

מה קורה כששואלים 180 מדעני מוח את אותה שאלה?

בשנים האחרונות התברר כי תוצאות מחקרים אינן משוחזרות במלואן כשמבצעים את הניסוי מחדש. המשבר הוביל קבוצה של מדענים להשתתף בניסוי שמטרתו לשפר את כלי המחקר ולחזק את אמון הציבור במדע

18:08 20.05.2020 [אסף רונאל](#)

מה קורה כאשר קרוב למאתיים מדענים מ-70 מעבדות מחקר ברחבי העולם מנתחים את אותן סריקות מוח? שאלה זו עומדת במוקד מחקר חדש, שהתפרסם היום (רביעי) בכתב העת המדעי Nature. מטרת המחקר היא לזהות את השונות הקיימת במסקנות של ניתוח מידע מדעי מורכב, ולמצוא דרכים חדשות להפוך את המדע למדויק ואמין יותר מבעבר.

ד"ר תום שינברג, מהמחלקה לניורוביולוגיה בפקולטה למדעי החיים ובית הספר סגול למדעי המוח באוניברסיטת תל אביב, הוביל את המחקר עם ד"ר רותם בוטויניק-נצר, סטודנטית שלו בעבר וכיום פוסט דוקטורנטית בדארטמות קולג' בארה"ב. לדברי שינברג, הפרויקט - שעליו הם עובדים יותר מארבע שנים - נערך כחלק ממאמץ של מדענים ברחבי העולם מתחומי מחקר שונים לפעול למען מה שמכונה פעמים רבות "מדע פתוח" ("Open Science"). זוהי גישה שחותרת לשפר את המתודות המדעיות המקובלות, כדי להפוך את מסקנות המחקרים למהימנות יותר, ולהגביר את אמון החוקרים והציבור במדע.

"זו גישה שעל פיה כל התהליך המדעי, מהנתונים שנאספים במחקר ועד למסקנות והשיטות שהובילו אליהן, צריכים להיות גלויים לחלוטין מיד עם פרסום המחקר - גם לחוקרים אחרים וגם לכל אדם אשר מתעניין בכך", אומר ד"ר שינברג ומוסיף: "בעשור האחרון נעשים מאמצים משמעותיים לייצר מתודות מדעיות חדשות בתגובה למה שנקרא 'משבר הרפליקציות'".

"משבר הרפליקציות" הוא השם שניתן לגילויים שהחלו להתפרסם בשנים האחרונות, על פיהם תוצאות מחקרים רבים בתחומים שונים - מפסיכולוגיה ועד לחקר הסרטן - כולל כאלה שהתפרסמו בכתבי העת המדעיים הנחשבים ביותר, אינן משוחזרות במלואן כשמבצעים את הניסוי מחדש.

"משבר הרפליקציות הראה לנו, החוקרים, שאנחנו צריכים לעשות שינויים בדרך שבה אנו עושים מדע", אומר ד"ר שינברג, שמעבדתו עוסקת ביומיום בחקר הבסיס המוחי של קבלת החלטות. "המדע עצמו הוא מאוד תחרותי", מסביר שינברג, "כולנו רצים אל הפרסום, כי פרסום מוביל לכספי מחקר ולהתקדמות בקריירה המדעית, וזה בין היתר הוביל לכך שהתפרסמו כל מיני תוצאות שלא ניתן לשחזר. יש לכך גם סיבות רבות נוספות, ולא תמיד מחקר שתוצאותיו לא השתחזרו הוא מחקר שגוי. התהליך המדעי הוא תהליך מורכב", הוא מוסיף.

בעקבות הגילויים הללו, נעשו בשנים האחרונות מאמצים רבים לשפר את המתודות המדעיות. כך, לפני יותר מארבע שנים, מספר ד"ר שינברג, פנתה אליו ולחוקר ראשי נוסף במאמר, פרופ' ראסל

פולדראק מאוניברסיטת סטנפורד, קבוצת חוקרי כלכלה ומימון מאוסטריה ושוודיה. הקבוצה, העוסקת בהיבטים מסוימים של "מדע פתוח", רצתה לשתף פעולה ולבחון את יכולת השחזור של מחקרי דימות מוחי תפקודי (fMRI). התחום הספציפי שבו בחרו להתמקד היה חקר הבסיס העצבי של קבלת החלטות (נושא המחקר העיקרי של מעבדתו של ד"ר שינברג).

