



כסלו תשפ"ה
דצמבר 2024

איגרת

גיליון 46

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים



תמונת השער:

איור של סידני קרטון על הגיליוטינה (1890)
מתוך ספרו של צ'רלס דיקנס "בין שתי ערים" –
בהשראת המאמר "טופוס ספרותי כגשר בין עולמות"
מאת פרופ' לאונה טוקר, עמ' 36

עורכת: נעמה שילוני, מנהלת קשרי ציבור
סיוע בהפקה: מיה פופר, יוסי שויג
עריכת לשון: יהודית (דיתיק) ידלין
תצלומים: אוסף הספרייה הלאומית בירושלים,
ארכיון האקדמיה, הוצאת כרמל, הנהלתה של ספריית
האוניברסיטה בקיימברידג', מוזיאון ישראל,
פרופ' שרה סטרומזה, ינון פוקס, מיכל פתאל,
קרן גרמניה-ישראל למחקר ולפיתוח מדעי,
שגרירות גרמניה, הילה שילוני,
commons.wikimedia.org, Dejan Markovic, F. Schweiger,
United States National Academy of Sciences (NAS)
עיצוב ועריכה גרפית: נאוי קצמן
דפוס: רותם הפקות

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

רחוב ז'בוטינסקי 43, כיכר אלברט איינשטיין
ת"ד 4040, ירושלים 9104001
טל' 02-5676222
naama@academy.ac.il, www.academy.ac.il

מועצת האקדמיה

פרופ' דוד הראל, הנשיא
פרופ' מרגלית פינקלברג, סגנית הנשיא
פרופ' ידין דודאי, יו"ר החטיבה למדעי הטבע
פרופ' סרג'יו הרט, יו"ר החטיבה למדעי הרוח
פרופ' נילי כהן, הנשיאה הקודמת
גליה פינצי, המנהלת

למהדורה הדיגיטלית:

<https://doi.org/10.52873/Igeret.2024.46>

תוכן העניינים

3 **דבר הנשיא**

7 **הרצאות החברים החדשים בתשפ"ד**

8..... למידה ללא דוגמאות וקריאת מחשבות
פרופ' מיכל אירני

18..... המופתי והפיהרר: פגישה גורלית?
פרופ' ישראל גרשוני

28..... על הילוכים מקריים, על זמני כיסוי ועל שדות עם קורלציה לוגריתמית
פרופ' עופר זיתוני

36..... טופוס ספרותי כגשר בין עולמות
פרופ' לאונה טוקר

44..... הפילוסוף, הג'רפה והפיל: היבטים גאוגרפיים של תולדות הפילוסופיה
פרופ' שרה סטרומזה

54..... "בני אנוש תחת דיכוי": על פוליטיקת הבושה של משה מנדלסון
פרופ' שמואל פיינר

64..... ייצוגם של זיכרון ושל רצון בתאי המוח האנושי
פרופ' יצחק פריד

75 **באקדמיה**

77..... מה חדש באקדמיה?

88..... המפעל לחקר השירה והפיוט בגניזה על שם עזרא פליישר: תשכ"ז-תשפ"ד
פרופ' שולמית אליצור

94 **בהוצאה לאור**

96 **ספרים חדשים מאת חברי האקדמיה**

100 **רשימת חברי האקדמיה**

דבר הנשיא

חברי וחברות האקדמיה, קוראים וקוראות נכבדים,



פרופ' דוד ראל
נשיא האקדמיה

שנה סוערת ורבת אתגרים עברה על המדינה כולה, וכך גם עלינו באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. שנה שבה נדרשנו לעמוד איתן אל מול איומים ביטחוניים מבחוץ אך גם מול איומים חסרי תקדים מבית – על עצמאות מערכת ההשכלה הגבוהה, על חוסנם של מוסדות תרבות ורוח, על החופש האקדמי ועל צביונה הדמוקרטי של מדינת ישראל.

יותר משנה חלפה מאז המתקפה הרצחנית של חמאס ב-7 באוקטובר, והמציאות הביטחונית נותרת סבוכה, שברירית ומורכבת. המלחמה נוגעת בכל בית בישראל, ובייחוד במשפחות החטופים, ההרוגים והפצועים, במפונים ובעשרות אלפי המשפחות הנושאות בנטל

הכבד של שירות מילואים ממושך, כשהן מתמודדות עם המחיר הכלכלי, המשפחתי והנפשי של היעדרות ממושכת של יקיריהן. בעוד המלחמה מרובת החזיתות נמשכת ללא סיום נראה לעין, כמאה מאזרחינו עדיין שבויים בעזה, כבר כ-14 חודשים ארוכים כנצח. חייבים להגביר את המאבק הציבורי עד לשחרורו של אחרון החטופים.

בתקופה זו של אתגרים לאומיים חסרי תקדים, תפקידה של האקדמיה ושלי כעומד בראשה מקבלים חשיבות מכרעת. לאורך השנה פרסמו מועצת האקדמיה וחבריה גילויי דעת נחרצים המזהירים מפני הסכנות הטמונות במהלכי הרפורמה המשפטית. הבהרנו כי פגיעה בעצמאות המוסדות האקדמיים וכמה משינויי החקיקה המקודמים יובילו בהכרח לפגיעה במעמדה המדעי הבין-לאומי של ישראל, לפגיעה בשיתופי פעולה בין-לאומיים, לירידה בתקציבי המחקר ובמענקים הבין-לאומיים שבהם זוכים חוקרים ישראלים, ולבריחת מוחות.

מצער במיוחד לראות כי דווקא מתוך הממשלה והדרג הפוליטי – אלו שאמורים לחזק ולטפח את המחקר ואת ההשכלה הגבוהה – מגיעים ניסיונות שיטתיים להחליש את העולם האקדמי והתרבותי ולפגוע במעמדו ובעצמאותו. ההשכלה הגבוהה והמחקר המדעי הם מאבני היסוד של חוסנה הביטחוני, הכלכלי והלאומי של ישראל, והם חיוניים היום, יותר מתמיד, לעתידה של המדינה. במקום לערער את מעמדם, על ההנהגה המדינית לפעול לחיזוקם ולביצורם.

בימים אלה חשיבותו של מידע מהימן ומבוסס מחקר גדולה מתמיד. האקדמיה, כגוף ממלכתי עצמאי וניטרלי, קיבלה עליה לחזק את תפקידה על פי חוק לתת ייעוץ מדעי לממשלה ולמקבלי ההחלטות. השנה הקמנו את האגף לייעוץ וקשרי ממשל, שמטרתו לחזק את הקשר בין האקדמיה למערכת הממשלתית ולהעמיד לרשות מקבלי ההחלטות את מיטב הידע המדעי העדכני.



האגף החדש מרכז את פעילות הייעוץ של האקדמיה במגוון תחומים קריטיים למדינה, ממשבר האקלים ועד ביטחון תזונתי, תוך כדי גיוס מיטב המומחים מהארץ ומהעולם. פעילות זו משקפת את מחויבותנו העמוקה להמשיך ולקדם מדיניות מבוססת מדע ונתונים, החיונית במיוחד בעת הזאת.

אתגר גדול נוסף שעיימו אנו מתמודדים הוא הביטויים הגוברים של חרם אקדמי על ישראל. פעלנו ללא לאות בזירה הבינלאומית להידוק הקשרים עם אקדמיות עמיתות ברחבי העולם. קיימנו כינוסים משותפים חשובים עם האקדמיה הלאומית של ארצות הברית בנושאי התפלת מים ושיפור גידולים, עם החברה המלכותית הבריטית בנושא תהליכים תפיסתיים במוח ובמדעי המחשב, וכן קיימנו פעילות משותפת עם האקדמיה למדעים של ברלין-ברנדנבורג. נשאתי דברים בכמה אירועים בחו"ל, בין השאר באספה הכללית של ארגון כלל האקדמיות האירופיות (ALLEA) בברלין. במפגשים כאלה אני מפציר בראשי ארגוני המדע לפעול נגד השימוש בחרמות אקדמיים ונגד גילויי אנטישמיות ואנטי-ישראליות. בנוסף, שלחתי כמה מכתבים לאקדמיות עמיתות, ובהם ביקשתי מהן לפעול לחיזוק קשרי המדע עם ישראל ולהביע התנגדות פעילה לגילויי חרם אקדמי.

במישור הפנימי המשכנו לקדם את המצוינות המדעית דרך מגוון פעילויותינו. הרחבנו את תוכניות המלגות והפרסים של האקדמיה, כולל השקת תוכנית מלגות חדשה ויוקרתית לתלמידי מחקר במדעי הרוח והחברה, ביוזמתה ובהובלתה של הנשיאה לשעבר, פרופ' נילי כהן. האקדמיה הצעירה הישראלית הגבירה את פעילותה, ערכה סקר חשוב על השפעות המלחמה על הסגל האקדמי וקיימה כינוסים חשובים בנושאי חקלאות וסדנאות רבות לסגל הצעיר. קיימנו כינוס חשוב בנושא "מדינה בשבר עמוק: איך יוצאים מזה?" שדן באתגרים ובהזדמנויות של "היום שאחרי" המלחמה ועוד עשרות כינוסי מדע שפנו לאנשי מקצוע וגם לקהל הרחב, בהשתתפות חשובי החוקרים בארץ ובעולם.

הרחבנו במידה ניכרת את נוכחותנו הדיגיטלית, והיום יש יותר מ-1,800 הרצאות מדעיות הזמינות בחינם בערוץ היוטיוב שלנו, והמשכנו במיזם החשוב של ראינות החברים, המתעד את סיפוריהם האישיים והמדעיים של חברי וחברות האקדמיה.

בשעה זו אני סבור שעלינו לשאול את השאלה המהותית: מהו תפקידה של האקדמיה בתקופה כה מורכבת בחיי המדינה? התשובה חורגת הרבה מעבר למחקר המדעי גרידא. אנו נושאים באחריות לקידום חברה המושתתת על ערכים של אמת, דעת ודיאלוג. על האקדמיה, כמגדלור של ידע וחשיבה ביקורתית, להוביל את המאמץ ליצירת שיח מבוסס עובדות, מכבד ומאחד. כנשיא האקדמיה הלאומית למדעים אני רואה זאת כחובתי להוביל מאמץ זה בנחישות ובאחריות אגב שמירה על עצמאותה של האקדמיה ועל מחויבותה לחיזוק חוסנה המדעי, התרבותי והערכי של מדינת ישראל.

שלכם בברכה,



פרופ' דוד הראל

נשיא האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

**הרצאות
החברים
החדשים
בתשפ"ד**

למידה ללא דוגמאות וקריאת מחשבות



מאת פרופ' מיכל אירני

מיליונים רבים של דוגמאות לימוד. למשל, מערכות מתקדמות לזיהוי פרצופים למדו קרוב למיליארד פרצופים מתויגים על פני הזמן, כלומר שיעור נכבד מאוכלוסיית העולם. לא פלא שהן עושות זאת טוב יותר מבני אדם...

אבל נשאלת השאלה מה קורה כשאין מספיק דוגמאות (למשל בתחומים רפואיים למיניהם), או כשהדוגמה החדשה איננה במרחב ההתפלגות של הדוגמאות שלימדנו את המחשב. במצבים כאלה אינטליגנציה מלאכותית ומערכות ממוחשבות נכשלות כישלון מחפיר. לעומתן, בני אדם מסוגלים להכליל ממעט מאוד דוגמאות. למשל, כשמראים לילדים קטנים תמונות מעטות של

ב עשור האחרון הייתה התקדמות עצומה בתחום של אינטליגנציה מלאכותית ולמידת מכונה, ובייחוד בתחום הלמידה העמוקה (deep learning) ורשתות עצביות מלאכותיות (artificial neural networks). מחשבים מסוגלים לבצע כיום משימות שלא העלינו אותן על דעתנו לפני עשור. הם מסוגלים לזהות פרצופים טוב יותר מבני אדם, להסיע מכונת ללא נהג, לנצח את אלוף העולם בשחמט ובגו (Go), לכתוב טקסטים מופלאים באמצעות ChatGPT ועוד. כל הדברים הנפלאים הללו לא היו מתאפשרים לולא קיומו ונגישותו של אוסף **עצום** של נתונים דיגיטליים. למעשה, כדי שמערכות ממוחשבות יצליחו לבצע משימות אלו בהצלחה, נדרשים להן

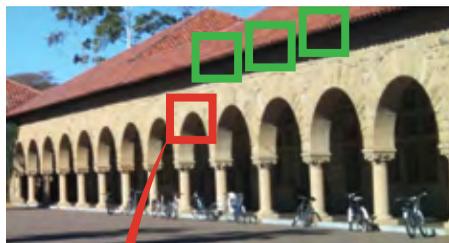
(תמונה אחת בלבד). הערוץ השני עוסק ב"קריאת מחשבות" (פיענוח מידע ויזואלי שאדם ראה, ישירות מתוך הקריאות המוחיות שלו), ואנו מראים כיצד ניתן ללמד מחשב לבצע זאת על אף מיעוט דוגמאות הלימוד.

כיצד ניתן ללמוד מתמונה בודדת?

בתמונה בודדת יש חזרתיות (יתירות) רבה של מידע. פיסות קטנות של התמונה חוזרות על עצמן פעמים רבות – הן בסקאלה המקורית של התמונה והן בסקאלות אחרות (גדלים שונים) של התמונה. למה הכוונה? קרוב מאוד לוודאי שלכל פיסת מידע קטנה שמופיעה בתמונה (לשם פשוטות נקרא לה "פאץ" – **image patch**) יופיעו עוד הרבה פאצ'ים הזהים לה במקומות אחרים באותה התמונה. איור 1 מדגים חזרתיות כזו של פאצ'ים גדולים (המודגשים בצבע ירוק), אך בפועל הכוונה לפאצ'ים הרבה יותר קטנים. חזרתיות כזו מתרחשת גם בין סקאלות שונות של התמונה (**across scales**), כפי שמודגם באיור 1 באמצעות פאצ'ים המסומנים בצבע אדום. כמעט לכל פאץ' בתמונה המקורית ניתן למצוא פאצ'ים כמעט זהים לו בגרסאות מוקטנות של התמונה (בלי להקטין את הפאץ'), מה שאומר שהפאץ' המקורי מופיע בכל מיני גדלים בתמונה המקורית. התמונה שמוצגת באיור 1 היא בעלת חזרתיות מובנית וברורה לעין, וניתן לשאול: האם חזרתיות כזו קיימת בכל תמונה באשר היא? מתברר שאם בוחנים פאצ'ים קטנים מספיק (5x5 או 7x7 פיקסלים), התשובה היא "כן". במאמר מ-2009 הראינו שחזרתיות כזו (גם **within** וגם **across scales**) תקפה כמעט לכל פאץ' קטן כמעט בכל תמונה טבעית. זוהי תכונה ממש מופלאה של אינפורמציה ויזואלית (!). חזרתיות חזקה זו שימשה אותנו, כמו גם חוקרים אחרים, בפתרון בעיות רבות בראייה ממוחשבת. להלן אתאר בקצרה ארבעה שימושים מתוך מגוון השימושים הרבים שמצאנו לתכונה זו:

פרה (חלקן אפילו מצוירות), הם מסוגלים לזהות פרה כשהם רואים אחת באחו. איננו צריכים ללמד אותם אלפי תמונות של פרות, מכל הזוויות, בכל הגדלים, בקומבינציות שונות של כתמים, כדי שהם ידעו לזהות פרה. הבדל זה הוא רק אחד מני רבים הממחשים את העובדה שאינטליגנציה אנושית ואינטליגנציה מלאכותית שונות מאוד זו מזו.

אחת השאלות הגדולות הפתוחות בתחום האינטליגנציה המלאכותית היא כיצד בכל זאת ניתן ללמד מחשב לבצע היסקים הגיוניים על סמך דוגמאות לימוד מעטות בלבד. מאמרי זה מציג שניים ממגוון ערוצי המחקר שנחקרים בקבוצתי (במכון ויצמן למדע) העוסקים בשאלה זו. ערוץ מחקר אחד בוחן כיצד ניתן ללמד מחשב לבצע משימות מורכבות על סמך דוגמת לימוד בודדת



איור 1. חזרתיות של "פאצ'ים" בתוך תמונה (**within & across scales**). פאצ'ים נוטים לחזור על עצמם פעמים רבות בתוך תמונה בודדת – הן בתוך התמונה בגודלה המקורי (**within scale** – מודגם בפאץ' ירוק) והן בגרסאות מוקטנות שלה (**across scales** – מודגם בפאץ' אדום). אף שתמונה ספציפית זו מאופיינת בחזרתיות ברורה לעין, ומודגמת על פאצ'ים גדולים, מתברר שאם בוחנים פאצ'ים קטנטנים, חזרתיות זו תקפה כמעט לכל פאץ' קטן כמעט בכל תמונה.



איור 2. השלמת מידע חסר בתמונה (באמצעות מקסום חזרתיות הפנימית של פאצ'ים)

מכר ל־Adobe זכויות על הפטנט). את השלמת החסר אפשר לבצע כמובן לא רק בתמונות אלא גם בסרטים. במקרה זה, פיסות המידע החסרות (חתיכות הפאזל) הן חתיכות זמן מרחב קטנות (space-time patches קטנים) הנלקחות מחלקים אחרים של הווידאו. דוגמאות של השלמות וידאו אפשר למצוא באתר האקדמיה, בהרצאת הבכורה שלי עם הצטרפותי לאקדמיה.

(2) **סופר־רזולוציה:** הרזולוציה של תמונה תלויה בצפיפות הפיקסלים שבתוכה (למשל כמה מגה־פיקסל יש בתמונה). כשמגדילים את הרזולוציה של תמונה, מגדילים את צפיפות/ מספר הפיקסלים שבה, וזה מתבטא בהגדלת התמונה עצמה. אולם איננו רוצים להגדיל את התמונה רק באמצעות מתיחתה, שלצורך זה משמשת ה"אינטרפולציה" (שיטה למתיחת התמונה לתמונה גדולה יותר, אך אינה

1) **השלמת מידע חסר:** נניח שרוצים להשמיט חלק מתמונה קיימת ולהשלים את החסר במקום אחר בה, למשל להסיר את קופץ הבנג'י מתוך התמונה שבאיור 2 ולהשלים את מה שהיה מאחוריו. מובן שאיננו יודעים בפועל מה היה מאחוריו, ויש פתרונות רבים מספור למה שיכול היה להיות שם. לפיכך אנו רוצים לספק את ההשלמה **הסבירה ביותר**. אנו הגדרנו את ההשלמה "הסבירה ביותר" כך: השלמה שתמקסם את חזרתיות של הפאצ'ים בתוך התמונה (במגוון סקאלות של התמונה), ופיתחנו אלגוריתם שזו משימתו. באיור 2 ניתן לראות דוגמה לתוצאה של הפעלת האלגוריתם. זו ההשלמה שסיפקה חזרתיות של הפאצ'ים בתמונה באמצעות השלמת החלק החסר (כמו "פאזל") בחתיכות קטנות שנלקחו ממקומות אחרים בתמונה. למעשה, האפליקציה Content-Aware Fill של Adobe Photoshop מבוססת על האלגוריתם שלנו (מכון ויצמן למדע

תמונת קלט (ברזולוציה נמוכה)



הגדלה באמצעות סופר־רזולוציה



הגדלה באמצעות אינטרפולציה (מתיחה)



איור 3. סופר־רזולוציה (מתמונה אחת)

הפנימית) בשיטות של אופטימיזציה קלאסית. ב־2018 הרחבנו רעיון זה ללמידה עמוקה. הראינו שהחזרתיות הפנימית בתוך כל תמונה מאפשרת **לאמן רשת נירונים על תמונה בודדת**. קראנו לזה deep internal learning. בתחילה הדגמנו יכולת זו בבעיית הסופר־רזולוציה, ובהמשך הרחבנו את הגישה והדגמנו את יישומה במגוון רחב של אפליקציות שונות.

עד כה ראינו שכמעט לכל פאץ' בתמונה המקורית יש פאצ'ים זהים לו בגרסאות מוקטנות של התמונה. אך מתברר שהחזרתיות הפנימית המופלאה הזו קיימת רק בתנאים "אידיאליים", כלומר רק בתמונות נקיות וחדות. לעומת זאת בתמונות "מקולקות" (למשל תמונות מטושטשות או תמונות שצולמו בתנאי ערפל וכו') פאצ'ים שהיו זהים אילו צולמה התמונה בתנאים אידיאליים, אינם זהים זה לזה. הקלקול (של העדשה במקרה של טטוש, או של העולם הפיזיקלי במקרה של ערפל) גורם לירידה ניכרת בדמיון הפנימי של הפאצ'ים בתמונה (איור 4). מתברר שסטייה זו מחזרתיות מושלמת **מקודדת** בתוכה מידע על הקלקול שאחראי לתוצאה שבתמונה. אנו פיתחנו תאוריה הנקראת blind optics, שמאפשרת לחשב מתמונה בודדת (ללא שום דוגמאות נוספות) את הקלקול שלפיו נוצרה התמונה. הקלקול מחושב לפי מידת **הסטייה** מהחזרתיות המושלמת של הפאצ'ים (within and across scales).

3 הסרת טטוש מתמונה: כאשר מקטינים תמונה מטושטשת, היא נעשית חדה יותר. לכן במקרה של טטוש אנו מחפשים פונקציית טטוש, ואם נסיר באמצעותה טטוש זה מהתמונה, נמקסם את הדמיון הפנימי של הפאצ'ים בין סקאלות שונות (גדלים שונים) של התמונה שנוצרה.

מוסיפה מידע חדש). להוספת מידע חדש בהגדלת התמונה משמשת שיטה המכונה "סופר־רזולוציה", שבאמצעותה נוספים פרטים חדשים **הקטנים מגודל של פיקסל בתמונה המקורית** (beyond the Nyquist limit); פרטים בגודל כזה אי אפשר לשחזר או לראות במתיחה (אינטרפולציה). כזכור, כל מה שיש היא תמונה בודדת, בעלת רזולוציה מוגבלת בלבד, ואנו מניחים שאין דוגמאות נוספות, אך מתברר שאנחנו יכולים לשחזר מתמונה בודדת זו תמונה חדשה בעלת רזולוציה גבוהה יותר, בשימוש בחזרתיות הפנימית הקיימת בתמונה עצמה. כזכור, כל פאץ' חוזר הרבה פעמים בתוך התמונה באותה הסקאלה (פאצ'ים ירוקים באיור 1) באופן בלתי נמנע הפאץ' חוזר בהזות **תת־פיקסליות**. לפיכך כל החזרות הללו יחד מספקות הרבה יותר דגימות של אותו הפאץ'. אם נשלב את כל הדגימות הללו ביחד, הרי שנקבל בפועל רזולוציה גבוהה יותר של הפאץ'. יתרה מזו – כזכור, פאץ' מופיע גם בכל מיני גדלים בתמונה (בסקאלות שונות, כגון הפאץ' האדום באיור 1). כלומר, למעשה יש בתוך התמונה עצמה דוגמאות לפאץ' זה ברזולוציות שונות; דוגמאות לאיך הפאץ' אמור להיראות אם נגדיל את התמונה. כזכור, כשהפאצ'ים מספיק קטנים (5x5 או 7x7 פיקסלים) חזרתיות זו תקפה לכל פאץ' בכל תמונה טבעית. משמעות הדבר היא שניתן לבצע סופר־רזולוציה לכל תמונה שהיא, גם כשנתונה רק התמונה עצמה, ללא דוגמאות נוספות(!). איור 3 (ראו לעיל בעמ' 11) מדגים תוצאה של סופר־רזולוציה מתמונה בודדת.

ב־2009 הצגנו לראשונה אלגוריתם לסופר־רזולוציה מתמונה בודדת (המבוסס על החזרתיות

תמונה חדה

הקטנת התמונה

↓

תמונה מטושטשת

הקטנת התמונה

↓

≈

≠

תמונה שצולמה ביום ערפילי

≠

איור 4. הסטייה מחזרתיות מושלמת מקודדת את הקלקול.

פאצ'ים בתמונה איכותית (למשל תמונה חדה) כאמור חוזרים על עצמם בסקאלות שונות של התמונה, אולם חזרתיות זו נשברת בתמונה "מקולקלת" (מטושטשת, רועשת, מעורפלת וכו'). סטייה זו מדמיון מושלם של פאצ'ים מקודדת בתוכה את סוג הקלקול שבתמונה ומאפשרת את חישוב הקלקול עצמו לצורך תיקון התמונה.

הסרת טשטוש מתמונות (א)

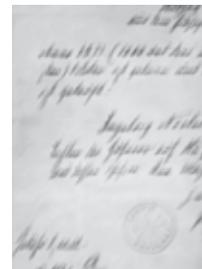
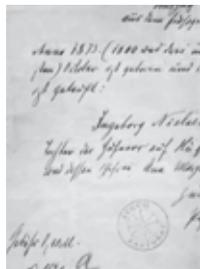
התמונה החדה ששוחזרה
(הפלט)



פונקציית הטשטוש שחושבה מהתמונה



התמונה המטושטשת
(הקלט)

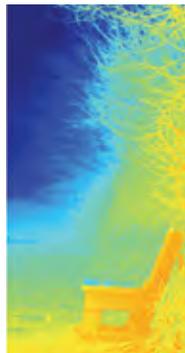


הסרת ערפל מתמונות (ב)

הסרת הערפל מהתמונה
(הפלט)



שחזור מפת עומק מהתמונה



תמונה שצולמה ביום ערפילי
(הקלט)



איור 5. שימוש בסטייה מחזרתיות מושלמת כדי לחשב את הקלוקל (א) הסטייה מחזרתיות מושלמת מאפשרת לחשב את פונקציית הטשטוש (מסומנת במסגרת אדומה). לאחר שחזור פונקציית הטשטוש ניתן להסירה מהתמונה (באמצעות פעולה הנקראת "דקונבולוציה") לשם קבלת תמונה חדה. (ב) הסטייה מהחזרתיות מאפשרת לחשב הן את מפת העומק של הסצנה (כחול = רחוק; כתום = קרוב) והן את הפרמטרים של הערפל. בהינתן העומק והפרמטרים של הערפל ששוחזרו מהתמונה, ניתן להשתמש בנוסחה פיזיקלית של ערפל כדי להסיר את הערפל מהתמונה ולקבל תמונה שכאילו צולמה ביום שהראות בו הייתה טובה.

בוחנים את המדידות שהוקלטו באזור הראייתי של המוח (visual cortex) ומנסים לשחזר מהן את התמונה/הסרט שהאדם ראה בזמן שהן הוקלטו. איור 6 (ראו להלן בעמ' 16) מדגים שחזורים מתוך קריאות מוחיות: בכל זוג תמונות באיור התמונה השמאלית היא זו שהאדם צפה בה, והימנית היא זו ששחזרנו מהפעילות המוחית שלו שהוקלטה במכונת fMRI בזמן הצפייה.

חשוב להדגיש שאין מה להיבהל - מחשבות אינן "מתרוצצות באוויר". יש צורך בשיתוף פעולה אקטיבי ומאומץ של האדם השוכב במכונת ה-fMRI. עם זאת, בשל יכולותיה של "קריאת מחשבות" שכזו אפשר שהיא תשמש בכמה תחומים בטווח הרחוק יותר, למשל: בממשקי אדם-מכונה, לעזור בתקשורת עם אנשים שאינם יכולים לדבר ולתקשר באופן פיזי אחר (למשל חולי ALS או אנשים בתרדמת), "לצפות" בחלומות של אנשים וכו'. מחקרנו עדיין לא שם, אך אנו עושים צעדים ראשונים בכיוונים אלה.

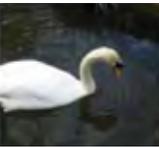
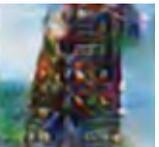
האלגוריתם שפיתחנו לצורך פיענוח התמונות מקריאות מוחיות מבוסס על רשת נירונים, המקבלת כקלט קריאת fMRI (פעילות מוחית) ומוציאה כפלט את התמונה שיצרה פעילות מוחית זו. לשם הפשטות נקרא לרשת זו decoder. אילו היו לנו מיליוני דוגמאות של תמונות בליווי הפעילויות המוחיות המוקלטות שלהן לא הייתה בעיה לאמן את ה-decoder על דוגמאות רבות מאוד ולהגיע לביצועי פיענוח טובים מקריאות מוחיות חדשות שטרם נצפו. הבעיה היא שאין הרבה דוגמאות... אדם יכול לשהות בתוך מכונת fMRI לפרק זמן מוגבל בלבד, מה שמגביל את מספר דוגמאות הלימוד שאנו יכולים לאסוף. מספר הדוגמאות שנאספו והיו נגישות לנו בעת אימון ה-decoder היו כאלף תמונות בלבד (בליווי הקריאות המוחיות שלהן) -

דוגמה לפונקציית הטשטוש שחושבה מתמונה מטושטשת ולתמונה שנוצרה לאחר הסרת הטשטוש ניתן למצוא באיור 5א.

4) הסרת ערפל מתמונה: ביום שהראות בו טובה, פרטים דומים בעומקים שונים בסצנה אמורים להיראות אותו דבר. פרטים דומים בעומקים שונים נראים שונה (למשל, הפנסים באיור 4, או הענפים באיור 5ב). סטייה זו מדמיון מושלם מאפשרת לחשב את העומק היחסי שבין שני פאצ'ים אלה. למעשה, הסטייה מהחזרתיות של כל הפאצ'ים בתמונת ערפל בודדת מאפשרת לחשב הן את מפת העומק של הסצנה כולה (איור 5ב) והן את הפרמטרים של הערפל בהינתן העומק והפרמטרים של הערפל ששחזרו מהתמונה, ניתן להשתמש בנוסחה פיזיקלית של ערפל כדי להסיר את הערפל מהתמונה ולקבל תמונה שכאילו צולמה ביום שהראות בו הייתה טובה (איור 5ב). ניתן לראות שבתמונה ששחזרה ללא ערפל הדמיון הפנימי של הפאצ'ים רב במידה ניכרת מהדמיון הפנימי שבתמונת הערפל המקורית.

"קריאת מחשבות"

ערוץ מחקר נוסף במעבדתי עוסק ב"קריאת מחשבות", כלומר פיענוח מידע ויזואלי שאדם ראה, ישירות מתוך הקריאות המוחיות שלו. גם במקרה זה נתון לנו רק מספר מצומצם של דוגמאות לימוד (כפי שיוסבר בהמשך). הסיטואציה היא כלהלן: אדם שוכב בתוך מכונת fMRI שמקליטה את הפעילות המוחית שלו בעודו צופה בתמונות או בסרטי וידאו. חשוב להדגיש שלא הוחדר דבר למוח; אלה רק צילומים. כמו כן יש לציין שמכונת fMRI איננה מודדת את הפעילות העצבית במוח ישירות אלא רק זרימת דם מחומצן לאזורים שהם פעילים במוח יותר מאחרים, ולכן זהו מידע עקיף מאוד ו"רועש" מאוד. במחקרנו הנוכחי אנו

התמונה שהוצגה	שחזור מ-fMRI	התמונה שהוצגה	שחזור מ-fMRI	התמונה שהוצגה	שחזור מ-fMRI
					
					
					
					
					
					
					
					

איור 6. "קריאת מחשבות" (שחזור תמונות מפעילות מוחית) בכל זוג תמונות באיור התמונה השמאלית היא זו שהאדם צפה בה, והימנית היא זו ששחזרנו מהפעילות המוחית שלו שהוקלטה במכונת fMRI בזמן הצפייה.

אנחנו יכולים לאמן את שתי הרשתות הללו (ה-**encoder** וה-**decoder**) יחד, ואז המעבר המעגלי הזה הלך-ושוב דרך שתיהן יחויב להשיב **כל תמונה** לעצמה. שימו לב שאת התהליך הזה של ההלך-ושוב המעגלי אנו יכולים להפעיל על **כל תמונה שהיא**, כולל תמונות שאין עבורן שום מדידת fMRI. משמעות הדבר שאנו יכולים לאמן את צמד הרשתות הללו על "אין-סוף" תמונות, ואיננו מוגבלים רק לאלף דוגמאות אימון(!). אימון כזה על אין-ספור תמונות טבעיות (נוסף על אלף דוגמאות האימון עם קריאות ה-fMRI) מאפשר ל-**decoder** שלנו להתאים את עצמו למרחב העצום של תמונות טבעיות אף שמעולם לא נצפו במכונת fMRI.

סיכום

במאמר זה אפשרתי הצצה ממעוף הציפור לשניים ממגוון ערוצי המחקר בקבוצתי. ערוצים אלה חוקרים כיצד ניתן לאמן מערכות ממוחשבות ולאפשר להן לבצע משימות מורכבות גם במצבים שבהם יש מעט מאוד דוגמאות אימון. יתרה מזאת, ראינו כי אפילו במצבים שבהם אין שום דוגמה מוקדמת, בכל זאת ניתן לפתור בעיות מורכבות באמצעות אימון הרשת על תמונה בודדת – תמונת הקלט עצמה (תוך כדי ניצול החזרתיות הפנימית שבתמונה). ■

מספר דוגמאות מצומצם מאוד, שבוודאי אינו מכסה את מרחב כל התמונות האפשריות שאדם עשוי לצפות בהן בעתיד. לפיכך רשת שאומנה על אלף דוגמאות בלבד לא תדע להכליל על דוגמאות חדשות לכשתפגוש בהן.

כדי לפתור בעיה זו של מיעוט דוגמאות לימוד אפשרנו ל-**decoder** "ללמד את עצמו", כפי שתינוק מלמד את עצמו בניסוי וטעייה (**self-supervised training**). לשם כך נוסף על רשת ה-**decoder**, שאמורה ללמוד **לפענח** תמונות מקריאות fMRI, אימנו עוד רשת - **encoder** - שמטרתה לעשות את הפעולה ההפוכה - כלומר ללמוד **לקודד** תמונות ל-fMRI. שילוב של שתי רשתות אלו, ההפוכות זו לזו, מאפשר להפעיל "לימוד עצמי" של המערכת, כלהלן: אם ניקח תמונה כלשהי שמעולם לא נצפתה בתוך מכונת fMRI (ולכן אין עבורה קריאה מוחית) ונזין אותה ל-**encoder** שלנו, הוא יקודד אותה ל-fMRI כלשהו (לאו דווקא נכון). כעת, אם נפעיל על ה-fMRI שנוצר את ה-**decoder** שלנו, הוא מן הסתם ייצר תמונה "זיבלית" (כי לא התאמן על מספר גדול דיו של דוגמאות). אולם אילו היו שתי הרשתות הללו מאומנות כראוי, הרי שההלך-ושוב הזה (מתמונה ל-fMRI, ובחזרה מ-fMRI לתמונה) היה אמור תאורטית להחזיר אותנו לתמונה שהתחלנו בה. לפיכך

המופתי והפיהרר: פגישה גורלית?



מאת פרופ' ישראל גרשוני

אחר מהם היו קובצי מאמרים שכונסו בעריכת. מחמת קוצר היריעה וכדי שלא להלאות את הקוראים אנסח אך בשורות תחתונות כלליות את המסקנות הראשיות של מיזם המחקר רחב היריעה הזה.

