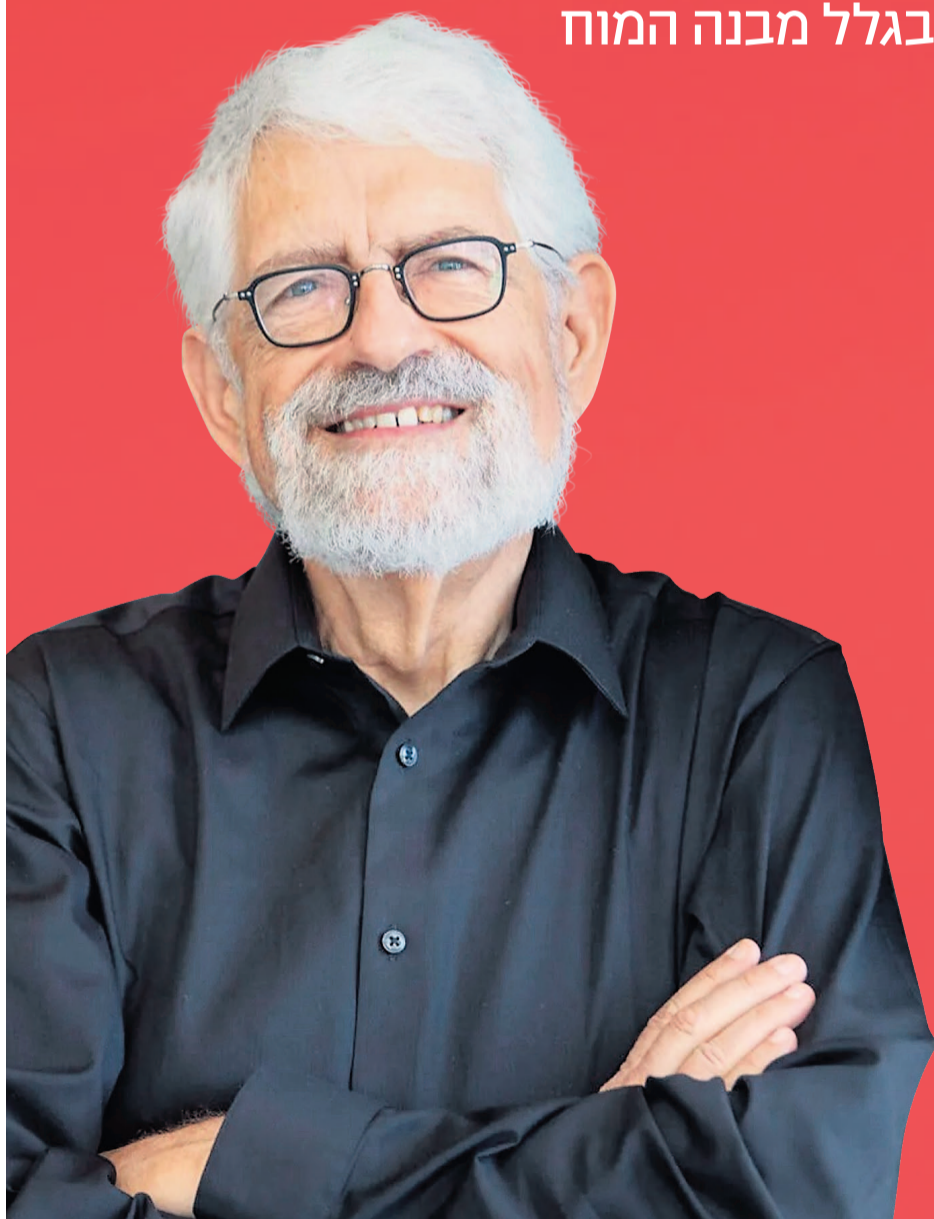




# הנכל בנדאש

דווקא בימים שבהם ישראל מותקפת בעולם מצד אחד, והממשלה מקצצת תקציבי חינוך ומדע מהצד השני, הגיע השבוע רגע של גאווה אקדמית לאומית: פרופ' חיים סומפולינסקי מהאוניברסיטה העברית זכה בפרס יוקרתי בינלאומי לחקר מדעי המוח. עניין של 1.3 מיליון יורו אותם מקבלים שלושת הזוכים ישירות ממלך דנמרק. בראיון מיוחד הוא מספר על פריצת הדרך שזיכתה אותו בפרס, מגלה האם בינה מלאכותית באמת חושבת, ומסביר למה כל מה שאנחנו עושים מוכתב מראש בגלל מבנה המוח שלנו (כן, גם מה לעשות עם כספי הזכייה)