"המחקר של הכלכלנים עוסק במה שנקרא 'שווקי חיזוי' – בורסות שבהן במקום לסחור במניות, סוחרים בדעות או תחזיות. זהו תחום מאוד מפותח במקומות שונים באירופה, כולל בתחזיות לגבי תוצאות הבחירות", מספר ד"ר שינברג ואומר שהם פנו אליו כדי לנסות לבחון את נושא שחזור תוצאות המחקרים בהדמיות מוח.

בעקבות הפניה, ד"ר שינברג ושותפיו בחרו לנסות לשחזר ניסוי קלאסי בתחום הדמיות המוח של קבלת החלטות, שבו זוהו אזורים מוחיים שמעורבים ברתיעה מהפסד. המחקר נעשה על ידי המנחה של ד"ר שינברג בפוסט דוקטורט, פרופ' פולדראק, שעבד אז באוניברסיטת קליפורניה בלוס אנג'לס, והתפרסם בכתב העת Science בשנת 2007. המחקר, המבוסס על רעיונותיהם של פרופ' עמוס טברסקי ופרופ' דניאל כהנמן לגבי הרתיעה של בני אדם מהפסדים, מציג בפני המשתתפים הימורים שונים ביחסים משתנים, כמו הימור שבו יש להם 50% סיכוי להרוויח 20 שקל ו-50% סיכוי להפסיד 15 שקל, או הימור שבו הרווח הפוטנציאלי הוא 30 שקל וההפסד הפוטנציאלי הוא 20 שקל.

בכל אפשרות, המשתתפים נדרשים להחליט אם הם מעוניינים לקבל את ההימור או לא. בעזרת חזרה על הניסוי שוב ושוב עם סכומים משתנים ובעזרת מכשיר ה-fMRI, שמודד שינויים בזרימת הדם לאזורים שונים במוח, בוחנים החוקרים באילו אזורים מוח הפעילות משתנה בהתאם לגובה הרווח או ההפסד הפוטנציאלי. "בעוד שבמקור השתתפו בניסוי 16 נבדקים, אנחנו שיחזרנו את הניסוי הזה עם 108 משתתפים בסך הכל, כשכל משתתף או משתתפת התבקש או התבקשה לבחור אם לקבל או לא כ-200 הימורים שונים", מספר ד"ר שינברג.

לאחר השלמת איסוף הנתונים, קבוצת החוקרים שהובילה את המחקר ניסחה תשע השערות מחקריות לגבי אזורים שונים במוח שבהם הפעילות עשויה להשתנות בהתאם לגובה ההפסד או הרווח הפוטנציאלי, על פי הספרות המדעית הקיימת. אז, מספר ד"ר שינברג, הוא הציג את המחקר בכנס מדעי מרכזי של חוקרי קבלת החלטות במוח, כמו גם ברשתות החברתיות, וחוקרים בתחום מרחבי העולם הוזמנו להשתתף בנייתוח הנתונים, כפי שהם עושים במחקרים במעבדותיהם. בסך הכל, 180 חוקרים מ-70 מעבדות נענו לאתגר לקחת חלק במאמץ לבחינת השונות בתוצאות fMRI – וזאת בתמורה להבטחה להיות חתומים על המאמר שיתפרסם בעקבות המחקר.

אופטימיות יתר

בעיני ד"ר שינברג, זו דוגמה לאופן שבו רבים כל כך בעולם המדע מסורים למטרה של שיפור הכלים המדעיים למרות שכמו במעבדתו, זהו אינו העיסוק העיקרי שלהם. "ניתוח הדאטה של הדמיות מוח אינו משימה פשוטה או מהירה", הוא אומר. "הנפח של הנתונים הבסיסיים עצמם הוא חצי טרה-בייט. וקרוב ל-200 חוקרים הסכימו להקדיש נתח עבודה משמעותי ומשאבים רבים עבור מחקר שאינו מקורי שלהם, בלי שהם ידעו אם ואיפה המאמר יתפרסם בסופו של דבר, רק כדי לעזור לעשות מדע טוב יותר".