ראשית, רוב הממשלות והמשטרים המצריים הערביים של התקופה הסתייגו מהפשיזם ומהנאציזם או התנגדו להם, כולל דחייה של מוסוליני ושל היטלר. הארגונים והכוחות במצרים ובמזרח התיכון הערבי שתמכו בפשיזם ובנאציזם או הזדהו עימם היו שוליים וזמניים.

שנית, רוב דעות הקהל היודע קרוא וכתוב, שהתרכז בקבוצות המעמדות הבינוניים העירוניים החדשים

במהלך קרוב לשלושים שנה התמקד המחקר המרכזי שלי בניסיון להשיב על השאלה מה היו התפיסות והעמדות של מצרים ושל העולם הערבי כלפי הפשיזם והנאציזם, ובייחוד כלפי בניטו מוסוליני ואדולף היטלר. המחקר התרכז בזמן אמת, בחינה שיטתית של ההתבוננות המצרית הערבית באיטליה ובגרמניה מכיבוש התנועה הפשיסטית האיטלקית את רומא באוקטובר 1922 דרך עליית היטלר לשלטון בגרמניה בראשית 1933 ופרוץ מלחמת העולם השנייה בספטמבר 1939 ועד לתום המלחמה בקיץ 1945. המחקר הרב-ממדי הזה פורסם בעשרה כרכים ובמאמרים רבים בעברית, באנגלית, בגרמנית ובערבית. חלק מהפרסומים היו משותפים לי ולחוקרים בכירים מאוניברסיטאות באירופה ובארצות הברית, וחלק

נוכחו לדעת שאיטליה של מוסוליני (הכיבוש האכזרי של אתיופיה) ולאחריה גרמניה הנאצית (האנשלוס באוסטריה, הפרת הסכמי מינכן, כיבוש הסודטים והמתקפה על פולניה ובעקבותיה מסע הכיבוש של ארצות אירופה) הן מעצמות אימפריאליסטיות מערביות מובהקות ששיטות הכיבוש והדיכוי האכזריות שלהן דורסניות הרבה יותר מהאימפריאליזם הקלאסי הבריטי והצרפתי המונהג על ידי משטרים דמוקרטיים. יתר על כן, בעיני הציבור המצרי הערבי זהו אימפריאליזם גזעני מסוג חדש, הרואה בערבים גזע שמי נחות הראוי לרמיסה, לדיכוי ולניצול. בעיניהם החשדניות, כמי שחוו היטב את נחת האימפריאליזם האירופי, אין שום סיכוי שלאחר שאיטליה וגרמניה יכבשו את הארצות הערביות הן יעניקו להן שחרור ועצמאות. מכאן העמדה המוצקה שקיום הנוכחות הקולוניאלית ה"רכה" של בריטניה (שכבר העניקה עצמאות לעיראק ולמצרים) ושל צרפת עדיפה בבירור על החלופות האימפריאליות הדיקטטוריות והגזעניות.

המהלך המחקרי הזה שלי ערך רוויזיה יסודית ושיטתית בגישה היסטורית והיסטוריוגרפית מקובלת וממוסדת. זו טענה כי זרמי המרכז בעולם הערבי והכוחות הפוליטיים השליטים בו הזדהו עם איטליה הפשיסטית ועם גרמניה הנאצית ותמכו בהן בהתלהבות. התמיכה ושיתוף הפעולה הגיעו להבשלה מלאה במהלך מלחמת העולם השנייה. לפי הגישה הזו, במזרח התיכון התבססה הערצה גדולה למוסוליני, ובעיקר להיטלר, למהפכות שהם חוללו בארצותיהם ולכוח אדיר של הצבא הגרמני בכיבוש חלקים גדולים באירופה. במוקד התמיכה הזו הועמד אל-חאג' אמין אל-חוסני, המופתי של ירושלים, מנהיג התנועה הלאומית הפלסטינית ומי שתואר כמנהיג ערבי מרכזי בעל השפעה ניכרת בעולם הערבי-האסלאמי כולו.



ושלט בתרבות הכתובה, בתקשורת המצרית הערבית ובשיח הציבורי שהתפתח באמצעותם, היו אנטי-פשיסטיות ואנטי-נאציות. השיח העיתונאי שהדהה עם איטליה הפשיסטית ועם גרמניה הנאצית התמקם בפריפריה האופוזיציונית, בירכתי השיח הציבורי.

שלישית, ניסיתי לברר את הסיבות ההיסטוריות הראשיות שעמדו ביסוד הגישות האנטי-פשיסטיות והאנטי-נאציות הרווחות וההגמוניות. מצאתי שתיים עיקריות: הראשונה היא החשש הכללי ממשטרים דיקטטוריים טוטליטריים ריכוזיים המבטלים לחלוטין את חופש הדיבור וההבעה בספרות הציבורית. לדוגמה, במזרח התיכון הערבי של בין שתי מלחמות העולם פרוחה עיתונות יומית ועיתית חופשית יחסית, ועימה שגשגו האומנות, הספרות, השירה והמוזיקה. הביטול המוחלט של חופש העיתונות בגרמניה הנאצית ובאיטליה הפשיסטית ו"סגירת התרבות" הגדילו את הניכור כלפיהן. אמת, משטר מלוכני או משטר סמכותני אחר לא היו זרים לתרבות הפוליטית שרווחה אז במזרח התיכון, אך הטוטליטריות המוחלטת שהופעלה ללא מְצָרִים באיטליה ובגרמניה על ידי דיקטטורות אכזריות המשועבדות לרודן כריזמתי נראתה זרה, דכאנית ומסוכנת; השנייה, החשובה יותר, היא המציאות הקולוניאלית או הסמי-קולוניאלית של שלטון בריטניה וצרפת במזרח התיכון הערבי ובמגרב, בארצות צפון אפריקה. כל החברות המזרח-תיכוניות ניהלו מאבק לאומי שהתבטא בתנועות לאומיות שנאבקו לשחרור ולעצמאות בתהליך מואץ של דה-קולוניזציה. החוויה הקולוניאלית העמידה בפניהם ברירה להיחלץ מהלפיתות הבריטיות והצרפתיות באמצעות תמיכה באויביהן, איטליה וגרמניה, בבחינת "אויב האויב נראה כידיד וכבעל ברית". אלא שבפועל האופציה הזו לא הייתה קיימת. האליטות המצריות הערביות והציבור הלאומי במרחב הערבי



איור 1. המופתי אל־חאג' אמין אל־חוסניני, 1895–1974. מקור: [commons.wikimedia.org/wiki/File:Al-Husayni1929_\(cropped\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Al-Husayni1929_(cropped).jpg)



איור 2. פגישתם של המופתי אל-חאג' אמין אל-חוסני ואדולף היטלר. סוף נובמבר 1941, ברלין. מקור: commons.wikimedia.org/wiki/File:Bundesarchiv_Bild_146-1987-004-09A,_Amin_al-Husseini_und_Adolf_Hitler.jpg

בברלין (וגם בבארי שבאיטליה) היטלר לא קיבל אותו לפגישה נוספת. גם המפגש שהיה למופתי באוקטובר 1941 עם הדוצ'ה מוסולוני היה מזדמן וחד-פעמי. הנתון הראשון הוא שעל המופתי היה להמתין בברלין בסבלנות כעשרים יום עד שהיטלר נעתר לפוגשו. בראשית הפגישה שררה קרירות בין הצדדים, והם אף לא לחצו ידיים; הפיהרר התעלם מידו המושטת של המופתי אליו. בהמשך הפגישה התחממו מעט היחסים והיא ארכה שעה וחצי. כבר מלכתחילה ראה הפיהרר בפגישה פגישת נימוסין של הכנסת אורחים שאין בעקבותיה תוצאות מעשיות. אבל המופתי היה חדור בתחושות גדלות פומפוזיות ומגלומניות של מנהיג העולם הערבי, הראשון להיפגש פנים אל פנים עם הפיהרר, והרשה לעצמו להציג לפני היטלר כמה וכמה תביעות אופרטיביות. הוא דרש מהיטלר הצהרה פומבית רשמית שתכלול, ראשית, הכרה בו כמנהיג העולם הערבי וכנציג הערבים מול גרמניה הנאצית. שנית תבע המופתי הצהרה ברורה שכאשר תכבוש גרמניה את הארצות הערביות, היא תכריז על עצמאותן ועל ריבונותן השלמות. גרמניה תהיה כוח משחרר שיגאל את הארצות הערביות מהקולוניאליזם הבריטי והצרפתי ותביא להן ריבונות ועצמאות.

הוא, המופתי, כפי שתיאר זאת ברנרד לואיס, "היה הארכיטקט הראשי של הברית [ההדוקה] שנרקמה בזמן המלחמה [מלחמת העולם השנייה] בין הנאציזם הגרמני, הפשיזם האיטלקי והלאומיות הערבית". לואיס לא היה לבדו. היסטוריונים מכובדים לפניו, כמו ג'ורג' קירק, לוקץ הירשוביץ, אליעזר בארי, מרטין קרמר, והיסטוריונים חשובים גם לאחריו, כמו צבי אל-פלג, ג'פרי הרף, מתיאס קונצל וברי רובין, אם למנות רק חלק מהם, היו שותפים לגישה הזו. כולם ראו במופתי את ההתגלמות הדמונית המכוערת של שיתוף הפעולה ההדוק והנקלה בין העולם הערבי לגרמניה הנאצית בשנים 1939-1945, של ההערצה העיוורת להיטלר ושל האהדה הברורה לאנטישמיות הרצחנית שלו ולשנאתו היוקדת ליהודים.

לפי הנרטיב הרווח הזה, השיא הדרמטי של הברית הנאצית-הערבית המתהדקת הזו התחולל בפגישה בין המופתי לפיהרר בברלין ב-28 בנובמבר 1941. הפגישה המצולמת הפכה לסמל איקוני המגלם בוודאות מוחלטת את ההזדהות של המופתי, שליח העולם הערבי, עם היטלר בשיא כיבושיו באירופה. התמונה "כיכבה" בכל הספרות המחקרית שעסקה בנושא. היא צרבה אות קלון מכפיש, דמוני ובל יימחה על מצחו של המופתי, ובאמצעותו הכתימה בכתם אפל ומביש את כל התנועה הלאומית הפלסטינית הערבית. ברמה העיתונאית הפוליטית הפופולרית יותר נאמר לנו גם כי הפגישה הייתה מעין הקדמה לוועידת ונזה בינואר 1942, שהחליטה על "הפתרון הסופי". בין בעקיפין ובין במישרין המופתי אפוא הואשם גם באחריות לשואה.

השאלה שאני מבקש להציב כאן היא מה הייתה חשיבותה ההיסטורית העובדתית של הפגישה החד-פעמית הזו. שחזור נמרץ של ההקשר שבו התחולל האירוע הוא הכרחי להבנת משמעות הפגישה הזו. חרף תחינותיו הרבות וחרף העובדה שעד לתבוסת גרמניה הנאצית שהה המופתי

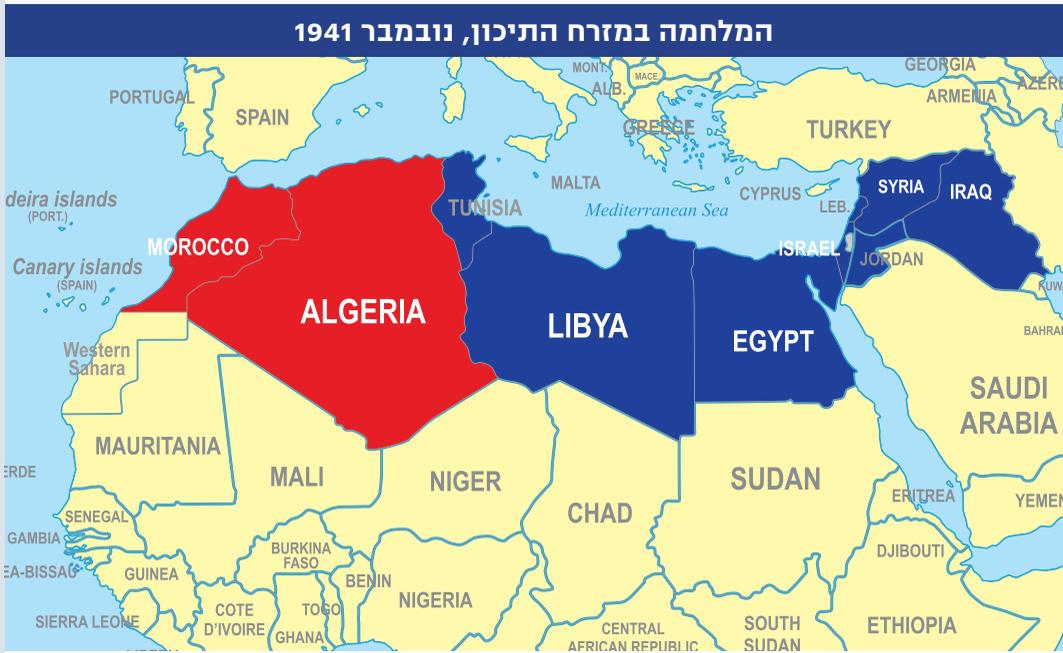
לאל-סולום, על גבול לוב-מצרים. כל המגרב היה נתון עתה לשליטה גרמנית-צרפתית (וישי). בסהר הפורה סוריה והלבנון היו נתונות בשלטונו של משטר וישי ובהשפעה נאצית ברורה. בעיראק עלה לשלטון באפריל 1941 רשיד עאלי אל-כילאני ששלט במדינה עד סוף מאי – תחילת יוני באותה השנה. המשטר שלו חולל מהפכה אנטי-בריטית ופרו-נאצית וגרם בימים הראשונים של יוני 1941 לרצח של 179 יהודים בפרעות הפרהוד, הפוגרום הנורא ביותר שהתחולל נגד יהודים במזרח התיכון בעת המודרנית. בשעה הקשה הזו לבעלות הברית נותרו בשליטתה של בריטניה רק מצרים, ארץ ישראל-פלסטין ועבר הירדן. המופתי, שנאלץ לברוח מהארץ עוד באוקטובר 1937 מחמת רדיפת השלטון הבריטי, מצא מחסה בלבנון, שהייתה בשלטון צרפת. מלבנון הוא עבר, באוקטובר 1939, מעט אחרי פרוץ המלחמה, לבגדאד, בירת עיראק. הוא התחבר לכוחות לאומניים ערביים אנטי-בריטיים במקום ופעל במחתרת נגד השלטון המלוכני ההאשמי שנהנה מחסות בריטית. באפריל-מאי 1941 היה המופתי שותף מרכזי במרד הפרו-נאצי של אל-כילאני. נדמה היה לשעה שהבחירה של המופתי באוריינטציה גרמנית-נאצית, בהמרו על ניצחון צבא גרמניה במזרח התיכון ועל השתלטות השפעה גרמנית חזקה על האזור, הוכחה כמהלך נכון ההולך ומתממש.

אולם בקיץ ובסתיו 1941 השתנו פני המערכה במזרח התיכון לחלוטין לטובת בעלות הברית. בקרבות בצפון אפריקה הגנרלים הבריטים המוכשרים אלן קנינגהם וניל ריצ'י, שפיקדו על הארמייה השמינית שהייתה בפיקוד הבריטי הכללי במזרח התיכון, שבראשו עמד פילדמרשל קלוד אוקנילק, הכו קשות את צבא הקורפוס האפריקני של ארווין רומל והסיגו אותו לאחור אל מעבר לגבול לוב לעבר תוניסיה. רומל, שעוד יחזור באביב 1942 לסיבוב שני ולאיום חמור יותר על מצרים, נראה לשעה מובס. ביוני

שלישית תבע המופתי הצהרה ברורה על תמיכה באחדות העולם הערבי, בפאן-ערביות. המופתי התחייב לפני הפיהרר שאם גרמניה תתחייב להצהרה כזו שתופנה לעולם הערבי ולעולם כולו, הוא, המופתי, יתסיס ומיריד את כל העולם הערבי נגד בריטניה וצרפת, ותוך כדי סערת מהפכה כללית יבטיח תמיכה ערבית מוחלטת בגרמניה הנאצית ויסייע לה להתבסס ככוח האימפריאלי הראשי במזרח התיכון הערבי, כולל בארצות המגרב.

אולם היטלר לא התחייב לכלום, לשום דרישה מדרישותיו של המופתי. הוא גם לא הסכים להצהרה סודית שתינתן בחשאי למופתי המתחנן. הוא הסתפק בהבעת אהדה לשנאת היהודים של המופתי והבטיח לו לפעול לחיסול הנוכחות היהודית בארץ ישראל. הוא עשה זאת באמירה ערטילאית משהו, ולפיה לאחר השלמת הכיבוש של רוסיה יגיע הצבא הגרמני דרך קווקאז דרומה למזרח התיכון, יכבוש את ארצות הסהר הפורה ואת ארץ ישראל ויגשים את משאת נפשו של המופתי להכחדת הנוכחות היהודית בארץ.

מה עמד מאחורי הסירוב המוחלט של היטלר להתחייב לבקשות של המופתי, סירוב שמכאן ואילך נמשך לאורך כל מלחמת העולם השנייה? היטלר מתוך ידיעה עובדתית והמופתי מתוך התעלמות והכחשה ידעו בבירור כי המערכה במזרח התיכון השתנתה ללא הכר לטובת בריטניה ובעלות הברית בחודשים של טרם הפגישה. הפיהרר למד היטב כי המופתי הוא פליט חסר כול ללא כל גייסות וכוחות ערביים מאחוריו, אפילו לא של כל הפלסטינים. ואכן, בחינה של שדות הקרב במראה בבירור שמקיץ 1941 ועד לפגישה השתנו יחסי הכוחות בזירה הערבית. עוד בקיץ 1941, בחודש מאי, הגיעה הצלחתו של הצבא הגרמני ושל גרמניה הנאצית לשיא חסר תקדים. במערכה בצפון אפריקה הגיעה הפלישה של רומל (הראשונה) במאי-יוני עמוק



■ שטחים בשליטתה של גרמניה הנאצית | ■ שטחים בשליטת בריטניה ובעלות הברית

למעלה: איור 3. המלחמה במזרח התיכון, מאי 1941. למטה: איור 4. המלחמה במזרח התיכון, נובמבר 1941

להטריד את טורקיה, שנותרה ניטרלית במלחמה. בסופו של דבר, המפגש בין היטלר למופתי היה סמלי וטקסי ללא כל תוצאות ממשיות לטובת המופתי והעולם הערבי שבשמו הוא דיבר, מפגש בין מעריץ עיוור לבין היטלר המחוזר שאינו רוצה ואינו יכול להבטיח דבר. ההתחמקות הגרמנית מכל הבטחה למופתי נותרה בעינה לאורך כל שנות המלחמה, מ־1941 ועד ל־1945, וכל מאמצי השתדלנות של המופתי העלו אפוא חרס והסתיימו בכישלון מוחלט וצורב. המאבקים הפנימיים העזים בין המופתי לרשיד עאלי אל־כילאני, שאף הוא שהה בברלין כפליט, על זכות הייצוג (הזכות להיות המנהיג המייצג) של הארצות הערביות בפני השלטון הנאצי רק הסלימו את הזלזול ואת חוסר ההיענות לתביעותיהם של שני המנהיגים הערבים.

בהמשך המערכה על המזרח התיכון באביב ובקיץ 1942, שעה שרומל ערך את ההתקפה הצבאית המוצלחת של קורפוס אפריקה לעומק מצרים והגיע עד אל־עלמיין, נראה היה לשעה כי למופתי נפתחה הזדמנות חדשה להציג את תביעותיו. אך שוב הוא נדחה והושב ריקם. בסתיו של אותה השנה, בראשית נובמבר, כאשר הארמייה השמינית הבריטית בניצוחו של פילדמרשל ברנרד לו מונטגומרי הביסה את רומל ואת קורפוס אפריקה ודחפה אותם במערכה מוצלחת וסופית עד תוניסיה, ולאחר הניצחון המוחלט של בעלות הברית במערכה כולה וסילוק כל הכוחות הגרמניים והאיטלקיים מצפון אפריקה (אמצע מאי 1943), כל המיזם הפרו־נאצי של המופתי נעשה לא רלוונטי לחלוטין. בהתבוננות קלה לאחור, מנקודת המבט המאוחרת מעט של תבוסת גרמניה הנאצית ואיטליה הפשיסטית בכל המערכה על המזרח התיכון, הפגישה עם היטלר לא נשאה כל השפעה היסטורית או חשיבות פוליטית ונותרה פגישת נימוסין שהונצחה בתצלום. מכאן ואילך נותר המופתי אורח נוטה ללון בברלין בחסות רחמי הנאצים, או בתקופות אחרות בזמן המלחמה בבארי שבאיטליה, כבן חסות של המשטר הפשיסטי.

וביולי כבשו בעלות הברית את סוריה והלבנון, הביסו את כוחות וישי וביססו שליטה צרפתית בהנהגת צרפת החופשית בשתי הארצות. הן, צרפת ובריטניה, הבטיחו עצמאות לסוריה והלבנון. עוד קודם לכן, בסוף מאי 1941, בהצהרה המפורסמת של "Mansion House", הבטיח שר החוץ של בריטניה אנתוני אידן תמיכה פומבית של בריטניה בעצמאות הערבית וברעיון האחדות הערבית. בגזרה נוספת המרד הפרו־נאצי של אל־כילאני, בתמיכת המופתי, דוכא לחלוטין בראשית יוני על ידי הבריטים בתמיכת כוחות האשמים מקומיים, וראשי המרד ועימם המופתי נמלטו לאיראן. עיראק שבה להנהגה מלוכנית האשמית ולשליטה בריטית. בסוף אוגוסט ובספטמבר 1941 כבשו כוחות בריטיים ורוסיים את איראן, והארץ בהנהגת השאה מוחמד רזא שאה פהלווי הפרו־גרמני נפלה בידי בעלות הברית. בעקבות כיבוש איראן נאלץ המופתי שוב, באוקטובר 1941, להימלט בחשאי לטורקיה, משם להסתנן לבולגריה, ודרך רומניה והונגריה להגיע לאיטליה הפשיסטית במחצית אוקטובר של אותה השנה, ובסופו של דבר משם, בראשית נובמבר, לברלין הנאצית.

במילים אחרות, כשהוא הגיע לפגישה עם היטלר, היה המופתי פליט, מחוסר כל נכסים ממשיים, והופעתו כמנהיג העולם הערבי הייתה מופרכת וחסרת שחר. היטלר היה מודע למצב ולא יכול היה להבטיח מאומה למי שבפועל היה חסר כל כוח ממשי בעולם הערבי שאותו הוא התיימר לייצג ולהנהיג. מלבד זאת, לגרמניה הייתה מחויבות עמוקה כלפי צרפת להבטיח לה שליטה קולוניאלית מנדטורית מחודשת על הארצות הערביות שהיו בחסותה (מרקו, אלג'יר, תוניסיה, סוריה והלבנון) עם הניצחון הגרמני במזרח התיכון. בכלל, היטלר העניק עדיפות בכורה למסולני ולאיטליה לשליטה במצרים (ובלוב), ואולי במזרח התיכון כולו, אם הצבא הגרמני יכבוש את הזירה הערבית מידי הבריטים. לפיהרר לא היה גם כל עניין להדאיג או

לעצמאות הארצות הערביות, לריבונות שלהן, לאחדותן במסגרת פאן-ערבית אחת או להכרה בו כמנהיג האומה הערבית. כשגרמניה הלכה והפסידה במלחמה עד למפלתה הסופית, כל מאמצי המופתי ותקוותיו עלו בתוהו, והוא הפך למפסידן סדרתי, חסר כל רלוונטיות.

חרף כל זאת ברבות הזמן נחקה הפגישה חסרת התוחלת הזו והנוצחה בזיכרון ההיסטורי היהודי והערבי. היא זכתה שוב ושוב לתחייה בפרקי המאבק המתמשך בין ערבים ליהודים על ארץ ישראל, ולאחר מכן, באורח ממוקד יותר, בסכסוך הישראלי-פלסטיני ההולך ומסלים – מתום מלחמת העולם השנייה ועד ימינו. מן הצד הפלסטיני הערבי, הפגישה הזו צרבה אות של קלון משוקף ובלתי נמחה על מצח התנועה הלאומית הפלסטינית הערבית כמי ששיתפה פעולה עם גרמניה הנאצית בזמן מלחמת העולם השנייה, וכמי שגילתה אהדה לרצח העם היהודי בשואה. גם אם המופתי לא ייצג את כל העם הפלסטיני, ש-12 אלף

אומנם אסור לנו להתעלם מהמשך מאמצי המופתי לתרום למכונת המלחמה הגרמנית, גם אם היטלר והשלטונות הנאציים לא שינו בתמורה את עמדתם השלילית כלפי תביעותיו – הוא פעל לגיוסם של גברים מוסלמים בבלקנים, בבוסנייה, באלבניה, בקרואטיה, בהרצוגבינה וגם ביוון ובקווקז, ולהכשרתם הצבאית כיחידות לוחמות מיוחדות התומכות בצבא הגרמני; הוא פעל בשטחי הכיבוש של גרמניה הנאצית באירופה למניעת הגירת יהודים לארץ ישראל-פלסטין; הוא ידע ככל הנראה על הרצח השיטתי של יהודי אירופה במחנות ההשמדה הגרמניים, ובעיקר הוא היה פעיל מאוד בתעמולה של רדיו ברלין בלשון הערבית שהופנתה לעולם דובר ושומע הלשון הערבית, תעמולה שהייתה לה השפעה מסוימת בהסתתם ובהתססתם של ציבורים ערביים נגד בעלות הברית במלחמה – אבל כל הפעילויות הללו, שתרומתן המעשית למאמץ המלחמה הגרמני-נאצי הייתה זניחה, לא קידמו אף אחת ממטרותיו של המופתי הנוגעות



איור 5. פגישתם של המופתי אל-חאג' אמין אל-חוסייני ורשיד עלי אל-כילאני. 1943, ברלין
מקור: commons.wikimedia.org/wiki/File:Gaylani_1943_speech.png

העולם השנייה, אומנם פחות ממה שנאסף על היטלר או על אייכמן, אבל עדיין עדות ברורה לטיפול הנמרץ בניאוך מנהיג התנועה הלאומית הפלסטינית.

אמת, גם היסטוריונים הקשורים ליד ושם הציגו, ביחוד בשנים האחרונות, תמונות מאוזנות ומסמכות של השתתפות המופתי במאמצי המלחמה של גרמניה הנאצית באירופה. אך זאת בהקשר של מחקר השואה, מודעותו של המופתי להתחוללותה וסיועו למעשי ההרג ההמוני של יהודי אירופה בידי מכונת ההשמדה הנאצית (פרופ' דן מכמן). אלה התחוללו ברובם לאחר הפגישה הנידונה בין המופתי להיטלר. יתר על כן, חוקרי השואה בוחנים את הפגישה בעיקר מנקודות מבט גרמניות אירופיות ומתעלמים מההקשר החיוני המידי של התפתחות המלחמה במזרח התיכון ושל התמורה במאזן הכוחות לטובת בריטניה ובעלות הברית. וראוי שנדגיש: הפגישה עצמה הייתה אירוע שלשואה לא היה בה חלק. כך מעידים המקורות והמסמכים בני הזמן, ביחוד אלה הגרמניים הנאציים (פרופ' פרנסיס ניקוסיה). "הפתרון הסופי" כתוכנית פעולה שטנית לרצח העם היהודי והשואה עצמה לא עלו, ולא היו יכולים לעלות, בשיחה בין המופתי לפיהרר.

עם זאת בהקצנה מסוימת נטען, בעיקר על ידי כוחות ציוניים ימניים, כי בקשירת גורלם עם הנאציזם הרצחני ובתמיכתם בהשמדת העם היהודי איבדו הפלסטינים את זכותם להגדרה לאומית עצמית בארץ ישראל. מבחינה זו, הסכסוך המתמשך תחזק ומיסד את ההאשמה המשקצת הזו, והמפגש המדובר בין המופתי לפיהרר עבר פוליטיזציה ווולגריזציה מרחיקות לכת. הוא נקרע והופקע מההקשר המידי להתחוללותו ולמידת השפעתו (אי־השפעתו), איבד את משמעותו הטקסית התפאורתית המיידית והפך לסדין אדום של כתב אשמה ונאצה פוליטי לדיראון עולם. הצורך

מבניו התגייסו ללחום לצד בריטניה במערכה על צפון אפריקה, וגם אם היסטוריונים בכירים כמו רנה וילדנגל הראו כי לא כל הפלסטינים תמכו במופתי, ורבים אף הסתייגו ממנו, ואפילו בשעה שהיסטוריונים פלסטינים ערבים בכירים, כמו מוצטפא כבאא וגילברט אשכר, הוקיעו בביקורת נוקבת את מעשיו של המופתי והאשימו אותו בהכפשת דימויה של התנועה הלאומית הפלסטינית, תג הקלון נותר עומד על כנו והוא כתם המוטל על כל הפלסטינים.

בצד היהודי הציוני עוד בטרם הסתיימה המלחמה הציגו פעילים ואידאולוגים ציונים את המפגש של המופתי עם היטלר כעדות להרשעה היסטורית אולטימטיבית של הפלסטינים כמשתפי פעולה עם גרמניה הנאצית וכתומכי השמדת העם היהודי בשואה. הן ברמה התעמולתית והן ברמה ההיסטוריוגרפית ראו התנועה הציונית ולאחריה מדינת ישראל במעשיו של המופתי עדות עליונה לדמוניות הרצחנית שלו ושל התנועה שהוא ייצג ומעין תנא דמסייע לדה־לגיטימציה של זכות הפלסטינים למימוש לאומי. אמת, גם בצד היהודי נמצאו היסטוריונים רציניים אחראים שמיקמו את המופתי במלחמה ואת מפגשו עם היטלר בהקשר ההיסטורי הספציפי העובדתי של הזמן והמקום. אשמת המופתי כמשתף פעולה עם גרמניה הנאצית, שהודגשה גם במחקרים הללו, לא הייתה כמובן מופרכת ולא חסרת שחר, ומידה רבה של צדק היסטורי ועובדות היסטוריות עמדו לימינם של המאשימים: המופתי באמת שיתף פעולה עם גרמניה הנאצית. אבל נדמה כי המאמצים הרציניים הללו להוקעת המופתי עמדו בצל המתמשך של הרשעה פופוליסטית אולטימטיבית, לא פעם ברמה הרטורית התעמולתית, של "צורך העם היהודי", מי שהעמיד את עצמו לחלוטין לרשות היטלר ולמיזם של שנאת היהודים והשמדתם. במוזיאון יד ושם נאגרו כמאתיים וחמישים פרסומים העוסקים במופתי במלחמת

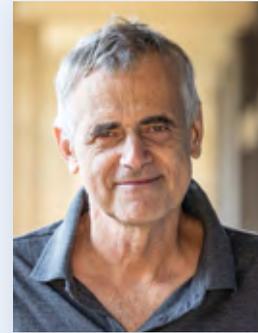
טוענים ההיסטוריונים האלה, מזהים ומגדירים את הטרוריסטים האסלאמים הללו כנאצים חדשים. ואכן, הרף ודומיו מוצאים בהתנהגות כוחות האופל הללו דפוסים אידאולוגיים ופרקטיים נאציים, ומכאן ההתייחסות אליהם כאל כוחות פשיסטיים נאציים. את שורשי התופעה האסלאמית האנטישמית האלימה הזו מוצאים ההיסטוריונים ב"נאציזם של המופתי", המספק לפעילים המוסלמים המיליטנטים של הג'יהאד העולמי אב שורש מכונן ולגיטימציה היסטורית ארוכת ימים לפעילותם כיום. שיתוף הפעולה ההדוק בין המופתי לגרמניה הנאצית מוצג כיצירת תשתית היסטורית מוצקה, רעיונית ומעשית להתפתחות המאוחרת הטרוריסטית של התנועה הזו. לכן אין זה מקרה שתמונת המפגש בין המופתי לפיהרר מעטרת בבולטות רבה את עטיפת הספר החשוב של הרף על אודות "התעמולה הנאצית עבור העולם הערבי". הרף איננו לבדו. התמונה חוזרת ומוצגת במאמץ לשוות לאסלאם הרדיקאלי דמות נאצית. היא עדות ברורה לקלות הבלתי נסבלת של שימוש בתמונה אחת המשרתת אינטרסים פוליטיים רבים החיים עימנו עד היום. ■

המהותי להוכיח את מעשה הנבלה הבלתי נסלח של הפלסטינים התמיד כפי שהסכסוך הישראלי-הפלסטיני התמיד ואף הסלים עד עצם ימינו אלה. לאחרונה חזר המפגש בין המופתי לפיהרר "לככב" בכתיבה המנסה לתאר ולהבין את הפעילות האלימה והגלובלית של האסלאם הסוני הרדיקאלי בעקבות פיצוץ מגדלי התאומים בניו יורק ב-11 בספטמבר 2001. היסטוריונים מובילים, ובראשם היסטוריון השואה הנודע ג'פרי הרף, אך גם היסטוריונים בכירים אחרים, כמו ברי רובין ומתיאס קונצל, משתמשים במונח אסלאמו־פשיזם ואסלאמו־נאציזם, או מתכוונים אליו, כתג אשמה להוכחת האנטישמיות האניהרנטית של האסלאם הפוליטי הרדיקאלי. לטענתם, המעשה הנקלה של פיגוע התאומים בידי פעילי אל־קאעידה (או לאחר מכן פעילותן האלימה של תנועות פונדמנטליסטיות גלובליות כמו דאע"ש או חמאס) ופעילויות "אסלאמיסטיות טרוריסטיות" אחרות ברחבי העולם מבטאים שנאת יהודים תהומית, אנטישמיות רדיקלית, משטמה עזה לציונות, שנאה יוקדת למערב ונכונות להילחם בהם בכל האמצעים כולל מעשי התאבדות. המאפיינים הללו,

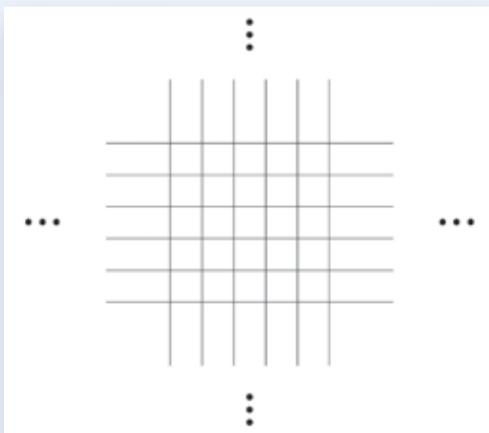
מקורות

- 1) ישראל גרשוני, אור בצל: מצרים והפאשיזם, 1922–1937 (תל אביב: עם עובד, 1999).
- 2) ישראל גרשוני, עלמה ושטן: מצרים והנאציזם, 1935–1940 (תל אביב: רסלינג, 2012), כרכים א, ב.
- 3) ישראל גרשוני, מלחמת האומות החלשות: מצרים במלחמת העולם השנייה, 1939–1945 (תל אביב: רסלינג, 2017), כרכים א, ב.
- 4) Israel Gershoni (ed.), *Arab Responses to Fascism and Nazism: Attraction and Repulsion*, Austin: University of Texas Press, 2014.
- 5) Israel Gershoni and James Jankowski, *Confronting Fascism in Egypt: Dictatorship versus Democracy in the 1930's*, Stanford: Stanford University Press, 2010.
- 6) Jeffrey Herf, *Nazi Propaganda for the Arab World*, New Haven: Yale University Press, 2009.
- 7) Bernard Lewis, *Semites and Anti-Semites: An Inquiry into Conflict and Prejudice*, New York and London: Norton, 1986.
- 8) Francis R. Nicosia, *Nazi Germany and the Arab World*, Cambridge: Cambridge University Press, 2015.
- 9) Dan Michman, *Adolf Hitler, the Decision-Making Process Leading to the "Final Solution of the Jewish Question," and the Grand Mufti of Jerusalem Hajj Amin al-Hussayni: The Current State of Research*, Jerusalem: Yad Vashem, 2017.

