



טבת תשפ"ד
דצמבר 2023

איגרת

גיליון 45

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים



תמונת השער:

דימוי אומנותי תלת־ממדי של מוח, בהשראת המאמר "דיאלוגים בין פסיכולוגיה קוגניטיבית, מדעי המוח, נירופסיכולוגיה, נירוכירורגיה, חינוך ובלשנות: מבט מדיסקסיות" מאת פרופ' נעמה פרידמן, עמ' 50

עורכת: נעמה שילוני, מנהלת קשרי ציבור
סיוע בהפקה: מיה פופר

עריכת לשון: יהודית (דיתיק) ידלין
תצלומים: אוסף הספרייה הלאומית, ארכיון האקדמיה,
ינון פוקס, מיכל פתאל, הילה שילוני
British Library, PD Dr. Jens Hübner/Leibniz
University Hannover, Museum Redya Pustaka,
Kai Pitre Salgado, Perpustakaan Negara Malaysia MS
עיצוב ועריכה גרפית: נאוי קצמן

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.2023.45>

תוכן העניינים

3 דבר הנושא

7 הרצאות החברים החדשים בתשפ"ג

9 עולמות של מסורות נסתרות בפיוטים
פרופ' שולמית אליצור

16 מיתוסי נדל"ן, המופע של טרומן ופיצויים על ירידת ערך מקרקעין
פרופ' רחל אלתרמן

26 ספינטרוניקה
פרופ' אורה אנטיין-וולמן

32 גבישים במדע, בטכנולוגיה וברפואה
פרופ' מאיר להב ופרופ' לסלי ליזרוביץ

44 תכנון מנגנונים אלגוריתמי
פרופ' נעם ניסן

50 דיאלוגים בין פסיכולוגיה קוגניטיבית, מדעי המוח, נירופסיכולוגיה, נירוכירורגיה,
חינוך ובלשנות: מבט מדיסקטיות
פרופ' נעמה פרידמן

62 הבסיס המולקולרי להתבטאות גנים
פרופ' רוג'ר קורנברג

64 אתגרי סמכות השיפוט הבינלאומית של בתי המשפט בישראל במאה העשרים ואחת
פרופ' מיכאיל קרייני

72 לקרוא בין השיטין: מבט מאינדונזיה
פרופ' רונית ריצ'י

81 באקדמיה

82 ידיעות בקצרה

94 בהוצאה לאור

95 ספרים חדשים מאת חברי האקדמיה

100 רשימת חברי האקדמיה

דבר הנשיא

חברי וחברות האקדמיה, קוראים וקוראות נכבדים,



פרופ' דוד הראל
נשיא האקדמיה

פרסום זה יוצא לאור על רקע מציאות מורכבת וקשה. המתקפה הברוטאלית האיומה של החמאס ב־7 באוקטובר גבתה מחיר נורא וחסר תקדים מאזרחי ישראל, והמלחמה שבאה בעקבותיה ממשיכה לגבות מחיר דמים יקר ביותר גם מאיתנו וגם מן האזור כולו.

ליבנו עם החטופים בעזה ועם בני משפחותיהם, עם הפצועים ועם המשפחות השכולות. יש לעשות הכול להחזרת החטופים למשפחותיהם, בריאים ושלמים, עד האחרון והאחרונה שבהם.

ומה באשר למצבנו שלנו בעולם האקדמי? נושא זה הוא חשוב ביותר, במיוחד כשעינינו נשואות ליום שאחרי, ולעתידנו כְּמדינה.

ההשכלה הגבוהה והמחקר הם נדבכים מרכזיים בשיקום החברה הישראלית וכלכלת המדינה לאחר המלחמה הקשה. אני קורא בזאת לממשלה ולכנסת לאמץ כיעד לאומי השקעה רבה וארוכת טווח במוסדות ההשכלה הגבוהה והמחקר בישראל. רק כך נוכל להבטיח את המשך המצוינות האקדמית, החדשנות הטכנולוגית ורמת החיים הגבוהה לאזרחי המדינה. המוסדות להשכלה גבוהה הם מנועי הצמיחה של מדינת ישראל, הן במישור המדעי, הן במישור הכלכלי והן במישור החברתי והתרבותי־ערכי.

חדשות רעות נוספות מגיעות מחו"ל. יש חשש כי ניסיונות להטלת חרם אקדמי על ישראל, גלוי או סמוי, מצד גופים בין־לאומיים יפגעו קשות בשיתופי פעולה מחקריים ובקידום של חוקרים ישראלים רבים, וכנגזרת של ניסיונות אלה גם ברמתה המדעית הגבוהה של ישראל. חשוב בזמן זה לשמור ולחזק את הקשר עם גופי מחקר והשכלה גבוהה בחו"ל, ולצאת נגד כל ניסיון לחרם גלוי או סמוי על המדע הישראלי ועל העוסקים בו. מדאיגה במיוחד היא ההסתה האנטי־ישראלית חסרת הרסן, שמגלה את פרצופה המכוער בקמפוסים שונים בעולם, ואשר מסכנת את שלומם, ואולי אף את חייהם, של סטודנטים ושל אנשי סגל יהודים וישראלים. גולת הכותרת המבישה של עניין זה הייתה בשימוע

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES AND HUMANITIES



האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים
THE ISRAEL ACADEMY OF
SCIENCES AND HUMANITIES



בקונגרס שנערך בתחילת דצמבר לשלוש הנשיאות של אוניברסיטת הרווארד, אוניברסיטת פנסילבניה (UPenn) והמכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT). בעקבות השימוע נשיאת UPenn כבר התפטרה, ויש לקוות שכך תעשינה גם שתי הנשיאות האחרות.

מהפך האישי אוסיף שכמי שקיבל מ-MIT את הדוקטורט שלו, מצערת אותי במיוחד התנהלותה של נשיאת ה-MIT, פרופ' סאלי קורנבלוט (Kornbluth), אשר אגב, נהנתה למוחרת השימוע מחיזוק ניכר, בדמות הצהרה תומכת וחמה של מועצת המנהלים של המוסד. גאוותי בת 45 השנים בדוקטורט הזה מתחלפת לי בימים אלה בבושה גדולה.

יש לחפש דרכים לפעול בנחישות וללא לאות נגד תופעות כאלה בחו"ל: מרמת ההסתה וההתלהמות בשטחי הקמפוסים ועד לרמת גופי ההנהלה של האוניברסיטאות. הקהילה המדעית הבין-לאומית חייבת לגנות בחריפות לא רק את הטבח הנוראי שביצעו החמאס ועושי דברו ב-7 באוקטובר, אלא גם את גל השנאה המטריד מאוד שבא בעקבותיו.

וכאן בארץ, נוכח האתגרים של התקופה האחרונה, עלינו לתרום תרומה נכבדת לשיקומה ולשיפור של המערכת האקדמית בישראל. עלינו לסייע למוסדות, לחוקרים ולסטודנטים להתאושש ולשוב לפעילות מלאה, לעודד שיח מכבד ופתוח בין כלל הקבוצות והזהויות בחברה הישראלית ולהגן בתוקף על ערכי היסוד של העולם האקדמי.

כולנו חייבים לפעול למען יצירת חברה טובה וצודקת יותר המבוססת על סובלנות ועל אמון, על הבנה הדדית ועל ערכים הומניים. המשך הלמידה, המחקר והיצירה האקדמית הם מרכיבים קריטיים במאמץ הזה.

אני מתחייב בזאת לעשות כמיטב יכולתי כדי להוביל את כל אלה באופן אחראי ורציני, כיאה למי שמשרת בגוף ממלכתי אשר טובת המדינה ועוצמתה המדעית, התרבותית והערכית היא בראש מעייניו.

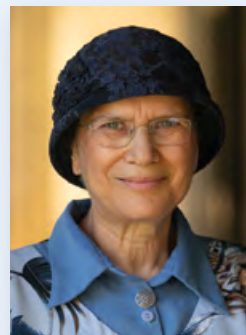


שלכם בברכה,
פרופ' דוד הראל

**הרצאות
החברים
החדשים
בתשפ"ג**



עולמות של מסורות נסתרות בפיוטים



מאת פרופ' שולמית אליצור

הדוגמה הראשונה המובאת כאן היא מתוך קרובה (כלומר פיוט לתפילת עמידה) לחנוכה של גדול פייטני ארץ ישראל הקדומים בשלהי העת העתיקה, ר' אלעזר בירבי קליר, בן המאה השישית והשביעית¹. לשון הפיוטים היא לשון חידות רמזנית, ופייטנים קדומים כמעט לא הזכירו אישים, עצמים או אומות בשמם ותחת זאת כינו אותם בכינויים. כך דרך משל בפיוט הידוע לחנוכה "מעוז צור", שנתחבר באשכנז ככל הנראה במחצית השנייה של המאה השתים-עשרה, מכנה הפייטן את הקב"ה "מְעֹז צוֹר יְשׁוּעָתִי"; את המקדש "בֵּית תְּפִלָּתִי"; האויב מכונה "צַר הַמְּנַבֵּחַ". אבל במפתיע מזכיר בו הפייטן המאוחר את היוונים במפורש ולא בכינוי, ואת החשמונאים – ברמז גלוי לשמם: "יְנָנִים נִקְבְּצוּ עָלַי / אֲזִי בִימֵי חֲשָׁמֹנִים".

במאמר זה אני מבקשת להדגים בקצרה תופעה רחבת היקף שאני מתחקה אחריה כבר שנים רבות, הקשורה לתרומת הפיוטים לשחזור מסורות מדרש. ספרות המדרש כוללת חומר רב ומגוון, והיא נוצרה במשך מאות רבות של שנים. המחקר הגיע להישגים ניכרים בכל הנוגע לתיארוך קובצי מדרשים מן העת העתיקה ומימי הביניים. אבל דרשות רבות לא זכו להיכלל בקבצים שהגיעו לידינו ואבדו במרוצת השנים, וגם תיארוך של מסורות מדרש בודדות הוא מלאכה קשה: מסורות עתיקות מאוד לא שרדו אלא במקורות מאוחרים, ולעיתים קרובות אין כל דרך לקבוע את גילן ואת מוצאן. בנקודה זו אפשר לעיתים להיעזר בפיוטים שהתחברו בארץ ישראל בשלהי התקופה הביזנטית, למן המאה החמישית או השישית, ובתקופה המוסלמית הקדומה.

"צִפִּיר הָעֵזִים" בדניאל (ח:ה-כא) מסמל את מלכות יוון, ונאמר כאן אפוא: "משעה שעמדה בעולם מלכות יוון". אדלג לרגע על השורה השנייה ואסביר את ההמשך: "לוֹעֲזִים" הם היוונים שצצו בארץ, והם ביקשו להכחיד את ישראל המכונים "גְּזֵי עֵזִים", כלומר: אלו שעברו (גְּזוּ) את המים העזים של ים סוף. ומה נאמר בשורה השנייה? על פי ההקשר, ברור שה"לְקִים" עזי הפנים הם שוב היוונים. אבל מדוע מכונים היוונים "לְקִים"? מדרשי חז"ל הידועים אינם מבהירים זאת. האם יש כאן מטפורה יפה של ר' אלעזר בירבי קליר, שתיאר את היוונים כארבה המתפשט בארץ ומכלה את יבוליה, או שמא מסתרת בכינוי דרשה שאיננו מכירים?

בחינה של פיוטים נוספים לחנוכה מעלה שדווקא הַלְקִ, ולא כל סוג אחר של ארבה, מופיע כדימוי ליוונים בפיוט נוסף לחנוכה של ר' אלעזר בירבי קליר, המספר: "גְּבָרוּ וּפְשָׁטוּ כְּלִק"², והוא מופיע ככינוי ליוונים אצל פייטן נוסף, הפעם פייטן איטלקי בן המאה העשירית, הוא ר' שלמה הבבלי, שאומר: "טָסוּ חַרְגְלֵי יֶלֶק / זְמוּרֵי הַבְּקַק וְהַבְּלַק"³. "הַבְּקַק וְהַבְּלַק" הם מלשון "בוקה... ומבְּלַקָּה" (נחום ב:יא), שעניינם שממה, כלומר: החרגולים המכונים "ילק", הם היוונים, באו להשחית ולהכרית את ישראל, המשולים לזמורות הנשארות חשופות ושוממות בעקבות נחילי הארבה המכלים בהן כל ירק. העובדה שגם בפיוטים אלו נבחר דווקא ה"לְקִ" מחשידה גם את ה"לְקִים" בפיוט הראשון שראינו ככינוי שנבחר בכוונת מכוון.

חידת הילקים הטרידה אותי במשך שנים רבות, והיא נפתרה כאשר התפרסם לפני קצת פחות מעשרים שנה פירוש אנונימי מן הגניזה בערבית יהודית לפסוקים הראשונים של ספר יואל, ובו דרשה לא ידועה על ארבע המלכויות. הפרשן סוקר סמלים שונים של ארבע המלכויות ומתמקד בפתיחת ספר יואל, ואומר:⁴

ר' אלעזר בירבי קליר לא הזכיר בקרובה שלו את היוונים במפורש, וחלק גדול מהכינויים שבחר להם נסמכים על אגדה קדומה על אודות ארבע מלכויות שהשלטון בארץ ישראל ניתן להן עד לביאת המשיח: בבל, מדי, יוון ואדום, המזוהה עם רומי-ביזנטיון ובהרחבה עם הנצרות כולה. יסוד האגדה בחזיונות שבספר דניאל, והיא התפתחה מאוד בספרות המדרש. אגדת ארבע המלכויות קיימת גם בבסיסו של הפיוט "מעוז צור ישועתי" שהזכרתי למעלה, המתאר את גלות מצרים, ואחריה את יתר ארבע המלכויות. בספרות המדרש שכיחות מאוד דרשות הנוטלות רביעיות מן המקרא ודורשות אותן כסמל לארבע המלכויות, כגון ארבעת הנהרות היוצאים מעדן – גיחון, פישון, חידקל ופרת – או ארבעת בעלי החיים האסורים באכילה משום שאין להם אלא סימן טוהרה אחד – גמל, שפן, ארנבת וחזיר.

הקלירי נוטל את כינוי ליוונים מדרשות אלה. כך, דרך משל, הוא פותח את הסיפור בהכרזה: "בַּעֲמֹד חֲדָקָל בְּנִיבוֹ חַד וְקַל", ברמז ברור למדרש "ושם הנהר השלישי חֲדָקָל – זו יוון, שהיתה חדה וקלה בגזירותיה" (בראשית רבה טז, ד). בהמשך הוא מספר ש"גְּנָה הַעֲלֵת אֲרֻנְבַת", על פי הדרשה "ואת הארנבת" – זו יוון, 'כי מעלת גרה היא' – שגררה מלכות אחריה" (ויקרא רבה יג, ה), וכך הוא מכנה את יוון פעם אחר פעם בכינויים הרומזים לתיאורי המלכויות בדניאל או למדרשים העוסקים בארבע המלכויות.

בהקשר זה מפתיעות השורות האלה:

מַעַת צָג צִפִּיר הָעֵזִים
 חָלוּ יֶלְקִים פְּנִים מְעִזִים
 וְנִצְצוּ כָּל לֹעֲזִים
 לְהַכְחִיד גְּזֵי עֵזִים

האמון על לשון החידות הפייטנית ובקיא במקרא ידע לפרש שורות אלה בנקל: "צג" משמעו עמד,

וכמסורת קדומה היא הגיעה גם לידי הפרשן האנונימי שדבריו שרדו בגניזה. הפירוש המאוחר מבהיר אפוא את מקורו האבוד של הפיוט הקלירי, ובה בעת הפיוט מעיד על קדמות המסורת המובאת בפירוש.

דוגמה אחרת, הפעם פשוטה יותר, עולה מפיוטים לראש השנה. ראשון הפייטנים הידוע בשמו, יניי, שפעל בארץ ישראל במאה השישית, אומר באחד מפיוטיו לראש השנה:⁵

זְמַן פְּסָא אֲשֶׁר תִּכְסֶּה לְבָנָה
לְכִסּוֹת חֲטָאֵת יִפֶּה כְּלָבָנָה
חֲמָה אֵיךְ תִּאָּמֵן לְבַדָּה בְּעֵדוֹת
וְעַד אֲחָד לֹא יַעֲנֶה בְּנִפְּשׁ לְמוֹת

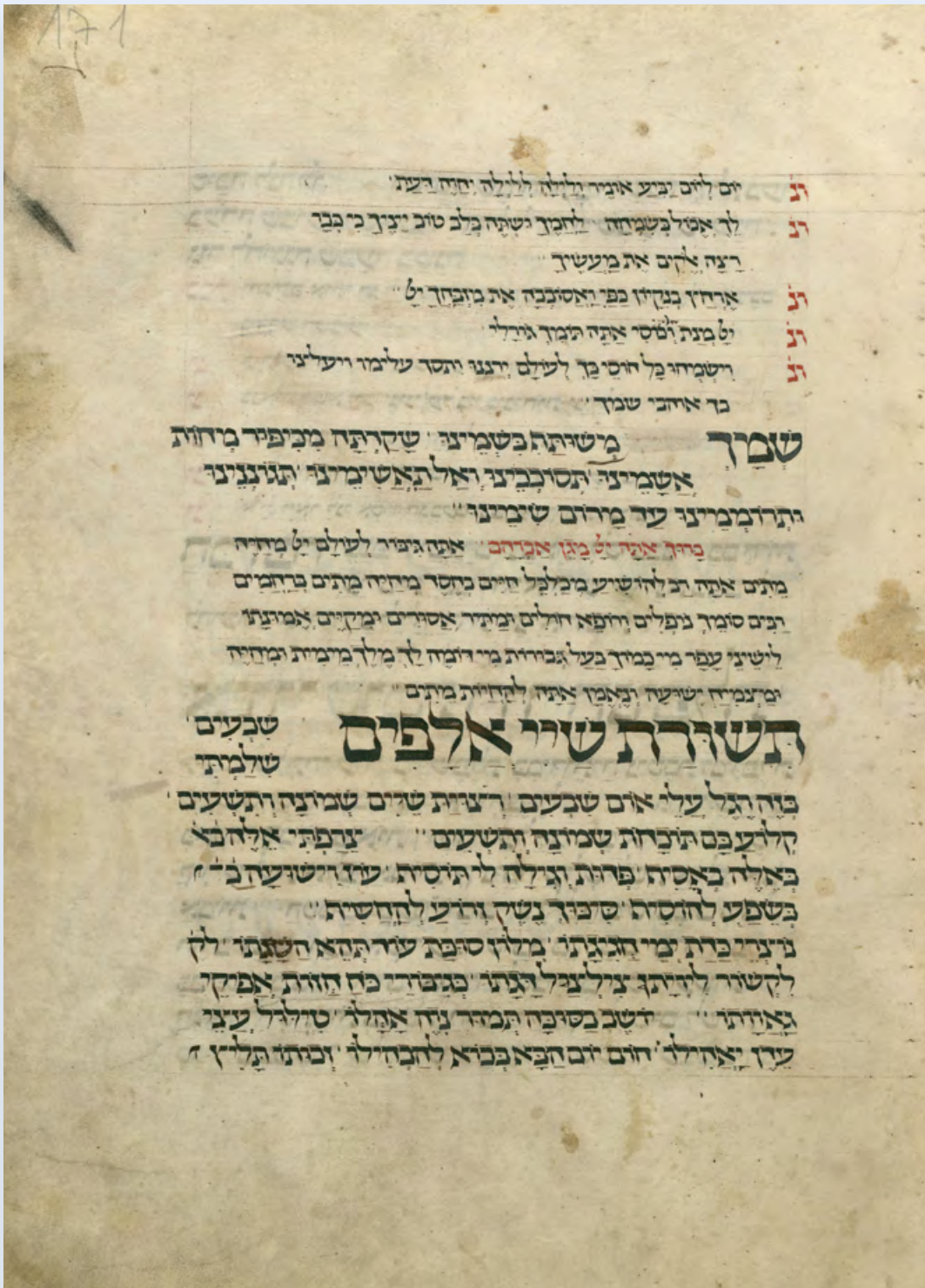
משמע הדברים: ב"זמן פסא", כלומר "בפסח ליום חגנו" (תהילים פא:ד), הוא ראש השנה, הלבנה מתכסה ונעלמת, ובכך מסייעת לכסות על חטאיהם של ישראל, המכונים "יפה כלבנה" על פי תיאור הכְּעִיָּה, המזוהה עם כנסת ישראל, בשיר השירים ו:י. ומדוע היעלמות הלבנה מסייעת לישראל? על כך הוא עונה בשורה הבאה. מתברר שהשמש והירח הם העדים לחטאיהם של ישראל, וביום הדין הם מתבקשים לספר מה ראו – אבל הלבנה מתכסה ונעלמת, ונותרת השמש לבדה, ועד אחד איננו קביל במשפט העברי. הפייטן מחיל חוק זה על הדין השמימי תוך כדי ציטוט מקורו בתורה: "וְעַד אֲחָד לֹא יַעֲנֶה בְּנִפְּשׁ לְמוֹת" (במדבר לה:ל).

מה מקורה של דרשה זו? במדרשים הקדומים איננו מוצאים לה זכר, אבל הזכרתה בפיוטו של יניי איננה יחידה: היא נזכרת גם בפיוט של ר' אלעזר בירבי קליר לראש השנה, האומר על הירח שהוא "נְגַלָּה וְנִכְסָה / וְחֲטָא לֹא מְכַסֶּה / וּבְיָוִם פְּסָא יִתְכַסֶּה / מְלַהֲכִיחַ בְּמִשְׁפָּט",⁶ כלומר: כל השנה הירח לפעמים מתגלה ולפעמים מתכסה, ◀

ואילו בזה הפרק כינה אותן באמצעות הארבה וסוגי הילק, והראה אפוא כי הארבה אכל את הנותר משארית הגזם, והילק אכל את הנותר משארית הארבה, והחסיל אכל את הנותר משארית הילק.

ביסוד הדרשה עומד הפסוק ביואל א:ד: "יִתֵּר הַגָּזָם אֶכְל הָאֲרָבָה וְיִתֵּר הָאֲרָבָה אֶכְל הַיִּלֵּק וְיִתֵּר הַיִּלֵּק אֶכְל הַחֲסִיל", וארבעת מיני הארבה הנזכרים בו – גזם, ארבה, ילק וחסיל – נדרשים כנגד ארבע המלכויות: בבל, מדי, יוון ואדום. הסוג השלישי, הילק, מסמל אפוא את המלכות השלישית – יוון. מרגע שעניין זה הובן, התברר שהוא כבר נרמז במדרש המאוחר "סדר אליהו רבה" (כ): "וְשִׁלְמִתִּי לְכֶם אֶת הַשְּׂנַיִם אֲשֶׁר אֶכְל הָאֲרָבָה הַיִּלֵּק וְהַחֲסִיל וְהַגָּזָם" (יואל ב:כה), אילו ארבע מלכויות שנשתעבדו בהן בישראל", אלא שבפסוק הזה הילק אינו השלישי, וברור שהרמז בפיוט הוא לפסוק שבראש ספר יואל.

הפתרון למילה "ילקים" אינו אלא קצקה של תופעה רחבת היקף: הפיוטים עשויים לשמר מסורות מדרש שאין להן זכר בספרות חז"ל כפי שהגיעה לידינו, והם מוכיחים שעולם הדרשות היה עשיר ומגוון ממה שמתגלה בקובצי המדרשים שלפנינו. בחלק מהמקרים מדובר במסורות מדרש שניתנות לשחזור מתוך הפיוטים ואין להן מקבילות במקורות אחרים. במקרה שלפנינו, שבו התגלתה הדרשה האבודה אצל הפרשן המאוחר, מאפשר הפיוט להקדים את תיארוכה: הופעת הכינוי "ילקים" לבני יוון בפיוט הקלירי כמה מאות שנים לפני הפירוש בערבית יהודית מן הגניזה יש בה כדי להעיד שמדובר במסורת מדרשית הרבה יותר עתיקה, כנראה מן התקופה הקלאסית של מדרשי ארץ ישראל; מסורת שאבדה ולא נותר לה מחוץ לפיוטים אלא מקור מאוחר, אך היא הייתה ידועה לא רק בארץ ישראל בימי הקלירי אלא גם באיטליה במאה העשירית – ימי ר' שלמה הבבלי –



איור 1. מחזור וורמייזא, כרך ב, עמ' 171. מאוסף הספרייה הלאומית, "Ktiv" Project, The National Library of Israel

מפיוט לסוכות של ר' אלעזר בירבי קליר, האומר:⁸

נוֹצֵר פְּדַת יְמֵי חַגְיָתוֹ
מְלוֹן סְפַת עוֹר תְּהֵא הַשְּׁגָתוֹ
לְקֶשֶׁר לְנִית צְלָצֵל דְּגָתוֹ

כלומר: מי ששומר כראוי ("נוצֵר פְּדַת") את ימי חג הסוכות ויושב בסוכה כראוי יזכה לעתיד לבוא לשבת ב"סְפַת עוֹר". אבל מה פירוש ההמשך? כאן רומז הפייטן באופן מתוחכם לכמה סוגי שכר שונים שיזכו להם הצדיקים, איש איש לפי מעשיו, וכולם עשויים מעור הלווייתן, כמפורט בתלמוד הבבלי (בבא בתרא עה ע"א):

ואמר רבה אמר ר' יוחנן, עתיד הקב"ה לעשות סוכה לצדיקים מעורו של ליתן, שנאמר "התמלא בסוכות עורו" (איוב מ, לא). זכה, עושין לו סוכה. לא זכה, עושין לו צלצל [בעברית מודרנית: צִלְצֵל], שנאמר "ובצלצל דגים ראשו" (שם). זכה, עושין לו צלצל. לא זכה, עושין לו ענק [=שרשרת לצוואר], שנאמר "וענקים לגרורותיך" (משלי א, ט). זכה, עושין לו ענק. לא זכה, עושין לו קמיע, שנאמר "ותקשרנו לנערותיך" (איוב מ, כט).

המדרש מונה ארבעה סוגי שכר, מהגדול אל הקטן: סוכה, צלצל, ענק וקמיע. הפייטן מתאר במפורש "סְפַת עוֹר" ו"צְלָצֵל דְּגָתוֹ", אבל רומז באופן דק ומתוחכם גם לענק ולקמיע. "לְקֶשֶׁר" הוא רמז לפסוק שממנו לומדים על הקמיע, "ותקשרנו לנערותיך", ו"לְנִית" רומז לענק, משום שהפסוק השלם שממנו לומד הדרשן על הענק הוא "כִּי לְנִית חֵן הֵם לְרֵאשֶׁתְּךָ וְעֵנְקִים לְגִבְרֹתֶיךָ". בדרשה הובא רק סוף הפסוק, אבל מסתבר שהמילה "לְנִית" היא היסוד לדרשה, משום צלילה המזכיר "לְנִיתוֹ". הקלירי בחר אפוא במילה המרכזית ובכך רמז גם לענק. ונשים לב שבכל הקטע הדבר העיקרי – הלווייתן עצמו –

וכשהוא מתגלה – אין הוא מכסה ומסתיר את החטאים שהוא רואה, אבל בראש השנה ("בְּיּוֹם כְּפָא"), יום הדין, הוא מתכסה כדי שאי אפשר יהיה להוכיח את ישראל במשפט. מדרך הבאת הדברים אצל הקלירי נראה שהוא ציפה ששומעיו יבינו את העניין גם בלי להסביר להם שעיקר העניין בהשאת השמש כעד אחד. משום כך סביר שהציבור בימיו, וכנראה גם בימי יניי שקדם לו, הכיר דרשה שסיפרה זאת ועל פיה היה צפוי לעמוד על התוכן המלא.

במפתיע, הדרשה שאינה מופיעה במקורות קדומים צצה ועולה בכמה מקורות בלתי תלויים בימי הביניים. אדגים זאת מתוך קטע מבית מדרשם של חסידי אשכנז: "שלכך תיקן להם ראש השנה בראש חודש. שכשהשטן מקטרג את ישראל ואומר, ישראל חטאו, והקב"ה אומר לו, לך והבא עדים. והוא אומר, את מי אביא, אם לבנה ושמש, איני יכול למצוא אלא שמש, שהלבנה מתכסה, ועל השמש שהוא עד אחד איני מקיים... וכשהלבנה נראית בין ראש השנה ליום הכיפורים והשטן רוצה לקטרג, אומר לו הקב"ה, כבר עשו ישראל תשובה".⁷ ללא הפיוטים היינו עלולים לחשוב שמדובר במסורת ימי ביניימית אשכנזית מאוחרת. פיוטי יניי ור' אלעזר בירבי קליר מלמדים שהיא כבר הייתה ידועה בארץ ישראל במאה השישית.

לעיתים רומזים פייטני ארץ ישראל לדרשות שנשתמרו דווקא בתלמוד הבבלי. מסורות תלמודיות בבליות מובהקות אינן מופיעות בפיוטי ארץ ישראל הקדומים: הפייטנים היו אמונים על התלמוד הירושלמי ועל מדרשי ארץ ישראל. אבל יש בתלמוד הבבלי מסורות ארץ ישראליות רבות שלא שרדו במקורות קדומים אחרים, ולעיתים הן אף מובאות בשם אמוראי ארץ ישראל. פייטנים המשלבים ביצירתם מסורות אלה מעידים שמקורן אכן ארץ ישראל. דוגמה מרתקת – המדגימה גם את לשון החידות הפייטנית המרוכזת – עולה

וְחִיּוֹת אֲשֶׁר הִנֵּה מְרַבְּעוֹת כָּנָף
 בְּעֶמְדָם בְּעֵד עִם תְּרַפִּינָה כָּנָף
 גָּדוֹד מְלִיץ בְּלִמְדוֹ פּוֹרְדוֹת כָּנָף
 דְּפִי עִם אִם נְדָבֵר מְשִׁיקוֹת כָּנָף
 5 הוֹד עֲנֵג פְּיָעֵל פּוֹרְדוֹת כָּנָף
 וְרָשַׁע אִם חֶפֶס בְּתַקַּע מְשִׁיקוֹת כָּנָף
 זְכוֹת אִם הִכְרַעַה פּוֹרְדוֹת כָּנָף
 חֶטָּא אִם הִנְקִישׁ מְשִׁיקוֹת כָּנָף

ביאור: 1 **וחיות**: חיות הקודש. **מרבעות כנף**: בעלות ארבע כנפיים (יחזקאל א:1). 2 **בעמדם... כנף**: על פי יחזקאל א:כד, כה: "בְּעֶמְדָם תְּרַפִּינָה כְּפִיָּהוּ", והכוונה: כאשר עומדות החיות לפני כיסא הכבוד, הן מרפות את כנפיהן "בעד עם", כדי ללמד זכות על ישראל. 3 **גדוד**: כינוי למלאך, על פי איוב כה:ג. **מליץ בלמדו**: כאשר המלאך מליץ היושר (על פי איוב לג:כג) מלמד זכות על ישראל. 4 **דפי... נדבר**: אם באים המקטרגים לומר על עם ישראל דברי דופי. 5 **הוד עונג כיעל**: כשתעלה לפני ה' זכות שמירת השבת, היא יום העונג (על פי ישעיהו נח:יג): "וְקָרָאתָ לְשֶׁבֶת עֲנָג". 6 **ורשע... בתקע**: וכאשר מחפש המקטרג אחרי חטאי ישראל ביום הדין, שבו תוקעים בשופר. 7 **זכות אם הכרעה**: אם זכותם של ישראל הכריעה את כף המאזניים בעת הדין. 8 **הנקיש**: היה למוקש.

השימוש הייחודי בכנפי החיות המתואר בפיוטים הללו אינו מוכר מן המדרשים שבידינו, אבל ברור שבימי ר' אלעזר בירבי קליר הייתה ידועה דרשה שכנראה עימתה את לשון "וְכַנְפֵיהֶם פְּרָדוֹת" (יחזקאל א:יא), כלומר פתוחות, עם תיאור "כְּנָפֵי הַחִיּוֹת" ה"מְשִׁיקוֹת אֲשֶׁה אֶל אַחֲזָתָה" (יחזקאל ג:יג), כלומר נסגרות, והפסוקים נדרשו בדומה למובא בפיוטי הקלירי. מסתבר שהקלירי לא יצר דרשה זו בעצמו, משום שכאשר הוא אמר "וּפּוֹרְדוֹת וּמְשִׁיקוֹת סְלִיחָה לְהַרְבּוֹת" הוא היה חייב לסמוך על הקהל שיבין את הרמז מתוך היכרות קודמת עם הדרשה. נראה אפוא שבמקרה הזה שימרו הפיוטים דרשה מעניינת שלא היינו יודעים על קיומה בלעדיהם.

מקרה מסובך יותר היא המסורת שהחשמונאים היו בני משמר אימר, מסורת החוזרת שוב ושוב

לא נזכר בשמו כלל, אלא רק נרמז. לשון רמזים מן הסוג הזה שכיחה בפיוטים. לענייננו, העובדה שפייטן ארץ ישראלי מובהק יכול היה לרמוז לדרשה זו ברמזים כה דקים מוכיחה שהוא ציפה ששומעיו יכירו אותה, ומכאן הראיה שהיא אכן דרשה ארץ ישראלית, כמשתמע גם מייחוסה בתלמוד הבבלי לר' יוחנן, מראשוני האמוראים בארץ ישראל.

זיהוי מסורות מדרשיות אבודות, או כמו במקרים שהדגמתי – מסורות העולות במקורות מאוחרים והפיוטים מאפשרים להקדים את זמנן במאות שנים, או מסורות שנשתמרו במקורות בבליים והפיוטים מעידים על מוצאן הארץ ישראלי – כרוך לעיתים בלבטים: כיצד נוכיח שאכן עמדה מסורת מדרשית עתיקה לפני הפייטן ולא הוא שיצר אותה? מובן שלא בכל מקרה תהיה לנו תשובה ברורה. דוגמה למסורת שמוצאה טרם נתברר עולה מפיוטי ר' אלעזר בירבי קליר לראש השנה. באחד מפיוטיו הוא מתאר את חיות הקודש: "וּפּוֹרְדוֹת וּמְשִׁיקוֹת סְלִיחָה לְהַרְבּוֹת", כלומר: מפרידות את כנפיהן או מחברות (משיקות) אותן זו לזו כדי להרבות סליחה לישראל. איך תנועת הכנפיים של המלאכים מרבה סליחה לישראל? אין כאן אלא רמז דק ולא מובן. אבל הדבר מתברר בפיוט קלירי אחר שלו לראש השנה: "עֲתִיכְתּוּ זֹו כְּתַעַל תְּרַפִּינָה כָּנָף פְּסָא / פְּשָׁעִים אִם עֲצָמוּ מְשִׁיקוֹת פְּסָא". כלומר: כאשר עולה ("כְּתַעַל") תפילתם ("עֲתִיכְתּוּ") של ישראל (המכונים "זו", מלשון "עִם זֹו קִנְיַת" [שמות טו:ז] ועוד) – המלאכים מרפים את כנפיהם כדי לתת מקום לתפילות לעבור ולהגיע אל כיסא הכבוד, אבל אם מגיעים המקטרגים לספר על פשעיהם של ישראל – מייד סוגרים המלאכים את כנפיהם ואינם מאפשרים להם להתקרב אל כיסא הכבוד ולומר דברי קטרוג. פירוט מרהיב של רעיון זה מופיע בפיוט לראש השנה שחל בשבת, אשר ייתכן שגם הוא של ר' אלעזר בירבי קליר:

לפתע במקורות המאוחרים במאות שנים לפייטנים, דרך מסורות המתועדות באזור גאוגרפי שונה מזה שהפייטנים פעלו בו ועד למסורות שאינן ידועות אלא מתוך הפיוטים. הדגמתי איך אפילו מילה אחת עשויה לרמוז למסורת עשירה.

במרוצת השנים ניסיתי לפתח כלים המאפשרים לזהות סממנים ייחודיים לדרשות שיצרו הפייטנים עצמם מצד אחד, וכלים המלמדים בבירור שהפייטנים רומזים למסורות קדומות מצד אחר.¹¹ הדוגמאות שהובאו כאן ממחישות איך מסורות מדרש עתיקות עוברות מדור לדור במעין זרמים תת־קרקעיים של תורה שבעל פה, עד שהן מתגלות לפתע על פני השטח, לעיתים בפיוטים ולעיתים בחיבורים אחרים, כגון הפירוש האנונימי בערבית יהודית או המסורות מאשכנז מימי הביניים. חקר הפיוט אינו עומד אפוא לעצמו: הוא זורע אור על עולמות עשירים של מסורות מדרש עתיקות, חושף דרשות עלומות ומאפשר לתארך מחדש דרשות מאוחרות.

בפיוטים, וכך למשל בקרובה הקלירית שנדונה קודם: "ויעורו פרחי אמר / מְשַׁרְתִּי כְּלוּ כְּבוֹד אוֹמֵר", ובפיוט קלירי אחר לחנוכה: "אַרְבַּעַת רְאֵשֵׁי נֶמֶר / רָצְצוּ פְּרָחֵי אֶמֶר", ובברכת המזון מפיוטת לחנוכה, שוב של ר' אלעזר בירבי קליר: "אֵילַת פְּרָחֵי אֶמֶר / לְרַצֵּץ רֵאשׁ נֶמֶר", ובדומה לזה אצל פייטנים נוספים,¹⁰ בניגוד לספר "מקבים", המשייך את בית חשמונאי למשמר יהודי. מה מקור המסורת הזאת, המתועדת רק בפיוטים? האם דרשן או פייטן קדום יצר משחק מילים בין "יוונים" לבין "בְּנֵי־ת", הוא מקום מגוריהם של בני משמר אימר על פי ברייתא קדומה, ואמר ש"בני יבנית ניצחו את היוונים", בהתכווננו לכלל הכוהנים ובתוכם בני חשמונאי, ואילו שומעיו הבינו שמדובר דווקא במשמר אימר? זו כמובן השערה בלבד, ותשובה ממשית לשאלה עדיין אין בידינו.

*
**

הראיתי כאן מספר קטן מתוך שפע של מסורות ייחודיות המשוקעות בפיוטים, ממסורות העולות

מקורות

- 1) הקרובה נדפסה בידי עזרא פליישר, השירה העברית בספרד ובשלוחותיה, א, ירושלים תש"ע, עמ' 168–175.
- 2) על פי כ"י אוקספורד, בודליאנה Heb. f 37 (2707/2), דף 19.
- 3) עזרא פליישר, פיוטי שלמה הבללי, ירושלים תשל"ג, עמ' 245.
- 4) מאירה פוליאק וקארניה שלם, "פירוש אנונימי מן הגניזה ליואל א, א-יב וסמלי ארבע מלכויות במקרא", גנזי קדם א (תשס"ה), עמ' 185, 197–198. הציטוט הוא על פי תרגומן העברי של המהדירות. על הקשר שבין הפירוש לפיוטים עמדתי במאמרי "פיוטים קדומים כמקור לתיארוך מסורות מדרש", ספר יובל לחגי בן שמאי (בדפוס).
- 5) צבי מאיר רבינוביץ, מחזור פיוטי רבי ינאי לתורה ולמועדים, ב, ירושלים תשמ"ז, עמ' 204.
- 6) שולמית אליצור ומיכאל רנד, רבי אלעזר בירבי קליר: פיוטים לראש השנה, ירושלים תשע"ד, עמ' 224, ובמבוא עמ' 151.
- 7) מובא במחזור ויטרי, מהדורת שמעון הלוי הורוויץ, ברלין תרמ"ט-תרנ"ז, עמ' 373, סימן שלח (הקטע אינו מגופו של מחזור ויטרי).
- 8) דניאל גולדשמידט ויונה פרנקל, מחזור סוכות, שמיני עצרת ושמחת תורה כמנהג בני אשכנז לכל ענפיהם, ירושלים תשמ"א, עמ' 114 (הנוסח "נוצר" במקום "נוצרי" על פי מחזור אמשטרדם).
- 9) מקורות הפיוטים שבסעיף זה ודיון בדרשה מובאים בספרי שזכור בהערה 6, עמ' 149.
- 10) עמד על כך לראשונה נחמס זולאי. ראו בספרו: מפי פייטנים ושופכי שיח, ירושלים תשס"ה, עמ' פו-פט, ושם באים מקורות הפיוטים ומובאות דוגמאות נוספות.
- 11) שולמית אליצור, "לדרכי עיצובה של הדרשה האנלוגית בפיוטים", היגיון ליונה – קובץ מחקרים לכבודו של פרופסור יונה פרנקל, בעריכת יהושע לוינסון, יעקב אלבוים וגלית חזן-רוקם, ירושלים תשס"ז, עמ' 499–528; הנ"ל, "מסורות מדרש אבודות המשוקעות בפיוטים", מחקרי תלמוד (בדפוס).

מיתוסי נדל"ן, המופע של טרומן ופיצויים על ירידת ערך מקרקעין



מאת פרופ' רחל אלטרמן

מתוך המרחב הגדול של נושאי המחקר שערכתי בחרתי להרחיב כאן דווקא על אחד הנושאים המורכבים הנמצאים עמוק בתוך ליבת הזכויות במקרקעין. הנושא מורכב מאוד מבחינה משפטית ואינו מוכר לציבור הרחב, אך הוא ממחיש היטב את הכוח הטמון בשיטת המחקר המשווה. הנושא – פיצויים על ירידת ערך מקרקעין – הוא גם היחיד שבו המחקר הבסיסי שלי הוביל לשינוי מוחשי במשפט ובמדיניות הציבורית בישראל.

את הכותרת הלא שגרתית – "מיתוסי נדל"ן" – בחרתי כדי להפנות את הזרקור לפרדוקס: דווקא דיני המקרקעין, בשילוב עם דיני התכנון, חשובים במיוחד לאימוץ של מיתוסים בקרב מקבלי ההחלטות והציבור הרחב. כך בכל מדינה – בנושאים השונים ובמידות השונות מנושא לנושא.