הקבוצות התבקשו לנתח את הנתונים שנאספו במרכז ה-MRI על שם אלפרדו פדריקו שטראוס באוניברסיטת תל אביב, בשיטות הרגילות שבהן הם משתמשים במחקרים שלהם, על מנת לבחון את תשע ההיפותזות שהוגדרו מראש. מלבד התשובות להשערות השונות, התבקשו החוקרים לשתף את האנליזות והכלים בהם השתמשו בניתוח הנתונים.

ומה התברר? על השערה אחת היתה הסכמה גבוהה יחסית שהיא נכונה - 84%. על שלוש השערות, היתה הסכמה די גורפת שהן שגויות (עבור כל אחת מהן, רק 6% סברו שהיא נכונה). אולם, בחמש מתוך תשע ההשערות, התקשו החוקרים השונים להגיע להסכמה – ושיעור התשובות החיוביות נע בין 20% ל-40%. "ביקשנו לבדוק כמה שונות יש בתוצאות ניתוח של הדמיות מוח תפקודיות, על בסיס אותם נתונים והשערות, ומצאנו שאכן יש שונות רבה", אומר שינברג.

בנוסף, נראה שאף אחת מ-70 קבוצות המחקר לא השתמשה בדיוק באותן שיטות כדי לנתח את הנתונים. אולם, אף שהמחקר מצביע על המגבלות של הסקת מסקנות נחרצות ממחקר מדעי אחד עם סט נתונים אחד ושיטת ניתוח מסוימת, ד"ר שינברג מוסיף כי ניתוח מעמיק יותר של הנתונים מצביע דווקא על כיוונים חיוביים. לאחר עיבוד נתוני הגלם בכלים השונים, ערכה כל קבוצת מחקר תיקון סטטיסטי לתוצאות, כמקובל בתחום. כשמשווים את המסקנות לאחר התיקון הסטטיסטי, ואת המסקנות הסופיות, אכן התוצאות שונות זו מזו. אולם כשהשווה החוקרים את המסקנות לפני התיקון הסטטיסטי, הם גילו דמיון רב יותר בין תוצאות הביניים של רוב הקבוצות.

"זוהי עדות לחשיבות של רעיון המדע הפתוח, של הצגה מלאה של הנתונים של מחקרים בכל השלבים - גם לפני התיקונים הסטטיסטיים", אומר ד"ר שינברג. פתרון עתידי ראשוני אליו מפנים החוקרים במאמר מבוסס על גילוי זה: רעיון שנקרא "מולטיורס" - שחוקרות וחוקרים לא יסתמכו על דרך אחת לנתח את הנתונים, אלא יעבדו את חומר הגלם שלהם במגוון דרכים שונות, ואז ידווחו על "יציבות" התוצאות - אלה שאליהן מתכנסות התוצאות משיטות הניתוח השונות. "המחקר מראה שכדאי להוסיף עוד שכבה של ניתוח, כדי שנוכל להיות יותר בטוחים במה שאנחנו אומרים", מסביר ד"ר שינברג.

בנוסף, מכיוון שהמחקר יצא לדרך במחשבה על מחקרי שוקי חיזוי, לאחר השלמת ניתוח הנתונים וקבלת התוצאות מהקבוצות השונות ולפני שידעו זו על התוצאות האחרות, ביקשו החוקרים ממומחים בתחום שלא ניתחו את הנתונים בעצמם לסחור ביניהם בשווקים (בסכום של 50 דולר שקיבלו ממנהלי המחקר) כדי לברר אילו מתשע ההשערות יתגלו כנכונות ואילו לא. גם קבוצות החוקרים שהשתתפו במחקר עצמו התבקשו לסחור ולומר מה לדעתם תהיה התוצאה של מסקנות כלל מנתחי הנתונים על ההשערות השונות. ומה היו התוצאות? התחזיות של המומחים לגבי אחוז הקבוצות שיקבלו תוצאה חיובית עבור כל אחת מההשערות היו גבוהות משמעותית מאחוז הקבוצות שאכן דיווחו על תוצאות חיוביות בפועל. אופטימיות היתר הזו נמצאה בשתי הקבוצות, גם אלו שלא השתתפו בניתוח הנתונים וגם אלו שכן (אך לא נחשפו לתוצאות הקבוצות האחרות) - אפילו אם הם בעצמם הסיקו בניתוח שלהם שההשערות אינן נכונות על סמך הנתונים בניסוי הנוכחי.