על הילוכים מקריים, על זמני כיסוי ועל שדות עם קורלציה לוגריתמית



מאת פרופ' עופר זיתוני



איור 1. מנהטן בעיני מתמטיקאי

האי הזה משעמם למדי, אז נוסיף לו הולכי רגל, ומכיוון שאנו דנים בהסתברות, נרשה להולך הרגל שאחריו נעקוב להשתמש בתנועתו בכללים

על הילוכים מקריים בשריג

ברצוני לקחת אתכם במאמר זה למסע קצר בין כמה עצמים ומודלים הסתברותיים המעסיקים אותי ומתמטיקאים אחרים ושיש להם שימושים רבים גם בפיזיקה, בהנדסה, במדעי המחשב ובתחומים נוספים.

נתחיל את מסענו בשריג הדו-ממדי – כדי להסביר את המושג נתאר לעצמנו את רחובות ושדרות האי מנהטן: הרחובות הם בכיוון מזרח-מערב, והשדרות בכיוון צפון-דרום. נדמיין לעצמנו שהאי הורחב עד לאין קץ, דהיינו שלא רק שקיימת השדרה החמישית, אלא גם השדרה ה-138 וכן השדרה המינוס 257, ובדומה לזה, גם הרחוב המינוס 1499 קיים באי שלנו.

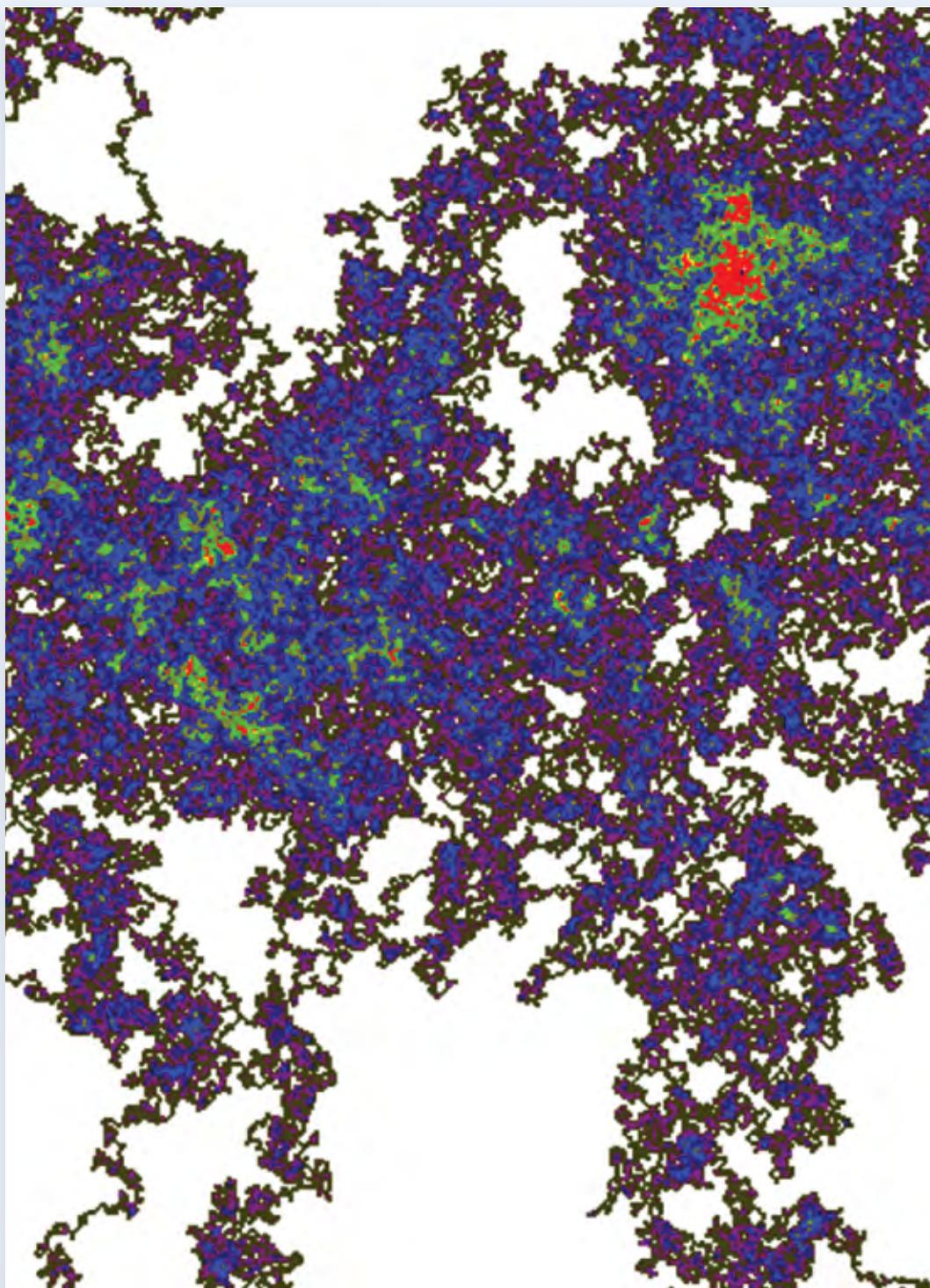
ב־1713, מבטיח שבסופו של דבר ההלך ייעלם לכיוון השקיעה, ובנוסף לא מובטח שיחזור לבר. למעשה, ניתן להוכיח כי לא חשוב מהי הטיית הסביבון אם נתעניין רק בתנועה מזרח-מערב ונתעלם מהתנועה בציר צפון-דרום, או שההלך ייעלם לכיוון מערב בהסתברות 1, או שייעלם לכיוון מזרח בהסתברות 1, או שיתנדנד לנצח בין מערב למזרח. נובע מכך כי לא ייתכן שילך מערבה בהסתברות חצי ומזרחה בהסתברות חצי.

כעת הגיע הזמן לסבך את המודל. נניח שבמקום לשאת איתו את הסביבון, בכל צומת מצוי סביבון אחר שבו ישתמש ההלך כשיגיע לצומת. נניח עוד שסביבונים אלו הם עצמם אקראיים (אנו קוראים למודל כזה "תווך אקראי"). האם עדיין נחזה בהתנהגות זו? מסתבר שכאן אנו נוגעים בתיבת פנדורה של ממש. בשנת 2002 הוכיחו מרקל וצרנר (Merkel and Zerner) כי אם הסביבונים הם בלתי תלויים, אזי (בתלות בסוג הסביבונים הבלתי תלויים שפוזרו, ובלבד שהם אינם מנוונים ונופלים תמיד על אותו כיוון), או שההלך ייעלם לכיוון מערב בהסתברות 1, או שייעלם לכיוון מזרח בהסתברות 1, או שיתנדנד לנצח בין מערב למזרח בהסתברות 1. אבל אם מדובר במרחב התלת־ממדי (כמו הציפורים שאוזכרו למעלה) או בממדים גבוהים יותר, התשובה אינה ידועה, וזו בעיה פתוחה חשובה(!). לעומת זאת, כפי שהוכחתי עם ברמסון ועם צרנר (Bramson, Zeitouni and Zerner) ב־2006, אם נוותר על התנאי של אי־התלות בין הסביבונים השונים, ניתן לייצר תווך (למתמטיקאים ולפיזיקאים שבינינו: סטציונרי, עם ערבוב פולינומיאלי וקורלציות ארוכות טווח) שבו בהסתברות $1/2$ ההלך ייעלם מערבה, ובהסתברות $1/2$ (ובדיוק באותו תווך) הוא ייעלם מזרחה(!). זה נכון הן לנמלים והן לציפורים...

הסתברותיים. דהיינו, בכל פעם שההלך מגיע להצטלבות של רחוב ושרדה, הוא מטיל סביבון בעל ארבעה צדדים (צפון־דרום־מזרח־מערב) שהוא נושא איתו, ולפי התוצאה הוא פונה לכיוון הנבחר (מקובל לקרוא להילוך במקרה שבו ההסתברות של כל אחד מהכיוונים היא רבע – "הילוך שיכור" – או באופן כללי "הילוך מקרי"). אם נצבע את הקטעים שעליהם הלך עד לזמן מסוים, נקבל סוג של ציור, ואם נגביה עוף ונסתכל מרחוק על הציור הזה, הוא ייראה כקשקוש שילד קטן צייר. לקשקוש הזה קוראים "תנועת בראון", על שמו של הבוטניקאי בראון (Brown), שהבחין ב־1828 שכך בדיוק נעים החלקיקים של אבקת פרחים בתוך נוזל. באיור 2 מתואר "קשקוש" שכזה, כאשר קידוד הצבעים משתנה לפי תכיפות הביקור בנקודה.

כעת ניתן להתחיל לשאול שאלות. כדי לנסח את הראשונה שבהן נתאר לעצמנו שבפינת הרחוב ה־0 והשרדה ה־0 מצוי בר. האם מובטח להלך השיכור, שהתחיל את מסעו בבר, לחזור לשם? ודאי שיייתכן שהוא יחזור לבר (למשל, אם ההטלה הראשונה נשאה אותו מערבה והשנייה מזרחה; למעשה, הסיכוי לחזור אחרי שני צעדים בדיוק הוא רבע!). הדגש כאן בשאלה הוא במילה "מובטח". ובכן, בשנת 1921 הוכיח מתמטיקאי הונגרי בשם פוליא (Pólya) שהתשובה היא "כן". כדי להראות שהתשובה קצת מפתיעה, הוא גם הוכיח שאילו היה ההלך יכול לצעוד גם מעלה-מטה לפי אותם כללים ("ציפור שיכורה"), אזי התשובה היא "לא"!(!). לנמלים יש הרבה פחות חופש מאשר לציפורים...

משהבנו זאת, ניתן לשאול שאלות נוספות. שאלה בסיסית היא מה קורה אם הסביבון שאותו נושא ההלך מוטה. למשל, אם ההלך מעדיף לצעוד מערבה ולא מזרחה. במקרה זה משפט מתמטי הנקרא חוק המספרים הגדולים, שהוכח לראשונה בידי המתמטיקאי השווייצרי יאקוב ברנולי (Bernoulli)



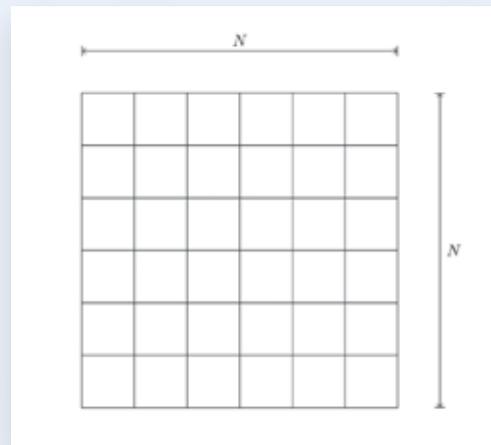
איור 2. תנועת בראון. באדיבות R. d'Souza

שיער ב-1989 שהתשובה לשאלה היא שזמן הכיסוי, מחולק בקבוע $T_N = 4N^2(\log N)^2/\pi$, הוא בקירוב 1, כש- N גדול. את ההשערה הזו הוכחתי עם דמבו, פרס ורוזן (Dembo, Peres, Rosen and Zeitouni) ב-2004, ואיתה עוד כמה וכמה בעיות קשורות, כולל הבנת זמן הכיסוי של צורות (יריעות) דו-ממדיות שונות באמצעות "ניפוח" של תנועת בראון. המפתח להוכחה היא ההבנה שבזמן ארוך מסדר הגודל של T_N לנקודות שעדיין לא בוקרו יש מבנה מיוחד: אם נתבונן ב(שורש) מספר המעברים שההלך ביצע בין מעגלים הממורכזים סביב אותה נקודה כסדרת מספרים התלויה ברדיוס המעגל, אזי סדרה זו היא הילוך מקרי חד-ממדי מוטה, וכל האינפורמציה נמצאת בתלות בין הילוכים כאלו המתאימים לנקודות שונות. תלות זו היא ארוכת טווח, והבנת התלות היא המפתח להוכחה.

למעשה, ההוכחה בנויה על מציאת קשר בין בעיית הכיסוי (או ליתר דיוק, מספרי המעברים שהוזכרו למעלה) למודל של הילוכים מקריים מתפצלים. מודל זה מוגדר כך: בזמן N יש 2^N חלקיקים. כעת כל חלקיק מתפצל לשניים, וכל אחד מהחלקיקים מבצע צעד אקראי ובלתי תלוי. אם נכנה את המקסימום של מיקומי החלקיקים בזמן N בשם Y_N , הרי של- Y_N יש קשר הדוק לשורש זמן הכיסוי. את המודל הזה (או ליתר דיוק, הגרסה הרציפה שלו שהוגדרה באמצעות משוואות דיפרנציאליות חלקיות ללא אזכור מודל הסתברותי) המציאו ב-1937, כמודל לאבולוציה של גנים באוכלוסייה, שתי קבוצות חוקרים: הביולוג והסטטיסטיקאי העיוני הבריטי פישר (Fisher) והמתמטיקאים הרוסים קולמוגורוב, פטרובסקי ופיסקונוב (Kolmogorov, Petrovsky and Piskunov). ראוי לציין כי פישר הוא אחד מאבות הסטטיסטיקה המודרנית, וקולמוגורוב

זמני כיסוי

משראינו שלקורלציות ארוכות טווח יש תפקיד, נעבור למודל שונה, ואולי "מעשי" יותר: הרי האי מנהטן הוא סופי. מה קורה להלך שלנו שם? כדי לתאר זאת במדויק, נתאר לנו שריג ריבועי שיש בו N רחובות ושדרות.



איור 3. שריג סופי דו-ממדי

נצטרך גם להגדיר מה קורה להלך שלנו כשהוא מגיע לקצוות השריג – מסתבר שזה לא ממש חשוב, והמודל הפשוט ביותר הוא כאשר מזהים את הפאה המערבית עם זו המזרחית, ואת הצפונית עם זו הדרומית (כך מקבלים גרף הנקרא טורוס דיסקרטי). כמה זמן ייקח לשיכור שלנו לבקר בכל צומת אפשרי? או במילים אחרות, מהו הזמן הארוך ביותר מתוך זמני הכיסוי של נקודות בשריג? שאלה זו שאל וילף (Wilf) בשנות השמונים, והיא מופיעה בשלל שימושים, ובייחוד בפיזיקה ובמדעי המחשב (תיאור נוסטלגי ומלבב, במיוחד למי שזוכר מחשבים ביתיים בשנים אלו וכמו כן מכיר את "מלחמה ושלום", מופיע במאמר שבו וילף הציג את השאלה בשם The White Screen Problem). אלדוס (Aldous)

אותנו לשאול במקרים רבים, כשאנו נתקלים בבעיה הסתברותית קשה: "ומה אם הפילוג היה גאוסית?" לעיתים קרובות גם שאלה זו קשה, אבל לפחות יש קצה חוט שניתן לעקוב אחריו.

דבר דומה קורה בשדות עם קורלציה ארוכת טווח. ראשית נגדיר מהו שדה גאוס. לצרכינו, זוהי פונקצייה אקראית מהטורוס הדיסקרטי הדו-ממדי מגודל N שהכרנו בפרק הקודם למספרים הממשיים, שמקיימת את התכונה הזאת: לכל סכום משוקלל (צירוף ליניארי) של ערכי הפונקצייה המתאימים לנקודות שונות בשריג יש פילוג גאוסית. שדה כזה מאופיין בשני גדלים: התוחלת (או הממוצע) של הפונקצייה והקורלציה המודדת את הקשר הסטטיסטי בין ערכי הפונקצייה בנקודות שונות. אנו אומרים שלשדה יש קורלציה לוגריתמית אם הקורלציה דועכת לפי הלוגריתם של ההופכי של המרחק בין נקודות. אנו תמיד נתעניין במצב שבו N הוא מספר גדול.

השדה הגאוסית הפשוט ביותר המקיים תכונה זו הופיע בפיזיקה בשנות השישים, במסגרת הניסיון לבנות בסיס אקסיומטי לתורת השדות הקוונטיים, ונקרא "השדה הגאוסית החופשית" – חופשי מפני שבאינטרפרטציה הפיזיקלית הוא מתאר עולם שבו החלקיקים "חופשיים", דהיינו ללא אינטראקציה הדדית. סימולציה שלו מופיעה באיור 4 (בעמוד הבא).

זה כעשרים שנה שהשדה הגאוסית החופשית "מככב" בשאלות שמוצאן בפיזיקה, ובייחוד בתורת השדות הקוונטיים והגרביטציה הקוונטית, מושגים שלא נגדירים כאן. כמה וכמה עבודות של המתמטיקאי הישראלי עודד שרם (Schramm) והמתמטיקאי האמריקאי שפילד (Sheffield) הראו שלשדה הגאוסית החופשית הדו-ממדי יש קשר הדוק לתהליך שהמציא שרם בשם "משוואות

הוא אחד מענפי המתמטיקה של המאה העשרים, שבין שאר "מעלליו" נזקפת לזכותו בניית התורה המתמטית של ההסתברות. כמה וכמה מתמטיקאים הראו בשנות השישים והשבעים של המאה הקודמת שהמודל של פיר-קולמוגורוב-פטרובסקי-פסקונוב קשור הדוק לתנועה בראונית. למזלנו, ההבנה של Y_N , המתבססת על האינטרפרטציה ההסתברותית הזו, היא לב תזת הדוקטורט של ברמסון (Bramson) מ-1977. מסתבר כי ניתן להעביר טכניקות ותוצאות מהמודל של הילוכים מקריים מתפצלים לשאלות המערבות שיאים בשדות עם קורלציה ארוכת טווח, ובייחוד לבעיית זמן הכיסוי שבה אנו דנים.

כמובן, זו רק תחילת הסיפור. אם לשאול משפט ממאמרו של וילף, שהוזכר למעלה, כל מתמטיקאי ירצה להבין פרטים מדויקים יותר הנוגעים לזמן הכיסוי (כמו למשל מהי השונות של זמן הכיסוי). לצורך כך אנו נדרשים להבין את השיאים בשדות עם קורלציה ארוכת טווח, מה שמוביל אותנו לתחנה הבאה במסענו.

שדות גאוסיים עם קורלציה לוגריתמית

הפילוג הגאוסית הוגדר לראשונה בידי אחד מענפי המתמטיקה בכל הזמנים, גאוס (Gauss), ב-1823, רמזים לפילוג זה הופיעו בעבודות קודמות, של דה־מואבר ולפלאס (De Moivre, Laplace) ואחרים. החשיבות הגדולה בפילוג הגאוסית היא כפולה: ראשית, הרבה מערכות (מתמטיות ופיזיקליות) נוטות, מסיבות שניתן להסבירן בעזרת הוכחות מתמטיות במודלים ממושטים, להיות "בקירוב גאוסיות". מכאן גם שמו השני של הפילוג הגאוסית – "הפילוג הנורמלי"; שנית, ואולי חשוב לא פחות, בעזרת הפילוג הגאוסית ניתן לחשב בקלות יחסית גדלים שונים, מה שקשה לעשות בפילוגים אחרים. שתי סיבות אלו מובילות

אוניברסליות של שיאים

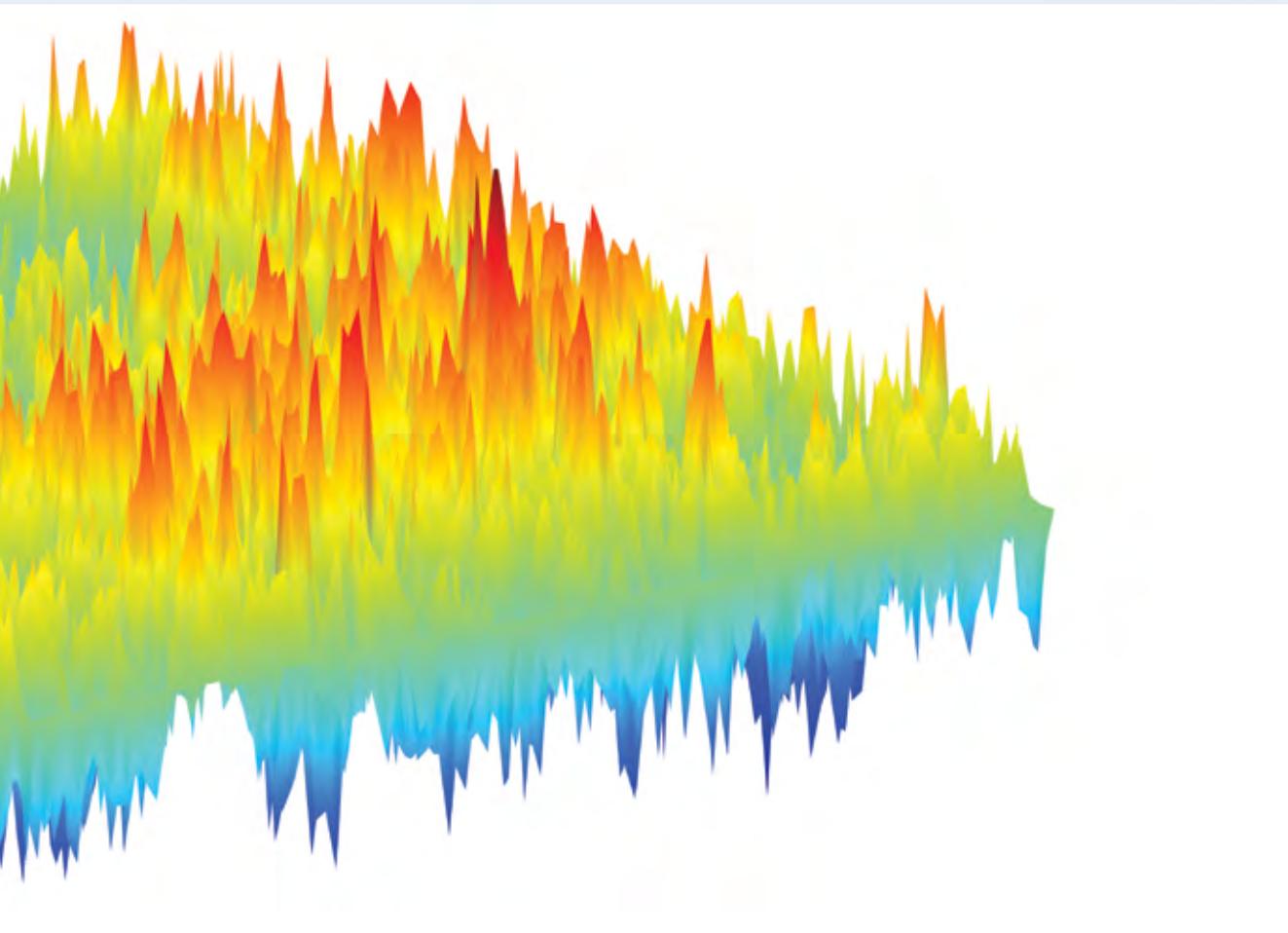
אחת השאיפות במתמטיקה היא מציאת העקרונות המשותפים במבנים שונים, שמלכתחילה לא דווקא נראים קשורים זה לזה. בהקשר שלנו זו תופעת האוניברסליות של שיאים של שדות אקראיים; המתמטיקאי פיזיקאי הבריטי פיודורוב (Fyodorov) היה אחד הראשונים ששיער, לפני כ־15 שנים, את האוניברסליות הזו עבור שדות עם קורלציה לוגריתמית. אתן כעת דוגמאות אחדות שבהן אוניברסליות כזו הוכחה:

א. ראינו בפרק הקודם שהמקסימום של השדה הגאוסני החופשי, אחרי מרכז מתאים, מתכנס לפילוג ידוע. מסתבר שעובדה זו נכונה לכל שדה גאוסני, ובלבד שהקורלציה לוגריתמית. אם הקורלציה איננה לוגריתמית, הפילוג הגבולי שונה (דינג, רוי וזיתוני; Ding, Roy and Zeitouni 2017).

ב. מטריצות אקראיות הן כר פורה לתופעות אוניברסליות, עם קשרים הדוקים לפיזיקה, להנדסה ולשטחים שונים במתמטיקה, כגון תורת המספרים. אתרכז כאן בדוגמה אחת הקשורה לשיאים: נתבונן במקסימום, על מעגל היחידה, של הלוגריתם של הערך המוחלט של הפולינום האופייני של מטריצה יוניטרית אקראית (מחמת קוצר היריעה אינני מגדיר כאן את כל המושגים). מקסימום זה, לאחר מרכז מתאים, מתכנס לפילוג גבולי, כמו במקרה של השדה הגאוסני החופשי הדו־ממדי (פקט וזיתוני, Paquette and Zeitouni 2022). אנו משערים שהתנהגות דומה קיימת במודלים רבים של מטריצות אקראיות וכן בשאלות בתורת המספרים הקרובות לתורת המטריצות האקראיות.

שרם-לובנר, ועבודות המשך של שפילד עם אחרים הראו שניתן להגדיר במדויק מידות אקראיות על משטחים בעזרת השדה הגאוסני החופשי. במידות אלו, לשיאים של השדה הגאוסני החופשי יש חשיבות רבה. שאלה מעניינת במיוחד היא "מהו המקסימום של X_N של השדה החופשי הדו־ממדי". אומנם יש תורה כללית שפיתחו המתמטיקאים פרניק, דדלי וטלגרנד (Fernique), המאה הקודמת המטפלת בשיאים של שדות גאוסיים, אך היא אינה נותנת תשובה מדויקת אלא רק סדר גודל. בשנת 2001 מצאו בולטהאוזן, דושל וג'יאקומין (Bolthausen, Deuschel and Giacomin) ש- $X_N/\log N$ קרוב ל- $2\sqrt{\left(\frac{2}{\pi}\right)}$ כש- N גדול, בהסתברות גבוהה. בדיעבד, היום אנו מבינים כי זהו האנלוג של התוצאה של דמבו, פרס, רוזן ושל כותב שורות אלה המוזכרת בפרק השני, אף שבזמנו הקשר לא היה ברור כל כך. בשנת 2016, ובהתבסס על הבנה של המבנה ההיררכי של הקורלציה הלוגריתמית, הוכחתי עם ברמסון ועם דינג (Bramson, Ding and Zeitouni) כי למעשה, אם נחסיר מ- X_N קבוע מפורש שחישבנו, נקבל גודל שמתכנס בהתפלגות, וחישבנו את הפילוג הגבולי. ההוכחה בנויה על מציאת קשר למודל של הילוכים מקריים מתפצלים שהוזכר בפרק הקודם, או במדויק לווריאנט שלו שפיתחתי במשותף עם ברמסון ב־2012. למעשה, הקשר עמוק יותר מהסתכלות רק על המקסימום: כל סדרת הערכים הגבוהים דומה, כפי שתיארו במדויק ביסקופ ולואידור (Biskup and Louidor) ב־2017.

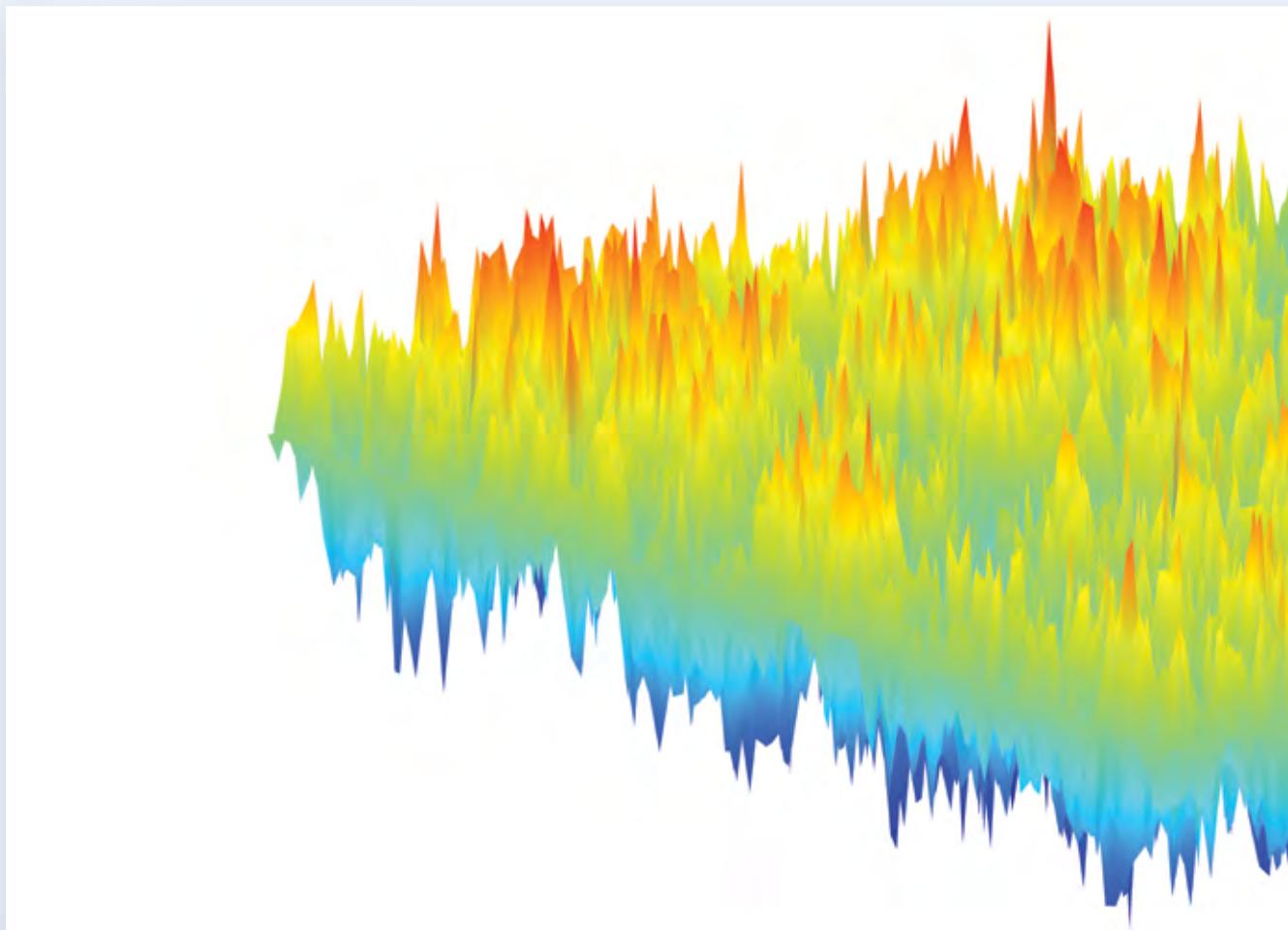
בשנים שעברו מאז התברר שזו תופעה אוניברסלית. המקסימום של שדות אקראיים רבים, לאו דווקא גאוסיים, אחרי נרמול מתאים מתכנסים לפילוג שמצאנו במקרה הגאוסני. בפרק הבא נסקור כמה תוצאות כאלו ונחזור לדון בפרט בזמני כיסוי.



איור 4. השדה הגאוסי החופשי. באדיבות F. Schweiger

יש דוגמאות נוספות רבות לאוניברסליות זו, בחלקן בצורת השערות ובחלקן מוכחות, אך דיון בהן יחייב אותנו להגדיר מושגים נוספים, ולכן נעצור כאן, אף שלמסע הזה יש תחנות נוספות רבות ומרתקות. בתחנות שבהן עברנו קיבלנו הצצה למקרים שבהם התשובה ידועה וכן לשאלות פתוחות, וראינו שמודל פשוט כמו זה של ההילוך המקרי מוביל לשאלות עמוקות על מבנה של תהליכים עם קורלציה ארוכת טווח (ובפרט לוגריתמית), איך תהליכים כאלו מתקשרים להילוכים מקריים מתפצלים, ואיך כל

ג. שורש זמן הכיסוי של הטורוס הדו־ממדי באמצעות ניפוח של תנועה בראונית מתכנס, לאחר מרכז מתאים, לפילוג גבולי, כמו במקרה של השדה הגאוסי החופשי הדו־ממדי (דמבו, רוזן וזיתוני; Dembo, Rosen and Zeitouni, 2024 [בהכנה]). אנו משערים שתופעה דומה נכונה לכל יריעה דו־ממדית וגם למודל של הלך מקרי על הטורוס הדיסקרטי שהוזכר בפרק השני, אך בזמן הזה עדיין אין הוכחה לכך.



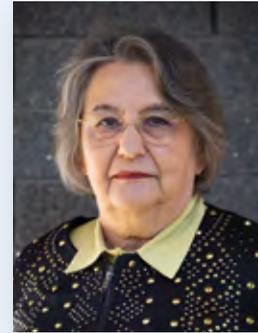
זכאי ז"ל) לשאלות הערכה של ההסתברות של מאורעות נדירים, שבתורן מתקשרות למודלים של פיזיקה מתמטית ולמודלים של תורת ההסתברות שאותם תיארתי. ■

אלו מתקשרים לשדות גאוסיים ולתחומים אחרים במתמטיקה. במידה רבה מסע זה דומה למסלול המקצועי שלי, שהחל מעיסוק בתקשורת ומכ"ם, שהוביל אותי (בהכוונתו של מורי ורבי פרופ' משה

תודות

ברצוני להודות למורי שהחדירו בי את אהבת החקר, לתלמידיי ולשותפיי למחקר על שחלקו איתי את ההתלהבות שבתהליך הגילוי, לחברי האקדמיה שקיבלו אותי לשורותיהם, ולמשפחתי שבלעדיה כל זה היה מהנה הרבה פחות.

טופוס ספרותי כגשר בין עולמות



מאת פרופ' לאונה טוקר

במקומם שמו וגילו של האב: הייתה שם מכסה, והפרטים הקטנים לא עניינו את השופטים.