אפשר לשאול: מה מסובך כל כך במקרקעין המצדיק הקדשה של עשרות שנים למחקר בין-לאומי משווה?

תחום המחקר העיקרי שלי עוסק בקשר שבין משפט הנוגע למקרקעין ולתכנון ובנייה לבין סוגיות שונות של מדיניות ציבורית. מעבדת המחקר היא תמיד רב-לאומית. נושאי התוכן הלכו והתרחבו במשך השנים, וכיום הם כוללים לא רק את הליבה של זכויות במקרקעין אל מול צורכי הציבור, אלא גם דיור על סוגי השונים, התחדשות עירונית, שימור של קרקע חקלאית, של חופים ושל אתרים היסטוריים, אתגרים משפטיים-קרקעיים בהיערכות לשינוי אקלים, וכן ההליכים המשפטיים והציבוריים של קבלת החלטות במוסדות הרלוונטיים.

לכל אחד מהנושאים אני מגבשת שיטה מתאימה להשוואה, לניתוח ולהערכה רב-מדינתיים. המחקר בעיקרו הוא בסיסי, מיועד ללמידה הדדית בין-לאומית, ולא הוזמן על ידי אף אחת מהמדינות הכלולות בו. חלק ממצאי המחקר משמשים בסיס למחקר יישומי לצורך מדיניות ציבורית.

העושר הקרקעי (בהצלחות מוגבלות). אולם אפילו במדינות שעברו טלטלות כאלה הגנוך העתיק של רישום הנכסים לעיתים תכופות אינו מושמד. למשל, במדינות שהיו חברות בגוש הסובייטי דנים עד היום בתביעות להשבת נכסים.

בדרך כלל דיני מקרקעין מתפתחים במשך דורות, בתוך ההקשר הייחודי של כל חברה-כלכלה-סביבה ומשטר פוליטי-משפטי. גם אם לעיתים דבר חקיקה מועתק ממדינה אחרת, במשך הזמן הפרקטיקה וההחלטות של בתי המשפט ילושו הסדר ייחודי. אני מדמה את התפתחותם של דיני המקרקעין לצמח הנובט בתוך מצע קרקע מקומי. במשך הגידול יהפוך הצמח לשונה מצמח שנשתל במקום אחר אפילו אם נשתלו באותה עת. אם נשאל מונח מגידול גפני יין – terroir – ניתן לומר שדיני קניין הם בעלי ניחוח וטעם ייחודיים למקום.

כאן המקום לעמוד על הבדל חשוב בין דיני מקרקעין לדיני תכנון ובנייה, כמומחש באיור 2: דיני מקרקעין בדרך כלל צומחים "מלמטה", ואילו דיני תכנון ובנייה בכל מדינה (לחוד) נשתלים "מלמעלה", עשרות שנים לאחר התהוות דיני המקרקעין. דיני תכנון ובנייה הם שילוב של משפט מנהלי (החלטותיהם של מוסדות התכנון) עם תחולה על מקרקעין. ניתן לדמיין את דיני התכנון כמעין משפך

התשובות נעוצות במהותם הייחודית של מקרקעין, השונה מתחומי מדיניות ציבורית ומשפט אחרים. דברי החקיקה והמדיניות בנושאי מקרקעין הם תמיד, בהכרח, שונים ממדינה למדינה. כל מדינה נאלצת לעשות את הניסוי על עצמה, וקיים קושי לרתום ידע ללמידה הדדית.

מקרקעין: לא מה שרואים מכאן

נכסי דלא נידי (נכסים לא ניידים בארמית) – מקרקעין – פירושם הקרקע וכל הבנוי והנטוע עליה. כדי שקרקע תהיה "נכסי", נחוץ שיהיו הסדרים בחוק או במסורת חברתית-כלכלית שיגדירו גבולות ידועים, זכויות למחזיקים לעומת אחרים, וגם חובות. הסתכלות על שטח קרקע ללא מידע על האסדרה (רגולציה) החלה עליו – כמו באיור 1 – אינה מעלה דבר על שוויו או על עתידו – האם יישאר ירוק? האם מיועד למגדלים?

זיכרון ארוך וקשיות העורף של דיני מקרקעין

דיני המקרקעין ברחבי העולם הם לעיתים תכופות עתיקים למדי אלא אם עברה המדינה טלטלה פוליטית כפי שקרה במעבר לשיטה הקומוניסטית והתפרקותה, כפי שקורה לעיתים בעת הקמת מדינה חדשה (כמו בישראל), או כאשר אידאולוגיה פוליטית-חברתית שואפת ל"רפורמות אגרריות" כדי לחלק מחדש את



איור 1. מה זה?

התהוותה של אסדרה בתחום המקרקעין



דיני תכנון ובנייה חדשים יותר מתמזגים עם דיני מקרקעין, וגם הם שונים ממדינה למדינה.



דיני מקרקעין בני מאות שנים צומחים מלמטה, שונים ממדינה למדינה.

איור 2. הדומה והמבדיל בהתהוותם של דיני מקרקעין ושל דיני תכנון ובנייה

חשיפת יתר למיתוסים

הקושי של המחוקקים בכל מדינה לשנות דיני מקרקעין, או של מוסדות התכנון לשנות את החלטותיהם, נובע גם מההשלכות הפיזיות-כלכליות הייחודיות של שינויים במקרקעין. לאחר שנתקבלו החלטות בנושאים אלה, קשה כבטון לגלגל את המציאות אחורה. או אז נוצר כר פורה לצמיחת "מיתוסי נדל"ן". אימוץ המיתוסים גורם לאחד משני מצבים: התבצרות במערכות מדיניות ומשפט שתועלתן כבר חלפה, וייתכן שעתה הן מזיקות; או רצון לייבא מארץ אחרת מדיניות הנראית על פני הדברים כתרופה מבטיחה, אולם השתלתה כאיבר זר צפויה להביא לידי תגובות מזיקות של דחייה.

במאמר קצר זה אתמקד רק בסוג הראשון – סינדרום ההתבצרות – ובדוגמה אחת בישראל: הזכות של מחזיקי מקרקעין לפיצויים על ירידת ערך מקרקעין בעקבות החלטות תכנון מסוימות. אף שלשון החוק הותירה מרחב רחב לפרשנות בבתי המשפט, בהיעדר מחקר היסטורי או השוואה שיטתית לארצות אחרות נוצר מיתוס שזכות זו רחבה

המחדיר מדיניות ציבורית לתוך הסדרי המקרקעין. כמו כל מדיניות ציבורית, גם דיני התכנון אמורים לאפשר למקבלי החלטות להתאים את המטרות לצרכים המשתנים.²

דיני מקרקעין, ובמידה פחותה במעט גם דיני תכנון ובנייה, נוטים לשמר מסורות לאורך שנים, גם אם המציאות כבר "ברחה". זו ניכרת גם בשרידותם של מושגים ארכאיים. כמעט כל אחד ואחת מכירים את המונח "רשום בטאבו". מקור השם "טאבו" הוא בממלכה העותמאנית. חלק מהקוראים מכירים גם את המונח "מושע" (שותפות במקרקעין ללא זיהוי פיזי של החלקים). שני מונחים אלה אינם מופיעים בחקיקה הישראלית זה עשרות שנים, ולמרות זאת האתר של מרשם נכסי מקרקעין מציג את המילה "טאבו" ככותרת השירות.³ בדיני תכנון ובנייה, דוגמה ישראלית היא המונח "תב"ע" – תוכנית בניין עיר – מונח מאובק מימי המנדט הבריטי שאינו קיים בספר החוקים מאז 1965, אך הוא נותר חי ובוועט בעולם הנדל"ן והתכנון חרף העמימות, ולעיתים חשש ההטעיה, שבו. המחוקק טרם הציב מונח בהיר במקומו.

במה מדובר? בכל מדינה שפועלים בה חוקי תכנון ובנייה יש נסיבות שבהן החלטות מסוימות של מוסדות תכנון גורמות ישירות לירידת ערכם של מקרקעין (של אנשים פרטיים או של גופים שונים). השאלה היא אם בעלי או מחזיקי המקרקעין זכאים לפיצוי. בדומה למחקר בתחומים רבים, גם אצלי המתג שהדליק את המחקר הופעל מתוך ממצאי מחקר ראשוניים, קרוב לבית.

השלב הראשון: גם אני שבויה בתוך המיתוס

הינה וידוי: בראשית דרכי בנושא זה, לקראת סוף שנות השבעים, גם אני הייתי שבויה בתוך "המופע של טרומן". הסעיף הרלוונטי בחוק התכנון והבנייה – 197 – מקורו בפקודת בניין ערים מימי המנדט הבריטי. הסעיף הוטמע כמעט כלשונו בחוק התכנון והבניה, התשכ"ה–1965:⁵ "נפגעו על ידי תכנית, שלא בדרך הפקעה, מקרקעין, מי שביום תחילתה של התכנית היה בעל המקרקעין או בעל זכות בהם זכאי לפיצויים מהועדה המקומית, בכפוף לאמור בסעיף 200".

סעיף 200 מונה סדרה ארוכה של מצבי תכנון שבהם לא תחול זכות הפיצויים, אולם סוף הסעיף פותח פתח לנסיבות מיוחדות שבהן יש חובה לפצות. אף שהסעיף כולו פתוח לפרשנות, פסקי הדין עד היום לא עסקו ברשימה המפורטת של מצבי התכנון שבהם אין זכות לפיצוי, אלא התמקדו בסיפא של הסעיף והעניקו לו פרשנות רחבה. זו נוטה לחייב פיצוי בגין מלוא ירידת הערך (או קרוב לכך). עד סוף שנות השבעים היה מספר פסקי הדין קטן, ולא התרחשה "דרמה" רבה בנושא.

אולם בשנת 1980 אימץ בית המשפט העליון ברוב דעות פרשנות לא צפויה לסעיף.⁶ המקרה נגע לדירה בירושלים שנשקף ממנה נוף לעיר העתיקה (מבט שעד מלחמת 1967 ייצג חשש מצלפים ירדנים). הוועדה המקומית לתכנון ולבנייה אישרה לחלקה סמוכה שינוי לתוכנית שאפשר הקמת בניין רב

ונדיבה כבר מעת לידתה. המיתוס הלך והתכנס אל תוך עצמו, תוך כדי התרחקות מההסדרים במדינות אחרות והגברת הפגיעה בטובת הציבור.

כדי להסביר את כוונתי במושג "מיתוסי נדל"ן" איעזר באנלוגיה לסרט "המופע של טרומן",⁴ שם הגיבור גדל מינקותו בעולם מלאכותי שנוצר רק עבורו. אפילו כאשר הוא מקבל "בום בראש" מפנס התאורה בעיירה המלאכותית (איור 3), הוא עדיין אינו קולט היכן הוא נמצא. בהקבלה (חלקית) ניתן לומר שכאשר מדובר במקרקעין, גם מקבלי החלטות והמערכת המשפטית עשויים להיות שבוים בתוך הסדרי הקניין המקומיים, והם מתקשים לחשוב מעבר לסביבה המקומית המוכרת. וכך היה בסיפור שאגולל. מטרת העל במחקרי המשווים בין מדינות היא לשמש כמו המדרגות ב"המופע של טרומן", שאפשרו לו לפרוץ את הסגירות העצמית ולצאת מגבולות המיתוס.



איור 3. "המופע של טרומן"

מיתוס שנוצר מהסתגרות פנימית

מתוך כעשרה נושאים שחקרתי שבהם זיהיתי חדירת מיתוסים, בחרתי נושא המוכר פחות לציבור, משום שהוא שוכן עמוק בתוך נבכי המורכבות והסגירות של דיני מקרקעין ותכנון וממחיש היטב את מטרתו של מחקרי. הסוגיה נראית טכנית למדי, אך טומנת בחובה שאלות עמוקות הנוגעות ליחסים שבין הפרט לחברה, לזכויות ולחובות במקרקעין ואף לצדק חלוקתי.

ובו סקרנו את כל תביעות הפיצויים שהוגשו עד אז לוועדות המקומיות. להפתעתנו, למרות פסקי הדין הנדיבים, הממצאים עדיין הצביעו על מספר זניח של תביעות לפיצויים בכל הארץ. חשוב להדגיש שהתביעות המעטות שהוגשו עד אז לוועדות המקומיות בדרך כלל נדחו בהן (להוציא מקרים שבהם שינוי התוכנית היה שלב בתהליך לקראת הפקעה). באותה עת לא הייתה ערכאת ערר, ולאחר דחייה ראשונה הדרך היחידה לקבלת מזור הייתה פנייה לבתי המשפט – הליך ארוך ויקר. פסק דין וארון בכל זאת גרם לשינוי – אולם בנושא לא צפוי: החל להתפתח "מלמטה" פתרון יצירתי לפרדוקס הטמון בפסק דין וארון. חלק מהרשויות החלו לדרוש כתבי שיפוי מבעלי המקרקעין השכנים, אולם הנוהג היה לא אחיד וללא מסד משפטי מוצק.

השלב השני: התפכחות עצמית ומחקר שני בישראל

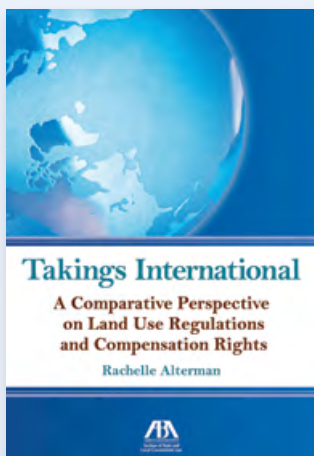
בשנת 1995 חל שינוי ממקור לא צפוי. תיקון לחוק התכנון והבנייה ייסד, לראשונה, ועדות ערר בכל מחוז במחשבה לייעל את הליכי התכנון והבנייה. תוצאת הלואי של ייסוד הוועדות הללו הייתה מסלול מהיר וזול לכל המערערים על דחייה של תביעת פיצויים בוועדה המקומית. עתה הם יכולים להגיש ערר לוועדת הערר הייעודית. הזכות לפיצויים תפסה תאוצת תביעות, ואני התחלתי להתפכח מהמיתוס.

רציתי לבחון עד כמה השפיע ייסוד ועדות הערר על היקף התביעות ועל מגמות הפסיקה. בשנת 2010 ערכתי מחקר שני, עם הסטודנטית דאז עו"ד שירה ברנד. הממצאים הראו את הזינוק בתביעות פיצויים בסכומי עתק – הן מהסוג של פגיעות ישירות והן מהסוג של פגיעות בגין שינוי תוכנית על מקרקעין גובלים. הכותרת של הספרון שפרסמתי הייתה "הזכות שקמה על יוצרה" (איור 5). במחקר נוסף, עם הסטודנט דאז עו"ד טל צפריר, חקרנו את ההתפשטות "מלמטה" של תופעת כתבי השיפוי שצצו כמענה רעוע לתביעות בגין מקרקעין גובלים.

קומות. טענת המערערים הייתה שאור ואוויר לדירה נחסמים, וגם ש"הנוף המרהיב הנשקף ממנה" לעיר העתיקה נחסם. הבעלים תבעו פיצויים מהוועדה המקומית על ירידת ערך חלקתם. הסוגיה המשפטית הייתה אם לשון הסעיף מעניקה זכות לתבוע פיצויים גם כאשר ירידת הערך נובעת משינוי תוכנית החלה על חלקה אחרת. בית המשפט קבע ברוב דעות שמכיוון שהסעיף שותק בדבר המיקום הגאוגרפי של התוכנית הפוגעת, הזכות לתביעת פיצויים חלה ללא גבולות (כמובן כל עוד ניתן להוכיח קשר סיבתי). השופט אהרן ברק (כתוארו אז) היה בדעת המיעוט. הוא סבר שהזכות לפיצויים קמה רק בשל פגיעה ישירה במקרקעין שעליהם חלה התוכנית.

זכור לי כיצד הגעתי בצהלה לשיעור בדיני תכנון ובנייה בטכניון וסיפרתי לסטודנטים על פסק הדין החשוב והנועז העושה צדק עם "האזרח הקטן" (כך סברתי אז; אזכיר שבישראל דאז נושאי הנדל"ן והעושר היו רחוקים מבלוטותם כיום). לאחר תקופה קצרה דיווחתי לכיתה שהממשלה הזדרזה ליזום תיקון לחוק מתוך החשש שהיעדר גבולות גאוגרפיים כלשהם יביא להצפה של תביעות פיצויים. התנחמתי בכך שהתיקון שימר את העיקרון שבדעת הרוב, ורק הוסיף ללשון החוק את המילה "גובלים" כדי לצמצם את הטווח הגאוגרפי של הזכאות לפיצויים. כך נולדה בפסיקה ועוגנה בחקיקה זכות מוזרה קמעה: שכנים זכאים לתבוע מהתקציב הציבורי של הרשות המקומית פיצוי בגין ירידת ערך שנגרמה משינוי תוכנית החלה על מקרקעין של השכנים (כגון קבלת זכויות בנייה או שימוש מוגברות). בדרך כלל מדובר בפרטי מול פרטי, אך הציבור הכללי אמור לפצות.

הסתקרנתי לדעת מה תהיה השפעתם של פסק דין זה ואחרים על מצב תביעות הפיצויים בפועל. בסוף שנות השמונים יזמתי מחקר אמפירי־משפטי (עם הסטודנטית דאז אורלי עין־דר נעים; ראו איור 4),



מימין: איור 4. המחקר הראשון בישראל – האיור בהשראת פסק דין ארון; באמצע: איור 5. המחקר השני בישראל – הכותרת משקפת את שינוי גישתי; משמאל: איור 6. המחקר הבינלאומי המשווה

להסדרים. גם לו רצו בתי המשפט ללמוד ממחקר שיטתי משווה, לא היו מוצאים מחקר כזה. דיונים בנושא הפיצויים, ככל שהיו, נותרו בתוך ד' אמותיה של כל מדינה בפני עצמה.

מגמת ההתבצרות בתוך הדין המקומי אינה צריכה להפתיע. נושא הפיצויים בדין ובפרקטיקה בישראל אינו אלא דוגמה בולטת למאפיינים של דיני מקרקעין באשר הם. כפי שניתן היה לצפות, עם הזמן התפתח בתוך ה־terroir הישראלי צמח מקומי, ייחודי, מעוטר ומסוגר.

השלב השלישי: מחקר בין־לאומי משווה רחב־היקף
לנוכח ספקותיי החלטתי לנסות ולגלות באיזו מידה זכות הפיצוי הרחבה בישראל התפתחה בתוך מיתוס שבראה לעצמה. כמו ב"המופע של טרומן", ניתן להבין את קיום המיתוס רק אם מצליחים לטפס על המדרגות ולהיחלץ החוצה. מאחר שלא היה קיים מחקר משווה בין־לאומי, החלטתי לעורכו בעצמי. מדובר במחקר בסיסי רחב, ללא הכוונה למקבלי ההחלטות במדינה כלשהי. מתוך מחקרים משווים שערכתי בשנים קודמות על סוגיות מורכבות פחות ידעתי שכאן יעמדו בפניי קשיים מתודולוגיים

העלייה התלולה בתביעות הגדילה את מספר פסקי הדין. אלה והעיסוק המקצועי המתגבר הניבו שלל הצדקות לזכות הפיצוי הרחבה, כאילו עמדו מאז ימי המנדט ביסוד החקיקה. הינה דוגמאות סכמטיות: "פוגעים לנו בזכות הקניין שנרכש בכסף רב"; "הסתמכנו על התוכניות שאושרו כדין ועל פיהן השקענו ובנינו"; "השינוי בתכנון הוא למען הציבור, אז למה שדווקא אני אסבול"; "החשש מתביעות פיצויים ימנע ממוסדות התכנון לקבל החלטות חפוזות"; "צריכה להיות סימטריה – מאחר שגובים היטל השבחה על עליית ערך, ברור שחייבים לשלם פיצויים", ובנושא הגובלים: "לא צודק שערך הקרקע של השכן יעלה, ואילו שלי ירד".

אולם במוחי עלו ספקות נוספים: הרי בכל מדינה החלטות של מוסדות התכנון גורמות לשינוי בערכי המקרקעין, ולא רק כלפי מעלה. האם גם במדינות אחרות יש זכות פיצוי הדומה לזו שבישראל? שאלה זו לא עלתה לא במשרדי הממשלה, לא בכנסת ולא מצד חוקרים אחרים. להפך, שמאים ועורכי דין התפרנסו יפה מתביעות פיצויים, ותפיסת הזכות הרחבה לפיצוי הלכה ונטמעה בשוק הנדל"ן. במדינות אחרות, בעשרות פסקי דין, היה נדיר למצוא התייחסות

השלב הבא היה לנתח את פרטי הפרטים של נושא הפיצויים בכל אחת ממדינות המחקר. שיערת שהסדרי פיצויים על נזקי תכנון אינם "כך" או "לא", ויש משתנים רבים: אילו סוגי החלטות של המדינה או של הרשות המקומית (אם בכלל) מזכות בפיצויים, מהם ההבדלים הרלוונטיים בדיני התכנון, מי הזכאים לפיצוי (סוגי זיקה קניינית, עיתוי), בגין אילו סוגי פגיעות בערך המקרקעין, מה הקשר בין ההחלטה הפוגעת לבין מיקום הקרקע הנפגעת, אם יש הגבלות בדבר פרקי זמן, אם יש התניה בפעולות שנקטו מחזיקי הקרקע, מה שיעור הזכאות לפיצוי, מהם כללי ההערכה השמאית-כלכלית של הפגיעה ועוד ועוד שאלות.

המחקר נמשך, לסירוגין, בשנים 2006–2010. לא היה לו תקציב חיצוני. לנושא "יתום" כזה לא היה סיכוי להתחרות בקרנות למימון מחקר אקדמי. מחקר זה הוא, כנראה, המחקר המשווה הרחב ביותר שנערך עד כה בנושא משפטי כלשהו בתחום דיני תכנון ובנייה. את ממצאי המחקר פרסמתי בספר בין-לאומי – *Takings International* (במינוח האמריקאי בשל מיקום המו"ל) (ראו איור 6).

כדי לאפשר השוואה שיטתית בין המדינות בניתי מסגרת תאורטית שתאפשר לאפיין את 14 ההסדרים זה מול זה. שקלול סכמתי של כל המשתנים אפשר לדרג את המדינות לאורך סולמות אורדינאליים של רמות הזכויות לפיצוי. לצורך הפשטה, באיור 7 כינסתי את המדינות לארבע דרגות של פיצוי (אין משמעות לסדר בתוך כל קבוצה).

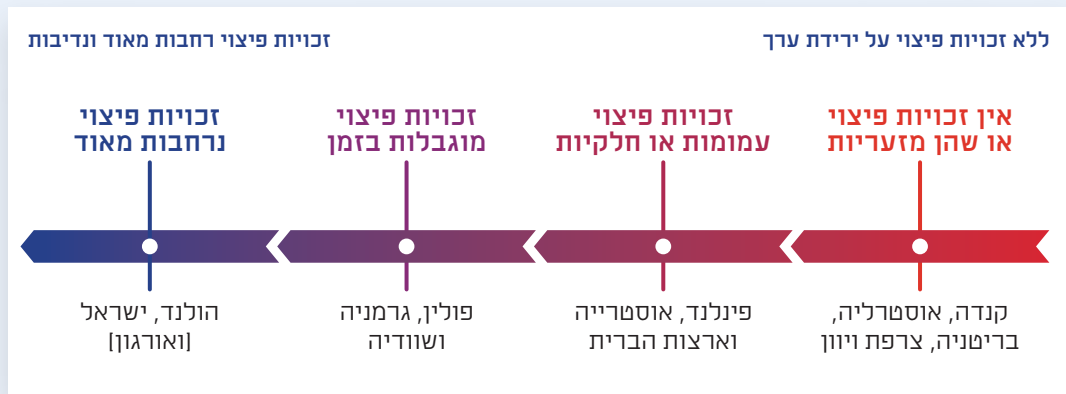
הממצאים מפתיעים ומאתגרי אינטואיציה. כאשר אני מרצה בכינוסים אקדמיים בתכנון או במשפט ברחבי העולם, אני נוהגת לערוך מעין חידון לפני הצגת הממצאים (למי שטרם קראו את הספר). בתחילה אני מעלה את רשימת המדינות לפי סדר ה"א"ב ומבקשת מהמשתתפים להציג השערה, על

כבדים במיוחד. הסיבה היא שפיצויים על נזקי תכנון הם סוגיה הממוקמת במעמקי הסבך בין דיני מקרקעין (כולל דיני הפקעה) לדיני מיסוי מקרקעין, לאסדרה של תכנון ובנייה, להליכי קבלת החלטות בתכנון, לעקרונות שמאות מקומיים ולמבנה המערכת השיפוטית. עלו בי שאלות כמו על אילו תאוריה ומאגר מידע עובדתי אוכל להישען, על פי מה אבחר מדינות, ולאילו סוגי מורכבויות עלי להתכונן.

בהיעדר תאוריה שממנה ניתן לגזור השערות ומשתנים, המחקר היה אינדוקטיבי, ללא היתכנות לבחירת מדגם סטטיסטי מייצג. כדי להקטין את החשש מהסקת מסקנות שגויות היה עלי לשאוף למדגם גדול של ארצות. שיקול חשוב בבחירת מדינות המחקר היה איתור של עמיתים באקדמיה שיהיו מוכנים לשתף פעולה לאורך זמן. התחלתי במעט מדינות והוספתי בהדרגה.

כדי להבטיח מכנה משותף סביר למדינות המדגם קבעתי שכולן יהיו חברות ב-OECD. מדינות מתפתחות לא נכללו משום שנושא הפיצויים על ירידת ערך הוא בבחינת מותרות, וחלק ניכר מהמקרקעין בכלל אינם מוסדרים. בתוך המדגם הקפדתי לכלול מדינות שבהן מגוון של רקעים משפטיים, תרבותיים ופוליטיים. המדגם כלל 14 מדינות – שבשנת 2010 היו כ-40% מכלל המדינות החברות ב-OECD.

בכל מדינה ערכתי עם העמית המקומי כמה "סיבובים" לאחר שצירפתי עוד מדינות, כדי לכייל את המושגים השונים בכל שפה. התברר שלעיתים כשמתרגמים משפות שונות אותו מושג לאנגלית, המשמעות עשויה להיות שונה ממדינה למדינה, גם בין מדינות דוברות אנגלית – ולעיתים אפילו הפוכה. השותפים המקומיים בדרך כלל לא היו מודעים למונחים השונים. ציפיתי לאפשרות שכמו בישראל, גם בכל מדינה אחרת הסדר הפיצויים יתגבש באופן ייחודי.



איור 7. ממצאי המחקר הבינלאומי – מדינות המדגם לפי קבוצות של רוחב הזכות לפיצוי על ירידת ערך

הישראלים נוהגים לשער שההסדר הישראלי דומה לזה שבמדינות אחרות, ובמיוחד לזה שבבריטניה. האמת היא שההסדר הקיים בישראל, למרות היות מקורותיו במנדט, מעולם לא היה נהוג בבריטניה. משתתפים ממדינות אחרות נוטים להביע פליאה שדווקא הולנד וישראל, שתיהן בעלות תדמית והיסטוריה של התערבות ציבורית חזקה במקרקעין, הן הנדיבות ביותר בזכויות לפיצויים מתוך מדינות המדגם. שאלה העולה תכופות היא אם הייתה העברת ידע בנושא בין הולנד לישראל. אין לכך כל עדות או היתכנות.

ציינתי לעיל את סוגי ההצדקות המועלות בישראל בדבר זכות הפיצוי הרחבה. ומה כאשר הזכות צרה או שאינה קיימת? הינה לקט של סוגי הצדקות שניתן למצוא, בנוסחים ובמידות שונים, בהתאמה לכל אחד ממגוון ההסדרים שמצאתי:

- < הזכות לבנות על מקרקעין או להשתמש בהם אינה חלק מזכות הקניין, אלא זכות המוענקת על ידי הציבור דרך מוסדות התכנון.
- < שיקולים של תשלום פיצויים בהיקף גדול יפגעו בחובת מוסדות התכנון להתאים את ההחלטות לדינמיקת האינטרס הציבורי.
- < הכיס של משלמי המיסים אינו חברת ביטוח נגד ירידת ערך בנדל"ן. גם השקעות בבורסה אינן מקבלות פיצוי מהציבור.

פי ידע קיים, לאיזו רמת פיצויים משתייכת כל אחת מהמדינות. בדרך כלל המשתתפים טועים, ולאחר הצגת הממצאים מביעים פליאה.

הינה סוגי השערות אינטואיטיביות להסבר, אולם אף אחת מהן אינה נתמכת בממצאים: (1) שייכות לשיטת המשפט המקובל לעומת המשפט הקונטיננטלי? לא – מדינות משתי הקבוצות משתייכות לדרגות השונות; (2) קשר תרבותי-היסטורי ושפה משותפת? השווייט גרמניה לאוסטריה, שוודיה לפינלנד, ארצות הברית לקנדה, אנגליה לארצות הברית וצרפת לבלגיה (שהוספתי לאחרונה); (3) אידאולוגיה סוציאל-דמוקרטית לעומת קפיטליסטית? השווייט שוודיה לארצות הברית; (4) מידת הריכוזיות של מערכת השלטון או התכנון (מורכב מדי להמחשה); (5) הגנה חוקתית על קניין? עשר מתוך המדינות במדגם הן באירופה, ועל כולן חלה האמנה האירופית לזכויות אדם שבה סעיף בדבר זכויות קניין.⁷ למרות זאת קיימים הבדלים עמוקים בין המדינות האירופיות, וברובן יש גם הגנה חוקתית מדינתית.

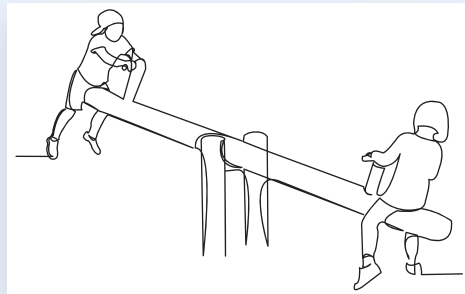
כפי שמראה האיור, זכויות הפיצוי בישראל ובהולנד הן הרחבות ביותר, אך בפועל תביעות הפיצויים בישראל הן נטל כבד יותר בשל הצפיפות הגבוהה ובשל עליית מחירי המקרקעין.

השפעת המחקר על המשפט בישראל

לאור הממצאים של המחקר המשווה הייתי סקרנית לדעת אם בכוחם לסייע למוסדות המשפט ולמקבלי החלטות להיחלץ מסינדרום "המופע של טרומן". במחקר זה היה לי מגרש ביתי שממנו יצאתי לדרך. למרות סגירותו של המיתוס ניחשתי שבנושא הפיזויים, המשליך במישרין על תקציבים (בניגוד למחקריי האחרים), יהיה למקבלי החלטות עניין בממצאי הספר העתיד להתפרסם.

הוזמנתי להציג את ממצאי המחקר לפני היועצים המשפטיים במשרד המשפטים, האוצר והפנים. במפגש הביעו כולם תמיהה וספקנות: איך ייתכן שבישראל זכות הפיזוי חריגה? הרי גם לרוב המדינות האחרות יש הגנה חוקתית על הקניין, כמו אצלנו. אולם מאחר שלא היה בידיהם ידע הסותר את ממצאיי, הספקנות חלפה. בינתיים דאגתי לפרסם מאמר בעברית המסכם את ממצאיי. העיתונות הארצית פרסמה כתבות אחדות בעניין. בד בבד הפכתי לפרסונה נון גראטה בקרב ידידי שמאי המקרקעין.

ההשפעה על מערכת המשפט הייתה הדרגתית. ראשית התקבלו כמה החלטות בוועדות הערר שהחלו לאמץ פרשנות קצת יותר מצמצמת לזכות הפיזויים (כאשר לשון החוק והפסיקה אפשרו זאת). בשנת 2010 יזמו משרד הפנים ומשרד המשפטים תיקון מקיף לחוק התכנון והבנייה, שכונה "הרפורמה הגדולה". בהתבסס על ממצאי מחקרי, הצעת החוק כללה ביטול של זכות הפיזוי בגין "פגיעה עקיפה" וצמצום של זכות הפיזוי הישירה. אולם מסיבות חיצוניות תהליך החקיקה המלא לא הושלם. ככל הידוע לי, נושא הפיזויים ממתין להזדמנות אחרת. בינתיים, בשנת 2020 קיבל בית המשפט העליון החלטה שבה פורשה לשון החקיקה הקיימת פירוש שלפיו תצומצם מאוד



איור 8. אין הצדקה לטיעון של איזון בין עלייה לירידה של ערכי הקרקע.

סיעון הסימטרייה בין עלייה לירידה של ערכי מקרקעין (איור 8) אף הוא מיתוס. אלה נושאים נפרדים. הצדקה לחייב בעלי קרקע לחלוק עם הציבור את הערך המוסף מבוססת על כך שערך זה אינו "שייך" לבעלים מלכתחילה, והיא אינה תלויה בזכות לפיזוי. במחקר השוואתי אחר שערכתי הראיתי שבפועל אין סימטרייה: יש מדינות המחייבות בעלי קרקע להעביר לציבור חלק מעליית הערך, אך אין בהן זכות לפיזויים, וכן להפך. גם בישראל הטיעון הנפוץ בדבר סימטרייה בין היטל ההשבחה לפיזויים אינו משתקף בלשון החוק ואינו קיים בפועל (ההסבר מורכב וטעון דיון נפרד).

חובת פיזוי רחבה לא תוביל להחלטות תכנון טובות יותר, אלא להפך, מוסדות התכנון יירתעו מהחשש שיוגשו תביעות על ירידת ערך וייסוגו מהחלטות חשובות לתועלת הציבור.

אם כך, איך התפתחו הסדרים שונים כל כך זה מזה אפילו במדינות שכנות בעלות תרבות ושפה דומות? נחזור לאנלוגיה של השתיל הצומח בקרקע ייחודית, ובדרך ייחודית לו. אפילו היה דמיון בין נוסחי החקיקה המקורית, עם הזמן החלטות התכנון, המציאות הכלכלית-חברתית ומקרים אקראיים שהגיעו לבתי המשפט יעצבו את הדין לאורך זמן (גם במשפט הקונטיננטלי), והבידול יתעצם.

מוסדות התכנון (המייצגים גם גופי ממשלה) מקבלת החלטות חשובות: לבטל זכויות בנייה ותיקות באזורי חוף; לייעד קרקעות חקלאיות לעיבוד השומר מגוון ביולוגי או לאזורי פשט טבעי; לאפשר עיבוי עירוני למרות הסתרת נוף או הגברת תנועה; לשמר אתרים היסטוריים; ואם תישמע דעתי בדבר הנזקים הטמונים בריבוי מגדלי מגורים – להסב חלק מהתוכניות שכבר אושרו למגדלים לבינוי בצפיפות גבוהה אבל מסוג אחר.

מיתוסי לקינוח

סיפורה של הזכות לפיצוי על ירידת ערך מקרקעין הוא רק אחד מתוך מיתוסי הנדל"ן הקיימים במדינות רבות שמחקר בין-לאומי משווה עשוי לסייע לפצחם. את חלקם כבר חקרתי במעבדתי, ואחרים הם עדיין בגדר השערות. שאלות איך ספור ממתניות לקהילת החוקרים הבין-תחומיים במשפט ותכנון. ■

זכות הפיצוי הישירה. בהחלטה הביא בית המשפט כאסמכתאות את ממצאי הפרסומים האקדמיים (בעברית ובאנגלית).⁸

אם אומנם יתוקן החוק והזכות לפיצויים תצומצם, התועלות לציבור עשויות לכלול:

- < ייעוד כספי הציבור ברשויות המקומיות (ולעיתים המדינה) למטרות ציבוריות במקום לשיפוי של בעלי קרקע פרטניים.
- < הקטנת העלויות המנהליות והמשפטיות הנופלות על הכיסים הציבוריים, גם כאשר בסוף הדרך תביעת פיצויים נדחית.
- < הגברת הצדק החלוקתי: בפועל תביעות לפיצויים על נזקי תכנון (אם אינן חלק מהפקעת קרקע) מוגשות בעיקר בידי מחזיקי קרקע אמידים. על כן קל יותר לרשויות המדינה למקם שימושי קרקע בעלי החצנות שליליות דווקא באזורים שבהם גרה אוכלוסייה מוחלשת.
- < בעידן של מודעות סביבתית והיערכות לשינויי אקלים החשש מתביעות פיצויים מרתיע את

הערות ומקורות

למראי המקום של ספרים ומאמרים של המחברת בנושא המאמר ראו באתר המחברת <http://alterman.technion.ac.il>

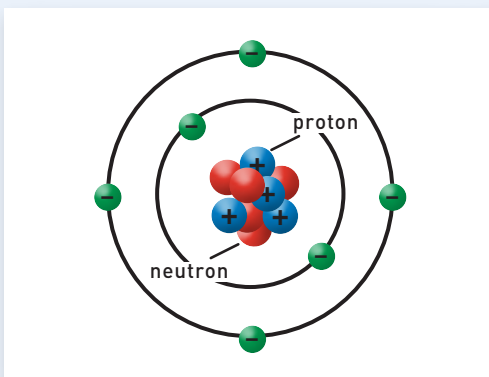
- (1) מאמר זה מיועד לציבור הרחב ואינו תחליף לסקירה משפטית מפורטת.
- (2) דיני התכנון מאפשרים אסדרה של מה, איפה, כמה ואיך יהיה מותר או אסור לבנות על מקרקעין, לשנות את פני השטח, ולצורך מה ומתי מותר להשתמש בהם. כיום החוקים מתרחבים לנושאים של הסביבה הטבעית – מה מותר או אסור, או חובה, לנטוע, לשתול, לעקור, לתעל, לכסות, לנקות וכדומה.
- (3) משרד המשפטים, הרשות לרישום והסדר זכויות מקרקעין. **הפקת נסח טאבו מפנקסי המקרקעין**. בנייה, דיור ומקרקעין. https://www.gov.il/he/service/land_registration_extract?gclid=CjwKCAjwhdWkBhBZEiwA1ibLm6BFS7L_jaXTKe5NBLVB8ryKNEay_exvy4mtPu
- (4) ויר, פ' (במאי). (1998). **המופע של טרומן** [סרט קולנועי]. פרמאונט.
- (5) חוק התכנון והבניה, התשכ"ה-1965. ספר החוקים 467, עמ' 307.
- (6) פעמיים – פעם בהליך ערעור רגיל ופעם בהליך נדיר של דיון נוסף. ד"נ 28/79 הוועדה המקומית לתכנון ולבנייה ירושלים נ' משה ורבקה וארון (פ"ד לה' [1] 561).
- (7) מקרים אחדים הנוגעים לנושא שלנו הגיעו לפתחו של בית הדין האירופי לזכויות אדם, אולם הם היו בעיקר מקרים של פגיעות קיצוניות.
- (8) בר"ם 10212/16, דלי דליה ואח' נ' הוועדה המקומית לתכנון ולבנייה חדרה.

ספינטרוניקה



מאת פרופ' אורה אנטין-זולמן

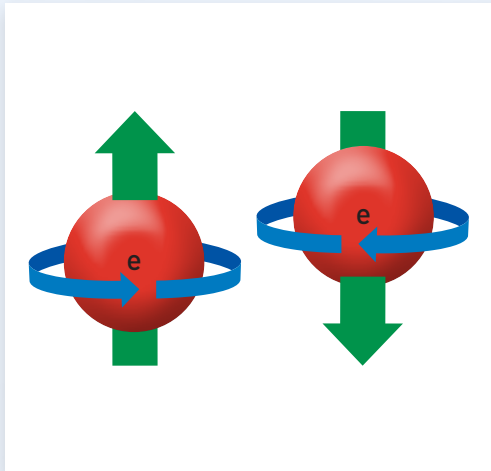
שהפרוטון גדול פי 2000 (בקירוב) מהאלקטרון. אולם למרות ההבדל העצום בגדלים, הפרוטון והאלקטרון נושאים בדיוק את אותו מטען חשמלי, אבל עם סימן הפוך: זה של הפרוטון מסומן כחיובי, וזה של האלקטרון הוא שלילי.



איור 1. סכמה של מבנה האטום המציגה את הפרוטונים המטענים חיובית (סימן +), את הנייטרונים שהם אדישים מבחינה חשמלית, ואת האלקטרונים המטענים שלילית (סימן -)

אם לצטט מפרסום של הזרוע החינוכית של מכון ויצמן למדע, שטח המחקר הקרוי "ספינטרוניקה" "עושה סיבוב" על התחום הוותיק, הוא ה"אלקטרוניקה". את שימושי האלקטרוניקה – לדוגמה במחשבים, בטלפונים סלולריים ובתנורי מיקרוגל – כולנו מכירים, ולמעשה לא נוכל לדמיין את חיינו בלעדיהם. הם מבוססים על זרם של אלקטרונים, שאותו אנו מקבלים מחברת החשמל. החומר שדרכו זרם החשמל, כמו כל חומר אחר, בנוי מאטומים. כל אטום בנוי מגרעין, שבעצמו מורכב מפרוטונים ומנייטרונים ומאלקטרונים שמסתובבים סביבו. האלקטרונים הם חלקיקים קטנטנים שהתגלו בסוף המאה התשע-עשרה, בשנת 1897.

הציוור הידוע שלפנינו, שאמור לתאר את מבנה האטום, איננו תואם את המציאות, בין השאר מפני



איור 2. סכמה המציגה את האלקטרון ככדור הסובב על צירו, כאשר אפשריים לו שני כיווני סיבוב

ננסה במקום זאת לתאר את הספין באופן ציורי, וזאת נוכל לעשות בשני אופנים. אולם קודם לכן נעיר כי תכונת הספין התגלתה רק בתחילת המאה העשרים, והתקבלה די בקושי על ידי הקהילה המדעית, אולי מפני היותה תכונה "קוונטית" (בניגוד לתכונה "קלאסית" שאותה ניתן להסביר במסגרת הפיזיקה הקלאסית, שהיא נגישה יותר לחושינו). באותן שנים התקשו פיזיקאים ידועי שם (כמו איינשטיין) להשלים עם הפיזיקה הקוונטית. מעניין לציין גם שתגלית חשובה זו לא זיכתה את הוגיה בפרס נובל.