לדברי שינברג, הסבר אחד לאופטימיות יתר זו קשורה גם היא למגבלה של האופן שבו נעשה מדע עד היום - מגבלה שהיום יש מאמצים גוברים להתמודד איתה. "במדע יש תופעה שנקראת הטיית פרסום: שרק הניסויים שמצליחים מופיעים בכתבי עת המדעיים", מספר החוקר. לכן, כאשר כלל הסוחרים בשוקי הניבוי התבקשו לחזות אם לדעתם אזור מסוים במוח יפעל בתגובה לגירוי המבוקש במחקר, הם נזכרו בכל המאמרים שבהם הם קראו שאכן האזור הזה מגיב לגירוי. אולם כלל הפעמים שבהם חוקרות וחוקרים בחנו את הנושא ולא מצאו תגובה באותו אזור - "נשארו במגירה" ולא התפרסמו.

וכך, גם חוקרים שמצאו בעצמם שההשערות אינן נתמכות על ידי הנתונים אותם ניתחו, נטו להניח שכלל החוקרים האחרים יגיעו למסקנה שונה משלהם.

"המדע נמצא בתהליך משמעותי בשנים האחרונות כדי למצוא מנגנונים לשפר את הטיית הפרסום הזו", מספר ד"ר שינברג. למשל, "הרשמה מראש" (Pre-registration): מנגנון בו מדעניות ומדענים כותבים באתרים ייעודיים את השערות המחקר שלהם ואת השיטות בהם הם מתכננים לערוך את הניסוי, ואז מפנים את הקוראים להשערות אלה בעת פרסום המאמר. בנוסף, כלל ההשערות מתפרסמות לאחר מספר שנים מוגדר, וכך ניתן ללמוד אילו מחקרים נעשו וגם פחות להטות בדיעבד את ההשערות למה שנתקבל.

מנגנון משוכלל עוד יותר נקרא Registered reports, שדומה במידה מסוימת לניסויים קליניים, לפיו מחקרים מתפרסמים בשני שלבים. בשלב הראשון, חוקרות וחוקרים מציעים מחקר, שנבחן אם הנושא חשוב דיו והשיטות אותן הם מציעים מתאימות. אם המאמר מתקבל בשלב זה, החוקרים עורכים את הניסוי בהתאם לשיטות אלה. אז, המאמר מתפרסם גם אם התוצאות לא מובהקות – גם אם הניסוי "נכשל" – כל עוד הם עמדו בתנאים שהציבו לעצמם. "יותר ויותר כתבי עת מקבלים מאמרים כאלה. בתחום שלנו הגישה מתחילה לחלחל יותר ויותר, וזו דרך מצוינת להפחית את הטיית הפרסום"

באופן כללי, מסביר חוקר המוח, המאמר החדש מדגיש את מורכבות ההליך המדעי. בשנים האחרונות, עם תגובת הנגד למדע, "יש לנו חשש משמעותי שהמאמר הזה ישמש חרב פיפיות בידי מתנגדי המדע", אומר שינברג. למרות זאת, הוא משוכנע שהמחקר, כמו גם שיטות אחרות לפתור אתגרים ומגבלות במתודות המדעיות, מדגישים את המאמץ התמידי של מדענים בכל העולם לשפר את המדע.

"זו נקודה מאוד חשובה: המדע אינו דת. הוא לא משהו ש'מאמינים בו', כמו שנוטים להטיח במדענים. יש שיטה מדעית שצריך לעבוד לפיה, ולפי השיטה המדעית עצמה, כשמזהים בעייתיות, היא פועלת לשפר את עצמה", הוא חוזר ואומר. "אנחנו צריכים כל הזמן לזכור את המגבלות שלנו. רוב המחקרים במעבדתי הם עדיין על מדגם אחד, בלי 70 קבוצות שמנתחות את אותם נתונים, אבל כקהילה אנחנו מנסים לפתח דברים שיעזרו לנו להבין טוב יותר – לטובת האנושות כולה, כי אם יש משהו אחד שמשבר הקורונה הבהיר מעל לכל ספק זה שאנחנו צריכים נתונים ואת המדע כדי להתמודד עם האתגרים הרבים שנכונים ועוד נכוונו לנו".