בערך כך מסופר האירוע אחרי כשלושים שנה בספרו של תומס קרלייל (Thomas Carlyle) על המהפכה הצרפתית. אך בזיכרון הקולקטיבי קצר הטווח הסיפור נשמר מדויק פחות אך דרמטי יותר. בתמונות של הציירים ז'יררדה (Abraham Girardet) ופראגונאר (Jean-Honoré Fragonard) נראים השומרים פולשים לתא, כשבידם לפיד זוהר – סצנה כזאת מתאימה יותר למדיום הוויזואלי. בשירו של המשורר ז'ופרה

ביום 26 ביולי 1794, דרך החריץ בדלת התא שלו בכלא סנט לזאר, שבו הוא היה כלוא עם בנו בן ה-22, שמע רב־אלוף דה לואזרול (de Loizerolles) את הקראת שמות הנאשמים. הרשימה כללה את השם של בנו, פרנסואה (François), שבאותה שעה ישן שנת ישרים. "אני לואזרול", אמר האב לשליחיו של רובספייר (Robespierre), ונלקח למשפט בקונסיירז'רי (Conciergerie) במקום בנו, ומשם לגיליוטינה – היה זה יום אחד לפני מעצרו של רובספייר ולפני הסוף של הטרור המהפכני הגדול. בכתב האישום נמחקו שמו הפרטי וגילו של הבן בעט גס, ונכתבו

אבל כבר במחצית השנייה של המאה התשע-עשרה הופיעו סימנים שהטופוס הזה מיצה את עצמו. ברומן של ג'ורג' אליוט (George Eliot) "דניאל דרונדה" (1876) סיפור דומה מקבל פירוש חתרני. הגיבור הטרנס-ציוני מרדכי כהן מספר לאחותו מירה על צעירה יהודייה המאוהבת במלך והמקריבה את עצמה כדי להציל אישה אחרת, שאותה המלך אוהב. לדעת מירה, הצעירה שואפת למעשה לניצחון על יריבתה בזיכרונן של המלך: האקט שלה הוא לא אקט גבורה אלא אקט המבטא אנוכיות פסיכולוגית. למרדכי אין מה לומר על ניפוץ המיתוס הזה, חוץ מטיעון אישי – לדעתו, מירה קראה יותר מדי מחזות מודרניים.

כבר בעשור שלפני "דניאל דרונדה", ברומן של ויקטור הוגו "עלובי החיים" (1862), הציניקן גרנטאיר (Grantaire) לועג לזכרו של לואזרול, ובאותה נשימה לועג גם לישו הנוצרי, המקריב את עצמו למען האנושות, וגם לאגוסטין, האח הקטן של רובספייר, שבמחנה מפוארת בחר לעמוד למשפט עם אחיו (אך ניסה להימלט, ללא הצלחה, אחר כך). גם המוטיב הזה – בחירה במוות מתוך סולידריות – חוזר על עצמו ברומנים, כגון "המלכה מרגו" ו"האביר של מייזון רוז" של דיומא ו"אחרון הצדיקים" (1959) של אנדרה שוורץ-ברט (André Schwarz-Bart). זהו גם סיפור מותה של הנזירה בלאנש (Blanche), תוספת בדיונית של הסופרת גרטרוד פון לה פורט (Gertrude von Le Fort), בנובלה "האחרונה בגרדום" (Die Letzte am Schafott, 1931), לעובדה היסטורית – מות הקדושים של 16 נזירות כרמליטיות (העשוי לכפר על החטאים של אחרים) בחודש האחרון של "הטרור הגדול" במהפכה הצרפתית. תוספת זו אומצה גם בעיבודים ספרותיים מאוחרים יותר של העלילה, כולל המחזה של ג'ורג' ברנאנוס (Georges Bernanos) "הדיאלוגים של הכרמליטיות" (1948), הבסיס לאופרה (1957) של פרנסיס פולנק (Francis Poulenc) שהוצגה לא מזמן במשכן לאמנויות הבמה בתל אביב. ◀

(Louis-François Jauffret) האב מצפה שהשומרים יבואו לקחת אותו; הוא מופתע כשקוראים לבנו ומייד מחליט להחליפו – כאן הבן הוא ער ונאנק מחוסר אונים. בגרסתו של הבן עצמו, נודע לו על ההקרבה העצמית של אביו רק למחרת ההוצאה להורג, כאשר כבר היה משוחרר מהכלא. גם האירוניה הטרגית של מותו של האב יום לפני תום תקופת הטרור לא נתנה מנוח ליוצרים: באופרה של ז'דין (Louis-Emmanuel Jadin), שנכתבה בדצמבר 1794, הזמן מתקצר: רובספייר נופל לא למחרת אלא באותו יום שבו שופטים את לואזרול, והקהל הנלהב משחרר את האב הגיבור לזרועות בנו.

המוטיב של הקרבה עצמית במקום אדם אחר הפך לטופוס ספרותי¹ כלומר לנושא בווריאציות שונות העובר מיצירה ליצירה ומשפה לשפה תוך כדי חציית הגבולות בין עמים.² סיפורו של לואזרול חצה את הגבול הימי לאנגלייה (במידה רבה בזכות קרליל) וכבש את דמיונם של סופרים רבים. ברומן "זנוני" (Zanoni, 1842) מאת הסופר האנגלי בולוור-ליטון (Edward Bulwer-Lytton) הגיבור מובל לגיליוטינה לא במקום בנו אלא במקום אשתו האהובה (וגם זה קורה ב-26 ביולי, ערב מעצרו של רובספייר, וגם במסגרת מכסה), וברומן המפורסם של דיקנס "בין שתי ערים" (1859) מחליף הגיבור את בעלה של אהבתו. היחסים מסתבכים עוד יותר ברומן של אלכסנדר דיומא האב (Alexandre Dumas) "האביר של מייזון רוז" (Le Chevalier de Maison-Rouge, 1845). בשלושת הרומנים האלה ההקרבה העצמית אינה אקט ספונטני אלא פרי תכנון סודי מדויק. הטופוס של הקרבה עצמית למען היריב במשולש האהבה הופיע גם במחזה של וילקי קולינס (Wilkie Collins) "עמקים קפואים". המחזה של ווט פיליפס (Watt Phillips) "הלב המת" מסתיים בהקרבה עצמית של הגיבור למען בנה של האישה האהובה.





כלפי הפוליטיקה של זהויות שמעדיפה נאמנות לקהילה מצומצמת (כולל התא המשפחתי) על פני האינטרסים של הכלל.⁵

תהינה הסיבות אשר תהיינה, בתחילת המאה העשרים הוחלף הטופוס של הקרבה עצמית למען הצלת חיי אחר בטופוס חדש: סיפור חיים בצל הידיעה שמישהו אחר מת במקומך, כאילו דיקנס היה כותב המשך ל"בין שתי ערים" שבו האיש שניצל בזכות ההקרבה העצמית של הגיבור צריך להמשיך ולהתקיים בתודעה מתמדת שעליו להיות גם הוא וגם אחר, לחיות בשביל שניים, ואולי לכבד את המת בניסיונות להידמות לו. גם הטופוס הזה חוצה גבולות של ספרויות לאומיות ומקשר בין עולמות. תכונות מסוימות של טופוס זה הופיעו בספרות כבר במאה התשע-עשרה, למשל ברומן "הארוסים" (1827) מאת אלסנדרו מנצוני (Alessandro Manzoni), שם צעיר חסר רסן הופך לנזיר צדיק מתוך חרטה על הריגתו אדם, והוא נושא את שמו של האדם שאותו הרג. מרכיב אחר קיים בסיפורים שבהם החולה מבריא, אך מי שטיפל בו במסירות נדבק במחלתו ומת ממנה, לדוגמה ברומנים "היורש של רדקליף" (1853) מאת שרלוט יאנג (Charlotte Yonge) ו"רות" (1853) מאת אליזבת גאסקל (Elizabeth Gaskell), ובסיפור "טיפוס" (1887) מאת אנטון צ'כוב. אך מכלול הנושאים הקשורים להישרדות במקום אחר פותח במלואו במאה העשרים, גם בכתיבה אוטוביוגרפית וגם בנרטיבים בדיוניים.

ב-1929 דמיטרי ליחצ'ב (Dmitri Likhachev), מדען סובייטי דגול בעתיד, בתחומי פילולוגיה ותורת האמנות, היה כלוא באחד ממחנות הריכוז הראשונים בברית המועצות, באיי סולובצקי שבצפון רוסיה. בימים ההם עדיין הותרו ביקורים

אף אם טופוס שוקע, אין שקיעתו מעידה בהכרח על היעלמותה מהעולם של התופעה שאותה הוא מייצג. מוטיב הבחירה המודעת בהקרבה עצמית במקום ולמען אחר ידוע היטב בספרות השואה. ב"צופן: אדמע" של ק. צטניק, למשל, מתחנן פני הצעיר לפני הקאפו שהעונש שהוטל על אביו – 25 מלקות – יוטל עליו במקום. הוא אינו שורד את המלקות (בזיכרונות של הרמן קהן, "האש והאור"³, מתואר אירוע דומה, אך שם הבן נשאר בחיים, כנראה משום שהמכות של הקאפו היו אכזריות פחות).

במציאות של ארצנו, ב-7 באוקטובר 2023 (השבת השחורה) היו מעשי גבורה והקרבה עצמית רבים למען הצלת חיי אחרים. בקיבוץ נחל עוז סגר שלמה רון בן 85 את אשתו, את בנותיו ואת נכדו בממ"ד והתיישב על כורסה בסלון ליצור רושם כאילו היה קשיש בודד; המחבלים ירו בו והרגו אותו ולא המשיכו בחיפושים בביתו. בקיבוץ ניר עם קפץ רב"ט מתן אברג'יל על רימון שזרקו מחבלים והציל את חבריו. אותו מעשה גבורה אירע גם בכפר עזה: נטע אפשטיין קפץ על רימון, ובכך הציל את אהובתו. וגם בנתיב העשרה כך הציל גיל תעסה את ילדיו. היו מעשים רבים כאלה גם במלחמות ישראל אחרות (למשל קפיצתו של רועי קליין על הרימון במלחמת לבנון השנייה) ובמלחמת העולם השנייה. אך הטופוס הספרותי של הפקה סודית, ארגון מורכב בידי הגיבור להחלפת הנדון למוות כבר איבד מקסמו, ונתפס כ"ספרותי מדי".

יש הטוענים שהעניין בסיפורו המכונן של לואיזול אבד במחצית השנייה של המאה התשע-עשרה בגלל החשדנות הצרפתית המודרנית כלפי ה"קומונוטריזם" (communautarisme),⁴ כלומר

בעמודים הקודמים: איוו 1. אברהם ז'ירדה, מסירות האב. מקור: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Le_Dévouement_de_Loizerolles,_père._Prison_Saint-Lazare,_rue_du_Faubourg_Saint-Denis,_10ème_arrondissement._D.3092.jpg

רדום כאשר המשמר קורא את שמו מרשימת הנדונים – הוא מנסה לקום ולהתייצב אך אינו מצליח. המשמר לוקח אדם אחר במקומו – מהנדס ממוצא גרמני ששמו דיקשטיין, הנועל מגפיים טובים שהמנצחים חפצים בהם. לגיבור לא נותר אלא לאמץ את זהותו של דיקשטיין כדי לשרוד – הטקסט אינו "מגלה" את שמו המקורי, גם לא לקורא. כל חייו אחרי השחרור, בכל הטלטלות הקשות שהוא עובר ועד מותו ב־1965, הוא מנסה להידמות למהנדס דיקשטיין, עד כמה שזה מתאפשר לאדם חסר השכלה. הוא רוצה להיות כמו דיקשטיין – מסודר, סולדי, שקט; הוא משתדל לחיות חיים של אדם חכם וטוב אם כי מקומו כמעט בתחתית המזון בחברה.

סקירה קצרה זאת נועדה להמחיש שתי תופעות שמבדילות טופוס מסתם נושא החוזר בספרויות לאומיות שונות: (א) מאסה קריטית, כלומר הכמות שעושה את ההבדל – על פי הגל (כמות ההופכת לאיכות) וגם בהקשר של פיזיקה גרעינית (כמות החומר הדרושה לפיצוץ), ו(ב) מה שלודוויג ויטגנשטיין קרא "דמיון משפחתי":⁶ במשפחה, אדומה ל־ב ו־ב דומה ל־ג, אך ג לאו דווקא דומה ל־א.

את התופעה הראשונה – מאסה קריטית – אדגים בכמה מהיצירות שמצביעות על קיומה של כמות מספקת של סיפורים המציגים את נושא החיים שהשתמרו אצל אחד על חשבון חייו של האחר.

אחת היצירות, משנת 1965, היא זיכרונות השואה של אלכסנדר דונט (Alexander Donat) – "מלכות החורבן" (*The Holocaust Kingdom*). שמו של המחבר, יהודי פולני, היה למעשה ברג. הוא החליף זהויות עם בחור בשם דונט שרצה להישאר במחנה שאותו ברג רצה לעזוב, כל אחד משיקוליו שלו. ההחלטות שלהם התגלו כגורליות: דונט האמיתי נספה, וברג ניצל. הוא שמר על שמו כדונט לכבוד הבחור שמת, וגם הוריש את השם הזה לבנו. ◀

בכל פעמיים בשנה: הורי אסירים יכלו לבקר שם את ילדיהם, אם עלה בידם להגיע למקומות המרוחקים שבהם מוקמו מחנות הריכוז. הם אפילו הורשו לשהות עם ילדיהם הכלואים בחדרים שכורים מחוץ למחנה. במשך ביקור כזה נודע לליחצ'ב שבלילה שבו בילה עם משפחתו באו לקחת אותו מתאו להוצאה להורג, ומאחר שלא מצאו אותו במחנה לקחו מישהו אחר במקומו, כדי להשלים את המכסה. הוא לא הצליח לגלות מי היה האיש הזה, אך כפי שכתב בזיכרונותיו, מאותו יום השתנו חייו – הוא הרגיש חובה לחיות חיים שלא יביישו את האלמוני שמת תחתיו.

נוסחת העלילה "רצו אותי אך לקחו מישהו אחר" חוזרת על עצמה, בצורות שונות, גם בסיפורי הגולג המעודנים של ורלם שלמוב (Varlam Shalamov). ניתן לפגוש אותה גם אצל פרימו לוי: בסיפורו על הסלקצייה האחרונה באושוויץ הוא, פרימו, ניצל אף שהיה תשוש. לתאי הגזים העדיפו לקחת את רנה (René), שהלך לפניו. רנה היה בחור צרפתי שכוחו עוד לא תש, אך הוא הרכיב משקפיים. פרימו תהה אם לא הייתה כאן טעות: שמא התבלבלו האס אס (SS) בין הכרטיסים שלהם, ולמעשה רצו אותו ולא את רנה.

היצירה המוקדשת כולה לחיים המשובשים, במציאות סובייטית, של אדם ששרד על חשבון אדם אחר יצאה לאור ברוסיה בתחילת הפרסטריוקה. זוהי הנובלה "הקפיטן דיקשטיין" (1990) מאת מיכאל קוראיב (Mikhail Kuraev). ב־1921 השתתף גיבור הסיפור במרד הימאים נגד הבולשביקים במבצר קרוונשטדט (Kronstadt) באי על יד פטרסבורג. כידוע, אחרי שהמרד דוכא לקחו המנצחים הבולשביקים מעין מעשר מתוך השבויים (דצימציה), למעשה יותר ממעשר – כי הוציאו להורג לא כל שבוי עשירי אלא הרבה יותר. הגיבור מוחזק עם עוד שבויים במחסן קר שכמה אנשים קופאים בו למוות. הוא חצי קפוא וחצי

זהות מושאלת, אחריות כלפי המת ושינוי בלתי הפיך של אופי וצורת החיים. המוטיב החשוב ביותר במכלול זה הוא שינוי הזהות. אסיים באזכור של עוד יצירה אחת המתרכזת בנושא זה – "המת הנחוץ" (*Le mort qu'il faut*) מאת חורחה סמפרון (Jorge Semprún) – הספר האחרון (2001) מתוך ארבעת הרומנים שלו על מחנה הריכוז בונוולד.

המספר האוטוביוגרפי כלוא במחנה נאצי זה, מחנה "בר מזל", כי מאז 1943 בערך נתפסו עמדות הכוח שבו בידי אסירים פוליטיים, בעיקר קומוניסטים, ולא בידי אסירים פליטים. כאשר מגיעה למשרד המחנה שאלה מברלין בעניינו של סמפרון, חושבים חבריו שחיי בסכנה ומחליטים שעליו להיעלם. הפתרון הוא החלפת זהויות עם מישהו שעומד למות בבית החולים באותו לילה. מתברר שז'ראר [כינויו של סמפרון במחתרת הצרפתית (ה-Resistance)] מכיר את האיש שנבחר להחלפה, שהוא כמעט הכפיל שלו. זהו פרנסואה (François), צעיר שאביו הפרו־נאצי בגד בו, בניגוד לאביו של פרנסואה לואזרול ובדומה ללוסיס ברוטוס (Lucius Junius Brutus) הרומאי (מן המאה השישית לפני הספירה), שדן שניים מבניו למוות בגלל תמיכתם ביריבו. אחרי שז'ראר מבלה את הלילה לצד פרנסואה הגוסס ושומע את מילותיו האחרונות (ואז נרדם ואינו שומע כשמוציאים את הגופה), מתברר שהחלפת הזהויות אינה נחוצה כי השאלה מברלין לא הייתה עוינת – מקורה בפנייה של אביו של ג'ראר לפקיד פרו־גרמני מתוך דאגה לבנו. כאן הכותרת של הרומן מקבלת משמעות חדשה: בני אדם אינם חלקי חילוף, המת הצעיר עדיין נחוץ לנו, ולז'ראר אחריות לשמירת דמותו.

לצערנו הרב, המחשבה הזו רלוונטית היום יותר מתמיד בשל האירועים של החודשים האחרונים. ■

לעומת זאת ביצירה בדיונית, הרומן "קאפו" (1987) מאת הסופר הסרבי אלכסנדר תישמה (Aleksandar Tišma), הגיבור הראשי, שהוא יהודי מומר, מאמץ את הזהות של קומוניסט קרואטי שנפטר בבית חולים של מחנה ריכוז, ובזהות זו מגיע לאושוויץ, שם הוא הופך לקאפו, לרוצח ולאנס. זהו היפוך של הטופוס: האיש בוגד גם במוצאו וגם במת שאת שמו הוא נושא. אחרי המלחמה הוא חוזר לזהותו האמיתית, אך עברו רודף אותו ולא ניתן לו מנוח.

היפוך רדיקלי עוד יותר של אותו הטופוס אפשר למצוא בסוף הרומן המפורסם והבעייתי של ג'ונתן ליטל (Jonathan Littell) "נוטות החסד" (*Les Bienveillantes*, 2006), שבו האירועים המרכזיים של השואה מסופרים מנקודת מבט של קצין האס אס שבוגד בכולם, כולל בידידו הטוב (גם הוא קצין האס אס) שאותו הוא הורג כדי לגנוב את תעודת הזהות שאותה החרים הידיד מעובד כפייה צרפתי.

התופעה השנייה – דמיון משפחתי של קבוצת יצירות מעולמות תרבותיים שונים (שלדעתי, שייכים למעשה לאותו עולם אחד, העולם שלנו) – היא החזרה של כמה וכמה מוטיבים על עצמם, רובם אך לא כולם, בכל יצירה ויצירה. כך הטופוס של הקרבה עצמית במקום אחר מתאפיין במוטיבים של אהבה רומנטית ואהבה בין הורים לילדים, של פרדה, של שבי, של מכסות הנדונים הנקבעות על ידי השלטון וזרועותיו, של שינוי אידאולוגי, של אומנויות, וגם של שינה עמוקה ושל יין. טופוס ההשרדות על חשבון האחר ירש חלק מן המוטיבים הללו, כגון דינמיקה משפחתית, אשמה וחפות, שבי, שינה וגם מכסות – הן מכסות הנדונים והן מכסות המזון הלא מספיקות במחנות ריכוז (התרחבותה של תופעת המכסות על סוגיהן השונים היא אחת הסיבות לעליית הטופוס של הישרדות במקום אחר ועל חשבון אדם אחר).⁷ עליהם נוספו נושאים אחרים, כמו ביטול האבל,

הערות ומקורות

- 1) על topoi בשירה אורופית ראו Curtius, 70–88.
Curtius, Ernst Robert, *European Literature and the Latin Middle Ages*, trans. Willard R. Trask, Princeton: Princeton University Press, 1990 [1953].
- 2) מוניקה פלודרניק מדגישה שניתן להבחין ב־topoi גם בנרטיב בפרוזה. ראו Fludernik, 38–42.
Fludernik, Monika, *Metaphors of Confinement: The Prison in Fact, Fiction, and Fantasy*, Oxford: Oxford University Press, 2019.
- 3) Kahan 133–134.
Herman, Kahan, with Knut M. Hansson, *The Fire and the Light*, trans. Dahlia Pfeffer, Jerusalem: Yad Vashem, 2006.
- 4) על הקשר שבין הסיפור של לואזורל לקומונוטריזם ראו Douthwaite, 129–130.
Douthwaite, Julia, "Martyrdom, Terrorism, and the Rhetoric of Sacrifice: The Cases of Marat, Robespierre, and Loiserolles" in Dominic Janes and Alex Houen (eds.), *Martyrdom and Terrorism: Pre-Modern to Contemporary Perspectives*, Oxford: Oxford University Press, 2014, 109–130.
- 5) לביקורת על דרישת הנאמנות האבסולוטית למסגרת חברתית הרחבה מתוך המסגרות שלהן משתייך הפרט ראו Harrison.
Harrison, Bernard, "Houyhnhnm Virtue," *Partial Answers* 1:1 (2003), pp. 35–64.
- 6) Wittgenstein, 32, §67
Wittgenstein, Ludwig, *Philosophical Investigations*, trans. G. E. M. Anscombe, Oxford: Blackwell, 1986 [1953].
- 7) על המנות היומיות הקטנות שמשמעותן גסיסה איטית מרעב כרוני, גם במחנות נאציים וגם בגולג, כותבים כמעט כל האסירים לשעבר. בספרו של יהודה (יולי) מרגולין (מרגולין 2013: 466–467) התופעה כמעט הופכת לנוסח מודרני של הדילמה המוסרית שבסיפור התלמודי על קיתון מים אחד שאינו מספיק לשניים (בבא מציעא ס"ב א). מרגולין, יהודה, **מסע לארץ האסירים**, תרגום מרוסית: עידית שקד, ירושלים: כרמל, 2013 [1952].

תודות

אני מודה לשלומית רמון־קינן ולג'רמי הותרון (Jeremy Hawthorn) על הערות בונות לגרסה מוקדמת של מאמר זה.

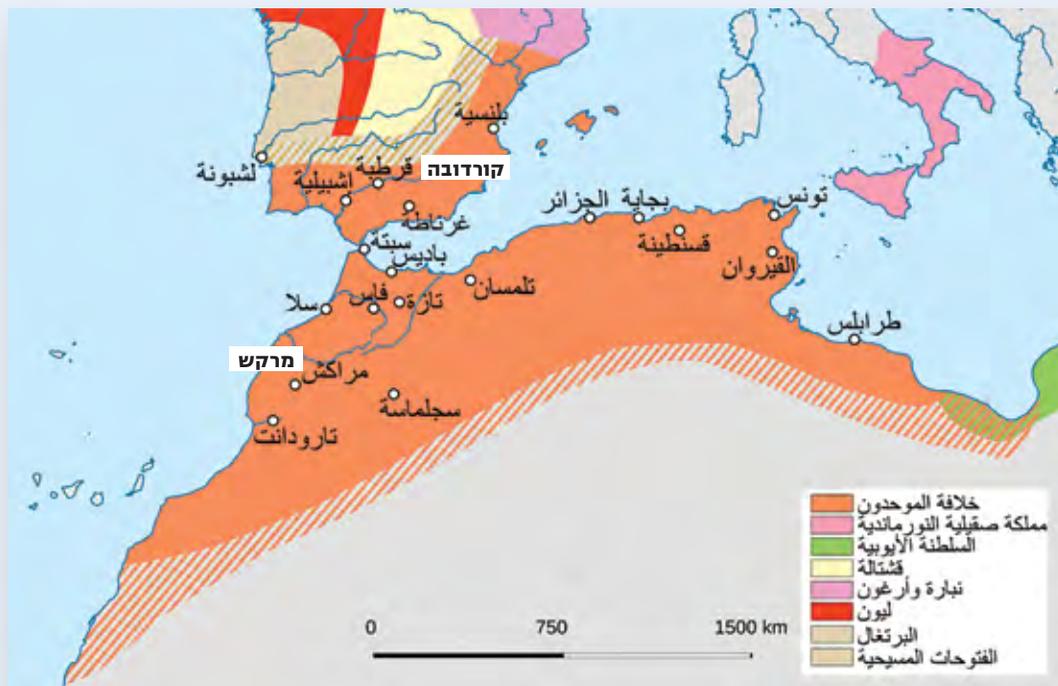
הפילוסוף, הג'רפה והפיל: היבטים גאוגרפיים של תולדות הפילוסופיה



מאת פרופ' שרה סטרומזה

שהתפרסמו, בעבר וגם היום, מתרכזים בהגותה של קבוצה דתית אחת או בזרם פילוסופי אחד ומסתפקים בניד ראש של הכרה לכיוון הקבוצות הדתיות האחרות והזרמים הפילוסופיים האחרים. גישה אינטגרטיבית, הוליסטית שתבחן את ההגות הפילוסופית בקהילות הדתיות השונות בתוך הקשר פוליטי עשויה להעלות תמונה שונה לגמרי. כמובן, הצגתה של מסכת רחבה וכוללת תבוא בהכרח על חשבון דיוק בפרטים: בהיותה מחליקה על פני היוצאים מן הכלל, היא "מעגלת פינות". אבל הפרספקטיבה שנותנת התמונה הרחבה מאפשרת לנו לראות קווי מתאר של התפתחות ולאבחן את הדינמיקה בין מרכיבי התמונה השונים. רק אז, אחרי שנאבחן את הדינמיקה ונסרטט את קווי המתאר, אפשר וצריך יהיה לחזור אחורה, לתקן את התמונה ולעדן אותה.

כשמדברים על תור זהב תרבותי בחצי האי האיברי בעת שלטון האסלאם (באזור המכונה לפעמים "ספרד המוסלמית" ושהערבים כינו אותו אלאַנְדְלוּס), התקופה משתנה על פי נושא הדיון. את הביטוי "תור הזהב של השירה", הערבית או זו העברית, נמצא לעיתים כשהוא משויך למאה העשירית או האחת-עשרה או אפילו למאה החמש-עשרה. לעומת זאת בתיאור של תור הזהב בפילוסופיה ערבית הדיון מתנקז, בדרך כלל, לכיוון המאה השתיים-עשרה ומתמקד בה ובפילוסופים מוסלמים השייכים לאסכולה האריסטוטלית. התיאור הסכמתי הזה, המסכם את עיקר הפילוסופיה באלאנדלוס כפילוסופיה מוסלמית, אריסטוטלית, במאה השתיים-עשרה, לא רק שאיננו שלם, הוא אף מצייר תמונה שגויה בעליל. גורם מרכזי לטעות היא העובדה שרוב המחקרים



איור 1. מפה – השושלת המוֹחַדית. 'Almohad dynasty map of Morocco. Wikipedia Commons, retrieved 6 Dec 2023 (Google maps)

האי האיברי מצפון אפריקה והדיחה שושלת בְּרִבְרִית אחרת, המְרַאבְטוֹן (או בשמם הלטיני Almoravids).

בשנת 1148 כבשו המוֹחַדוֹן את קורדובה, עירו של אבן רושד, והוא, כמו משכילים אחרים, גויס לשירותם והגיע לעמדות בכירות בחצר המוֹחַדית, כשופט וכרופא החצר.

האנקדוטה הראשונה התפרסמה פעמים רבות. היא מתחילה בתיאור פגישה בין אבן רושד לחליף המוֹחַדִי אבו יַעֲקוֹב יוֹסֵף (מ' 1184). בפגישה ניהלו השניים שיחה פילוסופית, והחליף מוצג בה כמתמצא בפילוסופיה וכמי שאינו נרתע מהעיסוק בשאלות טעונות מבחינה דתית, כמו שאלת בריאת העולם או קדמותו. לאותה שיחה יש המשך ישיר בפגישה אחרת, בין אבן רושד לפילוסוף המבוגר יותר אבו בְּרִבְרִית אבן טַפִּיל (מ' 1185),

דבריי כאן יתרכזו בשתי אנקדוטות מתוך פרשייה אחת מהמסכת הרחבה, פרשייה שאני מציעה לכוונה "מעשה בפילוסוף, בג'ירפה ובפיל", ותחילה אני מבקשת להציג את הנפשות הפועלות: גיבור העלילה הראשון הוא הפילוסוף המוסלמי אבו אלְוִלִיד אבן רֶשֵד (או Averroes, כפי שהיה ידוע באירופה הלטינית, 1126–1198), בן זמנו של הרמב"ם וכמוהו איש קורדובה, שמאז דנטה הוא מעוטר בתואר "הפרשן" בזכות מערכת הפירושים התלת-שכבתית שלו – פירושים סיכומיים קצרים, פירושים פְּרַפְרֶסְטִיים בינוניים ופירושים ארוכים – שכתב כמעט לכל אחד מספרי אריסטו. המערכת המפוארת הזאת, שנכתבה כמובן ערבית, תורגמה לעברית וללטינית והייתה לעמוד תווך של הפילוסופיה הלטינית (והעברית) של ימי הביניים באירופה. והדמות השנייה, אם אפשר לכוונה כך, הם המוֹחַדוֹן (או בשמם הלטיני Almohads): שושלת בְּרִבְרִית שהגיעה לחצי

בפיקטיביות של הפגישה הזאת לא הפכה משום מה לנחלת הכלל, ובעיקר לא עברה לחוקרי הפילוסופיה הממשיכים לצטט אותה אנקדוטה כהסבר למפעל הפרשני המרשים של אבן רושד.

החוקר המערבי הראשון שפרסם את סיפור המפגש בלשון אירופית היה ארנסט רנאן (Ernest Renan, 1892-1923), חוקר חשוב ומעניין בלי ספק, אבל מלחמותיו האישיות (עם רשויות הכנסייה הקתולית) ודעותיו הקדומות (בעיקר כלפי הערבים והאסלאם) השפיעו לא מעט על מחקריו. רנאן התוודע מן הסתם לראשונה לאבן רושד בלבדו הלטיני במהלך לימודיו כפרח כמורה לפני שעזב את הכנסייה ב־1845. האנקדוטה הזאת אפשרה לרנאן להציג מעבר של הפילוסופיה האריסטוטלית מהעולם המוסלמי לעולם הנוצרי כשהיא חופשייה מהחותם הקתול־סכולסטי שנטבע בה מאוחר יותר, להצניע את חלקם של הערבים במסירת הפילוסופיה האריסטוטלית ולהדגיש תחת זאת את תפקידם של המווחידון הַבְּרַבְרִים. בעיניהם של ממשיכיו של רנאן, חוקרים ספרדים או חוקרים צרפתים, שהמשיכו לצטט את האנקדוטה ולתרגמה, שירתה האנקדוטה הזאת את הרצון לצמצם את המרחק בין חופיו הצפוניים של הים התיכון לחופיו הדרומיים, בין שני צדדיו של מֶצֶר גִּיבְרַלְטֶר (כלומר בין ארצות אירופה לבין מושבותיהן). אבל בעיקר הציעה האנקדוטה פתרון לחידה לא פתורה והיא מה שנראה כהופעה פתאומית של פילוסופיה אריסטוטלית ברמה גבוהה בספרד המוסלמית במאה השתים־עשרה. לאור כל זאת, שאלת הסבירות ההיסטורית של האנקדוטה נדחקה הצידה.

ואולם האנקדוטה השנייה יכולה להאיר את האנקדוטה הזאת, את התפתחות הפילוסופיה בספרד המוסלמית ואת הקשרים עם צפון אפריקה, מזווית אחרת.

שהיה רופא החצר של החליף. תיאורה של השיחה ביניהם מושם בפיו של אבן רושד עצמו:

באחד הימים קרא לי אבו בַּכְּר אבן טַפִּיל ואמר: "שמעתי היום את החליף מתלונן על הצורה הקשה שבה מתבטא אריסטו, [ואומר]: ... הלוואי שיימצא מישהו שיסכם בקיצור את הספרים ויציג בצורה נגישה יותר את מה שאריסטו התכוון לומר בהם."

... אבן רושד אמר: "זה מה שהביא אותי לכתוב את הפירושים הקצרים שכתבתי על ספרי אריסטו".

יותר ממרכיב אחד של הסיפור איננו מתאים לעובדות כפי שהן מוכרות לנו ממקורות אחרים. אומנם אין ציון של תאריך לסיפור, אך ידוע לנו שאבן רושד החל לכתוב את פירושו הקצרים כבר ב־1158, כלומר ככל הנראה עוד לפני שזומן לחצרו של החליף ונכנס לשירותו. מכל הידוע לנו על פירושו של אבן רושד ברור שהם נבנו במחשבה תחילה כמפעל רב־שלבי ורב־שכבתי, וכאשר כתב את הפירוש הראשון לספר מן הספרים כבר תכנן את הפירושים הבאים לאותו ספר. תיאורו של המפעל כיוזמה של החליף הוא אפוא לכל היותר מהלך חֶצְרוֹנִי רגיל של ניכוס יוזמה מוצלחת קיימת וזקיפתה לזכות השליט.

האנקדוטה הזאת מופיעה במקור אחד בלבד, אצל עֶבְד אַלְוַאֲחַד אַלְמַרְאָכְשִׁי (1185-1250), שספרו נשתמר רק בכתב יד אחד. אלמראכושי, שכתב את הדברים בהיותו במצרים עבור קוראים הסמוכים על החצר האיובית, ניסה להצטייר כמי שמכיר מקרוב את המווחידון, ושילב בדבריו אנקדוטות כדי לשעשע את קוראיו. אפיון זה של כתיבתו ידוע זה מכבר, ומידת מהימנותו המוגבלת ידועה גם היא. ועם זאת ההכרה של חלק מההיסטוריונים

במקורות כסיבה הנסתרת, אך האמיתית, לנפילתו של אבן רושד:

אבן רושד חיבר ספר על בעלי החיים, שבו הזכיר סוגים שונים של בעלי חיים ותיאר כל אחד מהם. כאשר הזכיר את הג'ירפה, הוא תיאר אותה ואמר: "וראיתי ג'ירפה אצל מלכם של הַבְּרַבְרִים" כלומר אלמנצור. כאשר הגיעה השמועה הזאת לאלמנצור, חרה לו הדבר, וזו הייתה אחת הסיבות לנקמתו באבן רושד ולהרחקתו.