**נ**מו שקורה בדרך כלל במקרים כאלה, לא היה לנו מושג. אולי אנחנו צריכים פרס שמן עם כבוד לאומי גדול כדי שיתחיל להיות לנו מושג. למשל עדה יונת. למשל דניאל כהנמן או ישראל אומן; בכנות, מי בישראל – מלבד במעגלים המקצועיים הרלוונטיים – ידע עליהם בטרם זכו בנובל?

ועכשיו פרופסור חיים סומפולינסקי. אל תגידו מי. קחו בחשבון שמדובר בזוכה ה־Brain Prize לשנת 24' – בסך הכל הנובל של מדעי המוח, הענקה רשמית אצל מלך דנמרק, 1.3 מיליון יורו (שמתחלקים בין שלושה זוכים) – ובקיצור: פרופסור סומפולינסקי, 74, מי שנחשב כבר שנים לפורץ הדרך הישראלי המשמעותי ביותר בתחום חקר המוח, מקבל עכשיו את הכבוד גם אצל ציבור רחב. ואולי אפילו ישראלים יתחילו לדעת מיהו. כי כולנו, מתברר כל פעם מחדש, עומדים – או למעשה יושבים ומגרדים בראש ועושים את השטויות שלנו – על כתפי ענקים, מבלי שיהיה לנו אפילו מושג שהם שם. סומפולינסקי הוא דוגמה טיפוסית לענק כזה; מי שהתחיל כבר בשנות ה־80 להמציא את מדעי המוח התיאורטיים והחישוביים – או, במילים שגם מוח סטנדרטי יפענח, החוליה החסרה בין מדעי המוח הביולוגיים (איך זה נראה ועובד. ידוע) לבין מדעי המוח הקוגניטיביים (מה זה עושה. ידוע), כלומר: איך, בעצם, נוצר הקסם של המוח האנושי מתוך הפיזיקה המוכרת של מיליוני נוירונים מחוברים בסניפסות: איך בוקעת המחשבה, איך נוצרת ההשראה, איך נרשמים הזיכרונות, מאיפה מגיעה האמנות, ולמה בטהובן כתב כמו בטהובן ואני לא כמו בטהובן. יחד עם דורות של חוקרים שהוביל, סומפולינסקי הצליח לנסח, לאורך שנים, עקרונות תיאורטיים ומתמטיים שהתבררו כמדויקים לחלוטין, וזה עוד לפני שהמשיך הלאה לפענח



עונש, זה כמו להגיד שלצונאמי מגיע עונש". תודה לך.  
"אבל זה לא שולל את הצורך להפעיל מערכות ענישה, כי אנחנו יצורים תבוניים עם מחויבות לחברה צודקת ולהגנה מפני פשיעה וכו', ואנחנו רוצים להשפיע על קבלת ההחלטות וההתנהגות שלנו בעתיד. זו גישה תועלתנית ולא של צדק אבסולוטי בנוסח 'מגיע לי עונש' או 'מגיע לי פרס'. לא מגיע, אני חלק מהטבע."

מערכת הניווט של המוח והאופן שבו המוח מאזן את עצמו ללא הרף בין גירוי לדיכוי. אוקיי, נעצור לנשימה.  
זה אולי ממש על רגל אחת - נשתדל לצרף עוד כמה בהמשך - אבל כמו שאומרים עמיתים של סומפולינסקי, האיש "מצליח שוב ושוב לחדור דרך הפרטים והבלגן ולראות את העקרונות".  
אומרים עליו גם שהוא חד וברור יותר מכולם, מורה קשוח אבל כזה שאם תתאמצו

**"אני אומר לעצמי: רגע, המכונה הזו, ה-AI, מטומטמת לחלוטין. מכניסים לה משפט או מילה והיא מחשבת הסתברויות למילה הצפויה הבאה. ואז אני אומר לעצמי: אולי זה גם מה שהמוח שלי עושה?"**

אבל הנה קיבלת פרס. ולשיטתך זה היה בלתי נמנע שתקבל אותו. "נכון."



