



תמונת השער

מנורת ברונזה של סלודור דאלי מתנת האמן לנשיא
המדינה מוצבת בטרקלין משכן נשיאי ישראל
צילום השער: ששון תירם (וכן צילומים בעמ' 2, 17, 20-22, 26)

עריכה: אביטל בר
ייעוץ בעריכה: צופיה לסמן
עריכת לשון: אסתר גולדנברג

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

רחוב ז'בוטינסקי 43
כיכר אלברט איינשטיין, ירושלים 91040
טלפון 02-5676222 פקסימיליה 02-5676242
דואר אלקטרוני avital@academy.ac.il
אתר האינטרנט www.academy.ac.il

מועצת האקדמיה

פרופ' מנחם יערי (נשיא), פרופ' רות ארנון (סגנית הנשיא)
פרופ' אלכס לויצקי, פרופ' ב"ז קדר
פרופ' יעקב זיו, ד"ר מאיר צדוק

תוכן העניינים הרצאות החברים החדשים

- 2** נילי כהן
זיכרון ושכחה במשפט
- 8** אהרן צ'חנובר
הרס חלבוני הגוף: על הפרדוקס שבתלות החיים במוות
- 13** יוסף קפלן
הפילוסוף, הרב והמשמעת בבית הכנסת הספרדי באמסטרדם

מאמרים

- 17** גדי טאוב
בין חומר לרוח
- 23** יעקב זיו
מדיניות מדע בישראל

ידיעות בקצרה

- 26** מסורת בחנוכה בבית הנשיא
- 28** אירועים ופעילויות באקדמיה

בהוצאה לאור

- 32** פ"ד פור
דברים לרגל פרסומיה החדשים של ועדת הפאונה והפלורה
- 37** פרסומים אחרים

ספרים חדשים מאת חברי האקדמיה

רשימת חברי האקדמיה

עיצוב והפקה: אמיתי עיצוב והפקה



זיכרון ושכחה במשפט

מאת נילי כהן

הסיפור על פונס הזכרון הוא חלק מניסיונותיו של בורחס לבדוק את אופן קיומו של העולם ואת רשמי החושים והתודעה

שבאמצעותם אנו חווים אותו. בתוך אותם הניסיונות בורחס מספר סיפור אחר, "הדוח של דוקטור ברודי",¹ המביא את סיפורו של חוקר סקוטי אשר במסעותיו המחקריים נתקל בשבט הנקרא יאהו. לשבט זה כמעט אין זיכרון כלל. רופאי האילול של בני השבט הזה ניחנו בזיכרון זעום. הם יכולים לזכור בערב מה אירע באותו הבוקר או אף בערב הקודם. לעומת זאת הם יכולים לצפות בדיוק מרבי את העתיד, המתייחס אצלם לעשר או לחמש-עשרה הדקות הבאות. בורחס אינו מתפעל מן היכולת הזאת יתר על המידה. הוא מציין כי "מן הבחינה הפילוסופית הזיכרון הוא מעשה פלא לא פחות מניחוש העתיד".² מכל מקום, כיוון שבני שבט היאהו חסרי זיכרון, ההיסטוריה שלהם אינה מטילה עליהם כל צל. למעשה, אין היא חלק מעולמם. שיטת המשפט שלהם אינה מבוססת על הוכחה, טיעון, הנמקה. היש טעם להוכיח אירועים שאיש ממילא אינו זוכר?

מה אפשר להסיק מדברי בורחס? האומנם עולם בלא זיכרון עדיף מעולם שבו זוכרים כל פרט בלא הבחנה?

בורחס דוחה את שתי האפשרויות: את פונס הזכרון הוא מאבחן כמי שאינו מוכשר לחשוב, ואילו אל בני שבט היאהו הוא מתייחס כאל שבט תרבותי אלא שהתנוון במהלך השנים. בורחס אומר לנו מה שבעצם, כולנו יודעים: עולמנו יכול להיות מורכב מעבר ומעתיד אך במידה הראויה. עולם שכולו עבר נדון לכליה: פונס מת בן עשרים ואחת. העבר

בחיים של אדם, של ציבור, של אומה זיכרון הוא ערך מרכזי. כלום אפשר לחשוב על האקדמיה למדעים בלא זיכרון? כיצד היו חיינו נראים בלא זיכרון? ואולם הייתכן שזיכרון עלול לעתים להזיק? הייתכן שאנו זקוקים לעתים לשכחה? שאלות אלה ממלאות תפקיד מרכזי בדיונים על תודעה ועל הכרה אישית וקולקטיבית. הן גם ממלאות תפקיד בחיי כל אורגניזם. על פענוחו של המנגנון המשכיח חלקים מן התא – האוביקוויטין – זכו אברהם הרשקו ואהרן צ'חנובר בפרס נובל בכימיה. היש לשאלות האלה תפקיד במשפט?

הסופר הארגנטינאי המהולל, חתן פרס ירושלים, חורחה לואיס בורחס, כתב סיפור קצר בשם "פונס הזכרון".¹ גיבור הסיפור הוא פונס איש אורוגואי, אשר בעקבות נפילה מסוסו בהיותו בן תשע-עשרה מצא ששוב אין הוא יכול לשכוח דבר. ואלה דברי בורחס: פונס היה מבחין "בכל הזמורות והאשכולות והפירות המהווים סוכת גפנים... הוא ידע לשחזר את כל החלומות ואת כל מה שבין החלומות".²

צלו של פונס מרחף מעל כולנו. אנו, הפרטים ואנשי אקדמיה, מייחלים לזיכרון קדוש, שיאפשר לנו לאגור פרטים, ידע; שיסייע לנו לזכור וללמוד הכול ובקלות. ואולם אולי כדי שלא נתייסר יתר על המידה בא בורחס, ובסיום הסיפור אומר לנו שהוא חושש שפונס לא היה מוכשר ביותר לחשיבה. בעולמו הגדוש יותר מדי של פונס, אומר בורחס, לא היו אלא פרטים, כמעט מיידיים.³

סיפורו של פונס המתחיל כביכול כשיר תהילה לזיכרון, נעשה עד מהרה קינה על קללתו. עודף פרטים – העדר היכולת לסנן, העדר היכולת להבחין בין טפל לעיקר – מקשה עלינו להגיע לרעיונות, לכללים המאחדים. פונס הוא הדגמה לכובד הזיכרון, לסבל שקליטה חושית מלאה יכולה לגרום, לצורך במנגנון משכיח שיפעל במישור השכל והרגש.

¹ חורחה לואיס בורחס, בדיונות, תרגום מספרדית יורם ברונובסקי, תל אביב: הוצאת הקיבוץ המאוחד 1998, עמ' 102-102.

² שם, עמ' 99.

³ שם, עמ' 102.

⁴ חורחה לואיס בורחס, הדוח של דוקטור ברודי, תרגום מספרדית צבי וולובסקי וחיים פלג, תל אביב: ספרית פועלים 1976, עמ' 117-128.

⁵ שם, עמ' 124.

נאמר ברגעים שקדמו למתן ההלוואה. פונס היה יכול לתרום תרומה מכרעת להיסטוריה האישית של כל אחד ולהיסטוריה הקולקטיבית של כולנו. עם זאת ההליכים בבתי המשפט, שבלאו הכי מתמשכים, היו נמשכים ימים רבים ונעשים מתישים עוד יותר, שהרי פונס אינו מסוגל להבחין בין טפל לעיקר, וזיכרוננו חובק כל פרט בלא הבחנה. יתר על כן, הדיוק המתיש והשקיעה בפרטים היו מטשטשים את התמונה הכללית ואולי גם את הבנת העובדות שהביאו לידי מותו של אלמוני או להבדיל, לכריתתו של חוזה או לאי-כריתתו.

פונס ניצב בניגוד גמור לבני שבט היאהו, חסרי הזיכרון ונטולי העבר הפרטי והקולקטיבי, שבכל זאת מצליחים לקיים מערכת חברתית, ובכללה מערכת המשפט. ואולם מה הוא משפט בלי זיכרון? זיכרון חיוני למשפט לא רק לצורכי שחזור העבר לשם הרתעה ואולי גם נקמה אלא גם לצורך בניית תרבות הכוללת את הכללים, המנהגים, המסורות המעמידים את כללי המשפט. הזיכרון הזה הוא קולקטיבי, והוא בנוי בעיקרו מאוסף חקיקה ופסקי דין.

בדבריי אתמקד **בפסקי דין**. פסק דין הוא החלטה של בית משפט, והוא פועל בשני מישורים: המישור האחד הוא **הצדדים המתדיינים** – פסק הדין מכריע בסכסוך, הוא מחייב את הצדדים ואין לפתוח אותו מחדש; המישור האחר הוא **העולם כולו** – פסק הדין הוא הלכה הנעשית חלק מכללי המשפט של החברה הרלוונטית.¹⁰

בשיטת המשפט שלנו אומצה תורת התקדים המחייב (*stare decisis*)¹¹ שקלטנו אותה מן המשפט האנגלי.¹² מה שמחייב ונעשה חלק מכללי המשפט הוא אותו חלק של פסק הדין שהניע את השופט להחליט מה שהחליט, כלומר טעם הפסק

המכביד הכריעו. עולם בלא עבר אולי אינו בעייתי אך הוא דל, ריק ומנוון.

המתח בין עבר לעתיד הוא מתח מפרה ומחויב. הוא יוצר את תודעתנו הפרטית והקולקטיבית. הוא מנוע לשאיפותינו, להתפתחותנו. כיצד המתח הזה בא לידי ביטוי בעולם המשפט?

אחד התפקידים המרכזיים של בתי המשפט הוא לקבוע מה **היה**, והקביעה הזאת היא חלק חיוני של ההחלטה. בעניין זה השופט פועל כהיסטוריון (מן הזן הישן) על פי ציוויו של לאופולד פון רנקה: תפקידו לשחזר את הסיפור כמו שהיה (wie es eigentlich gewesen)⁶ באמצעות זיכרונם הפרטי של עדים וראיות אחרות. במשפט הפלילי יש להוכיח כי הנאשם רצח, גנב, מעל. במשפט האזרחי יש להוכיח כי נחתם הסכם בין רחל ללאה ולפיו רחל נותנת הלוואה ללאה. כל אלה הן מסקנות משפטיות המבוססות על עובדות. בניית העובדות מבוססת על שחזור העבר. כפרטים זיכרוננו לקוי:⁷ הזיכרון שלנו דל ומועט. אנו שוכחים מה שהיינו שמחים לזכור, וזוכרים מה שאולי היינו שמחים לשכוח. זיכרוננו של אחד אינו דומה לזיכרוננו של אחר, ואף שכמה אנשים יכולים להיות עדים לאותו האירוע, רישומו של האירוע על כל אחד מהם יכול להיות שונה לחלוטין, וראו סיפורו של ראשומון.⁸ אכן, פונס מעיד על עצמו שלפני התאונה שעשתה אותו לזכרן הוא היה **ככל האדם**, כלומר הביט ולא ראה, הקשיב ולא שמע.⁹

אילו היינו ניחנים בזיכרוננו האגדי של פונס, לא הייתה מתעוררת כל בעיה בנוגע לדיוק שבשחזור העבר: היינו יודעים בדיוק מה קרה לפני שפלוני ירה באלמוני או מה

⁶ אלעזר וינר, חשיבה היסטורית, א, תל-אביב: האוניברסיטה הפתוחה תשמ"ז, עמ' 12. כמובן, יש החולקים על עמדתו זו של פון רנקה בשאלה אם ייתכן לדעת איך היו פני הדברים באמת ואם אמנם זו מטרת ההיסטוריה. לפולמוס הזה ראו: P. Novick, *That Noble Dream*, Cambridge 1988; J.H. Applby, L. Hunt & M. Jacob, *Telling the Truth about History*, New York 1995; R.J. Evans, *In Defense of History*, London 1997.

⁷ על תעתועי הזיכרון ראו: דניאל ל' שכטר, שבעת החטאים של הזיכרון, תרגמה מאנגלית נועה בן-פורת, תל-אביב: אריה ניר הוצאה לאור בע"מ 2005. חטאי הזיכרון הנסקרים בספר הם: דעיכה, כלומר, איבוד הזיכרון או היטשטשותו; פיזור נפש, היינו נתק בין הקשב ובין הזיכרון; חסימת היכולת להגיע למאגר הזיכרון; ייחוס מוטעה של חוויה שנחווה בעבר והעתקתה לחוויה אחרת; השאה, כלומר זיכרון המושגל בתודעה בעזרת שאלות מנחות ורמזים; הטיה, כלומר עריכת זיכרון העבר על פי דעות ואמונות הווה; התמדה, היינו היזכרות כפייתית באירועים מטרדים מן העבר.

⁸ שולמית אלמוג, "ספרות לצד משפט – הודאה, תודעה, אמת", מחקרי משפט, יז (2001), עמ' 297, 316-319.

⁹ בורחס, בדיונות (לעיל, הערה 1), עמ' 99. על הקושי להגיע לחקר האמת הן בהיסטוריה הן במשפט ראו: חיים כהן, "דין אמת לאמיתו", גבורות לשמעון אגרנט, בעריכת רות גביון ומרדכי קרמניצר, ירושלים 1986, עמ' 35 ובייחוד עמ' 77-79.

¹⁰ אהרן ברק, "היצירה השיפוטית לסוגיה – פרשנות, השלמת חסר ופיתוח המשפט", הפרקליט, לט (1990), עמ' 267.

¹¹ גד טדסקי, "על הילכת התקדים המחייב", מחקרים במשפט ארצוני, ירושלים 1959, עמ' 92; Ronald H. Heiner, "Imperfect Decisions and the Law: On the Revolution of Legal Precedents and Rules", *Journal of Legal Studies*, 15 (1986), p. 227.

¹² לתחולת העיקרון במשפט האנגלי ראו: M.D.A. Freeman, *Lloyd's Introduction to Jurisprudence*, London 1994, pp. 1261-1263. בשיטה הקונטיננטלית, לפחות באופן היסטורי, אין מעמד מחייב להלכות של בתי משפט אלא רק כוח מנחה, ושם דווקא ניתן כוח רב לדוקטרינה, כלומר לפרשנויות החקיקה הבאות לידי ביטוי בכתביהם של מלומדי המשפט. להבחנה בין השיטות ראו: טדסקי, "על הילכת התקדים המחייב" (לעיל, הערה 11), עמ' 99-102, 111-112; יצחק אנגלרד, מבוא לתורת המשפט, ירושלים: יהלום 1991, עמ' 127.

כלפי תורת התקדים. האומנם עמדה זו משותפת לכול? היש טעם תבוני המצדיק את תורת התקדים? תורת התקדים זוכה בשנים האחרונות לעדנה מחודשת. מלומדי משפט מכיוונים שונים¹⁹ באים להצדיקה. שני טעמים מרכזיים עומדים ביסוד תורת התקדים: האחד תועלתני והאחר מוסרי. הכלל התועלתני מבוסס על שורת טעמי משנה, ואלה הם: הכרעת העבר, היוצרת כלל לאחר שנבדקה ההצדקה לו, היא כלי יעיל וזול ליצירת כללים מחייבים. ועוד זאת: הלכת התקדים המחייב מקדמת את הערך של ודאות המשפט: היא מקלה מראש את תכנון ההתנהגות, ובדיעבד היא מאפשרת לחזות מראש את תוצאות הדיון המשפטי. נוסף על כך הלכת התקדים מסייעת ליצירת עקיבות ברשת ההלכות של בתי המשפט ובזאת היא מבססת את אמינותה של הרשות השופטת. בקצרה, גם אם יש הסוברים שתקדים מסוים אינו נכון כדאי לפעול על פיו, כי מחיר הסטייה מתקדים עולה לאין ערוך על מחיר הדבקות בתקדים אפילו אין הוא מוצלח.²⁰ עד כאן ההנמקות התועלתניות. לצדן עומדת ההנמקה המוסרית, שעיקרה השוויון לפני החוק. משמעותו של עקרון השוויון לענייננו היא שכל מתדיין זכאי שיחולו עליו כללים דומים לכללים החלים על מתדיין אחר במקרה דומה. עם זאת שתי ההנמקות הללו מתעלמות מתרומת העבר שכוחה בעצם הוקרת המסורת, והן בוחנות את העבר רק מנקודת המבט של השפעתו התבונית על ההווה. אולם כלום העבר כשהוא לעצמו עשוי להצדיק את תורת התקדים? יש הגורסים שהתשובה חיובית.²¹

או ה-*ratio decidendi* השונה מאמרת האגב, ה-*obiter dictum*, שאין לה תוקף מחייב.¹³ נמצא אפוא כי בפעילותו השיפוטית בית המשפט מקשר עצמו אל העבר, פותר את הסכסוך בהווה ויוצר נורמה כללית לעתיד.¹⁴ ואולם בהלכת התקדים המחייב, המוחלת באופן פורמלי, טמונים קשיים: מדוע להיות כבול להלכה רק משום שנפסקה כך בעבר? מדוע להיות כבול להלכה שבית המשפט עשוי לסבור שהיא מוטעית?¹⁵ בקצרה, הלכת התקדים המחייב עשויה להיות דוגמה לשעבודו של ההווה לעבר. היא גם מנוגדת לאחד הרעיונות המרכזיים של המשפט, שהוא חתירה לאמת ולא רק האמת העובדתית אלא גם האמת המשפטית. במובן זה הלכת התקדים המחייב אינה עולה בקנה אחד עם תורות מדעיות אחרות: האומנם עלינו לקבל את הפיזיקה של קדמונינו, את תורות ההכרה הקדומות או את המתמטיקה של העבר? התשובה, כמובן, שלילית, וכבר הובס בספרו "לויתן" ציין כי במשפט, כמו בגאומטריה, רק חוקי התבונה ראויים לזכות לכבוד.¹⁶ ברוח זו ציין הולמס בחיבורו¹⁷ כי מקומם לחשוב שאין סיבה טובה להצדקת כלל משפטי יותר מן העובדה שנקבע בימיו של הנרי הרביעי. במילים אחרות, לפי עמדתו של הולמס, כדי שכלל משפטי יהיה בעל תוקף מחייב לא די שנפסק בעבר. כל אימת שמבקשים להחילו יש לבחון אותו מחדש, ורק אז, אם הוא מתאים לנסיבות החדשות, יינתן לו כוח מחייב. לפי הולמס, הצידוק לתחולתו המחייבת של כלל אינו העבר אלא ההווה: התאמתו לחול היום על הנסיבות הנוכחיות.¹⁸ מן הסקירה הקצרה הזאת אנו חשים רתיעה ושמא אף בזו

¹³ ג' טוסקי, "מימרת אגב – הלכה פסוקה?", הפרקליט, כ (1964), עמ' 99. לשאלה כיצד לקבוע מה הוא טעם הפסק ראו: Arthur L. Goodheart, "Determining the Ratio Decidendi of a Case", *Essays in Jurisprudence and the Common Law*, Oxford 1931; Joseph Raz, *The Authority of Law*, Oxford 1979, pp. 180–209. ואולם השאלה סבוכה, ויש הסבורים כי ההבחנה אינה נוהגת למעשה וראו: חיים כהן, "אוביטר ד"ל והגינות לא"י – בעקבות בג"צ 164/97 קונטרס בע"מ נ' משרד האוצר", משפטים, לא (2001), עמ' 415.