ראשית, ניתן לתאר את הספין כאילו האלקטרון מסתובב סביב עצמו, כמו סביבון. תכונת הספין אינה מיוחדת רק לאלקטרונים – גם לחלקיקים אחרים יש ספין. אבל הספין של האלקטרון יכול לקבל רק אחד משני ערכים – שוב באופן ציורי: האלקטרון יכול להסתובב סביב צירו בכיוון השעון או נגדו, כפי שנראה באיור 2. איך נוכל לקבוע מהו הציר שסביבו סובב האלקטרון? בשאלה זו ננסה לדון בהמשך. אולם העובדה שהספין יכול להיות רק בעל אחד משני ערכים חשובה במיוחד, כפי שנראה להלן.

הניטרונים, כפי שמרמז שמם, אינם נושאים מטען חשמלי ולכן הם "ניטרלים". כיוון שמספר הפרוטונים באטום שווה למספר האלקטרונים, הסכום הכולל של מטעני הפרוטונים מקזז את זה של האלקטרונים, ולכן בסופו של דבר כל אחד מהאטומים איננו בעל מטען חשמלי. אם כן, איך זורם החשמל בחומר, למשל במתכת? מסתבר כי האלקטרונים המרוחקים יותר מהגרעין יכולים להיפרד ממנו (הם יכולים להיות מרוחקים מאוד מהגרעין: לו היה הגרעין בגודל של כדור פינג-פונג, היו אלקטרונים אלה יכולים להיות במרחק של כמאות מטרים). המוני האלקטרונים הללו שנתרמו מכל האטומים נעים בתוך החומר די בחופשיות. האלקטרונים הקטנטנים וקלי הרגליים נושאים את הזרם החשמלי. מכאן השם "אלקטרוניקה".

איך רוכבת הספינטרוניקה על כתפי האלקטרוניקה?

ובכן, בעוד האלקטרוניקה משתמשת בזרמים חשמליים, כלומר במטען החשמלי שנושאים האלקטרונים, הספינטרוניקה מתמקדת בשימוש בתכונה אחרת של האלקטרונים, שנקראת באנגלית "ספין" ($spin$), ובעברית "סחריר". המושג "ספין" הפך לאחרונה להיות די שכיח במקומותינו, במיוחד בהקשרים פוליטיים, ומובנו אז מתייחס לשימוש מניפולטיבי ("טפלולי" על פי האקדמיה ללשון העברית) בעובדות כדי להסיח את דעת הקהל מעניין חשוב יותר שאינו מאדיר, בלשון המעטה, את הפוליטיקאי יוצר הספין.

בניגוד גמור לזה, הספין של האלקטרון הוא תכונה ללא שום הקשר "שלילי". יש לתכונה זו הגדרה מדויקת בתורת הקוונטים שלא נדון בה כאן, בעיקר משום שבניגוד למטען חשמלי, אין לספין מקבילה בפיזיקה יום-יומית, זו הקרויה פיזיקה "קלאסית".



איור 3. שני זוכי פרס נובל בפיזיקה, פרופ' פאולי (משמאל) ופרופ' בוהר, מתבוננים בתנועתו של סביבון בניסיון להבין את המושג החדש "ספין". התמונה צולמה בשנת 1954.

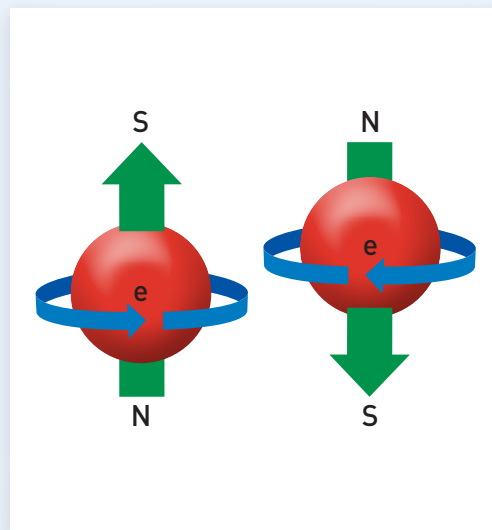
עתה לשני סוגים: אלה שהמגנט הפנימי שלהם מצביע צפונה (או מעלה), ואלה שהמגנט הפנימי שלהם מצביע דרומה (או מטה). במילים אחרות, חלק מהאלקטרונים בחומר הם בעלי מגנט (מגנטיזציה) בכיוון אחד, וחלק ממגנטים בכיוון ההפוך. אם לא נעשה עכשיו דבר, סביר להניח כי בחומר יהיה (בממוצע) מספר זהה של אלקטרונים "צפוניים" ואלקטרונים "דרומיים", ותכונת הספין לא תבוא לידי ביטוי כלל וכלל.

הספינטרוניקה שואפת להשתמש בזרמי ספין, כלומר זרמים של אלקטרונים שבעיקרם הם "צפוניים" או "דרומיים". במילים אחרות, במחקר בתחום זה מנסים להחליף זרמים חשמליים בזרמי מגנט. וכל זאת למה? משום שזרמים חשמליים גורמים להתחממות, ומכאן לאיבוד אנרגיה, ואילו באמצעות השימוש בספין של האלקטרונים אפשר להשיג זרמים שווי ערך, שגורמים להתחממות פחותה בהרבה, ועל כן מאבדים פחות אנרגיה.

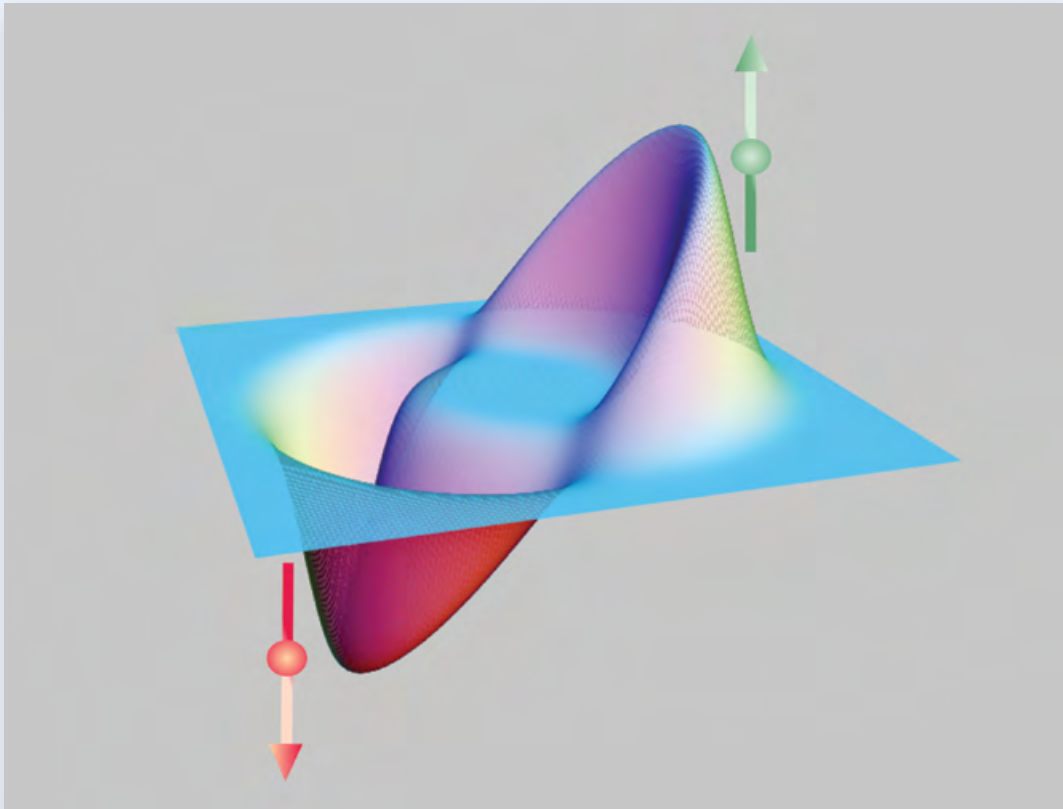
באופן אידיאלי נוכל לחשוב על מצב שבו הצלחנו לגרום לאלקטרונים הצפוניים בתיל חשמלי מסוים לנוע ימינה, ולאלקטרונים הדרומיים לנוע שמאלה. התוצאה נטו תהיה זרימת מגנט לאחד משני הכיוונים: ימינה אם ישנם יותר צפוניים מדרומיים, ולהפך. בכך נשיג זרימה של אלקטרונים שנוכל להשתמש בה בדומה לשימושי האלקטרוניקה, אולם המחיר שנשלם באובדן אנרגיה יהיה קטן הרבה יותר, כיוון שהזרם החשמלי שנוצר קטן הרבה יותר. הסיבה היא פשוטה: אם 50 אלקטרונים נעים ימינה ו־30 אלקטרונים נעים שמאלה, הזרם החשמלי נישא רק על ידי 20 אלקטרונים. לעומת זאת זרם המגנט נישא על ידי 80 אלקטרונים. ואכן הצליחו ליצור מצב כזה במעבדה: איור 5 להלן מראה תוצאה ניסיונית (מ־2003) שהושגה בשימוש בלייזר.

שני זוכי פרס נובל בפיזיקה, הפיזיקאי פרופ' וולפגנג פאולי, שניבא את קיום הספין באופן תאורטי בשנת 1924, והפיזיקאי פרופ' נילס בוהר, אבי מודל האטום שתואר למעלה (שזכו בפרס עבור תגליות אחרות), נראים בתמונה כשהם מתבוננים בתנועתו של סביבון בניסיון להנגיש את מושג הספין למדענים קטני-אמונה.

כפי שהוזכר לעיל, הספין של האלקטרון יכול לקבל רק אחד משני ערכים, שתוארו לעיל כסיבוב בכיוון השעון או נגדו, אבל אפשר לחשוב על שני הערכים האפשריים הללו גם אחרת – דמיינו כי האלקטרון הוא מגנט קטנטן שיכול להצביע או צפונה או דרומה, ובמילים אחרות, הוא מצביע או למעלה או למטה, וזה המינוח המקובל יותר בקהילה המדעית. אנחנו עוד צריכים לשאול איך נקבע הכיוון – "מעלה" או "מטה" – אבל קודם לכן, אם אנו מקבלים את העובדה שיש רק שני ערכים אפשריים לספין, אזי אוכלוסיית האלקטרונים המתרוצצים בחומר, שקודם היו כולם זהים זה לזה ושכולם נושאים בדיוק את אותו מטען חשמלי, מחולקת



איור 4. סכמה (אותה אחת שבאיור 2) המציגה את האלקטרון כמגנט קטנטן שיכול להצביע "צפונה" או "דרומה"



איור 5. With some quantum trickery, laser light makes spin-up electrons (green) flow one way and spin-down electrons (red) flow the other inside a semiconductor. The opposing flows produce a pure spin current without an electrical current
 Courtesy of PD Dr. Jens Hübner/Leibniz University Hannover

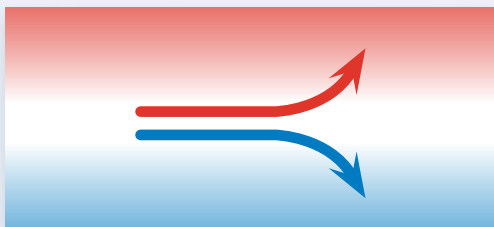
אולם יש עוד אפשרות ליצירת זרמי ספין, שמייתרת את הצורך בשימוש במגנט גדול, כלומר בהפעלת שדה מגנטי חיצוני. אפשרות זו היא לב המחקר שבו אני עוסקת בשנים האחרונות. הכותרת המקצועית של תחום מחקר זה היא "יצירת זרמי ספין על ידי הצימוד ספין-מסילה".

למה הכונה במילים "צימוד ספין-מסילה"?

מסתבר כי תורת הקוונטים ותורת היחסות מלמדות שתיהן כי כיוון המגנט הקטנטן של האלקטרון יכול להשתנות לאורך המסלול – המסילה – שבו הוא

לאמור, בסיוע של כמה "טריקים ושטיקים" של פיזיקת הקוונטים אפשר ליצור זרם מגנוט, כלומר זרם של ספין, ללא זרם חשמלי.

נשאר "רק" להבין מה קובע איזה משני הערכים האפשריים של הספין יקבל אלקטרון זה או אחר. אם נחזור לאיור 4, שבו מוצג האלקטרון כמגנט קטנטן, נוכל להגיע למסקנה הזאת: נשים את החומר שלנו בתוך מגנט גדול, ובמילים מקצועיות יותר – נפעיל עליו שדה מגנטי חזק מספיק – וכל המגנטים הקטנים יתאמצו לסדר את עצמם בכיוון השדה המגנטי המופעל, בדומה למחט המצפן.



איור 6. בהשפעת האינטראקציה ספין-מסילה זרם אלקטרוני בחומר מתפצל לשניים, האלקטרוני ה"צפוניים" סומים כלפי מעלה, וה"דרומיים" כלפי מטה.

מכירים לדאבונם. אבל מה ניתן לעשות בזרם ספין? בספרות המקצועית קיימות הצעות לבניית טרנזיסטורים שפועלים על זרם ספין במקום על זרם חשמלי, אבל עדיין אין לאלה יישומים פועלים. מנגד, אולי עדיין מוקדם מדי לאבד תקווה. הטרנזיסטור החשמלי נבנה לראשונה במעבדה בשנת 1948 (בארצות הברית), אבל מכשיר הרדיו הקטן הראשון הוצג על ידי חברת סוני (ביפן) רק ב-1957, וכולנו מכירים את ההמשך. בינתיים אנו העוסקים במחקר בסיסי נהנים מחקירת נפלאות הספין. ■

נע. המידה שבה ישתנה כיוון זה נקבעת על פי חוזק הצימוד ספין-מסילה, וחוזק זה משתנה מחומר לחומר. למרבה השמחה מתברר כי לעיתים ניתן לשלוט בחוזק הצימוד באמצעות הפעלת שדות חשמליים (כלומר באמצעות מתח חשמלי). עובדה זו יצרה כר נרחב של אפשרויות, במיוחד בתחום ההתקנים הקטנים (התקני ננו). לדוגמה: נניח שאנו מזרימים זרם חשמלי דרך חומר שבו מושרה צימוד ספין-מסילה. הצימוד הזה יגרום לאלקטרוני בעלי ערך אחד של הספין להסתובב כלפי מטה (ראו להלן איור 6), ולא להעלה בעלי הערך ההפוך – להסתובב כלפי מעלה. כך התקבל מגנוט של החומר ללא הפעלת שדה מגנטי.

ועתה, לאחר שפיארתי והיללתי את הספין של האלקטרון ואת יתרונות זרם הספין על פני זרם של מטען חשמלי, נשאר רק לברר אם אכן יש לו גם שימושים מעשיים. לספין עצמו יש חשיבות רבה בתופעות מגנטיות, שאחד השימושים המודרניים שלהן הוא מכשיר ה-MRI, שאותו אחדים מאיתנו

תודות

לסיום, אני מבקשת להודות לשני אנשים שתמכו בי ועודדו אותי כאשר הייתי צעירה וחסרת ניסיון. הראשון הוא מדריכי בבית-דוקטורט, ידידי ועמיתי למחקר במשך שנים רבות, חבר האקדמיה פרופ' יוסף (ג'ו) אמרי ז"ל. השני, ייבדל לחיים ארוכים, הוא פרופ' ריימונד אורבך מהאוניברסיטה של טקסס באוסטין, שאותו הכרתי בספטמבר 1973 כאשר הגיע לאוניברסיטת תל אביב לשנת שבתון ונשאר איתנו, ועימו אשתו וילדיו, במשך המלחמה ואחריה. לא הייתי עומדת כאן לולא אמר ריי כי אם נבצר ממני, אז אם לשלושה תינוקות, לנסוע לתקופה ארוכה, הוא יאפשר לי להשלים את תקופת הבת-דוקטורט טיפין טיפין, חודשיים בכל שנה. וכך היה.

גבישים במדע, בטכנולוגיה וברפואה

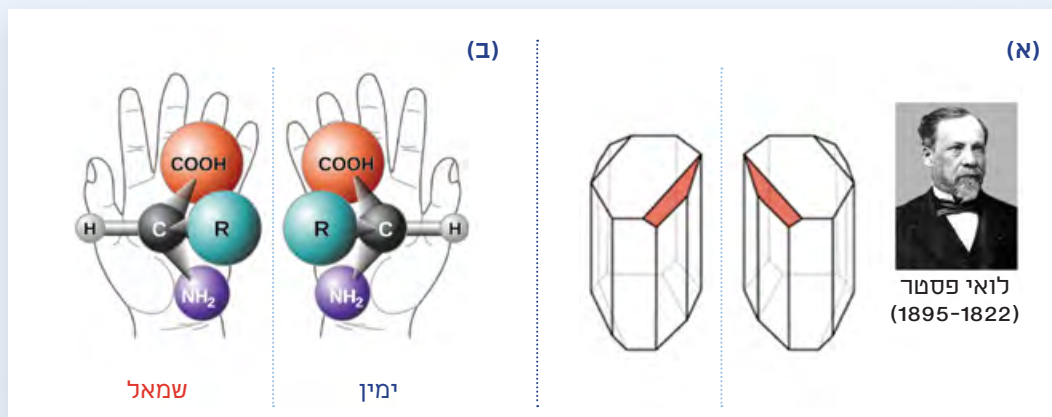


מאת פרופ' מאיר להב ופרופ' לסלי ליזרוביץ

להעיד על קיום מעבר כזה? אם המולקולות הביולוגיות הן כיראליות, מהו המבנה האבסולוטי שלהן? והאם ניתן לקבוע את קונפיגורציית המולקולות מסימטריית הגביש?

במשך השנים חלה התקדמות מרשימה בתחום הפיזיקה והכימיה המבנית. התגלית של קרני-X (תגליתו של רנטגן) ופיזורן באמצעות גבישים (כפי שמצא המדען פון לאואה) הובילו את האב ברג ואת בנו לייסד את תחום הקריסטלוגרפיה המודרנית שמאפשרת לקבוע את המבנה האטומי והמולקולרי של חומרים. עם זאת שאלות רבות נותרו לא פתורות. השיטה הקריסטלוגרפית הקוונציונלית לא אפשרה להבחין בין גבישים ימניים לשמאליים (כיראליים), ולכן הכימיה האסימטרית התנהלה במשך מאה שלמה בלי יכולת לקבוע את הקונפיגורציה של מולקולות כיראליות. כדי לחקור גבישים בצורה מושכלת היה צורך במציאת שיטה שתאפשר לתכנן

גבישים הם חומרים מוצקים שמורכבים מאטומים, ממולקולות או מיונים ומסודרים בתבנית החוזרת על עצמה בשלושה ממדים. הם ממלאים תפקיד מרכזי בהתפתחות המדע המודרני בכלל ובמדע החומר בפרט. לדוגמה, כבר במאה התשע-עשרה גילה המדען הצרפתי לואי פסטר, אשר חקר את המלחים של חומצת היין, כי קיימים שני סוגים של גבישים של אותה חומצה שאינם חופפים זה את זה, אך הם תמונת ראי זה של זה (איור 1א). תכונה זאת נקראת "ידנות" או בשמה הלועזי "כיראליות" (המושג "כיראליות" נגזר מהמילה היוונית kheir, שפירושה יד, שהיא אובייקט כיראלי ידוע ומוכר) (איור 1ב). תגלית זו של פסטר הובילה מצד אחד להכרה כי העולם הביולוגי מורכב מיחידות כיראליות מסוג אחד, והעלתה מצד אחר כמה וכמה שאלות יסוד, ובכללן אלה: כיצד מעולם דומם אכיראלי התפתח העולם הביולוגי הכיראלי? האם קיימות ריאקציות אסימטריות אשר יכולות



איור 1. א) שני סוגי גבישי מלח חומצת היין שהופרדו בידי לואי פסטר; ב) הדגמת מושג הכיראליות

בחקר התארגנות מולקולות אכיראליות בגבישים כיראליים, וכן בתכנון סינתזות אסימטריות אבסולוטיות, כמודלים להיתכנות יצירה ספונטנית של כיראליות בתנאי מעבדה.³

במהלך השנים כהמשך למחקרים אלו פיתחנו את השיטות האלה:

א) שיטה שבה מעכבים "מתחזים" מתוכננים מראש (tailor-made) מאפשרים שינויים במורפולוגיית הגבישים.^{4, 5}

ב) שיטה לקביעת קונפיגורציה אבסולוטית של מולקולות כיראליות: קורלציה בין כיראליות מולקולרית לבין כיראליות מקרוסקופית של גבישים.^{6, 7}

ג) שיטה קריסטלוגרפית ייחודית לקביעת המבנה של ננוצברים הנוצרים בממשק בין אוויר למים. בעזרת שיטה זו יכולנו לחקור את שלבי הגרעון של גבישים, את המנגנון של הקפאת מים, את מחלת המלריה, שקיעת כולסטרול בגוף החי וסינתזה של פפטידים כיראליים בתנאים פרה-ביוטיים.⁸⁻¹⁴

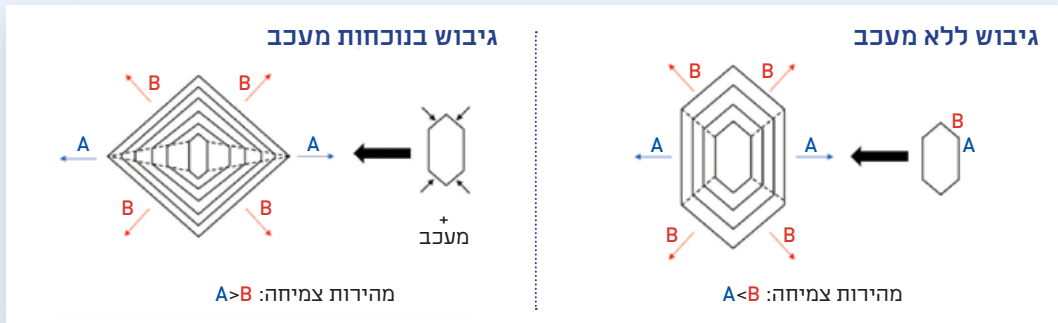
ד) שיטה להורדה בסימטרייה (ביטול רכיבי סימטרייה) במהלך הכנת גבישים מעורבים שכללו הקניית תכונות חשמליות ואופטיקה לא-ליניארית לגבישים אלו.¹⁵

ולקבוע את מבנה הגביש כבר מהרמה המולקולרית, דבר שנחשב בלתי אפשרי. היטיב להגדיר בעיה זו עורך כתב העת *Nature*, ג'ון מאדוקס:¹

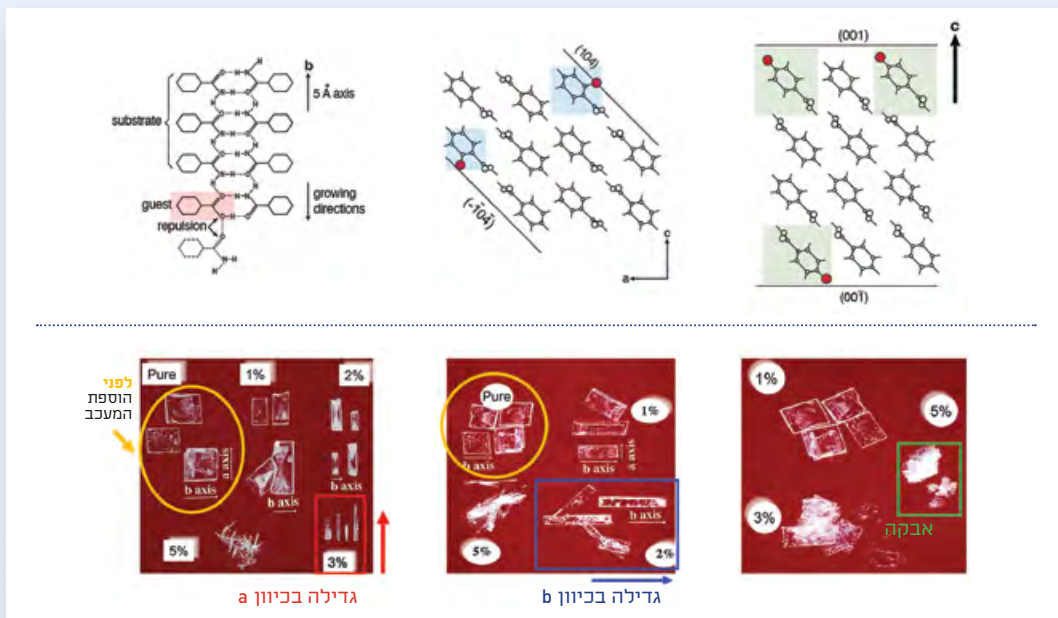
One of the continuing scandals in the physical sciences is that it remains in general impossible to predict the structure of even the simplest crystalline solids from a knowledge of their chemical composition.

אתגר מדעי זה הוביל אותנו, כותבי שורות אלה, לחקור שאלות מדעיות הקשורות לנושא: לסלי חקר כיצד אינטראקציות בין קבוצות פונקציונליות קובעות את מבנה הגבישים, וכיצד ניתן לגדל גבישים בעלי מבנים רצויים. המענה על שאלות אלו אפשר להבין בין היתר קיום אינטראקציות חשמליות חלשות בין אטומים, כגון קשרי מימן שונים בגביש. נוסף על זה אפשר לנבא קבלת גבישים מעורבים.²

מאיר חקר את היתכנות המעבר מהעולם הפרה-ביוטי (האכיראלי) הדומם לעולם הביולוגי (הכיראלי) תוך כדי שימוש בהנדסת גבישים. למשל, הוא התמקד



איור 2. הקשר בין גודל הפאה למהירות צמיחתה. נוכחות מעכב משפיעה על מורפולוגיית הגביש.



איור 3. הנדסת גבישי בנזאמיד בעזרת מעכבים מתוכננים מראש (tailor-made)

נשלטת על ידי חוזק האינטראקציה שבין המשטח של כל סקטור לבין הממס שבו הגביש גדל. ככל שמהירות הצמיחה גבוהה יותר, כך שטח הסקטור קטן יותר. הבדלים אלה במהירות הצמיחה, של כל סקטור, מעצבים את גודל המשטחים ואת צורתו הסופית של הגביש.⁵

כדי להנדס גבישים פיתחנו שיטה המשתמשת במעכבי צמיחה ספציפיים – tailor-made – המתוכננים להאט, כל אחד מהם, את מהירות

א. הנדסת מורפולוגיה של גבישים בעזרת מעכבים

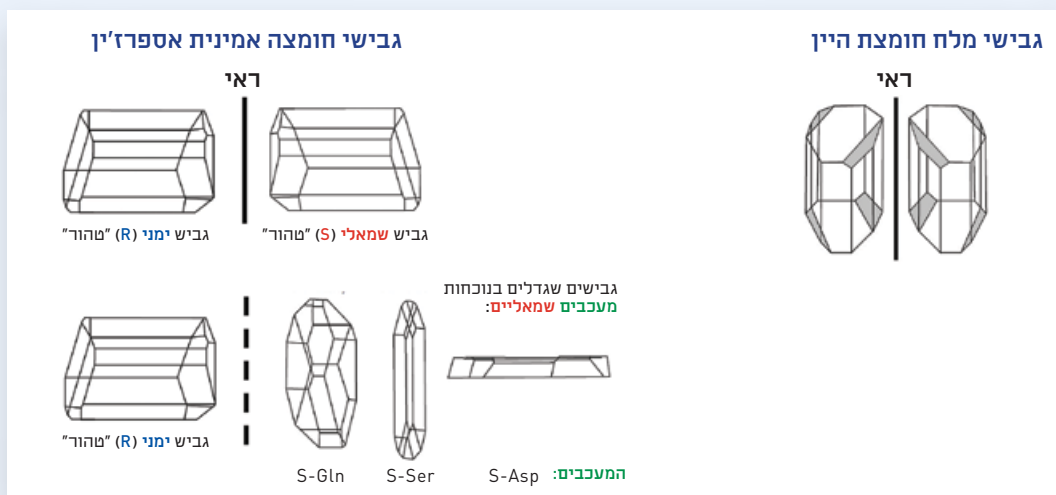
גבישים יחידים מורכבים מסקטורים שונים (איור 2). המבנה המולקולרי ואופן האריזה בתוך הסקטורים השונים זהים, אך האוריינטציה של המולקולות במשטחים העוטפים את הסקטורים יכולה להיות שונה ומתוואית על ידי הסימטריה של הגביש. צורת הגביש נקבעת על ידי מהירות הצמיחה של כל סקטור במיסיים שונים, והיא

ביניהם. פיתוח פאות כאלה הוא נדיר. הפרדת אננטיומרים על בסיס מורפולוגיה הודגמה על ידינו באמצעות החומצה האמינית אספרז'ין, אשר גובשה בנוכחות חומצות אמיניות כיראליות אחרות (איור 4).⁴

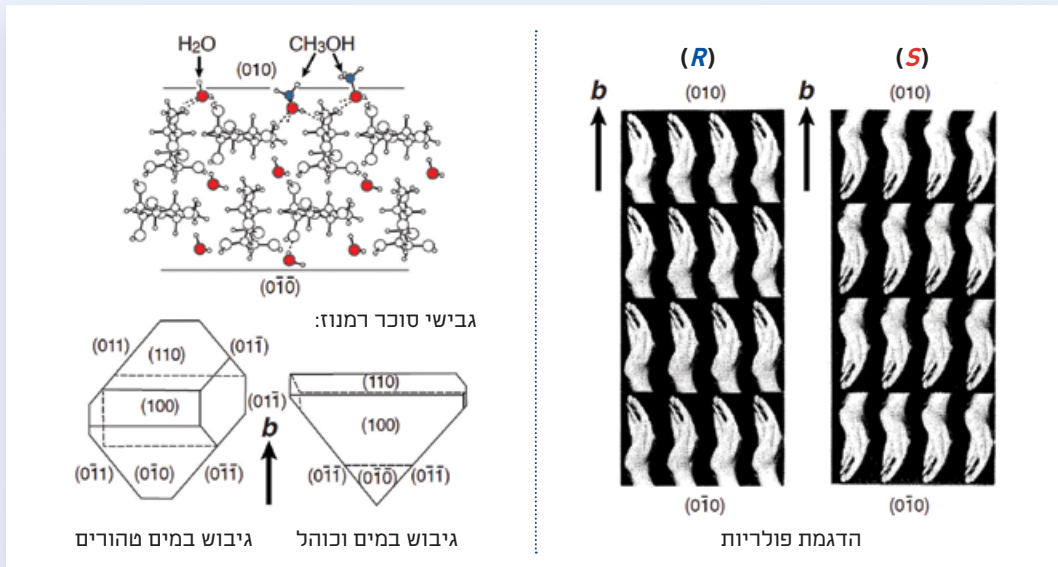
השיטה הופעלה בהצלחה גם בהפרדת כמויות גדולות של החומצה האמינית מתיונין בעזרת מעכבים פולימריים.³ במהלך מחקרים אלו מצאנו שהמעכבים משפיעים גם על תהליכי המסה של גבישים תוך כדי יצירה של etch pits (חריטת גומות) המאפשרות לחקור את מבנה הפגמים הקיימים בגביש.³ המחקרים העלו גם כי המעכב משנה את צורת הגביש המעוכב ובה בעת מעכב את שקיעת האננטיומרף השני. העיכוב רמז על קיום צברים הדומים לגביש בתמיסה והאחראים לגרעון הפולימורף היציב. המעכב המתוכנן אפוא מעכב גם את שלבי הגרעון המוקדמים, טרם הופעת הגביש. מעכב זה אינו מחויב לעבור אינטראקציה עם צברים בעלי מבנה שונה, והוא מאפשר צמיחה של פולימורפים יציבים פחות. מסיסותם של הפולימורפים היציבים פחות גדולה מזו של הפולימורפים היציבים. עיקרון זה של הבדלי מסיסות מיושם רבות בתחום הפרמקולוגיה.

הצמיחה של סקטורים ספציפיים בלי לשנות את מהירות הצמיחה של סקטורים אחרים. מעכבים אלו מורכבים משני חלקים: חלק אחד זהה למולקולת הגביש במשטח של הסקטור שאת מהירות צמיחתו רוצים להאט, ואילו החלק השני שונה ובנוי באופן המעכב את מהירות הצמיחה של הסקטור הרצוי. עיקרון זה הודגם במהלך גידול גביש בנזאמיד בנוכחות מעכבים שונים. הגביש עטוף בשלושה זוגות של פאות בעלות מבנה שונה.⁵ ידיעת האוריינטציות של המולקולות בפאה מאפשרת לתכנן שלושה מעכבים ספציפיים המתאימים לכל זוג פאות, המתייחסות זו לזו על ידי סימטרייה, בלי להפריע לצמיחתן של הפאות האחרות. באמצעות שיטה זו ניתן להפוך לדוגמה גביש בצורת מחט מוארכת בכיוון אחד (כיוון b) למחט מוארכת בכיוון אחר (כיוון a), או לקבל גבישים בצורת פלטות דקות או אפילו בצורת אבקה דקה (איור 3).⁵

גישת ה-tailor-made יושמה בהרחבה גם בהפרדת אננטיומרים באמצעות מעכבים כיראליים. בניסוי הקלאסי של פסטר כאמור הופרדו שני גבישים אננטיומורפיים של מלח חומצת היין, אשר פיתחו פאות כיראליות שבעזרתן היה אפשר להבחין



איור 4. הפרדת אננטיומרים בעזרת מעכבים כיראליים



איור 5. מציאת פולריות הגביש לצורך קביעת הקונפיגורציה האבסולוטית. מימין: הדגמת פולריות באופן סכמתי; משמאל: קביעת קונפיגורציה אבסולוטית של סוכר רמנוז בנוכחות מים טהורים או בתערובת של מים וכוהל

במסגרת זו פיתחנו את שלוש השיטות האלה:

1) קביעת כיוון הווקטור הפולרי בגבישים פולריים. בשיטה זו קבענו את הקונפיגורציה של סוכרים. לשם כך השתמשנו בגביש של הסוכר רמנוז, המתגבש עם מולקולה אחת של מים. אחד המימנים של מולקולת המים מקביל לווקטור הפולרי של הגביש (איור 5).⁶ התמרה של מולקולות מים במולקולות של כהלים הנקשרים לאותו משטח בקשרי מימן גורמת לעיכוב הצמיחה בכיוון אחד הווקטורים של הגביש. השוואת המורפולוגיה של הגביש אשר גדל במים טהורים לגביש הגדל בתערובת של מים וכוהל מאפשרת לקבוע את הכיוון האבסולוטי של הווקטור הפולרי של הגביש, ובכך לקבוע את הקונפיגורציה האבסולוטית של הסוכר (בשיטה זו קבענו גם את הקונפיגורציה האבסולוטית של החומצה האמינית ליזין).⁶

2) קביעת הקונפיגורציה האבסולוטית של מעב כיראלי באמצעות גידול גבישים ראצמיים (המכילים את שני האנטיומרים בתוך אותו גביש) בנוכחות המעכבים הכיראליים.

ב. קביעת הקונפיגורציה האבסולוטית של מולקולות ממורפולוגיה של גבישים⁷

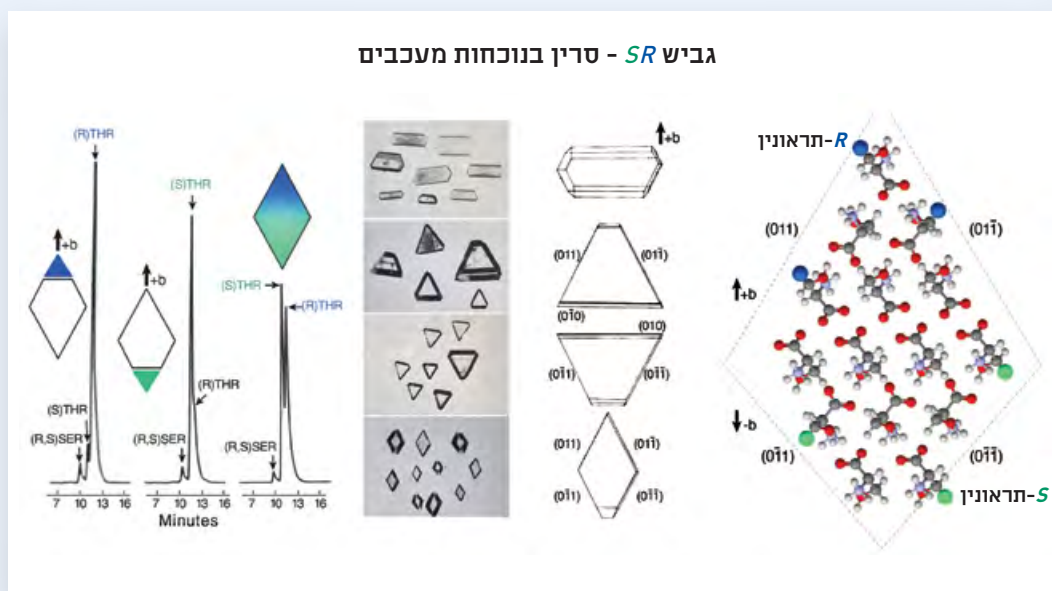
בחלק זה של המחקר ניתן פתרון לשאלה בסיסית אשר נותרה פתוחה מאז ניסיונו הקלאסי של לואי פסטר (שבו הופרדו אנטיומרים של מלח חומצת היין בתהליך גיבוש). מניסיונותיו של פסטר וכן משיטות הקריסטלוגרפיה הקונוונציונליות אי אפשר היה לקבוע את הקונפיגורציה המוחלטת של המולקולות הכיראליות בגבישים. רק לאחר מאה שנה הצליח הקריסטלוגרף ההולנדי בייפוט (בהשתמשו בשיטה קריסטלוגרפית העוקפת את חוק פרידל) לקבוע את המבנה של גבישים כיראליים, אך עדיין אי-היכולת לגשר ישירות בין המבנה האנטיומרפי של גביש לבין הכיראליות של המולקולה נשארה בעינה. בעזרת השיטה החדשה של הנדסת גבישים שפיתחנו התאפשר לקבוע לראשונה את הקונפיגורציה האבסולוטית של מולקולות כיראליות מהמורפולוגיה של הגבישים, ובכך לתת מענה לאותה שאלה בעלת ערך היסטורי.^{7,6}

3) גידול מכוון (אפיטקסיאלי) של גבישי גליצין בממשק בין אוויר למים. התהליך נקבע על ידי צברי גבישים של חומצות אמיניות הידרופוביות.⁷ בשיטה זו התבססנו על ההבחנה שלפיה חומצות אמיניות הידרופוביות מתארגנות בממשק שבין אוויר למים כצברים גבישיים. החומצות האמיניות מכילות ראשים פולריים (הידרופיליים) הפונים לכיוון המים, והן מתארגנות בצורה דומה לזו של התארגנות מולקולות הגליצין (איור 7). מבנה הצברים נקבע ישירות באמצעות שיטת דיפרקצייה דר-ממדיית חדשה המתוארת בסעיף ג.

לכן תמיסת גליצין מובילה, בנוכחות חומצות אמיניות הידרופוביות, להתגבשותם של גבישי הגליצין בממשק בין אוויר למים בצורה מכוונת (אפיטקסיאלית), שאותה קובעות החומצות ההידרופוביות. כלומר, שורה שלמה של מולקולות גליצין שהקונפיגורציה האבסולוטית שלהן ידועה מוחלפת במולקולות הידרופוביות. החלפה זו מאפשרת מעבר מידע מגביש הגליצין לחומצות האמיניות הנזכרות לעיל.^{8,9}

בגביש סימטרי (בניגוד לגביש פולרי) ניתן לקבוע את הקונפיגורציה האבסולוטית של מרכיביו הכיראליים, אך לאחר המסתו אובד המידע. קבלת מידע על מעכב כיראלי מומס בתמיסה שהקונפיגורציה האבסולוטית שלו אינה ידועה התאפשרה לאחר שפיתחנו שיטה שבה מתקיים מעבר מידע מהמולקולות הכיראליות בגביש הסימטרי למעכב הכיראלי (שהוסף לתערובת האננטיומרים בזמן גידול הגביש).