אלוהים חייב להיות מעורב, או שלא. כי בכל זאת, הכיפה שלראשו של סומפולינסקי מתעצת בהינתן סט העמדות הזה שלו. וההנחה המובלעת שאדם רתי מחויב לרעיון קיומם של נפש ונשמה או כל דרך אחרת שבה תעדיפו להתנשא על כלבכם - גם היא, על פי סומפולינסקי, רק תוצר של פעילות מוחית נמרצת.

אפשר להבין את זה, אבל העלילה מסתבכת אם לוקחים בחשבון שסומפולינסקי הוא גם בנו של הרב דוד סומפולינסקי, שעלה מדנמרק לבני ברק והיה בעצמו מדען שהוביל את המעבדה המיקרוביולוגית בביה"ח אסף הרופא.

זה שילוב נדיר, כמעט סותר, שהתקיים אצל הבן והאב; מצד אחד דת מחמירה, ומצד שני - מחקר שכמעט וכופר בהשגחה אלוהית. לכן, עוד לפני המדע הגדול שלו, סומפולינסקי הוא אולי האדם הנכון ביותר לגשת אליו לגבי קיומם של נשמה ואלוהים, כמו שהוא יגיד את זה: "מה שאתה קורא לו 'נפש' או 'מינדר', אלה ביטויים בשפה האנושית שמתארים תופעות שנובעות מהחומרה והחוקים של הפיזיקה, הביולוגיה והכימיה של המוח".

ובמילים אחרות: הכל חומרים. כלומר, יש נפש, אבל מדובר במה שסומפולינסקי מכנה "תופעה אמרגנטית - הפצעתית, אם תנסה לתרגם - כלומר פונקציה שמופיעה ברמת המקרו של המוח, אבל היא תוצר של אבני הבניין המיקרוסקופיות שלו - היא רק מפציעה ברמה הגבוהה של הפונקציות שהמוח מייצר, והיא לא מנותקת מהן; זה לא ששכשגוף מת משהו ממשיך להתקיים או לרחרח באוויר - ממש לא". אז בפרק בל הנפש והנשמה שלנו הן רק פעילויות פיזיקליות ברמות מתקדמות? "הר-משמעות".

כך שאין מה לצפות לשום גלגול נשמות ועולם הבא. "חס וחלילה".

נשמע שאתה כמעט לא מעוניין בזה. "נכון. אני אומר את זה כי אנחנו יצורים תבוניים, וככל שנפנים שאנחנו חלק מהטבע המקסים והנפלא הזה ששולט בכל ומארגן בצורה מופלאה את כל היקום סביבנו, כך

ליישר איתו קו תריוחו המון, ואינטלקטואל מרשים מאוד - ובקיצור, אפשר היה לצפות למפגש עם טיפוס נוקשה, מתנשא ועילאי, אבל לא; סומפולינסקי נידון, סימפתי, מקפיד לדייק בניסוחיו, יש בו איזו צניעות ויושרה שנתקלים בה לפעמים אצל בני גילו מהמגזר הדתי-לאומי.

הצניעות מיותרת; בין תפקידים בכירים כפרופסור אמריטוס וראש המרכז לחישוביות עצבית באוניברסיטה העברית לתוכנית לחקר המדעים והמוח בהרווארד, סומפולינסקי הוא כוכב ישראלי מבהיק שעדיין ממעט להפציע ברשת; הסרטונים המעטים שבהם הוא מתועד עוסקים בתפיסה שמוחה איתו, ולפיה - סליחה אם זה בא למישהו בהפתעה - אין בעצם בחירה חופשית בכלל, הכל תולדה קבועה מראש וטרמיניסטית של פעילות חשמלית וכימית במוח. או כמו שסומפולינסקי - בדרכו הישירה והמהודקת - מניח את זה על השולחן: "הרבה אנשים חושבים 'אני בחרתי' ואני החלטתי" כאילו זה לא משהו שהתגלגל כחלק מהתהליך הטבעי של הפעילות העצבית, הכימית והחשמלית במוח שלהם. אין שום דבר על-טבעי בבחירות שאנחנו מבצעים".