¹⁴ אהרן ברק, "חקיקה שיפוטית", מבחר כתבים, א, בעריכת חיים כהן ויצחק זמיר, ירושלים: נבו הוצאה לאור 2000, עמ' 821, 924.

¹⁵ לבעיית ההיצמדות להחלטות עבר של מקבלת החלטות בהקשר הכללי של תורת קבלת החלטות ראו: מיכל טמיר, "עלותו השקועה של התקדים", דין ודברים, א, אוניברסיטת חיפה 2004, עמ' 211, 226. מאמר מקיף ומעניין זה דן בבעיית התקדים בכללותה ובזיקה מיוחדת למשפט הישראלי.

¹⁶ Thomas Hobbes, *Leviathan*, ed. M. Oakeshott, Oxford 1946, pp. 21, 27 (1st edition 1651).

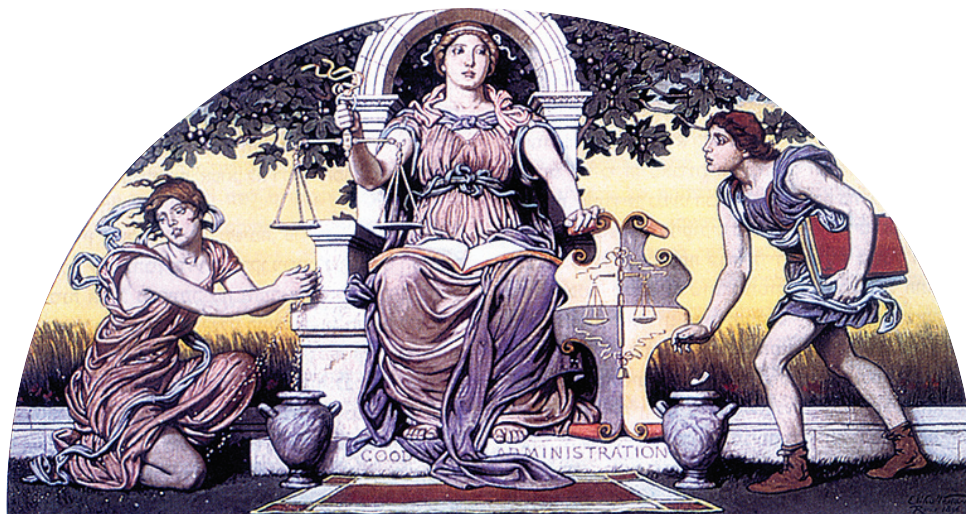
¹⁷ Oliver Wendell Holmes, "The Path of Law", *Collected Legal Papers*, 1920, pp. 167, 187.

¹⁸ Anthony Kronman, "Precedent and Tradition", *Yale Law Journal*, 99 (1990), pp. 1029, 1034–1035.

¹⁹ Frederic Shauer, "Precedent", *Stanford Law Review*, 39 (1987), p. 571; Earl Maltz, "The Nature of Precedent", *North Carolina Law Review*, 66 (1988), p. 367.

²⁰ Louis Kornhauser, "An Economic Perspective of Stare Decisis", *Chic-Kent Law Review*, 65 (1988), p. 63; Thomas R. Lee, "Stare Decisis in Economic Perspective: An Economic Analysis of the Supreme Court's Doctrine of Precedent", *North Carolina Law Review*, 78 (2000), p. 643.

²¹ קרונמן (לעיל, הערה 18), עמ' 1029, 1043–1047.



ציור: אליהו פדר (1896)

ואילו המשפטן מחויב בו?²⁵ התשובה היא שהמתמטיקאי והפיזיקאי חיים בממלכות שונות ממלכות עולם המשפט. המתמטיקאי חי בממלכת התבונה הטהורה, ואילו הפיזיקאי חי בממלכת הטבע. הטבע והתבונה הטהורה אינם כבולים לתובנות העבר. אמנם תובנות העבר יכולות לסייע למתמטיקאי ולפיזיקאי בפענוח סודות היקום והתבונה שעדיין לא התגלו, וידועה אמרתו של ניוטון לרוברט הוק, ולפיה אם היה יכול להרחיק ראות, היה זה משום שעמד על כתפיהם של ענקים.

אולם תובנות העבר כשהן לעצמן אינן יכולות לשעבד לא את הטבע ולא את המתמטיקה, שהרי כללי הטבע וההיגיון עצמאיים ומנותקים מעינו של מי שבוחן אותם. אכן, תובנות העבר לא שעבדו את ניוטון. הכללים החדשים שאותם חשף נעשו הכללים המחייבים במדע עד שבאה פרדיגמה חדשה ושינתה גם אותם. בקצרה, הציווי העליון של המדע הוא חקר האמת, ותובנות העבר כשהן לעצמן אינן הנחות עבודה מחייבות.

לעומת זאת המשפט אינו רק תורה מדעית לשמה. המשפט הוא כלי המיועד להגשים מטרה חברתית. המשפט נוצר בידי

המשפט הוא תרבות – כלומר התרבות נצברת של ידע, מחשבה, רעיון. הוא בבחינת בניין שנבנה בהדרגה, נדבך על גבי נדבך, אבן על גבי אבן, בידי בנאים שונים, שופטים שונים בתקופות שונות.²² ההלכות או פסקי הדין הם רכיב חיוני באבני היסוד שמהן המשפט מורכב. הם זיכרון העבר הקולקטיבי.

זיכרון העבר זקוק למנגנונים משמרים. השימור הוא השרשרת המחברת בין בני הדורות הקודמים לבני הדורות הבאים.²³ כל דור פועל כנאמן של קודמיו ושל הבאים אחריו. כך בשימור סביבתי וכך בשימור תרבותי. תרבות העבר – בענייננו: פסקי הדין של העבר – היא מתנה מן הדורות הקודמים לנו, ושימור העבר הוא לא רק הכרת טובה כלפי קודמינו אלא גם מסר לדורות הבאים: נוכל להאמין כי הדורות הבאים ישקדו על שימורה של המורשת השיפוטית רק אם נשכיל לשמור על מורשתם של קודמינו. עקרון התקדים הוא חלק מאותו מנגנון משמר, המאפשר למשפט לפעול כיצירה תרבותית וחברתית מתמשכת.²⁴

עדיין עומדת בעינה השאלה מדוע המתמטיקאי והפיזיקאי בהנחות העבודה שלהם משוחררים משעבוד לעבר,

²² ברק, "חקיקה שיפוטית" (לעיל, הערה 14) עמ' 924: "היצירה השיפוטית, כמו כתיבת ספר בהמשכים, היא פעולה מתמשכת. השופטים שכבר אינם מכהנים... כתבו את הפרקים הקודמים. השופטים בהווה כותבים את המשכה... תוך התבססות על העבר. הכל נכתב ברצף...".

²³ פרק א בפרקי אבות מדגים היטב את רעיון השרשרת ההלכתית הנמשכת ברצף בין הדורות ומחברת ביניהם: "משה קיבל תורה מסיני, ומסרה ליהושע, ויהושע לזקנים, וזקנים לנביאים, ונביאים מסרו לאנשי כנסת הגדולה", וכך עבדו דרך הזוגות וכלה ברבי שמעון בן גמליאל.

²⁴ זו הנמקתו של אנתוני קרונמן (לעיל, הערה 18), עמ' 1029, המבקש להדגיש כי מעבר לטעמים התועלתניים והמוסריים עומדים ביסוד המחויבות לתקדים כיבוד המסורת והוקרה לעבר כשהם לעצמם.

²⁵ קרונמן (לעיל, הערה 18), עמ' 1029, 1057-1064.

להשתחרר לעתים מתקדים. דבקות בהחלטה לא נכונה רק משום שכבר ניתנה עלולה להביא לידי בזבוז משאבים לריק ולפגיעה במתדיינים הקונקרטיים. הקושי להוסיף ולאמץ הלכה לא נכונה ולא יעילה עשוי להביא לידי התעלמות ממנה, כדי להימנע מן הצורך לבטלה בגלוי. טשטוש האמת באופן קבלת ההחלטות בבתי המשפט ודאי אינו מוסיף אמינות לרשות השופטת.

אם כן, כיצד אפשר לגרום שהעבר המשפטי, הנטוע לעתים בערכים אחרים, לא ישעבד את בני הדורות הבאים?

אחד האמצעים להימלט מכבליו של תקדים מחייב אך בעייתי הוא שיטת האבחון: מה שמחייב הוא אותו חלק של פסק הדין שהניע את השופט להחליט מה שהחליט. כאשר מבקשים לאבחן מציינים, למשל, עובדה מטריאלית חדשה שאינה קיימת בתקדים המחייב, המקורי. נתון זה מוביל למסקנה שאין מדובר במקרה דומה, ומכאן שאין הכרח שההלכה שתחול עליו תהיה זהה. עקרון השוויון, המונח ביסוד הכפיפות לתקדים, אינו חל כאשר המקרה שעליו מבקשים להחיל את התקדים הוא מקרה שונה. אפשרות אחרת היא למתוח את ההבחנה בין טעם הפסק ובין אמרת האגב באופן שמה שיחול על המקרה הנדון הוא דווקא אמרת האגב, שממילא אינה מחייבת.²⁷ ואולם תורת האבחון וכמוה גם מתיחת-יתר של אמרות האגב אינן מתמודדות במישרין עם הבעיה, שהרי הן מניחות מראש שהתקדים אינו תקדים לענייננו, כי אפשר לאבחנו או כי אין הוא כפוף למה שנפסק כאמרת אגב.

בסעיף 20 לחוק יסוד: השפיטה מצוי פתרון ישיר לבעיה.²⁸ החוק קובע כי הלכה של בית המשפט העליון מחייבת כל בית משפט, אך בית המשפט העליון עצמו אינו כבול לתקדימיו.²⁹ כלומר, תקדימיו של בית המשפט העליון מחייבים ערכאות נמוכות, אך בית המשפט עצמו יכול לסטות מהם מכל סיבה שהיא.³⁰ אפשר לדמות את מנגנוני ההשכחה האלה לאותו מנגנון הפועל בתא החי והמסמן את סילוק החלבונים

בני האדם כדי לאפשר להם חיים משותפים המבוססים על צדק והגינות. אמת היא אחת ממטרותיו של המשפט, אך אין זו המטרה היחידה. בצדה המשפט מבקש לכונן סדר ויציבות רצופים ונמשכים.²⁶ שיטת התקדים, המחייבת לכנס את פסיקת העבר ולפעול על פיה ברצף נמשך, יוצרת תשתית להגשמת סדר ויציבות חברתיים.

כלום בכך אמרנו כי המשפט כמוהו כפונס הזכרן? כלום המשפט מחויב לאגור את כלל פסקי הדין שנכתבו מעולם ולפעול על פיהם בלי יוצא מן הכלל?

כאן יש להבחין בין המשפט כתופעה תרבותית גרדא ובין המשפט כמערכת חברתית פעילה. ההיסטוריון המשפטי שיבוא לתעד את המשפט במאות הקודמות אולי ישמח אם יהיה מצויד בזיכרוננו של פונס, שיאפשר לו לשחזר את כללי העבר בדיוק מלא. אגב, כך גם ההיסטוריון של המתמטיקה או של הפיזיקה. אולם לא כך הדבר כשהמדובר בהנחות העבודה, בכללים המחייבים. מערכת חברתית, בדומה לכל מערכת אורגנית, אינה יכולה להיות סטטית. שימור התרבות המשפטית באמצעות תורת התקדים אין פירושו הקפאה. בכל גוף יש דינמיקה אינטנסיבית של הרס ובנייה, שבמהלכה יש לסלק את הרכיבים הפגומים שבו, לייצר חדשים תחתיהם, ובה בעת להשאיר את הלא-פגומים על כנם. תחזוקה ושיפוץ כרוכים לעתים בהריסה, לפחות חלקית של הקיים, כדי להוסיף ולשמור על הבניין כולו. אכן, גורלו של פונס הזכרן מלמד ששעבוד מלא לעבר מצמית ומדכא ומונע התפתחות ראויה. לפונס היה חסר מנגנון מוחק או משכיח, שהיה מאפשר לו להיפטר ממעמסות העבר לצורך המשך תקין ומאוזן של חיי. שלא כמו אצל בני שבט היאהו אל למנגנון זה להשכיח הכול או כמעט הכול. בלי זיכרון לא תוכל לצמוח תרבות של ממש, אבל דרוש מנגנון מוחק או מבטל, שיסייע לנו להשתחרר משעבוד מיותר לעבר, כדי לאפשר צמיחה לעתיד. כמו שצינו, דבקות בתקדים מושתתת על נימוקים תועלתניים ועל נימוקים מוסריים, וכמוה גם הצורך

²⁶ לדיון בערכיו הבסיסיים של המשפט ראו: מנחם אלון, "הדין, האמת, השלום והפשרה – על שלושה וארבעה עמודי המשפט והחברה", מחקרי משפט, יד (תשנ"ח), עמ' 269; אהרן ברק, "על משפט, שיפוט ואמת", משפטים, כז (1996), עמ' 11. לכללים ראיתיים החוסמים את הגשתן של ראיות שהיו עשויות לזרות אור על המקרה, כדי להגן על ערכים נעלים יותר ראו: נינה זלצמן, "אמת עובדתית" ואמת משפטית – מניעת מידע מבית המשפט לשם הגנה על ערכים חברתיים", עיוני משפט, כד (2001), עמ' 263. על יעדי של המשפט ראו: אהרן ברק, פרשנות במשפט, א: תורת הפרשנות הכללית, ירושלים: נבו הוצאה לאור 1992, עמ' 264-266.

²⁷ מובן מאליו שאם מדובר בערכאה גבוהה יותר, שממילא אינה מחויבת לתקדים, היא יכולה לבטלו. לטכניקות ההתחמקות ראו: טמיר (לעיל, הערה 15), עמ' 229-230.

²⁸ סח תשמ"ד 78.

²⁹ לפי אותו החוק, הלכה של בית משפט מחוזי רק מנחה את בית משפט השלום.

³⁰ לא נאמר בחוק כי בית המשפט מונחה על ידי הלכות שלו.



"Justitia Fragmented"
מאת: קורט פרנקשטיין
מתוך: The West Collection (1986)

פנינו לא היה אלא העתק של דורות עברו. ואילו היתה השכחה משתלטת בנו כליל – כלום היה עוד מקום לתרבות, למדע, להכרה עצמית, לחיי נפש? השמרנות האפלה רוצה ליטול מאתנו את כוח השכחה, והפסבדו-מהפכניות רואה בכל זכירת עבר את 'האויב' ... דור מחדש ויוצר איננו זורק אל גל האשפה את ירושת הדורות. הוא בוחן ובודק, מרחיק ומקרב.³²

תורת התקדים היא שדה מאבק משפטי בין זיכרון לשכחה, בין שמרנות למהפכנות.³³ תורת התקדים – אומר השופט ברק – היא ביטוי לחוב של כבוד שההווה חייב לעבר.³⁴ במקום זה, בהיכל המדע, שבו כולנו חייבים חוב לעבר, אסיים ואומר: נדמה לי שאפשר להבין את דבריו אלו של השופט אהרן ברק כפרפרזה על דבריו המצטנעים של ניוטון, פרפרזה האומרת שגם אם ייתכן לחולל שינויים מפליגים במשפט אין זה אלא משום שהעושים זאת נשענים על כתפיהם של ענקים.

המיועדים להריסה. יכולת הסטייה מתקדים מחייב היא האוביקטיביות של המשפט.