מולקולות המעכב מתמירות חלק מהמולקולות הכיראליות בגביש באופן סלקטיבי. בעקבות זאת מתקבלים גבישים בעלי מורפולוגיה ייחודית הקשורה קשר ישיר לקונפיגורציה האבסולוטית של המעכב הכיראלי, כפי שמודגם בקביעת הקונפיגורציה של החומצה האמינית תראונין כמעכב בזמן גידול הגביש הסימטרי של סרין (איור 6).^{7,6} בשיטה זו קבענו גם את הקונפיגורציה האבסולוטית של כל החומצות האמיניות הטבעיות (לבד מפרולין) כמעכבים במהלך גידול גביש הגליצין.¹⁷



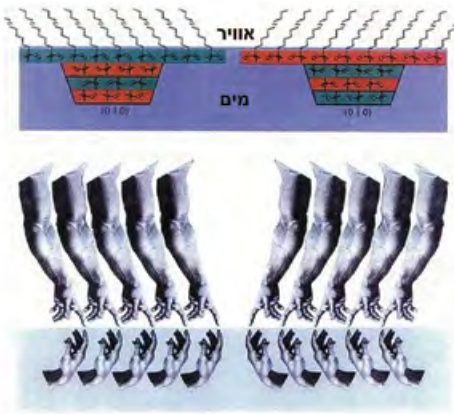
איור 6. קביעת הקונפיגורציה האבסולוטית של SR-תראונין בגביש סרין בעל מרכז סימטרייה (ירוק=S, כחול=R)

עקיפת קרני-X בשיטת ה-GIXD



התארגנות הראשים הפולריים בתוך המים
מבנה שכבת לנגמיר על פני המים

R - שכבת לנגמיר S - שכבת לנגמיר



איור 7. קביעת הקונפיגורציה האבסולוטית של חומצות אמיניות הידרופוביות בשיטת גיבוש מכוון (אפיטקסיאלי) בממשק שבין אוויר למים

לקרר מים אפילו עד -48°C בלי להקפיאם. שליטה על טמפרטורת המים המקוררים ביתר היא בעלת משמעות עליונה בתהליכים טבעיים וטכנולוגיים כמו הורדת משקעים; הישרדות של בעלי חיים, כגון דגים בימי קרה; מניעת התגבשות קרח בעת שמירת מזון ועוד. במחקרנו מצאנו כי צברים של כהלים אמפיפיליים המתארגנים על פני המים מזרזים הקפאה. בעזרת שיטת ה-GIXD ובשילוב מדידות מיקרוסקופיה אלקטרונית בטמפרטורה נמוכה קיבלנו מידע על המבנה ועל הגודל הקריטי של גרעיני גיבוש הקרח: כ-500 מולקולות מים מאורגנות בצברים דמויי קרח יובילו לתחילת הקפאתן (איור 8א, ב). נוסף על זה הראינו כי נקודת ההקפאה של קרח תלויה גם באורך שרשראות הכהלים ובזוגיות / איזוגיות של מספר הפחמנים בשרשרת המולקולה. כיווניות מימני ההידרוקסיל (O-H) קובעת את טמפרטורת הקפאת המים (איור 8ג).¹⁰

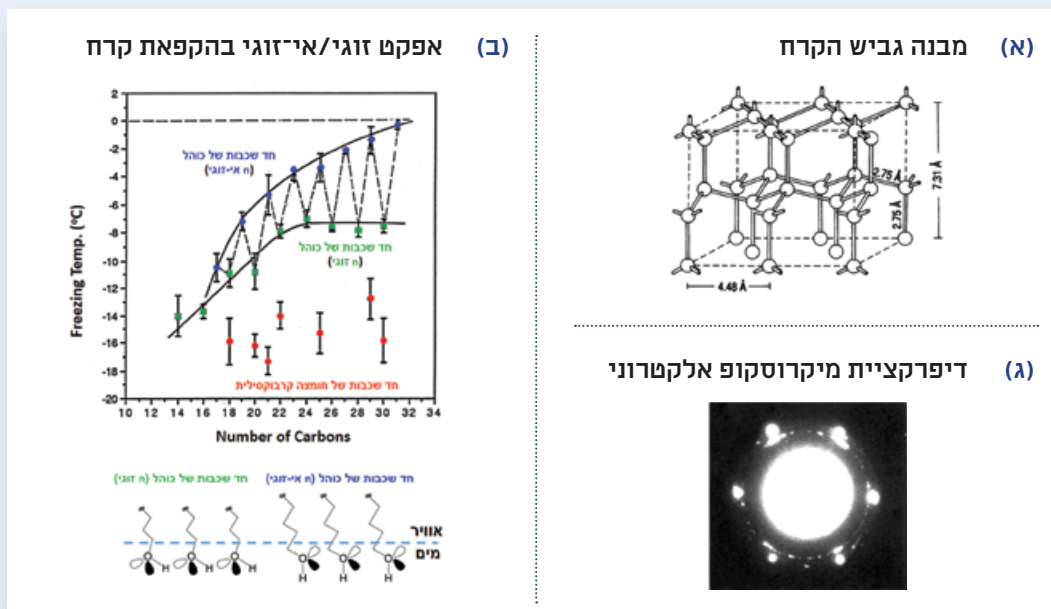
(2) מעקב אחר תהליכי התגבשות ליד ממברנות ביולוגיות. דוגמה לכך היא תהליך היווצרות שכבות כולסטרול בכלי הדם. כדי לעקוב ברציפות

ג. פיתוח שיטה קריסטלוגרפית לקביעת מבנה של צברים גבישיים הנוצרים בממשק שבין אוויר למים

כדי לאמת את מבנה הצברים של חומצות אמיניות על פני המים הרחבנו את המחקר לחומצות אמיניות של לנגמיר (Langmuir). חומצות אלו התנהגו במהלך הגיבוש באופן דומה להתנהגותן של חומצות אמיניות הידרופוביות טבעיות. בשיתוף פעולה עם פיזיקאים דניים (פרופ' יאנס אלס ניאלסן וד"ר קריסטיאן קהאר) פיתחנו שיטה קריסטלוגרפית דו-ממדית - GIXD Grazing Incidence X-ray (Diffraction) - שאפשרה לאמת את מבנה הצברים של חומצות אמיניות באופן ישיר.¹⁸

בעזרת השיטה הקריסטלוגרפית החדשה היה אפשר לחקור גם את הנושאים האלה:

(1) מעקב אחר שלבי גרעון מוקדמים של גבישים, כגון חקר המנגנון של הקפאת מים מקוררים ביתר. גבישי קרח ניתכים ב- 0°C . בתנאים מסוימים ניתן



איור 8. א. מבנה גביש הקרח; ב. הקפאת קרח בעזרת שכבות לנגמיר של כהלים זוגיים ואי-זוגיים; ג. תמונת מיקרוסקופיה אלקטרונית של טיפת מים מכוסה בשכבת לנגמיר של כוהל בעל 30 פחמנים

אשר נערכו במערכות אלו אפשרו קבלת פפטידים הומוכיראליים בתנאים היכולים להיחשב לפרה-ביוטיים.¹³

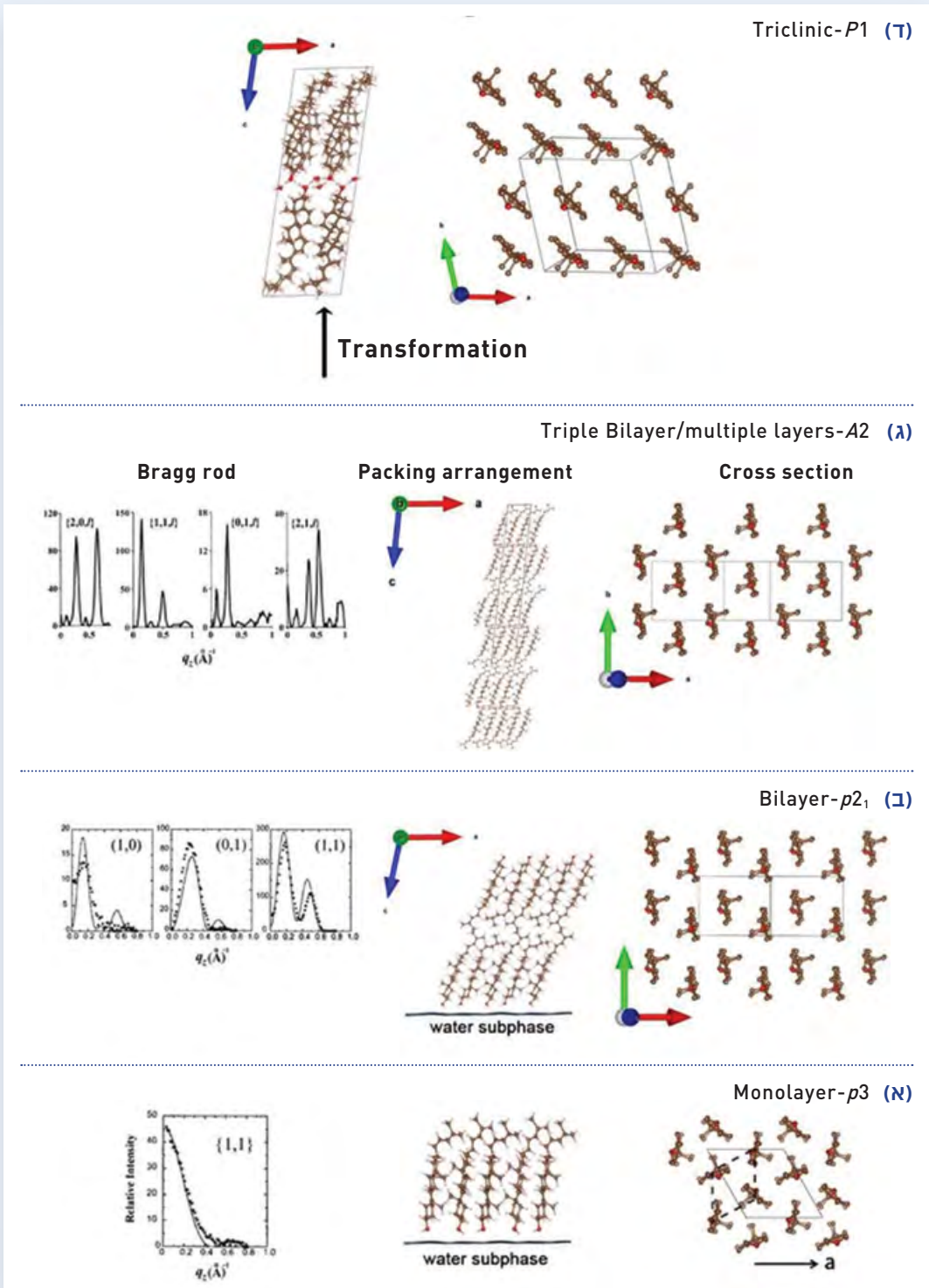
מנגנונים נוספים להקפאת קרח

הפיזיקאי דופור (Dufour) דיווח ב-1861 כי שדה חשמלי מעלה את טמפרטורת ההקפאה של מים מקוררים ביתר. מחקרים תאורטיים שנערכו במשך השנים הציעו מנגנונים פיזיקליים לתופעה. במחקרנו מצאנו כי גבישים פולריים של חומצות אמיניות מקפאים מים בטמפרטורה גבוהה לעומת גבישים ראצמיים (לא פולריים) של אותן חומצות על פני משטחים דומים.¹⁴ התברר שהגבישים הפולריים הם פירור-חשמליים ונטענים בקירור. לאחר פרישתו לגמלאות חקר מאיר, ועימו פרופ' לובומירסקי וד"ר האר, את מנגנון הקפאת המים בהשפעת שדות חשמליים.¹⁸ במחקרם נמצא כי המסת דו-חמוצת הפחמן במים מייצרת יוני ביקרבונט בעלי מבנה טריגונולי המעלה את

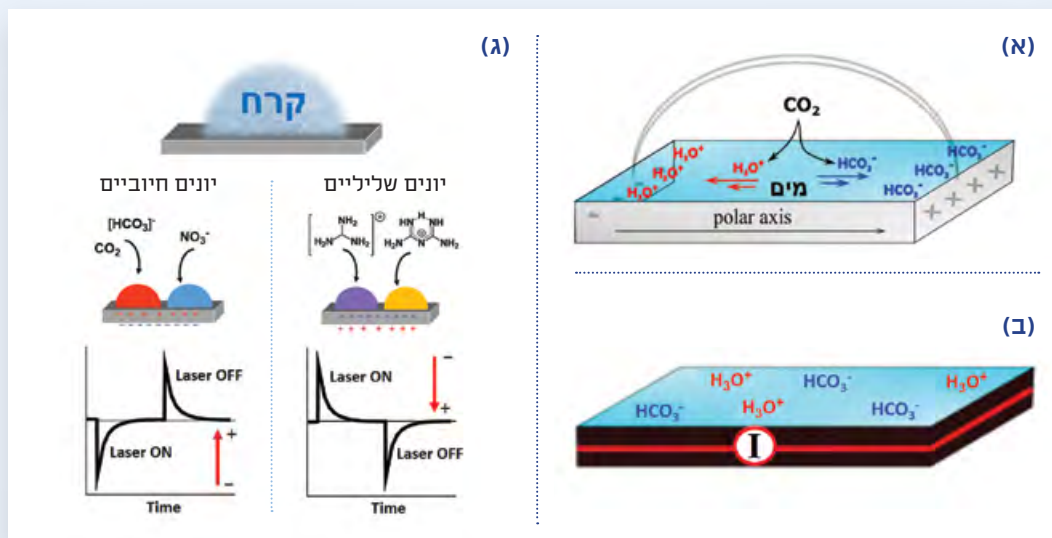
אחר מנגנון ההיווצרות של שכבות אלה חקר לסלי תחילה – בעזרת GIXD – שכבות לנגמיר של כולסטרול על פני המים. ניסויים ראשוניים הובילו להיווצרות שכבה אמורפית רפויה. דחיסה של השכבה הביאה ליצירת פולימורף של כולסטרול הדומה במבנהו לשכבות כולסטרול הנוצרות בגוף החי (איור 9).¹¹ הבנת המנגנון של שקיעת כולסטרול פיזיולוגי בגופנו תאפשר להסביר את הגורמים להיווצרות מחלת האלטרורסקולרוזיס וכן לשקיעת אבני מרה.

3) מחלה נוספת, המלריה, נגרמת מהתגבשות פתולוגית. לסלי ועמיתיו גילו באמצעות GIXD כיצד נוצר פיגמנט המלריה וכן את אופן פעולתה של תרופת הקינולין הנפוצה נגדה.¹²

4) הכנת פפטידים הומוכיראליים בתנאים פרה-ביוטיים. בעזרת שיטת ה-GIXD הראינו כי תערובות ראצמיות או תערובות מעושרות באחד האננומרים מופרדות לצברים על פני המים. תגובות כימיות



איור 9. בנייה רב-שלבית של גביש הכולסטרול על פני המים



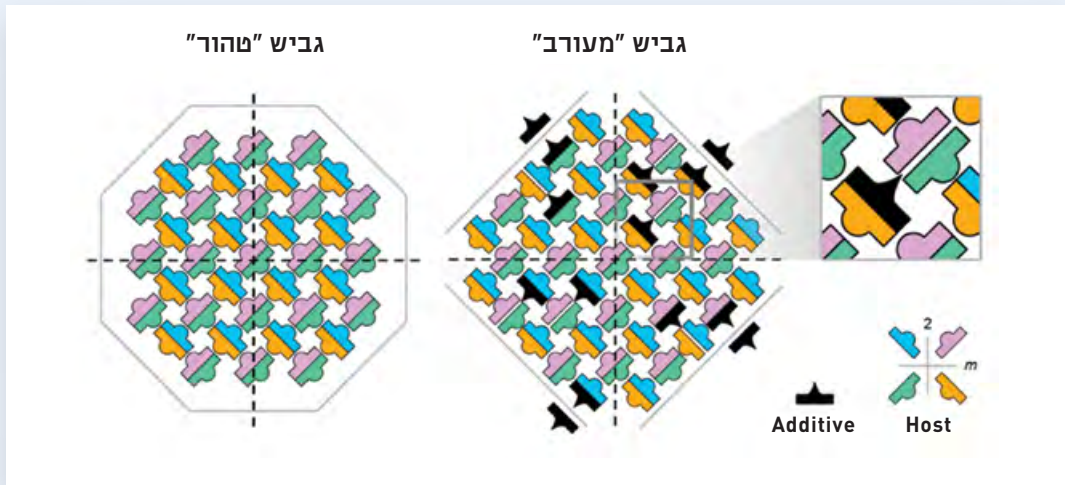
איור 10. הקפאת מים: (א) בנוכחות יוני ביקרבונט ושדה פירוחשמלי; (ב) בהיעדר השדה החשמלי; (ג) בהשפעת יונים טריגונליים חיוביים או שליליים על משטחים פירוחשמליים

אחראית לתהליך הזירוז. מחקרים במעבדתנו הראו כי יוני יודיד הכסף, שהם פירוחשמליים, מושכים בקירור מולקולות מים שמכילות יוני ביקרבונט. מקור יונים אלה הוא בהמסת פחמן דו-חמצני מהאטמוספירה, וכפי שצוין לעיל, יוני ביקרבונט מזרזים הקפאה, ולכן התכונה המיוחדת של גבישי יודיד הכסף להקפאת מים מקוררים ביתר נובעת משילוב של אפקט גאומטרי עם אפקט חשמלי.¹⁸

לאחר פרישתו לגמלאות חקר לסלי את השלבים המוקדמים של יצירת מרכזי הגרעון מטיפות מים מקוררות ביתר בגודל מילימטרי, באמצעות הארה בפעימות לייזר. שימוש בפולסים של קרני-X (ממקור סינכרוטרון, בתדירות של 100 פיקו-שנייה, למשך 100 ננו-שניות לאחר כל פולס לייזר) הוביל ליצירת התאמה בין הכיוונים לבין הסימטריה של שדות הלייזר ושל מערך קשרי המימן בגבישי הקרח המושרים. יתרה מזאת, ניתוח נתוני ההתאבכות של קרני-X העלה שהשריית גרעיני הקרח הייתה הומוגנית בטמפרטורות גבוהות מאוד, מעל הערכים הנצפים והחזויים למים מקוררים.¹⁹

טמפרטורת ההקפאה (איור 10א) (בהיעדר שדה חשמלי טמפרטורת ההקפאה בנוכחות יוני קרבונט אינה עולה; איור 10ב). המבנים הטריגונליים מתרכזים ליד אלקטרודות או ליד משטחים טעונים ומתארגנים עם מולקולות המים ליצירת צברים דמויי קרח. על סמך תוצאות אלו הנחנו, והוכחנו ניסיונית, כי יונים טריגונליים פלנריים נוספים יעלו גם הם את טמפרטורת הקפאת המים (איור 10ג). יונים אחרים, כגון יוני כלור, יוני חומצה גופרתית ועוד, מורידים את טמפרטורת ההקפאה. בהמשך למחקרים אלו גילינו כי גם יונים כגון אלומיניום ומגנזיום, המייצרים הקסה (6) הידרטים במים (בתוך תאים חשמליים), מעלים את טמפרטורת הקפאת המים.¹⁸

אספקט נוסף: הורדת גשם נעשית כאשר אדי המים של העננים מתגבשים לקרח. כדי להוריד גשם זורעים עננים (הקרובים לטמפרטורה של אפס מעלות צלזיוס) בגבישי יודיד הכסף, ואלה מזרזים הקפאה. שנים רבות סברו שהתאמה מרחבית בין גבישי הקרח לבין יוני יודיד הכסף



איור 11. הורדה בסימטרייה של גבישים בעלי מרכז סימטרייה

ואפשרה לבצע תגובות אסימטריות אבסולוטיות בגבישים בעלי מרכז סימטרייה (גבישים אכיראליים).⁷

מאיר, בשיתוף פעולה עם פרופ' איגור לובומירסקי, הרחיב את מחקריו לאפיון ולהבנה של תכונות גבישים פירו־חשמליים ברמה המולקולרית.²⁰ בעזרת מנגנון הורדה בסימטרייה של גבישים בעלי מרכז סימטרייה הוכח לראשונה כי ניתן להנדס גבישי פירו נטולי פיאזו.

לסיכום, בחרנו להציג במאמר זה דוגמאות הלקוחות מקשת רחבה של מחקרים בין-תחומיים הנוגעים באספקטים מגוונים, כגון סטראוכימיה, מדעי החומר, ביוכימיה, קרח ועוד. בעזרת כימיה של גבישים התאפשר מענה לשאלות מהותיות בנושאים אלו. ■

ד. הורדה בסימטרייה של גבישים סטרואסימטריים

המדען הצרפתי פייר קירי מצא כי התכונות הכימיות והפיזיקליות של גבישים תלויות בסימטרייה שלהם. מרבית הגבישים המורכבים ממולקולות אכיראליות בטבע הם בעלי מרכז סימטרייה. גבישים מסוג זה אינם מגלים תכונות חשמליות (כגון פיאזו ופירו־חשמלי) או אופטיקה לא-ליניארית. שימוש במעכבים במהלך גידול גבישים אפשר לנו להפוך גבישים בעלי מרכז סימטרייה לגבישים מעורבים (כיראליים ופולריים) אשר גילו תכונות חשמליות ייחודיות (איור 11).

ההורדה בסימטרייה הוכחה באמצעות דיפרקציית ניטרונים וקרני־X ובאופטיקה לא-ליניארית.^{20,15}

תודות

ברצוננו להודות למכון ויצמן למדע ולכל אותם האנשים (סטודנטים, מדעני סגל וקולגות) שהשתתפו במסע הארוך והמרתק הזה, ותרמו רבות להצלחתו.

מקורות

- 1) Maddox J. Crystals from first principles. *Nature* 335, 201 (1988).
- 2) Bernstein J., Etter M. & Leiserowitz L. The Role of Hydrogen Bonding in Molecular Assemblies, In: *Structure Correlation*, Ed. J. D. Dunitz and H. B. Bergi, VCH, Weinheim, 2, 431 (1994).
- 3) Weissbuch I. & Lahav M. Crystalline Architectures as Templates of Relevance to the Origins of Homochirality. *Chem Rev.* 111, 3236–3267 (2011).
- 4) Addadi L., Berkovitch-Yellin Z., Domb N., Gati E., Lahav M. & Leiserowitz L. Resolution of Conglomerates by Stereoselective Habit Modifications. *Nature* 296, 21–26 (1982).
- 5) Weissbuch I., Addadi L., Lahav M. & Leiserowitz L. Molecular Recognition at Crystal Interfaces. *Science* 253, 637–645 (1991).
- 6) Berkovitch-Yellin Z., Addadi L., Idelson M., Leiserowitz L. & Lahav M. Absolute Configuration of Chiral Polar Crystals. *Nature* 296, 27–34 (1982).
- 7) Lahav M. & Leiserowitz L. The Story Behind the Link between Molecular Chirality and Crystal Shape. *Helv. Chim. Acta* 106, e202200172 (2023).
- 8) Wolf S. G., Leiserowitz L., Lahav M., Deutsch M., Kjaer K. & Als-Nielsen J. Elucidation of the Two-Dimensional Structure of an α -Amino-Acid Surfactant Monolayer on Water Using Synchrotron X-Ray-Diffraction. *Nature* 328, 63–66 (1987).
- 9) Landau E. M., Levanon M., Leiserowitz L., Lahav M. & Sagiv J. Transfer of Structural Information from Langmuir Monolayers to Three-Dimensional Growing Crystals. *Nature* 318, 353–356 (1985).
- 10) Gavish M., Popovitz-Biro R., Lahav M. & Leiserowitz L. Ice Nucleation by Alcohols Arranged in Monolayers at the Surface of Water Drops. *Science* 250, 973–975 (1990).
- 11) Shepelenko M., Hirsch A., Varsano N., Beghi F., Addadi L., Kronik L. & Leiserowitz L. Polymorphism, Structure, and Nucleation of Cholesterol·H₂O at Aqueous Interfaces and in Pathological Media from a Computational Perspective. *J. Am. Chem. Soc.* 144, 5304–5314 (2022) VIP.
- 12) Kapishnikov S., Hempelmann E., Elbaum M., Als-Nielsen J. & Leiserowitz L. Malaria Pigment Crystals: The Achilles' Heel of the Malaria Parasite. *ChemMedChem* 16, 1515–1532 (2021).
- 13) Zepik H., Shavit E., Tang M., Jensen T. R., Kjaer K., Bolbach G., Leiserowitz L., Weissbuch I. & Lahav M. Chiral Amplification of Oligopeptides in 2D Crystalline Self-assemblies on Water. *Science* 295, 1266–1269 (2002).
- 14) Gavish M., Wang J., Eisenstein M., Lahav M. & Leiserowitz L. The Role of Crystal Polarity in an α -Amino-Acid Crystals for Induced Nucleation of Ice. *Science* 256, 815–818 (1992).
- 15) Vaida M., Shimon L., Weisinger-Lewin Y., Frolow F., Lahav M., Leiserowitz L. & McMullan R. K. The Structure and Symmetry of Crystalline Solid-Solutions – A General Revision. *Science* 241, 1475–1479 (1988).
- 16) Shimon L. J. W., Vaida M., Addadi L., Lahav M. & Leiserowitz L. Molecular Recognition at the Solid-Solution Interface – A Relay Mechanism for the Effect of Solvent on Crystal-Growth and Dissolution. *J. Am. Chem. Soc.* 112, 6215–6220 (1990).
- 17) Kuzmenko I., Rapaport H., Kjaer K., Als-Nielsen J., Weissbuch I., Lahav M. & Leiserowitz L. Design and Characterization of Thin Films Architectures at the Air-Liquid Interface: Simplicity to Complexity. *Chem. Rev.* 101, 1659–1696 (2001).
- 18) Fuhrman Javitt L., Curland S., Weissbuch I., Ehre D., Lahav M. & Lubomirsky I. Chemical Nature of Heterogeneous Electrofreezing of Supercooled Water Revealed on Polar (Pyroelectric) Surfaces. *Acc. Chem. Res.* 55, 1383–1394 (2022).
- 19) Nevo I., Jahn S., Kretzschmar N., Levantino M., Feldman Y., Naftali N., Wulff M., Als-Nielsen J., Oron D. & Leiserowitz L. Evidence for Laser Induced, Homogeneous, Oriented Ice Nucleation Revealed via Pulsed X-ray Diffraction. *J. Chem. Physics* 153, 024504 (2020).
- 20) Meirzadeh E., Weissbuch I., Ehre D., Lahav M. & Lubomirsky I. Polar Imperfections in Amino Acid Crystals: Design, Structure, and Emerging Functionalities. *Acc. Chem. Res.* 51, 1238–1248 (2018).

תכנון מנגנונים אלגוריתמי



מאת פרופ' נעם ניסן

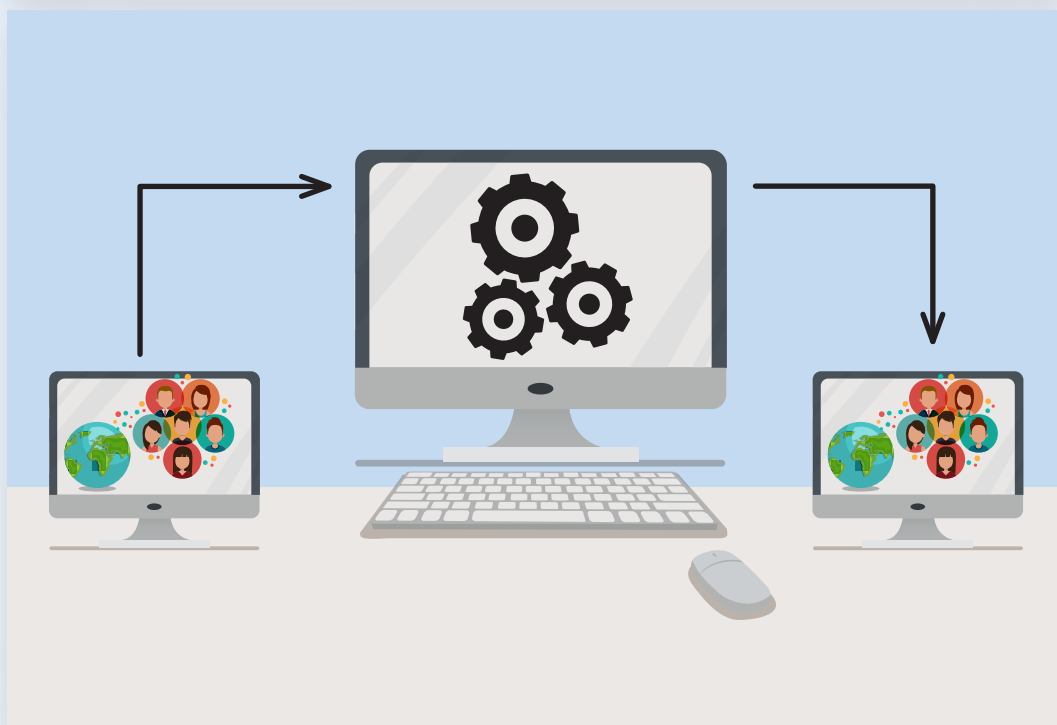
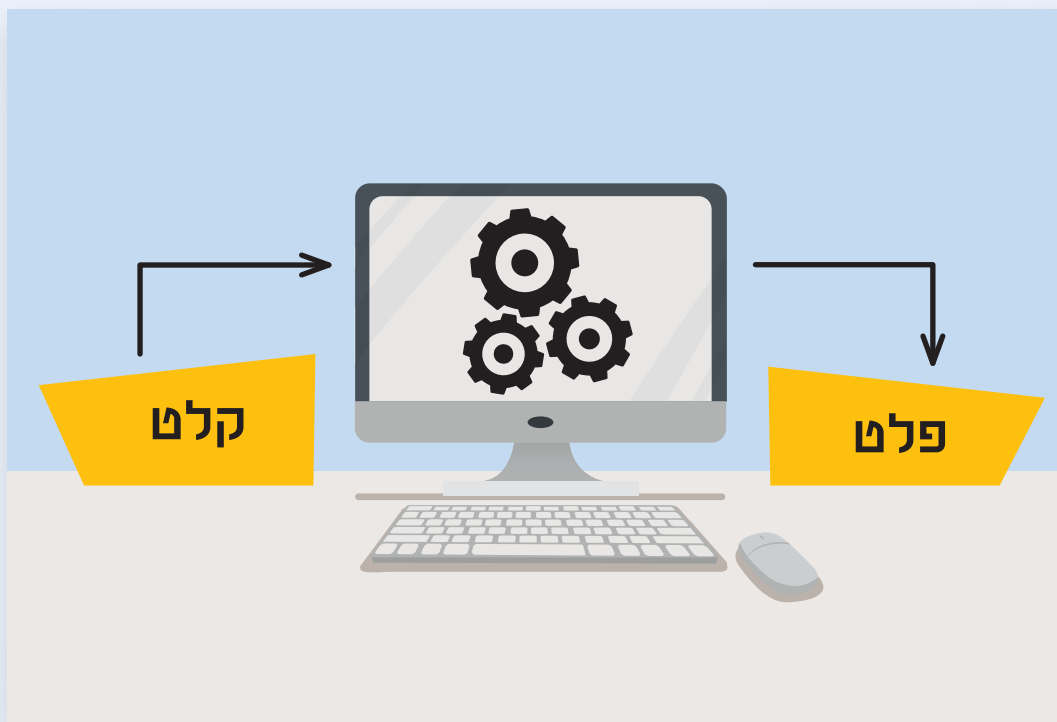
מה השתנה במאה העשרים ואחת?

במהלך שני הדורות האחרונים, ובייחוד מאז "התפוצצות" האינטרנט בעשור האחרון של המאה העשרים, הלכה וגדלה השפעתם של מחשבים על חיינו עד שניתן לומר שכיום, במאה העשרים ואחת, כמעט כל דבר אנושי מחובר למחשבים. לא רק שמחשבים שינו את אופיים של עולמות התעשייה והעסקים, המדע והרפואה, המלחמה והפוליטיקה, החינוך וההוראה ועוד, אלא שהם גם משפיעים על היבטים רבים של חיינו האישיים, כולל דרך ההתקשרות שלנו עם חברינו ועם משפחתנו, דרכי הבילוי שלנו את זמננו הפנוי, ואף את הדרך לפגישת בני או בנות זוג.

השפעתם העצומה של מדעי המחשב כיום על חיינו מאלצת את מדען המחשב להסתכל אל מעבר לשאלה הצרה של כיצד לחשב פלט רצוי מתוך

מבוא: מדעי המחשב במאה העשרים

תחום מדעי המחשב נוצר במאה העשרים. שורשיו התאורטיים נעוצים בתחום הלוגיקה המתמטית של החצי הראשון של המאה העשרים, ובייחוד בעבודתו של אלן טיורינג, שביססה את המודל התאורטי לחישוב שעד היום משתמשים בו. סביב תאוריה זו התפתח גם מדע מעשי רחב היקף שעד ליום זה מרוכז בארכיטקטורת המחשב שהציע ג'ון פון נוימן באמצע המאה העשרים. באופן גס ניתן לומר שמדעי המחשב של המאה העשרים התרכזו בשאלה של הוצאת פלט רצוי מקלט נתון: איך אפשר לחשב מתוך קלט נתון X פלט רצוי $f(X)$? עבור אילו פונקציות f בכלל ניתן לעשות זאת? כמה זמן חישוב יידרש לכך? כיצד ניתן לשפר את יעילות החישוב? איך נתכנת זאת באופן נוח ובטוח? כיצד נבנה מחשבים שיעשו זאת בדרך המהירה והחסכונית ביותר? וכן הלאה.



איור 1. (למעלה) מיקומו של החישוב באופן קלאסי: מקלט לפלט
איור 2. (למטה) מיקומו של החישוב בעידן המודרני: הקלט מגיע מהעולם ומבני האדם שבו, והפלט משפיע עליהם.

באנשים או בגופים רציונליים (לפחות במידת־מה), ניתן להניח שהאנשים המשתמשים במערכת מחשבים שמשפיעה על חייהם לא בהכרח ידווחו למערכת את ה"אמת" אלא יכניסו כקלט למערכת מה שהם חושבים שיועיל להם. לדוגמה, אדם הקונה מוצרים בחנות מקוונת כלשהי ועולה השאלה: "כמה תהיה מוכן לשלם עבור החולצה הזו?" מן הסתם הוא לא יכניס כתשובה למערכת את הסכום המרבי שאותו הוא היה מוכן תאורטית לשלם אלא דווקא את הסכום המינימלי שהוא חושב שהחנות – סוכני המכירות שלה או התוכנה שמריצה את המערכת – תסכים למכור לו תמורתו את החולצה. כלומר, התורה עוסקת במצבים שבהם הקלט מגיע מגורמים שהתנהגותם "אנוכית" או "רציונלית" אך לא "כנה".

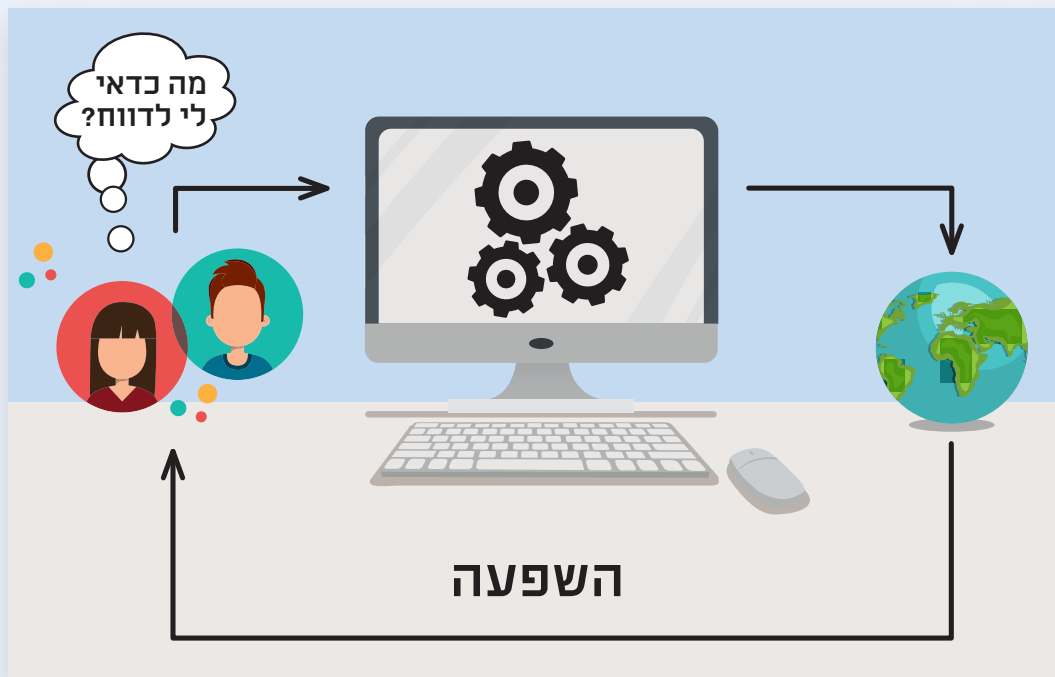
מצבים כאלה נפוצים מאוד באינטרנט. סוג ראשון של דוגמאות הוא כל פעילות מסחרית או עסקית אנושית המיושמת במערכות חישוב, למן חנויות מקוונות דרך מערכות הזמנה ושיבוץ אלקטרוניות ועד מנגנונים מסובכים למסחר בין חברות שיכולים לכלול אלמנטים מורכבים של הגשת הצעות, מכרזים, חוזים ועוד. מובן שבמצב של מסחר כל אחד מהמשתתפים מעוניין בעסקה הטובה ביותר מבחינתו, וכל פיסת מידע שיעביר משתתף זה למערכות המסחר תיבחר כדי להשיא את התועלת עבורו. סוג שני של דוגמאות מגיע מעצם פעולת המערכות הממוחשבות השונות שלמעשה "מפעילות" את רשת האינטרנט. מערכות אלו בנויות ממגוון שיתופי פעולה בין המחשבים השונים שמהם מורכבת רשת האינטרנט, העובדים לפי מגוון פרוטוקולים. על פרוטוקולים אלו להביא בחשבון את העובדה שכל מחשב ברשת שייך לגוף אחר, גוף שמן הסתם יפעיל עליו את התוכנה האופטימלית לבעלים – לא בהכרח לרשת בכללותה. על הפרוטוקולים להבטיח שגם בתנאים אלה של התנהגות אנוכית תמשיך המערכת בכללותה לתפקד היטב.

קלט נתון בצורה הטובה ביותר. עליו להתעניין גם בהקשר הרחב של אותם קלט ופלט. מאין מגיע הקלט הזה? האם הוא אמין או מוטא בצורה כלשהי? האם איסופו פוגעני במובן כלשהו, למשל האם הוא פוגע בפרטיות? מה ייעשה בפלט הזה? כיצד ישפיע על בני אדם? האם השפעה זאת רצויה או מוסרית, לדוגמה האם היא מפלה? האם באמת זה מה שאנו רוצים לחשב בהתחשב בהקשר החברתי? כיצד נסביר את התוצאות לאנשים המושפעים? מי ישלוט על כל זה?

מדעני המחשב אינם יכולים לברוח משאלות כאלו בה במידה שמתכנני מכוניות אינם יכולים לברוח משאלות הנוגעות לבטיחות הנוסעים ברכב ולנוחותם או למצב הכבישים, לחוקי התנועה ולהתנהגות הולכי הרגל. בהקשר של מדעי המחשב שאלות כאלו משלבות בצורה הדוקה את השאלות האלגוריתמיות והטכניות הנוגעות לחישוב עם שאלות חברתיות רחבות הנוגעות להשפעות החישוב. לעיתים קרובות לא ניתן לפצל את השאלה ולהפריד בבירור את ההיבטים הטכנולוגיים־מתמטיים מאלו החברתיים, ובמקרים אלו אין מנוס מלטפל בשני ההיבטים במשולב, דבר שדורש יצירת תחום דעת משולב. אכן, בעשור האחרון או בשניים האחרונים אנו רואים עוד ועוד תחומי מחקר המשלבים את מדעי המחשב עם תחומי דעת נוספים, כגון רפואה חישובית, אתיקה בחישוב, פרטיות בחישוב, כלכלה ומחשבים, משפט ומחשבים ועוד.

תורת תכנון המנגנונים האלגוריתמי

תורת תכנון המנגנונים האלגוריתמי (Algorithmic Mechanism Design) מתמקדת בהיבט אחד של ההקשר האנושי של החישוב: העובדה שהקלט לחישוב מגיע מבני אדם (או מגופים אחרים) שלהם אינטרסים ורצונות משלהם. מכיוון שמדובר



איור 3. מיקומו של החישוב בתכנון מנגנונים אלגוריתמי: הקלט מגיע מגופים שיש להם אינטרס בפלט.

שלו באמצעות התבוננות בבעיה הבסיסית ביותר בתחום, זו של מכירת מוצר יחיד. אנו נתבונן בבעיה הזאת: מוכר יחיד (נניח הממשלה) מחזיק במוצר יחיד (נניח תמונה) ומעוניין למכור אותו לאחד מכמה קונים אפשריים (נניח מוזאונים). לשם הפשטות אנו מניחים שלמוכר אין כל עניין במוצר, ואילו הקונים מוצאים בו ערך, כלומר הם יכולים להפיק תועלת מסוימת מהמוצר, ויתר על כן, כל קונה יכול לכמת את אותו ערך במונחים כספיים. לדוגמה, לכל מוזאון יש תחזית אמינה מה תהיה תוספת ההכנסות שלו ממבקרים אם יציג את התמונה אצלו. נוסף על זה נניח שהמוכר אינו חושב על הרווח שלו מהמכירה אלא פועל לטובת החברה ככלל ומעוניין למכור את התמונה לאותו מוזאון שהערך שלו מהתמונה הוא הגדול ביותר. מובן שיש מכרזים שבהם הנחות אלה אינן תקפות. לדוגמה: אם הקונים אינם יכולים לכמת כספית את הערך שלהם או אם תקציבם מוגבל או אם המוכר

לקראת סוף שנות התשעים של המאה הקודמת הציעו חוקרים שונים ממגוון תחומים ממדעי המחשב ומכלכלה גישות שונות לטיפול במצבים כאלה. ב-1999 הצעתי, ועימי תלמיד הדוקטורט בהנחייתי אמיר רונן, מודל מתמטי מסודר לטיפול בסוגיות כאלה שמשלב את תורת האלגוריתמים הקלאסית עם תחום בכלכלה ובתורת המשחקים שנקרא "תכנון מנגנונים" וקראנו לתחום המשולב "תכנון מנגנונים אלגוריתמי". מאז אומצה נקודת המבט המשולבת הזאת על ידי קהילה רחבה של חוקרים, ותחום המחקר המשולב התפתח הן מבחינה תאורטית והן מבחינת השפעתו בפועל על המוצרים של חברות האינטרנט הגדולות.