אחרי ששירת את המווחידון במשך שנים כשופט וכרופא חצר, סר חינו של אבן רושד בעיני החליף. ב-1197 ספרייתו הוחרמה, והוא נשלח לגלות בלוֹסְנָה (שנבחרה אולי כתוספת השפלה, בשל היותה מזוהה כמרכז יהודי). המקורות מספקים כמה הסברים לנפילתו של אבן רושד, וכנראה היה זה צירוף של כמה גורמים, ובהם הכישלונות החוזרים במלחמה עם הנסיכויות הנוצריות בצפון חצי האי האיברי ובעקבותיהם התחזקותם של גורמים אורתודוקסיים עוינים לפילוסופיה, ובוודאי גם מתחים וקנוניות בתוך החצר המווחידית. לצד הסברים אחרים מופיע גם ההסבר הזה, המוצג



איור 2. אלקזיני, זכריה אבן מחמוד, 1203–1283 (הג'ירפה נראית באמצע העמוד הימני). מאוסף הספרייה הלאומית בירושלים (Jer NLI Ar). 1113, p. 124. תרגום טורקי מאויר 1659



איור 3. שרידי המסגד של טנמאל בהרי האטלס, הידוע כמסגד של עבדאללה אבן תומקת (1080–1128), מייסד התנועה המווחיידית (אף שנבנה בידי יורשו עבד אלמאמן [1094–1163]). המסגד נמגע קשות ברעידת האדמה שאירעה ב־9 בספטמבר 2023 (התמונה צולמה ב־2011). צילום: פרופ' שרה סטרומזה

פיקטיבי, הוא מתאר מתח בין הפילוסוף לחליף ומקשר את המתח למוצא הברברי של השושלת המווחידית. אם הסיפור נכון, הוא משקף את המודעות הלא-מצונזרת של אבן רושד למוצא זה ואת רגישותו של החליף לאזכרתו, ואם הסיפור פיקטיבי, הוא מעלה על פני השטח את המודעות של מספר הסיפור לרגישות הנושא. מבחינת החליף, הזכרת מוצאו הברברי איננה רק עזות פנים אלא גם *lèse majesté*, פשיעה במלכות ממש, משום שהיא מתעלמת מאילן היוחסין שבנו לעצמם המווחידון, אילן יוחסין ערבי המצדיק את טענתם לחליפות. סביר להניח שאבן רושד מצידו לא התכוון לקרוא תיגר על הלגיטימיות של החליפות המווחידית, והסיפור אינו מייחס לו כוונה כזאת. הוא מתואר כמשיח לפי תומו, ונראה שההצבעה על מוצאם הברברי של המווחידון הייתה מבחינתו ציון עובדה פשוטה וידועה. עם זאת ציון עובדה זאת כלאחר יד מסגיר את תחושתו העמוקה בדבר זרותם של המווחידון: הם לא משלנו.

הסיפור המייחס לאבן רושד פליטת קולמוס לא דיפלומטית המסגירה את מודעותו לנבדלות האתנית שבינו לבין המווחידון, מעלה על פני השטח את העובדה שלפעמים החוקרים נוטים לשכוח: שבין צפון אפריקה לאלאנדלוס – ספרד המוסלמית – מפריד מצר גיברלטר. למרות רוחבו – פחות מ-15 ק"מ בנקודה הצרה ביותר – המצר מסמן חיץ בין שני עולמות תרבותיים, קרובים אך שונים, וההבדל הזה נשמר גם כאשר שתי גדות המצר היו נתונות בשלטון פוליטי אחד. בעולמו של אבן רושד העובדה הגאוגרפית הזאת הייתה נוכחת מאוד וקשורה קשר הדוק לזהות האתנית השונה משני צידי המצר. בפירוש הקצר שכתב על המטאורולוגיקה של אריסטו הזכיר אבן רושד את "הים שאצל פסלי הרקולס, כלומר הים אשר דרכו עוברים מחצי האי של אלאנדלוס לארצם של הברברים".

שלא כסיפור הקודם, המופיע רק במקור מפוקפק אחד ובכל זאת התייחסו אליו החוקרים ברצינות, הסיפור הזה מתועד במקור נוסף, אצל היסטוריון הרפואה אבן אַבִי אַצִיבְעָה (מ' 1270), הנחשב בדרך כלל מקור מהימן, ובכל זאת מתייחסים אליו בדרך כלל כמעט כאל בדיחה – אולי בגלל הג'ירפה. קצת קשה לאמת אותו: הסיפור מתייחס לפירושים שכתב אבן רושד על שלושת ספריו הזואולוגיים של אריסטו ושקובצו תחת השם "ספר בעלי החיים". בכתביו הזואולוגיים של אריסטו אין הג'ירפה מופיעה כלל. את הפירוש הזה כתב אבן רושד כבר בשנת 1169, כשהחליף אלמנצור, הלא הוא אבו יוסף יעקוב (1160–1199), עדיין היה ילד, אך תאורטית ייתכן גם שהשמועה על קיומו של המשפט שהעלה את חמתו הגיעה אליו שנים לאחר שנכתב. המקור הערבי של פירושו זה של אבן רושד לא נשתמר, ובתרגומים העבריים והלטיניים (שאינו לדעת על איזו גרסה של הספר התבססו) אין אישוש לסיפור המעשה. בתרגום העברי שהכין יעקב בן מכיר אבן תיבון במאה הארבע-עשרה מופיע ניסוח שונה, המציין את תחומי שלטונו של המלך ולא את מוצאו: "ראיתי אותה [= את הג'ירפה] במדינת המלך המושל היום ארץ הברבר ועל רוב ארץ אנדלוס". מבחינה זו ניכרים דברי אמת: אחרי נפילת האימפריה הרומית לא הכירו באירופה המערבית את הג'ירפה; פריטים מעטים הגיעו לספרד ולאטליה רק במאה השלוש-עשרה.² סביר שהמקום היחיד שבו היה אבן רושד יכול לראות ג'ירפה אכן היה בחצר החליף, במרקש, שבה ביקר פעמים מספר, ועל כן אפשר להבין מדוע ראה לנכון להזכיר שזכה לראות יצור מופלא זה במו עיניו ולציין את המקום שבו ראה אותו. אך בניסוח זה, המסיר את העוקץ האתני, אין כדי לאשר את הסיפור הקושר את הג'ירפה לנפילתו של אבן רושד.

ואולם ערכו של הסיפור אינו תלוי באמיתותו, שכן בין שהוא נכון היסטורית ובין שהוא

90

לכן נגאית חסוד וחפוד דוד. כא. או לוזק כיון יארא פי ולان פנילה
 פרצת בולוב קתל אידר. סוכי גברי כפי דקלדז. סבי סדא סנד משא ברדז. נאזיב
 פבול אידר. גרו שטי פימ אידר. אحوאל חנק וחרב انواع חבלה יר קאד דוד **אחמק**
 פחי גרא מדז. פעלי אכני גאי ר קודי. ביעי חלא לז **אחואס** פיל פולא גני וסחנד
 רכסנד יר גרלס ברעפנד או גי בוי זין קוד עז. מרר פיי רסא וז רינד אויך קוד חלא
 או לנד דפע אידר. שחטי גזא אירא אידר. סוכי כפי גי וז רינד פעלסנד סוכי אידר
 גאגי ברא גאז או זר ינד פעלסנד או לנסנד מיוה וירמז. חלדי או זר ינד מנשח גלוס
 אידר שחטי קידר. זילי בנפ דז הם וירלסנד סתא מרצנד דפע אידר. עוזנד זילנד
 קוד רינד אידר חמל או לז. ולאיט הנד פא חשרי קנד ולוד קוד רז וז לר. **ואללה**

פניק סורק



פאסמ סנגאב קינדז. פרוי סנגאב דן لطيف ודי פימנדז. כארא יאמ ספינד
 קיזר. טביעי נאר דוד. פחי סנגאב קי סלא לז. סכא אידר פא קוד קי חמי ברא פענדז
 דפע אידר גימיה או זר ינד או זר. נא חסוד סמי רעבד נאפענדז **פניק סורק**

איור 4. אלקזיני, זכריה אבן מחמוד, 1203–1283. מאוסף הספרייה הלאומית בירושלים (Jer NLI Ar. 1113, p. 94). תרגום טורקי מאויר 1659

אפריקה תאולוגיה רציונליסטית בגרסה הדומה לזו של האסכולה האשכנזית, כפי שמפתחים אותה המווחידון; בתקופה אחרת – מהמאה העשירית – התפשטה בצפון אפריקה הפילוסופיה הנאופלטונית, שקודמה על ידי השושלת הפאטמית, השיעית-אסמאעילית; בכל התקופות, מהעת העתיקה ועד היום, קיימת מסורת איתנה של הערצת קדושים וצדיקים, שבאסלאם היא בסיס פורה להתפתחות תנועות צופיות. לעומת זאת פילוסופיה אריסטוטלית לא התפתחה בצפון אפריקה בשום שלב. העדויות המעטות להתעניינות במסורת האריסטוטלית בצפון אפריקה הן חריגות, והבולטות שבהן מתקשרות ליהודים, ולא דווקא יהודים שוכני המקום אלא מי שעברו דרך צפון אפריקה ולא נאחזו בה.

המרכיב האחרון הזה – היהודים – שאליו מתייחסים בדרך כלל כשולי לסיפור המרכזי של הפילוסופיה המוסלמית, הוא למעשה גורם מרכזי בהתפתחות הפילוסופיה בחצי האי האיברי מראשיתה. במאה העשירית התמודד השלטון האומי של אלאנדלוס עם כוחם המתחזק של הפאטמים השיעים-אסמאעילים שנאחזו בצפון אפריקה. ההתפשטות הפוליטית הפאטימית נעצרה במצר גיברלטר, אך התעמולה הפאטימית עברה את המצר, והפילוסופיה – בעיקר פילוסופיה נאופלטונית, ובעקבותיה כל פילוסופיה – נחשדה כמכשיר לתעמולה זו או כמושפעת ממנה, וצונזרה, לעיתים בברוטליות. היחס החשדני של השלטון המוסלמי כלפי הפילוסופיה נמשך כמאתיים שנה, ועד שלהי המאה האחת-עשרה הסתכם העיסוק בפילוסופיה באלאנדלוס (או לפחות העיסוק הגלוי שמשאיר עקבות ברורים) בעיקר בשלבים המכונים, כמו לוגיקה, ורק מלומדים מוסלמים מעטים התקדמו והגיעו לעסוק גם בפיזיקה או במטפיזיקה. גם המיסטיקה באלאנדלוס הייתה חשודה מאותן סיבות, ונרדפה, והתוצאות היו דומות לאלה של הפילוסופיה. ◀

וכאן אנו מגיעים לפיל, אותו פיל שבסיפור ידוע אחר ארבעה עיוורים ניסו לתארו, וכל אחד מהם תיאר איבר אחד שלו, אך תיאור נכון של הפיל דורש כמובן התייחסות לכולו. המחקר על השושלת המווחידית נבנה במידה רבה בידי חוקרים אירופים, רבים מהם ספרדים. במחקרם של כמה חוקרים בני המאה התשע-עשרה נוסף גוון נוצרי מובהק, אבל גם חוקרים שכתבו במחצית השנייה של המאה שעברה ובראשית המאה הנוכחית, ובהם חוקרים שאינם דתיים כלל, בחנו ובוחנים את השושלת מנקודת הראות האירופית. מזווית ראייה זו, אבן רושד, שהוא הבסיס למסורת הפילוסופית האַבְרָואיסטית של ימי הביניים, הוא גיבור תרבות אירופי מרכזי, ושירותו אצל המווחידון מתפרש כעדות להכרה של המווחידון בחשיבות הפילוסופיה וכסימן להשתלבותם במסורת הפילוסופית הספרדית.

אבל כפי שהעיר אבן רושד, המווחידון אכן היו שושלת בְּרִבְרִית, צפון-אפריקאית, שמרכז חייה (בלשונו היום) לפני שכבשו את אלאנדלוס היה בצפון אפריקה ונשאר שם גם לאחר מכן. כשבוחנים את עולמם האינטלקטואלי מזווית הראייה הזאת – מדרום צפונה ולא להפך – אפשר לראות עד כמה שולית הייתה הפילוסופיה האריסטוטלית בעולמם.

ההצגה של החליף המווחידי כמתעניין בפילוסופיה אריסטוטלית התאימה למי שבא לבחון את התפתחות הפילוסופיה במישוש החדק האירופי, אבל כשעוברים את המצר ובוחנים אותה התפתחות במישוש הרגל הצפון-אפריקאית, מתקבלת תמונה שונה מאוד. אם נבחן ביעף את התפתחות ההגות הפילוסופית בצפון אפריקה נראה שבתקופה מוקדמת יחסית של השלטון המוסלמי (במאות השמינית והתשיעית) הגיעה אליה התאולוגיה הרציונליסטית (בגרסה האיבאדית או בגרסה של האסכולה המועתזלית); לאחר מכן (במאה השתים-עשרה) התבססה בצפון

מתברר אפוא שמבחינתו של אבן רושד, הרעיון שהמוחידון הַבְּרָבְרִים הם שקבעו את סדר היום הפילוסופי באלאנדלוס מופרך מעיקרו ומנוגד לאקולוגיה התרבותית הטבעית כפי שהוא ראה אותה. אך גם בלי לאמץ את תפיסת האקלימים, יש לומר שהכרונולוגיה של התפתחות הפילוסופיה האריסטוטלית באלאנדלוס מאשרת את הרגשות של אבן רושד שפילוסופיה אריסטוטלית באלאנדלוס התפתחה בלי תלות ביוזמות של השליטים הַבְּרָבְרִים; היא נמצאה במגמת עלייה לפני בואם של המוחידון, והם אפשרו אותה בדרך כלל, אך נשאר זרים לה.

הפריחה הפתאומית כביכול של פילוסופיה אריסטוטלית בחצי האי האיברי במאה השתיים-עשרה דורשת אפוא הסבר אחר, ועל ההסבר הזה לכלול את הקהילה היהודית. כשמצרפים את היהודים לתמונה, מתברר שבניגוד להכללה הנפוצה שבה פתחנו, רוב הפילוסופים באלאנדלוס אינם מרוכזים במאה השתיים-עשרה, אינם אריסטוטלים, והם לאו דווקא מוסלמים. במאות העשירית והאחת-עשרה בולטת באלאנדלוס דווקא הפילוסופיה הנאופלטונית. חלקם של היהודים בהתפתחות הפילוסופיה באלאנדלוס הוא חשוב ועולה על כל פרופורציה לחלקם באוכלוסייה. אומנם קשה לבסס הערכות דמוגרפיות באשר לתקופה שבה עסקינן, אבל גם לפי ההערכות הנדיבות ביותר לא היו היהודים יותר מחצי אחוז מן האוכלוסייה. נוכחותם של היהודים בפילוסופיה היא אפוא בלי שום יחס למספרם באוכלוסייה. מנגד, בולט לעין היעדרם הכמעט מוחלט של נוצרים באיבריה המוסלמית מהעיסוק בפילוסופיה. אבל זו כבר רגל אחרת של הפיל, שדורשת דיון אחר. ■

לעומת זאת אצל היהודים בספרד התמונה הייתה שונה לחלוטין. השלטון המוסלמי לא התעניין בעולמם התרבותי, ועל כן אותה השפעה נאופלטונית לא צונזרה אצלם. בתקופה זו אנו עדים לפריחה של הפילוסופיה אצל יהודים, ברובה הגדול בהשראה נאופלטונית, אם כפילוסופיה מורכבת (כמו "מקור חיים" של אבן גבירול [מלגה, 1022-1058 לערך]), אם בהגות פילוסופית-מיסטית בעלת גוונים פִּיאָטִיסְטִיים (כמו אצל אבן פקודה איש סרגוסה [1050-1120 לערך]).

בניגוד לפילוסופיה הנאופלטונית, שהגיעה במידה רבה מצפון אפריקה, הפילוסופיה האריסטוטלית התפתחה באלאנדלוס בעקבות ייבוא של ספרים מהמזרח והבאת מלומדים משם. היא התפתחה בגבולות חצי האי האיברי לא כתופעה מְגֵרְבִית אלא כתופעה ייחודית אנדלוסית. למוחידון, שושלת בְּרָבְרִית שנשארה מעוגנת בצפון אפריקה, ושאימצה תאולוגיה רציונליסטית בהשפעת הזרם האשערי, לא היה כל חלק בהתפתחות הזאת.

את ההערכה שבתחומי המדעים (במובן האריסטוטלי, כלומר כולל פילוסופיה) ההשפעה תמיד הייתה של יושבי חצי האי האיברי על הַבְּרָבְרִים ולא להפך, הביע אבן רושד במפורש באותו פירוש קצר למטאורולוגיקה של אריסטו שהוזכר לעיל. לדבריו, התנאים הסביבתיים באזור (או "אֶקְלִים") של חצי האי האיברי דומים לאלה שהביאו בעת העתיקה ביוון להתפתחות המדעים בכלל והפילוסופיה בפרט. לטענתו, כל מי שהיגר אל חצי האי האיברי – הערבים תחילה ואחריהם הַבְּרָבְרִים – הושפע, בחלוף הזמן, מתנאי המקום, "ועל כן נפוץ בקרבם העיסוק במדעים".

מקורות

1) מפה - השושלת המווחידית. Retrieved 6 Dec 2023. Wikipedia Commons, retrieved 6 Dec 2023. {Google maps} https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Maps_of_the_Almoahad_Caliphate#/media/File:Almoahad_dynasty_of_Morocco-ar.svg

2) מעדויות להיכרות עם הג'ירפה בעת העתיקה ובסופה מתברר שגם אז היה זה מאורע נדיר. ראו למשל, Peter Brown, "Charged Wonders: An exhibition at the Metropolitan Museum of Art aims to give voice and density to the Christian cultures in Africa with which Byzantium interacted over the many centuries of Late Antiquity and the Middle Ages." *New York Review of Books*, February 8th, 2024. <https://www.nybooks.com/articles/2024/02/08/charged-wonders-africa-and-byzantium/>

תודות

תודתי לאיילת רובין ממחלקת האוספים של הספרייה הלאומית על עזרתה באיתור איורים ומפות, לדוד וירמר (David Wirmer, University of Cologne) ולטאמאס ויזי (Tamás Visi, Palacky University, Olomouc) על עזרתם בבחינת התרגום העברי לפירושו של אבן רושד.

"בני אנוש תחת דיכוי": על פוליטיקת הבושה של משה מנדלסון



מאת פרופ' שמואל פיינר

היהודי הספרדי עמנואל מנדס ד'אקוסטה (Emanuel Mendes da Costa, 1717-1791), המומחה למינרלים, לצדפות ולמאובנים, נבחר לחבר האקדמיה המלכותית האנגלית למדעים. אלא שהמלך פרידריך השני (1712-1786) התנגד למינויו של מנדלסון. הוא הטיל וטו על המינוי בעצם התעלמותו מהפנייה ובסירובו לחתום. רגשותיו של מנדלסון בעניין היו מעורבים: גאווה על שהמלומדים של פרוסיה בחרו בו מחד, ואכזבה מהמחסום ששם בדרכו המלך מאידך. במכתב לידיד יהודי הוא כתב:

האקדמיה בחרה בי לחבר והמלך לא
אישר את הבחירה.

לצד זאת הוא הוסיף וכתב כי יכול להיות מצב גרוע ומביש יותר – לקבל את אישורו של המלך אבל להידחות כלא ראוי בידי הפילוסופים.

בפרוואר שנת 1771 נבחר משה מנדלסון (1729-1786) לחבר באקדמיה המלכותית של פרוסיה בברלין. במכתב ששלח לו יוהן זולצר (Johann Georg Sulzer, 1720-1779), מתמטיקאי, מפתח התאוריה על האומנות והאסתטיקה ואחד החשובים בפילוסופים של המאה השמונה-עשרה, ומי שהציג את מועמדותו של הפילוסוף היהודי בן הארבעים ושתיים, הוא כתב:

האקדמיה המלכותית הנחתה אותי להודיעך
שהיא מבקשת למנות אותך לחבר בסקציה
הפילוסופית... אם אין לך התנגדות לבקשה,
ההצעה תימסר מחר [לאישור] המלך.
בבקשה אמור לי אם תסכים. לקבל אותך
כעמית יהיה לי לעונג רב.

התקדים היחיד בעולם למינוי מהסוג הזה התרחש 25 שנה קודם לכן בלונדון, כאשר המלומד



איור 1. פרידריך השני, מלך פרוסיה. צייר: אנתוני פנה (Antoine Pesne), 1739 בקירוב.
מקור: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Friedrich_der_Grosse_als_Kronprinz_\(Pesne_und_Werkstatt\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Friedrich_der_Grosse_als_Kronprinz_(Pesne_und_Werkstatt).jpg)

מאז הופעתו הראשונה על הבמה הציבורית באמצע המאה השמונה-עשרה היה מנדלסון עסוק במיזם אחד גדול והוא התגברות על הקנאות הדתית. היה זה מאבק על עקרונות הנאורות והוא בא לידי ביטוי בין היתר ב"פוליטיקה של בושה". הבושה היא רגש אנושי המוכר לנו משחר ההיסטוריה האנושית

(ראו פרשת בראשית), ואחת הדרכים להבין את מנדלסון, נוסף על דרך הגותו והביוגרפיה שלו, היא להקשיב לו ברגישות ולעקוב בזהירות ובעדינות אחרי מצבי רוחו. דרך זו להבנתו היא משימה של ההיסטוריה התרבותית במובן הרחב ושל ההיסטוריה של הרגשות במובן הספציפי יותר, במיוחד להיסטוריון שמבקש לגעת קרוב ככל האפשר במה שהתרחש בעבר.

הבושה, שפרויד ראה בה רגש מודע שמתפתח באגו כמנגנון הגנה,

נעשתה, בעיקר בעשור האחרון, מובנת ככלי פוליטי. פוליטיקת הבושה מתפתחת בהקשרים של רשתות חברתיות, של ביוש (שיימינג) ושל תעמולה פופוליסטית, והיא נושא למחקר ולדין בעיקר במדע המדינה ובתקשורת. אבל מה שארגוני זכויות אדם למשל עושים כפוליטיקת הבושה העכשווית – מחאה נגד מדיניות פוגענית, מנגנון לגיבוש נורמות מוסריות ודמוקרטיות, הטלת האחראיות על פגיעה בנורמות הללו על האדם היחיד – היא התפתחות המאבק נגד עריצות וקנאות שנולד במאה השמונה-עשרה

בהקשרה של הנאורות. הביקורת ההומניסטית של הנאורות הפכה מעשים, מדיניות וחוקים ללא ראויים, וזכויות אדם ואזרח הפכו, כפי שמוסח בהצהרת העצמאות האמריקאית, למובנות מאליהן. משה מנדלסון היה אחד מאותם לוחמי זכויות שהשתמשו באותה פוליטיקת בושה,

בעיקר כדי להעמיד מראה מול מי שגרמו עוול מתמשך לו אישית ולאומה היהודית בכלל. מטרתו בפוליטיקת הבושה הייתה לעורר תחושות אשמה ולקרוא לתיקון.



איור 2. דיוקן של משה מנדלסון. צייר: אדריאן צינג (Adrian Zingg), 1776. המוזיאון היהודי בברלין, דרך JRSO. צילום: @ מוזיאון ישראל

מנדלסון לא היה אופטימי מטבעו, ובדרך כלל הוא הטיל ספק במה שמבחינתו של בן זמנו עמנואל קאנט (1724-1804), למשל, היה עקרון היסוד של הנאורות ושל האתוס של המודרניות – יכולתם של בני האדם כיצורים תבוניים להשתנות, לדחות דעות

קדומות ולהשתחרר מתלות במייצגי סמכות ומסורת. אמונתו בעתיד שבו אמות המידה של ההומניזם, של המוסר ושל התבונה הם שינחו את בני האדם הייתה אמונה כמעט משיחית, אבל תקוותו הריאלית לראות זאת בזמנו הייתה קלושה. דווקא התודעה החריפה והמייאשת של מעמדו האזרחי כיהודי הנתון לדיכוי התנגשה שוב ושוב עם חלומותיו. יותר מכול הוא היה מודאג מכך שמתחת לכל אבן ממתינה ה"ברבריות" להזדמנות להרים ראש ולכבול את האדם בכבלי הכפייה הדתית והדיכוי האזרחי.

הקהילה היהודית בשווייץ במאה השמונה-עשרה הייתה קטנה מאוד. רק חמש מאות יהודים חיו אז בשני הכפרים הללו שבקנטון ארגאו סמוך לגבול גרמניה. הם עסקו בעיקר בסחר סוסים, התפללו בשני בתי כנסת אך נקברו בבית קברות אחד, באמצע הדרך בין שני הכפרים. אחת לכמה שנים הם נדרשו לחדש את מכתבי החסות שקיבלו, ובשנת 1775 הייתה מדיניות להגביל את זכות הנישואין. במכתב נרגש ליוהן קספר לוואטר (Johann Caspar Lavater, 1741–1801), כוהן דת מציריך, בר-פלוגתא של מנדלסון ומפתח תורת הפיסיוגומיה, כתב מנדלסון:

הייתי מאוד מקווה שאוכל להבטיח את שלום אחי ושאתה תוכל באמצעות השפעתך... ובשל יחסי הידידות ששוררים בינינו, להפריך את המושגים המוטעים. אני מפציר בך, ידיד אדם יקר, שתבין ללבם של בני אנוש שתחת דיכוי.

מנדלסון טען בשם ההומניות. בשורות המכתב טמונה זעקה שפורצת מתחושות הבושה. למעשה, לוואטר שמע ממנדלסון דברים דומים גם בוויכוח ביניהם שש שנים לפני כן, כאשר הזכיר לו באותה תחושה מעורבת של בושה וזעם שציריך סגורה בפני אדם כמותו משום שהוא נימול, ועל כן פעורה ביניהם למעשה תהום אזרחית.

כמו בשווייץ גם בדרזדן שבסקסוניה הייתה הקהילה היהודית קטנה למדי: כתשע מאות יהודים בלבד, שהתפרנסו ממסחר יד שנייה ומרוכלות. מנדלסון פנה לעזרתו של היועץ לנסיך הבוחר של סקסוניה פרידריך וילהלם פון פרבר (Friedrich Wilhelm von Ferber, 1732–1800) ושאל כיצד זה ייתכן שיהודים מגורשים, במאה השמונה-עשרה הנאורה. איזו בושה! לאן ילכו האומללים הללו? עליך לדעת שעבור יהודי אין עונש קשה מזה.

בחורף 1782 נסחף גם הפילוסוף החשדן הזה בהתלהבות גדולה:

השבח להשגחה רבת החסד, שאפשרה לי בערוב ימי לחוות את העת המשמחת הזו, שבה האנשים מתחילים סוף סוף לאמץ אל ליבם ולממש את הזכויות האנושיות במלוא היקפן.

בינואר התפרסם בווינה “צו סובלנות”, חתום בידי הקיסר יוזף השני (1741–1790), ועורר ציפיות ותקוות גדולות לשחרור היהודים מהגבלות באימפריה ההאבסבורגית. ידידו כריסטיאן וילהלם פון דוהם (Christian Wilhelm von Dohm, 1751–1820) פרסם את תוכניתו לשיפור מצב היהודים שייעשה ביוזמת המדינה. גוטהולד אפרים לסינג (Gotthold Ephraim Lessing, 1729–1781) ידידו פרסם זמן-מה לפני כן את המחזה “נתן החכם” (1779), שהציג אפשרות של מפגש בין-דתי – יהודים, מוסלמים ונוצרים – על בסיס ההכרה באדם באשר הוא אדם. מנקודת מבטו, בבירת פרוסיה בעת שלטונו של פרידריך השני הוא זיהה אז את הבשלתם של כמה תהליכים שמשמעותם ההיסטורית היא לדעתו כה מרחיקת לכת עד שאולי בכל זאת דובר בשינוי מהפכני.

אבל עשור אחד קודם לכן עדיין לא נראו הסימנים האופטימיים הללו באופק. שני אירועים קטנים יחסית פותחים חלון אל עולם הרגשות של מנדלסון ומאפשרים לראות את פוליטיקת הבושה שלו. בשנים 1775 ו-1777 הוא הצליח לגרום לביטולם של צווים נגד קהילות יהודיות: הראשון להגביל את מספר היהודים בשני הכפרים הקטנים אנדינגן ולנגאוו שבשווייץ, והשני לגרש את יהודי דרזדן שבסקסוניה. מנדלסון היה פגוע עד עמקי נשמתו לנוכח העוול. הוא חש מושפל וראה בהתנכלות ליהודים בושה לאירופה ולמין האנושי.



איור 3. מנדלסון מארח בביתו את לטינג ואת לוואטר, 1856. צייר: מוריץ אופנהיים
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mendelssohn,_Lessing,_Lavater.jpg מקור:

את הונאת הלקוחות, יהפכו לבן דמותו המופתי של הגיבור הבדוי של לסינג. במנדלסון התעוררו זעם ובושה. כל עוד המחיצות התרבותיות בין היהודים לנוצרים הותירו את היהודים בתחום השיח הפנימי, הרחק מדעת הקהל הכללית, כמעט שלא הייתה קיימת האפשרות או הנחיצות של תגובה במקרים של הפגנת עוינות כלפי היהודים. אולם לאחר שאינטלקטואל יהודי התקבל לחבורת המלומדים והשתלב בשיח שלהם, נוצרו הן האפשרות, הן הציפיות והן הדחף להיכנס לעימות פומבי ולהגיב, ודווקא בשפה ובלקסיקון של הנאורות. זה היה אתגר שרק יהודי שכבר יצא מן השוליים אל מרכז ההתרחשויות בעולם הספר והרעיונות היה יכול להיות רגיש לו ולהחליט להתמודד עימו. במאמר התגובה האנונימי של מנדלסון הוא אמר מילים נוקבות:

מחשבות שכאלה גורמות לי להסמיק מבושה... איזו השפלה היא זו לאומתנו המדוכאת! איזה בוז גדול! המון העם הנוצרי תמיד ראה בנו את זוהמת הטבע, את הרעה החולה של האנושות, אך מאנשים מלומדים הייתי מצפה לשיפוט הגון יותר.

היה אפשר להשלים עם גורל מר כזה ואפילו לשאת את חשיפתנו ללעז ולבוז מצד העולם, אך זו בושה גדולה למנוע מאיתנו את האפשרות לרכוש את המידות הטובות.

פוליטיקת הבושה של מנדלסון לא הייתה רק מגננה יהודית כלפי חוץ, אלא גם שימשה ביקורת חריפה על הקהילה היהודית. אחד הביטויים לכך היה מאבק שמנדלסון ניהל לביטול סנקציית החרם שבמשך מאות שנים אפשרה להנהגה היהודית לפקח על חבריה ביעילות יחסית. בעיני מנדלסון החרם נתפס כענישה מביישת, שרירותית, משפילה ופוגעת בזכות המחשבה

[זהו] חיסול שמסלק אותו מעל פני אדמתו של אלוהים... האם בני אדם חפים מפשע חייבים לסבול עונש קשה כזה רק מפני שהם מחויבים לאמונה שונה?

“אוי אוהב אדם”, כתב, “אני מוצף ברגשות בושה, כאב וזעם, ליבי כה כבד, רוחי במערבולת, איני יכול להירגע”. הינה שוב תגובה רגשית מאוד שמעידה על פגיעה ועל תחושת השפלה – כיצד בכלל זה יכול להתרחש? כיצד אפשרי צעד כה לא אנושי וחסר חמלה? וכמו במקרה הקודם, הוא כתב מייד מכתב בקשה לבטל את הגירוש. שוב השמיע מנדלסון קול זעקה, שוב הוא הצביע על הפגיעה בכבוד האדם, שוב הוא ביטא את תחושת ההשפלה והבושה, והפעם גם את אי־הצדק והעוול, וביקש לעורר את רגשות האשמה בליבם של מי שראו עצמם חלק מהמיזם ההומניסטי של המאה השמונה־עשרה.

כדי להבין טוב יותר את התגובות הרגשיות הללו של מנדלסון ואת פוליטיקת הבושה שלו, כדאי לחזור כעשרים שנה לאחור, אל חויה מכוננת בחייו, כאשר הפער בין הנאורות ועקרונות הסובלנות לבין הדעות הקדומות על היהודים הכה בו לראשונה בעוצמה. זה הרגע שבו חש מושפל לא רק כיהודי אלא גם כיהודי נאור. בקיץ 1754 התפרסמה ביקורת על המחזה “היהודים” של לסינג שאותה כתב יוהן דוד מיכאליס (Johann David Michaelis, 1717–1791), פרופסור באוניברסיטת גטינגן. טענתו של מיכאליס הייתה שמחזאי טוב מחויב להעלות על הבימה דמויות מן המציאות. ההנאה מן המחזה נפגמה כאשר בחר המחבר בדמות שכל אחד יודע מניסיונו כי למעשה היא אינה קיימת ואף אינה אפשרית. קשה להעלות על הדעת, טען, שהיהודים, הידועים כמי שעוניים את הנצרות מטבע דתם וכלא מוסריים בשל עיסוקם המסורתי במסחר, המחייב כמעט מעצם הגדרתו

אני מבקש כי ההליך האמיתי, כפי שהוא מתואר בתיקים, יפורסם לבושתו של השופט הפזיז מדי או של מי שהאשים אותו בפומבי.

הטלת החרם היא בושה. אין לה עוד מקום בזמננו, ומנדלסון נימק זאת במילים חריפות נגד כל ענישה דתית:

עדיין לא קיים אף ממסד דתי כה נאור שאפשר להפקיד בידיו זכות כזו, אם תהיה, ללא סכנה. אכן, ככל שהוא נאור יותר, כך הוא יעז פחות לקחת לידי את חרב הנקמה, אשר רק המטורפים חושבים שהם יכולים לשלוט בה בבטחה. אני בוטח באדוקים ובנאורים שבין הרבנים והחכמים של העם שלי, כי הם ישמחו לוותר על פריבילגיה מזיקה כזו, לוותר על כל ענישה דתית וממסדית-דתית.



איור 5. הרב רפאל כהן



איור 4. משה מנדלסון בצעירותו, 1767

והדיבור. כאשר הגיעו לאוזניו הדים מפרשה שהתרחשה בשנת 1781 בקהילה המשולשת אה"ו (אלטונה, המבורג, ונדזבק) על החרמת סוחר בורסה מתירני ומתריס בשם נתנאל פוזנר על ידי רב הקהילה רפאל כהן (1722-1803), הוא יצא מכליו. פוזנר ערער על סמכות האליטה הרבנית להתוות את אורחות חייו ולהשתיק את הביקורת שהייתה לו על ההלכה.

אינני מבקש לחקור באיזו מידה מבוססות או אינן מבוססות הטענות שהועלו בפומבי לא מכבר על כך שרב מפורסם כלשהו הרשה לעצמו שימוש לרעה מעין זה.

כלומר להטיל חרם. הפרשה הגיעה לפתחם של הסנאט בהמבורג ושל השלטון בקופנהגן (דנמרק) שלטה באלטונה, והמבורג הייתה עיר עצמאית), ומנדלסון, בפוליטיקת הבושה, כתב על ציפיותיו:

להגבלת היהודים בכפרים בשווייץ ובדרזדן, ובשנת 1781 כאשר התפלץ לנוכח הבושה הגדולה בחרם באלטונה שהכתים את כלל היהודים ופגע בזכויות הפרט.

מנדלסון זעק:

האם בני אנוש חייבים לסבול את זה?

ומטרתו בפוליטיקת הבושה הייתה לעורר אמפתיה. בפרפרזה על טענתה של ההיסטוריונית לין האנט, שמצאה את השורשים של זכויות האדם בשינוי הרגשי שהתרחש במאה השמונה-עשרה לסבלו של האדם באשר הוא אדם ובהתעוררות ההכרה באוטונומיה של הפרט, כדי שזכויות היהודים יהיו “מובנות מאליהן”, היה צורך בהטחת טענת הבושה, היה צורך בהפניית תשומת הלב לסבל הכרוך בדכיון האזרחי, בגירוש, בהגבלות על פרנסה ועל נישואין ובעוול של החרם, כפי שכתבה האנט:

שינויים בתגובות לגופם ולעצמיותם של אנשים אחרים העניקו תמיכה קריטית לבסיס החילוני החדש של סמכות פוליטית.