בית המשפט העליון סוטה מתקדימיו לא אחת. אך מהלך כזה מחייב הנמקה ושכנוע. לכן סטייה מתקדים נעשית בזהירות, ועצם הדבר שהלכה קודמת אינה נראית לשופט אינו סיבה לשינויה. בהתנגשות בין אמת ליציב, לעתים גובר ערך האמת ולעתים גובר ערך היציבות דווקא. "רק כאשר משקלם של השיקולים התומכים בדיון החדש עולה על משקלם של השיקולים התומכים בדיון הישן ובנזק שייגרם בשל עצם השינוי, יש מקום לסטות מתקדים קודם".³¹

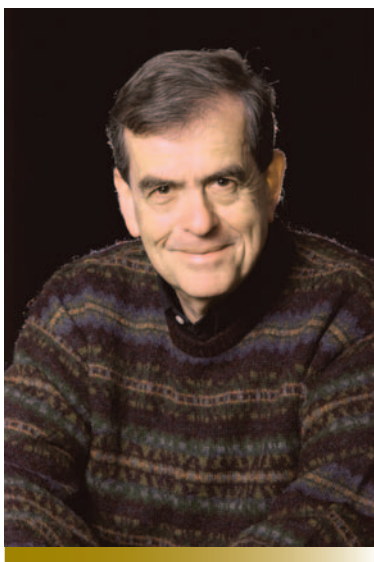
זיכרון וכמוהו שכחה הם שני כוחות שניתנו לנו, והם נאבקים ביניהם על עיצוב דמותנו כיחידים וכציבור. המאבק ביניהם אוניברסלי, והוא מתרחש, כמובן, לא רק בדמיונו של בורחס. בקיץ 34 אמר ברל כצנלסון כדברים האלה: "אילו לא היה לעולם אלא זיכרון, מה היה גורלנו? היינו כורעים תחת משא הזכרונות. היינו נעשים עבדים לזכרוננו ... קלסתר

³¹ אהרן ברק, "על משפט, שיפוט וערכי יסוד", מבחר כתבים, א, בעריכת חיים כהן ויצחק זמיר, ירושלים: נבו הוצאה לאור 2000, עמ' 733, המובאה מעמ' 737. לנטיית בית המשפט להיצמד לתקדימיו ולביקורת ראו: טמיר (לעיל, הערה 15), עמ' 249, הערה 177. בין השיקולים לסטייה מתקדים או לדבקות בו: מניעת עיוות דין, פגיעה בוודאות, שינוי חקיקתי, גיל ההלכה; ראו: טמיר, שם, עמ' 260-267.

³² כתבי ברל כצנלסון, במבחן, שיחות עם מדריכים, ו, הוצאת מפלגת פועלי ארץ-ישראל 1947, עמ' 389-390. תודתי לעמיתי פרופסור דן לאור על ההפניה.

³³ למתח בין מסורת לחידוש במשפט העברי ראו: אריה אדרי, "על סף בית המדרש – דילמות מן העבר ואתגרי ההווה", עיוני משפט, כז (2003), 193, עמ' 203-207.

³⁴ ברק, "על משפט, שיפוט וערכי יסוד" (לעיל, הערה 31), עמ' 737.



הרס חלבוני הגוף: על הפרדוקס שבתלות החיים במוות

מאת אהרן צ'חנובר

א	לכל, זמן; ועת לכל-זמן, תזות השמים.
ב	עת ללכת, ועת לבות;
	עת לטעת, ועת לעקור נטוע.
ו	עת לבקש, ועת לאבד,
	עת לשמור, ועת להשליך.
ז	עת לקרוע, ועת לתפור,

(קהלת ג)

כדברי שלמה המלך בקהלת, דבר בעולמו של הקב"ה איננו נצחי ורכיבי גופנו, ובכללם החלבונים, אינם יוצאים מן הכלל.

הקדמה

במצבי רעב (מושגים אלו לאו דווקא חופפים למושגים המוכרים לנו בהקשרם הגסטרונומי, וכך לילה, למשל, הוא זמן של רעב). לתחלופת החלבונים סיבות אחרות בעיקרן, והיא נובעת מן הצורך בבקרת איכות קפדנית – סילוק של חלבונים ש"התקלקלו" והחלפתם בחדשים וכן הרס חלבונים המבקרים תהליכים ביולוגיים, הרס המאפשר למתג תהליכים אלו ולשלוט בהם.

מי הם החלבונים וממה הם "עשויים"? החלבונים הם הרכיבים המבניים (המרכיבים את השריר, העצם והעור, למשל) והתפקודיים (האנזימים המזרזים את אלפי הראקציות הביוכימיות המתרחשות בגוף החי) העיקריים בגוף. הם גם הרכיבים המקשרים אותנו אל העולם החיצוני בהרכיבם את איברי החישה שלנו ובהעבירם את האותות מן הסביבה החיצונית אל המוח – אותות הראייה, השמיעה, הטעם והריח. החלבונים משמשים גם בתפקידי "העברת מטען" חשובים בגוף כהמוגלובין הדם, שהוא נשא החמצן

אדם קם בבוקר ומסתכל על עצמו במראה. הוא רואה אותם פנים ודמות שראה אתמול ומן הסתם יראה גם מחר, או שכך רק נדמה לו בעצם. למעשה, אין הוא בדיוק אותו אדם, שכן רכיבים רבים של גופו התחלפו – חלק ממולקולות גופו היום אינן זהות לאלה של אתמול, וחלק מאלה של המחר תהיינה גם הן חדשות. אף כי לכאורה גוף האדם וגופם של כל היצורים החיים, צמחים ובעלי חיים כאחד, יציב ושומר על צורה ומשקל קבועים פחות או יותר לפחות בטווח זמן של ימים וחודשים למעשה אין הדבר כך. רכיביו הכימיים של הגוף, בכל תא ותא, נתונים במצב תחלופה קבועה, יצירה ופירוק, תהליך המתרחש בלא הרף ובמהירות רבה. יש בגוף רכיבים המתחלפים בכל כמה דקות, אחרים בכל כמה שעות ויש המתחלפים אחת לכמה ימים. תהליך התחלופה חשוב מאין כמוהו, אך שונה בסיבותיו בנוגע לרכיבי הגוף השונים. תחלופת הסוכרים והשומנים נובעת בעיקר מצרכים אנרגטיים, אנו צוברים אותם במצבי שובע ומעכלים אותם

מות החלבונים ככורה חיים

כאמור, בכל תא יש אלפי חלבונים שונים, והם ממלאים בו את רוב תפקידי המפתח. והנה, אף שחלבונים נחשבים לאבני הבניין של התא, אין הם יציבים כמו שהיה מקום לצפות – לכל אחד מהם תוחלת חיים משלו, והיא נעה בין שעות מספר לדקות ספורות בלבד. תחלופת החלבונים בתא היא צורך חיוני ממדרגה ראשונה. חלבונים פגומים נוצרים בגוף בלא הרף. הטמפרטורה הגבוהה שאנו חיים בה (ראו לעיל), קרינת החמה ובעיקר הקרינה העל-סגולה, זיהום האוויר ורכיבי מזון למיניהם – כל אלה עלולים לפגום בחלבונים. פגיעה בהם עלולה לגרום להפרעה בתפקודם ולעתים אף להוציא את התא מכלל פעולה. אם כן, הכרחי שתהיה בתא מערכת המסוגלת לזהות את החלבונים הפגומים ולסלקם ביעילות, אך בה בעת להבחין ולשמר את אלה התקינים והמתפקדים. יש עוד מצבים שבהם פירוק החלבונים מואץ בהכרח. למשל, במצב רעב, לאחר שהגוף ניצל את כל מלאי הסוכר הזמין או במחלת הסכרת, כשהסוכר אינו זמין לתאים בגלל מחסור באינסולין. במצבים כאלה הגוף נאלץ לפרק חלבונים כדי לספק לעצמו את האנרגיה הדרושה. כאמור, פירוק חלבונים נדרש גם כדי לאפשר התרחשות תהליכים חיוניים. למשל, סילוק מתוזמן של משפעלי שעתוק הוא קריטי לבקרה על תהליכים חשובים בגוף כגון התגוננות מפני גורמים מחוללי מחלה, נגיפים וחיידקים, למשל. אף שכל תאי הגוף מכילים את מלוא המידע הגנטי, רובו אינו בא לידי ביטוי בכל תא ותא. הכבד, למשל, מבטא רק את החלבונים הדרושים לתפקודו, רקמת המוח – את אלה הדרושים לתפקודה, וכך שאר רקמות הגוף. ייחודיות הרקמה ברובה היא תוצאה של פעילות סלקטיבית של משפעלי השעתוק השונים בה. משפעלים אלו משמשים מתגי הפעלה והם המקנים לתאים את אופיים הייחודי לפי הגנים שהם מפעילים. משפעל שעתוק הוא עצמו חלבון המפעיל גן או גנים ייחודיים שהם חלק מרפרטואר ה-DNA בתאים, וכך כל רקמה תבטא, כאמור, רק את החלבונים הדרושים לתפקודה. באופן טיפוסי משפעל השעתוק נקשר ל-DNA המקודד לגן אחד או לקבוצת גנים ייחודיים וגורם לו (או לקבוצה) לשעתק את ה-RNA הייחודיים (ים) ומתוך כך מתורגמים (נוצרים ובאים לידי ביטוי) חלבון אחד או חלבונים מספר שגנים אלו אחראיים להם. משפעלי שעתוק אלו פעילים דרך קבע ברקמות ומקנים להן את אופיין הייחודי, אך הם פעילים גם באופן זמני, בעקבות אותות סגוליים (ספציפיים), ומבטאים תכונות ברקמות שאין צורך לבטאן כל העת, כגון ייצור נוגדנים או מתווכי דלקת סגוליים נגד גורם מחולל מחלה. עם ההתגברות על המזהם אין עוד צורך במשפעל השעתוק, ויש לסלקו. גם בתהליך חלוקת

המביאו מן הריאות לרקמות ההיקפיות, ובאגירת אנרגיה כחלבוני חלב האם.

החלבונים משולים למילים הבונות שפה. בספריית האדם כ-50,000 חלבונים שונים ולכל אחד מהם אלפי ומיליוני עותקים בתא, אשר תפקודם המתואם מאפשר את תפקודו התקין של התא ושל הגוף כולו. כל חלבון בנוי מיחידות יסוד, אותיות הקרויות חומצות אמיניות. ואולם שלא כמו מילות השפה המדוברת הבנויות מ-5-10 אותיות, מילת החלבון הממוצעת ארוכה הרבה יותר, והיא עשויה מכמה מאות חומצות אמיניות. יתר על כן, המילה הכתובה פרושה למישרין על הדף המודפס, ואילו מילת החלבון מקופלת במרחב קיפול מורכב, מוסדר ומוכתב על פי חוקים, קיפול החיוני לפעולתה. מבנה מורכב זה של החלבון, הנובע מאורכו ומקיפולו במרחב, הופך אותו לרגיש מאוד לשינויים, הן לשינויים בקיפול הן לשינויים כימיים בחומצות האמיניות המרכיבות אותו, שינויים אשר יגרמו לנטרולו, להוצאתו מכלל פעולה ולהפיכתו למיותר. שינויים אלו מושפעים מגורמים רבים מאוד. גורם אחד הוא הטמפרטורה הגבוהה יחסית שאנו חיים בה, 37°C . זו טמפרטורה שמצד אחד אפשרה התפתחות יצורים עילאיים שכן הקנתה מהירות ויעילות רבה לראקציות ביוכימיות חשובות. ואולם מן הצד האחר זו טמפרטורה גבולית מבחינת יכולתם של החלבונים להגן בה על מבנם המרחבי המורכב וכך לשמור על תפקודם. כידוע לכולנו, טווח הטמפרטורה שאנו מתקיימים בו דק כחוט השערה ומשתרע על פני תחום צר ביותר שבין 37°C , טמפרטורה שבה מתקיימים חיים מלאים ובריאים, ובין 42°C , טמפרטורה שבה חלבונים רבים וחשובים קורסים. תחום הביניים הצר (38°C - 41°C) הוא תחום של חולי. גורם אחר חשוב לפגיעה בחלבונים הוא ריכוז החמצן הגבוה יחסית באוויר שאנו חיים בו, 21%. שוב, באופן פרדוקסלי, מדובר בגורם שמן הסתם אפשר ניצול מרבי של מקורות אנרגיה וכך אפשר התפתחות מערכות ביולוגיות מורכבות, אך גם הוא מצוי בריכוז גבולי גבוה הגורם לחמצון חלבונים ולנטרולם. מכל אלה ברור כי חלבוני הגוף נפגמים כל העת ויש צורך לסלקם ולהחליפם באופן רציף באחרים, חדשים ומתפקדים. באותה העת יש לשמר את החלבונים השלמים והמתפקדים. עוד סיבה חשובה לסילוק חלבונים היא הצורך לשלוט שליטה קפדנית בתהליכים ביולוגיים. חלבונים רבים משמשים בקרי תהליכים, וסילוקם המבוקר יעצור את התהליך אם הם משמשים זרזים לו או יזרזו אם הם מעכבים אותו.

שאלת מפתח מרכזית היא אפוא זהות המנגנון המוציא אל הפועל את פירוק החלבונים ודרך פעולתו, תהליך שמבחינת צרכיו נראה בעל ייחודיות גבוהה.

המוציא להורג הנאור שיועד להבחין בתא בין חלבון שדינו להתפרק בזמן מסוים ובין חלבון שמועמד להתפרק בזמן אחר ולהבדיל ביניהם ובין חלבון שאינו נידון למוות? במערכות פירוק חלבונים אחרות, כגון זו שבמעיי, אין כל בררנות, וכל חלבון מפורק על ידי האנזימים המפרקים – הפרוטאזות, מיד עם ה"מפגש" ביניהם בחלל צינור המעי. בתא המצב בהכרח שונה: המפגשים בין ה"כריש" (הפרוטאזה) ל"טרפר" (החלבון המיועד להרס) מעטים ומתרחשים באופן בררני ולא אקראי, ורק חלקם מסתיימים בהרס החלבון. לכן יש בהכרח "גדר הפרדה", מעין "מחסום", בין השניים. שנים רבות חשבו החוקרים כי הליזוזום, אותו איברון תוך-תאי המוקף בקרום (ממברנה) והעתיר בפרוטאזות הוא המעכל חלבונים תוך-תאיים. הקרום המפריד הוא ה"גדר" בין האנזימים המעכלים ובין "טרפרם": לא נותר אלא להסביר כיצד חוצה החלבון המיועד לפירוק את ה"גדר" ומגיע אל החלל הפנימי של הליזוזום שבו הוא מעוכל. נמצאו הסברים לרוב למנגנון הגעת החלבון אל האנזימים המעכלים אותו אלא שדא-עקא, אף לא אחד נתן מענה לשאלת הבררנות, ועדויות ניסיוניות רבות שללו לבסוף תפקיד מכריע לליזוזום בפירוק חלבונים תוך-תאיים והשאירו פתוחה את בעיית זיהוי המערכת. גילוי מערכת האוביקוויטין הביא בעיה זו אל פתרונה.

במרכזה של מערכת זו חלבון קטן, ושמו אוביקוויטין (ubiquitin), הממלא את התפקיד המרכזי בתהליך "חיסול" החלבונים – הוא "תג המוות" של החלבונים ש"גורלם נחרץ". החלבון הזה מוצמד – בתיווך של שרשרת ראקציות מורכבת ומתוך תלות באנרגיה – לחלבונים המיועדים לפירוק ומסמנם להרס בידי מכלול חלבוני מפרק (הפרוטאזום 26S) שאיננו מכיר חלבונים "ערומים" אלא רק כאלה שסומנו קודם לכן על ידי האוביקוויטין כמיועדים לפירוק. הסימון הזה הוא ה"גדר" שעל החלבון לדלג מעליה כדי להיות מפורק. ראקציית הסימון מתרחשת כמה פעמים זו אחר זו ובמהלכה נצמדות זו לזו כמה מולקולות אוביקוויטין לבניית שרשרת רב-אוביקוויטין שהפרוטאזום מזהה. בעת פירוק חלבון המטרה על ידי הפרוטאזום משתחררות ממנו מולקולות האוביקוויטין וחוזרות למאגר התאי לשימוש חוזר. פענוח תהליך הצימוד הביא גם לפענוח חידה "עתיקת יומין" בשטח חקר פירוק החלבונים, והיא הזדקקותו של התהליך לאנרגיה מטבולית. הדרישה לאנרגיה היא פרדוקסלית מבחינה תרמודינמית, שכן מדוע להשקיע אנרגיה בהליך של פירוק מולקולה עתירת אנרגיה כחלבון, תהליך שאנו אמורים לקבל בו אנרגיה ולא להשקיעה. הסיבה הטלאולוגית לפחות היא הצורך בבקרה הדוקה על התהליך המתרחש בתא, בקרה המושגת באמצעות השקעת אנרגיה. בלי השקעה זו אילו היה התהליך ספונטני ודומה לתהליך המתרחש במערכת

התא מעורב פירוק בררני של חלבונים, רובם מעכבי התהליך. תאי גוף רבים מתחלקים באורח קבוע – תאי העור, התאים יוצרי השער, התאים המרפדים את מערכת העיכול ותאי מח העצם יוצרי הדם. לעומתם תאים אחרים ובהם תאי השריר, תאי רקמת השומן ותאי המוח במבוגר אינם מתחלקים כלל. כדי שתהליך החלוקה יצא אל הפועל בזמן ובמקום הנכונים, דרוש סילוק חלבונים מעכבי חלוקה שיהיה בנקודת זמן מדויקת ומתוזמנת לאורך תהליך החלוקה. לפיכך סילוקם המתוכנן של מתגים אלו האחראיים ל"הדלקת" תהליכים שונים או ל"כיבויים" הוא תפקיד חשוב שאמורה למלא מערכת בררנית וייחודית להרס חלבונים. הפעלת משפעלי שעתוק שלא בזמן הנכון המלווה בביטוי פתולוגי של תכונות ברקמות בזמן הלא נכון או הפרעה לחלוקת התא עקב תזמון לא נכון של שיעון החלוקה עומדים בבסיסו של תהליך ההתמרה הממאירה.