מותר, בהקשר הזה, לשאול אותך מה תבחר לעשות עם כספי הפרס?

"לכל מי ששואל אני עונה שאשתי כבר הוציאה את הכסף, הוא צוחק, 'אבל יש לי, ברוך השם, משפחה גדולה, חמישה ילדים (אחת מהם היא עו"ד אביטל סומפולינסקי, המשנה ליועצת המשפטית לממשלה - ר"ש) ו-22 נכדים, כך שאתה יכול לתאר לעצמך שאין לנו הרבה שאלות לגבי מה לעשות עם הכסף".

האם נכון יהיה להגיד שהבחירה שלך לגבי השימוש בכסף היא למעשה מוכתבת מוחית מראש? "אין לנו באמת רצון חופשי, אז כל החלטה ובחירה שלנו - בדיעבד צריך להבין שזה הטבע שעשה את שלו".

מצד אחד זה נשמע דטרמיניסטי ולא נעים באופן כללי, ומצד שני, תודו, יש לזה גם יתרונות מסוימים, כמו היכולת להרגיש קצת פחות אשמים לגבי החלטות איומות שקיבלנו, כי הרי, זה בעצם היה ידוע מראש, זה לא שהייתה לנו אפשרות אחרת. האומנם? "כל העניין של שכר ועונש למשל - הממד השיפוטי בזה לא נכון", סומפולינסקי מאשר. "כי בדיעבד עשיתי משהו כי הייתי חלק מהטבע, ולהעניש אותי, להגיד שמגיע לי



"שמח שנזכרה" נשיאת הרווארד היוצאת, קלודין גיי

לדורותיו ביטא את המחויבות שלו לאותם ערכים אוניברסליים כמו חמלה וצדק, שהתורה והנביאים דיברו עליהם" לא הייתה לך איפשהו בחיידך - גם כבוגר ושיבת פוניבד' - נקודת משבר סביב הדבר הזה?

"לא הייתי קורא לזה משבר. הייתה לי התפתחות הדרגתית טבעית של התבגרות סביב איך אני תופס את האמונה שלי, איך אני מוציא ממנה את המרכיבים הלא-טבעיים ולא רציונליים. זה תהליך".

לא חשבת לחזור בשאלה לחלוטין? "חלילה. לוותר על אוצר כזה? האושר הזה ומה שמגולם בו? הדרך שיש לי להיות חלק משרשרת של אלפי שנים? בשביל מה לחזור בשאלה, בשביל לנסוע לים בשבת? תשמע, בימינו להיות רתי זה לא כזאת הקרבה. למה לוותר על זה?"



הוא התחיל כפזיקאי בבראזיל, עשה פוסט-דוקטורט בהרווארד, ואז - בסיוע כר מרעה נרחב וחופשי שקיבל באוניברסיטה העברית בירושלים - התחיל לפרוץ דרכים בחקר המוח. בשלב המוקדם התמקד בניסיון לכמת את המוח - וגם הצליח ("קח את מספר הקשרים במוח האנושי - זה 10 בחזקת 15, מספר נכבד") - אבל הבין שהגודל לא קובע; "יש מוחות גדולים יותר בטבע - למשל לפילים וללווייתנים - אבל היכולות שלנו להשתמש בזיכרון ארוך טווח ובמידע שמגיע כל הזמן כדי לייצר יידע ויכולות חדשות, ללמוד שפה חדשה, לחשב מה יקרה קדימה וכו' - זו גמישות של המערכת העצבית שנותנת למוח האנושי יכולות מיוחדות. והשראה ויצירתיות זה משהו ספונטני שקורה אצלנו כל הזמן".