פוליטיקת הבושה אכן נבעה מתוך תפיסות הומניסטיות ואוניברסליות את האדם ומתוך רגישות לסבל של היחיד ולחלומות על האושר שהוא ראוי לו ושביכולתו להשיגו עלי אדמות ולא בעולם הבא. מבחינה זו פוליטיקת הבושה ייצגה השקפת עולם מוסרית חילונית שלא נדרשה לבסיס תאולוגי כדי להצדיק אותה. מנדלסון, שאלוהים וההלכה מילאו מקום מרכזי בהגותו ובחייו (היהדות כדת החוק עמדה בליבת ספרו החשוב והמשפיע ביותר “ירושלים”), חשף ביהדות את העקרונות הללו של הסובלנות הדתית וחירות המחשבה.

דווקא היהודים שסבלו מקנאות דתית צריכים לדעת ולהבין טוב מכולם שענישה דתית היא קלון ועוול.

ייתכן גם שהדוגמה הכללית מבלבלת אתכם. נראה כי הטירוף הגורס שהדת יכולה להתקיים רק באמצעות כוח ברזל, שאפשר להפיץ תורות של אושר רק באמצעות רדיפות אומללות, ושאת הרעיונות האמיתיים של אלוהים, אשר כולנו מסכימים שהוא עצמו האהבה, אפשר ללמד רק באמצעות השפעות של השנאה – טמטם את כל העמים על פני הארץ. ייתכן כי שגיתם להאמין ברעיונות אלה, והזכות לרדוף הפכה להיות הפריבילגיה החשובה ביותר שרודפיכם יכלו להעניק לכם.

לסיכום, מנדלסון הפילוסוף ברח מפוליטיקה, ולדבריו תמיד ניסה לשמור מרחק מהאירועים האקטואליים ורק להשקיף עליהם מרחוק, אבל מעמדו בעולם המלומדים הפך אותו גם בעל כורחו למנהיג. התערבותו בשווייץ ובסקסוניה אכן נראית כשתדלנות למען אחיו בעת צרה, וביקורתו על החרם באלטונה הייתה מערכה אחת במלחמתו למען שחרורם של היהודים מעול הכפייה הקהילתית והדתית. רק יהודי כמנדלסון, שעבר תהליכי השתלבות חברתית ותרבותית עמוקים, היה יכול לפתח ציפיות. רק מנדלסון, שחלם את החלום הנאצל של חברה אנושית סובלנית וליברלית שמכירה בערך האדם באשר הוא אדם, היה יכול גם להתאכזב עמוקות מהמפגש עם המציאות. הוא כאב את הדרת היהודים, הרגיש מושפל, ועל כן הגיב באופן כה אמוציונלי. הבושה שהתעוררה אצלו בשנת 1754 ליוותה אותו גם בשנים 1775 ו-1777, כאשר הצביע בשם ההומניות על הפגיעה הקשה בכבוד האדם שבאה לידי ביטוי ביוזמות



איור 6. תחריט אלגורי על הסובלנות. אומן: דניאל חודובייצ'קי (Daniel Chodowiecki), 1791

הבאות מעידות על ספקנות, והן מהדהדות היום כמו לפני 240 שנה עת נכתבו:

לא חלמנו על דבר מלבד הנאורות והאמנו שאור התבונה יאיר בעוצמה כזו את הסביבה עד שההזיות והקנאות המתלהבת לא תוכלנה עוד להראות. אבל כפי שאנו רואים מצידו האחר של האופק כבר עולה שוב הלילה עם כל רוחות הרפאים שלו. המפחיד מכל הוא שהרע הוא כה פעיל ומשפיע. ההזיה והקנאות המתלהבת עושות והתבונה מסתפקת בדיבורים.



מימין: איור 7. עמוד השער של ספרו של מנדלסון “ירושלים” במהדורתו המקורית, 1783. **שמאל:** איור 8. כריכת ספרו של מנדלסון “ירושלים”, במהדורה העברית החדשה, 2022 (בתרגומו של יפתח הלרמן-כרמל ובעריכתו של שמואל פינר, הוצאת כרמל)

אבל האם מנדלסון האמין שפוליטיקת הבושה אכן יכולה להצליח? לפחות שורות המכתב

לקריאה נוספת

- (1) משה מנדלסון, ירושלים או על כוח דתי והיהדות. עריכה, מבוא והערות: שמואל פינר, תרגום: יפתח הלרמן-כרמל. ירושלים, תשפ”ב.
- (2) שמואל פינר, משה מנדלסון, ירושלים 2005.
- (3) שמואל פינר, עת חדשה: יהודים באירופה במאה השמונה עשרה 1750–1800, ירושלים 2021.
- (4) Alexander Altmann, *Moses Mendelssohn: A Biographical Study*, Philadelphia 1973.
- (5) Shmuel Feiner, “Mendelssohn’s Jerusalem (1783) and the Jewish Vision of Tolerance”, *Dialogue and Universalism*, 31, 2 (2021), pp. 89–106.
- (6) Lynn Hunt, *Inventing Human Rights: A History*, New York & London 2007.
- (7) Sanchez R. Salgado, “The Many Faces of the Politics of Shame in European Policymaking”, *Policy Sciences*, <https://doi-org.proxy.uba.uva.nl/10.1007/s11077-023-09501-w>, Posted: 14 Jun 2023.
- (8) David Sorkin, *Moses Mendelssohn and the Religious Enlightenment*, London 1996.

ייצוגם של זיכרון ושל רצון בתאי המוח האנושי



מאת פרופ' יצחק פריד

צונאמי קוגניטיבי בפתח

אנו עומדים בפתחו של צונאמי קוגניטיבי. עם הזדקנות האוכלוסייה שכיחות המחלות הנירולוגיות הניווניות, כגון מחלת אלצהיימר או מחלת פרקינסון, עולה. ההסתברות לחלות במחלת אלצהיימר עולה עם הגיל ושיעורה מגיע ל-33% לאחר גיל 85. ההסתברות לדמנציה או לסימנים של ליקוי קוגניטיבי מזערי (Minimal Cognitive Impairment – MCI) בגיל 65 ומעלה היא כ-33%. הצפי של ארגון הבריאות העולמי הוא ליותר ממאה מיליון חולי אלצהיימר בשנת

2050. הכוונה כמובן למחלה המתבטאת בין השאר בהפרעות זיכרון קשות, המופיעות כבר בשלבים סימפטומטיים מוקדמים. אציין שניצני המחלה ניתנים לגילוי 20 שנה לפני התפרצות התסמינים הקוגניטיביים. תרופות למחלה אין בנמצא, אך לאחרונה חלה התקדמות־מה בתחום זה. לעומת זאת שתלים רפואיים – קוצבי מוח למיניהם – כבר משמשים לטיפול במחלות שונות, כגון אפילפסייה ומחלת פרקינסון. שתלים אלו מבוססים על הפעלת זרמים חשמליים במעגלים מסוימים במוח כדי לדכא פעילות לא תקינה של תאי המוח מחד ולהעצים פעילות תקינה שלהם מאידך. שפתו של

המחלה. כיוון שקשה לצפות מתי יקרו ההתקפים, החולים שמושתלות בהם אלקטרודות מנוטרים 24 שעות ביממה ביחידה מיוחדת בבית החולים, וכך בקרות ההתקף האפילפטי יהיה אפשר לרשום את פעילות המוח ולראות היכן מתחילה הסערה החשמלית. ניטור מתמשך מְזמן אפשרות לרישום פעילות המוח לא רק בזמן התקפי אפילפטיה אלא גם בזמן תפקודים קוגניטיביים כגון זיכרון. אלקטרודות מיוחדות רושמות פעילות גם של תאי עָצב בודדים – נירונים – במצב מיוחד זה שבו החולים ערים ומסוגלים לדווח על תוכן התודעה – רצונות, זיכרונות, רגשות והחלטות. לפנינו אפוא מצב ייחודי של מעקב אחרי תוכן התודעה האנושית עד לרמה של תא בודד.

מרכז הזיכרון: תאי המקום, תאי הרשת ותאי המושג

אחת ממערכות המוח המרתקות ביותר היא המערכת שנמצאת בעומק האונה הרקתית, ומרכזתה הוא מבנה עצבי שצורתו צורת סוסון ים, והיא המקור לשמו – היפוקמפוס. למעשה, כל חוויה חושית שאנו חווים תהיה זמינה כזיכרון הכרתי בעתיד רק אם תעובד במרכז זה. את אחד הקשרים המדהימים ביותר בין פעילות תא מוחי להתנהגות גילה מדען המוח ג'ון אוקיף (John O'Keefe): הוא מצא במכרסמים תאים המקודדים את מקומה של החיה בסביבתה. תאים אלה ידועים בשם "תאי המקום" (place cells). כל תא כזה מגביר מאוד את קצב הירי שלו במקום מסוים במרחב שבו מסתובבת החיה. לאחר מכן גילה צמד חוקרים נורווגים, אדוורד ומיי-בריט מוזר (Edvard and May-Britt Moser), את תאי הרשת (grid cells), באזור שמוכיל אל היפוקמפוס, אזור המכונה "הקורטקס האנטוריאלי" (entorhinal cortex).

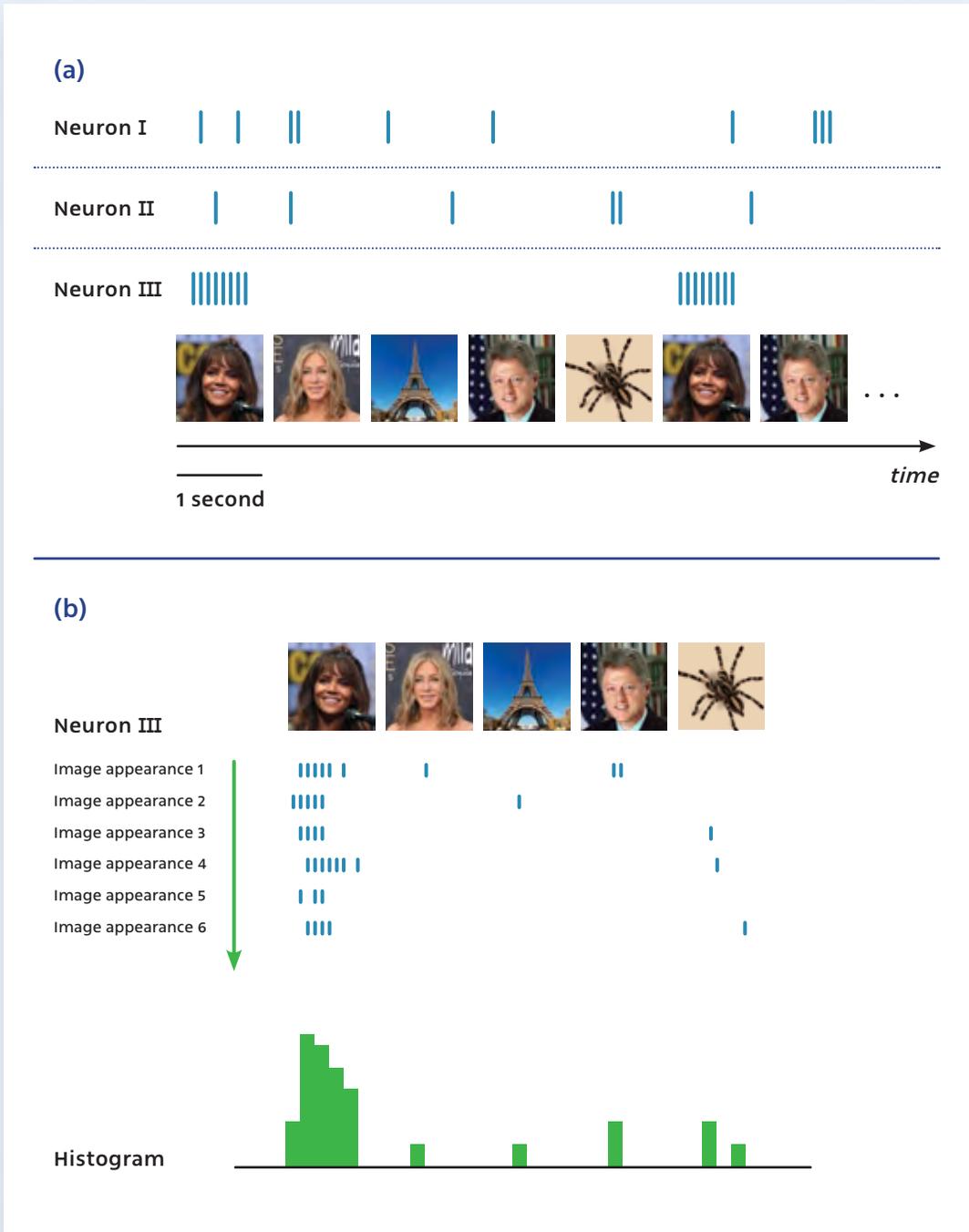


המוח היא שפה חשמלית – תאי המוח מייצרים התפרקות חשמליות הקרויות "פוטנציאלי פעולה". בלשון מדעי המוח התפרקות חשמלית זו קרויה "ירי", דהיינו התא יורה – לעיתים אף בקצב של עשרות "יריות" בשנייה. מרחב כל ההתפרקות החשמליות האלו של ביליוני תאים מייצר את הפונקציות הבסיסיות של המחשבה האנושית – זיכרונות, רצונות, תפיסה ורגשות.

צוהר מיוחד לתפקודים קוגניטיביים – ניתוחי מוח בערות

צוהר מיוחד אל מנגנוני ההכרה האנושית נפתח לעיתים בניתוחי מוח בערות. במחצית הראשונה של המאה העשרים פיתח מנתח המוח וילדר פנפילד (Wilder Penfield) שיטה לגירוי קליפת המוח באמצעות מתן גירויים חשמליים למוח כשהמנותחים ערים. שיטה זו חשובה בעיקר משום שהיא מאפשרת לזהות את מרכזי הדיבור והשפה אצל מנותחים, שכן מידע זה חיוני לתכנון ניתוח שלא יערב מוקדים אלו ולא יפגע בהם. היו מקרים שבהם גירוי חשמלי באונה הרקתית (temporal lobe) גרם למנותחים לחוות זיכרונות מהעבר. חוויות אלו היו חזקות, והמנותחים חוו אותן כאירועים בהווה למרות ההכרה שהם נמצאים בחדר הניתוח. פנפילד הסיק מכך שבמעמקי האונה הרקתית יש מנגנון שמתיר את חרצובות העבר.

הזדמנות נדירה לחקור מנגנונים אלו מצויה היום בנסיבות מיוחדות ברפואה שבהן מושתלות אלקטרודות במוח לצורך טיפול במחלות נירולוגיות מסוימות כגון אפילפטיה או פרקינסון. במקרה של אפילפטיה קשה ובלתי נשלטת באמצעות תרופות ניתן לעיתים להשתיל אלקטרודות במוח כדי לאתר את מוקד הסערות החשמליות במוח שגורמות להתקפי המחלה, כדי שיהיה אפשר לכתור בניתוח מוח את המוקד ובכך לרפא את



איור 1. רישום פעילות של שלושה תאים בהיפוקמפוס בתגובה לסדרה של תמונות של אנשים שונים. תא 3 מגיב בכל פעם שתמונה של דמות מסוימת – השחקנית הלי ברי (Hally Barry) – מוקרנת. כל קו מייצג פוטנציאל פעולה של התא – מה שקרוי ירי (firing). כאשר מסכמים בלוח התחתון (b) את תגובת התא לשש חזרות של אותה תמונה, רואים בבירור שהתא מגיב סלקטיבית לאותה דמות. התא יגיב לכל קלט חושי שמסמל את הדמות הזו גם אם הקלט הוא כיתוב שם השחקנית או השמעת שמה. תא כזה הוא תא של מושג (concept cell)³. חלק מתמונות הידועים שהוצגו בניסוי הוחלפו כאן בתמונות חופשיות מזכויות יוצרים.

אחת התגליות המפתיעות שגילינו במחקר תאי המוח בחולים הנירוכיורוגיים היו תאי המושג – concept cells. תאים אלו באזור ההיפוקמפוס והקורטקס האנטורינאלי הגיבו בפעילות מוגברת לאנשים מסוימים או למקומות מסוימים. לדוגמה, באחד הנבדקים תא בהיפוקמפוס הגיב לשחקנית ג'ניפר אניסטון (Jennifer Aniston) אך לא לעשרות דמויות אחרות שהוצגו לו (דוגמה של תא אחר ראו באיור 1). כל תמונה של ג'ניפר אניסטון, אם בצבע ואם בשחור-לבן, ובכל וריאציה, הפעילה את התא. אפילו השם הכתוב של השחקנית או הקראת שמה בקול הביאו לתגובה של התא. התא הגיב אפוא בסלקטיביות לדמות אחת, אבל כל הצגה של דמות זו – בלי קשר לקלט החושי – הפעילה את התא. התא הגיב אפוא למושג המופשט ולא לקלט החושי. גם כאשר הנבדקים דמיינו את הדמות – דהיינו מצב ללא קלט חושי – פעל התא בדומה לפעילותו בזמן ראייה. בסדרת מחקרים על תאי המושג נמצא שהם פועלים בקידוד שהוא לא רק ספציפי ומופשט אלא גם מותנה בתודעה של הקלט החושי. יתרה מזו, תא שמגיב לדמות מסוימת מתחיל להגיב לכל גירוי אחר שקשור אסוציאטיבית לאותה דמות, כגון המקום שבו הייתה הפגישה עם הדמות הזו.

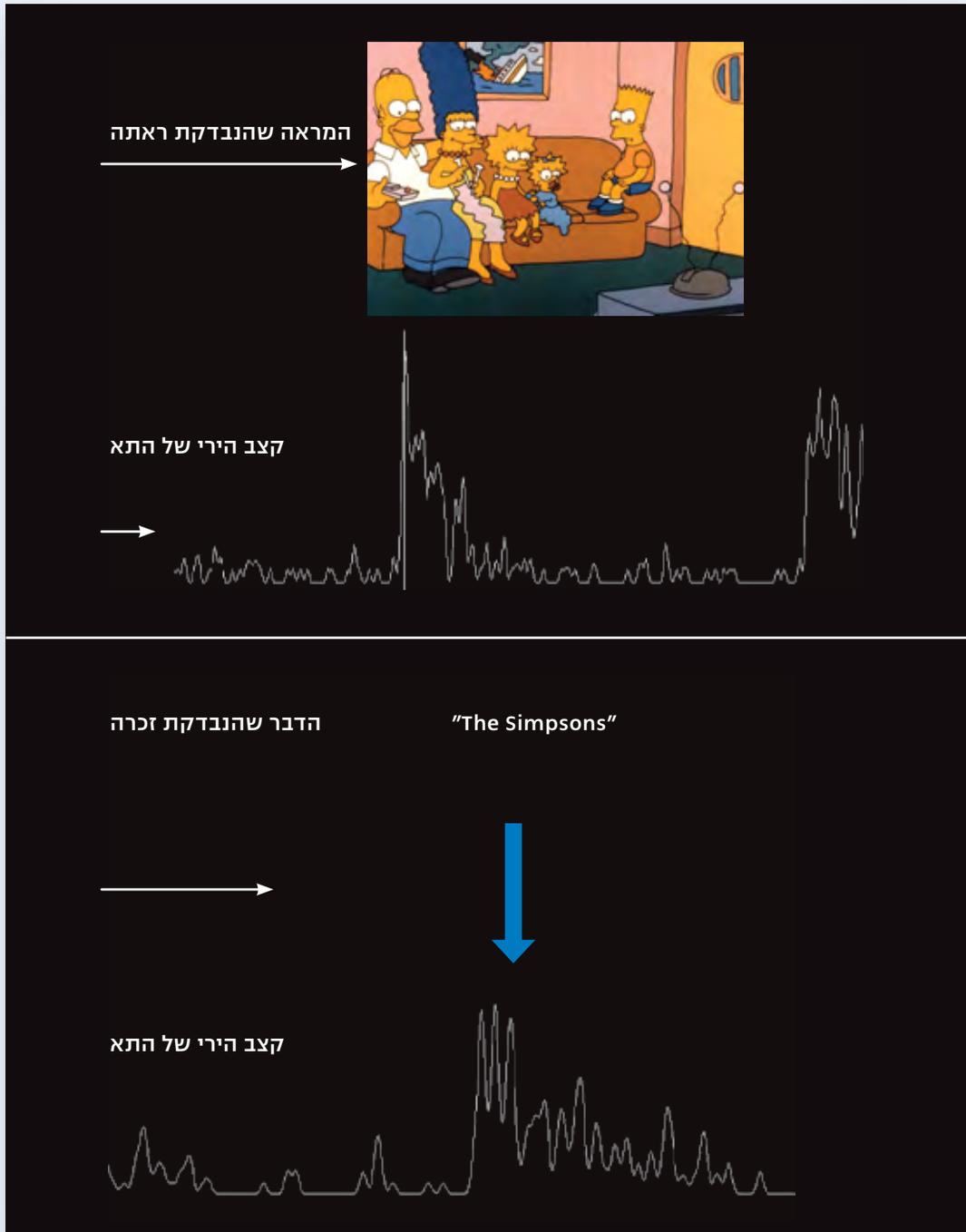
במחקר נוסף שנעשה במעבדתי, בהובלתה של ד"ר הגר גלברד-שגיב ובשיתוף פרופ' רפי מלאך ממכון ויצמן למדע, נמצא שתאי המושג פועלים גם במהלכה של אפיזודה שבה אותו מושג נוכח. לדוגמה, תא שהגיב לכל דמות מסדרת הטלוויזיה "הסימפסונים" (The Simpsons) ירה לאורך אפיזודה בת עשר שניות שבה מככבים הסימפסונים. יתרה מזאת, כשהנבדקת ניסתה להיזכר בכל האפיזודות שראתה, התא החל לירות כשנייה-שתי שניות לפני שהיא נזכרה שראתה את הסימפסונים¹ (ראו איור 2).



כל תא כזה מגביר פעילותו ברשת של מקומות במרחב הדו־ממדי שבו מסתובבת החיה. רשת זו היא בעלת תכונות סימטריות של משושה. המערכת המורכבת מההיפוקמפוס והקורטקס האנטורינאלי (entorhinal-hippocampal system) היא אפוא מעין נווטן (GPS) מוח, והיא הפכה לאחת המערכות הנחקרות ביותר במערכת העצבים. קיומה של מערכת דומה במוח האנושי אומת גם במחקרים במעבדתי בהובלת ארנה אקסטרומ (Arne Ekstrom) וג'וש ג'ייקובס (Josh Jacobs) בשיתוף פעולה עם מייק כהנא (Mike Kahana) מאוניברסיטת פנסילבניה, באמצעות רישום פעילות באזורים אלו אצל חולים שהשתלנו במוחם אלקטרודות לצורך הטיפול באפילפסייה במרכז הרפואי של אוניברסיטת קליפורניה בלוס אנג'לס (UCLA). ואכן, גילינו את קיומם של תאי מקום ושל תאי רשת כאשר ביקשנו מהחולים לנווט בסביבה, כגון עיר זרה במשחק מחשב וירטואלי.

אם כך, סביר להניח שתאים אלו הם הבסיס ליכולתנו לנווט בסביבה ולפתח זיכרונות מרחביים, יכולת שהייתה חשובה בשדות הציד הקדומים, כפי שהיא חשובה בערים ובנופים המגוונים שבהם אנו חיים ופועלים היום. מחקר מעניין שנעשה בהדמיה בסורק מגנטי (MRI) של מוחם של נהגי מוניות בלונדון הראה שיכולת הניווט המעולה שלהם ברחובות העיר באה לידי ביטוי בנפח אזור ההיפוקמפוס במוחם. לא מן הנמנע שתלותנו הגוברת בתוכנות ניווט למיניהן ובנווטנים איננה תורמת לתפקוד ההיפוקמפוס במוחו של האדם במאה העשרים ואחת.

אזור ההיפוקמפוס במוח האנושי אינו מוגבל לתפקודי זיכרון מרחבי. ההיפוקמפוס הוא תחנה עליונה שאליה מתנקז עולם החושים, ובו למעשה האובייקט שבעולם החיצוני כבר אינו דומה למכלול הפוטונים שנופלים על הרשתית. האובייקט פה הוא כבר אובייקט מנטלי (mental object).



איור 2. למעלה: ירי תא מושג (concept cell) בהיפוקמפוס בזמן שהנבדקת ראתה קטעי וידאו קצרים. בכל פעם שראתה קטעי וידאו של "הסימפסונים" (The Simpsons) הגיב התא בירי לאורך הקרנת הקטע (neuronal firing). למטה: לאחר שהנבדקת נתבקשה להיזכר בקטעים שראתה, אותו התא החל לירות כשנייה ויותר לפני שהיא דיווחה על זיכרון הקטע של "הסימפסונים". התא החל לירות אפוא לפני שהזיכרון פרץ אל המודעות. התמונה שהוצגה בניסוי הוחלפה כאן בתמונה חופשית מזכויות יוצרים.

כשירגיש רצון לעשות זאת, ולציין בשעון שעמד מולו את זמן הופעת הרצון. העולה ממחקר זה הוא שלפני תחושת הרצון כבר יש פעילות חשמלית מוחית שמקדימה אותו ולמעשה מנבאת אותו. כדי להביא את התופעה הזו לרמה התאית רשמנו מִתָּאִים באונה המצחית והרקתית בזמן שנבדקים נתבקשו לבצע פעולות רצוניות כהזת אצבע, אך לדווח מתי חשו ברצון לביצוע הפעולה. נראה שעוד לפני תחילת הרצון כפי שחשו ודיווחו הנבדקים החלו תאים באזור העזר המוטורי בהגברת קצב הירי, ואליהם הצטרפו בהדרגה עוד ועוד תאים באזור זה, ובנקודה מסוימת חשו הנבדקים את הרצון שבעקבותיו כ־200–300 מילי-שניות לאחר מכן בוצעה התנועה, בדומה למה שמצא ליבט. נראה אפוא ש"מקהלה" של תאים באזור זה, שאליה מצטרפים בהדרגה תאים נוספים, מגיעה ל"קרשנדו" שהוא לבסוף הביטוי ההכרתי לרצון. בדומה לזיכרון, שם ראינו פעילות של תאים בודדים במעמקי האונה הרקתית שעולה בהדרגה לפני מודעות לזיכרון, כאן אנו רואים פעילות של תאים באונה המצחית, אשר מתרחשת שניות לפני המודעות לרצון. האם באמצעות רישומים מהמוח נוכל לקרוא החלטות ורצונות ואף לעשות זאת לפני שהנבדקים מודעים למחשבותיהם? תופעה זו מתנגשת לכאורה עם הרגשתנו הסובייקטיבית של חופש הרצון, שכן היכן מתרחשת החלטתנו אם איננו מודעים לה? ומי באמת בשליטה פה? במחקר שעשינו במרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי – איכילוב, בהובלת עמרי פרץ ובשיתוף פעולה עם פרופ' חזי ישורון מאוניברסיטת תל אביב, הראינו שניתן לפי אותות חשמליים במוח לנבא החלטתו של נהג לפנות ימינה או שמאלה בצומת – לא רק לפני הפנייה עצמה אלא אף לפני שהנהג החליט בתודעתו לאן יפנה² (ראו איור 3).



ממחקר זה נובע שאותם תאי מושג שיורים בזמן החוויה החושית – כגון צפייה באירוע – הם שיורים גם ממש לפני שאנו נזכרים באותה חוויה. אם כן, התא נכנס לפעולה עוד לפני שהזיכרון צף לו בתודעתנו ללא שום חשיפה חושית לחוויה עצמה. ברמת האוכלוסייה של תאים אלו נראה שיש עלייה הדרגתית בקצב הירי לפני פריצת הזיכרון אל התודעה.

רצון חופשי?

בכל רגע של חיינו הערים אנו מצויים בממשק שבין זיכרון לרצון. ראינו ששפת הזיכרון היא שפה חשמלית. גירויים חשמליים באונה הרקתית יכולים לעורר זיכרונות מסוימים, ותאי מוח במעמקי אונה זו באזור ההיפוקמפוס וסביבתו, שירו בזמן חוויה חושית, מתחילים לירות לפני שהזיכרון של החוויה צף בהכרתנו.

במחקר על גירויים חשמליים בחולים שהושתלו בהם אלקטרודות מסיבות קליניות מצאנו שגירוי חשמלי באזור שבעומק האונה המצחית קרוב לקו האמצע יכול לעורר רצון לפעולה – כגון הזזת אצבע. אזור זה, שנקרא אזור העזר המוטורי (Supplementary Motor Area – SMA), הוא בעל תפקיד חשוב בייזומן של פעולות מוטוריות, ואכן נזק באזור זה בשני צידי המוח עלול לגרום לאובדן היכולת ליזום פעולות.

כמו כן ידוע שלפני פעולה מוטורית רצונית ניתן לרשום מהקרפת פוטנציאל חשמלי איטי שמתפתח שנייה או שתיים לפני הפעולה, הקרוי readiness potential. חוקר בקליפורניה בשם בנג'מין ליבט (Benjamin Libet) הראה שפוטנציאל חשמלי זה מתחיל למעשה מאות מילי-שניות ויותר לפני הרצון עצמו כפי שחש אותו הנבדק שנתבקש פשוט להזיז אצבע

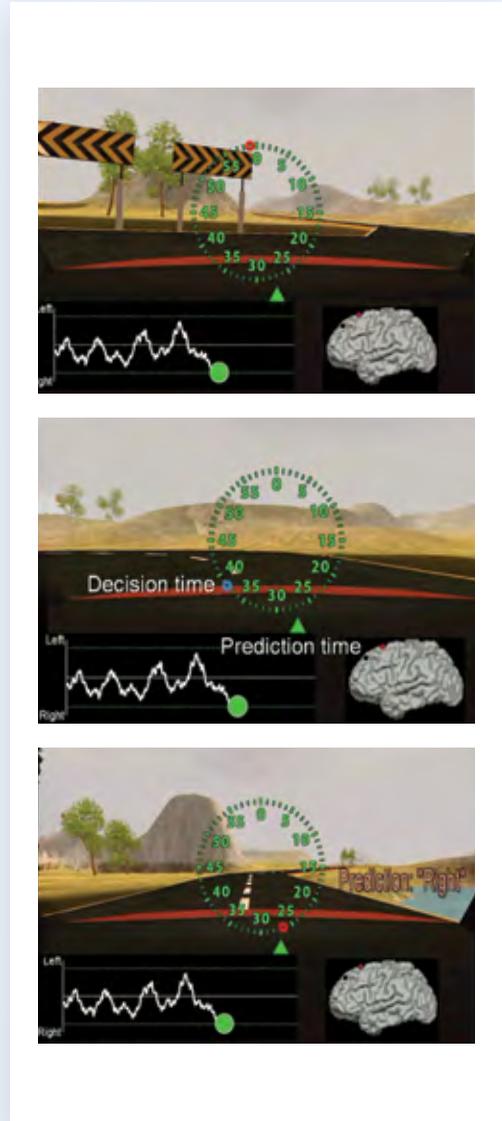
שתלי המוח החדשים

בעשורים האחרונים חלה התקדמות רבה במה שקרוי גירוי מוחי עמוק (Deep Brain Stimulation - DBS). זוהי טכנולוגיה רפואית המשתמשת בשתלי מוח שמפעילים גירויים חשמליים במעמקי המוח, ותחילתה בטיפול בהפרעות תנועה בחולים נירולוגיים, כגון חולי פרקינסון או חולים הסובלים מרעד קשה (essential tremor). עד היום טופלו כבר מאות אלפי חולים בשיטה זו, ובהצלחה. בשנים האחרונות הופעלה שיטה זו גם במחלות פסיכיאטריות, כגון דיכאון קשה.

האם ניתן להשתמש בגירוי חשמלי גם לשיפור תפקודים קוגניטיביים, ובעיקר זיכרון?
 במחקר שפרסמנו ב־2012 הופעל גירוי חשמלי במערכת ההיפוקמפאלית בזמן שנבדקים – חולים שבמוחם הושטלו אלקטרודות לאיתור מוקד אפילפסיה – למדו לנווט בעיר וירטואלית במחשב. החוקרים מצאו שגירוי בזמן הלמידה באזור האנטורינאלי ולא בהיפוקמפוס שיפר את הזיכרון המרחבי למיקומם של אתרים בעיר. הגירוי החשמלי ניתן אפוא בזמן הקידוד, דהיינו קליטת האינפורמציה, והביא לידי שיפור ביצועי הזיכרון כפי שנבדקו מאוחר יותר. במאמר אחר הראינו שגירויים עדינים – בעוצמה של 50 מיקרואמפר – הספיקו לשיפור זיכרון לפרצופים ולדמויות.

חלק חשוב במנגנון הזיכרון קורה בשינה, ודווקא בשינה העמוקה ביותר המאופיינת בגלים איטיים. בזמן הגלים האיטיים מתרחשת במוח תופעה חשמלית מדהימה: קבוצות תאים גדולות נכנסות לפעילות חשמלית ויוצאות ממנה כמקהלה אחת, מעין מצבים של on-off. בזמן זה מתרחש דו-שיח חשמלי בין ההיפוקמפוס לקליפת המוח, שבו מועברת האינפורמציה שנקלטה בזמן ערות מההיפוקמפוס אל מאגרים יציבים יותר בקליפת

מחקר זה מצביע לא רק על יכולת קידוד עצבי לקרוא מחשבות אלא גם על יכולת לקרוא מחשבות עוד לפני הופעתן בתודעה.



איור 3. רישום מהאונה המצחית בזמן שהנבדק נוהג במשחק מחשב ומתקרב לצומת. השעון מראה את הצפי לפי פעילות המוח (התמונה למטה) שניתן בזמן 25 (חץ ירוק - prediction-time) ושליפיו הנהג יפנה ימינה. הנהג מחליט בתודעתו (תמונה אמצעית) בזמן 38 (עיגול כחול - decision time), ואכן פונה ימינה בזמן 59 (התמונה למעלה). אם כן, לא רק שאנו יכולים לקרוא את מחשבות הנהג, אלא שאנו יכולים לעשות אף לפני שהנבדק מודע להן.