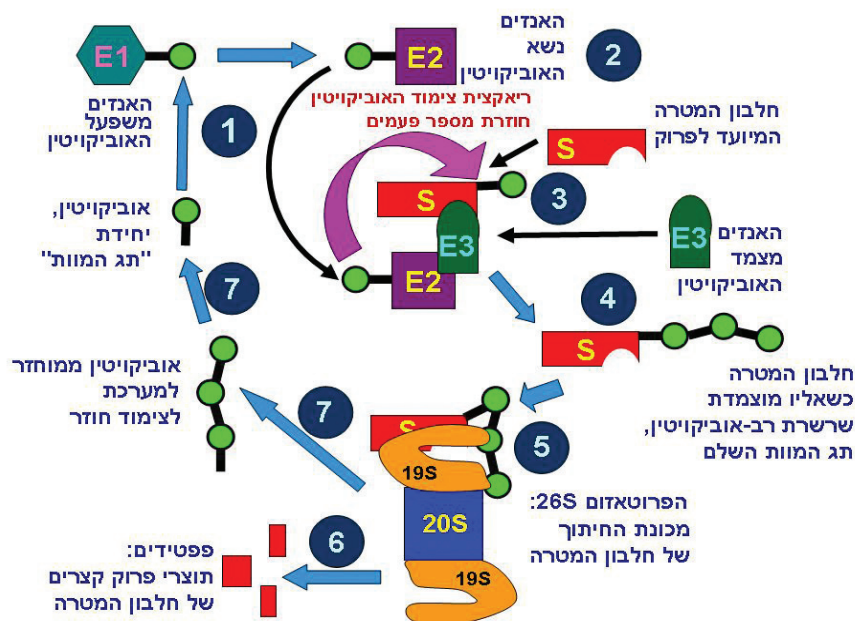
למשל, אחד המנגנונים החשובים ביותר בגוף להגנה מפני סרטן הוא תכונתו לדכא התמרה ממאירה. תכונה זו מתווכת על ידי קבוצת חלבונים הקרויים "דכאני התמרה", שהחשוב והנחקר ביותר שבהם הוא p53. חלבונים אלו משמשים בקרי נזק הקורה לחומר הגנטי, ה-DNA, ועם התרחשותו מנסים לתקנו, כדי למנוע התמרה סרטנית של התא. אם הנזק כבד ובלתי הפיך, הם משרים תהליך של מוות תאי מתוכנן (אפופטוסיס), ובעצם מוציאים להורג את התא הסרטני. כל התהליכים הללו דורשים זירוז או עיכוב בררני של מערכת פירוק החלבונים: כאשר נוצר נזק, עולה רמתו של החלבון מדכא הסרטן ופירוקו מתעכב, וכך הוא יכול לתפקד ולסייע בתיווך הנזק. עם תיווך הנזק בתא פירוקו של החלבון מזוהז ומתו בתא יורדת במהירות. אנזימים המשתתפים בתהליכים חיוניים בתא גם הם חייבים לעבור פירוק מבוקר ברגע מסוים וכך לווסת את הנתיב שהם אחראים לו. כך, למשל, האנזים אורניטין-דקרבוקסילז, ODC, המעורב ביצירת חומצות גרעין. רמתו מווסתת במידה רבה את קצב יצירת אבני היסוד של ה-DNA, הבסיסים הנוקליאוטידיים, וכך יש לו השפעה על יצירת ה-DNA בתא: כאשר סינתזת ה-DNA בשיאה רמת האנזים עולה, וכאשר הוא מסיים את תפקידו הוא מתפרק במהירות. היכולת לייצר בתאים מסוימים אנזימים או חלבונים למיניהם וברגע מסוים לפרקם היא המאפשרת לגופנו להסתגל למצבים משתנים.

האוביקוויטין – חלבון "תג המוות"

פירוק חלבונים בתוך התא חייב להיות תהליך סגולי ובררני. החלבונים המיועדים לסילוק נבחרים בקפידה ועוברים תהליך פירוק זהיר ומתואם היטב עם שאר פעילויות התא. מי הוא

בנקודת זמן מסוימת במהלך מחזור חיי התא ואחרים רק בעקבות גירוי חוץ-תאי ייחודי? לא לכל השאלות הללו נמצאה עד היום תשובה. אולם ברור שאנזימי ה-E3 מכירים את חלבוני המטרה המיועדים לפירוק באמצעות סמני פירוק ייחודיים המצויים על פני חלבוני המטרה. חלק מן החלבונים מוכרים באמצעות סמנים ראשוניים, למשל חומצת האמינו הממוקמת בקצה החלבון ומשמשת סימן לקשירה ישירה של חלבון ה-E3. חלבונים רבים אחרים חייבים לעבור שינוי אחר-תרגומי, למשל, קישור של שיירי חומצה זרחתית או להתחבר לחלבונים אחרים כחלבוני עקת חום (חלבוני עזר) כדי שאנזים ה-E3 הייחודי להם יכיר אותם. פענוח המבנה הגבישי של הפרוטאזום בשמרים הביא לידי פריצת דרך בהבנת מנגנון פעולתו של מכלול ענקי זה. הוא בנוי מתת-יחידות רבות המקנות לו מבנה דמוי גליל שבלבתו נמצא החלק המפרק ומשני קצותיו נמצאות תת-יחידות הבקרה, האחראיות להכרת שרשרת הרב-אוביקוויטין.

כיצד החלבון המיועד לחיסול נכנס אל תוך המבנה הגלילי וכיצד יוצאים משם תוצרי הפירוק? על כך עדיין אין תשובה ברורה, אך ברור הוא כי על גליל הפרוטאזום להיפתח כדי לאפשר חדירה של שרשרת החלבון אל אתרי הפירוק. גם החלבון המיועד לפירוק צריך ל"היפתח" ו"להיפרש" כדי לאפשר את כניסתו לחלל הפרוטאזום. שני התהליכים הללו דורשים מן הסתם אנרגיה, המקנה לתהליך עוד "שכבה" של בקרה. כאמור, בסופו של התהליך מולקולות האוביקוויטין משתחררות למאגר התא. שלב זה חשוב לא רק למחזור מולקולות האוביקוויטין לצורך סימון עוד חלבונים המיועדים לפירוק אלא גם לתיקון שרשרות אלו והתאמתן לאורך הדרוש להכרה אופטימלית על ידי הפרוטאזום, וכן להסרתן מחלבונים שסומנו בטעות ואינם מיועדים להשמדה. מערכת האוביקוויטין-פרוטאזום מתוארת בציור 1.



ציור 1: מערכת האוביקוויטין להרס חלבונים

מולקולת האוביקוויטין, שהיא היחידה המרכיבה את "תג המוות", משתפעלת על ידי האנזים משפעל האוביקוויטין, E1 (שלב 1). לאחר מכן המולקולה המשופעלת מועברת לאנזים שני, האנזים נושא האוביקוויטין, E2 (שלב 2), ראקציה שבעקבותיה היא מצומדת לחלבון המטרה, S (שלב 3). חלבון המטרה, כדי שיהיה מצומד על ידי אוביקוויטין, חייב להיות קשור באופן ייחודי לאנזים שלישי, האנזים מצמיד האוביקוויטין, E3. צימוד מולקולת האוביקוויטין הראשונה מלווה לאחר מכן בצימוד מולקולות רבות של אוביקוויטין זו לזו באופן שמוקלות אוביקוויטין שנייה נצמדת לראשונה, השלישית לשנייה, וכן הלאה וכן הלאה. בסופה של סדרת ראקציות זו נוצר על חלבון המטרה "תג המוות" השלם, שרשרת רב-אוביקוויטין (שלב 4). את הסמן הזה האנזים המפרק, הפרוטאזום 26S, מכיר, נקשר אליו (שלב 5), ועקב כך חלבון המטרה מתפרק לתוצרים קצרים, פפטידים (שלב 6) מתוך מחזור של אוביקוויטין (שלב 7) לשימוש חוזר, צימוד וסימון ל"מוות" של מולקולות חלבוני מטרה נוספות.

העיכול, למשל, לא היה התא יכול להתקיים כלל והיה נהרס. אם כן, מדובר במערכת פירוק יעילה ומדויקת ומשתתפים בה אנזימים רבים המתואמים בפעולתם ומתוזמנים היטב. הצמדת האוביקוויטין לחלבון מתרחשת בתהליך תלת-שלבי: בתחילה מתרחש שפעול תלוי-אנרגיה של אוביקוויטין על ידי האנזים משפעל האוביקוויטין, E1. לאחר השפעול, נוסף עוד אנזים לתמונה – האנזים נושא האוביקוויטין, E2, המעביר מולקולת אוביקוויטין מ-E1 לאנזים שלישי, E3. E3 הקרוי גם האנזים מצמיד האוביקוויטין, מצמיד את מולקולת האוביקוויטין המשופעלת לחלבון המטרה ולאחר מכן מולקולות אוביקוויטין נוספות זו לזו. מה הוא המנגנון הקובע את הסגוליות והבררנות של המערכת? מדוע חלבונים מסוימים יציבים מאוד ואילו אחרים קצרי חיים? מדוע חלבונים מסוימים מתפרקים

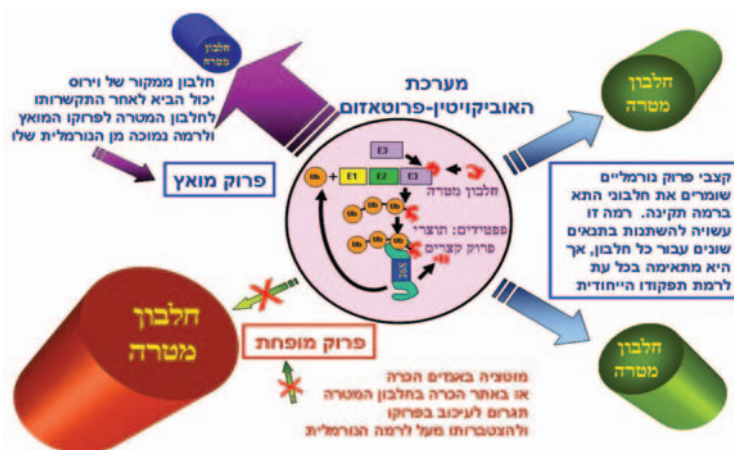
מעכב חלוקת התא p27 תואר בממאיריות רבות. זאת, ככל הנראה, בשל סילוק "בלם" חשוב של תהליך החלוקה והאצת התהליך בלא בקרה, האצה העומדת ביסוד התהליך הממאיר. באופן דומה, סילוק מואץ של דכאן ההתמרה p53 יביא אף הוא להתמרה ממאירה של התאים שהוא סולק מהם משום שחלבון זה משמש "מגן" מפני מוטציות בחומר התורשתי, ה-DNA, ועם סילוקו על ידי פירוק מואץ מוסרת ההגנה הזאת מן התאים. מעורבות מערכת האוביקוויטין בפיתוגנה של מחלות מתוארת בציור 2.

פיתוח תרופות

ההתקדמות הרבה שהושגה בהבנת מעורבות מערכת פירוק החלבונים התלויה באוביקוויטין בבקרת תהליכי התא הביאה בעקבותיה לידי הבנת מחלות רבות הנובעות מהפרעה במערכת ומתוך כך גם לכניסתן של חברות תרופות למחקר ולפיתוח בנושא. תרופה ראשונה כבר מצויה בשוק לאחר שאישרה אותה רשות התרופות האמריקנית (FDA) Federal Drug Agency. מדובר במעכב כללי של הפרוטאזום, הקרוי Velcade (או Bortezomib או PS-341), והוא יעיל בטיפול במחלת Multiple Myeloma, מחלה ממארת של מח העצם שבה קיימת התרבות בלתי נשלטת של תא בודד במערכת החיסונית. מנגנון פעולת התרופה לא ברור, אך משערים שפעולתה משרה מוות תאי מתוכנת בתאים הממאירים על ידי עיכוב מערכת האוביקוויטין ועיכוב הפירוק של חלבוני מערכת החיסון שמייצר התא הממאיר. חלבונים אלו פגומים בחלקם, וסילוקם הכרחי כדי לאפשר לתא להמשיך בחלוקתו הממארת. הצטברות חלבונים אלו בגלל עיכוב המערכת גורמת למות התא. מדובר, כאמור, בדור ראשון של תרופות חסרות ייחודיות. אנו צופים שבעתיד יפותחו תרופות ייחודיות הרבה יותר שתעכבנה באופן סלקטיבי אנזימי הצמדה ויהיו להן אפוא תופעות לוואי מזעריות, שלא כמו הטיפול הקרינתי והכימותרפי המשמשים היום באונקולוגיה. יתר על כן, התקווה היא שמערכת האוביקוויטין תשמש פלטפורמה רחבה לפיתוח תרופות לא רק נגד ממאירויות אלא גם נגד מחלות רבות אחרות שמערכת זו מעורבת בהן, כגון מחלות ניווניות של המוח והפרעות דלקתיות כרוניות.

מערכת האוביקוויטין ומחלות האדם

מעורבות מערכת האוביקוויטין בבקרת פירוק מגוון רחב כל כך של חלבונים, ובשל כך בבקרת תהליכים בסיסיים רבים כל כך בתא, מסבירה מדוע לסטייה או לתקלה בה עלולות להיות ההשפעות רבות על פעילות התא. לכן לא מפתיע שהפרעות אלו מתבטאות לעתים גם במחלות – תורשתיות ונרכשות כאחת. יש להניח כי חלק מן ההפרעות אינן מגיעות לידי ביטוי במחלות, שכן הן מסתיימות במוות העובר. המצבים הפתולוגיים יכולים להתאפיין או בעיכוב פעילות המערכת או בזירוז. אבדן פעילות עלול להתרחש, למשל, בגלל מוטציה באנזים או בחלבון מטרה שהוא פועל עליו. מוטציה בחלבון המיועד לפירוק באזור הנקשר ל-E3 מונעת את הצמדת "סמן המוות" לאותו החלבון, וכך נמנע פירוקו על ידי הפרוטאזום. חלבון זה מצטבר ועלול לגרום לנזק אם בשל פעילות-יתר שלו אם בשל רעילותו שלא דווקא קשורה לפעילותו. כך מוטציה באנזים E3-E6-AP, שהוא אנזים מצמיד אוביקוויטין, גורמת להצטברות חלבון המטרה שלו, אשר עדיין לא זוהה והמביא, ייתכן בשל רעילותו, לידי תסמונת עצבית קשה, תסמונת Angelman, המאופיינת בפיגור שכלי קשה ובהפרעות תנועתיות מלידה. מצבים פתולוגיים יכולים להתאפיין גם בפעילות-יתר של המערכת, הגורמת לעלייה בקצב הפירוק. סילוק מואץ של



ציור 2: מערכת האוביקוויטין ומנגנוני מחלות

כאשר מערכת האוביקוויטין (מרכז התמונה וכן ציור 1) פועלת כתקנה, חלבוני התא נשמרים ברמה תקינה (צד ימין, עליון ותחתון). רמה זו איננה חייבת להיות קבועה: שינויים ברמת החלבונים מתרחשים בתא בכל מיני נתונים, למשל, כאשר נדרש סילוקו של חלבון פגום או כאשר נדרשת שליטה בתהליך ביולוגי באמצעות "כיבוי" חלבון ממתג (ראו טקסט). תקלה במערכת האוביקוויטין עלולה להתרחש באחד משני מקרים: (א) כאשר פירוקו של חלבון מואץ (פינה שמאלית עליונה) ורמתו יורדת אל מתחת לנורמה או (ב) כאשר פירוקו של חלבון מואט והוא מצטבר (פינה שמאלית תחתונה). במחלת הסרטן פירוק מזוור של דכאן התמרה (כמו p53) או תת-פירוק של חלבון מעורר התמרה (כמו הקולטן לגורם גדול האפידרמיס, ה-EGFR) (Epidermal Growth Factor Receptor), עלולים להסתיים בממאירות.



הפילוסוף, הרב והמשמעת בבית הכנסת הספרדי באמסטרדם

מאת יוסף קפלן

ראויים למקום תפילה. היו מבקרים שאף הביעו השתאות לנוכח תופעות של איסור וקלות דעת בזמן הפולחן. האנגלי סר ויליאם בררטון, לדוגמה, שביקר באחד מבתי התפילה הספרדיים באמסטרדם בשנת 1634, ציין כי "בבית כנסת זה אין שום סדר ואין בו לא אדיקות ולא דבקות; הרבה זמן הם (המתפללים) מבלים בשירה ובדיבורים". אנגלי אחר, פיליפ סקיפון, שהתפעל כל כך מריח הבושם שנדף, לדבריו, מציבור היהודים הספרדים בבית הכנסת, רשם ביומנו בשנת 1663 כי המתפללים מתרשלים בפולחנם ו"מרביתם בשיחה ובצחוק עם נוכרים בזמן התפילה". אפילו הדיפלומט האיטלקי גרגוריו לטי, שיצא מגדרו בדברי השבח שהשמיע על העילית החברתית של הקהילה הספרדית על שום נימוסיה וגיונוניה, לא הסתיר את סלידתו מצורת תפילתם: "איני רואה שום הבדל בין הצורה שבה הם סוחרים בבורסה ובין הדרך שבה הם מתפללים בבית הכנסת".

קברניטי הקהילה הספרדית היו ערים מאוד לסקרנות שעוררה קהילתם וחשו עצמם חשופים למבטים הבוחנים של הנוצרים הרבים אשר ביקרו בהיכלם, שהיה לאתר תיירות מבוקש. הם השקיעו מאמצים רבים כדי להנהיג בו אווירה של כובד ראש, וביטויי ההסתייגות שהשמיעו מבקרים נוצרים בנוגע להתנהגות בלתי ראויה למקום תפילה מצאו אוזן קשבת אצל העילית החברתית הספרדית ששלטה בקהילה ביד רמה וביקשה לחולל בה שידוד מערכות תרבות.