כל התורה על רגל אחת: מכרז מחיר שני

אף שתחום תכנון המנגנונים הוא רחב ומתוחכם מתמטית, ניתן להסביר בפשטות יחסית את הליבה

המוגזם, והתועלת שיקבל מהמוצר לא תוכל לפצות אותו על התשלום המופרז, ולכן בסך הכול יצא מופסד. מנגד, עולה הבעיה הזאת: כדאי לקונים דווקא להמעיט בערך המוצר עבורם. במקרה שבו קונה יצהיר את ערך המוצר האמיתי עבורו, גם אם יזכה, ייאלץ לשלם את אותו הערך שיקבל מהמוצר, ולכן התועלת הכללית שלו תהיה אפס. במקרה של מכרז מחיר ראשון כל קונה ינסה למעשה לנחש את הערך הנמוך ביותר שיוכל להצהיר ועדיין לזכות בזכותו. ניחוש זה אינו פשוט, שכן גם הוא דורש הערכת הערכים של הקונים הפוטנציאליים האחרים, ואף יותר מזה, התחשבות באסטרטגיה שלהם, שגם לפיה יהיה מן הסתם ניסיון להכריז ערך נמוך מהערך האמיתי לפי הערכות שלהם, שבתורן תלויות גם באסטרטגיה של הקונה שלנו, וחוזר חלילה. אכן, במקרה השכיח שבו לקונה אין מידע מלא על הערכים של הקונים האחרים אלא רק על הערך שלו, קשה מאוד לקונה להכריז הכרזה מושכלת במכרז מחיר ראשון, ולכן גם אין כל ביטחון שהקונה שלו הערך הגבוה ביותר הוא שיצהיר את הערך הגבוה ביותר.

הינה פתרון מפתיע בפשטותו שהגה, בשנות השישים של המאה העשרים, הכלכלן ויליאם ויקרי, שגם זכה בפרס נובל, במידה רבה על תגלית זאת ועל הבנת העקרונות הכלליים שנגזרים ממנה. ויקרי הציע מנגנון של "מכרז מחיר שני", שבו כל קונה מצהיר על הערך של המוצר עבורו. הזוכה הוא מי שהכריז את הערך הגבוה ביותר, אך ה"טוויסט בעלילה" הוא שכאן הזוכה לא ישלם את הערך שהצהיר אלא דווקא את הערך השני בגובהו שהוצהר. כלומר, למעשה התשלום של הזוכה הוא הערך שהצהיר המפסיד הגדול ביותר. כלל זה נראה משונה ביותר, וממבט ראשון לא ברור כלל מה היתרון שבו. אך התכונה הקריטית של מכרז היא זו: תמיד כדאי לכל קונה להצהיר את ערכו האמיתי. במכרז מחיר שני לעולם לא יוכל קונה בעל ערך

מתעניין ברווח שלו ולא בתועלת הכללית. למרות זאת המודל הפשוט שלנו מתאים למקרים רבים, ובייחוד הוא מעניין אותנו ככלי פדגוגי שמטרתו להציף את הנקודה המרכזית. השאלה היא כיצד נתכנן מנגנון מכירה כזה.

ליבת הקושי כאן היא שכל קונה יודע מהי התועלת שיפיק מהמוצר אך למוכר אין המידע הזה. לו היה המוכר יודע את ערך המוצר עבור כל קונה, הוא פשוט היה נותן אותו – בחינם – לאותו קונה שיפיק את התועלת הרבה ביותר, ובכך היה משיג את המטרה שהגדרנו בצורה פשוטה ומושלמת. הפתרון הראשון שניתן לחשוב עליו הוא פשוט: אם המוכר איננו יודע מהן התועלות של המוצר לקונים, שישאל אותם, וברגע שיקבל את המידע הדרוש, ייתן את המוצר לקונה שיפיק את התועלת המרבית, כמו שנאמר לעיל. הבעיה בפתרון זה היא בדיוק בחוסר הכנות של הקונים: כל קונה מבין שכדי שהוא יהיה הזוכה, עליו להגזים בתועלת המוצר שעליה הוא מדווח. לכן כל קונה לא יציין בדיווחו את הערך האמיתי של המוצר אלא הגזמה כלשהי. עד כמה כדאי להגזים? יותר מההגזמות של האחרים. מכיוון שאין כל סיבה לקשר בין ההגזמה של קונה לתועלת האמיתית שלו, אין כל סיבה לחשוב שבדרך פלא דווקא הקונה שלו באמת הערך הגבוה ביותר הוא שיזכה.

אנו כבר רואים – מה שדי ברור אינטואיטיבית – שכדאי לדרוש תשלום מהקונה, שאם לא כן קשה לראות כיצד ייווצר קשר בין ערך המוצר מבחינתו של הקונה להכרזתו. הפתרון הטבעי הוא מנגנון שנקרא "מכרז מחיר ראשון": על כל קונה להצהיר את ערך המוצר עבורו, והזוכה במכרז יהיה הקונה שהצהיר את הערך הגבוה ביותר, והוא יידרש לשלם את הערך שהכריז. לא יהיה כדאי אפוא לקונים להגזים בערך המוצר, שכן אם קונה יזכה בגלל הגזמה כלשהי, הוא ייאלץ לשלם את המחיר

אלא איזשהו ערך Y שכדאי לו. הפתרון הבסיסי של תחום תכנון המנגנונים האלגוריתמי הוא לתכנן פונקציית תשלום P ולדרוש מכל משתתף לשלם את התשלום הזה. לב העניין הוא לדאוג שפונקציית התשלום הזו תבטיח שתמיד יהיה כדאי לכל משתתף להצהיר את ערך X האמיתי שלו ולא כל מיפולציה Y אחרת. מסתבר שהתובנות שניתן להפיק מהמכרז מחיר שני הפשוט שראינו לעיל מאפשרות לנו לעשות "פלא זה" במגוון מקרים חשובים, שוב תוך כדי שימוש בניתוח מתחום תורת המשחקים.

האתגרים המיוחדים שמייחדים את תחום תכנון המנגנונים האלגוריתמי מתחום תכנון המנגנונים הקלאסי בכלכלה נובעים בייחוד מהמורכבות של אותן פונקציות $f(X)$ שאנו פוגשים בהן בקונטקסטים חישוביים. ברוב המקרים מדובר בבעיות אופטימיזציה בעלות מספר רב של משאבים ואילוצים קומבינטוריים מורכבים הנגזרים מאופי הבעיה החישובית שבבסיסן. לכך נדרש גם השילוב של מדעי המחשב עם תורת המשחקים. אתגרים נוספים נובעים פשוט מתכונותיהם של השימושים שאנו רואים במערכות מחשבים, כגון כמויות המידע העצומות. התחום עודנו בתנופת מחקר, ובעיות רבות עדיין דורשות תשובה. ■

כלשהו להרוויח מאיזושהי מיפולציה – מהצהרה שאינה הערך האמיתי. זהו משפט מתמטי שניתן להוכיחו בקלות יחסית, וההיגיון שבו הוא כזה: כל הצהרה כוזבת שתגרור זכייה של הקונה שלנו לא תשנה את המחיר המשולם, שכן מחיר זה נקבע על ידי התחרות והוא אינו תלוי כלל בהצהרתו של הזוכה. ברגע שלמכרז יש התכונה הזאת, והקונים מודעים לכך, אין להם כל סיבה לבצע מיפולציות בהצהרות, ולכן יצהירו את הערכים האמיתיים אשר לפיהם יחלק המכרז את המוצר, ובכך יממש את מטרתנו המקורית.

ואידך זיל גמור

מסתבר שהעקרונות שבבסיס מכרז מחיר שני ניתנים להכללה רחבה מאוד. תחום המחקר שנקרא "תכנון מנגנונים", שהוא תת-תחום בכלכלה, פיתח את הנושא למגוון שאלות ואתגרים שמעניינים כלכלנים בהתבסס על תורת המשחקים, שמאפשרת ניתוח של התנהגויות רציונליות של המשתתפים. תחום "תכנון המנגנונים האלגוריתמי" מתרכז בהכללות שנדרשות בהקשרים חישוביים. נחזור לאתגר הבסיסי שלנו של חישוב פלט רצוי $f(X)$ מתוך קלט X , כאשר הקלט נמצא אצל משתמש אשר לא בהכרח ידווח לנו את הערך האמיתי X

דיאלוגים בין פסיכולוגיה קוגניטיבית, מדעי המוח, נוירופסיכולוגיה, נוירוכירורגיה, חינוך ובלשנות: מבט מדיסלקסיות



מאת פרופ' נעמה פרידמן

התאורטי-קוגניטיבי של התהליך התקין. מתוך המודל הקוגניטיבי לתהליך התקין ניתן לנבא סוגי דיסלקסיות חדשות ולתאר במדויק סוגי דיסלקסיות שהתגלו. הבלשנות התאורטית מספקת ארגז כלים שמאפשר לתאר באופן מפורט את ההבדלים בין שפות ובין מערכות כתב ולנבא הבדלים בביטוייה של אותה דיסלקסיה בשפות שונות. ההיכרות המעמיקה עם סוגי הדיסלקסיה ועם מאפייניהם מאפשרת לפתח מבדקים שיהיו רגישים לאבחון ולאיתור של כל אחד מן הסוגים, ותובנות שעליהן ניתן להתבסס בהוראת הקריאה, בהוראה מתקנת ובטיפול בקריאה, ושעליהן ניתן להסתמך כאשר מנסים לשמר תפקודי שפה, למשל בנוירוכירורגיה – בנייתוחי מוח להסרת גידולים מאזורי שפה. במאמר זה אדגים את רבי-השיח הפורה הזה בין תחומי דעת באמצעות דוגמאות מדיסלקסיית מיקום אותיות.

דיסלקסיה היא ליקוי בקריאה. כיום ידועים 23 סוגים שונים של דיסלקסיה, שכל אחד מהם נגרם מליקוי ברכיב אחר של תהליך הקריאה. לכל אחת מהדיסלקסיות יש מאפיינים משלה הנובעים מהרכיב הלקוי – סוגי טעויות שונים וסוגי מילים שונים שבהם נוטים לטעות, למשל: ליקוי ברכיב שאחראי לזיהוי אותיות יביא לטעויות של החלפה והשמטה של אותיות; ליקוי ברכיב שאחראי להמרה של אות לצליל בקריאת מילים חדשות יגרום לקושי מיוחד בקריאת מילים חדשות; ליקוי בשיוך אותיות למילה יגרום לנדידה של אותיות בין מילים וכן הלאה.

חקר הדיסלקסיות מתקדם באמצעות דיאלוג, או למעשה רב-שיח, בין דיסציפלינות רבות ומגוונות. מתוך התיאור המפורט של מאפייני הליקוי בסוגי הדיסלקסיה השונים ניתן ללמוד על המנגנון

המודל הקוגניטיבי מנבא ומאפשר גילוי של ליקוי נירופסיכולוגי

דיסלקסיית מיקום אותיות

המודל הקוגניטיבי הרב-שלבי לקריאת מילה פותח על סמך ממצאים מקוראים תקינים ולקויים^{1,2,3,4,5}. השלב הראשון במודל זה הוא ניתוח ויזואלי של המילה הכתובה. בשלב זה פועלים שלושה תהליכים: זיהוי הזהות המופשטת של האות, קידוד מיקום האות במילה ושיוך האות למילה שבה היא הופיעה.

הנירופסיכולוגיה הציגה אישושים לקיומם של שניים מהתהליכים האלה ולכך שהם פועלים באופן עצמאי, בתארה שתי דיסלקסיות שפוגעות בהם באופן סלקטיבי: דיסלקסיית זהות אות, אשר פוגעת ביכולת לזהות את הזהות המופשטת של האותיות, ודיסלקסיה המכונה "דיסלקסיה קשבית", שנובעת מפגיעה ביכולת לשייך אותיות למילים וגורמת לנדידת אותיות בין מילים תוך כדי שימור זהות האותיות ומיקומן היחסי במילה.^{6,7} לפי המסורת הנירופסיכולוגית, אם תפקוד מסוים יכול להיפגע בנפרד, ללא פגיעה בתפקודים אחרים, הדבר משמש עדות לקיומו כהליך נפרד. כלומר, שתי הדיסלקסיות האלה ביססו את קיומן של פונקציות זיהוי האות ושיוך אות למילה כפונקציות עצמאיות.

אף שהמודל מנבא בבירור שאמורה להיות גם דיסלקסיה שפוגעת באופן סלקטיבי בתהליך השלישי, של קידוד מיקום האותיות במילה, לא דווחה דיסלקסיה כזאת עד שיצאנו לתור אחריה. בהסתמך על הניבוי התאורטי, אביה גביעון ואני החלטנו לאתר אותה. העיקרון המתודולוגי היה פשוט: מאחר שבדיסלקסיות רבות יש נטייה להפיק טעות שהיא מילה קיימת, הצגנו למשתתפים בעלי ליקויי קריאה לאחר פגיעת מוח מילים נדידות, כלומר מילים שטעות במיקום האותיות בהן, נדידת אותיות, יוצרת מילה קיימת אחרת. הצגנו למשל

את המילים "מרגש" (שנדידת אותיות בתוכה עשויה לגרום לקריאת המילה "מגרש"), "מדענים" (מעדנים) ו"מנחה" (מחנה). ואכן, באמצעות המילים הנדידות איתרנו שני מטופלים לאחר פגיעה מוחית בעלי ליקוי סלקטיבי בקידוד מיקום אותיות, שהתבטא בשיכולי אותיות בקריאה בקול ובקריאה דמומה.⁸ הם זיהו את האותיות נכונה, שייכו אותן נכונה למילים, אך לא קודדו נכון את מיקומן במילה. באמצעות רשימת המילים האלה אותרו בהמשך עוד מאות בני נוער ומבוגרים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות, גם בעקבות פגיעת מוח (אירוע מוחי, גידול ועוד) באזורים פריאטוראוקסיפיטליים, וגם בצורתה ההתפתחותית, מלידה.

דיסלקסיה זו מאופיינת בטעויות של נדידת אותיות בתוך המילה. לרוב, האותיות המרכזיות במילה הן שנודדות, והאות הראשונה והאחרונה נוטות לשמור על מקומן. טעויות נדידה אלו קורות גם בעיצורים וגם באותיות תנועה, גם באותיות שורש וגם במוספיות, ומתרחשות לרוב באותיות הסמוכות זו לזו. הטעויות קורות גם בקריאה בקול וגם בקריאה לשם הבנה (קריאה דמומה), ואינן קורות בדיבור או בחזרה על אותן מילים שנקראו באופן שגוי. הסבירות לטעות נדידה במילה תלויה גם בתדירות היחסית של המילה ושל תוצר הנדידה, ונדידות רבות יותר קורות כאשר מילת המטרה נדירה מאחותה הנוצרת מנדידת אותיות אמצעיות. כך למשל הסיכוי שאדם בעל דיסלקסיית מיקום אותיות ישכל אותיות במילה "טפלוֹן" ויקרא אותה "טלפוֹן" גבוה מזה שהמילה "טלפוֹן" תהפוך ל"טפלוֹן".

דיסלקסיה זו זוהתה תחילה בעברית, ולאחר מכן, כאשר יצרנו רשימות מילים נדידות בשפות נוספות (ראו דוגמות באיור 1), איתרנו את הדיסלקסיה הזאת גם בערבית (במחקרים עם מנאר חדאד-חנא⁹), באנגלית (עם Anne Castles, Saskia Kohnen) ◀

רוסית		טורקית		צרפתית		איטלקית		אנגלית		ערבית	עברית
уточнить	уточнить	dalma	damla	patrie	partie	BORDO	BRODO	dairy	diary	يعملون	תריס
ирка	икра	eskiz	eksiz	voilent	violent	CAPRA	CARPA	trial	trail	يكتبون	שופטת
забурить	зарубить	biraz	bariz	signe	singe	COPRO	CORPO	loin	lion	يמשون	בוחרים
крал	карл	Arka	akra	piler	plier	LADRO	LARDO	board	broad	يضع	שומר
соврать	сорвать	bakara	baraka	frime	firme	OLIVE	OVILE	flies	files	يحملون	בלשנית
дебри	дерби	bakır	bıkar	cirer	crier	PERSO	PRESO	stake	skate		
корт	крот	anılma	alinma	trier	tirer	TARMA	TRAMA	could	cloud		
вдове	вдвое	Etki	ekti			TORTA	TROTA				
трос	Торс	fark	frak			RIAPRO	RIPARO				
						RILEVA	RIVELA				

איור 1. מילים נדידיות בשפות שונות

בדיסקסיית מיקום אותיות יותר ממילים כמו "ליצן" ו"שולחן", שבהן נדידת אותיות אמצעיות אינה יוצרת מילה קיימת.

מכאן נגזר הבדל ניכר בין שפות באשר לסיכוי לזהות דיסקסיית מיקום אותיות בקריאת רשימת מילים אקראיות, ולפיכך גם ביכולת לזהות דיסקסיה זו בשפות שונות. בעברית ובערבית ישנן מילים נדידיות רבות. דבר זה נגזר מהתכונות המורפולוגיות של השפות השמיות וממאפייני מערכת הכתב שלהן. ישנן מילים הנבדלות זו מזו בשיטתיות בסדר האותיות במילה: מילים בעלות מבנה מורפולוגי זהה שנבדלות בסדר אותיות השורש שלהן (מפרשים-מפשרים-משפרים, יחבשו-יחשבו-יבחו-ישבחו), ומילים בעלות שורש זהה שנבדלות במיקום האותיות האמצעיות שלהן (שומר-שמור, קיבל-קביל). נוסף על זה, בגלל חוסר הייצוג של תנועות באמצע מילה (בערבית – חוסר הייצוג של תנועות קצרות), שיכול אותיות יכול ליצור מילה קיימת אחרת גם אם היא בעלת תנועות שונות. למשל, המילה "לקנות" היא מילה נדידית אף שהשיכול יוצר מילה שהתנועות בה אחרות לגמרי (לנקות). באנגלית זו לא הייתה

ו־Lyndsey Nickels), באיטלקית (עם Daniela Traficante ו־Claudio Luzzatti), בצרפתית (עם Stanislas Dehaene), בטורקית (עם Selçuk Güven), ואפילו בשפת הסימנים הישראלית (עם דורון לוי ונטע חלוץ). בלי המודל לא היינו מחפשים את הדיסקסיה הזאת, אף שכיום אנחנו יודעים שהיא השלישית בתפוצתה מתוך 23 סוגי הדיסקסיה.

מבלשנות לנוירופסיכולוגיה

כיצד מתבטאת אותה דיסקסיה בשפות שונות – בין עברית לערבית, בין לבין אנגלית, צרפתית, טורקית ואיטלקית

המאפיין המרכזי של דיסקסיית מיקום האותיות בכל השפות שבהן היא זוהתה הוא נדידה של אותיות בתוך מילה. הטעויות נפוצות הרבה יותר כאשר המילה (או מילת התפל, כלומר מילה שאינה קיימת) היא נדידית, כלומר כאשר טעויות הנדידה יוצרות מילה קיימת אחרת. לכן מילים נדידיות כגון "משענת", "בוחר" ו"טפלון" (שיכולות להיקרא כ"מעשנת", "בחור" ו"טלפון" אם תתרחש בהן נדידת אותיות אמצעיות) הן קשות לקריאה

Aoccdrnig to a rscheearch at Cmabrigde Uinervtisy, it deosn't mttar in waht oredr the ltteers in a wrod are, the olny iprmoentn tihng is taht the frist and lsat ltteer be at the rghit pclae. The rset can be a toatl mses and you can sitll raed it wouthit porbelm. Tihs is bcuseae the huamn mnid deos not raed ervey lteter by istlef, but the wrod as a wlohe.

חושב להיבחן בנושי שיקים בין ערבית ללאגנית. ברעבית, בנושה מנגאלית, מקימון הסיחי של התאויות דורש ועבל חבישות, מושם שנישן מיילם לא מטעות בבערית שבדלנות רק בדרסן. הדבל זה נרגם מנכותות מכרעת התכב הרבעית, והבנממה הפורמולוגי.

איור 2. טקסטים משוכללים בעברית ובאנגלית

מילה נדידת, מכיוון ששינוי התנועות מקבל את ביטוי באותיות שונות (lenakot–liknot). בדומה לזה, בעברית יש גם עיצורים שונים שמיוצגים על ידי אותה אות, וגם זה מוסיף למספר המילים הנדידיות (משכיל–מכשיל, maskil–maxshil). מאפיינים אלה גורמים לקיומן של מילים נדידיות רבות בעברית ובערבית. בשל כך גם בקריאת טקסט אקראי טעויות נדידת האותיות יכולות ליצור מילים קיימות, ולכן דיסלקסיות מיקום אותיות יכולה להתבטא גם בטקסט או ברשימת מילים אקראית.

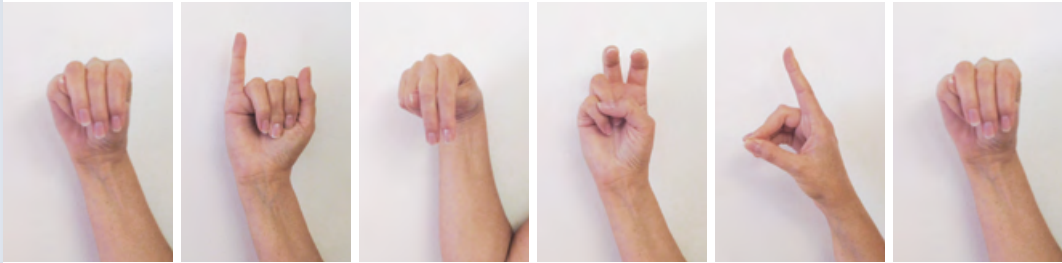
המצב שונה לגמרי בשפות רומאניות וגרמאניות כמו איטלקית, צרפתית ואנגלית. בשפות אלה אין מאפיינים מורפולוגיים של שורש ומוספית, והתנועות מיוצגות במלואן. משום כך אין מילים נדידיות רבות, ולכן אם לא תוצג רשימה של מילים נדידיות, הדיסלקסיה ככל הנראה לא תאוחר.

האם הצלחתם לקרוא בקלות? אם חשתם שהטקסט בעברית קשה בהרבה מהטקסט האנגלי, הסיבה היא שהטקסט בעברית מורכב ממילים נדידיות, שהופכות את הקריאה למבלבלת ולאטיטית, ואת הבנת הטקסט לקשה במיוחד (עכשיו, בלי לחזור לטקסט בעברית – אתם יכולים לשחזר מה היה תוכנו? מה הייתה הטענה המרכזית בו?).

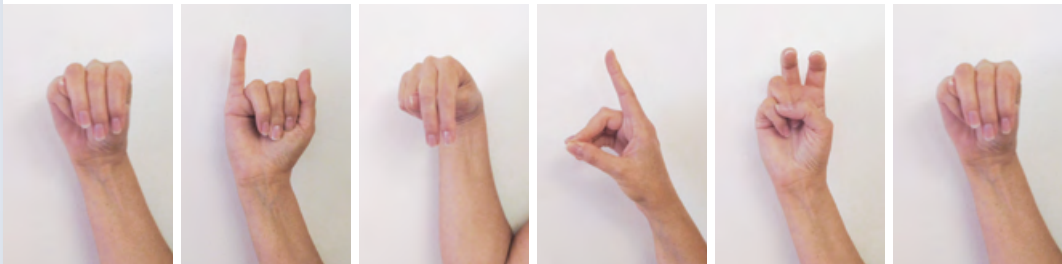
ההבדלים הללו, למשל בין עברית לאנגלית, מומחשים בטקסט קצר, משוכלל-אותיות. לרבים מכם בוודאי כבר יצא לראות את הטקסט המופיע בראש איור 2, שהופץ ברשת בראשית האלף הזה (ייתכן שהטקסט נסמך על עבודת דוקטור של

מההבדלים בין השפות, שמהם נגזר הבדל בשיעור המילים הנדידיות, נובע הבדל ביכולת לזהות את דיסלקסיות מיקום האותיות בקריאה של מילים אקראיות. בשפות שאין בהן מילים נדידיות רבות, ◀

מדענים



מעדנים



איור 3. איות המילים "מדענים" ו"מעדנים" בשפת הסימנים הישראלית

אך מבחני קריאה סטנדרטיים שלא כללו מילים נדידיות לא הצליחו לזהות קושי כלשהו בקריאתם וסיווגו אותם כקוראים תקינים. מכיוון שססקיה קוהנן הכירה את מאפייני הדיסלקסיה הזאת, היא הציגה לילדים אלה מילים נדידיות, והדיסלקסיה שלהם התגלתה, וטופלה בהתאם.

ומה באשר לשפת הסימנים?

ואיך קוראים בשפת הסימנים?

שפות סימנים משתמשות באופנות החזותית, בסימני ידיים ובתנועות גוף ופנים במקום זו השמיעתית-קולית המשמשת שפות דבורות. שפות סימנים הן שפות טבעיות לכל דבר ויש להן תחביר משלהן, לקסיקון ואפילו פונולוגיה. בדיוק כמו שפות מדוברות, יש שפות שונות לקהילות לשוניות שונות, ואין חפיפה עם השפות המדוברות בסביבה (שפת הסימנים

בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות אומנם מתקשים לקרוא, אך מגיעים בסופו של דבר, במאמץ, למילה הנכונה (אולי בדומה לתהליך שעברתם אתם בקריאת הטקסט האנגלי באיור 2). מכאן, שכדי לאבחן את הדיסלקסיה הזאת הכרחי להכיר את מאפייניה, ולאורם להציג בכל שפה את המילים המתאימות לאיתורה: מילים נדידיות שבהן שיכול של האותיות האמצעיות יוצר מילה קיימת אחרת, תדירה מהמילה המוצגת.

ללא הידע הזה על מאפייני השפה והדיסלקסיה קל להחמיץ את הדיסלקסיה הזאת בשפות מסוימות. לדוגמה, ססקיה קוהנן ועמיתותיה¹⁰ מתארות ילדים אוסטרלים קוראי אנגלית שהגיעו לאבחון קריאה מכיוון שהם חוו קשיים בקריאה, והוריהם ומוריהם היו מודאגים בנוגע לרכישת הקריאה שלהם,

מוחזקות יחדיו במעין באפר, זיכרון עבודה אורתוגרפי, ובו מתרחשת התקלה בקידוד המיקום.

מליקוי נירופסיכולוגי למודל הקוגניטיבי

דיסלקסיית מיקום אותיות במילים ובמספרים

לאחר שזיהינו ליקוי סלקטיבי במנגנון של קידוד מיקום האותיות במילה ואיששנו את קיומו כתהליך נפרד, עלולות שאלות תאורטיות קוגניטיביות באשר למנגנון הזה. אחת השאלות היא אם מנגנון זה הוא ייחודי לאותיות, או שמא הוא מטפל בגירויים ויזואליים נוספים. הנירופסיכולוגיה, ובמקרה זה חקר דיסלקסיית מיקום האותיות, יכולה לסייע במענה לשאלה תאורטית קוגניטיבית זו. כדי לבחון אותה בדקנו אם אנשים שעושים שיכולי אותיות בקריאת מילים גם משכלים ספרות בקריאת מספרים. לשם כך הצגנו להם רשימות מקבילות של מילים ושל מספרים (המילים והמספרים היו בני אותו מספר אותיות/ספרות) וביקשנו מהם לקרוא בקול רם, לבצע מטלות של הכרעת זהה-שונה ומטלות נוספות. התוצאה הייתה חד-משמעית – הרוב המכריע של המשתתפים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות, שעשו טעויות שיכול רבות בקריאת מילים, לא שיכלו כלל ספרות בקריאת מספרים.^{11, 12} מכאן עולה כי מנגנון קידוד האותיות במילה הוא ספציפי לאותיות ואינו מטפל בגירויים דומים מאוד – מספרים. במחקר נפרד תיארונו דרור דותן ואני¹³ נבדקים בעלי סוגים שונים של דיסנומריה, ליקוי סלקטיבי בקריאת מספרים, כולל נבדקים שעשו שיכולים בקריאת מספרים אך לא בקריאת מילים (דיסנומריית מיקום ספרות ללא דיסלקסיית מיקום אותיות).

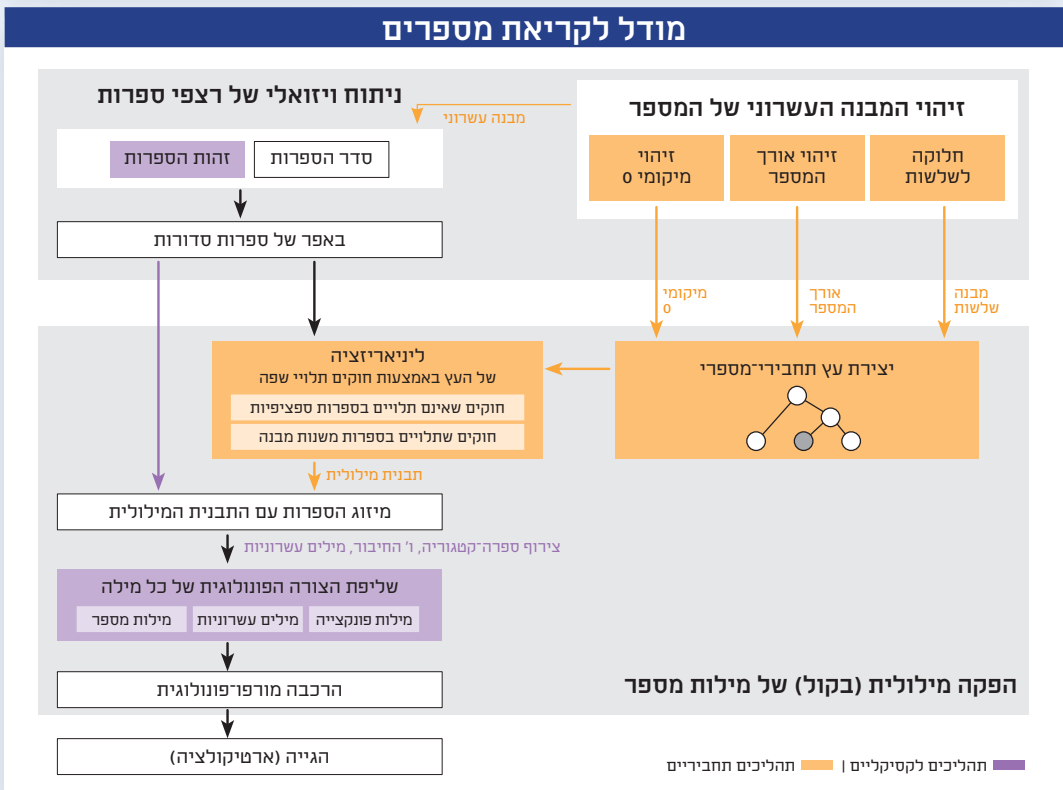
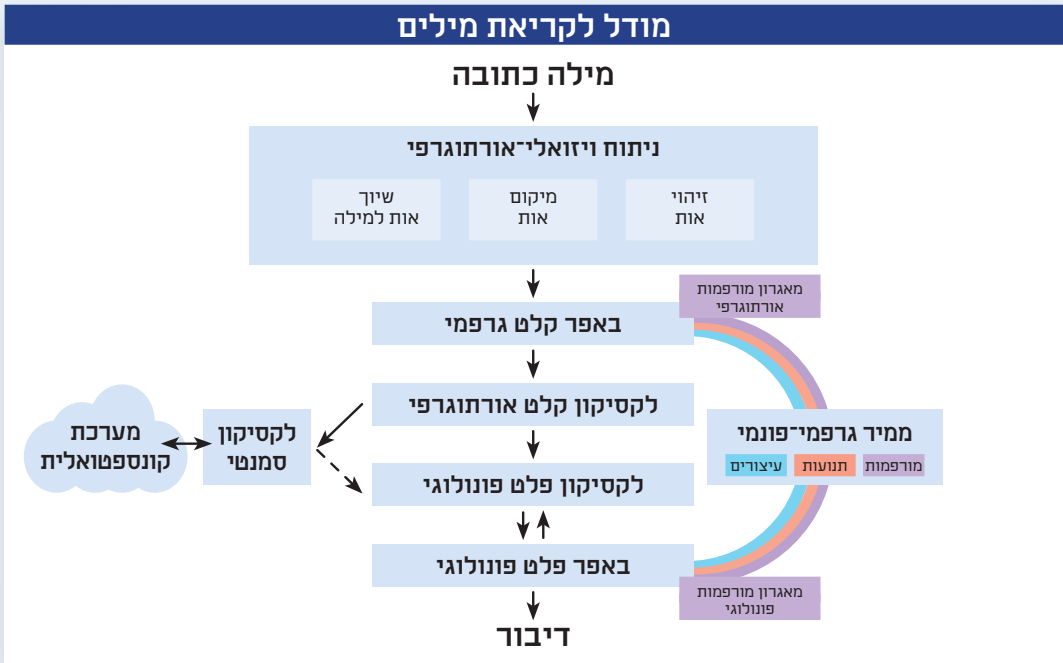
ממגוון הדיסנומריות שמצאנו גזרנו מודל קריאת מספרים המתאר את תהליך קריאת המספרים, שהוא תהליך נפרד מתהליך קריאת המילים (שני המודלים מוצגים באיור 4).

הבריטית שונה מאוד משפות הסימנים האמריקאית והאוסטרלית; בארץ יהודים וערבים משתמשים בשפת הסימנים הישראלית). לשפות אלה אין מערכת כתב, אך יש שימוש במערכת הכתובה של השפה המדוברת באזור. כאשר אנשים מסמנים רוצים לסמן שם של אדם שעדיין אין לו סימן בשפת הסימנים, או שם של חברה או כל מונח אחר שאין לו סימן, המסמן מאיית באצבעותיו את האותיות של השם מתוך השפה המדוברת בסביבתו – שפת הסימנים הישראלית משתמשת באותיות עבריות. למשל, כאשר מסמן בשפת הסימנים הישראלית רצה לסמן "זום" בטרם התקבל בקהילה סימן מוסכם למונח זה, הוא סימן באצבעותיו "ז", "ר", "ם".

אז איך נראית דיסלקסיית מיקום אותיות בשפת הסימנים?

במחקר שערכתי עם שני תלמידי דוקטורט שלי – דורון לוי, שהוא חירש מסמן מלידה, ונטע חלוץ, השתתפו דוברי שפת הסימנים הישראלית שמשכלים אותיות בקריאת מילים כתובות בעברית. למשל, כאשר הם ראו את המילה הכתובה "תירס", אחת מהן סימנה את הסימן של תירס. בדקנו כיצד הם קוראים איות אצבעות, במגוון מטלות, למשל: ביקשנו מהם לקרוא איות אצבעות ולסמן את המילה, לקרוא איות אצבעות ולהצביע על תמונה מתאימה מתוך שתי תמונות של מילים נדידיות (תמונה של תירס ותמונה של תירס), או לקרוא איות אצבעות ולאייית בעצמם. הממצא היה חד-משמעי: הנבדקים עשו טעויות שיכול גם כשקראו איות אצבעות. מאפייני הטעויות היו זהים למאפייניהם בקריאת מילים כתובות: הטעויות קרו בעיקר במילים נדידיות, בעיקר באמצע המילה, ובעיקר באותיות סמוכות.

מכיוון שאיות אצבעות מציג את האותיות בזו אחר זו, ולא את כולן יחד כמו במילה הכתובה, הממצא נושא בחובו מידע תאורטי יקר ערך: הוא מעיד שהאותיות



איור 4. המודל לקריאת מילים (למעלה) והמודל לקריאת מספרים (למטה)

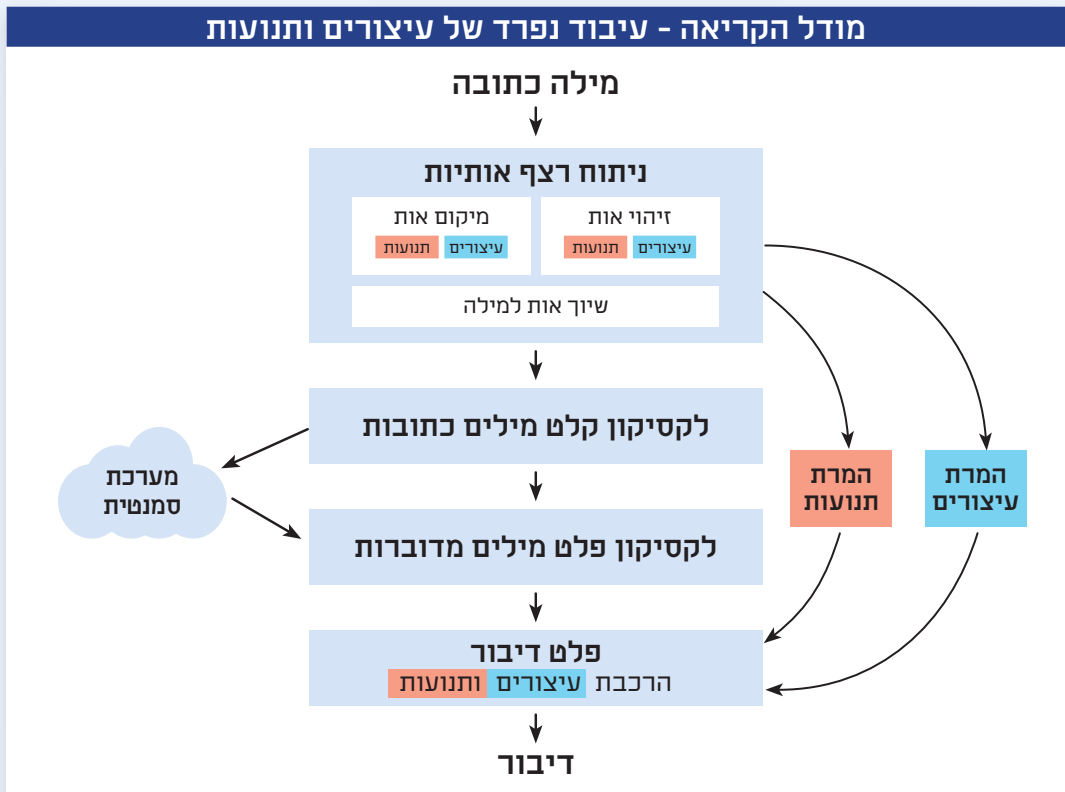
בנפרד, עיצורים מומרים בנפרד, ולאחר מכן מורכבים יחדיו.

אם אותיות עיצור ותנועה מומרות בנפרד אלה מאלה – מתי מתחילה ההפרדה הזאת? מאיזה שלב המערכת כבר יודעת להבחין בין עיצורים לתנועות? חקר מאפייניה של דיסלקסיית מיקום אותיות מעלה שהשלב הוא מוקדם להפתיע – כבר בשלב הניתוח הוויזואלי הראשוני של רצף האותיות. כאשר השוונו דפוסים של נדירות של עיצורים ותנועות בדיסלקסיית מיקום אותיות מצאנו שעיצורים משתכלים זה עם זה (ברחת-בחרת) בשיעור גבוה מזה שבו עיצורים משתכלים עם תנועות (חשוב-חושב), ממצא שמעיד שכבר בשלב שבו קורים השיכולים – בקידוד מיקום האותיות בנתח הוויזואלי-אורתוגרפי – אותיות מזוהות כאותיות עיצור ותנועה בנפרד. מלבד זאת מצאנו גם שעיצורים בדרך כלל משתכללים או כאשר הם צמודים (נשפר-נפשר) או כאשר הם צמודים וביניהם תנועה (גדילה-גלידה), אבל כמעט שאינם משתכללים כלל מעבר לעיצור אחר (נפרשים-נשרפים). גם ממצא זה מעיד שבשלב שבו מקודד מיקום האותיות, המערכת כבר מבחינה בין עיצורים לתנועות. ממצא זה עשוי להעיד כי עיצורים סמוכים בשלד העיצורי נודדים, ולכן במילה הם יכולים להופיע כאותיות צמודות או מופרדות באות תנועה, אך הם אינם נודדים מעבר לעיצור נוסף בשלד העיצורי. ייתכן שהשלד העיצורי נבנה – האותיות העיצוריות מזוהות ומיקומן היחסי בשלד העיצורי מקודד, ואז מזוהות התנועות, ומיקומן מקודד ביחס למיקום העיצורים. כלומר, האפיון המדויק של טעויות נדידה בדיסלקסיית מיקום אותיות שופך אור חדש וחשוב על התאוריה הקוגניטיבית-בלשנית באשר לאופן עיבודם של עיצורים ותנועות (איור 5). ◀

מליקוי נירופסיכולוגי למודל הקוגניטיבי

דיסלקסיית מיקום אותיות ועיבודם של תנועות ועיצורים

דיסלקסיית מיקום אותיות שופכת אור על סוגיה קוגניטיבית נוספת: תהליך הקריאה של אותיות תנועה (אה"י) ושל אותיות עיצור. במהלך חקר דיסלקסיית מיקום האותיות התחלנו לזהות אנשים שעושים שיכולי אותיות בקריאה, אבל השיכולים שהם עושים תמיד מערבים אות תנועה, והם אינם עושים שיכולים של שני עיצורים. כלומר, הם עושים טעויות כמו בחר-בוחר, צמות-צומת, שינה-שניה, אבל לא טעויות כמו מרגש-מגרש, שופטת-שוטפת. במחקר נרחב של אנשים כאלה מצאנו, תלמידתי לילך חנטוב-קראוס ואני, דיסלקסיה חדשה, שקראנו לה דיסלקסיית קבא"ק (קושי באימות קריאה), הפוגעת באופן סלקטיבי באותיות תנועה, ללא פגיעה באותיות עיצור.¹⁴ אנשים וילדים בעלי דיסלקסיית קבא"ק משמיטים, מוסיפים, משכלים ומחליפים אותיות תנועה.¹⁵ לכן מילת תפל כמו "דיפל" יכולה להיקרא כ"דפל", "דפיל", "דפול" או "דיפלה". הטעויות הללו מתרחשות בקריאה בקול אך לא בדיבור, כלומר הליקוי משפיע על אותיות תנועה ולא על צלילי תנועות. ממחקרנו על דיסלקסיית קבא"ק נובעת מליקוי ספציפי בעיבוד אותיות תנועה במסלול התת-לקסיקאלי, כלומר בתהליך ההמרה של אותיות לצלילים. הזיהוי של מיקום הליקוי במסלול התת-לקסיקאלי מחייב שינוי דרמטי בתפיסה של תהליך ההמרה מאות לצליל. תהליך זה, שמאז שנות השבעים מקובל לחשוב שהוא מתרחש באופן סדרתי וממיר לצלילים אות אחר אות מראשית המילה ועד סופה, מתברר כתהליך מרובד המפעיל תת-תהליכים שצריכים לפעול בתיאום: אותיות תנועה מומרות



איור 5. קידוד נפרד של עיצורים ותנועות בתהליך הקריאה

מכן ב-1686 ב־*Meditationes de cognitione veritate et ideis* הוא טווה וטבע את עקרון זהות הבלתי נבדלים, שלפיו לא ייתכנו שני דברים בטבע אשר נבדלים רק במספרם. אין, אומר לייבניץ, שתי ביצים, שני עלים או שני זרעים שהם זהים לגמרי זה לזה. יוצא שאם יש שני דברים שהם זהים בכל תכונותיהם, הם אחד.