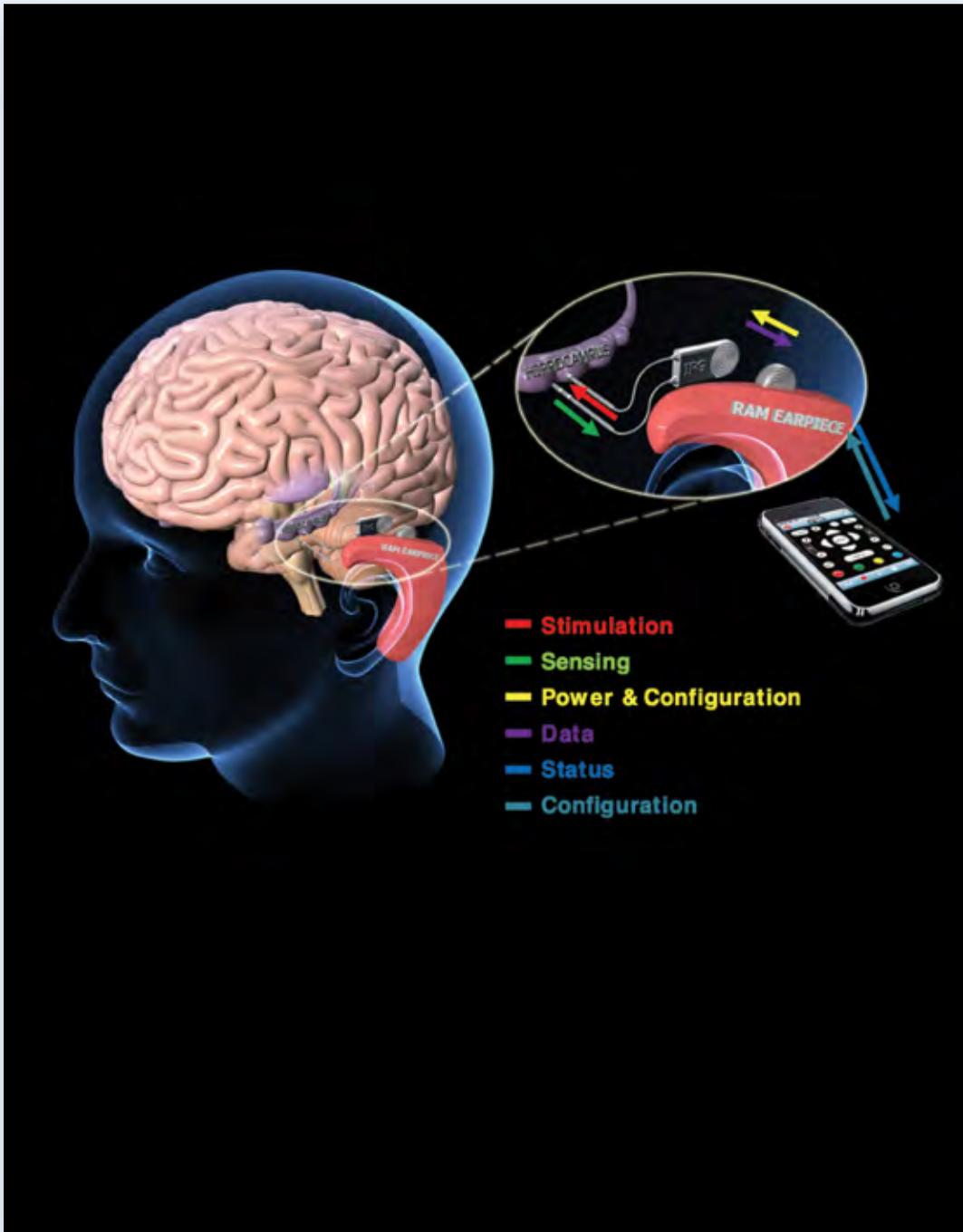
למחקרו באופן חשמלי. אם תועצם פעילות הקשורה במקום מסוים, אזי כשהעכבר יתעורר הוא ילך למקום זה, כאילו השתלנו לו זיכרון מועצם למקום זה, משל הוא "זוכר" את המיקום, אלא שבמקרה זה הזיכרון למעשה הושתל במוח. באותה דרך כבר הודגמה מחיקת זיכרון למקום מסוים בעכברים כדי שיימנעו מללכת למקום זה כשיתעוררו.

עתיד דמיוני שכזה – שבו אפשר להשתיל ולמחוק זיכרונות ואולי גם רצונות – מעלה מחשבות על עתיד דספוטי שבו ייעשה שימוש לרעה בטכנולוגיות כאלו להגבלת החופש של בן האנוש והאוטונומיה האנושית. מנגד, ניתן לחזות גם שימוש לטובה בטכנולוגיות אלו בתחום הרפואה, לדוגמה: עזרה לחולים הלוקים בהפרעות זיכרון או לחולים בעלי תסמונת פוסט-טראומטית (PTSD). בתסמונת PTSD ניתן אולי למחוק כך את זיכרון הטראומה ולנתקו מהחרדה הצמודה לו. במבט אל העתיד ניתן לחשוב על רפואת מוח שתהיה למעשה דומה למלאכתו של עורך (editor), מעין עריכה עצבית, ותאפשר לערוך זיכרונות ואולי אף רצונות. אם נתבונן בהתפתחויות הצפויות במודולציה של זיכרון ופיתוח עזרי זיכרון או שתלי זיכרון, ניתן לחזות כמה שלבים בעריכה זו: השלב הראשון הוא קידוד (decoding), ופירושו שאנו מזהים את החתימה העצבית של פונקצייה קוגניטיבית, כגון זיכרון, מפעילות של תאים בודדים, של קבוצות תאים ושל גלי מוח – EEG – שאפשר לרושםם מתוך המוח או גם על הקרקפת. ככל שהערוצים של הפעילות רבים יותר, וכשהיא נרשמת מתוך המוח עצמו, הקידוד יכול להיות מדויק יותר; השלב השני הוא העצמה (enhancement) של הפעולה הקוגניטיבית – הפעלת גירויים שיעצימו זיכרון, רצון או תפיסה, באופן כולל; השלב הבא כרוך בהעצמה או בהחלשה – החדרה או מחיקה – של זיכרון, של תפיסה, של רצון או אף של רגש באופן ספציפי לתוכנם.

המוח, שאכן ישמשו בסיס לזיכרון לטווח ארוך. על בסיס זה תהינו אם אפשר לשפר את הטמעת הזיכרון במוח באמצעות חיזוק הקשר או הסנכרון של פעילות קליפת המוח וההיפוקמפוס. לשם כך הפעלנו גירוי חשמלי באונה המצחית בתיאום זמנים עם מצבי ההפעלה של מקהלת תאי העצב לפי מקצב הגלים האיטיים בהיפוקמפוס. גירוי חשמלי מורכב כזה, התלוי במשוב ממקום אחר במוח, קרוי closed loop – מעין לולאה סגורה שבה גירוי ומשוב תלויים זה בזה. ואכן, כאשר הופעל גירוי חשמלי בדרך זו, הראינו שהזיכרון, כפי שנבחן לאחר השינה, השתפר והיה טוב מזה שבשנת לילה ללא גירויים חשמליים.

מחקר זה, בהובלת ד"ר מאיה גבע-שגיב במעבדתי בשיתוף פעולה עם פרופ' יובל ניר מאוניברסיטת תל אביב, מצביע על אפשרות לפיתוח מכשירי עזר לזיכרון, מעין מקבילה מוחית למכשיר שמיעה או לשתל (cochlear implant) שמחליף את שבלול השמיעה, שהוא איבר השמיעה שלנו המצוי באוזן הפנימית.

שתל זיכרון כזה יסייע להעצמת הזיכרון בכללותו, אך האם ניתן להרחיק לכת ולדמיין מכשיר עזר שמעצים זיכרונות מסוימים או אף משתיל אותם? ואולי אף מסוגל למחוק זיכרונות אחרים? פעולות אלו, הדומות לפקודות paste-delete, אינן עוד נחלת מדע דמיוני בלבד. בזמן השינה העמוקה – שנת הגלים האיטיים – מתרחשת תופעה חשמלית שבה הייצוג החשמלי של זיכרונות מסוימים עובר מעין "שידור חוזר", מה שקרוי replay, שיכול להיות מהדורה דחוסה של הפעילות החשמלית המקורית. בעכברים ישנים ניתן לזהות שידור חוזר כזה, לדוגמה בפעילות תאי המקום בהיפוקמפוס אשר קודדו מקום מסוים בסביבה שבה הסתובב העכבר בזמן ערות. אכן, ניתן לזהות פעילות זו בזמן אמת בשלב השינה העמוקה, ובזמן הזיהוי להתערב ולהעצים שידור חוזר זה או להחלישו ואף



איור 4. תרשים של שתל עזר לזיכרון (memory aid) עתידני. השתל כולל אלקטרודות באזור ההיפוקמפוס, אשר קולטות פעילות (sensing) ומפעילות גירויים חשמליים (stimulation). השתל כולל העברה של הספק (power) ונתונים (data) באופן אלחוטי (wireless). הוא כולל גם התקן חיצוני המורכב על האוזן ובו רכיבים לאבטחת מידע ולדחיית ארטיפקטים וכן סוללה קטנה. Based on design for UCLA DARPA RAM [Restoring Active Memory] project [I. Fried, PI]; illustration courtesy of Dejan Markovic

מלאכותית מרחיבות את המרחב הקוגניטיבי האנושי ומטשטשות את הגבולות שבין המוח לבין סביבתו החישובית. יש לשקול את ההשלכות האתיות של התערבות חיצונית בפונקציות שהן הבסיס לאוטונומיה של האדם ולקיים דיון בפקוח על פיתוח טכנולוגיות אלו ועל השימוש בהן ובאסדרה (רגולציה) בעניינן. הנושאים שיהיו במרכז הדיונים בעתיד טכנולוגיות המוח יכללו הגנה על מידע מוחי של הפרט ועל השימוש בו, נגישותן של טכנולוגיות רפואיות מתקדמות לאוכלוסייה נזקקת ושימוש בשתלי מוח מעצימים בגבולות הרפואה ומחוץ לרפואה. ■

התפתחות הנירוטכנולוגיה מעמידה אתגרים בפני האנושות. מודולציה של רצונות ושל זיכרונות היא אולי נחלת העתיד הרחוק, אך ממשקי מוח-מכונה מתפתחים במהירות. ממשקים אלו יכולים כבר היום להשתמש בפעילות של המוח כדי לתקשר ישירות עם הסביבה ולאפשר לאנשים משותקים להזיז עזרים בסביבה, ולהפעיל תקשורת מילולית. חברות כגון Neuralink מפתחות טכנולוגיות שמאפשרות כריית מידע מהמוח בעשרות ערוצים בשידור אלחוטי דרך מאות אלקטרודות זעירות ובמינימום פולשנות. האפשרויות להכלאת ממשקי מוח ושתלי מוח עם טכנולוגיות של בינה

מקורות

- 1) Gelbard-Sagiv, H., Mukamel R., Harel, M., Malach, R., Fried I. Internally generated reactivation of single neurons in human hippocampus during free recall. *Science* (2008) 322:96-101.
- 2) Perez, O., Mukamel, R., Tankus A., Yeshurun H., Fried I. Preconscious prediction of a Driver's Decision Using Intracranial Recordings, *Journal of Cognitive Neuroscience*. (2015 Mar) 11:1-11.
- 3) Suthana N., Fried, I., Percepts to recollections: Insights from single neuron recordings in the human brain. *Trends Cognitive Science* (2012) 16:427-436.

להעשרה

- 1) Fried, I. Neurons as will and representation. *Nature Reviews Neuroscience* (2022) 23(2):104-114.
- 2) Geva-Sagiv, M., Mankin, E. A., Eliashiv, D., Epstein, S., Cherry, N., Kalender, G., Tchemodanov, N., Nir, Y., Fried, I. Augmenting hippocampal-prefrontal neuronal synchrony during sleep enhances memory consolidation in humans. *Nature Neuroscience* (2023) 26(6):1100-1110.
- 3) Quiroga, R. Q., Fried, I., Koch, C. Brain cells for grandmother. *Scientific American* (2013) 308(2):30-35.
- 4) Suthana N., Haneef Z., Stern J., Mukamel R., Behnke E., Knowlton B., Fried I. Memory enhancement and deep-brain stimulation of the entorhinal area. *New England Journal of Medicine* (2012) 366:502-510.

באקדמיה

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES AND HUMANITIES



האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים
الأكاديمية الوطنية للعلوم
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES AND HUMANITIES



מה חדש באקדמיה?

* הפעילויות הנזכרות בפרק זמינות לצפייה ולקריאה באתר האקדמיה.

פעילות האקדמיה בהקשר המלחמה ונגד חרם אקדמי



נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל ולידו, מימין: שגריר גרמניה בישראל מר שטפן זייברט, ומשמאל: הנשיאה לשעבר פרופ' נילי כהן במהלך מפגש עם שגרירים שנערך בשגרירות גרמניה. התמונה באדיבות שגרירות גרמניה

במהלך השנה המשיכה האקדמיה לפעול במרץ נגד גילויים של חרם אקדמי בין-לאומי על מדענים ועל מוסדות מחקר ישראליים בעקבות התמשכות המלחמה. פעילותה של האקדמיה התבטאה בהעלאת הנושא בפורומים בין-לאומיים שונים ובאין-ספור ראינות שנתן נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל לתקשורת בארץ ובעולם. בחודש מאי 2024 השתתף פרופ' הראל בישיבת האספה הכללית של ארגון כלל האקדמיות האירופיות (ALLEA) שהתקיימה בברלין. פרופ' הראל נשא דברים באספה והפציר בראשי האקדמיות העמיתות לפעול למניעת השימוש בחרמות אקדמיים ככלי להתמודדות עם סוגיות גאופוליטיות. נוסף על כך, בחודש יולי 2024 התקיים בשגרירות גרמניה, ביוזמתו של שגריר גרמניה בישראל מר שטפן זייברט, מפגש שהוקדש להשלכות הקריאות הגוברות לחרם האקדמי על ישראל בעקבות המלחמה. במפגש נשאו דברים פרופ' הראל ופרופ' נילי כהן, הנשיאה הקודמת, והשתתפו בו שגרירי אוסטרליה, בולגריה, הולנד,

ספרד, דנמרק וצרפת וכן נציגים משגרירויות ארצות הברית, איטליה, האיחוד האירופי, אוסטרליה, קוריאה וליטא. בתחילת אוקטובר 2024 התקיים כינוס הפורום השנתי למדע וטכנולוגיה בחברה (STS) בקיוטו שביפן. בפורום השתתפו מדענים מן הבחירים בעולם, מנהיגים וקובעי מדיניות, מנהלים בכירים בתעשייה ונציגי תקשורת, והם דנו בנושאים קריטיים הקשורים להתקדמות המדע והטכנולוגיה. במהלך הכינוס השתתף פרופ' הראל ברב־שיח שעסק בתפקידו של המדע בעידן של אי־ודאות ודיבר על התגברות ביטויי החרם האקדמי על ישראל.



בתמונה הימנית: משלחת חוקרים מאוניברסיטאות סטנפורד והרווארד עם יו"ר החטיבה למדעי הרוח באקדמיה פרופ' סרג'יו הרט (משמאל) במהלך ביקור באקדמיה; בתמונה השמאלית, מימין: נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל, ראש המשלחת מאוניברסיטת פנסילבניה פרופ' מייקל הנא וחבר האקדמיה פרופ' יצחק פריד ששייך בתיאום הביקור

במהלך השנה אירחה האקדמיה כמה משלחות של סגל אוניברסיטאי בכיר מארצות הברית שהגיעו כדי להביע הזדהות עם ישראל ולתמוך במדע הישראלי לאחר טבח ה־7 באוקטובר. המשלחות, שהגיעו בין השאר מאוניברסיטאות סטנפורד, הרווארד, ייל, קליפורניה שבלוס אנג'לס ופנסילוניה, נפגשו עם חברי מועצת האקדמיה ועם חברי האקדמיה הצעירה ובוגריה ודנו באתגרים השונים הניצבים בפני מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל ובפני מדענים ישראלים בארץ ובחו"ל, וכן דנו בדרכים השונות לתמיכה במחקר הישראלי.

כינוס "מדינה בשבר עמוק: איך יוצאים מזה?"

בראשית חודש ינואר 2024 קיימה האקדמיה, בשיתוף האקדמיה הצעירה, כינוס שדן **באתגרים ובהזדמנויות של "היום שאחרי"** המלחמה, שמטרתו הייתה לקיים שיח אקדמי־ציבורי על הדרכים לשיקום המדינה ולהובלתה לצמיחה תוך כדי שמירה על יציבות באזור. בכינוס השתתפו חוקרים ואנשי האקדמיה לצד אנשי ציבור וראשי מכוני מחקר בולטים. את הכינוס הובילו נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל, יו"ר החטיבה למדעי הרוח פרופ' סרג'יו הרט וחברי הוועד המנהל של האקדמיה הצעירה דאז פרופ' איתי הלוי (יו"ר), פרופ' יעל אלואיל ופרופ' רותי שרץ־שובל, והוא נערך באולם בפני מאות צופים ובשידור חי לאלפי צופים.



מימין: פרופ' אפרת ביטון, פרופ' קרנית פלוג, פרופ' סלמן זרקא ופרופ' זהבה סולומון בכינוס "מדינה בשבר עמוק: איך יוצאים מזה?"

גילויי דעת מטעם מועצת האקדמיה

בשנה האחרונה פרסמו חברי מועצת האקדמיה כמה [גילויי דעת](#) הנוגעים לסוגיות האלה: פגיעות הממשלה במחקר המדעי, ברוח ובתרבות בישראל, פרס ישראל, הפרדה מגדרית לצורך הנגשת ההשכלה הגבוהה לאוכלוסייה החרדית והתנגדות לתיקון חוק המל"ג ("חוק ההשתקה"). כן פורסמו קריאות נגד חרם אקדמי על ישראל והחשש מהתדרדרות במעמדה המדעי של ישראל בעולם. נוסף על זה, בחודש יולי 2024 פרסמה קבוצת חברי וחברות האקדמיה בתחומי הארכאולוגיה וההיסטוריה העתיקה של ארץ ישראל מכתב חריף לשרים בממשלה, ובו מחו על המשך תהליכי החקיקה לתיקון חוק העתיקות. בחודש דצמבר פרסמה אותה קבוצה, ועימם הפעם גם נשיא האקדמיה, מכתב נוסף בנושא.

פעולות ייעוץ וקשרי ממשל

חוק האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים מונה עם תפקידיה של האקדמיה ייעוץ לממשלה ולזרועותיה בפעולות הנוגעות למחקר ולתכנון מדעי בעלי חשיבות לאומית. במהלך השנה החולפת הגבירה האקדמיה את מימוש תפקיד הייעוץ שלה, בהדגשת מאפייניה הייחודיים, אשר מקנים לה ערך מוסף לעומת גופי ייעוץ אחרים – מוניטין של מצוינות מדעית, גוף עצמאי וממלכתי, רב-תחומיות ומעמד חוקי המאפשר הסתייעות בשירותיה. האגף לייעוץ וקשרי ממשל מאגם את כל הפעילויות הללו, ומטרתו היא ליזום ולהוביל פעילויות חדשות ולבסס קשר ארוך טווח עם גורמי הממשל.

בחודש אוגוסט 2024 פרסמה [ועדת ההיגוי להתמודדות עם משבר האקלים](#), בהובלתו של פרופ' דן יקיר ממכון ויצמן למדע, נייר עמדה בנוגע [לחשיבות השמירה על מקורות המים הטבעיים של ישראל](#). נייר העמדה מדגיש את החשיבות הגדולה של מי התהום



הטבעיים כמאגר מים איכותי ואסטרטגי להתמודדות עם משברים, על רקע משבר האקלים ולחצי הפיתוח ותוכניות הבנייה בשל גידול האוכלוסייה, ומציע צעדים לשיקום המאגרים ולשמירה עליהם ועל איכות המים שבהם. בחודש אפריל 2024 פרסמה הוועדה דוח מקיף המציג את [ההוכחות המדעיות למשבר האקלים ומתמודד עם טענות מכחישי](#), וזאת כדי לספק לקובעי המדיניות ולציבור הרחב מידע מהימן הנחוץ לגיבוש מדיניות מושכלת. ניירות העמדה והמלצותיה של ועדת ההיגוי התפרסמו בצורה מונגשת ומעודכנת בגיליון הסתיו (2024) של כתב העת "אקולוגיה וסביבה" העוסק בנושא "[אקלים של שינוי](#)".

דוח מסכם בנושא [קידום לימודי ההומניסטיקה](#) במערכת החינוך הממלכתית התפרסם בחודש מאי 2024. המסמך הוא פרי עבודתו של צוות מומחים בראשותו של פרופ' רון מרגולין מאוניברסיטת תל אביב. המסמך עוסק בארבעה נושאים שעמדו במוקד תהליך הלמידה: מטרותיהם של לימודי ההומניסטיקה, דרכי הוראה ולמידה, דמות המורה למקצועות ההומניסטיקה ואופני הערכה של מקצועות אלה.



בחודש ספטמבר 2024 ערכה ועדת מומחים של האקדמיה יום עיון שעסק בסוגיות מהותיות בנוגע ל[חשיבה חישובית](#) ולהכשרת דור העתיד בתחום הבינה המלאכותית. באירוע השתתפו חוקרים ואנשי חינוך רבים. בראש הוועדה עומדת פרופ' מיכל ארמוני ממכון ויצמן למדע.



משתתפי הדיון "חשיבה חישובית פוגשת את השדה: תובנות מהשטח" בכינוס בנושא חשיבה חישובית

קשרים בין-לאומיים

ארצות הברית



כינוס משותף עם האקדמיה הלאומית של ארצות הברית (NAS) התקיים במסגרת ההסכם לשיתוף פעולה מדעי בין האקדמיות. הכינוס, שהתקיים בחודש ספטמבר 2024 בווינגטון, הוא השלישי בסדרת הכינוסים של הפורום המדעי ע"ש בלוטניק. הכינוס עסק בהתמודדות עם מחסור המים העולמי בעזרת התפלה ושימוש חוזר. חבר האקדמיה פרופ' גדעון דגן עמד בראש הוועדה הישראלית המארגנת של הכינוס, שכללה את פרופ' אבנר עדין מהאוניברסיטה העברית בירושלים, את פרופ' יורם אורן מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ואת פרופ' ח"עדי רדיאן מהטכניון – מכון טכנולוגי לישראל. הכינוס הרביעי בסדרה התקיים בחודש נובמבר ועסק בנושא של שיפור גידולים נוכח משבר האקלים. בראש הוועדה הישראלית המארגנת של הכינוס עמד פרופ' אברהם לוי ממכון ויצמן למדע, והשתתפה בה פרופ' סיגל סבלדיגולדשטיין מהטכניון – מכון טכנולוגי לישראל.



משתתפי הכינוס המשותף עם האקדמיה הלאומית של ארצות הברית בנושא התמודדות עם מחסור המים העולמי

בריטניה



הוועדה המארגנת של הכינוס. מימין: פרופ' אמיר עמדי, חבר האקדמיה פרופ' שמעון אולמן, נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל ופרופ' אנדרו קינג, היו"ר הבריטי של הכינוס

כינוס משותף לאקדמיה ולחברה המלכותית הבריטית התקיים בחודש ספטמבר 2024 בלונדון, במסגרת ההסכם לשיתוף פעולה מדעי בין האקדמיות. הכינוס עסק בתהליכים תפיסתיים במוח ובמודלים ממוחשבים. בראש המשלחת הישראלית עמד נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל, ובמארגנים היו חבר האקדמיה פרופ' שמעון אולמן ופרופ' אמיר עמדי מאוניברסיטת רייכמן.

גרמניה



הרצאה מיוחדת מאת נשיא האקדמיה למדעים של ברלין-ברנדנבורג



נשיא האקדמיה למדעים של ברלין-ברנדנבורג, פרופ' כריסטוף מרקשיס, במהלך ההרצאה המיוחדת

בחודש יולי 2024 נשא נשיא האקדמיה למדעים של ברלין-ברנדנבורג פרופ' כריסטוף מרקשיס הרצאה מיוחדת בבית האקדמיה, בנושא הסיכונים והתועלת של פרדיגמות במדעי הרוח, לדוגמה תולדות הדתות בעת העתיקה. לפני ההרצאה התקיימה סדנה לחוקרים בהשתתפות פרופ' מרקשיס ובהובלת חבר האקדמיה פרופ' גדליה סטרומזה.

שבוע המדע בברלין



מימין: נשיא האקדמיה למדעים של ברלין-ברנדנבורג פרופ' כריסטוף מרקשיס, נשיא האקדמיה פרופ' דוד ראל, נשיאת האקדמיה לשעבר פרופ' נילי כהן, מנכ"ל GIF אריק צימרמן ונשיא האקדמיה הלאומית הגרמנית למדעים – לאופולדינה פרופ' גראלד האוג, בשבוע המדע בברלין

בחודש נובמבר 2024 השתתפו נשיא האקדמיה פרופ' דוד ראל ונשיאת האקדמיה לשעבר פרופ' נילי כהן במפגש משותף לאקדמיה הישראלית, לאקדמיה הגרמנית של ברלין-ברנדנבורג ולקרן גרמניה-ישראל למחקר ולפיתוח מדעי (GIF). המפגש נערך במסגרת "שבוע המדע של ברלין" ועסק בנושא "חופש אומנותי וחופש אקדמי – הרהורים על אירועים עכשוויים". עוד במסגרת הביקור נפגש פרופ' ראל עם שרת החינוך והמחקר של גרמניה בטינה סטארק-ווצינגר, ובפגישתם הם שוחחו על האתגרים הניצבים בפני המדע הישראלי בעת הזאת.

* * *

במהלך השנה ביקרו בבית האקדמיה נציגים בין-לאומיים שונים, ובהם שגריר גרמניה בישראל מר שטפן זייברט, שגריר איטליה בישראל מר סרג'ו ברבנטי והנספח המדעי בשגרירות איטליה פרופ' ג'וזפה פאליני, שגרירת בולגריה בישראל הגב' סלבנה גרגובה, בליווי סגנה מר יוליאן יאקימוב, ושגרירת צ'כיה בישראל הגב' רוניקה קוחינובה שמיגולובה, בליווי יועץ המדע, הפיתוח והחדשנות בשגרירות, לוקאס פריביל.



מימין: מנהלת האקדמיה גליה פינצ'י, יו"ר החטיבה למדעי הרוח באקדמיה פרופ' סרג'ו הרט, נשיאת האקדמיה לשעבר פרופ' נילי כהן, הנספח המדעי בשגרירות איטליה פרופ' ג'וזפה פאליני, שגריר איטליה בישראל מר סרג'ו ברבנטי, נשיא האקדמיה פרופ' דוד ראל וראשת האגף לקשרים בין-לאומיים באקדמיה ד"ר נטע פרץ

אירועים ופעילויות בבית האקדמיה

האקדמיה עורכת מדי שנה עשרות כינוסים והרצאות בכל תחומי הידע – המדעים המדויקים, מדעי החיים, מדעי החברה והרוח – בהשתתפות חוקרים מובילים מישראל ומהעולם. הכינוסים פתוחים הן לקהל הרחב המתעניין והן לקהילת החוקרים והסטודנטים. האקדמיה מקיימת גם כינוסים מחקריים לרגל גבורות ויובלות של חברות וחברי האקדמיה, בהשתתפות מדענים מובילים בתחומי מחקרם, וכינוסים המוקדשים לתחומי המחקר של חברים שהלכו לעולמם. המידע המלא על כלל פעילויות האקדמיה והקלטות האירועים זמינים באתר האקדמיה ובערוץ היוטיוב שלה.

הרצאות שנתיות

ההרצאה השנתית על שם אלברט איינשטיין

פרופ' מארי־קלייר קינג, פרופסור מטעם האגודה האמריקאית לסרטן במחלקות למדעי הגנום ולרפואה באוניברסיטת ושינגטון שבסיאטל, נשאה בחודש נובמבר 2024 את [הרצאת איינשטיין](#). פרופ' קינג היא חוקרת פורצת דרך שזכתה להכרה בין־לאומית בעקבות גילוי גן ה־BRCA1. הרצאתה עסקה בשיטה שפיתחה לזיהוי גנטי של ילדים שנחטפו בתקופת המשטר הצבאי בארגנטינה, מה שאפשר לרבים מהם להתאחד עם משפחותיהם לאחר שנים ארוכות.



מימין: יו"ר החטיבה למדעי הטבע פרופ' ידן דודאי, פרופ' מארי־קלייר קינג ונשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל

ההרצאה השנתית על שם צ'ארלס דרווין



פרופ' סטיבן פינקר מקבל את מדליית דרווין מידי נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל

ההרצאה השנתית על שם צ'ארלס דרווין, המתקיימת זו השנה השנייה, נערכה בחודש מאי 2024. השנה נשא את ההרצאה הפסיכולוג הניסויי פרופ' סטיבן פינקר מאוניברסיטת הרווארד, בנושא [The Evolution of Rationality and Irrationality](#). את האירוע הוביל יו"ר החטיבה למדעי הטבע פרופ' ידן דודאי. הבמה השנתית עוסקת בנושאי סביבה, אבולוציה, אקלים וביולוגיה.

ההרצאה השנתית על שם מרטין בובר

פרופ' סטיבן גרינבלט מאוניברסיטת הרווארד נשא בחודש פברואר 2024 את ההרצאה השנתית על שם נשיאה הראשון של האקדמיה פרופ' מרטין בובר. פרופ' גרינבלט הוא מן הבולטים שבחוקרי שייקספיר, והרצאתו עסקה בנושא [Shakespeare's Second Chance](#). את האירוע הובילה נשיאת האקדמיה לשעבר פרופ' נילי כהן.



פרופ' סטיבן גרינבלט נושא את ההרצאה השנתית על שם מרטין בובר

בשערי האקדמיה



בתמונה הימנית: חברת האקדמיה הצעירה פרופ' יעל אלוואיל ויו"ר האקדמיה הצעירה (דאז) פרופ' איתי הלוי במפגש "עתידו של כדור הארץ"; בתמונה השמאלית: חבר האקדמיה פרופ' יצחק פריד, בוגרת האקדמיה הצעירה פרופ' ליעד מודריק ויו"ר החטיבה למדעי הטבע פרופ' ידן דודאי במפגש "עתידו של המוח האנושי"

סדרת המפגשים ["בשערי האקדמיה"](#) נערכת זו השנה העשירית. בסדרה משתתפים חברי אקדמיה, חוקרים ואנשי רוח, ומטרתה להנגיש לציבור הרחב נושאים מדעיים. בכל שנה מתמקדת הסדרה בנושא רבת-חומי אחר. בשנת תשפ"ד עסקה הסדרה בנושא "עתיד", ובשנת תשפ"ה היא עוסקת בנושא "אחריות". סדרת המפגשים זוכה להצלחה רבה בציבור הרחב בקרב אלפי שומעים מכל רחבי הארץ, הן באולם והן בשידור החי, ולעיתים קרובות היא אף מארחת תלמידי תיכון וחניכי מכינות קדם-צבאיות.

סדרה חדשה: "הרצאות מבית"

בחודש יולי הושקה, ביוזמת נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל, סדרת הרצאות חדשה - "הרצאות מבית". את הרצאות הסדרה נושאים חברי וחברות האקדמיה - כל אחד בתחום מחקרו. את ההרצאה הראשונה, ["גלגולו של גלגול, או: המטמורפוזה הבלתי גמורה"](#) לציון מאה שנה לפטירתו של פרנץ קפקא, נשא חבר האקדמיה פרופ' דן מירון בחודש יולי 2024. את ההרצאה השנייה בסדרה, ["נח בשבע שגיאות' ועוד: עברית](#)



פרופ' דן מירון בהרצאתו "גלגולו של גלגול"

[ויידיש, שתי לשונות לחברה אחת"](#), נשאה חברת האקדמיה פרופ' חוה טורניאנסקי בספטמבר 2024. ההרצאה השלישית בסדרה, מפי חבר האקדמיה פרופ' דניאל פרידמן, ["המשבר המשפטי בדמוקרטיה ליברלית"](#), התקיימה בדצמבר 2024.

טיפוח הצעירים במדע

האקדמיה רואה חשיבות רבה בהידוק הקשר עם דור המדענים הצעירים ועם המדענים לעתיד, ופועלת לקידום צעירים מצטיינים במערכת ההשכלה הגבוהה. גם השנה נמשכה פעילותה של האקדמיה הצעירה הישראלית, התקיימו כינוסי GISFOH במדעי הרוח והחברה, הוענקו מלגות אדמס ומלגות רות ארנון, פרסי בלווטניק ומלגות קרן פולקס, ופעלו קבוצות פורום הצעירים של החטיבות למדעי הרוח והטבע.

השנה, ביוזמתה של נשיאת האקדמיה לשעבר פרופ' נילי כהן ובשיתוף הקרן על שם אליכס דה רוטשילד לאומנויות ומלגות לסטודנטים, הושקה [תוכנית מלגות חדשה ויוקרתית](#) לתלמידי מחקר לתואר דוקטור במדעי הרוח והחברה.



מימין: זוכה המלגה שמואל גלובר, נאמנת הקרן על שם אליכס דה רוטשילד עו"ד פיית שלמון-ברך, זוכת המלגה אופק אדרי פאר, נשיאת האקדמיה לשעבר פרופ' נילי כהן ונשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל

פעילויות אלו נועדו לעודד חוקרים ישראלים צעירים ומבטיחים ולקדם קשר מקצועי ואישי הדוק בין מדענים מצטיינים. כל תוכניות המלגות והפרסים מפורטות באתר האקדמיה.

האקדמיה הצעירה הישראלית

האקדמיה הצעירה הישראלית היא גוף הפועל עצמאית, בגיבויה ובסיועה של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. חברי וחברות האקדמיה הצעירה הם אנשי ונשות מדע מצטיינים מהשורה הראשונה בתחומם, המחויבים למעורבות ציבורית חברתית פעילה בנושאים הקשורים לענייניה של האקדמיה. במהלך השנה ערכה האקדמיה הצעירה אירועים רבים הפונים למדעניות ולמדענים הצעירים בישראל כדי לספק להם כלים לקידוםם ולהרחבת האפשרויות לשיתופי הפעולה ביניהם. ניתן לקרוא על כל הפעילויות [הללו באתר האקדמיה הצעירה](#).

בחודש ינואר 2024 פרסמה האקדמיה הצעירה בשיתוף "אפיק באקדמיה - פורום הפרופסוריות באוניברסיטאות" [סקר שבחן את השפעות המלחמה על הסגל באוניברסיטאות](#). מטרת הסקר הייתה למפות את הקשיים שעיימם מתמודדים חברות וחברי הסגל האקדמי הבכיר. הסקר הוצג לפני ראשי מערכת ההשכלה הגבוהה וזכה להדהוד רב בתקשורת. חברי האקדמיה הצעירה אשר הובילו את הכנת הסקר ואת ניתוחו הם פרופ' ארז בן-יוסף, פרופ' איתי הלוי, פרופ' מירי ימיני, פרופ' דניאל סודרי, פרופ' אסף שוורץ, פרופ' עדי שטרן ופרופ' רות שרץ-שובל.

בחודש מאי 2024 התקיים, בשיתוף פעולה עם האקדמיה הלאומית ומכון וולקני, כינוס בנושא [המחקר החקלאי בישראל: הישגים, חדשנות וביטחון תזונתי](#). מטרת הכינוס הייתה להציג את המחקר ואת הטכנולוגיה החקלאיים בישראל ואת חשיבותם המדעית-כלכלית-ביטחונית. את הכינוס הוביל הוועד המנהל של האקדמיה הצעירה, ועימו פרופ' אבי צדוק ופרופ' אילון שני, בוגרי האקדמיה הצעירה, בשיתוף פרופ' ידן דודאי, יו"ר החטיבה למדעי הטבע של האקדמיה הלאומית.