במחצית השנייה של המאה השבע-עשרה דרך כוכבם של נגידי העדה הספרדית ברפובליקה ההולנדית ואחדים מהם אף זכו לתפקידים דיפלומטיים ומדיניים. חרונימו נונס דה

הפילוסוף דניס דידרו, האנציקלופדיסט הצרפתי הנודע, תיאר בחיבור שכתב על מסעו בהולנד בתחילת שנות השבעים של המאה השמונה-עשרה את רשמיו מהביקור שערך ב-Esnoga, היכלם המפואר של היהודים הספרדים באמסטרדם. מבין השורות מבצבצות הן הסתייגות של איש-הנאורות מהתנהגותם הקלוקלת של המתפללים הן ביקורת עוקצנית על פולחנם הנלעג: "אלה שרים מתוך אחד מספרי הביבליה ואלה מתוך ספר אחר; אלה חוזרים על פסוק מסוים ואלה חוזרים על הפסוק שלפניו או שאחריו... (והנשארים בבית הכנסת לאחר סיום התפילה) מפטטים על עסקים, על פרקמטיה ועל סדקית, וזה גרם לי להרגיש כאילו נמצאתי באחת הכנסיות (הנוצריות) שלנו". על פי הכתוב באחת מגרסאות החיבור, דידרו הקשה על הרב שנכח במקום: "כיצד תיתכן התנהגות מחפירה ובלתי מכובדת כל כך... במשכנו של אלוהים?" הערות ביקורתיות מסוג זה אינן יוצאות דופן ביומנים של תיירים נוכרים שביקרו בבתי הכנסת הספרדיים באמסטרדם במאות השבע-עשרה והשמונה-עשרה. מבקרים אלו הגיעו לעתים מארצות שבהן היהדות הייתה אסורה, ולכן לא נזדמן להם לראות קודם לכן פולחן יהודי במו עיניהם. היהודים הספרדים-הפורטוגלים שברפובליקה ההולנדית עוררו סקרנות רבה הן על שום הפאר שאפיין את אורח החיים של העשירים המופלגים שבהם הן על שום הילת המסתורין שעטפה את הציבור הזה, שהיה מורכב בעיקרו מאנוסים שחזרו אל הדת היהודית לאחר שנמלטו מארצות האינקוויזיציה. ואולם ההוויה בבית הכנסת הייתה זרה למבקר הנוכרי המצוי, ורבים ממנהגי הפולחן היהודי היו בעיניו חסרי עידון, נטולי צורה ובלתי

את מה שבעיניהם הפריד בינה ובין הגילויים הוולגריים של ההמון היהודי. הגרסה התרבותית שביקשו להנחיל לבני עדתם כונתה בפייהם *bom judesmo*, "יהדות ראווה", והייתה אמורה לשים חיץ בינם ובין חוסר ההידור וחוסר הנימוסים שאפיינו, לדעתם, את אורח החיים של היהודים האשכנזים. רבני הקהילה נרתמו אף הם לפרויקט התרבותי הזה, וחלק הארי של הסכמות הקהילה נועדו לפקח על קיום "היהדות הראווה", בייחוד במקומות שבהם נחשפו היהודים הספרדים לפני משקיפים נוכרים. כמה תקנות מתייחסות במפורש לרושם שמעשים מסוימים עלולים לעורר בלב התייר הנוצרי המבקר בבית הכנסת בזמן התפילה. מעל בימת ה־Esnoga בראש חודש אדר שנת ת' (24 בפברואר 1640) הם קראו תקנה שאסרה הכאה בפטישים בבית הכנסת בזמן קריאת המגילה בפורים, כי "זו התנהגות המתאימה לברברים יותר מלאנשי נימוסים" (*que mais parece acsão de barbaros que de gente política*). הביטוי הזה – *gente política* – אנשי נימוסים היה נפוץ מאוד בשיח החברתי של בני הקהילה וגילם את האידאל התרבותי שלהם ואת התהליך התרבותי שביקשו לחולל בקרב "האומה היהודית הספרדית-פורטוגלית". כעבור חמש שנים הוקיעו הפרנסים במילים חריפות את אלה שנהגו לצאת מבית הכנסת בזמן הדרשה או קריאת התורה, "כי נוסף על כך שיש [במעשיהם] משום מיעוט אדיקות ופגיעה בעבודת ה' הם גם מעוררים טרוניה גדולה בקרבנו ובקרב הגויים". בסיון תט"ו (אמצע יולי 1655), בימים שגבר גל הפליטים היהודים מפולין ומליטא, שברחו מן הפורענויות שהנחיתה עליהם הפלישה השוודית, אסרו הפרנסים על חברי הקהילה הספרדית ליטול טבק מיהודים פולנים כדי להריחו בבית הכנסת. לדעתם, בהתנהגות זו הם עוררו "טרוניה גדולה לא רק בקרב בני אומתנו אלא גם בקרב הגויים הנוכחים במקום, המתלחשים על דברים אלו ואחרים, שיש בהם משום חילול [שם] שמים". והנה דוגמה אחרונה, תקנה מב' בניסן תנ"ח (14 במרס 1698) שבה ביקשו ראשי הקהילה לשים קץ לאנדרלמוסיה שגורמים "אנשים הנוהגים לעמוד בשעה שכל הקהל הקדוש יושב והדבר מעורר טרוניה גדולה בין הזרים". עצם הדבר שפרנסים ורבנים מצאו לנכון לחזור ולקרוא את התקנות האלה קבל עם ועדה תקופה ארוכה מעיד כי את ערכי ה־*bom judesmo* לא הפנימה העדה כולה בנקל, ויותר משתקנות אלה משקפות את נורמות ההתנהגות שרווחו בין המתפללים הן מלמדות על האידאלים התרבותיים שהנחו את העילית החברתית שעמדה בראשם. ואולם החמרות הללו, המתייחסות לכאורה לאופיו הסקרלי של בית הכנסת ולאיסורים שהטילו על כל ניסיון לטשטש בו את הגבול המפריד בין קודש לחול, בולטות במיוחד מפני

קוסטה, הידוע בשמו היהודי משה קוריאל, שימש סוכנו של מלך פורטוגל באמסטרדם וזכה לתואר אצולה מטעם הכתר הלוזיטאני אף על פי שהיה יהודי; הוא הדין לבארון מנואל דה בלמונטה, שנודע בקהילה היהודית בשם יצחק נונס בלמונטה והיה הסוכן של הכתר הספרדי ברפובליקה ההולנדית. הבארון אנטוניו לופס סואסו, שכאשר היה ליהודי שינה את שמו הפרטי לשם היהודי יצחק ישראל, היה האיש העשיר ביותר בקהילה ונמנה עם חבר הפרנסים שהחרימו את ברוך שפינוזה בשנת 1656. בנו, הבארון פראנסיסקו לופס סואסו הוא שמימן את מסעו הגורלי לאנגליה של הנציב העליון של הרפובליקה וילהלם השלישי. מסע זה הביא לידי הכתרת וילהלם השלישי למלך אנגליה בשנת 1688.



ארון הקודש הפתוח בבית הכנסת הספרדי באמסטרדם בשמחת תורה
תחריט של ברנר פיקאר מתוך ספרו
Cérémonies et coutumes religieuses de tous les peuples du monde, 1723–1743

מבקרים רמי מעלה ובהם נסיכים ואנשי מדינה ביקרו בבתי הפאר של הגבירים האלה באמסטרדם ובהאג, לעתים גם בבתי הקיט שלהם שעל גדות האמסטל והפכט. בביקורים אלו הוצגו לפנייהם אוספי יודאיקה שכללו כתבי־יד יקרי ערך, דפוסים נדירים, תשמישי קדושה הדורים ויצירות אמנות בעלות תוכן יהודי זה או אחר. שועי העדה הספרדית ביקשו לעורר אצל המבקר את התחושה שהתרבות היהודית בנויה על יסודות שווי ערך לתרבות הגבוהה של אירופה הנוצרית. הם ביקשו להציג יהדות נקייה מכל רבב של גסות וכיעור, יהדות מעודנת ואיטנסיבית בביטוייה החיצוניים ובלא פגם מוסרי באורחותיה. משום כך השתדלו להבליט את ייחודה של היהדות הספרדית-פורטוגלית ולהדגיש



חנוכת בית הכנסת הספרדי באמסטרדם בשנת 1675
Cérémonies et coutumes religieuses de tous les peuples du monde, 1723–1743

בכל מקום אחר. אכן, התייר האנגלי מר נוג'נט (Mr. Nugent) שמע כעבור זמן קצר כי בית הכנסת המפואר של היהודים הספרדים מכונה בפיהם "ירושלים החדשה שלנו". מאחר שהיהדות נתפסה אצל רבים מן היהודים הספרדים באמסטרדם כאמונה דתית ולא דווקא כדרך חיים חובקת כול, היה אך טבעי שנמצאו ביניהם יהודים שביקשו להוציא מן הרליגיה הזאת את הסמלים "הלאומיים הכלל-יהודיים". הכינוי "ירושלים החדשה שלנו" נתן ביטוי הולם למגמה הזאת.

נחזור עתה אל ביקורו של דיידר בבית הכנסת הספרדי. על שאלתו "כיצד תיתכן התנהגות מחפירה ובלתי מוכבדת כל כך... במשכנו של אלוהים?" השיב הרב תשובה מפתיעה ביותר: "בית הכנסת כמוהו כמעון משפחתי ונוהגים בו כמנהג אדם בביתו: שותים, אוכלים, מפטטים ואף שוכבים לישון לאחר התפילה. אין אנו מכירים במקום קדוש מלבד בית המקדש בירושלים שאינו קיים עוד ולא יהיה לנו מקום תפילה ראוי עד שייבנה בית המקדש מחדש, ואכן, זה יקרה במקדם או במאוחר. הייה סמוך ובטוח שהמשיח בוא יבוא, אם ניתן לו את הזמן לכך".

לעומת דיידר, שהערותיו העוקצניות לא היו שונות במהותן מדברי רוב התיירים שביקרו בבית הכנסת לפניו, תשובתו של הרב הייתה בגדר היפוך מוחלט לערכי "היהדות הראויה", שביקשו הפרנסים והרבנים להשליט על הקהילה האמסטרדמית. היא גם משקפת תפנית חדה מתהליך החילון שנדמה היה כי תקע את יתדותיו בהווייתה של קהילה זו. אכן, דברי הרב מעידים על מציאות חדשה שהלכה ונרקמה

שבתחומים אחרים, הנעלמים מעיני המבקר המזדמן, חלה התרופפות בפיקוח הדתי שנקטו חברי ההנהגה, ותחומים אלו כמעט הופקעו משליטתה של ההלכה.

תופעה זו בולטת בייחוד בכל הנוגע לתחום הכלכלי. אי אפשר שלא להתרשם כי לעומת עשרות התקנות שעניינן התנהגות בבית הכנסת כמעט לא מצאנו בקהילה זו תקנות העוסקות בעניינים כלכליים, ודווקא בתקופה של שינויים מפליגים במערכת הכלכלית. גם בתקנות הקהילה וגם בספרות השאלות ותשובות שכתבו הרבנים הספרדים, בפזורה הספרדית המערבית בכלל ובאמסטרדם בפרט, לא נמצא דבר מן ההתחבטויות הקשות שליוו את רבני מזרח אירופה ואת פרנסיה באותם ימים לנוכח הצמיחה הקפיטליסטית והבעיות שעוררה בשאלת ההלוואות והאשראי. הדבר מפתיע שבעתים מפני שרבים מקרב היהודים הספרדים באמסטרדם עסקו במסחר בין-לאומי ובפעילות פיננסית. מבחינה עקרונית קיבלה עליה הקהילה הספרדית באמסטרדם במוצהר את סמכות ההלכה. אבל שלא במוצהר, ובלי צידוק אידאולוגי הופקעה בה הכלכלה מן ההלכה. והנה דווקא כיוון שבתחומי חיים רבים התנתקו היהודים הספרדים באמסטרדם מן ההגמוניה ההלכתית, חשה העילית החברתית ששלטה בקהילה צורך לבצר את מעמדם של הגופים והמוסדות שנועדו מלכתחילה למלא את התפקידים הסקרליים בחברתם. יהדותם של הספרדים באמסטרדם הלכה והצטמצמה לזמנים ולמקומות מסוימים שבהם ורק בהם היא באה על ביטוי. ברוב תחומי החיים נהגו יהודים אלו על פי דפוסים וערכים שלא נמצאה בהם שום זיקה לתחום הדתי היהודי. שינוי זה בגישה ליהדות לא עורר תרעומת מצד רבני הקהילה והם קיבלו בהכנעה את שררת הפרנסים. רבנים אלו, שאימצו במידה רבה את התביעות התרבותיות של שכבת הגבירים, יכלו להסתגל לתהליך חילון כעין זה משום שהתחולל מתחת לפני השטח ובלי אידאולוגיה מוצהרת.

לעומת שתיקתם של רבני הקהילה בכל התקופה הנדונה מזדקרת לעין הביקורת הנוקבת של ר' משה חגיז, שד"ר מארץ ישראל שהגיע לאמסטרדם בתחילת המאה השמונה-עשרה לאסוף כספים בשביל ישיבתו בירושלים. חגיז לא נרתע מלהתעמת עם שלטון גבירים "מגולחי זקן ולובשי פאה נכרית ושעם ילדי הנכרים ישפיקו ומטיילים בעגלות", "שמחמת שהם דרים בארצות שיש להם חרות משותף עם העושר השמור לרעתם פורקים מעל צוארם קבלת עול החכמים". חגיז יצא בעיקר נגד ההשקפה שהשמיעו באוזניו כמה יהודים באמסטרדם, אשר שללה את ייחודה של ארץ ישראל בזמן הגלות וגרסה כי משחרב בית המקדש אין לתפילה הנאמרת בירושלים יתרון על פני התפילה הנאמרת



רומיין דה הוחה: תצריב של בית הכנסת הספרדי באמסטרדם

שהיו בגדר "אוהדי הקלוויניזם", והם נהגו לפקוד את בית התפילה מפעם לפעם בלי שהצטרפו רשמית לכנסייה. בין אלה שלא היו חברים בכנסייה הקלוויניסטית היו נוצרים מכיתות למיניהן ומזרמים שונים, דאיסטים וסקפטיקנים וביחוד הולנדים שהיו אדישים לכל אמונה דתית. מאמצע המאה השמונה-עשרה התפלה הקבוצה האתנית היהודית הספרדית באמסטרדם על פי קריטריונים דומים, ומול מיעוט אדוק שהתבצר בדל"ת אמותיה של ההלכה הרבנית נמצאו רבים שפרקו מעל צווארם את המשמעת הדתית והקהילתית. הקהילה נעשתה במובן מסוים מעוז של אורתודוקסיה, מקרה ראשון מסוגו בהיסטוריה היהודית המודרנית, ובראש נוסאי דגלה התייצב בשנות השישים של המאה השמונה-עשרה הרב שלמה שלם מאדריאנופול, שזמן קצר לאחר בואו לאמסטרדם נתמנה לחכם הקהילה. בדרשות חוצבות אש ולהבות הוא התריע בחריפות על פריקת העול, על פריצות הנוער ועל מעשי האוון והשחיתות של בני העדה הספרדית, שניתקו עצמם מן המשמעת הקהילתית. דידרו לא הזכיר את שם הרב שעמו שוחח, אך מתקבל מאוד על הדעת כי מדובר בחכם שלמה שלם. הקהילה שהצרה את צעדיו של ר' משה חגיז כחמישים שנה קודם לכן העמידה עתה בראשה רב שהיה דומה מאוד לחגיז ברקעו התרבותי ובהשקפת עולמו.

עם חילופי הזמנים התחלפה גם משמעות המושג *judesmo*, "יהדות ראויה", שעדיין הוזכר פה ופה במסמכי הקהילה, אלא שפירושו השתנה מיהדות של נימוסים ליהדות של תורה ומצוות.

זה היה המצב בימים שבהם נפגשו הפילוסוף דידרו והרב שלם. התייר הצרפתי ראה קהילה יהודית שעומעם זוהרה ומגדולתה נשאר רק המיתוס והזיכרון הרחוק. וההיסטוריון, שאף הוא בגדר תייר בארץ לא נודעת, מבקש לשחזר מציאות רחוקה, נעלמת וחידתית, המסתתרת מאחורי עדויות מעורפלות ומתעתעות על נימוסים ואמונות ועל המשמעת שהייתה נהוגה בבית הכנסת הספרדי באמסטרדם.

בקרב הספרדים באמסטרדם בעקבות המשברים התכופים שפקדו אותם משנות השלושים של המאה השמונה-עשרה ואילך וגרמו לנסיגתם הכלכלית ולהתרוששותם המוחלטת. כלכלתם קרסה מחמת המדיניות המרקנטיליסטית התוקפנית של מעצמות אבסולוטיסטיות ובהן פרוסיה, שוודיה, דנמרק-נורבגיה ורוסיה, שהביאו לידי הרס תעשיות הטקסטיל, זיקוק הסוכר והטבק ההולנדיות. מטבע הדברים נדחקו רגליהם של הסוחרים והתעשיינים היהודים הספרדים מעמדותיהם האסטרטגיות בתחומים האלה. העילית החברתית, נושאת דגל "היהדות הראויה", ספגה מהלומה קשה בעקבות שלום אוטרכט משנת 1713, שפתח עידן של שלום ביבשת והביא לידי נישולם של הסוחרים הדיפלומטיים היהודים הספרדים, אשר קודם לכן שירתו מעצמות אירופיות הן כספקי ממון ונשק הן כנושאי שליחויות מדיניות עדינות.