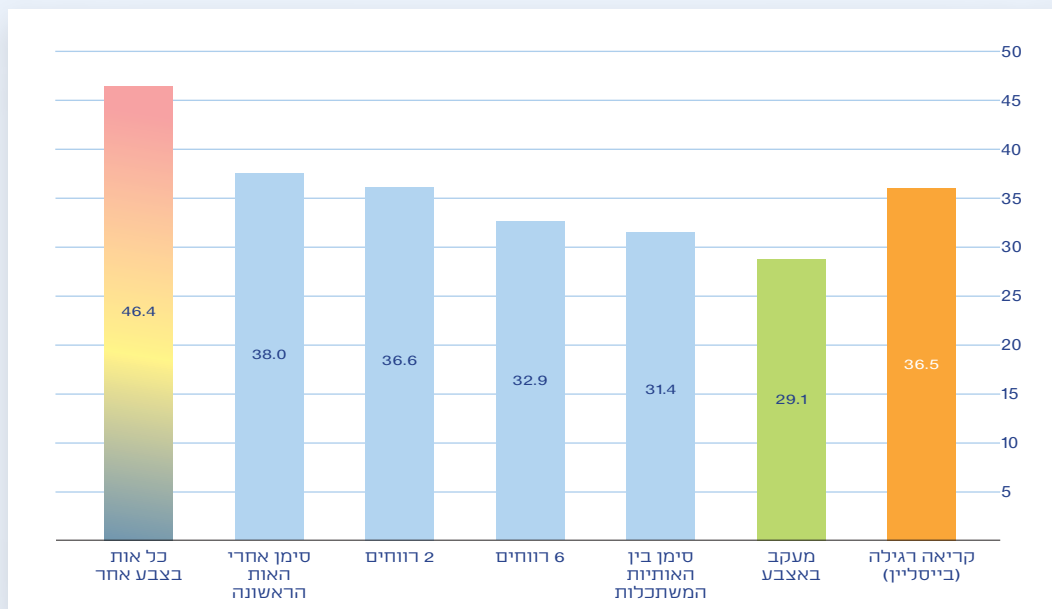
עקרון זהות הבלתי נבדלים מסביר יפה מדוע מושמטות אותיות כפולות בדיסלקסיית מיקום אותיות. במילה "סביון" ההבדל היחיד בין שתי ההופעות של האות ב' הוא מיקומן. לכן אם לקורא יש ליקוי בקידוד מיקום האותיות הגורם שמיקום האותיות אינו מקודד, שתי האותיות אינן נבדלות, ולכן עשויות להיתפס כאחת, ולכן אחת מהן תושמט.

מפילוסופיה לנוירופסיכולוגיה

ואיך לייבניץ יכול לעזור לפרש סוג מפתיע של טעויות

נוסף על טעויות של שיכול אותיות, סוג טעות נפוץ אחר בדיסלקסיית מיקום אותיות הוא השמטה של אותיות כפולות. בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות עשויים למשל לקרוא את המילה "נוצות" כ"נוצות" ו"סביון" כ"סביון". במבט ראשון זה ממצא מתמיה – מה בין בעיה בקידוד מיקום אותיות להשמטת אותיות?

כאן נחלץ לעזרתנו הפילוסוף והמתמטיקאי הדגול גוטפריד וילהלם לייבניץ. ב־*Primaev veritates* שלו, "האמיתות הראשונות" (1680–1684)¹⁶ ולאחר



איור 6. שיעור טעויות נדידה בתוך מילים תוך שימוש במניפולציות שונות על הצגת המילים וקריאתן. מימין בכתום – שיעור הנדידות ללא כל מניפולציה.

גם נטילת ריטלין (מתילפנידאט) לא הפחיתה כלל את שיעור הנדידות אצל אנשים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות (שנטלו ריטלין מכיוון שהייתה להם גם הפרעת קשב)^{18, 19}. ממצא זה מחזק את הטענה שדיסלקסיית מיקום אותיות אינה קשורה לליקוי קשבי.²⁰

ממודלים קוגניטיביים ונירופסיכולוגיה לנירוכירורגיה?

ומשם למיקומים מוחיים של תפקודי שפה

ההיכרות המעמיקה עם סוגי הדיסלקסיה השונים (ובכלל, ההיכרות עם סוגי ליקויי השפה השונים), עם סוגי הטעויות השונים ועם סוגי המילים שיש להציג כדי לזהות כל אחד מסוגי הליקויים, היא בעלת חשיבות מכרעת בהגנה על אזורי השפה אצל אנשים שלהם גידולי מוח.

מנירופסיכולוגיה להוראה מתקנת ולטיפול

לאחר שמאבחנים את סוג הדיסלקסיה, ניתן פעמים רבות לטפל בה ביעילות. תלמידתי עינב רחמים ואני ערכנו מחקר רחב היקף של טיפול בדיסלקסיית מיקום אותיות שבו השווינו בין שיעורי הטעויות בקריאה של מילים נדידות המוצגות בדרכים שונות.¹⁷ מחקר זה הניב כמה שיטות שעשויות להועיל לקוראים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות. למשל, נמצא כי כאשר משתתפים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות קוראים בעזרת אצבע עוקבת אחר המילים – אות אחר אות – שיעור טעויות הנדידה שלהם פוחת במידה ניכרת (מעניין שלא מעט אנשים בעלי דיסלקסיה מגיעים לפתרון זה בעצמם). לעומת זאת צביעת כל אות בצבע שונה אינה עוזרת, ואף יכולה להפריע ולהגביר את שיעור טעויות הנדידה. הדבר אינו מפתיע – אם בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות מתקשים לקשור את האות למיקומה, ודאי שהם יתקשו לקשור גם את האות למיקומה וגם את הצבע לאות.

מיקום אותיות תתבקש לקרוא בניתוח רשימה של מילים לא־נדידיות כדי להפחית את הסיכון שהיא תעשה טעויות נדידה וכדי לאפשר לטעויות אחרות להתבטא, ונתעלם בזמן המיפוי מטעויות של מיקום אותיות, מכיוון שלא ניתן יהיה לדעת אם הן נבעו מהחשמול באזור המחושמל. באמצעות ההליך הרגיש הזה הצלחנו בשנים האחרונות, בשיתוף עם נורוכירורגים באיכילוב, להגן על תפקודי השפה של יותר ממאה מטופלים שעברו ניתוח בערות.

מלבד תרומתו הקלינית המכרעת של תהליך זה הוא גם מספק חלון הצצה רב ערך וייחודי למיקומים המוחיים של תפקודי השפה השונים, ובייחוד לאזורים ההכרחיים לתפקודים השפתיים. לעומת הדמיה מוחית פונקציונלית, כמו למשל fMRI, המזהה אזורים המשתתפים בתהליך מסוים (למשל אזורים הפעילים כאשר אדם קורא רשימת מילים), הליך ניטור תפקודי השפה בזמן ניתוח מעיד על אזורים מוחיים שבלעדיהם התהליך אינו מתקיים, כלומר אזורים חיוניים בתהליך.

לסיכום, חקר תפקודי השפה במוח ארוג מבסיסים תאורטיים ומשיטות מחקר מתחומים מגוונים – בלשנות ונורוכירורגיה, פילוסופיה, חינוך, נורולוגיה, פסיכולוגיה קוגניטיבית ונורופסיכולוגיה. התאוריה הפסיכולוגית, הבלשנית והנורולוגית גוזרת ניבויים ומציעה כלים להכללה ולהבנה של ליקויים בקליניקה. הקליניקה מצידה מציבה אילוצים ומחייבת שינויים בתאוריה, והשינויים האלה, בתורם, מקדמים עוד את הקליניקה ומשפרים את איכות חייהם של בני אדם. ■

פרקטיקה מקובלת היום המשמשת להסרת גידול מוחי הנמצא בקרבה לאזורי שפה היא ביצוע הניתוח בזמן שהמטופל ער, קורא ומדבר. כך, לשם שמירה על אזורי השפה, ניתן לנטר בזמן הניתוח את המיקומים המוחיים החיוניים לתפקודי השפה השונים של המטופל. זיהוי אזורי השפה השונים של המטופל נעשה באמצעות חשמול קצר בכל אחד מהאזורים שאותם שוקלים להסיר (או שדרכם מגיעים לאזורים שיש להסיר). החשמול הזמני משתק את האזור המחושמל לזמן קצר, ובכך מדמה איזה תפקוד שפתי עלול להיפגע אם אזור המוח המחושמל יינזק. כדי לזהות את האזורים בצורה המיטבית יש לדעת בדיוק כיצד לפרש כל סוג טעות, ואילו סוגים של מילים (ומשפטים) יש להציג כדי לבחון באופן האמין ביותר כל אזור מוחי וכל תפקוד שפתי.

נוסף על כך חשוב גם לזהות בדיוק מרבי את מצבו השפתי של המטופל לפני הניתוח, כדי לדעת אילו תפקודים הם תקינים וניתן לצפות שיהיו תקינים בניתוח, ולכן ניתן לנטרם בניתוח, ואילו תפקודים כבר פגועים ולא ניתן לנטרם. גם משימה זו תפיק תועלת מהיכרות מיטבית עם סוגי הלקויות, עם סוגי הטעויות ועם סוגי המילים המתאימים להצגה בכל סוג של דיסלקסיה. למשל, כאשר מטופל מתקשה – בגלל הגידול המוחי ועוד לפני הניתוח – בקריאה של מילים מורכבות מורפולוגית (התחלנו, מתפרעת) ושל מילים מופשטות (שלום, דמוקרטיה, צדק), נציג לו בניתוח מילים מוחשיות שאינן מורכבות מורפולוגית (כתף, קלסר). מטופלת שכבר לפני הניתוח מציגה דפוס של דיסלקסיית

תודות

אני מודה מכל הלב לסטודנטיות ולסטודנטים שלי ממעבדת שפה ומוח ולשותפות ולשותפי המחקר שלי שאיתם תענוג לחקור ולגלות תגליות חדשות ומרגשות, על חשיבה משותפת, על שמחת השאלות ועל חדות התשובות.

מקורות

- 1 פרידמן, נ' וקולטהארט, מ' (2017). דיסלקסיות התפתחותיות. **שפה ומוח**, 12, 1-34.
- 2 Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100, 589–608.
- 3 Ellis, A. W., & Young, A. W. (1996). *Human cognitive neuropsychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 4 Friedmann, N., & Coltheart, M. (2018). Types of developmental dyslexia. In A. Bar-On, & D. Ravid (Eds.), *Handbook of communication disorders: Theoretical, empirical, and applied linguistic perspectives* (pp. 721–751). De Gruyter Mouton.
- 5 Marshall, J. C. (1984). Toward a rational taxonomy of the acquired dyslexias. In R. N. Malatesha, & H. A. Whitaker (Eds.), *Dyslexia: A global issue* (pp. 211–232). The Hague: Martinus Nijhoff.
- 6 Friedmann, N., Kerbel, N., & Shvimer, L. (2010). Developmental attentional dyslexia. *Cortex*, 46, 1216–1237. doi:10.1016/j.cortex.2010.06.012
- 7 Shallice, T., & Warrington, E. K. (1977). The possible role of selective attention in acquired dyslexia. *Neuropsychologia*, 15, 31–41.
- 8 Friedmann, N., & Gvion, A. (2001). Letter position dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 18, 673–696.
- 9 Friedmann, N., & Haddad-Hanna, M. (2014). Types of developmental dyslexia in Arabic. In E. Saiegh-Haddad, & M. Joshi (Eds.), *Handbook of Arabic literacy: Insights and perspectives. Language and Literacy Series* (pp. 119–152). The Netherlands: Springer.
- 10 Kohonen, S., Nickels, L., Castles, A., Friedmann, N., & McArthur, G. (2012). When 'slime' becomes 'smile': Developmental letter position dyslexia in English. *Neuropsychologia*, 50 (14), 3681–3692. Doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.016
- 11 Dotan, D., & Friedmann, N. (2019). Separate mechanisms for number reading and word reading: Evidence from selective impairments. *Cortex*, 114, 176–192.
- 12 Friedmann, N., Dotan, D., & Rahamim, E. (2010). Is the visual analyzer orthographic-specific? Reading words and numbers in letter position dyslexia. *Cortex*, 46, 982–1004.
- 13 Dotan, D., & Friedmann, N. (2018). A cognitive model for multidigit number reading: Inferences from individuals with selective impairments. *Cortex*, 101, 249–281.
- 14 Khentov-Kraus, L., & Friedmann, N. (2018). Vowel letter dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 35(5–6), 223–270. doi:10.1080/02643294.2018.1457517
- 15 חנטוב-קראוס, ל' ופרידמן, נ' (2011). דיסלקסיית קושי באמות קריאה (קבאק). **שפה ומוח**, 10, 65–106.
- 16 Leibniz, G. W. (1680-84). *First truths*. (L.E. Loemker, Trans. Philosophical papers and letters). Dordrecht-holland: D. Reidel Publishing Company, 1969.
- 17 Friedmann, N., & Rahamim, E. (2014). What can reduce letter migrations in letter position dyslexia? *Journal of Research in Reading*, 37(3), 297–315.
- 18 לוקוב, ל' ופרידמן, נ' (2007). השפעת הריטלין על ביטוי של דיסלקסיות שונות. **שפה ומוח**, 6, 102–104.
- 19 קידר, ר' ופרידמן, נ' (2011). האם מתילפנידאט (ריטלין) מסייע לבעלי דיסלקסיית שיכול אותיות ודיסלקסיה קשבית? **שפה ומוח**, 10, 195–214.
- 20 Lukov, L., Friedmann, N., Shalev, L., Khentov-Kraus, L., Shalev, N., Lorber, R., & Guggenheim, R. (2015). Dissociations between developmental dyslexias and attention deficits. *Frontiers in Psychology*, 5(1501), 1–18. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01501

הבסיס המולקולרי להתבטאות גנים



מאת פרופ' רוג'ר קורנברג

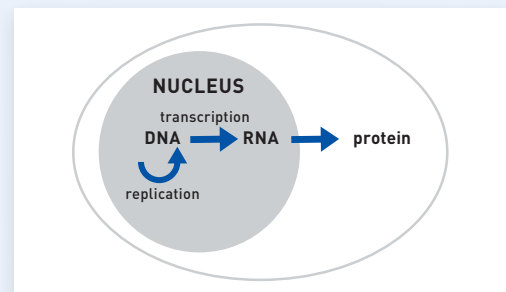
תודות

אני מודה לחברי האקדמיה על הבחירה בי לחבר באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. למעשה, אני חב את הכבוד במידה רבה לרעייתי, פרופ' יהלי לורך, המחזיקה בתארים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, שבה ערכנו מחקרים משותפים בארבעים השנים האחרונות. במהלך עבודתנו המשותפת שם נחשף עקרון יסודי בביולוגיה – העיקרון הראשון של בקרת גנים, שאותו תיארתי כאן בקצרה.

גנים מתרחשת בשני שלבים: השלב הראשון נקרא שיעתוק, ובו קטעים מרצף הגנום ב-DNA מועתקים למולקולה כמעט זהה בשם RNA. ה-DNA נשאר בגרעין התא – מדור פנימי, שבו הוא מאורגן ומוגן מפני השמדה או נזק. ה-RNA יוצא מהגרעין לשאר התא, והמידע שבו אחראי לייצור חלבונים.

החלבונים בונים את התא ומבצעים את הפעולות הפיזיולוגיות בתוכו; הם הכוח המניע של החיים. לפני מאה וחמישים שנה, בתחילת דרכם של מדעי החיים, המטרה הייתה לגלות מה הופך יצורים חיים לכאלה, לגלות את מה שמכונה "הכוח החיוני". דוגמה בולטת הייתה תא שמרים חי שמתסיס מיץ ענבים וגורם לו לבעבע. נשאלה השאלה אם ההתססה מצריכה תא חי שלם.

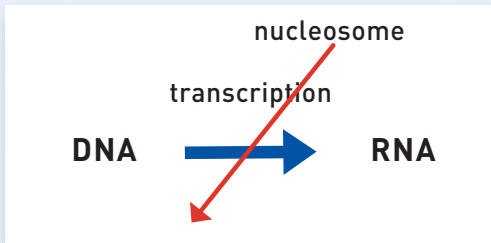
ני מניח שכולכם מכירים את שני התפקידים של ה-DNA (איור 1). הראשון הוא נשיאה של מידע גנטי, הבסיס לתורשה, שעליו להשתכפל, ושעותקים זהים שלו מועברים מדור לדור. התפקיד השני הוא ההתבטאות של המידע הגנטי, הקובעת את צורתו ואת תפקודו של כל יצור חי. התבטאות



איור 1. ה-DNA משועתק ל-RNA, שאחראי לייצור חלבונים

התשובה נעוצה בארגון ה-DNA בכרומוזומים. הרכב הכרומוזומים לכאורה פשוט להפליא. כרומוזומים מכילים כמויות שוות בערך של DNA וקבוצות של ארבעה חלבונים קטנים. ה-DNA כרוך סביב תלכיד של ארבעת החלבונים (איור 2), ויוצר יחידה המכונה נוקלאוזום. הכרומוזום מכיל מיליוני נוקלאוזומים, המחברים יחד כמו חרוזים על חוט, וקטעי A מחברים נוקלאוזום אחד למשנהו, לכל אורכם.

איזו מטרה משרת הארגון של DNA במבנה הזה? מה תפקידו של הנוקלאוזום? זמן רב חשבו שהנוקלאוזום הוא מעין מכשיר אריזה, שהרי אורכו הכולל של ה-DNA הכרומוזומי בתא אנושי הוא כ-200 סנטימטרים, שאותם יש לדחוס בגרעין תא ששטחו פחות מ-10⁶ מיקרומטר. בעבר סברו שאריזת ה-DNA בנוקלאוזום משמשת בעיקר לדחיסת ה-DNA.



איור 3. הפיכה לסליל של ה-DNA בנוקלאוזום מונעת שיעתוק

פרופ' יהלי לורך גילתה את התפקיד האמיתי של הנוקלאוזום במעבדתנו באוניברסיטה העברית בירושלים בשנת 1987 (Lorch et al., *Cell* 49: 210-203). היא גילתה שארגון ה-DNA בנוקלאוזום מונע שיעתוק (איור 3). למעשה, הנוקלאוזום הוא מדכא שיעתוק כללי. הוא מונע התבטאות של כל אלפי הגנים הכלולים בגנום ומאפשר את פעילותם של הנחוצים בסוג התא המסוים. הנוקלאוזום הוא הבסיס לעקרון יסוד של הביולוגיה: דיכוי ביטוי של גנים שאינם דרושים לפעילות התא ולעיצוב אופיו. המחקר הנוכחי שואף להבין את מנגנוני ההפעלה הייחודית הזאת. ■



איור 2. פיתול ה-DNA בנוקלאוזום, ופיתול נוסף של שרשרת נוקלאוזומים לכרומוזום

בתחילת המאה העשרים נמצאה התשובה – היה אפשר לפרק תא שמרים, והתוכן, אף על פי שכבר אינו חי, יכול להתסיס מיץ ענבים. במהלך העשורים הבאים התגלה הבסיס להתססה. הוא נמצא בחלבונים, המכונים אנזימים, המזרזים תגובות כימיות. תגובות אלה מבצעות את הכימיה של החיים. אנזימים הם הכוח החיוני.

מאוחר יותר עלתה השאלה שהעסיקה את מדעני החיים ב-75 השנים האחרונות ואשר נחקרת גם כיום. קיימים כ-200 סוגים שונים של תאים אנושיים. כל תא מכיל את הגנום האנושי המלא. עם זאת כל סוג תא מבטא, מלבד הגנים האחראים באורח אוניברסלי לחייו של כל סוג תא, קבוצת גנים שרלוונטיים לאופיו ולתפקודו, ומייצר את החלבונים המוכתבים על ידם, הרלוונטיים עבורו. למשל, תא עצב מייצר חלבונים המאפשרים לו לתפקד כתא עצב, תא שריר מייצר חלבוני שריר, והדבר נכון לכל סוג תא. כיצד גנים מסוימים מייצרים חלבונים, כלומר הם פעילים ומתבטאים, ואילו אחרים מושתקים ואינם מתבטאים?

אתגרי סמכות השיפוט הבין-לאומית של בתי המשפט בישראל במאה העשרים ואחת



מאת פרופ' מיכאל קרייני

במילים אחרות, מעמדה של הסמכות הבין-לאומית של ישראל ושליטתה של שיטת המשפט המקומית בה אינם שונים מאלה של כללים אחרים שהמשפט הישראלי שולט בהם בתחום דיני החוזים, דיני הנזיקין, דיני הקניין וכו'.

ומהו אותו גורם זר אשר מעורר את הצורך בקביעת קיומה של סמכות השיפוט הבין-לאומית? בעיקרון, כללי סמכות השיפוט הבין-לאומית של מדינת ישראל הם אשר קובעים את זהותו של אותו גורם זר מעצם בחירתה של הזיקה שעל פיה נקבעת הסמכות מבחינתה של המדינה בנוגע לסכסוך אזרחי נתון. בקביעת החוליה שעליה נשען כלל הסמכות למדים מניה וביה לא רק מהו היסוד הזר הרלוונטי אשר מצריך את הפנייה אל כללי סמכות השיפוט הבין-לאומית אלא גם את היסוד הזר הלא רלוונטי אשר אינו מצריך פנייה לכללים אלה.

סמכות השיפוט שנעסוק בה ברשימה זו היא בסכסוך אזרחי שמעורב בו גורם זר. מהבחינה הזו, לא חשוב לנו אם מדובר בבית משפט מחוזי או בבית משפט שלום, בבית משפט היושב במחוז הצפון בתוך ישראל או כזה שיושב במחוז הדרום. לא חשובה לנו אלא זהותו הלאומית של בית המשפט כבית משפט ישראלי.¹

ישראל, כמו כל מדינה אחרת, סוברנית לקבוע לבתי המשפט שלה את תנאי כינונה של סמכות השיפוט הבין-לאומית לצורך ההכרעה בסכסוכים אזרחיים. עמדה זו אינה צריכה להפתיע כלל ועיקר בשל העובדה שנושא סמכות השיפוט הבין-לאומית מוסדר בדרך כלל במשפט הבין-לאומי הפרטי,² ותחום משפט זה הוא במרביתו³ תחום משפט מקומי (מוניציפלי) הנשלט על ידי המשפט המקומי.

התגברה ניידותם של אנשים, והסתעפו קשרי המסחר הבין-לאומיים. מציאות החיים המתהווה יצרה צורך מיוחד להכפיף את מי שאינו נמצא בתחומי המדינה לסמכות השיפוט הבין-לאומית שלה בשל קשרים שונים שאותו נתבע יצר עם מדינת הפורום. טלו למשל אדם שצבר חובות בעקבות עסקאות שהוא עשה במדינת הפורום, ואחר כך יצא את גבולות המדינה ועבר לגור במדינה אחרת. טלו גם חברה המשווקת מוצרים מתוצרתה במדינת הפורום, והסתבר כי מוצרים אלה היו פגומים. מאז אמצע המאה התשע-עשרה ועד היום אנו עדים למגמה מתמדת של הרחבת סמכות השיפוט האישית כלפי נתבעים שאינם נמצאים בתחומי המדינה. בהתקיים זיקה בין הנתבע הנעדר לבין מדינת הפורום (כמו למשל כשנתבע יש מקום מגורים רגיל במדינה) או בין הסכסוך לבין מדינת הפורום (כמו למשל כשנושא התביעה הוא חוזה שנעשה במדינה או מעשה עוולה שבוצע בה), אז אפשר להמציא את מסמכי התביעה עם ההזמנה לדין לנתבע הנעדר, ובכך לכונן סמכות שיפוט אישית כלפיו.⁸

במפתיע, או אולי לא ממש, חשפו תנאי התחבורה והתקשורת של המודרנה, אשר הביאו להרחבת הסמכות הבין-לאומית, את כללי הסמכות החדשים עצמם, וודאי גם את כלל התפיסה המסורתית, כרחבים מדי בהקשרים מסוימים. בעקבות תנאי התחבורה המתקדמים עוד ועוד אנשים יזדמנו למדינה, ובעקבות זאת גם יתפסו ברשת הסמכות שלה. במדינת ארקנסו שבארצות הברית למשל, שבה אומץ כלל התפיסה, נמסרה הזמנה לדין לידי הנתבע, ובכך קמה לה סמכות אישית נגדו רק משום שבעת המסירה ישב הנתבע כנוסע במטוס שחג מעליה.⁹ עוולה יכולה להתרחש גם ברשת האינטרנט, למשל: פרסום כתבה שיש בה לשון הרע באתר שיש אליו גישה מישראל. ייתכן גם שהשרת שדרכו נוצרות עסקאות שונות בין ספק זר לצרכנים זרים נמצא פיזית בישראל. ◀

סמכות השיפוט הבין-לאומית של בתי המשפט בישראל, כמו מרבית כללי המשפט הבין-לאומי הפרטי המקומיים, עוצבה בעקבות המשפט המקובל האנגלי.⁴ התפיסה שביסוד סמכות השיפוט הבין-לאומית לפי המשפט המקובל האנגלי התבססה על עקרון הריבונות הטריטוריאלית.⁵ על פי עיקרון זה, יסוד הסמכות הוא בקיומה של שליטה טריטוריאלית של המדינה על מושא התביעה. בהליך אישי (in personam) שבו התובע מבקש מהנתבע לעשות מעשה או להימנע מלעשות מעשה, הנתבע הוא מושא ההליך, ולכן הימצאותו בתוך הגבולות הריבוניים של המדינה, לפחות בעת מסירת מסמכי התביעה ועימם ההזמנה לדין לידי, היא קריטית לשם יצירת סמכות השיפוט הבין-לאומית בנוגע לתביעה אישית המוגשת נגדו.⁶ אם הנתבע נעדר מהמדינה בעת פתיחת ההליכים נגדו, אזי אי אפשר לקנות סמכות שיפוט אישית כלפיו. מבחינת הכלל המסורתי, לא חשוב אם התובע הוא מקומי או זר, ואם האירוע שעליו נשענת התביעה התרחש כל כולו במדינת הפורום. לעומת זאת אם הנתבע נמצא על אדמתה הריבונית של מדינת הפורום בעת מסירת מסמכי התביעה לידי, אזי בית המשפט המקומי קונה לעצמו סמכות בין-לאומית כלפיו בהליך האישי, ללא קשר לזהותם האזרחית של בעלי הדין ולמקום התרחשות העובדות שהקימו את עילת התביעה. הדבר העיקרי מבחינתו של עקרון הריבונות הטריטוריאלית הוא "תפישתו" של הנתבע בעת פתיחת ההליך במדינת הפורום. הא ותו לא.⁷ לכן נקרא הכלל המסורתי "כלל התפיסה".

במרוצת השנים עבר עקרון הריבונות הטריטוריאלית, ומה שנגזר ממנו מבחינת סמכות השיפוט בהליך האישי, כלומר כלל התפיסה, תמורות חשובות. הכלל אשר דרש את נוכחות הנתבע בתחומי המדינה כתנאי לכינונה של סמכות השיפוט הבין-לאומית התגלה כמוגבל למדי. מוגבלות זו הפכה למגרעת בסיסית כשהשתפרו תנאי התחבורה והתקשורת,

הזיקה הטריטוריאלית אלא גם לוודא שהתוצאה המשפטית אשר הזיקה הטריטוריאלית מובילה אליה היא צודקת והוגנת בנסיבות העניין.

חרף השפעתה הרבה של תורת ההגיונות על עיצובו של המשפט הבין-לאומי הפרטי במשפט המקובל, ובכלל זה גם עיצובה מחדש של סמכות השיפוט האישית של בתי המשפט, הרי אי אפשר לומר שתורת הכוח וכלל הדגל שלה המתבטא בעקרון הריבונות הטריטוריאלית עברו מן העולם. טביעות האצבעות של תורת הכוח עדיין עימנו עד עצם היום הזה בדיוק כפי שהיו קיימות במשפט המקובל האנגלי והאמריקני של המאה התשע-עשרה. עקרון הריבונות הטריטוריאלית עדיין משמש סוג של אבן שואבת אשר פעלה כדי לעקם משהו את המעבר לתורת ההגיונות. עצם כריכתם של כללי הדיון, שעניינם המצאת מסמכי התביעה הפותחים את ההליך לידי הנתבע, עם סמכות השיפוט האישית – כריכה שברמה העיונית אינה הכרחית ושהיא זרה למדינות רבות אחרות שאינן נמנות על משפחת המשפט המקובל – מקורה בתורת הכוח; המשך קיומו של כלל התפיסה בישראל, המאפשר את ביסוסה של סמכות השיפוט האישית כלפי כל מי שנמצא בה עת נמסרים לידי מסמכי התביעה הפותחים את ההליך ובלי לדרוש שיהיה קשר ענייני בין המדינה לבין הסכסוך כתנאי לביצוע המסירה,¹⁰ הוא ביטוי לתורת הכוח; הרחבתו של כלל התפיסה למי שנמצא בשטחים שכבשה ישראל במלחמת ששת הימים של יוני 1967¹¹ גם היא ביטוי לתורת הכוח; הגבלת כוחו של בית משפט בישראל בהמצאת מסמכי התביעה אל מחוץ לשטח הריבוני של מדינת ישראל כשקיימת זיקה,¹² מתוך רשימה סגורה של זיקות,¹³ בין המדינה לסכסוך – גם היא ביטוי לתורת הכוח; ההתראות החוזרות ונשנות מצד בתי המשפט שיש להפעיל את הסמכות האישית כלפי מי שנמצא בתוך גבולותיה הטריטוריאלים של מדינה זרה בזהירות פן תיפגע הריבונות הזרה,¹⁴ גם הן ביטוי לתורת הכוח.

האם בית משפט ישראלי צריך לקבל את גזרת כלל הסמכות הבין-לאומית גם אם הדבר יצריך השקעת משאבים מקומיים מצד מערכת בתי המשפט, השקעה שתבוא על חשבון ההכרעה בסכסוכים מקומיים? כדי לטפל באותם מקרים שבהם כללי הסמכות, כולל כלל התפיסה המסורתית, גורמים שסמכות השיפוט הבין-לאומית תכונן עודף כוח שיפוטי, נוצרה דוקטרינת סמכות חשובה – היא דוקטרינת "הפורום הלא נאות" (*forum non conveniens*). מכוחה של דוקטרינה זו יוכל בית המשפט המקומי שלא להפעיל את סמכות השיפוט שרכש הלכה למעשה, כדי שהסכסוך יידון לפני פורום זר שלפי נסיבות המקרה הוא הפורום הטבעי. נוסף על זה, היום מתאפשר לצדדים להסכים (באמצעות מה שנקרא תניות שיפוט או תניות בוררות) על הפורום שהם ירצו להתדיין לפניו אם וכאשר יתגלע ביניהם סכסוך. הסכמה זו נעשית גם כדי לחסוך מהצדדים את הצורך להתדיין לפני פורום לא נאות מבחינתם, ואם יש הסכמה כאמור, הנחת המוצא היא שיש לכבד אותה.

גם המגמה המרחיבה את סמכות השיפוט הבין-לאומית וגם זו שביקשה להקנות לבית המשפט שיקול דעת אם להפעיל את הסמכות שרכש – שתיהן בבחינת קריאת תיגר על עקרון הריבונות הטריטוריאלית. ההרחבה מאפשרת לבית המשפט כוח שיפוט שלא היה מתאפשר כלל מכוחו של העיקרון, ושיקול הדעת חותר תחת העיקרון מאחר שהוא מאפשר לבית המשפט לא להפעיל את הסמכות שרכש גם על פי כלל התפיסה. דרך אחת להסביר התפתחות זו היא דרך חלחולו של הריאליזם המשפטי אל תוך עולם המשפט הבין-לאומי הפרטי ואל תחום הסמכות באמצעות המעבר מ"תורת הכוח" (*power theory*), שעקרון הריבונות הטריטוריאלית הוא ביטוי מובהק שלה, לעבר "תורת ההגיונות" (*fairness theory*), אשר לפיה בית המשפט צריך לא רק לכבד את



שיש לבית המשפט אם להפעיל את הסמכות שרכש אם לאו, שכן על פני הדברים יש מתח מובנה בין בחירה שנעשית בדרך כלל על ידי המחוקק, בזיקה עניינית המצדיקה את כינונה של סמכות השיפוט האישית של בית המשפט, ובין שיקול הדעת שבית המשפט מפעיל כדי לוותר על סמכות משום שיש פורום אחר שלדעתו הוא הפורום הנאות.

בחינה מחדש זו מתבקשת על רקע כמה תמורות חשובות בעולם ההתדיינות העבר-לאומית. ראשית, חל שינוי עקרוני בתפיסת ה"מקום" והקשר אליו בשל זיקה טריטוריאלית זו או אחרת. בעידן הנוכחי גורמים שונים יכולים להשפיע על הנעשה בתוך המדינה בלי שנקשרו אליה בזיקה טריטוריאלית ישירה כלשהי. טלו מקרה שבו מגיע לארץ מוצר שנוצר ברשלנות אצל יצרן בחו"ל, והמוצר גורם נזק לצרכנים מקומיים. האם העובדה שהנזק נגרם בישראל, אך לא כן המעשה הרשלני, תספיק ◀

שמה הגיעה העת לבטל כליל את תורת הכוח ועימה את שרידי השפעתו של עקרון הריבונות הטריטוריאלית שנגזר ממנה על סמכות השיפוט האישית של בתי המשפט הישראליים. בהמשך לכך, אולי נכון לבטל כליל את ההבחנה בין נתבע הנוכח בתחומה של המדינה בעת ביצוע המסירה לנתבע הנעדר ממנה ולהתנות את עצם כינונה של הסמכות בקיומה של זיקה עניינית לסכסוך שאינה בהכרח מצויה ברשימה סגורה של זיקות. ואם נגיע למסקנה כי צעד זה הוא הצעד הנכון, או אז יש לשאול מהי אותה זיקה עניינית לסכסוך שצריכה להצדיק את כינונה של הסמכות האישית, ומתי צריכה סמכות השיפוט האישית להיות כללית ולאפשר קיומו של דיון בישראל בנוגע לכל סכסוך אישי בין בעלי הדין, ומתי היא צריכה להיות מיוחדת ולאפשר קיומה של סמכות שיפוט רק בנוגע לסכסוכים הקשורים לזיקה שבינה לבין הסכסוך. ובכלל, מהו היחס הנכון בין כללי כינון הסמכות לבין שיקול הדעת

הקלות היחסית בקיומה של ההתדיינות לפני פורום זר. שלישית, במרוצת השנים השתכללו פרוצדורות הדיון עצמן, וחלקן, כמו הליך התובענה הייצוגית, מסוגלות להיות חובקות עולם. כידוע, בתביעה מסוג זה ההנחה היא שאנשים רבים, חברי הקבוצה, נפגעו ממעשיו של הנתבע, ואם תאושר התובענה הייצוגית בשמם, הם יכולים להיות מושפעים, לטוב או לרע, מתוצאותיה אף שלא בחרו בהגשתה ולא היו שותפים לניהולה. למעשה, הנציג כופה את הייצוג על חברי הקבוצה, לפחות עד שניתנת לחברי הקבוצה הזכות לצאת ממנה. ובכן, מה דינם של חברי הקבוצה שיכולים להיות מפוזרים במדינות שונות מבחינת סמכות השיפוט הבינ-לאומית – האם דינם כדין תובעים שזהותם האזרחית או נוכחותם במדינה אינן זיקות חשובות לצורך כינון סמכות השיפוט? או שמא דינם הוא כדין נתבעים בהליך של תובענה רגילה, שאז זהותם, וליתר דיוק נוכחותם בטריטוריה של פורום או היעדרם ממנה, יכולה להיות בעלת משקל קריטי לאופן כינון סמכות השיפוט הבינ-לאומית כלפיהם. ולבסוף, נעשתה רפורמה חשובה בתחום סדר הדיון האזרחי בישראל ונחקקה סדרה חדשה של כללי דיון בתקנות סדר הדיון האזרחי, התשע"ט–2018.¹⁵ תקנות חדשות אלו שינו חלק מהתקנות הקשורות לכללי המצאתם של מסמכי התביעה לידי בעל הדיון, ולפיכך מתבקשת גם ההערכה: עד כמה יכולה תמורה זו להשפיע על תנאי כינונה והפעלתה של סמכות השיפוט הבינ-לאומית של בתי המשפט בישראל? האם התקנות הלכו רחוק מספיק או אולי רחוק מדי מבחינת התוויית דרכה של סמכות השיפוט האישית של בתי המשפט הישראליים?

גורם אחד מרכזי שראוי כי יתפוס מקום בכורה בקביעת סמכותו של בית המשפט מבחינה בין-לאומית הוא הדיון החל, ובאופן כללי שיקולי ברירת הדיון. לפי גישה זו, השיקול אם הדיון המקומי אמור לחול על הסכסוך המובא לפני

ליצירת הסמכות? שאלה זו הופכת לחשובה במיוחד בשל ההיקף העצום של מדיום הסחר האלקטרוני המשמש את תושבי המדינה. מנגד, יש מקרים שבהם יש קשר טריטוריאלי מסוים עם המדינה, למשל שהמעשה התרחש במדינה, אך בפועל הקשר חסר לגמרי משמעות עניינית מבחינת שיקולי הסמכות. טלו שוב מקרה של פרסום באתר אינטרנט שיש בו משום הוצאת לשון הרע, ולכן נצפה בכל מקום בעולם כולל בישראל. האם העובדה שמעשה הפרסום התרחש גם בישראל תספיק ליצור סמכות שיפוט בין-לאומית באשר לכל פרסום באינטרנט שיש בו משום הוצאת לשון הרע, גם אם המפרסם והנפגע הם תושבים זרים? ומה באשר לשרת שמוצב בעיר מסוימת בישראל שדרכו נוצרות התקשרויות רבות בין ספקים זרים לצרכנים זרים: האם משום כך אפשר לראות בכל החוזים הנקשרים בין הספק הזר לצרכנים הזרים חוזים שנעשו גם בישראל? שנית, חל שכלול ניכר, ואפילו דרמטי, בתנאי התחבורה והתקשורת. היום לעומת העבר אפשר לנוע בקלות רבה ובעלות סבירה ולהגיע לישראל אם ההתדיינות מחייבת זאת, ולהפך: מתדיין ישראלי יגיע בקלות רבה ובעלות סבירה לפורום בחו"ל ולהתדיין שם. ובכלל, לעיתים אין צורך לנסוע כלל. אפשר לתקשר בקלות ובעלות אפסית עם עורכי דין ועם אנשי מקצוע אחרים הנמצאים בחו"ל בדיוק כפי שאפשר לעשות זאת עם עורכי דין מקומיים ועם אנשי מקצוע מקומיים. ואין זה מחזה נדיר שעדויות ניתנות ודיונים מתנהלים גם בשיחת ועידה או באחד מהערוצים המסחריים והאינטרנטיים שהפכו לנחלת הכלל בשל ההגבלות שנוצרו בעידן מגפת הקורונה. עולה השאלה כיצד תשפיע מציאות זאת שבה ההתדיינות המרוחקת אינה כה מכבידה על בעלי הדיון כפי שהייתה בעבר: האם הפורום המקומי צריך להיות נכון יותר לכונן סמכות שיפוט בין-לאומית כלפי נתבעים זרים בשל תנאי התחבורה והתקשורת המודרניים? או שמא נכון פחות בשל

היא שכאשר נטענת לפני בתי המשפט הטענה שלא ראוי שיפעילו את הסמכות שרכשו בשל היותם פרום לא נאות, הם שוקלים לצורכי ההכרעה בטענה זו אינטרסים כלליים שקשורים לשיקולי ברירת הדין. במסגרת זו בתי המשפט נזקקים להערכת האינטרס הנורמטיבי להסדיר את מערכת היחסים שביסוד הסכסוך המובא לפניהם לעומת האינטרס הנורמטיבי שיכול להיות לפרוום זר אחר; מידת הקושי וההכבדה הכרוכה בהחלת הדין החל; הציפייה הסבירה של הצדדים באשר לפרוום המתאים יותר להסדיר מבחינה משפטית את מערכת היחסים שביניהם.