רב-שיח בכינוס "המחקר החקלאי בישראל"

סדרת הדגל של האקדמיה הצעירה היא מפגשי "[מסתגלים לאקדמיה](#)", סדרת מפגשים מקוונים הפונה לסגל אקדמי בתחילת דרכו, ומטרתה להנגיש את הכלים ואת המידע הדרושים להשתלבות מוצלחת באקדמיה הישראלית. השנה התקיימו מפגשים בנושאים: בניית קשרים בין-לאומיים לפני קביעות, שימוש בבינה מלאכותית בעולם האקדמי, בניית תיק מצטיין לקביעות וכן תקשורת עם עמיתינו בעולם בעת המלחמה.

עוד אחת מפעילויות הדגל של האקדמיה הצעירה היא סדרת הכינוסים "[אקדמיקס](#)" - מפגשים בין-תחומיים המיועדים לסגל אקדמי בכיר ממוסדות שונים בארץ, שמטרתם קידום שיתופי פעולה בין-תחומיים, הרחבת קשרי המחקר והעבודה וגם מתן פינה שקטה לחוקרים לעבודתם. השנה היה גם מפגש ייעודי לדוקטורנטים וכן כינוס בפורמט דומה, "אקדמיקס גרמניה", שהתקיים בחודש מאי 2024 בברלין, והשתתפו בו חברים באקדמיה הישראלית ובאקדמיה הגרמנית.



משתתפי כינוס "אקדמיקס"

מיזם ראיונות החברים



חברת האקדמיה פרופ' לאונה טוקר (מימין) מרואיינת על ידי חברת האקדמיה פרופ' שלומית רמון-קינן במסגרת המיזם "ראיונות החברים"

בשנת 2016 פתחה האקדמיה, ביוזמתה של פרופ' נילי כהן, נשיאת האקדמיה לשעבר, בצילום ראיונות עומק עם חבריה כדי להנגיש את הביוגרפיה האישית והמדעית שלהם לציבור הרחב, ובכך להכיר לו את הישגי המדע, וכן לצורכי תיעוד. חברי האקדמיה המרואיינים מתבקשים לבחור את המראיין או המראיינים שלהם, משורות האקדמיה או מחוצה לה, והריאיון מתנהל כשיחה אינטימית. הראיונות מועלים לערוץ היוטיוב ולאתר האקדמיה, והם נגישים לקהל הרחב. עד כה הועלו למרשתת [ראיונות עם כ-90 חברי וחברות אקדמיה](#).

האקדמיה בדיגיטל

השנה המשיכה האקדמיה להשקיע משאבים בהנגשת פעילויותיה השונות במרשתת וברשתות החברתיות



[יוטיוב](#), [פייסבוק](#), [X](#) (לשעבר טוויטר) ו[לינקדאין](#). נוסף על אלה פתחה [קבוצות ווטסאפ](#) לעדכונים על כל אירועי האקדמיה, וחברים בהן אלפי מתעניינים. הנהגתם של שידורים חיים מכינוסי האקדמיה הרחיבה את מעגל השומעים מקרב הציבור הרחב, והוא כולל עתה תושבים מכל רחבי הארץ. מספר העוקבים אחר עמודי האקדמיה הולך וגדל, וערוץ היוטיוב של האקדמיה מכיל יותר מ-1,800 הרצאות מדעיות הזמינות ונגישות לציבור בחינם.

רוצים להיות בעניינים?

הצטרפו לקבוצת ה- השקטה של האקדמיה לכל העדכונים על אירועי המדע הקרובים

המפעל לחקר השירה והפיוט בגניזה על שם עזרא פליישר

תשכ"ז-תשפ"ד

מאת פרופ' שולמית אליצור

חברת האקדמיה

למן שלהי תקופת התלמוד החלו משוררים בני ארץ ישראל ללוות את התפילה בבתי הכנסת בשירים שנועדו להחליף חלקים מתפילת הקבע. שירים אלה מכונים "פיוטים". מדובר בשירה מפותחת ועשירה, משוכללת בצליליה ובמקצביה, מלאה ברמזים לפסוקים ולמדרשים, ומשלב מסוים – גם מחורזת בחרוזים עשירים. אין ספק שמבחינת קהל המתפללים באותם ימים הייתה השמעת הפיוט בבית הכנסת אירוע תרבותי חשוב, והשומעים ציפו לפייטן העובר לפני התיבה ומשמיע יצירה חדשה בכל תפילה מרכזית.

הפיוטים נועדו להתחדש שוב ושוב, והפייטנים חיברו, דור אחר דור, קטעי שיר רבים מספור. השירה הפייטנית, שהייתה מלכתחילה אליטיסטית ונועדה לבתי כנסת של תלמידי חכמים, התחבבה במרוצת השנים על המוני העם, וגם בבתי כנסת פשוטים ציפו המתפללים שחזניהם יחדשו קטעי שיר. למן המאה התשיעית ואילך התפשטה השירה הפייטנית גם למרחבים גאוגרפיים חדשים, והחלה להתחבר גם במרחב הנוצרי, מדרום אירופה (איטליה והבלקן) ועד צפונה (אשכנז וצרפת), וגם בארצות האסלאם, מבל במזרח ועד צפון אפריקה וספרד במערב. יצירת הפיוטים נמשכה שנים רבות, ולא חדלה אפילו בעת החדשה. גם השימוש בפיוטים בבתי הכנסת נמשך עד היום.

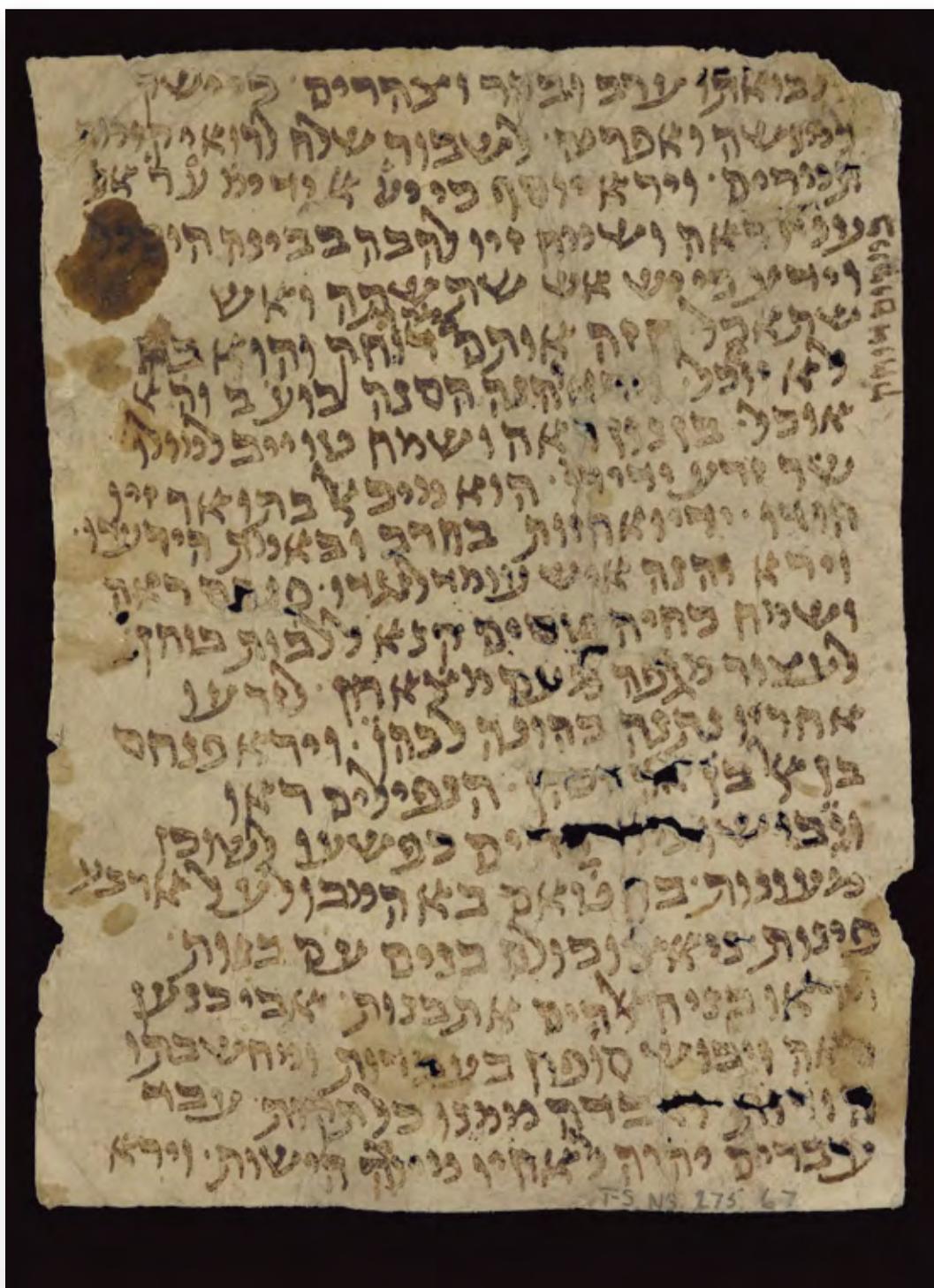


כ"י קיימברידג', ספריית האוניברסיטה, T-S H 7.9. קטעים משבעות לליל פסח ולסוכות, פרי עטו של ר' אלעזר בירבי קליה. באדיבות הנהלתה של ספריית האוניברסיטה בקיימברידג'

פיוטים עתיקים השתמרו במחזורי הקהילות ברוב תפוצות ישראל. אבל במרוצת השנים עברו הפיוטים תהליכים של התקבעות, וקהילות רבות שימרו מבחר מצומצם של פיוטים ואמרו אותם כמעט דרך קבע. בד בבד התחלפה השירה הקדומה בחלקה הגדול בפיוטים מאוחרים ו"מודרניים" יותר. משום כך רוב הפיוטים שהתחברו בארץ ישראל ובמזרח בתקופות קדומות לא שרדו במחזורים שהגיעו לידינו, ואף שמם של רבים מגדולי המשוררים שקע בתהום הנשייה.

שינוי מהותי בהיכרותנו עם גודל היצירה הפייטנית הקדומה ועם רבים מהשירים שהתחברו באלף הראשון לספירה חל בשלהי המאה התשע־עשרה, עם גילוי הגניזה הקהירית: בגניזה נמצאו יותר מ-250,000 כתבי יד, ובהם כל מה שנכתב בקהילות ישראל באותיות עבריות, בעיקר בין המאה העשירית למאה השלוש־עשרה, כגון קטעי מקרא, משנה, תלמוד ומדרשים; חיבורי דקדוק, קטעים מאגיים, שטרות ואף מכתבים אישיים שנכתבו בדרך כלל בערבית יהודית באותיות עבריות; וכמובן גם קטעי תפילה ופיוט. כל אלו הושלכו לגניזה אחרי שבלו ויצאו מכלל שימוש, שהו שם במשך מאות שנים והוסיפו להתפורר, והוצאו מן הגניזה כשהם בדרך כלל במצב השתמרות קשה. הקטעים גם התערבבו והתפזרו בין ספריות שונות ברחבי העולם.





כ"י קיימברידג', ספריית האוניברסיטה, T-S NS 275.67. קטע מקדושתא לסדר 'זירא בלק' (במדבר כב, ב) לפייטן בשם יהודה. באדיבות הנהלת ספריית האוניברסיטה בקיימברידג'

קטעי גניזה רבים מאוד מכילים פיזטים, ושיעורם מכלל הקטעים הוא כ-15%. הקושי בפיענוח ובשחזור הפיזטים מן הגניזה גדול במיוחד: בשעה שלחוקרי מקרא ותלמוד יש טקסט ידוע, וקטעי הגניזה מוסיפים לו בדרך כלל רק דיוקי נוסח, רוב הפיזטים המתגלים בגניזה חדשים: הטקסט אינו ידוע, והחוקר נדרש לפענח אותו מתוך כתבי יד שהם לעיתים קרועים או מחוקים. גדול החוקרים של פיזטי הגניזה במחצית הראשונה של המאה העשרים, מנחם זולאי, תיאר את מצב החומר במשל:

למה הדבר דומה: נקח עשרה אכסמפלורים של שני התלמודים, ממהדורות שונות, ונקרעם לאלפי קרעים; חציים נשרוף באש וחציים ניתן למי שלא למד תלמוד מימיו ואינו מכיר אפילו את שמות המסכתות, ונאמר לו: שב ובדוק את החומר ואמור לנו מה טיבו ומה צורתו המקורית.¹

זולאי אכן ניסה לפענח את קטעי הגניזה שהגיעו לידי, קטע אחר קטע, ולהשליט בהם סדר. תוך כדי עבודה אף התווה דרך עקרונית לקטלוג שיטתי של הפיזטים. הוא הבין שמצב הקרעים מחייב שימוש בכל פרט המספק מידע: אין די בקטלוג השירים על פי תחילותיהם, שכן לעיתים קרובות הקטעים קרועים ותחילת הפיזטים חסרה, ולעיתים אפילו סופם אינו עומד לפנינו. צריך אפוא להכין קטלוגים גם לרפרנים (פזמונות) המסומנים בפיזטים; לחרוזהם הקבועים; למילות קבע או לפסוקי מקרא המשמשים בהם קישוט וכדומה. זולאי עצמו הגיע למסקנות אלו בסוף ימיו, אחרי שכבר עבר באופן שיטתי פחות על אלפי קטעי גניזה, ולא הספיק להוציא את התוכנית אל הפועל.



פרופ' עזרא פליישר ז"ל

תוכניתו של זולאי החלה לקרום עור וגידים בשנת תשכ"ז, בשעה שנפתח – בחסות האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים – המפעל לחקר השירה והפיזוט בגניזה. את פתיחת המפעל יזמו פרופ' חיים שירמן ופרופ' עזרא פליישר; האחרון אף קיבל על עצמו את ביצוע העבודה, ובמשך ארבעים שנה, עד לפטירתו, עמד בראש המפעל ובדק בעצמו – אחרי פיענוח ראשוני של סטודנטים שסייעו לו – קטע אחרי קטע, רשם את פרטיו של כל פיזוט שזיהה וקטלג אותו. המפעל שָׁפַן בספרייה הלאומית, סמוך למכון לתצלומי כתבי יד עבריים,² ולשם פיענוח הקטעים הובאו אליו בזו אחר זו קופסאות של תצלומי קטעי גניזה (פוטוסטטים), וכל אחד מהקטעים נבדק ביסודיות. פרטיו של כל פיזוט שזוהה נרשמו במעין "תעודת זהות", וכל פרט הוכנס לקטלוג ייעודי. וכך נוצרו במפעל כרטסות משוכללות, של תחילות הפיזטים וסיומיהם, סוגיהם, שמות מחברייהם וכל פרט נוסף הקשור להם והעשוי לסייע בזיהוי חלקים נוספים שלהם.



פרופ' עזרא פליישר ז"ל

עם כניסת עולם המחשוב לחקר מדעי הרוח הועברו כל הנתונים שבכרסות למאגר ממוחשב משוכלל, המאפשר חיפוש ובדיקה על פי כל אחד מהפרמטרים שהוקלדו קודם לכן בכרסות ואף מציע חיפוש משולב של כמה פרמטרים בעת ובעונה אחת.

עם השנים הוחלפו הסטודנטים שעזרו בעבודת הקטלוג בעובדת קבועה אחת, ד"ר שרה כהן, המלווה את עבודת המפעל זה עשרות שנים, והיא עמוד התווך שלו. היא שביצעה את רוב עבודת המחשוב, והיא שמפענחת ומקטלגת את הקטעים, תחילה בניהולו של פרופ' פליישר, ומאז פטירתו (בתשס"ו) – בפיקוחה של כותבת השורות הללו.

בחמישים ושבע שנות קיומו פוענחו וקוטלגו במפעל בסביבות 35,000 כתבי יד, שהם הרוב המוחלט של קטעי הפיוט שבגניזה. המאגר מכיל היום יותר מ-172,000 כותרים, מתוכם קרוב ל-100,000 פיוטים שזוהו בכתבי יד מן הגניזה הקהירית ומאוסף פירקוביץ; האחרים הם אזכורים של פיוטים שנדפסו בממות שונות, וגם הם הוכנסו למאגר, לתועלת החוקרים. החומר שבמאגר משולב באתר הספרייה הלאומית, אך יש לציין שהדבר נעשה באופן המקשה עד מאוד את השימוש בו. רוב החוקרים המעוניינים במידע מן המאגר פונים ישירות אל עובדות המפעל. ואכן, חוקרים רבים בארץ ובעולם נעזרים במאגר, והוא כבר שימש בסיס לעשרות רבות של ספרים ומאמרים. בזכות השדות המגוונים המאגר

מאפשר לא רק את איסוף כל יצירותיו של פייטן זה או אחר, אלא גם "חתיכים" אחרים, כגון מחקרים המוקדשים לכל הפיוטים מסוג מסוים או פיוטים הכוללים קישוט תבנית מטיפוס ייחודי. כל אלו לא היו מתאפשרים לולי תמיכתה רבת השנים של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

לאחר עשורים רבים הסתיימה, בראשית מאי 2024, תמיכת האקדמיה למדעים במפעל, והוא עבר לרשות הספרייה הלאומית. עדיין יש כמה אוספי גניזה שלא קוטלגו – קטלוג אוסף פירקוביץ שבסנקט־פטרבורג (שחלקו מקביל לגניזה הקהירית ובחלקו כתבי יד מאוחרים יותר) עדיין בעיצומו – ועדיין דרושה הגהה יסודית של חלק גדול מהחומר, גם משום שהנתונים שנוספו במרוצת השנים מאפשרים זיהוי מחודש של קטעים רבים, וגם מפני שאפשר היום להיעזר בסריקות המשובחות של קטעי הגניזה הזמינות במרשתת באתר מיסודו של דב פרידברג והמאפשרות לזהות חומרים שלא פוענחו בתצלומים הפשוטים ששימשו בסיס לקטלוג. יש צורך גם בהקמת אתר נפרד ויעיל של המפעל אשר ינגיש לחוקרים את המידע שבמאגר באופן ידידותי ויאפשר שאילתות מורכבות. לשם כל אלה דרושות עוד כמה שנות עבודה. נקווה שתמצא דרך שתאפשר את השלמת עבודת המפעל לשם העמדתו הראויה לרשות הציבור הרחב. אולי אף יימצאו בדורות הבאים מי שיוסיפו למאגר גם את כל הפיוטים שבכתבי היד הרבים שמחוץ לגניזות קהיר, על פי החזון שהתווה פרופ' עזרא פליישר לפני שנים.

הערות

(1) מנחם זולאי, 'לכינוסם של פיוטי הגניזה', בספרו: ארץ ישראל ופיוטיה: מחקרים בפיוטי הגניזה, בעריכת אפרים חזן, ירושלים תשנ"ו, עמ' 35 (הדפסה ראשונה: הכינוס העולמי למדעי היהדות א [קיי"ת תש"ז], ירושלים תשי"ב, עמ' 262).

(2) במשכן החדש של הספרייה הלאומית אין חדר מיוחד למפעל אלא רק שולחן בתוך המכון לתצלומי כתבי יד עבריים.

בהוצאה לאור



הרמב"ם וגניזת קהיר

בעריכת מרדכי עקיבא פרידמן

ר' משה בן מימון נולד בקורדובה שבספרד, חי את רוב חייו בפֶּסטאט שבמצרים, היא קהיר העתיקה, ונפטר שם בשנת 1204. באותו זמן ובאותו מקום, בבית כנסת הירושלמי שבפֶּסטאט, שנודע לימים כבית הכנסת בן עזרא, נמצאה גניזת קהיר, אוצר בלוס של כתבי יד בלים. איש הרוח המופתי ומאגר הכתבים העתיקים הייחודי שינו את עולם החוכמה והמחקר לדורותיו באופנים בל ישוערו. חקר מאות אלפי קטעי הגניזה נמשך מאז סוף המאה התשע-עשרה. רבים מהקטעים זורעים אור חדש על חיי הרמב"ם, על הנהגתו ועל כתביו.

בשנת תשס"ה (2005) נערך באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ערב עיון לציון מלאת שמונה מאות שנה לפטירתו של הנשר הגדול. ערב העיון התייחד בנושא שכולו המפגש של החכם ואוצר החוכמה: 'הרמב"ם וגניזת קהיר'. המחקרים המתפרסמים בספר זה מבוססים על שתיים מן ההרצאות בערב העיון.

תוכן העניינים

פתח דבר

מרדכי עקיבא פרידמן

עיונים בתרומת הגניזה לחקר הרמב"ם

שמה יהודה פרידמן

משנה תורה: הנוסח הראשון בכתובת ידו של הרמב"ם

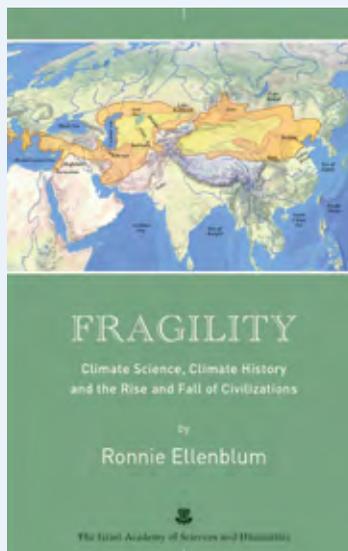
תשפ"ד/2023. n + 427 + vii עמודים. 15 x 24 ס"מ. כריכת בד



Fragility

Climate Science, Climate History and the Rise and Fall of Civilizations

By Ronnie Ellenblum



השפעתם האפשרית של שינויי אקלים על גורלן של חברות ותרבויות אנושיות אולי לא הייתה מעולם במוקד תשומת הלב כפי שהיא כיום, אך יכולתם לפגוע באספקת המזון שהחברה תלויה בה מלווה את האנושות משחר קיומה. ל"שבריריות" הזאת, כפי שרוני אלנבלום ז"ל מכנה זאת בספרו החלוצי, היה חלק בעלייתן ובנפילתן של אימפריות וממלכות לאורך כל ההיסטוריה.

עם זאת, בחלק הארי של המאה העשרים נרתעו מרבית חוקרי ההיסטוריה והחברה מִחקר השפעתם של אירועי אקלים על תולדות האנושות. בחלקו הראשון של הספר אלנבלום עוקב אחר מסלולו של חקר האקלים מראשיתו ומתחקה על שורשי הרתיעה הזאת. הוא מוצא אותם לא רק בחוסר היכרותם של חוקרים במדעי הרוח והחברה

עם שיטות המחקר של המדע הניסויי אלא גם בשימוש הפסול בשיטות אלו שנעשה במדעי החברה בפנייתם המסוכנת אל תאוריות איגניות בעשורים שלפני מלחמת העולם השנייה. אלנבלום קורא בספר למפגש חדש בין המחקר ההומניסטי ובין המדעים הניסוייים ומראה עד כמה מפגש כזה עשוי להיות פורה וחשוב. הוא מציב זה מול זה באופן מלומד ומאיר עיניים תיאורים המתועדים בכרוניקות מימי הביניים ומן העת העתיקה ונתונים שאובים ממחקרי אקלים מודרניים ומראה את השפעתם המכרעת של גורמים אקלימיים על עלייתן, פריחתן, שקיעתן והתמוטטותן של האימפריות הגדולות מן העבר.

רק כך, הוא מסכם, נוכל להבין איך, ובאיזו מהירות, שינויי האקלים עשויים להשפיע על עתידנו ולהתכונן לתהפוכות שהם עומדים להביא עימם.

תשפ"ד/2024. ב + 372 + ii עמודים. 15 x 24 ס"מ. כריכה קשה



ספרים חדשים

מאת חברי האקדמיה

שולמית אליצור, רבי אלעזר בירבי קליר: פיוטים לסוכות ולשמיני עצרת, כרך א: פיוטים לחג הסוכות; כרך ב: פיוטים לשמיני עצרת ולשמחת תורה, הוצאת קרן הרב דוד משה ועמליה רוזן, ירושלים: תשפ"ד.

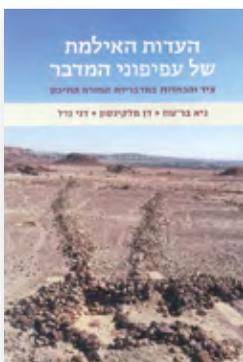
יהושע בלאו וסימון הופקינס, הערבית-היהודית הקדומה בכתבי פונטי, חלק ב: טקסטים לא מקראיים: טקסטים ספרותיים וטקסטים עממיים, ירושלים: יד יצחק בן-צבי, תשפ"ד/2024.

משה בר-אשר, מחקרים בלשון חכמים, כרך ד: שאלות מרכזיות, ענייני דקדוק, מדרש ולשון ונוספות, ירושלים: מוסד ביאליק, תשפ"ד/2024.

גיא בר-עוז, דן מלקינסון ודני נדל, העדות האילמת של עפיפוני המדבר: ציד והכחדות במדבריות המזרח התיכון, ירושלים: יד יצחק בן-צבי, 2024.

ישראל גרשוני, נאורות במצרים הקולוניאלית: מודרניות, לאומיות, קולוניאליזם ומגדר במשנתו של אחמד לוטפי אל-סיד, עיונים בהיסטוריה המודרנית של המזרח התיכון, תל אביב: רסלינג, 2024. (בדפוס)

אבנר הולצמן, אנטומיה של מהפכה: מיכה יוסף ברדיצבסקי והוצאת "צעירים", ירושלים וברלין: ספרי בלימה, תשפ"ד/2023.



אבנר הולצמן, מולדת במלים: תחנות בספרות העברית, ירושלים: כרמל, תשפ"ד/2024.

יונתן מאיר, תיקון הפרדוקס: יוסף וייס, גרשם שלום ופרשת הדוקטורט הגנוז על ר' נחמן מברסלב, ירושלים וברלין: ספרי בלימה, תשפ"ד/2023.

יונתן מאיר (עורך), זלמן שזר, על תלי בית פרנק: רשמי אופנבך, עם אחרית דבר מעשה ידי יונתן מאיר, ירושלים וברלין: ספרי בלימה, תשפ"ד/2023.

יונתן מאיר, אליעזר פאפו ונועם לפלר (עורכים), איל פריזינטי: כתב עת לחקר יהדות ספרד 16–17 (2022–2023), גיליון מיוחד על נחמיה חייא חיון, תשפ"ד/2024.

יונתן מאיר ויוסי שוויג (עורכים), צבי מירוני, החולמים בירושלים: שרטוטים על הקווים והחולמים, המסתורין והמקובלים בהווה הירושלמי (1938), ירושלים וברלין: ספרי בלימה, תשפ"ד/2024.

יונתן מאיר, נפתולי סוד: שלוש הרצאות על ר' יהודה ליב אשלג והקבלה במאה העשרים, ירושלים: מכון שוקן למחקר היהדות, תשפ"ד/2024.

יונתן מאיר, שלוש הרצאות על חסידות ברסלב, ירושלים: מכון שוקן למחקר היהדות, תשפ"ד/2024.

יונתן מאיר, שלוש הרצאות על חסידות חב"ד, ירושלים: מכון שוקן למחקר היהדות, תשפ"ד/2024.

יונתן מאיר (מהדיר), יוסף פרל, ספר בוחן צדיק, ההדיר על פי דפוס ראשון וכתבי־יד והוסיף מבוא וביאורים: יונתן מאיר, עם אחרית דבר מאת ישראל ברטל, ירושלים: מוסד ביאליק, תשפ"ד/2024.

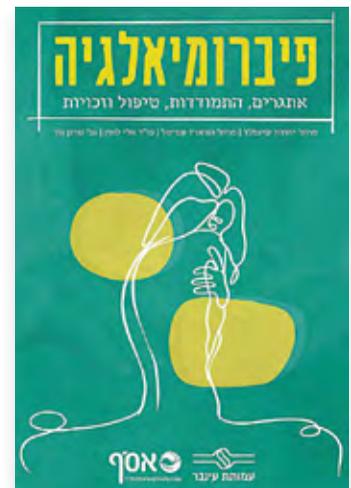
עמיחי מזר, התל של תל אביב: סיפורו של תל קסילה שעל גדות הירקון, ירושלים ותל אביב: יד יצחק בן־צבי ומוזיאון ארץ ישראל, תשפ"ג/2023.

שמואל פיינר, לתולדות החילון היהודי, ירושלים וברלין: ספרי בלימה, תשפ"ה/2024.

דניאל פרידמן, המשפט: מבט כללי (קצת ספקני), צפרירים: נבו, 2024.

מרדכי עקיבא פרידמן (עורך), הרמב"ם וגניזת קהיר, ירושלים: האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, 2023.

מיכאיל קרייני, מְצִיַּת אֶתְעֵדִידיה: אלדין ואלדִנְלָה נְסֵט אלעֵרֵב אלפִלְסְטֵנִין פי אֶסְכְּאֵיל [A Multicultural Entrapment, Religion and State Among the Palestinian-Arabs in Israel] (Cambridge University Press, 2021) (תרגם מאנגלית יאסין אלסייד), רמאללה: מדאר – המרכז הפלסטיני למחקרים על ישראל, 2024.



Amnon Aharony, Ora Entin-Wohlman, David A Huse and Leo Radzihovsky (eds.), *50 Years of the Renormalization Group: Dedicated to the Memory of Michael E Fisher*, Singapore: World Scientific, 2024.

Robert J. Aumann, *Interactive Epistemology*, Singapore: World Scientific, 2024.

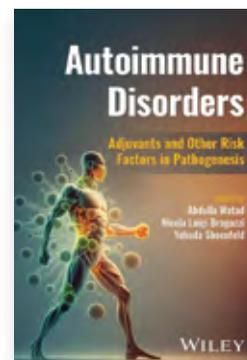
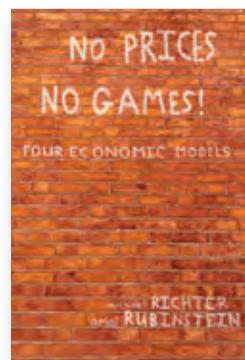
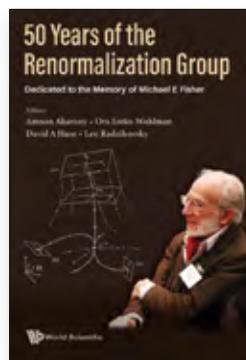
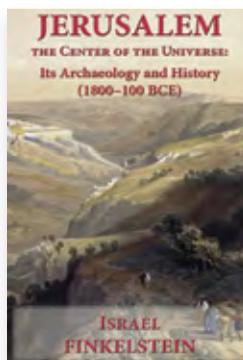
Ronnie Ellenblum, *Fragility, Climate Science, Climate History and the Rise and Fall of Civilizations*, Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities, 2024

Israel Finkelstein, *Jerusalem the Center of the Universe: Its Archaeology and History (1800-100 BCE)*, Atlanta: Society for Biblical Literature, 2024.

Michael Richter and **Ariel Rubinstein**, *No Prices No Games! Four Economic Models*, Cambridge: OpenBook Publishers, 2024.

Abdulla Watad, Nicola Luigi Bragazzi and **Yehuda Shoenfeld** (eds.), *Autoimmune Disorders Adjuvants and Other Risk Factors in Pathogenesis*, New York: John Wiley & Sons, Ltd, 2024.

Michael E. Stone, *Armenian Apocrypha: Questionnaire* (SBLEJL 00; Atlanta: Society of Biblical Literature, forthcoming), series vol. 7.



רשימת חברי האקדמיה תשפ"ה

החטיבה למדעי הטבע

עדי קמחי	יוסף ירדן	יוסף ברנשטיין	דוד הראל
שרית קראוס	מאיר להב	נעמה ברקאי	נשיא
דוד קשדן	אלכסנדר לובוצקי	שפריה גולדוסר	דין דודאי
אלי קשת	יוסי לוייה	עודד גולדרייך	יו"ר החטיבה
מיכאל רבין	רפאל דוד לוין	יורם גרונר	עודד אברמסקי
מישל רבל	אלכסנדר לויצקי	גדעון דגן	שמואל אגמון
יאיר רייזנר	לסלי ליזרוביץ	תמר דיין	יקיר אהרונוב
גדעון רכבי	אילון לינדנשטראוס	מרדכי (מוטי) הייבלום	אמנון אהרוני
מרדכי (מוטי) שגב	דוד מילשטיין	אהוד הרושובסקי	שמעון אולמן
עדיאל (עדי) שטרן	אילן מרק	חיים הררי	משה אורן
יוסף שילה	נעם ניסן	אברהם הרשקו	מיכל אירני
יהודה שינפלד	אברהם ניצן	איתמר וילנר	יונינה אלדר
דן שכטמן	חיים סידר	מאיר וילצ'יק	אורי אלון
שהרן שלח	הלל פורסטנברג	דניאל יוס	נוגה אלון
שלמה שמאי	דב פרוהמן	עופר זיתוני	מיכאל אלעד
עדי שמיר	יצחק פריד	אלי זלוב	אורה אנטין-וולמן
מיכה שריר	אהרן צ'חונבר	אילן חת	רות ארנון
זאב תדמור	יוסף קוסט	ישעיהו (אישי) טלמון	זליג אשחר
יגאל תלמי	רוג'ר ד' קורנברג	רשף טנא	צבי בן-אברהם
	יעקב קליין	עדה יונת	ינון בן-גוריה
	גיל קלעי	יהושע יורטנר	אשרף בריק

החטיבה למדעי הרוח

דניאל פרידמן	יונתן מאיר	אהרן ברק	מרגלית פינקלברג
יוחנן פרידמן	עמיחי מזר	נעמה גורן-ענבר	סגנית הנשיא
מרדכי עקיבא פרידמן	דן מירון	ישראל גרשוני	סרג'יו הרט
נעמה פרידמן	בילי מלמן	אבנר הולצמן	יו"ר החטיבה
בנימין זאב קדר	אהרן ממן	סימון הופקינס	ישראל אומן
איתן קולברג	אבישי מרגלית	משה הלברטל	משה אידל
אשר קוריאט	נדב נאמן	אלחנן הלפמן	בנימין איזק
יעקב קליין	דוד נבון	דון הנדלמן	שולמית אליצור
יוסף קפלן	מארן ר' ניהוף	שולמית וולקוב	רחל אלתרמן
מיכאל קרייני	מיכאל אדוארד סטון	דוד וייסבורד	יצחק אנגלרד
אריאל רובינשטיין	גדליה סטרומזה	מוחמד חאג' יחיא	יורם בילו
רונית ריצ'י	שרה סטרומזה	עמנואל טוב	מיכל בירן
שלומית רמון-קינן	סמי סמוחה	לאונה טוקר	איל בנבנישתי
יואל רק	אדוין טרוסי	חנה טורניאנסקי	יואב בנימיני
דוד שולמן	שמחה עמנואל	מנחם יערי	מאיר מיכאל בראשר
בן-עמי שילוני	אריאל פורת	יעקב כדורי	משה בראשר
אניטה שפירא	שמואל פיינר	נילי כהן	ישראל ברטל
אריאל ששה-הלוי	ישראל פינקלשטיין	יהודה ליבס	רות ברמן
	אנדרו פלקס	נירה ליברמן	גיא בר-עוז



האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים
المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES AND HUMANITIES



רח' ז'בוטינסקי 43, כיכר אלברט איינשטיין, ת"ד 4040, ירושלים 9104001
טל' 02-5676222, דוא"ל naama@academy.ac.il

 www.academy.ac.il



למהדורה הדיגיטלית