כמו כן הפקעתם של מרבית תחומי החיים מפיקוח ההלכה גרמה בסופו של דבר שרבים מקרב האישים האמידים בעדה ניתקו עצמם לחלוטין מן הקהילה היהודית. היו בהם שהעדיפו את נתיב הטמיעה שעבר דרך אגן הטבילה הנוצרית, אך אחרים – דרך התבוללותם לא הייתה כרוכה בהתנצרות אלא בחוסר עניין גובר והולך במתרחש בקהילתם. אדישות זאת הובילה רבים מהם לביטול חברותם בקהילה ולעתים אף לנישואין עם נשים נוצריות בלי שהם עצמם המירו את דתם. מחמת כל אלה הצטמקה הקהילה הספרדית עד למאוד ומרבית חבריה השתייכו לגרעין האדוק שבה, שמטבע הדברים הקצין את עמדותיו. במובנים רבים נעשתה הקהילה היהודית הספרדית עדה דתית הזזה באפיוניה לקהילות הקלוויניסטיות שנתקיימו בכל יישובי הרפובליקה מאז כינונה. אמנם הכנסייה הקלוויניסטית הוכרה בתור הכנסייה הציבורית הבלבדית של הרפובליקה, אך עקרון חופש המצפון שהיה מיסודות המשטר שלה גרם שלא הייתה שום כפייה להשתייך אליה. פחות מעשרים אחוז מכלל תושבי הולנד נמנו עם חברי כנסייה זו ורק עליהם היא יכלה להפעיל את כללי הפיקוח והמשמעת שהיו מקובלים עליה. מבין התושבים ההולנדים האחרים נמצאו אחדים

בין חומר לרוח

פגישה עם פרופסור סר רוג'ר פנרוז

מאת גדי טאוב *



פרופסור פנרוז הוא חתן מדליית איינשטיין מטעם האקדמיה לשנת 2005 הרצאותיו ניתנו בכינוס החגיגי לציון מאה שנים ל"שנה המופלאה" של אלברט איינשטיין

אינה עומדת בקריטריון הזה. אפשר בקלות לקבל ממנה את הרושם המוזר כאילו היקום כולו ערוך, כמו מופע של הודיני, במיוחד כדי ללגלג על מי שמנסה להבין אותו. אינטואיציות שדורשות מן היקום מידה של הגינות הן לא משהו שצריך להתייחס אליו בקלות ראש. לא כשהן באות מפנרוז. הוא גם בחברה טובה. תחושה דומה הנחתה את אלברט איינשטיין שנהג לומר שחוקי הטבע הם אולי מסובכים אבל לא יתכן שהטבע נוהג בזדון, כשם שלא ייתכן שאלוהים (כממרתו המפורסמת עוד יותר) משחק בקוביות עם היקום.

יש אמנם הבדל של גוון בין איינשטיין לפנרוז בעניין הזה: בעיני איינשטיין היתה זאת שאלה שעל גבול התאולוגי, משהו שכמעט מזכיר את הוויכוח של אברהם אבינו עם אלוהים על גורלה של סדום. אצל פנרוז הצליל אחר. זו יותר שאלה של הגינות: ג'נטלמן אינו מחביא קלפים בשרוול במשחק פוקר, וגם היקום אינו פטור מן המחויבות הבסיסית הזאת.

בזה אין כדי לומר שהעמדה של פנרוז פחות אמיצה מעמדתו של איינשטיין, שכן הוא נוקט אותה זמן רב אחרי שאיינשטיין פחות או יותר הפסיד בוויכוח הזה עצמו, מול

איך שלא תסתכלו בסר רוג'ר פנרוז, לא תוכלו להחמיץ את העובדה שהוא בריטי. בריטי מאוד. פנרוז נחשב בעיני רבים, לצד סטיבן הוקינג, לגדול הפיזיקאים, או המתמטיקאים הפיזיקליים, בזמננו ולתורם היצירתי ביותר לתורת היחסות מאז איינשטיין עצמו. עבודתו עם הוקינג על חורים שחורים נחשבת פורצת דרך בהבנת השאלות הגדולות באמת: בעיית המפץ הגדול ושאלת קריסתו האפשרית של היקום חזרה אל האין, בכיוון גדול אל תוך מקבץ מתכנס של חורים שחורים. רשימה ארוכה של הישגים, תארים ופרסים נלווית אל שמו של פנרוז ובראשם, כמובן, תואר האבירות "סר" שבו זכה ב-1994 על הישגיו המדעיים.

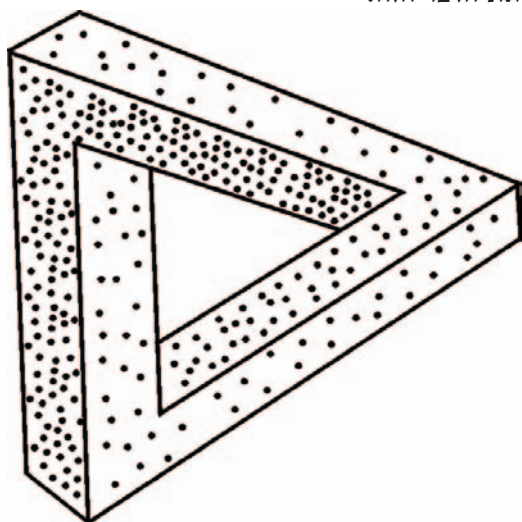
אבל אפילו השקפותיו המדעיות של סר רוג'ר אינן מנותקות, כך נדמה, מן הצד הבריטי שבו. ההשערות הפרועות שצמחו סביב תורת הקוונטים, ואפילו תורת הקוונטים עצמה כפי שהיא, אינן לטעמו, ונדמה שבאופן בסיסי ואינסטינקטיבי לא נראה לו סביר שהמציאות הפיזיקלית תתנהג באופן לא הגון, פרוץ, או כל כך בלתי... – איך לומר? – כל כך בלתי אנגלי. יש, כמדומה, מידה מינימלית של הגינות שאנגלים רשאים, אפילו מחויבים, לדרוש גם מן היקום ותורת הקוונטים, לפחות עד כמה שמבינים אותה היום,

* הכותב הוא דוקטור להיסטוריה ומרצה בחוג לתקשורת ובבית הספר למדיניות ציבורית באוניברסיטה העברית

הפעורה, לדעת פנרוז, בין חישוב למחשבה. ואולם הרעיונות של פנרוז על תודעה לא נעצרים כאן. ייתכן, הוא סבור, שהפיזיקה המודרנית תוכל לקרב אותנו עוד צעד בדיוק אל אותו הדבר שמפריד אותנו ממחשבים.

על רקע מצבו של המדע בראשית האלף השלישי זה אולי מפתיע פחות ממה שזה נשמע. הסיפור המוזר של הפיזיקה במאת השנים האחרונות כאילו נועד לזמן לחומר פגישה עם הרוח או לפחות פגישה עם הפילוסופיה. פיזיקאים לא במיוחד אוהבים את הצד הזה של הסיפור. פנרוז, לעומת זאת, מציע להם לא לאחר לפגישה.

כשהיה רוג'ר פנרוז בן עשרים ושבע – זה היה בסוף שנות החמישים – הוא ביקר בתערוכה של אָשר (M.C. Ascher) שהוצגה במסגרת כנס של מתמטיקאים. הפרדוקסים הגאומטריים של הצייר ההולנדי הלהיבו את המתמטיקאי הצעיר. בשובו מן הכנס הוא השתעשע בכמה רעיונות כאלה ושרטט את הדבר הזה:



הוא הראה את הצורה הבלתי אפשרית הזאת לאביו, והדברים ריתקו גם את פנרוז האב. הבן והאב – רופא וחוקר גנטיקה במקצועו – התעמקו בטעויות הפרספקטיבה האלה וכתבו ביחד מאמר על טבען. "פרסמנו אותו בכתב עת לפסיכולוגיה", פנרוז אומר, "לא כי זה קשור אלא מפני שזה היה אפשרי. אבא שלי הכיר מישהו בכתב העת הזה". הפיתוח המתמטי במאמר היה לימים לאחד הציורים המפורסמים ביותר של אָשר: שני טורי הנזירים הסובבים במעגל של מדרגות, מעגל סגור שכולו עלייה, או כולו ירידה, תלוי איזה טור נזירים אתה בוחר. אָשר נתן להם קרדיט.

הפיזיקאי הדני נילס בוהר. ויש מי שיאמרו, אחרי הוכחת אי-שוויון בל, שהוא הפסיד בו נגד היקום עצמו, אולי אפילו נגד אלוהים. יש הסבורים – רוב הפיזיקאים, למעשה – שאכן, אלוהים משחק ביקום בקוביות, או לפחות משהו דומה לזה, ושמתחת לכל הדיוק הפיזיקלי שירשנו מניוטון רוחש עולם-חלקיקים קוונטי מוזר, שהאקראי שולט בו. כל זה לא מרפה את ידיו של פנרוז. "אמנם איינשטיין לא הצליח להציע רויזיה מתאימה בתורת הקוונטים", הוא אומר, "אבל מכאן לא נובע שהוא לא צדק בטענתו שהיא דרושה. צריך לזכור שזו תאוריה צעירה. פחות ממאה שנה. זו של ניוטון נראתה בלתי מנוצחת יותר משתי מאות".

במובן הזה פנרוז הוא ממשיך דרכו החשוב של איינשטיין בימינו, ולכן היה טעם רב בבחירת האקדמיה הישראלית למדעים להזמין אותו לשאת דווקא השנה את ההרצאה השנתית לזכר איינשטיין שכן זו לא שנה רגילה. השנה מלאו מאה שנים ל"שנה המופלאה", 1905. זו השנה שבה פרסם איינשטיין, אז פקיד במשרד הפטנטים של שווייץ, שלושה מאמרים שאחריהם שום דבר בפיזיקה כבר לא היה אותו דבר. אחד מהם ניסח את תורת היחסות הפרטית. אחד האחרים הדגים שיש לראות באור חלקיקים, והניח יסוד חשוב להתפתחות תורת הקוונטים. זו אותה התאוריה שעד מותו הוסיף איינשטיין לחשוב שלא צריך לקבל אותה כלשונה.

פנרוז היום, כמו איינשטיין אז, בעמדת מיעוט, ועמדתו נחשבת נועזת. כך קרה שדווקא בגלל מזגו השמרני, דווקא מפני שהוא דורש תאוריה פיזיקלית ביזרית פחות, מצא פנרוז את עצמו בחזית האוונגרדית. אין זה התחום היחיד שבו עמדותיו נחשבות נועזות. נוסף להשקפותיו הלא שגרתיות על קוונטים הוא מבקש, למשל, לקרב את הפיזיקה אל הרוח. ייתכן, חושב פנרוז, שהפיזיקה יכולה להציע דרך להסביר את תופעת התודעה האנושית. שלא כרבים מעמיתיו למקצוע, הנוטים לפטור את הרוח כסוג של אשליה, אשליה שכשנבין אותה טוב מספיק נוכל לעשות סימולציה שלה על מחשב, סר רוג'ר דווקא מציע לפעול בכיוון ההפוך: הוא חושב שהפיזיקה עשויה להוביל אותנו לגלות את אותם הדברים ברוח האנושית שאינם ניתנים להסבר כסוג של חישוביות. הרבה שנים והרבה מרץ השקיע פנרוז כדי להוכיח הוכחה (מתמטית!) שהתובנה האנושית נפרדת קטגורית מכל אלגוריתם שאפשר להפעיל על מחשב. במילים אחרות, אינטליגנציה מלאכותית לעולם לא תוכל להתנשא לדרגת מחשבה אנושית. מי שגדל על הרובוטים הפוזיטרוניים של איזאק אסימוב, או אפילו על ה-Matrix, עשוי להתאכזב או לחלופין, לנשום בהקלה. מכונות, לא חשוב עד כמה הן מתוככמות, לא יוכלו לדלג מעל התהום

לכת מכל מיני סוגים. האחת, למשל, נוגעת לשאלת ההכרה, והאחרת, להפתעתו הרבה, נוגעת למחלוקת שהתגלעה בינו ובין חברת "קלינס" סביב נייר טואלט.

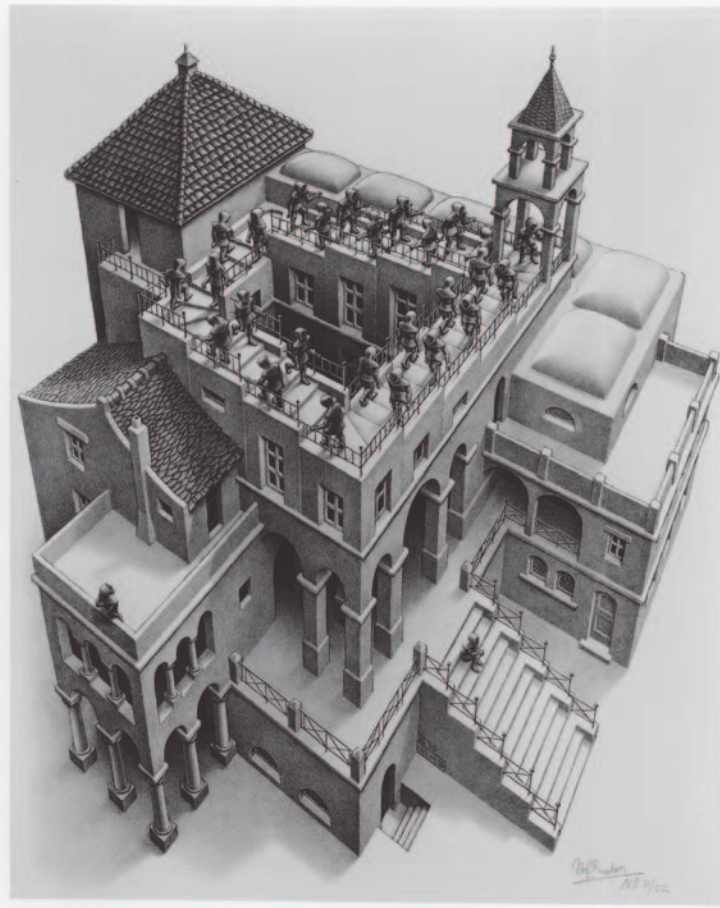
כדי להבין את שניהם צריך לומר משהו על האתגר המתמטי שביסוד הסוגיה. וזו הבעיה: כמה צורות נדרשות כדי לרצף מישור אין-סופי באופן שלא יהיו ביניהן לא רווחים ולא חפיפות ובלי שהתבנית שבה הן מסודרות תחזור על עצמה אי-פעם. מתמטיקאים כבר הראו שהדבר אפשרי, עם מספר גדול מאוד של צורות שונות זו מזו, אלפים רבים של צורות, למעשה. אחר כך הראו אחרים (פנרוז היה אחד מהם) שיש אפשרות לרצף מישור בשש צורות שונות בלבד מבלי לחזור על תבנית. "ידעת", אומר פנרוז, "שאני יכול לשפר את התוצאה הזאת מפני שבדגם שלי אפשר להדביק שתיים מהצורות זו לזו מבלי לפגוע באי-החזרה. כך שהיו לי חמש צורות".

אבל ההישג החשוב יותר בא כשפנרוז הצליח למצוא פתרון שאיש לא חשב שהוא אפשרי: שתי צורות. עם שתי הצורות שעיצב אפשר לכסות מישור עד אין סוף בלי לחזור על הדגם אי-פעם. נתיב אחד הוביל מכאן לחקר ההכרה: יש מודלים של ריצוף בלא תבנית שניתן להוכיח ששום אלגוריתם של מחשב לא יוכל לפצח אותם. וזו אחת הדרכים אל ההבדלים בין תובנה לחישוב.

נתיב בלתי צפוי אחר, שהתחיל בשאלת הריצוף עבר כעבור זמן רב דרך השירותים. פנרוז ואשתו עברו דירה, וגילו שדגם בעיית הריצוף-בשתי-צורות של פנרוז מופיע על נייר הטואלט שהשאירו שם הדיירים הקודמים, כלומר אשתו גילתה. "אני עצמי זקוק למשקפיים כדי לראות דברים כאלה", הוא מסביר.

כאן הסתבכו המתמטיקה והחוק. נציגו של פנרוז, שעומד בראש חברה המייצרת תצפרים (פאזלים) מדגמים שלו, הביע זעזוע בלשון בריטית זו:

"אנחנו שומעים לעתים קרובות על כך שחברות ענק דורסות עסקים קטנים ואנשים פרטיים. אבל כאשר הדברים מגיעים לידי כך שאוכלוסיית בריטניה הגדולה מוזמנת על ידי חברה רב-לאומית לנגב את אחוריה על מה שנראה כמו עבודה



M.C. Escher's "Ascending and Descending"

© 2005 The M.C. Escher Company-Holland. All rights reserved
www.mcescher.com

לא רק אביו של פנרוז עסק ברפואה, גם אמו הייתה רופאה, וזה המסלול שהם ייעדו גם לרוג'ר הצעיר. עד בית הספר התיכון היה ברור ומובן גם לו שזה הנתיב המקצועי שבו יבחר אלא שבהדרגה גבר הכישרון המתמטי שהתגלה בכל שלושת האחים לבית פנרוז. אחד מהשניים האחרים גם הוא מתמטיקאי, והשלישי, ג'ונתן פנרוז, הוא אמנם פסיכולוג, אבל גם מגדולי אלופי השח שידעה בריטניה מעודה.