אנחנו כבר מבינים איך זה קורה? "ברברים האלה אנחנו עוד רחוקים מהבנה, כי אלה פונקציות גבוהות של המוח - וככל שהפונקציה יותר גבוהה, יותר קשה למדוד את הקשר בינה לבין תהליכים עצביים במעבדה - אבל התקרנו מאוד בהבנה של הקשר הזה". למעשה, סומפולינסקי התקרב הרבה יותר מכפי שהוא מודה, כשהצליח כבר לכנס

נהיה בני אדם טובים יותר וחברה יותר טובה. וכשנבין שאנחנו חלק מאותו טבע גדול, נבין שיש לנו גם מחויבויות שהן הרבה מעבר לאינטרסים הצרים שלנו כבני אדם שחושבים שיש להם כוחות על-טבעיים או אלוהיים. אנחנו צריכים את הצניעות ואת האחריות שנובעת מהיותנו חלק מהטבע הגדול".

איפה זה שם אותך כאדם מאמין? "זה בשבילי עיקר האמונה הראשון. הרמב"ם כתב על 'אמונת הייחוד', ואני מזדהה עם זה: זו אמונה בזה שאנחנו חלק מאחד גדול, שזה הגלקסיות בחלל והעצים והטבע והעמים בסביבה שלנו".

אז הטבע הוא האלוהות? "אלוהים בשבילי זו האמונה באחרות והמחויבות הנגזרת מזה". זה קצת מופשט. "אחרות" זה הטבע בכלל או כוח עליון שבוהן עכשיו את מעשיי?

"חס וחלילה. להגיד 'יש כוח עליון שמכוון את מעשיי' זה לכפור בסדר הטבעי. אין דבר כזה. אלוהים הוא דרך הטבע, עולם כמנהגו נוהג. אין לדת ישראל - כמו לדת אחרת - ספר פיזיקלי אלטרנטיבי עם חוקי טבע אחרים. מפתיע אותי שבמאה ה-21 אנשים אינטליגנטים יכולים להפעיל את כל היכולות הרציונליות שלהם במסחר, בתעשייה, בחינוך או במדע, וברומנטיות להגיד 'זה נס' ואם אני אעשה ככה אלוהים יעשה לי ככה'. כאילו, מה? זה פיצול אישיות של רציון ולא-רציון. העניין הוא שחלקים גדולים מהמין האנושי מזהים אמונה דתית ומחויבות דתית עם השטויות האלה. הגיע הזמן לנתק את זה".

אם אין השגחה או עולם הבא, מה גורם לך להמשיך בפרקטיקות של דת וקיום מצוות? "מה האלטרנטיבה?"

להיות חילוני, אני מניח. "למה, לחילוני אין מחויבות לערכים? אז הפרקטיקות הדתיות הן הדרך שלנו - של אנשים שמחויבים לתורה ומצוות - לבטא בצורה מסוימת את המחויבות לאותם ערכים. אין רק דרך אחת, והגיוון של התרבויות והמסורות בחברה האנושית מבורך. ככן העם היהודי זו בעיניי זכות וחובה לשמר את המסורת ואת הדרך שבה העם היהודי

**"הרבה אנשים חושבים 'אני בחרתי' ו'אני החלטתי' כאילו זה לא משהו שהתגלגל כחלק מהתהליך הטבעי של הפעילות העצבית, הכימית והחשמלית במוח שלהם. אין לנו באמת רצון חופשי"**



איורים: שאטרטוק

במקרה זה – זו כל כך חצייה של כל הקווים האדומים, שאני לא חושב שיש אפשרות מוסרית וציבורית שאדם כזה ימשיך להנהיג אוניברסיטה מובילה. והיינו קבוצה של אנשי סגל שרצו בהתפטרותה, אבל היינו מיעוט. רובם המוחלט של אנשי הסגל תמכו בהישארותה."