שנית, אין להתכחש לעובדה שתנאי המודרנה נטרלו במידה רבה את ההכבדה הכרוכה בהתדיינות בפרוום מרוחק. אם בעבר הייתה קביעת מקום השיפוט הראוי על ידי מדינות שונות קשובה גם לשיקולים הקשורים למידת הקושי הדיני ולהוצאות הכרוכות בצורך להתדיין בפרוום מרוחק, הרי היום בשל תנאי התחבורה והתקשורת המודרניים מידת הקושי הזה וההוצאות הללו פחותות. הבה נתאר לעצמנו מציאות שבה אפשר להתדיין לפני בית משפט מדינתי בלי שיהיה צורך להגיע פיזית ולהופיע לפני בית המשפט. אפשר פשוט לערוך את ההתדיינות באמצעות מדיום טכנולוגי כדוגמת זה שהתרגלנו אליו בעת האחרונה בתקופת הקורונה, למשל הזום (Zoom). האמת היא שמציאות זו קיימת גם היום וללא צורך במדיום כזה. לא אחת אנו מוצאים שמתדיין מקומי נלחם כדי להתדיין לפני פרוום זר, והמתדיין הזר נלחם כדי להתדיין לפני הפרוום המקומי.¹⁶ גם זה מלמד שההכבדה הקשורה בצורך להתדיין בפרוום הרחוק יותר היא כבר לא כל כך גדולה מבחינתם של מתדיינים אלה. ואם ההכבדה בצורך להתדיין בפרוום המרוחק היא אפוא רלוונטית פחות, וסביר שכך בוודאי יהיה בעתיד הקרוב, נשאלת השאלה לפי מה בדיוק נקבע אם הפרוום המקומי הוא הפרוום המתאים מבחינת

בית המשפט אם לאו צריך להיות בעל משקל בבוא בית המשפט המקומי להחליט אם הוא צריך להיות מוסמך מבחינה בין-לאומית אם לאו. אני מודע בהחלט לעובדה שבגישה מוצעת זו יש משום הפיכת סדר ההכרעה שבין שאלת סמכות השיפוט לשאלת ברירת הדין, לפחות מבחינת המשפט הבין-לאומי הפרטי. כגישה שנהגה בעבר, ובמידה רבה זאת הגישה גם היום, נזקקים בתי המשפט תחילה לשאלת סמכות השיפוט, כלומר אם הם מוסמכים לדון בסכסוך אם לאו, ורק לאחר מכן לשאלת ברירת הדין, כלומר איזה דין הם אמורים להחיל על הסכסוך. שאלת הסמכות היא שאלת ה"מפתח" – אם אפשר להיכנס ולהתדיין לפני בתי המשפט המקומיים – ושאלת ברירת הדין נחשבה שאלה ששואלים לאחר שמתיישבים ב"טרקלין" הבית. הנחת המוצא הייתה היות שאכן אפשר, כי אף שביט המשפט מוסמך לדון בסכסוך, הוא עדיין יכול להגיע למסקנה שלפיה על היחס המשפטי המובא לפניו חל דין זר. הינה נתפס כאן הנתבע ברשת הסמכות, אבל היחס המשפטי (קשר חוזי בין שני צדדים זרים, או מעשה עוולה שהתרחש במדינה זרה) ממוקם במדינה אחרת, ולא ברור כלל אם אמור לחול על הסכסוך הדין המקומי. אבל מדוע שהסדר לא יהיה הפוך מזה? קודם נחליט איזה דין חל, ועל פי זה נחליט מהו בית המשפט שצריך לדון ולהכריע בסכסוך לגופו. ככלל נראה לי כי גישה זו, שאפשר לכנותה "גישת הפרוום הנאות של הדין הנאות", היא שצריכה לתפוס את מעמד הבכורה, ולא עקרון הריבונות הטריטוריאלית, ואת זה אני אומר בהתחשב בשיקולים העיקריים האלה:

ראשית, עיון בהתפתחות כללי הסמכות לאורך השנים מעלה כי שיקולי ברירת הדין הפכו למעשה להיות לחלק מרכזי משיקולי הסמכות עצמם, במיוחד במסגרת דוקטרינות סמכות משלימות כמו דוקטרינת הפרוום הלא נאות. פרקטיקה שכחה

מבחינתן של ישראל ושל עוד כמה מדינות במזרח התיכון ובדרום מזרח אסיה, פועלת אותה תאוריית סמכות במתחם בתי הדין הדתיים שלהם קנויה סמכות בענייני המעמד האישי. ייחוד הסמכות של בתי דין אלה נעשה מתוך כוונה מודעת שהם שצריכים לשלוט בדין שיחול. כלומר, משום שנקבע כי עניינים אלה נשלטים על ידי הדין הדתי, פעלה שיטת המילת (millet) העותמאנית, שאומצה בחלקה בישראל, כדי לייחד את סמכות השיפוט לבית הדין הדתי הרלוונטי.

המציאות הזו, שבה הסמכות הולכת בעקבות הדין, עניינה אותי עוד כשהייתי תלמיד מחקר. קשר זה בין ברירת הדין לסמכות השיפוט הוא גם נושא של פרויקט מחקר גדול שאני שקוע בו בימים אלה. אני בטוח שקיומה של הסימביוזה הדוקטרינרית בין ברירת הדין לכללי הסמכות מחייבת שקילת שיקולים נוספים. למשל, מהי דרגת הקושי בקביעת הדין החל או בעיצובם של האינטרסים הנורמטיביים כאשר הצדדים עומדים אך על "מפתן" הבית וכשלבית המשפט אין תמונה עובדתית מלאה של הסכסוך עצמו. זאת ועוד, האם שיקולים משלימים כמו מידת האפקטיביות של פסק הדין הצפוי בסוף המשפט יכולים גם הם להיות חלק ממערך השיקולים הנכונים לצורך קביעת הסמכות? עם זאת ברור לי גם שהשיקולים של העבר עת שלט עקרון הריבונות הטריטוריאלית אינם יכולים להחזיק מעמד לאורך זמן, ולדעתי הם הפכו ללא משכנעים כבר לפני כמה עשורים. אז יש לי חלומות "מאתמול" שלא הצלחתי לכבות, ואם יתגשמו ייתכן שנחיה במציאות משפטית תקנית יותר. ■

סמכות השיפוט הבין-לאומית. כלום נכון לפתוח את שעריה של הפורום המקומי לכל מתדיין כי נוח להתדיין בפורום המקומי? מובן שאין זו האופציה האופטימלית. הדבר יביא לניצול לא יעיל של משאבי מערכת המשפט המקומית, שגם כך היא עמוסה ומתקשה להכריע בסכסוכים מקומיים. על כן במציאות הטכנולוגית של ימינו, ובטוחני שזו תהיה המציאות גם בעוד כמה עשרות שנים, עת ינוטרל לגמרי שיקול ההכבדה הקשור בהתדיינות בפורום מרוחק, יהיה צורך במציאת אמת מידה אחרת ועיקרית לצורך קביעת מקום השיפוט המתאים. על אמת מידה זו להיות קשורה לדין החל, ובאופן כללי יותר לשיקולים נורמטיביים שעניינם באינטרס להסדיר את מערכת היחסים הנתונה.

שלישית, קביעת הפורום הנאות בעקבות הדין הנאות היא למעשה תאוריית סמכות שהתקיימה בעבר, ובישראל קיימת עד עצם היום הזה. במשפט המקובל האנגלי של העת הישנה נקבע כלל סמכות שחייב קיום המשפט במקום שבו התרחשו העובדות שהקימו את עילת התביעה. דבר זה התחייב כדי להבטיח את בחירתם של המושבעים הנכונים להכרעה במשפט, שכן באותה עת, ובשונה מהכללים הנהוגים היום, היה צריך לבחור במושבעים שהכירו את עובדות המקרה וכן את מנהגי המקום. הערובה לבחירת מושבעים כאלה הייתה בייחודה של הסמכות למקום שבו אפשר למוצאם. כך נולד כלל הסמכות הידוע של ה-local action, שחבוי בו עקרון הפורום הנאות בעקבות הדין הנאות. ובאשר לעת החדשה, לפחות כך

מקורות

- 1) ראו סיליה וסרשטיין פסברג **משפט בין-לאומי פרטי** כרך א, עמ' 21 (תשע"ד–2013). שאלת סמכות השיפוט הבינלאומית רלוונטית גם מבחינת בתי הדין הדתיים הפועלים במדינת ישראל ומפעילים שיפוט בענייני המעמד האישי. עם זאת אבקש לציין שאיני מתכוון לדון במאמר זה בסמכות השיפוט הבינלאומית של בתי הדין הדתיים, שאף יכולה להיות שונה מבית דין אחד לבית דין אחר. השוו למשל הוראת סעיף 1 וסעיף 4 לחוק שיפוט בתי דין רבניים (נישואין וגירושין), התשי"ג–1953 (בנוגע לבתי דין רבניים) להוראות סימן 52 וסימן 54 לדבר המלך במועצה על ארץ-ישראל 1922 עד 1947 (בנוגע לבתי דין שרעיים ולבתי דין כנסייתיים בהתאמה). סיבה אחת עקרונית מדוע ביקשתי להשאיר את בתי הדין הדתיים מחוץ למסגרת הדיון כאן היא שבעניינם יש שחל מיזוג של סמכות השיפוט הבינלאומית עם סמכות השיפוט העניינית. כלומר, הזיקה המכשירה בתי דין אלה מבחינה בין-לאומית רלוונטית גם לצורך כינונה של סמכות השיפוט העניינית מבחינתם. מיזוג זה של הסמכות הבינלאומית עם הסמכות העניינית חל גם בסכסוכים אזרחיים שעניינם במקרקעין וכן בתחום ההליך הפלילי, והוא מחייב סוג שונה של שיקולים.
- 2) המ' 420/63 **אברמובסקי נ' גלייטמן**, פ"ד יז 2605, 2607 (1963).
- 3) בכל זאת יש נושאי משפט מעטים אשר נחשבים חלק מהמשפט הבינלאומי הפרטי אך נשלטים גם על ידי עקרונות משפט בין-לאומיים שאמורים לחייב את כלל מדינות העולם. נושא אחד כזה הוא החסינות המגיעה לריבון זר או לנציג דיפלומטי שעה שהם נתבעים בתביעה אזרחית בבתי המשפט המקומיים.
- 4) מיכאיל קרייני **השפעת הליך ברירת הדין על סמכות השיפוט הבינלאומית** 21 (תשס"ב–2002).
- 5) זוסמן **סדרי הדין האזרחי** (מהדורה שביעית, תשנ"ה), עמ' 33–34.
- 6) ראו למשל ס' גולדשטיין "סמכות בינלאומית מבוססת על תפיסת הנתבע – הלכה למעשה" **משפטים** י 409 (תש"ם). בדומה לכך, בהליך חפצא (in rem) הזיקה הקריטית הייתה הימצאותו של הנכס, מושא ההליך, בתוך גבולות המדינה.
- 7) אגב, לכן קרוי הכלל המסורתי "כלל התפיסה", ובלשון ציורית יותר מבחינת הטרימינולוגיה האמריקנית: tag jurisdiction. ראו גם רע"א 9810/05 **Martin J. Hecke נ' Pimcapco Limited** (פורסם בנבו, 30.8.2009).
- 8) מבחינת הדין הנוהג היום בישראל מצויות העילות השונות המאפשרות המצאת ההזמנה אל מחוץ לתחום השיפוט בתקנה 166 לתקנות סדר הדין האזרחי, התשע"ט–2018.
- 9) ראו **Grace v. MacArthur**, 170 F.Supp. 442 (E.D. Ark. 1959).
- 10) ראו לעיל רע"א 9810/05 **Hecke**.
- 11) ראו למשל **M. Karayanni, Conflicts in a Conflict, A Conflict of Laws Case Study on Israel and the Palestinian Territories** 68–72 (2014).
- 12) ראו ע"א 565/77 **מזרחי נ' Nobel's Explosives**, פ"ד לב(2) 115 (1978).
- 13) ראו למשל רע"א 8195/02 **שיטריט נ' Sharp Corp**, פ"ד נח(1) 193 (2003).
- 14) ראו מ' קרייני "שיקולי הפורום הנאות-מסעם אל תום האלף השני ומעבר לו" **מחקרי משפט** יט 67 (תשס"ב).
- 15) גילוי נאות: המחבר שימש חבר בצוות ההיגוי שיעץ לצוות מטעם משרד המשפטים (בראשותו של השופט משה גל) שהופקד על מלאכת גיבושן של תקנות הדין החדשות.
- 16) ראו למשל **In re Union Carbide Corp. Gas Plant Disaster**, 634 F.Supp. 842 (S.D.N.Y. 1986); רע"א 1817.08 **טבע תעשיות פרמצבטיית בע"מ נ' Pronauron Biotechnologies Inc** (פורסם בנבו, 11.10.2009).

לקרוא בין השיטין: מבט מאינדונזיה



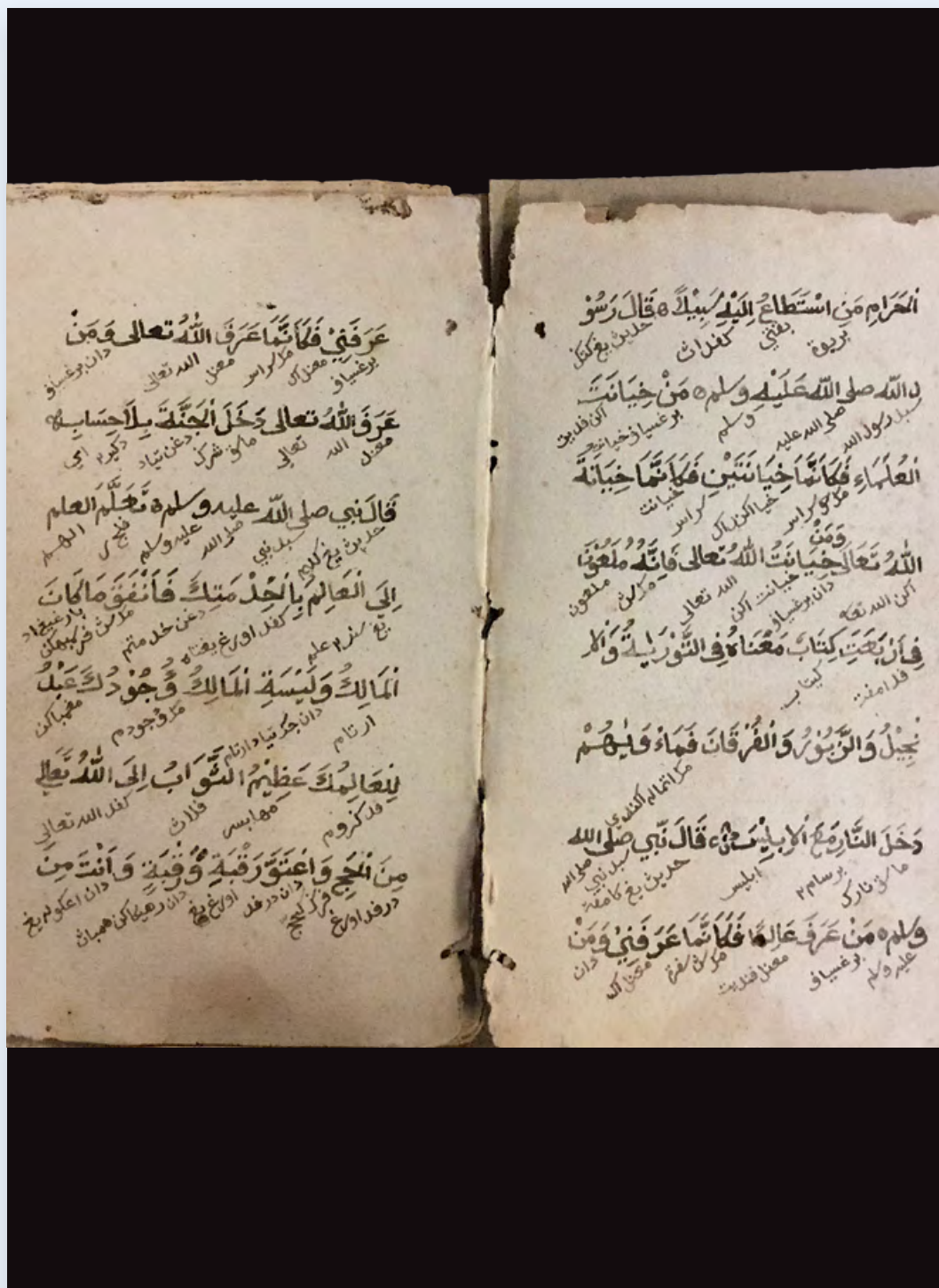
מאת פרופ' רונית ריזי

העשרים בעולם האינדונזי-מלאי (Indonesian-Malay World), אזור הכולל את אינדונזיה, מלזיה, סינגפור, ברוניי, דרום הפיליפינים ודרום תאילנד של היום. אף שזהו אזור מגוון מאוד מבחינה לשונית, אתנית ותרבותית, משותפים לו מיזוג אלמנטים רבים של הציוויליזציה ההודית בתרבויות מקומיות, שימוש נרחב בשפה המלאית כ־lingua franca של מסחר ודיפלומטיה, תהליכים מתמשכים והדרגתיים של אסלאמיזציה ופיתוח מסורות טקסטואליות מקומיות שנלוו לכך ומורשת קולוניאלית של הפצת הנצרות ואימוץ מסורות אינטלקטואליות מערביות.

תרגום בין השיטין מספק לקורא גרסת מילה במילה של המקור, בדרך כלל בשורה המופיעה בדיוק מתחתיו (ראו להלן איור 1). בעולם האינדונזי-מלאי, שהוא רב־לשוני, מדובר בתרגומים מערבית לשפות מקומיות כמו ג'אווית, סונדנזית, מלאית

תרגום בין השיטין (אינטרליניארי) הוא סוגה דו־לשונית הכוללת טקסט מקור ותרגום של אותו טקסט הנכתב בין השורות. זוהי תופעה המוכרת מתקופות ומאזורים שונים בעולם – מהמזרח התיכון הקדום, דרך אירופה בימי הביניים ועד תפוצות יהודיות בימינו שלנו – והפופולריות שלה מצביעה ללא ספק על יתרונותיה המעשיים. אך האם היא טומנת בחובה דבר־מה נוסף על זה הפרקטי? במאמר קצר זה ברצוני להציע כיצד ניתן לראות בתרגום בין השיטין נקודת השקפה ומפגש של שפות, תרבויות ואמונות ומסגרת תאורטית ומתודולוגית המזמינה בחינה של אלמנטים אלו מפרספקטיבה כלל־עולמית, אזורית ומקומית, באמצעות "קריאה בין השיטין" של תרגומים כאלו, קונקרטיים ומטפוריים.

המחקר שעליו מתבסס מאמר זה מתמקד בתרגומים מסוגת בין השיטין מהמאה השש־עשרה עד המאה



איור 1. Hadith Empat Puluh ערבית ומחתתיה תרגום למלאית. שתי השפות כתובות בכתב ערבי. המקסט הוא ללא תאריך, ומקום Perustakaan Negara Malaysia MS. 498. כתיבתו אינו ידוע.

ומבטא ריבוי תהליכים ומפגשים. בגלל הדגש המושם על פרטים ובגלל הדיוק בתרגומים אלו התרגום בין השיטין חושף לפנינו, אולי יותר מכל סוגה אחרת של תרגום, את המכניזם של התרגום ואת הבחירות הבלתי נמנעות של כל מהלך תרגומי. עם זאת התרגום בין השיטין, שנדמה בתחילה כמוגבל בכללים נוקשים יחסית ועקיבים של תרגום כל מילה בנפרד, היה טריגר לשינויים תרבותיים מרחיקי לכת. נוסף על זה, מכיוון שתרגומים כאלו דומים לסוגי תרגומים ופרשנות שונים ולעיתים משלימים אותם, למשל אדפטציות, מסורות של פרשנות ויצירת פֶּרֶה־טקסטים, הדפוסים והתובנות העולים מחקר התרגום בין השיטין עשויים לתרום לחקר התרגום בכלל.

למרות שפע המידע הבלשני, ההיסטורי והתרבותי שהם מכילים, ולמרות חשיבותם הייחודית כשיטת הוראה, לימוד ומעבר ידע דתי־טקסטואלי משלב מוקדם של האסלאמיזציה של האזור, תרגומים מסוגת בין השיטין אלו נחקרו מעט מאוד. רוב התרגומים הללו השתייכו לקטגוריה של פרשנות הקוראן, הלכה ומיסטיקה.² הדוגמאות המוקדמות ביותר לתרגומים כאלו מערבית לשפות המקום מתוארכות לסוף המאה השש־עשרה, ואלו גם מכתבי היד המוקדמים ביותר שיש בידינו מהאזור, מה שמרמז שטקסטים שיש בהם תרגום בין השיטין היו מהראשונים להיות מופצים בתקופה של התבססות האסלאם ומעיד על החשיבות שיוחסה להם, ולכן נשתמרו במהלך מאות השנים שחלפו. הפרקטיקה התפשטה ברחבי האזור, ועל כך מעידים אין־ספור כתבי יד אסלאמיים־אינטרליניאריים במגוון שפות מקומיות, כולל שפת אצ'ה (צפון סומטרה), סונדה (מערב ג'אווה), ג'אווית (מרכז ג'אווה ומזרחה), בוגיס (דרום סולאוסי), מלאית ועוד. הפרקטיקה הגיעה גם לקהילות מלאיות שהוגלו בתקופה הקולוניאלית, כפי שמעידים כתבי יד שהשתמרו בתפוצות סרי לנקה וקייפ־טאון שבדרום־אפריקה.^{3,4}

ועוד, בתרגומים (נדירים יחסית) מפרסית למלאית ובתרגומים בין שתי שפות מקומיות, למשל מבאלינזית לג'אווית, או משפה אירופית כמו פורטוגזית או הולנדית לשפה מקומית. כאן אתמקד בסוג הראשון: תרגומים מערבית לשפות המקום. לאסלאם היסטוריה ארוכה באזור, ותהליכי תרגום שונים היו ללא ספק כוח מניע בקבלת הדת החדשה שבהדרגה הפכה להיות דומיננטית מאוד, וכיום היא דתו של הרוב באינדונזיה, במלזיה ובברוניי. חקר תרגומים מסוגת בין השיטין מערבית לשפות מקומיות מאפשר בחינה של אינטראקציות בין הערבית לשפות אלו, ובמבט רחב יותר – כיצד הובנו והוערכו היחסים בין שפות שונות. הכללת הערבית על הדף בתרגומים מסוג זה בעקיבות, הדגישה את הסמכות ואת האותנטיות של המקור, ואילו התרגום הפך את התכנים לנגישים ולבשלים לדין. בין השאר היו תרגומים אלו אמצעי מרכזי להוראת השפה הערבית והאסלאם – מאצ'ה לפטאני למינדנאו – במוסדות לימוד שבהם היחסים בין מורה הדת לתלמיד היו במרכז ההוויה. וכך המיקרוקוסמוס של המקור והתרגום מתקשר גם לעולם של לימוד בעל פה ולצלילים, ליחסים חברתיים ולמסורות חיות.

למודל התרגום הזה מערבית הייתה היסטוריה ארוכה בעולם המוסלמי לפני אימוצו בידי מתרגמים באזור האינדונזי־מלאי. ראשיתו במסורת המוקדמת של תרגום הקוראן באורח זה מערבית לפרסית, תרגום שעל פי האסכולה החנפית הותר אך ורק אם המקור הערבי הופיע עם תרגום, מילה במילה, לפרסית.¹ תרגומים מאוחרים יותר של מוסלמים לשפות נוספות, ובהן טורקית, סוהילי, אורדו וסינית, נטו לאמץ מודל זה.

ברצוני להציע שהעמוד שיש בו תרגום בין השיטין הוא מקום שבו שתי שפות נפגשות, מתמזגות ונפרדות בתוך השורות וביניהן, מקום שמשקף

המסקנה הטנטטיבית ממחקרים אלו, המשמשת בסיס למחקרי, היא שפרקטיקת התרגום בין השיטין שינתה עמוקות את העולמות הלשוניים הקיימים: שינויים אלו כללו מבנים דקדוקיים ותחביריים, הגייה של צלילים, אוצר מילים שנוסף או אבד והכללת ביטויים, דימויים ומושגים לא מוכרים שעיצבו דרכי חשיבה חדשות. בתהליך זה ניתן לזהות תנועה ביותר מכיוון אחד: התרגום הרחיק את הטקסט הערבי ממקום מוצאו במזרח התיכון. כתב היד (או הטקסט שנלמד בעל פה) נישא בידי נוסעים או סוחרים למרחקים כדי להיכתב מחדש בסביבה גאוגרפית וחברתית שונה מאוד שהציעה מסגרות אחרות של הקשרים ופרשנות. התרגום גם "קירב" את השפות האוסטרונזיות המקומיות אל עבר הערבית השמית והמקודשת וכיוון אותן לעבר שינוי, הרחבת הפוטנציאל הגלום בהן ואפשרויות חדשות, וכך כל השפות הללו היו, בזמנית, חשופות יותר לשינוי וגם בעלות השפעה רבה מבעבר.

אחת הדרכים לחשוב על התופעה של תרגום בין השיטין בהיבטיה המקומיים והפרטיקולריים היא לשאול כיצד המינוח שבו אנו משתמשים מעצב את הבנתנו את התופעה. הצעד הראשון הוא להניח בצד את המונח האנגלי "אינטרלינגואריות" ולברר אילו מונחים חלופיים קיימים בשפות הרלוונטיות למחקר. "אינטרלינגואריות" קשורה כמובן לטקסט ולתרגומו הכתובים בשורות, לסירוגין. זהו היבט מרכזי אבל גם ספציפי של הטקסטים, וההתמקדות בו באמצעות המינוח ממסגרת את מה שאנו רואים כשאנו ניגשים אל הדף: סט של שורות (כתובות בדיו כהה או בהיר, בכתב בגדלים שונים, עם או בלי ווקליזציה, ישירות או מוטות), שניתן לראותן כנפרדות, כקשורות, כמתמזגות, בדיאלוג אלו עם אלו או כל המוזכר לעיל גם יחד. זה היה המודל שראה ולטר בנימין (Walter Benjamin) (1923)⁷ בהתייחסו לתרגום כתבי הקודש כמודל שבו מילוליות וחופש מתאחדים, אב טיפוס

מפתיע במיוחד מיעוט המחקרים על תרגום בין השיטין באזור אם מביאים בחשבון את הפילולוגיה הקולוניאלית והפוסט-קולוניאלית ההולנדית שהנפיקה מחקרים רבים, ולעיתים קרובות סיסטמטיים, על השפות ועל המסורות הטקסטואליות של אינדונזיה. אני סבורה שחוסר העניין בנושא מבטא את העובדה שחוקרים הבינו תרגום בין השיטין כפשוטו, כאמצעי שהוא טכני בעיקרו. אפילו מחקרים על תרגומים מערבית למלאית, או על השפעת הערבית על השפה המלאית, נטו להתעלם מהמודל של תרגום בין השיטין, וכך עשו גם מחברי מילונים. יוצאים מן הכלל מוקדמים היו הפילולוגים הרמן ון-דר טוק (Herman van der Tuuk) (1866) ואברהם יונבול (Abraham Juynboll) (1881). מחקרו של פיליפוס ון-רונקל (Philippus van Ronkel) (1899) היה ניסיון חלוצי לבחון את תופעת האינטרלינגואריות ולמפות את השפעותיה. טענתו המרכזית הייתה שנוצרה עקיבות מרשימה בדרך שבה תרגמו סופרים ואנשי דת מלאים מילים, ביטויים וצורות דקדוקיות, כמו למשל מילות יחס, מערבית. הוא הראה גם כיצד הם נטו לתקנן את הדרך שבה אינדיקציות למגדר, למספר ולזמנים – אלמנטים נוכחים מאוד בערבית אך לא במלאית – תורגמו תרגום שקהל היעד הפנימו והבינו. נוסף על זה, הוא טען שמעשה התרגום בין השיטין השפיע לא רק על תכנים ועל הדרך שבה אוצר מילים אומץ אל תוך שפה ותרבות חדשות אלא גם שתרגומים אלו הובילו לשינוי ניכר במבנה התחביר המלאי, כמו למשל סדר המילים במשפט או שימוש במילות יחס לא אידיומטיות. דפוסים אלו חדרו בהדרגה גם אל טקסטים שלא היו תרגומים בין השיטין והתקבעו בסוגות שונות של כתיבה מלאית, שם התפתחו בכיוונים שונים ויצרו חיים משל עצמם. במחקר קרוב בהרבה לזמננו הראה סייפול אומאם (Saiful Umam)⁵ כי תהליך דומה התרחש גם בסוגות מסוימות בג'אווית במהלך המאה התשע-עשרה.⁶

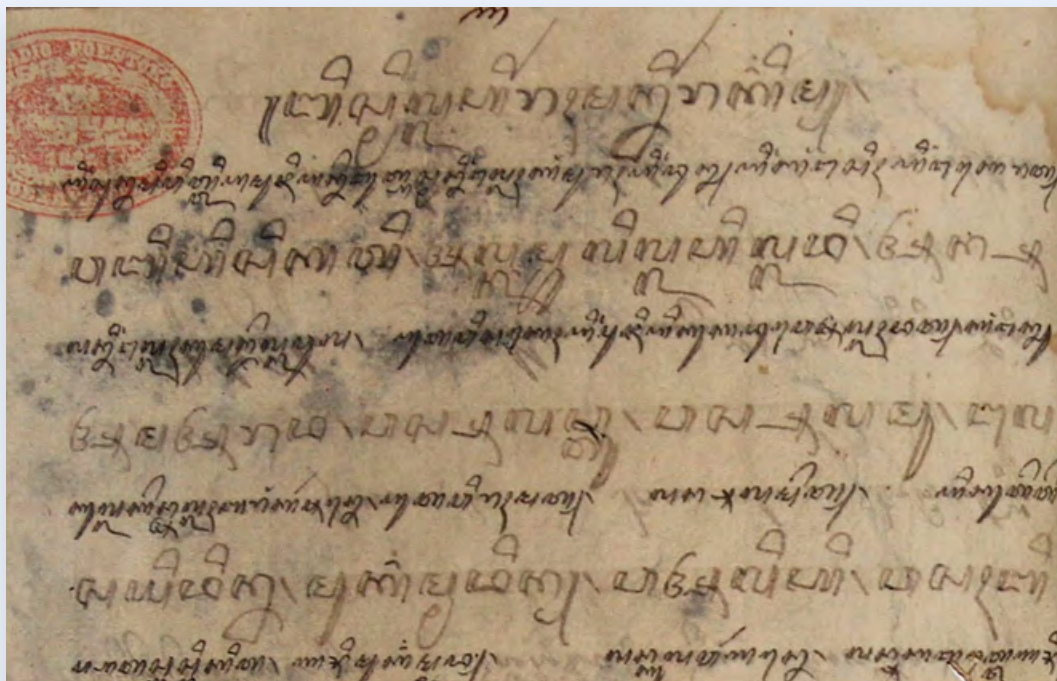
טקטילית, המרמזת לרכות, לדוקרנות או למגע חלק ומזמינה אותנו לדמיין רפרוף אצבעות על שורות הטקסט בתוך כדי שיעור עם מורה ושינון התכנים. בהקשר הפדגוגי והריטואלי שבו הועתקו ונקראו רבים מכתבי יד אלו הזקן יכול לרמז גם על דמותו של מלומד בעל ידע מעמיק. באזור זה של העולם, שבו לגברים אין שיער רב על פניהם, הדימוי יכול להצביע גם על מורה דת זר, ככל הנראה ערבי. מונח נוסף המתייחס לפרקטיקת התרגום בג'אוויית הוא "מקנה גנדול" (makna gandhul). פירושה של "מקנה" הוא "משמעות" ושל "גנדול" – "להיתלות על", "להיות תלוי בדבר-מה, לדבוק בו". זוהי מטפורה המתייחסת למשמעות התרגום לג'אוויית כנתלית על שורות הטקסט בערבית ותלויה בהן, עוד דימוי ויזואלי וטקטילי של קרבה ומגע שבו השורות נצמדות ומתחברות והג'אוויית נשענת על המקור הערבי בשאיפה לשאוב ממנו משמעות וחשיבות. בגלל טבעו האקטיבי של פועל זה המילים בג'אוויית התלויות על שורות הערבית וביניהן מציעות דימוי של כתיבה שאיננה סטטית, ובה התרגום יכול להיתפס כנמתח אל עבר הערבית, נאחז בה בחוזקה, אולי מחליק ומתנתק פה ושם. זהו דימוי המציע מסירות ונחישות אך גם אפשרות של חוסר יציבות וסיכון. גם הפועל הג'אווי "נגסה" (ngesahi) משמש לתיאור תרגום בין השיטין. מקורו בערבית והוא מכיל את המשמעויות של "תקף", "לגיטימי", "חוקי", "בעל סמכות", "אמיתי" ו"נכון". במקרה זה המונח מתייחס לשיטת הלימוד המסורתית שבה התלמידים למדו מפי מורה – מילה, מילה ומשפט, משפט – וכתבו את דבריו במהלך השיעורים. כאן המטפורה מרמזת על מערכת היחסים החשובה ביותר לכל מי שמחפש ידע דתי, שכן הכניסה לעולם הערבית והאסלאם הייתה מותנית בהדרכתו של מורה מנוסה ומלומד שיאיר לפני תלמידיו את הדרך. וכך הקרבה, הקשרים והתלות הנגלים על הדף אינם מתהווים בין שפות, כתבים או תורות בלבד אלא גם בין

או אידיאל לכל תרגום. התעמקות בתרבויות תרגום נוספות מעלה שמונחים אחרים לתופעה קורעים צוהר להבנות חלופיות שלה המתייחסות לתחומים שונים: הוויזואלי, הקינטי, המרחבי, המשפטי, תחום המגע ותחום היחסים. מונחים אלו מצביעים על עיסוק בשפות, ברעיונות ובערכים, והם מרמזים על מצב של "בין לבין" שדרכו ניתן להבין את התרגום כמוקף, כעטוף, כקיים בזכות עצמו, כתלוי או כמתרחב. למשל, אחד הכינויים לכתבי יד המכילים תרגום בין השיטין למלאית או לג'אוויית הוא "ספרים מזוקנים" (kitab jenggotan) (איר 2).



איר 2. Mas'ail al-Ta'lim. "ספר מזוקן" – ערבית עם תרגום לג'אוויית. שתי השפות כתובות בכתב ערבי. ג'אווי, 1623 בקירוב. British Library, Sloane 2645, f. 5v.

ה"זקן" מתייחס לתרגום המופיע בין שורות הערבית ולעיתים מתפרס גם מעבר להן אל שולי הדף. דימוי הזקן מציע מטפורה ויזואלית אך גם



איור 3. Cariyosipun Dajjal. ערבית עם תרגום לג'אווית. שתי השפות כתובות בכתב הג'אווני, סורקרה. ג'אווה, 1845. Museum Redya. Pustaka MS. 343

השלכות רבות שלא כאן המקום לדון בהן. במקרים אחרים, נדירים בהרבה, נכתבו הטקסט הערבי וגם התרגום בכתב מקומי. כך למשל בכתב יד של "סיפורו של דג'אל" (Serat Cariyosipun Dajjal) מאמצע המאה התשע־עשרה בג'אווה, הערבית והג'אווית נכתבו שתיהן בכתב הג'אווני המסורתי (שהומצא בהשראת כתב הודי עתיק. ראו איור 3).

דוגמה זו מסבכת את יחסי ההיררכיה הטיפוסיים בין ערבית לג'אווית כפי שהם באים לידי ביטוי במרבית התרגומים מסוגת בין השיטין שבהם הערבית זוכה לדומיננטיות ויזואלית ואורתוגרפית ברורה, כולל הכפפת הג'אווית לכיווניות הערבית, הנכתבת מימין לשמאל. נשאלת השאלה: באילו נסיבות בחרו מתרגמים לכתוב בכתב הערבי ומתי נמנעו מכך, ומדוע? עד כמה מנבאת בחירה של שימוש בכתב זה או אחר העדפת תרגומם של טקסטים מסוימים או את הקהילות שבהן תורגמו?

מורה לתלמיד, בין בעל ידע למחפש אחריו ובין בני דורות שונים בשרשרת הדורות שבה מועברים הידע והאמונה מהעבר להווה ואל עבר העתיד. בלי לקרוא את המטפורות הללו מילולית מדי אני סבורה שהן מאפשרות לנו הבנות מגוונות של פרקטיקת התרגום, של המוטיבציות שמאחוריה ושל טבעה היצירתי, המלומד ולעיתים שובבי. יחד הן מצטרפות לכדי תפיסה מגוונת ומורכבת בהרבה מזו העולה משימוש בלעדי ב"אינטרליניאריות".⁶

אלמנט מעניין נוסף בהקשר של תרגומים מסוגת בין השיטין נוגע לשימוש בכתבים שונים. כתב יכול להיתפס כאלמנט טכני בלבד, כאמצעי המאפשר הבנה של תכנים, אך במחקר זה מוענקת לו משמעות בפני עצמו. במקרים רבים התרגום בין השיטין נכתב בכתב ערבי שהותאם לשפות מקומיות כמו מלאית, ג'אווית, שפת האי מדורה ועוד. לאימוץ הכתב הערבי לשפות כה שונות היו



איור 4. מסגד מהמאה החמש-עשרה באי אמבון (Masjid Wapauwe, Ambon)

ספציפי בשפה למטרות דתיות התרחב במשך הזמן והשפיע גם על תחומי כתיבה נוספים וכן על השפה המדוברת. חקר התרגומים הללו מאפשר חשיבה מחודשת על גלגולי המסירה של טקסטים עד לפרטיהם הקטנים ביותר אך גם פורס לפנינו את קיומן של שפות כשוכנות על טווח במקום הבנתן כשויות תחומות ונפרדות. המחקר מצביע על הקווים – המטושטשים לעיתים קרובות – בין "מקור" ל"תרגום", על חשיבות בחירת הכתב, על כוחן של מטפורות לעצב את הבנתנו ועל הדרך שבה שינויים לשוניים ותרבותיים רבי משמעות עשויים להסתתר להם בצניעות בין השיטין. ■

אם כן, הכתב הוא אלמנט חשוב נוסף בתמונה הגדולה יותר הבוחנת מפגשים בין עולמות טקסטואליים ודתיים שונים שהתרחשו בין שורותיו של הדף המתורגם.

תרגום בין השיטין היה מודל אחד מני רבים של תרגום באינדונזיה ובאזור שסביבה, ובמובנים מסוימים זה היה מודל יוצא דופן מכיוון שהתמקד בעיקר בטקסטים דתיים שדרשו תרגום מדויק ו"נאמן", מילה במילה. עם זאת כבר ון־רונקל הראה, וגם המחקר הנוכחי שואף להראות, שמה שנדמה במבט ראשון כתחום צר, מוגבל ומוכל של שימוש

מקורות

- 1) I. A. L. Tibawi, "Is the Qur'an Translatable?" *The Muslim World* 52 (1962), pp. 4–16.
- 2) A. Azra, "Naskah Terjemahan Antarbaris: Kontribusi Kreatif Dunia Islam Melayu-Indonesia, in: H. Chamber-Loir (ed.), *Sadur: Sejarah Terjemahan di Indonesia dan Malaysia*, Jakarta: Gramedia 2009, pp. 435–443.
- 3) R. Ricci, *Banishment and Belonging: Exile and Diaspora in Sarandib, Lanka and Ceylon*, Cambridge: Cambridge University Press 2019.
- 4) M. H. Zakaria, *Katalog Manuskrip Melayu Afrika Selatan*, Kuala Lumpur: Perpustakaan Negara Malaysia 1998.
- 5) S. Umam, "God's Mercy is Not Limited to Arabic Speakers: Reading the Intellectual Biography of Muhammad Salih Darat and his Pegon Islamic Texts", *Studia Islamika* 20:2 (2013), pp. 243–269.
- 6) W. Benjamin, "The Task of the Translator", in: H. Arendt (ed.), *Illuminations* (Trans. H. Zohn), 1923. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1968, pp. 69–82.
- 7) R. Ricci, "Reading Between the Lines: A World of Interlinear Translation", *Journal of World Literature*, 1.1 (2016), pp. 68–80.

באקדמיה

ידיעות בקצרה

* הקלטות האירועים ומסמכי ההמלצות הנזכרים בפרק זמינים לצפייה ולקריאה באתר האקדמיה

פעילות האקדמיה בעקבות טבח ה־7 באוקטובר

לאחר טבח ה־7 באוקטובר שלח נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל מכתב לנשיאי האקדמיות ברחבי העולם והדגיש בו את גודל השעה המחייב להוקיע את מעשי הטרור והאלימות האכזריים בקול החזק, התקיף והברור ביותר. בתגובה קיבלה האקדמיה מכתבי סולידריות רבים מעמיתותיה מרחבי העולם.

עם התמשכות הלחימה והעלייה המדאיגה בפעילות אנטי־ישראלית ובאנטישמיות בקמפוסים ברחבי העולם יזמה האקדמיה פנייה משותפת מאת נשיא האקדמיה הלאומית פרופ' הראל, ועימו יו"ר הוועדה לתכנון ולתקצוב של המועצה להשכלה גבוהה פרופ' יוסף מקורי ויו"ר ההנהלה האקדמית של הקרן הלאומית למדע פרופ' דניאל זייפמן, שכותרתה: **"ישראל בשעתה הקשה ביותר – קריאה לקהילה המדעית והמחקרית הבינ־לאומית"**. הפנייה נשלחה לעשרות נשיאי אקדמיות זרות למדעים, לראשי ארגוני מדע בינ־לאומיים וכן לגורמים באוניברסיטאות רבות בארצות הברית ובאירופה. הודגשה בה חשיבותם הקריטית של מאמצים מיידיים ומרוכזים לטיפול בהפגנות התמיכה בחמאס המתקיימות בקמפוסים אקדמיים ברחבי העולם ולהגן על חייהם של סטודנטים ושל אנשי סגל ישראלים ויהודים שם. עוד בפנייה זו הפצירו ראשי האקדמיה, הות"ת והקרן למדע בראשי המוסדות להשכלה גבוהה בארץ לפעול להנמכת הלהבות ולשמירה על הדו־קיום בקמפוסים בישראל. למכתב הפנייה הגיעו תגובות רבות מרחבי העולם, והוא קיבל סיקור נרחב בתקשורת.

