוך, כתב, ולא ללעוג להם, להטריד אותם או לאיים עליהם בתביעות, כפי שקורה כיום. כפי שהאקרים מקבלים תגמול כספי כשהם מזהים פרצות אבטחה בתוכנות, הציע, יש לתגמל גם בלשי זיופים.

אך הדרך הטובה ביותר אולי לצמצם את נזקי הזיופים והטעויות, היא באמצעות עידוד שחזור של מחקרים. העידוד נדרש שכן שחזור דורש מאמץ ותקציבים גדולים, ובדרך כלל לא מביא לפרסום בולט. בסקר שערך כתב העת Nature בקרב 1,500 חוקרים ממגוון תחומים, 70% אמרו כי בנקודה כלשהי

בקריירה ניסו לשחזר מחקר בלא הצלחה. 50% הודו שלא הצליחו לשחזר מחקר שהם עצמם ביצעו. מעבר לקשיים בשחזור, חוקרים רבים גם מעדיפים לבחון דברים חדשים מאשר לנסות לשחזר ממצא קיים. "צריך לחזק את השחזור של מחקרים", סיכמה ביק. "רק על ידי שחזור מחקר אפשר לדעת בוודאות אם הוא אמיתי".

המלחמה הקרה

בעידן של שימוש גובר בבינה מלאכותית, שחזור מחקרים עשוי להיות חיוני במיוחד. לדברי פרופ' ליהי צלניק-מנור, מומחית בתחום הראייה הממוחשבת ובינה מלאכותית, מהפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים בטכניון, אלגוריתמים שיכולים לייצר נתונים ביצעו בשנה האחרונה קפיצת מדרגה, במיוחד בתחום של יצירת טקסט, וידאו ותמונות. לדבריה, יכולות אלה מעוררות עניין רב, וגם חשש. "מהר מאוד אנחנו רואים שימושים מטרידים, ובמיוחד ייצור וידאו ותמונות שאינם אמיתיים, אבל נראים אמיתיים לגמרי". במקביל, בעיית זיופי המחקרים הולכת ומחריפה. "האתגר בזיופים במדע הוא משהו שהאנושות צריכה להתמודד איתו", אומרת צלניק-מנור. "תמיד אפשר היה לזייף, והיום הולך ונהיה יותר קל לזייף מאמרים, תוצאות, נתונים, תמונות ומספרים. כרגע אין לנו כלים להתמודד עם זה – לא בטכנולוגיה ולא ברגולציה".

אחת הבעיות שצלניק-מנור מצביעה עליהן היא העובדה שהמשאבים המוקצים לפיקוח ורגולציה של טכנולוגיות, נמוכים בהרבה מהמשאבים המוקצים לפיתוח הטכנולוגיות. עם זאת, לדבריה, ניכרת תזווה בתחום. "באיחוד האירופי למשל מגבשים כיום כללי אתיקה לפיתוח בינה מלאכותית. מפלגת הקואליציה בהולנד מנסה לקדם חוק נגד זיוף וידאו ותמונות".

כיוון התמודדות אחר הוא פיתוח פתרונות טכנולוגיים שיגנו מפני הזיופים, כמו הטמעת חתימה בתמונות שמצולמות בטלפון, כאישור לכך שהתמונות אמיתיות, כשכל שינוי בתמונה ימחק את החתימה. "יש חברות שזה מה שהן מתכננות לעשות, סטארט-אפים שמפתחים טכנולוגיה של אימות מתחילים לפעול בתחום", מסבירה צלניק-מנור, ומזכירה גם מערכות ממוחשבות כמו iThenticate, שבודקת העתקות בטקסטים.

חברת Proofigo הישראלית פיתחה תוכנה המבוססת על בינה מלאכותית שמאפשרת לחוקרים, מוסדות וכתבי עת לזהות בעיות בתמונות במאמרים עוד לפני הפרסום. "צריך להבחין בצורה ברורה בין טעויות להטעויות", מדגיש מייסד החברה ד"ר דרור קולודקין גל. "טעויות בתמונה יכולות לקרות לכל מעבדה, גם הקפדנית שבהן. רמאויות קורות באחוזים בודדים בלבד. אבל גם טעויות בתום לב משפיעות על המחקר ועל אמון הציבור במדע ובמדענים".

במשך שנים חקר קולודקין גל וירוסים וסרטן. כשחזר לארץ אחרי פוסט-דוקטורט בהרווארד, נמצאו טעויות במאמרים של קולגות שלו. "הם היו חוקרים מעולים ונפגע להם המוניטין", הוא מספר, "חשבת שלא ייתכן שמשקיעים כל כך הרבה במחקר והכל יורד לטמיון בגלל טעות טיפשית. חייבת להיות בקרת

איכות לפני כל פרסום מדעי". קולודקין גל עזב את עולם המחקר והקים את החברה, שחשב שתוכל לתרום למדע יותר מאשר כל מחקר אישי שלו.

אחד ממוקדי הזיופים כיום הוא חברות המכונות paper mills. חברות אלה מוכרות כמויות עצומות של מחקרים מזויפים, אולי עשרות אלפים בשנה, אומרת ביק, "קשה לדעת מספר מדויק כי אנחנו מזהים אותם רק כשהן עושות טעות".

בתחילת דצמבר דווח ב-Nature כי 24 מו"לים מדעיים מרכזיים התאגדו כדי לחפש דרכים להתמודד עם הבעיה באמצעות מערכות אוטומטיות, במהלך שמזכיר את הדמיון בין תעשיית הזיופים ותעשיית הנגד, לבין עולם וירוסי המחשב והאנטי וירוסים. "יש אנשים שנותנים לבינה מלאכותית לכתוב מאמר, והיא מציירת חלבונים ומיקרוסקופיה, ממציאה מאמר שלם על מחקר שלא בוצע", אומר קולודקין גל, "אנחנו כל הזמן משתכללים ולומדים את הצד השני, צוות הפיתוח כל הזמן לומד שיטות חדשות כדי לחסום אותן. זו מלחמה קרה".

לחצו על הפעמון לעדכונים בנושא:

מחקר  מדע 