אבל כשהוא בישראל, הוא ישראלי מודאג מהנעשה כאן. מההקצנה המתמירה, מהסכוכי ההולך ונכחד של אדם צעיר נוסף לעשות את המסלול שלו. "אצלנו בבית זה היה המסלול המתבקש – אבי היה אדם חרדי בהרבה מובנים, אבל גם אדם משכיל, אקדמאי, פרופסור באוניברסיטה. ואני ינקתי את זה. אבל כיום מסלול של נער צעיר שילמד בישיבה תיכונית ואז בישיבה גבוהה ואז אוניברסיטה וצבא – זה לצערי נדיר. אבל ייתכן שברמת החלוקה בנטל, דברים יקרו מכוח המציאות החדשה שבה אנחנו נמצאים, ויקרו בפרק זמן קצר יחסית. אלה שינויים בכיוון הנכון."

**תמליץ לנבדק הצעירים לחיות כאן?**

"אני מחנך את ילדי ונכדיי לאור ערכי הציונות, וכמוכן שהייתי רוצה לראות אותם קושרים את גורלם במדינת ישראל. מצד שני, זה לא פשוט להגיד היום לאדם צעיר: בוא תגרל משפחה ותבנה חיים במקום שאין לך בו ביטחון קיומי מאוד בסיסי. ואני שומע מהרבה מומחים ש-7 באוקטובר זה לא 'איום קיומי' – לא כמו איראן – אבל זו טעות בעיניי; כי איום קיומי זה לא טנקים בתל-אביב, אלא איום על יכולת החברה האזרחית לתפקד בצורה סבירה ולשגשג. וזו פעם ראשונה שהביטחון הזה התערער אצלי בצורה מאוד יסודית."

הוא לא אדם ציבורי ברמה הפוליטית, נמנע מהתבטאויות, מעדיף להיזהר, גם אם בשיחות פרטיות עם קולגות הוא מדבר בחופשיות על צורך בשינוי, על החזרת האמון הנדרשת במדינה וביכולותיה. "אני לא נגד בחירות עכשיו, אני רק לא בטוח שהתוצאות שלהן יהיו בכיוון שהיינו רוצים לראות", הוא מסכים לומר. "יש כאן מגמות עומק שצריך להיאבק בהן, וזה מאבק ארוך טווח ומאבק תרבותי, שצריך להיעשות דרך חינוך. המגמה של הקצנה ימינה, גם בקרב הציבורי החילוני וגם בקרב הציבור הדתי והחרדי, לא תיעלם בהרף עין אחרי בחירות."

**אני מניח שקיבלת בעבר הצעות מגורמים חברתיים או פוליטיים.**

"כל אדם צריך להכיר ביכולות ובמגבלות ובסדר העדיפויות שלו. אני מקדיש את חיי למדע ומחקר והוראה, וזה יותר מפוליטיים ג'וב."

**יש לך זמן לדברים נוספים בלשעה?**  
 "אני משתדל לשמור על כושר. אני רץ. ואני אוהב לקרוא ספרות עיון על מחשבה יהודית וזרמים מודרניים וחדשים ביהדות, ופילוסופיה של המדע ונפש."

**אם מאחר אני מאלץ אותך לצאת לפנסיה, מה אתה עושה?**

"המזל שלי הוא שאני חוקר עיוני. קשה מאוד להוציא לפנסיה את המוח".

raanan@y-i.co.il

– להבריל מעיבוד סטטיסטי. אני אומר לעצמי: רגע, המכונה הזו מטומטמת לחלוטין, מכניסים לה משפט או מילה והיא מחשבת הסתברויות למילה הצפויה הבאה. ואז אני אומר לעצמי: אולי זה גם מה שהמוח שלי עושה? ואין לי תשובה חד-משמעית. אז הגישה שלנו כאנשי מדע היא לצאת מהשאלות הפילוסופיות שכרגע אין לנו תשובות עליהן, ולהתמקד במדדים אמפיריים. ומערכות ה-AI הנוכחיות, שהן פנטסטיות בהרבה בדברים – כמו תחום השפה – עדיין טועות בדברים פשוטים. למשל, תן ל-AI טקסט ותשאל אותו מה המילה הרביעית במשפט כלשהו, והוא יסתבך. גם המוח שלנו עושה כל הזמן טעויות, אבל מסוג אחר לגמרי. וזאת הנקודה; לא מי עושה יותר טעויות, אלא האם תבנית הטעויות דומה, וכרגע היא לא."