חיבתו של פנרוז לאֶשֶׁר נמשכת עד היום. הוא משתמש בציורים האלה להדגים בעיות שהוא כותב עליהן, או הפשטות מתמטיות שבלי המחשה גרפית קשה להעלות אותן בדמיון. אחת הבעיות שפנרוז התפרסם בזכותן הייתה שאלה שמזכירה את הציורים האלה: בעיית הריצוף (Tiling). לחידושים שלו בתחום הזה, מתברר, היו השפעות מרחיקות

פנרוז הוא אדם ביישן וצנוע למדי, ומפתה לזקוף גם חלק מן הצד הזה שלו לזכות אנגליותו. בחברות דינמיות שבהן שום דבר לא קבוע, ארצות הברית או ישראל למשל, הצלחה היא דבר שצריך לתת לו ביטוי חיצוני. מי שיש לו תואר אבירות אנגלי, לעומת זאת, לא זקוק לביטוי פומבי. תואר כזה לא הולך לשום מקום, לא יורד בכביסה ולא יכול להתמוטט עם הבורסה. הוא פשוט שם. אבל יש כאן גם, כך נדמה, אלמנט של אופי אישי. גם כשפנרוז מרצה הוא ממעט להישיר מבט לקהל ונדמה מהורהר, שקוע בבעיה שהוא מתאר.

פנרוז נפגש עם פיזיקאים צעירים

ההרצאה הראשונה של פנרוז בארץ היא מפגש עם סטודנטים לפיזיקה לתארים מתקדמים שזכו לפגישה אינטימית עם המדען הידוע בסדנה שאירגנה האקדמיה למדעים. אווירה של יראה פינתה את מקומה בהדרגה לנינוחות, אם כי לא ל"סחבקות". הסטודנטים שאלו, ופנרוז השיב להם בכובד ראש שקט, ולעתים בהומור אירוני, מופנה בדרך כלל כלפי עצמו. הוא לא מרעים בקולו ולא רושף בעיניו גם כשהוא קורא תיגר על כמה מיסודות החינוך המקובל של פיזיקאים צעירים.



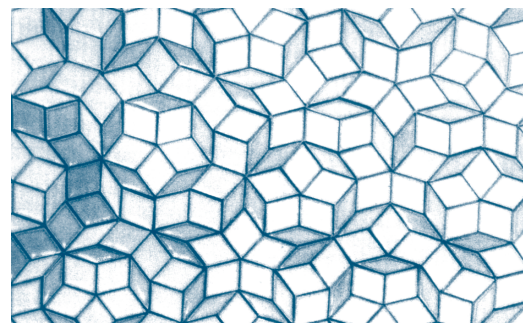
בתמונה: פרופ' חנוך גוטפריינד, ממארגני כינוס איינשטיין (עומד מימין), פרופ' רוג'ר פנרוז ופרופ' מנחם יערי (יושבים במרכז) עם כ־65 דוקטורנטים לפיזיקה מרחבי הארץ בגן המדע באקדמיה

פנרוז שעשע את הקהל בהרצאת איינשטיין שלו בירושלים כאשר הציע במקום החתול של שרדינגר את מה שהוא כינה "בת הים הקטנה של שרדינגר". את השקף צייר בעצמו, בטושים צבעוניים – "אישתי", הוא אמר, "חשבה שאני משקיע זמן רב יותר מדיי בציור הזה". השקף המצויר

של אביר של הממלכה, בלי רשות, מוכרחים לנקוט עמדה אחרונה".

ייתכן שכולנו נשקע בניווט וניהיליזם. ייתכן שהיקום יתפזר ויימוג אל הכאוס, או לחלופין יקרוס אל תוך חור שחור. אבל הבריטים, כך נדמה לפעמים, ישרדו אפילו את כל זה. ואולם במקרה המסוים הזה התברר בהדרגה שיש כמה קשיים בנקיטת עמדה אחרונה, ובייחוד יש קושי להעמיד את שאלת זכויות היוצרים על דיוקה. הדברים נוגעים לעמדתו הפילוסופית של סר רוג'ר: בעיניו המתמטיקה היא נכס המשותף לכל בני האדם במידה שווה. לדעתו, יש עולם אפלטוני של הפשטות, משהו שמעבר לעולם החומרי, עולם של רעיונות מתמטיים, שהעולם הממשי קשור אליו בקשרים שאת טבעם עדיין איננו מבינים. כיוון שכך, לאיש אין זכויות בלבדיות על רעיונות מתמטיים, שמעמדם נמצא אישם בינינו ובין הטבע. ומכאן שאי אפשר לטעון לזכויות יוצרים עליהם.

אבל אפשר, לעומת זאת, לטעון לזכויות יוצרים על הציור המסוים שצייר פנרוז ושאותו העתיקה חברת קלינקס אל נייר הטואלט. זו הבחנה מקובלת בדיני זכויות יוצרים: אין זכויות על רעיון, רק על מימושו. אלא שגם כאן יש בעיה, מפני שפנרוז הצליח להוכיח מתמטית שצורת הריצוף שלו יכולה להתמשך עד אין-סוף בלי לחזור על עצמה. ואם בהעדר תבנית היא לא חוזרת על עצמה לעולם, לא בשרטוטים שלו ולא בנייר הטואלט, לא ברור על מה בדיוק חלות זכויות היוצרים. למרבה המזל, נציגי פנרוז ונציגי קלינקס הגיעו להסכמה מחוץ לבית המשפט – הסכמה שעל פיה אסור לו לחשוף את פרטי ההסכמה עצמה – וכך חסכו מבית המשפט את הסיבוכ שבניסיון לקבוע מסמרות משפטיים על גבי מישור מתמטי מופשט וחמקמק שאין בו קביעות ותבנית. פרשת נייר הטואלט נגמרה כאן אך לא פרשת ההכרה. היא קיבלה תפנית מפתיעה במפגש עם השקפותיו של פנרוז על תהליכים קוונטיים.



אירחי פנרוז



פרופ' רוג'ר פנרוז (משמאל) עם פרופ' יערי
בגן המדע באקדמיה

אבל הרצון החופשי כן מטריד את פנרוז. את הרצאת אינשטיין סיים פנרוז במשהו על מוסר, רצון חופשי ויכולת בחירה, המובלעים בכל דיון על מוסר. אין פשר לטוב ורע, אין פשר לאחריות ואשמה, הוא עצמו כתב, אם אין בחירה. בסוף ההרצאה הוא הניח שקף מוסרי, אם אפשר לומר כך, על שקף שהשתמש בו להסביר אלמנטים של תורת היחסות הכללית: השקף, גם הוא מצויר בטושים צבעוניים בכתב ידו, מראה גוף תלת-ממדי מפרספקטיבות שונות כל כך עד שקשה לזהות שמדובר באותו הגוף. השקף המוסרי היה רק תוספת קטנה: איש קטן יושב מתחת עץ תמר באחד מן הקצוות של הגוף הזה. יכולנו לראות איך נראה החפץ מנקודת מבטו של האיש הקטן, ויכולנו לראות איך האיש הקטן והחפץ נראים בנקודת מבטנו. אילו היה מדובר במרצה אמריקני היה קל לנחש לאן כל זה מוליך. זה מוסר השכל שהאמריקנים יודעים להדביק לכל דבר: העולם נראה אחרת מפרספקטיבות שונות. אין מבט אובייקטיבי, יש רק פרספקטיבות. אם נלמד את זה, נלמד לכבד את כל הפרספקטיבות.

פנרוז הוא לא אמריקני ומוסר ההשכל שלו שונה. מה שאנחנו יכולים ללמוד מתורת היחסות הוא שכל הפרספקטיבות צופות בסופו של דבר אל אותו עולם אובייקטיבי עצמו. אם נלמד את זה, אולי נלמד להעדיף את המשותף לכולנו על פני המפריד. זה מתאים גם להלך רוחו המתון של פנרוז, גם למזגו המוסרי, גם להשקפתו על קוונטים. המשותף רב מן המפריד. ואולי במובן מסוים בגלל זה, הריבוי הקוונטי קורס אל האחדות: המפריד והמפצל הוא מצב לא יציב. דברים, וגם אנשים, נועדו בדרך כלשהי להיות ביחד, לא להיות כל אחד בעולמו הסובייקטיבי.

המחיש את הבעיה כך: חצייה האנושי של בת הים הקטנה מצוי בעולם הרגיל, שמוכר לכולנו, זה שאין בו ריבוי מצבים וחתולים מתים-חיים, זה שיש בו אניות רב-תרניות שבצירון הושקע זמן רב מדי, וחופים, והרים, ובני אדם. זנב הדג שלה שקוע בים, בעולם אחר, קוונטי. אבל מה מחבר בין שני העולמות? הוא שואל.

לא קפיצה שהתודעה אחראית לה ולא התפצלות לריבוי יקומים, סבור פנרוז. ההשערות המשוונות האלה הן בעיניו לא הסבר אלא ביטוי של העדרו. לכן משהו יסודי בתורת הקוונטים טעון שינוי. מה טיבו של השינוי פנרוז לא יכול לומר, אבל הוא מציע נתיב שיהיה אפשר, אולי, ללכת בו. נתיב בלי חתולים מתים-חיים, בלי עולמות מקבילים ובלי פלאים בלתי מוסברים. ההצעה של פנרוז – הוא לא לבד בעניין הזה – מבקשת לחבר בין קוונטים לגרביטציה באופן כזה: לחלקיקים יש מקומות רבים כל עוד הם מבודדים די הצורך. הסיבה לכך היא שהמסה שלהם זעירה. גופים גדולים יותר יש להם מסה וכוח משיכה גדול יותר. כוח המשיכה של מסות גדולות יותר מושך אותן "אל עצמן" באופן חזק יותר, וריבוי המצבים שלהם מתמוטט למצב יחיד. יש כאן אפוא רציפות ולא תהום בין העולמות: התמוטטות ריבוי המצבים למצב אחד הוא עניין תלוי מסה, וככל שהמסה קטנה יותר כן נדרש לריבוי זמן רב יותר להתמוטט. במקרה של חלקיק מבודד זה יכול להיות מיליוני שנים, במקרה של כדור ביליארד זה שבריר שנייה קטן כל כך עד שלעולם לא נוכל לתפוש כדור כזה בלי מקום מסוים. "מדידה" מאבדת את מסתוריותה: היא בפשטות מצב שבו חלקיק בעל מסה זעירה "מסתבך" עם גוף בעל מסה גדולה, ובמגע עם גוף כזה מתמוטט מיד הריבוי אל ממשות ספציפית.

וכאן אולי, פנרוז סבור, נמצא גם המפתח להבנת פעולתה של התודעה האנושית מכיוון אחר ובלתי צפוי. על פי השערתו של פנרוז ייתכן שצינוריות קטנות בתוך תאי עצב במוח מסוגלות לבדוד חלקיק במצב קוונטי ולמנוע את קריסתו לזמן קצר, קצת יותר משנייה, ובאמצעות תכונה אחרת של חלקיקים – קשר לא-לוקלי ביניהם – עיכוב זה מאפשר תהליכים קוגניטיביים שמעבר לנתיבי הניורונים והחיבורים העצביים.

בכל זה אין כדי לומר שהתודעה כפי שהיא מצטיירת מן ההשערה הזאת היא פחות דטרמיניסטית מרדוקציות פיזיקליסטיות פשוטות יותר. "יש להשערה הזאת", אומר פנרוז, "עמדה בעניין אי-הניתנות לחישוב אבל לא בשאלת הרצון החופשי. זה לא תיאור שלם, ויכול להיות שיתברר שיש כאן, או שיתברר שאין כאן, מקום למשהו כמו רצון חופשי".



משמאל לימין: פרופ' רוג'ר פנרוז מקבל מיד פרופ' מנחם יערי ופרופ' אלכס לויצקי את מדליית איינשטיין לשנת 2005



א' בניסן תשס"ה (10 באפריל 2005)
ההרצאה השנתית ע"ש אלברט איינשטיין
Prof. Sir Roger Penrose, Oxford University
The Einsteinian Perspective
בהשתתפות: פרופ' אלכס לויצקי (יו"ר), פרופ' מנחם יערי, פרופ' רפי לזין

א-ד' בניסן תשס"ה (10-13 באפריל 2005)
כינוס חגיגי באקדמיה לציון יובל המאה ל"שנה המופלאה" של אלברט איינשטיין
במעמד נשיא המדינה, מר משה קצב

שנת 2005 היא יובל המאה לשנה המופלאה 'Annus Mirabilis' שבה פרסם איינשטיין מאמרים המשמשים מסד לשלושה שטחי יסוד בפיסיקה: תורת היחסות, תורת הקוונטים ותורת התנועה הבראוונית. בכינוס נדונו היבטים מהיבטים שונים באישיותו הרב-גונית של אלברט איינשטיין, המדען והאיש. בכינוס השתתפו מרצים ידועי שם מהארץ ומח"ל ואלה הם:

Prof. Joshua Jortner (Chair), Prof. Shimon Yankielowicz, Prof. Yuval Ne'eman, Prof. David Gross, Prof. Ruth Arnon (Chair), Prof. Diana Kormos Buchwald, Prof. David Rowe, Prof. Robert Schulmann, Prof. Sam Schweber, Prof. Jacob Ziv (Chair), Prof. John D. Norton, Prof. Hanoch Gutfreund, Dr. Leo Corry, Prof. Thomas A. Ryckman, Prof. Igal Talmi (Chair), Prof. Sir Roger Penrose, Prof. Jacob Bekenstein, Prof. Eliezer Rabinovici (Chair), Prof. Avishai Dekel, Prof. Yoseph Imry (Chair), Prof. Claude Cohen-Tannoudji, Prof. Albert-Laszlo Barabasi, Prof. Miriam Cohen (Chair), Prof. Yakir Aharonov, Prof. Itamar Pitowsky, Prof. Eshel Ben-Yaacov (Chair), Prof. Michael Friedman, Prof. Yemima Ben-Menahem, Prof. Moshe Deutsch (Chair), Prof. Max Jammer.

אפשר לעיין בתקצירי ההרצאות ולצפות בהרצאות איינשטיין באתר האקדמיה: www.academy.ac.il

מדיניות מדע בישראל

דברי הסיכום של נשיא האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, פרופ' יעקב זין, לקראת סיום תשע שנות כהונתו בדיון בוועדת המדע והטכנולוגיה בכנסת שהיה בט"ז בתמוז תשס"ד, 5 ביולי 2004



להשכלה גבוהה וחוק האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. המדינה הסמיכה את האוניברסיטאות לנהל את עצמן וכן הסמיכה את הוועדה לתכנון ולתקצוב של המועצה להשכלה גבוהה (ות"ת) לקבוע באופן בלבדי את ההקצבות למוסדות.

הכלי המרכזי למימון המחקר הבסיסי הוא הקרן הלאומית למדע מיסודה של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. קרן זו תחרותית והקריטריון היחידי לקבלת המימון למחקר הוא הרמה המדעית הגבוהה של הצעות המחקר. עצמאות מערכת ההשכלה הגבוהה והמחקר בישראל, שהניבה פרי הילולים, נתונה בעת האחרונה בסכנה.

הגורם השני:

השקעות ענק במחקר הביטחוני והחקלאי שתרמו באופן ישיר ומכריע ליכולתה של התעשייה ושל הכלכלה בישראל.

הגורם השלישי:

השקעות במחקר מכוון שבאו בעיקר מתקציב המדען הראשי של משרד התעשייה והמסחר ובהיקף קטן יותר גם מתקציב משרד המדע ומתקציבי המדענים הראשיים.

אף על פי שמדינת ישראל זכתה להצלחות ניכרות במחקר ובפיתוח בלא מדיניות מחקר ופיתוח מתואמת נשאלת השאלה אם יש צורך בפעולות שישנו עתה מצב אקראי זה.

היש לישראל מדיניות מחקר ופיתוח?

ישראל נודעת בעולם כמדינת מדע. מספר המדענים לנפש בישראל גבוה מאוד וכך גם מספר המאמרים המדעיים לנפש הוא מן הגבוהים בעולם. אף על פי שאוכלוסיית ישראל קטנה מאוכלוסיית ערים רבות בעולם, היא מייצרת יותר מ-1% של הידע המדעי בעולם. יתרה מזו, חדשנותה של ישראל בתחומי המדע והטכנולוגיה באה לידי ביטוי בתעשייה עתירת-ידע המעוררת השתאות בעולם המערבי.

הישגים מדעיים וכלכליים אלה ראויים לציון שכן הם באו לעולם על אף (ואולי בגלל) שלישאל אין מדיניות לאומית למחקר ולפיתוח ולא כלים לתכנון מדיניות כזו.

על אף מה שמכונה בעגה המקצועית "הילוך שיכור" (Random Walk) ברמת המיקרו אפשר להבחין לפחות בדיעבד בשלושה גורמים עיקריים שתרמו להצלחתה המדעית והטכנולוגית של מדינת ישראל.

הגורם הראשון:

מערכות ההשכלה הגבוהה והמחקר הבסיסי מבוססות על שני חוקים המבטיחים את עצמאותן – אף על פי שהן ממומנות בצורה מרבית בידי הממשלה – והם: חוק המועצה

(א) הקרן הלאומית למדע

לישראל הייתה תשתית מדעית מפותחת אשר סללה את הדרך לפיתוח המהיר של התעשיות עתירות-המדע בשנות השבעים והשמונים. ואולם עצם ההצלחה הביאה לידי העדפת המחקר היישומי והתעשייתי על פני המחקר הבסיסי – שעליו מושתת הפיתוח המשמש בסיס להצלחה.

בשנת 1986 הוציאה האקדמיה דין וחשבון שתיעד את המשבר המתפתח במחקר הבסיסי בישראל והתווה תכנית-אב שהדגישה את הצורך להרחיב הרחבה ניכרת את ההקצבה הלאומית לנושא. האקדמיה ועמה הממשלה (באמצעות ות"ת) והקהילה הפילנתרופית הבין-לאומית התחילו לשתף פעולה. בתוך עשור אחד הביאו היזמות מצד האקדמיה **להגדלה של פי עשרה** בתקציב הקרן למחקר בסיסי. בשנת 1992 אורגנה הקרן מחדש והיא נרשמה כעמותה **עצמאית** בשם "הקרן הלאומית למדע".