פעילות הנוגעת לרפורמה המשפטית

בחודשים שלפני המלחמה פעלה האקדמיה להצפת ההשפעות השליליות האפשריות של ההצעות לרפורמה משפטית בישראל על חוסנה של המערכת האקדמית, על המחקר, על הטכנולוגיה ועל התרבות בארץ וכן על מקומו של המדע הישראלי בקהילה האקדמית הבינ־לאומית. מן הצעדים שנקטה האקדמיה:

* בחודש מאי 2023 פרסמה מועצת האקדמיה גילוי דעת שבו [הביעה את התנגדותה הנחרצת להצעת החקיקה](#) שתאלץ את מוסדות ההשכלה הגבוהה להעניש ולהשעות סטודנטים בשל הבעת דעותיהם.

* עוד בחודש מאי 2023 [נשא נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל דברים](#) בישיבת ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת שבהם הביע דאגה חריפה מהכוונה למנות סגן יושב ראש למועצה להשכלה גבוהה החסר ניסיון מתאים.

* בחודש מרס 2023 פרסמה מועצת האקדמיה [גילוי דעת](#) שבו קראה לממשלה לעצור לאלתר את המהלכים לשינויי החקיקה מחשש שיביאו לפגיעה קשה במדע הישראלי.

* עוד בחודש מרס 2023 [נשא נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל דברים](#) בישיבת ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת בנושא "השלכות הרפורמה המשפטית על המחקר האקדמי והמו"פ בישראל".

* בחודש פברואר 2023 פרסמה מועצת האקדמיה [גילוי דעת](#) שבו קראה לממשלה לשמור על עצמאותה של הספרייה הלאומית.

* בחודש ינואר 2023 [נשא נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל נאום](#) שכותרתו הייתה "חוסר הרציונליות המשווע של ההנהגה", בפתחת הרצאת בובר השנתית. בנאומו אמר כי להמשך תהליכי הרפורמה המשפטית תהיינה בבירור השלכות הרסניות על החינוך ועל התרבות של מדינת ישראל וכן על עוצמתה המדעית.

חיזוק קשרי אקדמיה-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.

כדי לקדם, להרחיב ולחזק את פעילות הייעוץ לממשל הקימה האקדמיה לפני חודשים אחדים אגף ייעודי המאגם את כל הפעילויות הללו שעד כה נוהלו בכמה מחלקות וגופי בת. מטרת האגף היא ליזום ולהוביל פעילויות חדשות ולבסס קשר ארוך טווח עם גורמי הממשל. את האגף תנהל רננה פרזנצ'בסקי אמיר.

מפעילויות האקדמיה בנושא קשרי אקדמיה-ממשל בשנה החולפת:

דוח מצב המדע



מימין: חבר האקדמיה וי"ר ועדת דוח מצב המדע פרופ' רשף טנא, נשיא המדינה מר יצחק הרצוג, נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל וסגנית נשיא האקדמיה פרופ' מרגלית פינקלברג, במעמד הגשת דוח מצב המדע בישראל תשפ"ג/2022 לנשיא המדינה בלשכתו

מעמדה של האקדמיה כגורם מייצג רב-חשיבות התחזק השנה עם פרסום **דוח מצב המדע בישראל תשפ"ג/2022**, שהוא הדוח הרביעי שמוגש מתוקף תיקון לחוק האקדמיה משנת 2010, הקובע שעל האקדמיה להגיש לממשלה ולכנסת דוח תלת-שנתי על מצב המדע בישראל. הדוח מדגיש את חשיבותו של המחקר הבסיסי ומצביע על הישגים, על פערים ועל אתגרים בו, וכולל המלצות לצורך ביסוסם וקידומם של המדע ושל המחקר בישראל. בפברואר 2023 הגישה האקדמיה את הדוח לנשיא המדינה מר יצחק הרצוג, ולאחר מכן גם לשר החדשנות, המדע והטכנולוגיה מר אופיר אקוניס, ולי"ר ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת, חה"כ איימן עודה. הדוח זכה לסיקור תקשורתי נרחב. כמו כן הדוח הוצג ונידון בוועדת המדע והטכנולוגיה, וזו קיימה ישיבה מיוחדת לרגל פרסומו, בחודש מאי. על הכנת דוח זה שקדה, כשנתיים, ועדה מיוחדת, בראשות חבר האקדמיה פרופ' רשף טנא, ותחתיה פעלו שש תת-ועדות לבחינת נושאים או תחומים ממוקדים. בעקבות הצגת הדוח הקדישה ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת ישיבה נוספת בחודש יולי לדיון באחד מהנושאים שעלו בו – מצב לימודי מדעי הרוח בישראל.

הוועדה לקידום מדעי הרוח

הוועדה לקידום מדעי הרוח הוקמה בנובמבר 2021 בידי נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל בשל החשיבות הרבה שמייחסת האקדמיה לקידום של מדעי הרוח ולהבטחת עתידם במערכת ההשכלה הגבוהה ובחברה הישראלית. את הוועדה הובילה סגנית נשיא האקדמיה פרופ' מרגלית פינקלברג. בחודש יולי פרסמה הוועדה **דוח המלצות** לחיזוקו של התחום. הדוח מתמקד בקשר שבין הפקולטות למדעי הרוח באוניברסיטאות למערכת החינוך.

התמודדות עם משבר האקלים

ועדת המומחים הרב־תחומית שהקימה האקדמיה לצורך בחינת נושא משבר האקלים בישראל, בהובלתו של פרופ' דן יקיר ממכון ויצמן למדע, פרסמה בחודש מאי 2023 את נייר העמדה השלישי שלה, **בנושא דלק המימן**. הוועדה קוראת לפיתוח השימוש במימן בשילוב עם אנרגייה סולרית (מימן ירוק) ומים מותפלים, הן כחלק מהמאמץ להפחתת הפליטות בישראל והן כהמשך לתרומתה הייחודית של ישראל למאמץ העולמי בתחום זה.

* * *

נוסף על זה, אגף הייעוץ פועל לקידום המיזמים האלה:

- * ועדת דוח מצב המדע והכנת התשתית לפרסום דוח מצב המדע החמישי שיראה אור בשנת 2025
- * המשך פעילותה של ועדת ההיגוי של האקדמיה להתמודדות עם משבר האקלים
- * ועדת ההיגוי למיפוי סיכוני אקלים, בהזמנת המשרד להגנת הסביבה
- * ועדת לימודי רוח במערכת החינוך, בהזמנת משרד החינוך
- * מיזם "קודקס מיומנויות", בהזמנת משרד החינוך
- * מיזם "אינדיקטורים למסגרות לא מפקחות לגיל הרך", בהזמנת יד הנדיב
- * מיזם "חשיבה חישובית", בהזמנת קרן טראמפ

קשרים בין־לאומיים

חידוש ההסכם עם המתקן האירופי לקרינת סינכרוטרון ESRF

בחודש נובמבר התקיים בגרנובל שבצרפת טקס חתימה על חידוש לחמש שנים נוספות של ההסכם בין ישראל ובין המתקן האירופי לקרינת סינכרוטרון, ה־ESRF (European Synchrotron Radiation Facility). בטקס החתימה נשאו דברים נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל, מנכ"ל ה־ESRF ד"ר פרנצ'סקו סטה ויו"ר מועצת ESRF פרופ' הלמוט דוטש. השתתף בטקס גם יו"ר הוועדה הלאומית לקרינת סינכרוטרון פרופ' יובל גולן מאוניברסיטת בן־גוריון.



אדוות־הברית-גרמניה-ישראל

בחודש אוקטובר התקיים בהאלה שבגרמניה **כינוס משותף** לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, לאקדמיה הגרמנית למדעים – לאופולדינה



ולאקדמיה האמריקאית למדעים, בנושא פתרונות אנרגיה. מטרת הכינוס הייתה לקיים דיון השוואתי בנושא אגב עיסוק במצב המחקר בשלוש המדינות בכל הנוגע למדע בסיסי ויישומי של התחום. מטעם האקדמיה הובילו את הסדנה פרופ' אבנר רוטשילד (הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל) ופרופ' ליעוז אתגר (האוניברסיטה העברית בירושלים). בשל המלחמה המשתתפים הישראלים, ובהם נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל, שפתח את הכינוס, נשאו הרצאות מרחוק.

בולגריה

בחדש מרס 2023 חתמה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים על [חידוש ההסכם לשיתוף פעולה מדעי](#) עם האקדמיה הבולגרית למדעים. על ההסכם חתמו נשיאי האקדמיות פרופ' דוד הראל ופרופ' ג'וליאן רוולסקי.



נשיא האקדמיה הבולגרית למדעים פרופ' ג'וליאן רוולסקי ונשיא האקדמיה הישראלית פרופ' דוד הראל במעמד חידוש ההסכם לשיתוף פעולה מדעי

בריטניה

בחדש יוני 2023 [ביקרה באקדמיה מנכ"לית החברה המלכותית הבריטית](#) ד"ר ג'ולי מקסטון ונפגשה עם חברי מועצת האקדמיה ועם חברי האקדמיה הצעירה הישראלית.



גרמניה

בחדש יולי 2023 נערך בבית האקדמיה הכינוס הרביעי בסדרת כינוסים במדע הדתות המשותפים לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ולאקדמיה למדעים של ברלין-ברנדנבורג, בנושא ["זרמים רדיקליים בדתות"](#). בכינוס נידונו זרמים רדיקליים ביהדות, בנצרות ובאסלאם. את הסדרה הוביל חבר האקדמיה פרופ' יוחנן פרידמן.



ליטא

בחדש אוקטובר נערך בוילנה כינוס דו-לאומי ראשון משותף לאקדמיה הלאומית הישראלית ולאקדמיה הליטאית למדעים, בנושא [המורשת האינטלקטואלית של יהדות וילנה](#), לרגל חגיגות ה-700 שנה לייסוד העיר. את הכינוס הוביל חבר האקדמיה פרופ' ישראל ברטל. בשל המלחמה המשתתפים הישראלים, ובהם נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל, שפתח את הכינוס, נשאו הרצאות מרחוק.





מימין: עבדלוואחד קופארי, סגנית נשיא האקדמיה פרופ' מרגלית פינקלברג, המזכיר הכללי הקבוע של האקדמיה המרוקנית למדעים פרופ' עבדלג'ליל להג'ומרי, נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל ומנהל האקדמיה המרוקנית פרופ' בשיר תאמר, בביקור במרוקו

מרוקו

בחודש מרס 2023 ביקרו נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל וסגנית הנשיא פרופ' מרגלית פינקלברג ברבאט ובפאס שבמרוקו, שם קיימו **סיורים ופגישות בשתי האקדמיות למדעים של ממלכת מרוקו**. הקשר הראשוני עם האקדמיה המרוקנית נוצר ביוזמתו של חבר האקדמיה פרופ' גדליה סטרומזה.



קוראה הדרומית

בחודש מאי 2023 התקיים בסיאול כינוס משותף לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ולאקדמיה למדע וטכנולוגיה של קוראה הדרומית. את הכינוס, שכותרתו הייתה **"כאשר מדע פוגש טכנולוגיה"**, הובילו חברת האקדמיה הישראלית פרופ' יונינה אלדר ויו"ר הוועד המנהל לשעבר של האקדמיה הצעירה הישראלית פרופ' בינה קליסקי.



שווייץ



מימין: נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל ונשיא האקדמיה השווייצית פרופ' מרסל טאנר במעמד חתימת ההסכם לשיתוף פעולה מדעי. צילום: Kai Pitre Salgado

בחודש פברואר 2023 חתמו נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל ונשיא האקדמיה לאומנויות ולמדעים של שווייץ פרופ' מרסל טאנר על **הסכם ראשון לשיתוף פעולה מדעי** בין המוסדות. החתימה התקיימה בברן בנוכחות שגרירת ישראל בשווייץ גב' יפעת רשף.



אירועים ופעילויות ביוזמת האקדמיה

עם פרוץ המלחמה באוקטובר הודיעה האקדמיה על דחיית כל הכינוסים המדעיים, הסדנאות והאירועים הבין-לאומיים שתוכננו לחודשים אוקטובר ונובמבר. כל אלה ייקבעו מחדש למועדים מאוחרים יותר.

האירועים בפרק זה של הדיווח נערכו בין ינואר לאוקטובר 2023:

הרצאות שנתיות

ההרצאה השנתית על שם צ'ארלס דרווין

בחודש פברואר 2023 נשא הביולוג והסופר פרופ' ריצ'רד דוקינס מאוניברסיטת אוקספורד את הרצאת דרווין הראשונה, שהתקיימה באולם בתיאטרון ירושלים, בשל הביקוש הרב. בהרצאה, [Darwin's Five Bridges](#), הציג פרופ' דוקינס את הטענה כי היה צורך לחצות חמישה גשרים מושגיים כדי להגיע לנוסח המודרני של תאוריית האבולוציה באמצעות הברירה הטבעית. את ארגון האירוע הוביל יו"ר החטיבה למדעי הטבע פרופ' ידן דודאי, ופתח אותו בדברים חבר האקדמיה פרופ' יוסי לוייה.



פרופ' ריצ'רד דוקינס נושא את ההרצאה השנתית ע"ש דרווין.

ההרצאה השנתית על שם אלברט איינשטיין



פרופ' ברנרד ל' פרינח' נושא את ההרצאה השנתית ע"ש איינשטיין.

זוכה פרס נובל בכימיה פרופ' ברנרד ל' פרינח' מאוניברסיטת ח'רונינגן שבהולנד נשא בחודש מאי 2023 את ההרצאה השנתית על שם אלברט איינשטיין בנושא [The Art of Building Small](#). את האירוע הובילו יו"ר החטיבה פרופ' ידן דודאי וחבר האקדמיה פרופ' איתמר וילנר.

ההרצאה השנתית על שם מרטין בובר

בחודש ינואר 2023 התקיימה ההרצאה השנתית על שם נשיאה הראשון של האקדמיה פרופ' מרטין בובר, ונשא אותה זוכה פרס נובל בכלכלה פרופ' דניאל כהנמן מאוניברסיטת פרינסטון. הרצאתו, בבית האקדמיה, נשאה את הכותרת [Thinking about Thinking](#). הוביל את האירוע יו"ר החטיבה פרופ' סרג'יו הרט.



פרופ' דניאל כהנמן נושא את ההרצאה השנתית ע"ש בובר.

מפגש מדע ודעת בבית הנשיא

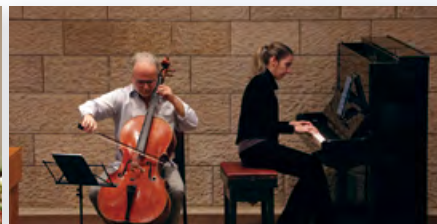


משתתפי המפגש השני בסדרה "מדע ודעת", בשיתוף בית הנשיא, עם נשיא המדינה מר יצחק הרצוג ורעייתו גב' מיכל הרצוג

בחודש ינואר 2023 נערך השני שבמפגשי "מדע ודעת" בבית הנשיא בירושלים. המפגש נערך בנוכחות נשיא המדינה מר יצחק הרצוג ורעייתו הגב' מיכל הרצוג, ואורגן על ידי בית הנשיא והאקדמיה במשותף, ביוזמת נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל. המפגש עסק ב"[כוחה של תודעה: בין מחשבה לגוף](#)". את ההרצאה המרכזית בו נשאה בוגרת האקדמיה הצעירה פרופ' אסיה רולס מהטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, ובמגיבים היו עיתונאית "כאן" דקלה אהרן-שפרן וד"ר ארז גרטי ממכון דוידסון לחינוך מדעי. באירוע נכח קהל של מאות בני נוער מצטיינים בתחומי המדעים מרחבי הארץ, שגם היו פעילים בדיון, והוא שודר בשידור ישיר.

סדרת "בשערי האקדמיה"

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



בתמונה הימנית: פרופ' צבי פלטר מנגן במפגש "יצירתיות ממשבר: אומנות"; בתמונה השמאלית: משתתפי המפגש "יצירתיות ממשבר: מדע", חברת האקדמיה פרופ' יונינה אלדר, חברת האקדמיה הצעירה פרופ' עודד רכבי ובוגר האקדמיה הצעירה פרופ' חגי פרץ

כינוס בין-לאומי:

The British Mandate in Palestine: Regional and Global Contexts

בחודש ספטמבר נערך כינוס בנושא "המנדט הבריטי בפלשתינה-א"י בהקשריו האזוריים והגלובליים". בכינוס נידון המנדט הן בהיבטיו המקומיים – בחברה הפלסטינית וביישוב היהודי – הן בזיקות שבינו לבין מנדטים אחרים במזרח התיכון – בסוריה, בלבנון ובעיראק – והן בהשוואה בינו לבין מנדטים באפריקה ובאוקיינוס השקט. את הכינוס הובילו חברת האקדמיה פרופ' בילי מלמן ובוגרת האקדמיה הצעירה הישראלית פרופ' ליאת קוזמא.

כינוס מאה שנה למותו של אליעזר בן-יהודה

לציון מאה שנים לפטירתו של מחיה הדיבור העברי אליעזר בן-יהודה נערך בחודש פברואר 2023 כינוס בשיתוף פעולה עם האקדמיה ללשון העברית. הכינוס, שהוקדש למפעלותיו ולתרומתו האדירה של בן-יהודה לתרבות העברית, התמקד בתרומתו האקדמית ביצירת המילון העברי ההיסטורי והמדעי הראשון בארץ ישראל. את הכינוס הוביל חבר האקדמיה פרופ' משה בר-אשר.

פורום העת העתיקה

השנה החל לפעול במסגרת החטיבה למדעי הרוח פורום רב-תחומי שעוסק בשלהי העת העתיקה. מטרתו ליצור בישראל קהילה אקדמית תוססת בתחומי חקר ארץ ישראל בשלהי העת העתיקה על שלל היבטיו, בשימת דגש במפגשים בין-תחומיים, כגון מפגשים המשלבים חקר טקסטים עם עיון בממצאים חומריים או משווים בין דתות. מובילה את הפורום חברת האקדמיה פרופ' מארן ניהוף.



משתתפי פורום שלהי העת העתיקה

תוכנית מלגות חדשה לתואר דוקטור במדעי הרוח והחברה

בחודש נובמבר הכריזה האקדמיה על השקת תוכנית מלגות חדשה המיועדת לתלמידי מחקר לתואר דוקטור במדעי הרוח והחברה. התוכנית היא פרי יוזמה משותפת של הקרן ע"ש אליכס דה רוטשילד לאומנויות ומלגות לסטודנטים ושל האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. היא נוסדה בעקבות דוחות האקדמיה שעסקו בתוכניות לקידום המחקר במדעי הרוח והחברה ואשר הצביעו על מחסור בתמיכה בחוקרים ובתלמידי מחקר מצטיינים בתחומים אלו.

סדרת ימי עיון בנושא תשתיות במדעי הרוח



חבר האקדמיה פרופ' ישראל ברטל ביום העיון הראשון בסדרה "תשתיות במדעי הרוח"

בחודש מאי 2023 נערך יום העיון הראשון בסדרה "תשתיות במדעי הרוח", סדרת מפגשי חוקרים בעקבות המלצות דוח מצב המדע בישראל תשפ"ג/2022. הסדרה נועדה ליצור פורום למפגשים בין יוצרי התשתיות ומנהליהן לקהילת החוקרים המשתמשים בהן. האירוע הראשון עסק בדיגיטציה של טקסטים והתמקד באתגרים ובהזדמנויות שמעמידה בפני קהילת החוקרים ובפני צרכניהם של מאגרי הנתונים ההתפתחות החישובית והטכנולוגית בסריקה, בעיבוד, בנייתוח ובהנגשה של טקסטים למחקרים במדעי הרוח. את הסדרה יזם ומוביל חבר האקדמיה פרופ' ישראל ברטל.

אירועים לכבוד חברי אקדמיה

במהלך השנה ערכה האקדמיה כינוסים מדעיים לכבוד חברה שהגיעו לגבורות וליובלות: בחודש ינואר, טרם פטירתו, נערך כינוס **לכבוד חבר האקדמיה פרופ' רפאל משולם** ז"ל בהגיעו לגיל 92. את יום העיון הובילו תלמידיו, פרופ' מאיר ביאלר ופרופ' עמירם גולדבלום מהאוניברסיטה העברית בירושלים. עוד בחודש ינואר נערך ערב עיון **לכבוד חברת האקדמיה פרופ' שולמית וולקוב** בהגיעה לגבורות, בהובלתם של חברת האקדמיה הצעירה הישראלית פרופ' איריס אידלסון-שיין, ד"ר איה אלידע מהאוניברסיטה העברית בירושלים וד"ר אמיר טייכר מאוניברסיטת תל אביב. כמו כן נערך כינוס לכבוד **חבר האקדמיה פרופ' גדעון דגן** בהגיעו לגיל 90. את הכינוס הוביל חבר האקדמיה פרופ' צבי בן-אברהם. ערב עיון **לכבוד נשיאת האקדמיה לשעבר פרופ' רות ארנון** בהגיעה לגיל 90 נערך בחודש יוני 2023. את ערב העיון הוביל פרופ' בני גיגר ממכון ויצמן למדע.

אירועים לזכר חברי אקדמיה

במהלך השנה ערכה האקדמיה כינוסים מדעיים לזכר חברה שהלכו לעולמם: בחודש ינואר 2023 נערך ערב עיון **לציון יום השנה לפטירתו של חבר האקדמיה פרופ' דוד שמידלר ז"ל**, בהובלת יו"ר החטיבה למדעי הרוח פרופ' סרג'יו הרט, חבר האקדמיה פרופ' ישראל אומן ופרופ' יצחק גלבוע מאוניברסיטת תל אביב. בחודש מאי 2023 נערך **יום עיון לזכר חבר האקדמיה פרופ' מיכאל סלע ז"ל במלאת שנה לפטירתו**, בהובלת חבר האקדמיה פרופ' יוסף ירדן. בחודש יוני 2023 נערך **ערב עיון לזכרו של חבר האקדמיה פרופ' עמירם גרינולד במלאת שנה לפטירתו**, בהובלת יו"ר החטיבה למדעי הטבע פרופ' ידין דודאי. בחודש יולי 2023 נערך **ערב עיון לזכרו של חבר האקדמיה פרופ' אורי זליגסון במלאת שנה לפטירתו**. את האירוע הובילו נשיאת האקדמיה לשעבר פרופ' נילי כהן וחבר האקדמיה פרופ' גדעון רכבי.

פורום הצעירים של החטיבה למדעי הרוח

פורום הצעירים של החטיבה למדעי הרוח החל לפעול בשנת תשס"ד (2004). מטרת הפורום לרכז את המצטיינים באנשי המדע הצעירים בארץ בקבוצות דיון וחשיבה וליזום ולקדם קשר ופעילות מחקרית ואינטלקטואלית משותפת בין חוקרים ממוסדות שונים ומתחומים מגוונים במדעי הרוח והחברה. בשנת תשפ"ד יעסוק הפורום בנושא "השפעתה של בינה מלאכותית יוצרת על המחקר במדעי החברה". יוביל את פעילותו חבר האקדמיה פרופ' יואב בנימיני.

פורום הצעירים של החטיבה למדעי הטבע

פורום הצעירים של החטיבה למדעי הטבע החל לפעול בשנת תשע"ז (2016). מטרת הפורום לרכז קבוצה של חוקרים צעירים מצטיינים מהמוסדות האקדמיים בישראל העוסקים באותו תחום במדעי הטבע. בשנת תשפ"ג-תשפ"ד עוסק הפורום בנושא "רופא חוקר", ומטרתו טיוב האפשרויות הפתוחות לפני רופאים העוסקים בעבודה קלינית לעסוק גם, במידת האפשר, במחקר רפואי מן המעלה הראשונה. את הפורום מוביל חבר האקדמיה פרופ' ינון בן-נריה.

מיזם ראיונות החברים

בשנת 2016 פתחה האקדמיה, ביוזמתה של פרופ' נילי כהן, נשיאת האקדמיה לשעבר, בצילום ראיונות עומק עם חברים 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-70 חברי וחברות אקדמיה**.



חבר האקדמיה פרופ' יוסי לוריה בריאיון במסגרת מיזם "ראיונות החברים"

האקדמיה בדיגיטל

השנה המשיכה האקדמיה להשקיע משאבים בהנגשת פעילויותיה השונות במרשתת וברשתות החברתיות **יוטיוב**,



פייסבוק ו-X (לשעבר טוויטר) וכן השיקה עמוד ברשת **לינקדאין**. 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-1,500 הרצאות מדעיות הזמינות ונגישות לציבור בחינם.

מפעילויות האקדמיה הצעירה הישראלית

- * **החלפת ועד מנהל** – במפגש הקיץ נבחרו חברי ועד מנהל חדשים: פרופ' איתי הלוי (יו"ר), פרופ' יעל אלואיל ופרופ' רות שרץ-שובל.
- * **כינוס "אקדמיה במלחמה"** – בחודש נובמבר נערך, בשיתוף ועד ראשי האוניברסיטאות וארגון ScienceAbroad, **כינוס מקוון** שהפגיש חוקרות וחוקרים עם ראשי המערכת האקדמית הישראלית. מטרת הכינוס הייתה להציף אתגרים העומדים בפני קהילת המחקר סביב מלחמת "חרבות ברזל" והיערכותם של המוסדות להתמודדות עם אתגרים אלו. במפגש השתתפו נשיא האקדמיה פרופ' דוד הראל, יו"ר ות"ת פרופ' יוסף מקורי, יו"ר ScienceAbroad פרופ' רבקה כרמי, יו"ר האקדמיה הצעירה פרופ' איתי הלוי ונשיאי כל האוניברסיטאות בישראל, וכן מאות צופים מהארץ ומחול.
- * **מסתגלים לאקדמיה** – האקדמיה הצעירה ערכה סדרת מפגשים מקוונים הפונה לסגל אקדמי בתחילת דרכו, ומטרתה להנגיש לו את הכלים ואת המידע הדרושים להשתלבות מוצלחת באקדמיה הישראלית. המפגשים עסקו **בהגשת בקשות למענקי ERC** של האיחוד האירופי, **בבנייה ובניהול של קבוצת מחקר, באיזונים ובלמים** בין מחקר לחיים, **במצוינות אקדמית ובכלים להשגחה** ועוד. בכל אחד מהמפגשים השתתפו מאות חוקרים מכל תחומי הדעת.
- * **כינוס וסקר בנושא "דור ראשון לאקדמיה"** – בחודש ינואר 2023 נערך כינוס בנושא "דור ראשון לאקדמיה", ובעקבותיו פרסמה האקדמיה הצעירה **דוח המציג נתונים מקיפים** על בוגרי ובוגרות מערכת ההשכלה הגבוהה בקטגוריה זו, והמציע למוסדות האקדמיים ולקובעי המדיניות דרכי פעולה לקידום מועמדים ללימודים אקדמיים וסטודנטים המשתייכים לקטגוריה זו.
- * **כינוס לאוכלוסייה חרדית** – בחודש פברואר 2023 נערך **כינוס מקוון שיועד לחרדים** המתעניינים בתארים מחקריים באוניברסיטאות. הכינוס כלל שיחה עם מנהלות מסלולים להשתלבות חרדים מאוניברסיטאות שונות וכן מפגש עם סטודנטיות וסטודנטים חרדים הלומדים לתואר מחקר.
- * **כינוס לסטודנטים מהחברה הערבית** – בחודש מאי 2023 נערך **כינוס לסטודנטים מהחברה הערבית** שלומדים לדוקטורט במוסדות להשכלה גבוהה בישראל. בכינוס השתתפו נציגי האוניברסיטאות וחוקרים מובילים מהחברה הערבית שהציגו תובנות ועצות חשובות בנוגע לאתגרים הצפויים לסטודנטים במהלך הקריירה האקדמית.
- * **מפגשי "אקדמיקס"** – גם בשנה החולפת קיימה האקדמיה הצעירה את מיזם הכינוסים הרב-תחומיים **"אקדמיקס"**. בכינוסים משתתפים 20 חוקרות וחוקרים מכל תחומי הידע ממגוון מוסדות המחקר. החוקרים מציגים בכינוסים את מחקריהם, מקיימים דיונים רב-תחומיים, חווים למידה הדדית, שיתוף ידע, חקירה אישית וסיעור מוחות. מטרת הכינוסים היא קידום שיתופי פעולה בין-תחומיים, הרחבת קשרי המחקר והעבודה וגם מתן פינה שקטה לחוקרים לצורך עבודתם.

בהוצאה לאור



לזכרו של יהושע בלאו

בעריכת סימון הופקינס



פרופ' יהושע בלאו ז"ל בחגיגת יום הולדתו המאה באקדמיה, ספטמבר 2019

תוכן העניינים

פתח דבר

מרדכי עקיבא פרידמן
חיי מודרנו יהושע בלאו ז"ל

חגי בך-שמאי
לקראת פרסום כרך א של 'ספר המאורות'
מאת אלקרקסאני

סימון הופקינס
לשונותיו של יהושע בלאו ז"ל

עפרה תירוש־בקר
'חכמת אדם תאיר פניו': אשרינו שזכינו להיות מתלמידיו

תשפ"ג/א' 2023. 48 עמודים. 21 x 14 ס"מ. חוברת



ספרים חדשים

מאת חברי האקדמיה

יורי פינס ומיכל בירן, עם יצחק שיחור (עורך), סין הקיסרית המאוחרת (כל אשר מתחת לשמיים: תולדות הקיסרות הסינית, ג), רעננה: האוניברסיטה הפתוחה, 2023.

משה בריאשר, מחקרי עברית: מראשונות לאחרונות, ירושלים: האקדמיה ללשון העברית, תשפ"ג/2023.

משה בריאשר, תרגום המקרא לערבית יהודית מגרבית, 4 כרכים, ירושלים: בהוצאה משותפת של יד הרב נסים וקרן רוזן, תשפ"ג.

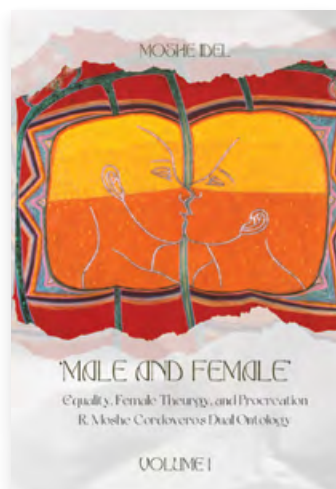
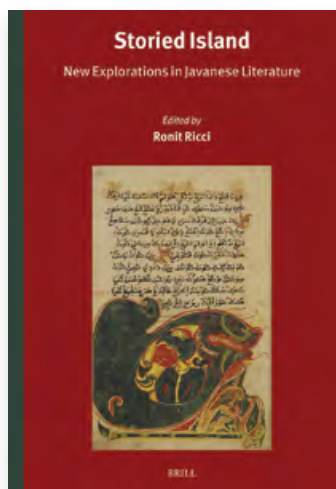
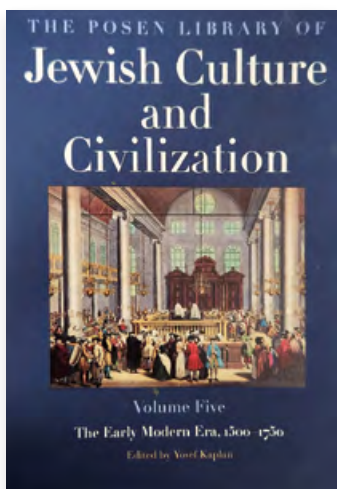
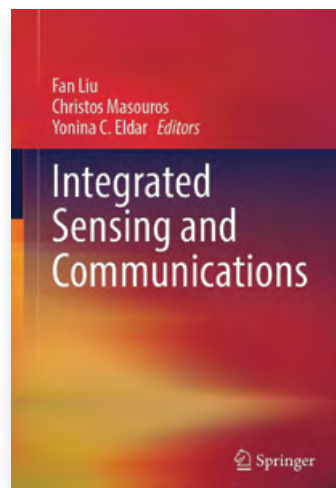
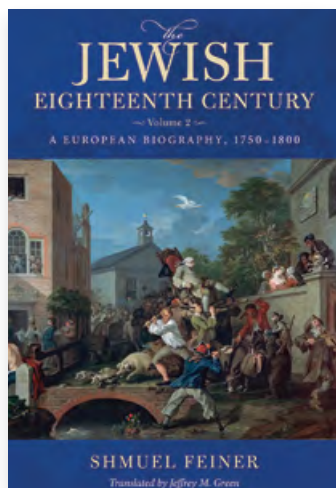
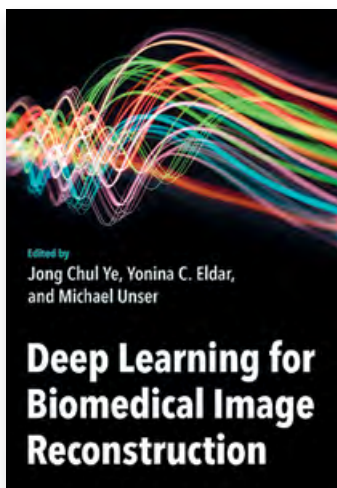
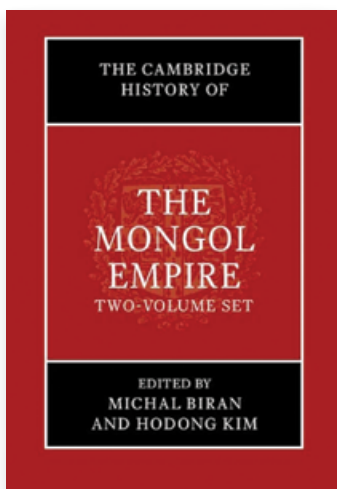
אהרן ברק, חוקי־סוד: כבוד האדם וחירותו וחוקי־סוד: חופש העיסוק, בעריכת יצחק זמיר, א: תורת הזכויות החוקתיות (מסדרת פירוש לחוקי־היסוד); נ: הזכות לכבוד האדם (מסדרת פירוש לחוקי־היסוד); ג: זכויות חוקתיות (מסדרת פירוש לחוקי־היסוד); ד: הביקורת השיפוטית (מסדרת פירוש לחוקי־היסוד); ה: מפתחות (מסדרת פירוש לחוקי־היסוד), צפריים: נבו, 2023.

עמנואל טוב, תאריך' אלתוראה... מן אלוחי אלא אלתדוין (תרגם מעברית שריף חמד סאלם, ערך והוסיף הקדמה אחמד מחמוד הווידי), קהיר: הוצאה עצמית של המתרגם, 2023.

יונתן מאיר (עורך), גרשם שלום, התנועות המשיחיות בישראל, ירושלים וברלין: ספרי בלימה, תשפ"ג/2023.

יונתן מאיר (עורך), גרשם שלום, מצוה הבאה בעבירה: להבנת השבתאות (נוסח כתב היד), ירושלים וברלין: ספרי בלימה, תשפ"ג/2023.





*הכריכה היא ציור מאת אברהם פנקס

Israel Bartal and Kenneth B. Moss (eds.), *National Renaissance and International Horizons, 1880–1918* (The Posen Library of Jewish Culture and Civilization 7), New Haven and London: Yale University Press 2023.

Israel Bartal, François Guesnet, Antony Polonsky and Scott Ury (eds.), *Promised Lands: Jews, Poland, and the Land of Israel* (Polin: Studies in Polish Jewry 35), Newark: The Littman Library of Jewish Civilization, 2023.

Liliana Tolchinsky and **Ruth A. Berman**, *Growing into Language: Developmental Trajectories and Neural Underpinnings*, Oxford: Oxford University Press, 2023.

Michal Biran and Hodong Kim (eds.), *The Cambridge History of the Mongol Empire, I–II* (I: History; II: Sources), Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

Fan Liu, Christos Masouros and **Yonina C. Eldar** (eds.), *Integrated Sensing and Communications*, New York: Springer Nature Press, 2023.

Jong Chul Ye, **Yonina C. Eldar** and Michael Unser (eds.), *Deep Learning for Biomedical Image Reconstruction*, Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

Nir Shlezinger and **Yonina C. Eldar**, *Model-Based Deep Learning*, Foundations and Trends in Signal Processing, 2023.

Shmuel Feiner, *The Jewish Eighteenth Century, A European Biography, 1750–1800*, Bloomington: Indiana University Press, 2023.

Moshe Idel, *Male and Female, Equality, Female Theurgy and Procreation* (R. Moshe Cordovero's Dual Ontology), I–II, New York: Ktav, 2023.

Walter Ameling, Hannah M. Cotton, Werner Eck, Avner Ecker, **Benjamin Isaac**, Alla Kushnir-Stein, Jonathan Price, Peter Weiß and Ada Yardeni (eds.), *Galilaea and Northern Regions: 5876–6924, I–II* (Corpus Inscriptionum: Iudaea-Palaestina 5, part 1), Berlin: De Gruyter, 2023.

Yosef Kaplan (ed.), *The Early Modern Era, 1500–1750* (The Posen Library of Jewish Culture and Civilization 5), New Haven and London: Yale University Press, 2023.

Ronit Ricci (ed.), *Storied Island: New Explorations in Javanese Literature*, Leiden: Brill, 2023.

Yehuda Shoenfeld and Arad Dotan (eds.), *Autoimmunity, COVID-19, Post-COVID19 Syndrome and COVID-19 Vaccination*, Academic Press, an imprint of Elsevier, 2023.

Mitesh Kumar Dwivedi, A. Sankaranarayanan, E. Helen Kemp and **Yehuda Shoenfeld** (eds.), *Role of Microorganisms in Pathogenesis and Management of Autoimmune Diseases, II (Kidney, Central Nervous System, Eye, Blood, Blood Vessels & Bowel)*, Singapore: Springer Nature Singapore PteLtd, 2022.

Yehuda Shoenfeld, Nancy Agmon-Levin and Noel R. Rose (eds.), *Infection and Autoimmunity*, 3rd ed., Academic Press, 2023.

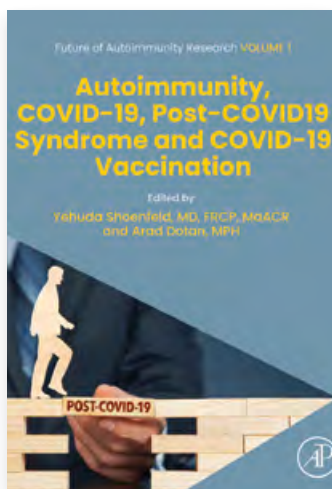
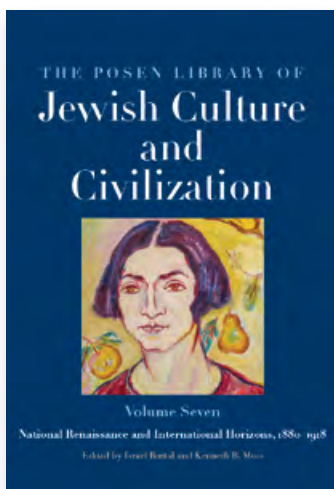
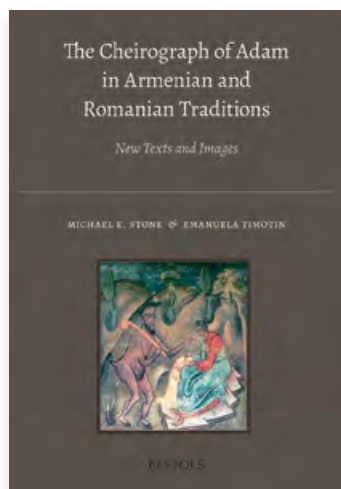
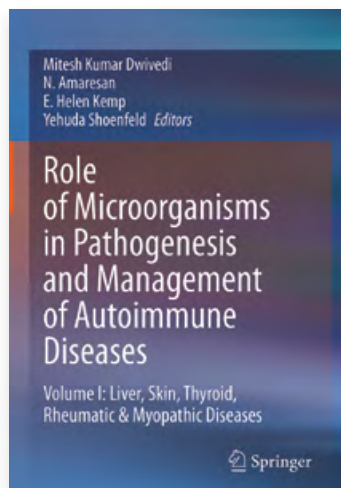
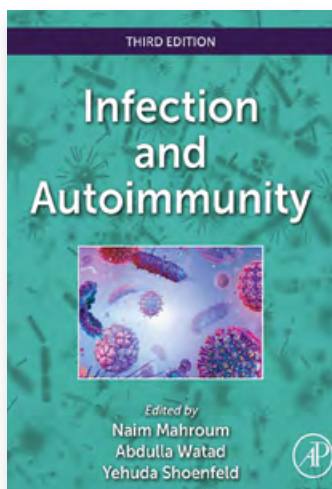
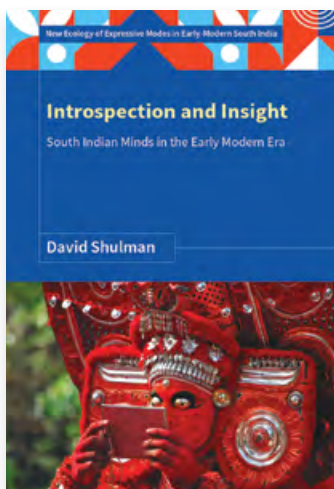
David Shulman, *Introspection and Insight: South Indian Minds in the Early Modern Era*, Delhi: Primus Publications, 2023.

Christina Maranci and **Michael E. Stone**, *Armenian Manuscripts of the David and Jemima Jeselsohn Collection*, Jerusalem: Magnes Press (forthcoming 2023).

Michael E. Stone and Emanuela Timotin, *The Cheirograph of Adam and Armenian and Romanian Traditions: New Texts and Images* (ECCC 1), Turnhout: Brepols, 2023.

Sarah Stroumsa, *Théologie et philosophie au temps des Almohades (XIIe siècle de l'Ère commune)* (Rabat: Académie du Royaume du Maroc, 2023).

Sarah Stroumsa, *Das Kaleidoskop der Convivencia: Denktraditionen des Mittelalters im Austausch zwischen Islam, Judentum und Christentum* [translated to German by Hinrich Biesterfeld (Blumenberg Vorlesungen 7; Freiburg: Herder, 2023)].



רשימת חברי האקדמיה תשפ"ד

החטיבה למדעי הטבע

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

החטיבה למדעי הרוח

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



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