**אתה מאמין ש-AI עלולה להפוך למסוכנת?**  
 "כרגע היא לדעתי רק מורל מאוד לא מושלם של המוח האנושי, אבל אפשר יהיה להכניס לה תובנה גבוהה יותר של מה שקורה במוח האנושי ולקרב בין המערכות עד שנוכל לבצע העברת מידע ביניהן. אין לדעתי בעיה בפרדיגמה הבסיסית של AI, רק בעיה במערכות הקיימות שלה."

**עשר שנים מעכשיו, AI תהיה אנושית לגמרי?**  
 "אין לי ספק בזה. זה אולי לא ידמה בני אדם לחלוטין, אבל ההתקדמות עוצרת נשימה, והפערים מצטמצמים."

× × ×

בהרוארד הוא, לפני הכל, ישראלי מודאג – ולא מהנעשה בישראל; מהנעשה בהרוארד. "יש בקמפוס הפגנות, עצומות, מודעות על רצח עם, זה קיים כל הזמן וזה לא נעים", הוא מדווח. "יש ויכוחים פנימיים בתוך אנשי הסגל, שחלק מהם מחזיקים בדעות מאוד קיצוניות נגד ישראל, ואני מרגיש שאני חייב לשמור על יחסים תקינים גם עם קולגות שלא מסכימים איתי אפילו לגבי זכות קיומה של המדינה."

**אתה משמיע עמדה נגדית?**

"יש לנו פורום של אנשי סגל ישראלים, יהודים ותומכי ישראל, שמנסה להשיב מלחמה ולדרוש מהאוניברסיטה לנקוט צעדים ובעיקר להגן על סטודנטים שגרים במעונות ולפעמים מרגישים מאוד מאוימים."

**אתה מרגיש שזו עבודה קשה להגן על הממשלה הזו?**

"בחול לא אני לא רואה את עצמי בתפקיד מגן על עמדות הממשלה, אלא על המדינה. בפועל, מאוד קשה לאנשים – בהרוארד ובמקומות אחרים, כולל תומכי ישראל – לבצע את הניתוק בין הבעיה הביטחונית החמורה שלנו והצורך להגן על המדינה ואזרחיה, לבין הביקורת על הממשלה, והכל נצבע אצלם בצבעים שליליים בגלל זה."

**מה חשבת על השימוע שנערך לנשיאת הרוארד?**

"אני אישית שמח שהיא עזבה. נשיאת אוניברסיטה שלא יכולה להביע עמדה נחרצת נגד קריאה להשמרת עם – היהודי

זו לא הייתה הפעם היחידה שבה המציאות הלכה בעקבות השערותי התיאורטיות. בין השאר, סומפולינסקי ניסח גם את האופן שבו המוח מאזן תמידית בין רמות גבוהות של עירור (אקטיבציה) ורמות גבוהות של דיכוי (אינהיביציה) – "זוהי מאפשר לרשת המוחית להגיב בצורה מהירה וגמישה מאוד לכל שינוי קטן, כי הניורונים נמצאים תמיד ליד סף הפעילות שלהם."

כל זה מוכח ומיושם כיום, לפני הכל, ברשתות AI עכשוויות שמתבססות, במידה רבה, על מודלים שמחקים את אלו שסומפולינסקי קי איתר במוח, עד לרמה שגורמת לו עצמו לתהות עד כמה המכונות האלה חושבות או רק מעמידות פנים. "גם המערכות האלה מתבססות על המודלים שתארת, ומייצרות כל הזמן תבניות שמתאימות את עצמן לדרישות המעולם החיצוני", הוא אומר.

**כלומר, ה-AI מחקה מנגנונים אורגניים?**

לנוסחאות את האופן שבו המוח מזהה וממקם את עצמו במרחב, ומחליט איזה תנועות פיזיות לבצע בכל זמן. "אלה פונקציות שגם חיות מבצעות – וזה המזל הגדול שלנו כי יכולנו לרשום את הפעילות המוחית שלהן כשהן מבצעות את זה – והמחקר הזה קידם אותנו בצורה מאוד משמעותית, כך שכיום אנחנו כבר יכולים לחקור מה קורה במוח ברמה הגבוהה יותר של שפה, תכנון ארוך טווח והסקת מסקנות."

אולי הגילוי החשוב ביותר שלו היה האופן שבו הניורונים במוח מסודרים – ללא היררכיה, ללא "שליט", כשהחשוב מבוזר בין קבוצות ניורונים שמיצרות כל הזמן ומסדרות, פיזית, בארכיטקטורה מעגלית, שסומפולינסקי כינה "רינג אטרקטור" – מבנה שהוא רק ניחש בהתחלה את קיומו. "הבנו שמודל הטבעת הוא למעשה מצב שבו הרשת המוחית מייצרת המון תבניות –

**"בחול לא אני לא רואה את עצמי בתפקיד מגן על עמדות הממשלה, אלא על המדינה. בפועל, מאוד קשה לאנשים – בהרוארד ובמקומות אחרים, כולל תומכי ישראל – לבצע את הניתוק בין הבעיה הביטחונית החמורה שלנו והצורך להגן על המדינה ואזרחיה, לבין הביקורת על הממשלה, והכל נצבע אצלם בצבעים שליליים בגלל זה"**

כלומר פעילות במקום מסוים על פני הרשת – וכל תבנית טבעתית כזו היא היפותזה אפשרית למה שקורה בעולם", הוא מסביר, "וכשמגיע סינגל חיצוני מהעולם, או שהוא מתאים להיפותזה ואז הכל טוב, או שהוא לא מתאים, ואז המוח עושה עירבון – כלומר מזיז את הטבעת שמאלה או ימינה או בכל דרך אחרת, בהתאם למידע שמתקבל."

**ה"רינג אטרקטור" הזה – שהתחיל כהנחה תיאורטית בלבד – התברר כמציאותי ברגע שהטכנולוגיה יישרה קו ואיפשרה הצצה מיקרוסקופית מספיק לתוך מוחות של זבובים ודגים, וממש רואים את הטבעת, את הסינדרו האנטומי של התאים בתוכה, ואיך האיתות מהעולם החיצוני מזיז אותה כמות. תבניות כאלה נוצרות גם כשהחיה ישנה, גם בחושך, למעשה כל הזמן. זה פשוט מדהים, וזו באמת דוגמה יוצאת דופן לעבודה עיונית שקיבלה אישור ישיר, אפילו ויזואלי."**

**דברים כאלה לא קורים לרוב – למעשה זה משהו שאם הוא קורה פעם אחת בקריירה, אתה מבטט", סומפולינסקי יודע – אבל**

"אין לה כימיה, כמוכן, אבל גם בנויה על אותם עקרונות, על חישוב מבוזר, על שינויים קטנים שקורים בהרבה מאוד מקומות, וזו פרדיגמה חישובית שונה מאוד מזו שבה מחשבים רגילים עובדים. והפרדיגמה הזו מצליחה לייצר פונקציות גבוהות כמו מיומנות שפה, מבלי שאף אחד הכניס פנימה, למשל, כללי דקדוק."

**המערכות האלה באמת מבצעות "חשיבה" לפני שהן פולטות את התשובה?**

"אין שם חשיבה, וזה לא מסתורי לדעת מה קורה בתוך המכונה בזמן שהיא לכאורה 'חושבת'. אבל יש ויכוח ער ונוקב בעניין הזה; יש קבוצות שטוענות שהמכונה היא 'תוכי הסתברותי' שלא מבין כלום ממה שהוא מוציא מפה, ויש שטוענים שהמכונות כבר מראות ניצוצות של אינטליגנציה כללית – שזה הגביע הקדוש – ואפשר להתחיל לדבר על מודעות."

**אני עומד באמצע. אני חושב שאין לנו עדיין הגדרה טובה מספיק של מה זה חשיבה**