בעשור החולף הגדילה הקרן הלאומית למדע את תקציבה מ-20 מיליון דולר בשנת 1995 לכ-53 מיליון דולר השנה. כיום הקרן הלאומית למדע היא הקרן הגדולה ביותר למחקר בסיסי תחרותי העומדת לרשות מדעני ישראל והיא מספקת כשני שלישים ממקורות התמיכה למחקר בסיסי. יותר מאלף מדענים (שהם כחמישית מחברי הסגל באוניברסיטאות המחקר בארץ) נהנים מפרות הקרן מדי שנה בשנה.

(ב) תכנית "ביכורה" (FIRST)

מענקים תחרותיים מסורתיים למעשה מתגמלים את המצוינות רק במקומות שהיא כבר קיימת בהם. הרעיון להקים מנגנון לתקצוב פרו-אקטיבי של המחקר המדעי עלה בפעם הראשונה בכנס בנושא "אסטרטגיות לתמיכה לאומית במחקר בסיסי" שהתקיים בשנת 1994 בחסות האקדמיה וקרן צ"ה רבסון. בשנת 1996 קרמו רעיונות אלו עור וגידים בתכנית ניסיונית של האקדמיה שקמה בחסות שני הארגונים ושמה "קרן ביכורה".

מטרת הקרן "ביכורה" הייתה לזהות ולקדם באופן פרו-אקטיבי שטחי מחקר רב-תחומיים אשר אינם מיוצגים דיים כעת בישראל. היא גם תמכה ברעיונות ראויים אשר מפאת החדשנות שבהם, הסיכון הגבוה או הרב-תחומיות הכרוכים בהם אינם מצליחים מלכתחילה לזכות במימון מן המקורות המסורתיים. בתחילה התמקדה הקרן בשלושה תחומים: ננו-מדע, יישומים בין-תחומיים של מדעי המחשב, ו-Quantitative Trait Loci (QTL). בשנים 1997–2000 מימנה

כללי המשחק בכל הקשור למחקר ולפיתוח השתנו בשנים האחרונות **בעולם** ובארץ.

ניסויים בשטח הפיזיקה של אנרגיות גבוהות דורשים מתקני ענק כדוגמת CERN או מתקן הסינכרוטרון האירופי ESRF שרק שיתוף פעולה כלל-אירופי היה יכול להקימו. דוגמה אחרת היא מחיר שיתוף ישראל ב"תכנית המחקר החמישית של האיחוד האירופי" העולה על תקציב מימון המחקר השנתי הכולל של הקרן הלאומית למדע.

תג המחיר של אי-השתתפות במתקני מחקר בין-לאומיים מעין אלה או של אי-קידום נושאים כגון ננו-טכנולוגיה, שהם גם חלון הזדמנויות לתעשייה המתקדמת, הוא פיגור הולך ומתעצם של ישראל בנושאים שהם בחזית המדע והטכנולוגיה בעולם.

כשמדובר בחברות במתקנים מעין אלה או בפרויקטים גדולים של מחקר ופיתוח בישראל עולה, כמובן, שאלת סדר העדיפויות. המקורות הכספיים של מדינת ישראל ומקורות כוח האדם המיומן אינם אין-סופיים: "שאיבת יתר" מן המקורות האלה עשויה להביא לידי "המלחת המקורות", כלומר תת-כיסוי לפרויקטים רבים מדי.

האקדמיה הלאומית למדעים ומדיניות המדע

חוק האקדמיה קובע בין השאר כי מטרות האקדמיה ותפקידיה הם:

- (א) לטפח ולקדם פעילות מדעית;
- (ב) לייעץ לממשלה בפעולות הנוגעות למחקר ולתכנון מדעי בעלי חשיבות לאומית;
- (ג) לעסוק בכל פעילות שיש בה כדי לשמש את המטרות האמורות.

בשני העשורים האחרונים שקדה האקדמיה על מילוי תפקידים אלו ויזמה רבים מן השינויים אשר עיצבו באופן פרו-אקטיבי (יזמני) את קווי המתאר הנוכחיים של המחקר במישור הלאומי.

בסקירה קצרה זו אעסוק בשלושה צירי פעולה אלה על ידי כמה דוגמאות ומתוך השוואה לפעילויות של אקדמיות חשובות בעולם המערבי. לא אציין כאן פעילויות **חשובות** אחרות של האקדמיה כגון קשרי החוץ המדעיים, הוצאת הספרים.

בייחוד בפיתוח שחל בשנים האחרונות ביכולתה של מדינת ישראל לתמוך בתשתיות לאומיות לצורך מחקר ולפיתוח מתקדם לשירות האוניברסיטאות והתעשייה ובכלל זה בשיתוף ישראל במתקני מחקר בין-לאומיים. לשם תיקון המצב יזמה האקדמיה לפני יותר משבע שנים את הקמת פורום תל"ם שבו חברים אבירי התמיכה הציבורית במחקר ובפיתוח בישראל וכן האוצר.

חברי תל"ם הם:

נציג האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים (המשמש יושב ראש), המדען הראשי במשרד התעשייה והמסחר, יושב ראש ות"ת, ראש מפא"ת במשרד הביטחון, המדען הראשי במשרד המדע (או המנכ"ל) וסגן ראש אגף התקציבים במשרד האוצר.

גוף זה קיים בזכות העניין והרצון של החברים בו לשתף פעולה בדרך של איגום משאבים לצורך קידום תשתיות מחקר ופיתוח לאומיות אשר לאחר בדיקה נמצא שהקמתן חיונית ומוצדקת.

במשך שבע השנים האחרונות הונעו פרויקטים בהיקף תקציבי של קרוב לחצי מיליארד ש"ח ובהם:

(1) חברות ישראל במתקן הסינכרוטרון הבין-אירופי (ESRF) [ביזמת האקדמיה].

(2) פרויקט אינטרנט 2 לתקשורת מהירה למטרות מחקר ופיתוח באוניברסיטאות ובתעשייה [ביזמת הוועדה הלאומית לתקשוב במשרד המדע].

(3) השתתפות בהקמת מאיץ חלקיקים לינארי במעבדה הלאומית בנחל שורק [לאור פניית הוועדה לאנרגיה אטומית במשרד ראש הממשלה].

(4) קידום נושא הננו-טכנולוגיה באמצעות הקמת ועדה לאומית והתחייבות להקצות עד 30 מיליון דולר במשך חמש שנים לתשתיות למחקר ולפיתוח במסגרת תל"ם [ביזמת האקדמיה].

בימים אלו בכמה אוניברסיטאות יצאה לדרך תכנית לרכישת ציוד מחקר בתחום הננו-טכנולוגיה בהיקף של כ-11.3 מיליון דולר בשנות התקציב 2004 ו-2005 (30% מממנות האוניברסיטאות ו-70% מממנים משרד התמ"ת, ות"ת, מפא"ת והאוצר).

פורום תל"ם הוא גם בימה לליבון בעיות משותפות ולעתים גם לקידום אסטרטגיה משותפת, לדוגמה, גיבוש אופן השתתפותה של מדינת ישראל בתכניות המחקר של האיחוד האירופי, בעיית הגדלת המאגר של פוטנציאל הסטודנטים במערכת אוניברסיטאות המחקר בנושאי מדעי והנדסה.

קרן "ביכורה" 19 תכניות מחקר בתחומים האלה בסכום כולל של 2.7 מיליון דולר. במאי 2000 מונתה ועדת בדיקה בין-לאומית בראשות הפרופסור סר אהרון קלוג. בדין וחשבון הוועדה הובאו המלצות להמשיך את "ביכורה" כגוף עצמאי בעל מועצה משלו בתוך הקרן הלאומית למדע והמלצות אלו יושמו כלשונן.

מאז הופעלה "ביכורה", לפי המלצות אלו, כתכנית עצמאית בקרן הלאומית למדע. השנה תקציב התמיכה במחקרים חדשניים של התכנית עומד על 8.8 מיליון ש"ח.

(ג) דוחות האקדמיה

בעולם המערבי מוטלת על האקדמיות למדע חובת ייעוץ לממשלה בנושאי מדע.

בארצות-הברית יש יותר מ-300 פניות בשנה של הממשל לתאגיד האקדמיות הלאומיות למדעים, להנדסה ולרפואה בבקשה לחוות דעת. לדוחות האקדמיות למדעים נודעת לעתים השפעה מכרעת על קביעת מדיניות המדע בארצותיהן.

לצער, עליי לציין שבתשע השנים האחרונות היו רק ארבע פניות רשמיות של משרדי ממשלה לאקדמיה הלאומית בישראל. שתיים מהן יזמה האקדמיה ואילו השתיים האחרות היו פניות ממערכת הביטחון וממשרד ראש הממשלה (הוועדה לאנרגיה אטומית). עליי לציין שמערכת הביטחון, שלא כמשרדי ממשלה אחרים, מקיימת קשרי התייעצות הדוקים עם האקדמיה.

ואולם האקדמיה פרו-אקטיבית גם בנושא הזה ובעשר השנים האחרונות הוכנו ביזמתה כשלושים דוחות והם הוגשו, לפי העניין לאוניברסיטאות, לוות"ת ולמשרדי הממשלה. בימים אלו מועלים דוחות האקדמיה על אתר האינטרנט של האקדמיה.

(ד) פורום תל"ם – תשתיות לאומיות למחקר ולפיתוח

מדינת ישראל הקצתה בשנת 2002 יותר מ-4% מן התל"ג למחקר ולפיתוח. מצד אחר, כאמור לעיל אין למדינת ישראל מדיניות מחקר ופיתוח מתואמת המבוססת על ראייה אסטרטגית ובחינה ביקורתית של פעילות הגורמים העוסקים במחקר ובפיתוח בישראל כדי לייעל את ניצול המשאבים המוקצים לו בצורה זו או אחרת. הדבר הורגש



נשיא המדינה מעניק את כתב המינוי לנשיא האקדמיה

לאור נרות החנוכה במשכן נשיאי ישראל בירך נשיא המדינה מר משה קצב את המדענים פרופסור נילי כהן, פרופסור אהרן צ'חנובר ופרופסור יוסף קפלן לרגל בחירתם לחברים באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. באותו המעמד נפרד נשיא המדינה מנשיא האקדמיה היוצא פרופסור יעקב זיו בתום תשע שנות כהונה והעניק את כתב המינוי לנשיא האקדמיה הנכנס, פרופסור מנחם יערי.

בנאומו אמר הנשיא: "אני מצטרף לקריאת ראשי האקדמיה והמדענים ומחזק אתכם בדרישה לשמור מכל משמר על מערכת מפוארת שהניבה פירות משגשגים. למען הדורות הבאים ולמען מעמדה של מדינת ישראל – עלינו לטפחה". הנשיא קצב הוסיף: "אסור שהקיצוצים התקציביים יפגעו ביכולת המדע בישראל".

נשיא האקדמיה הנכנס, פרופסור יערי, ציין בדבריו כי אחד ההישגים הבולטים של מערכת המחקר המדעי הוא הקמתה



טקס הצטרפותם של החברים החדשים וחילופי הנשיאים באקדמיה

(ה) המועצה הלאומית למחקר ולפיתוח אזרחי (המולמו"פ)

על האקדמיה מוטלת החובה על פי חוק לייעץ לממשלה בענייני פעולות הנוגעות למחקר ולתכנון מדעי בעלי חשיבות לאומית, ובכלל זה בדבר התוצאות הנובעות מפעולות כאלה או מחסרונן. ואולם בנוסף נזקקת הממשלה לייעוץ בנושאי תכנון, ארגון והסדרה של המחקר והפיתוח האזרחי והתקציבים לפיתוחו.

האקדמיה הפנתה את תשומת לב הממשלה לצורך להקים מועצה לאומית סטטוטורית למחקר ולפיתוח אזרחי שתמלא תפקיד חשוב זה.

בארצות הברית הטיל הקונגרס על האקדמיות הלאומיות להקים את הגוף National Research Council - NCR.

האקדמיה הייתה פעילה בקידום הנושא במרוצת שמונה השנים האחרונות.

כאן המקום להודות לוועדה למדע וטכנולוגיה בכנסת שקידמה והביאה לידי סיום את תהליך חקיקת חוק המועצה למחקר ופיתוח אזרחי (2002) שהוגש כהצעת חוק מטעם חברי הכנסת מיכאל איתן ונעמי חזן. החוק קודם בעזרת שרי המדע לדורותיהם: שולמית אלוני, בנימין זאב בגין, מיכאל איתן ומתן וילנאי, והנוסח התקבל מתוך גיבוש פשרה מקובלת על משרד המדע, האקדמיה, משרד המשפטים והאוצר.

* * *

אני מסיים את תפקידי כנשיא האקדמיה למדעים בראש השנה הבאה עלינו לטובה. הנשיא הנבחר הוא פרופסור מנחם יערי וסגנית נשיא האקדמיה הנבחרת היא פרופסור רות ארנון.

אני רוצה לסיים בדברי תודה לחברת הכנסת מלי פולישוק-בלוך, יושבת ראש ועדת המדע והטכנולוגיה בכנסת, ולוועדה עצמה המשמשת בימה לפרישת פעילות המחקר והפיתוח בישראל לפני הכנסת ולקידומה בידי הכנסת, וכן להביע את תקוותי שהוועדה תוסיף לפעול לטובת המחקר והפיתוח בישראל גם בשנים הבאות.

מסורת חנוכה בבית הנשיא

בז' דחנוכה תשס"ה (14 בדצמבר 2004) התקיים בבית נשיא המדינה טקס לציון הצטרפותם לאקדמיה של החברים החדשים שנבחרו בשנת תשס"ד וכן טקס חילופי הנשיאים של האקדמיה

איינשטיין, והוא נועד לעודד בני נוער המצטיינים במדע – דור העתיד של מדעני ישראל.

בסיום דבריו הזכיר פרופסור זיו כי השנה ראה נשיא המדינה לקיים טקס ממלכתי לכבוד שני חברי האקדמיה פרופסור אברהם הרשקו ופרופסור אהרן צ'חנובר לרגל זכייתם בפרס נובל והוסיף: "אדוני הנשיא, אני מרשה לעצמי להבטיח לך בשם קהילת מדעני ישראל שנעשה הכול כדי שגם יזמתך זו תהיה למסורת מבורכת".

וביסוסה של הקרן הלאומית למדע מיסודה של האקדמיה. כיום הקרן היא הגוף המרכזי התומך במחקר הבסיסי במדינת ישראל. פרופסור יערי ציין כמה יעדים של האקדמיה לתקופה הקרובה ובהם עידוד מדענים צעירים בישראל וטיפוחם, הקמת "צוותי-משימה" מטעם האקדמיה לבירור מעמיק של נושאים מדעיים בעלי חשיבות לאומית, כגון מחקר בתחום החינוך, סוגיות בביו-אתיקה והפקת לקחים מדעיים בתחום המדיניות החברתית-כלכלית, וכן פיתוח כלים להכנת דין וחשבון שנתי של האקדמיה על "מצב המדע במדינת ישראל".

הנשיא היוצא של האקדמיה, פרופסור יעקב זיו, בירך בדבריו פרידתו את נשיא האקדמיה הנכנס ואת חברי האקדמיה החדשים ובני משפחותיהם ואמר: "לאחר תשע שנים של הטפה בשער בענייני מדע, מחקר ומדינה אני רואה את עצמי פטור מלעשות זאת עתה, במעמד חגיגי זה, אך פטור בלא כלום – אי אפשר! במעמד המכובד הזה אני מבקש להודות מעומק לבי לנשיא המדינה על פעילותו המסורה והמתמדת לקידום מעמד המדע הישראלי בארץ ובעולם ומעמד האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. לא אגזים אם אומר שמאז כיהן פרופסור אפרים קציר בתפקיד נשיא המדינה לא היה נשיא שעשה למען קידום מעמדו הציבורי של המדע בישראל וביצורו יותר מן הנשיא קצב.

הטקס הזה של מינוי חברי האקדמיה החדשים במעמד נשיא המדינה נעשה מסורת חשובה ומבורכת. כמו כן מינוי חברת האקדמיה פרופסור רות ארנון ליועצת הנשיא לענייני מדע הוא עוד ביטוי לחשיבות שבית הנשיא מעניק לענייני המדע".

פרופסור זיו גם ציין כי הנשיא הנהיג מסורת המציינת באירוע חגיגי את היום הלאומי למדע אשר לפי הצעת האקדמיה, יחול מדי שנה בשנה ביום הולדתו של אלברט



ערבי עיון לכבוד חברי האקדמיה שהגיעו לגבורות

ערב עיון לכבוד פרופסור מנחם הרן במלאות לו שמונים שנה

נערך בז' בשבט תשס"ה (17 בינואר 2005) את פרופסור הרן בירכו ביום חגו פרופ' מנחם יערי, נשיא האקדמיה, פרופ' סטיב קפלן, דיקן הפקולטה למדעי הרוח באוניברסיטה העברית, ופרופ' נילי שופק מאוניברסיטת חיפה. בערב העיון ישבו ראש פרופ' ב"ז קידר ופרופ' שרה יפת. ואלה ההרצאות שנישאו:

Prof. John A. Emerton, *Was the Book of Genesis Written in the Second Century BCE? – On the Minimalist Tendency in Biblical Scholarship*; ד"ר ברוך יעקב שורץ, "השערת התעודות בחקר התורה – תוקפה של התאוריה"; פרופ' אביגדור הורוויץ, "הפולחן במקרא לאור מקורות מהמזרח הקדום – אופקים חדשים"; פרופ' אבי הורביץ, "מוקדם ומאוחר בלשון המקרא"; פרופ' מיכאל פוקס, "מהותה של ספרות החכמה הישראלית"; פרופ' אליעזר אד גרינשטיין, "היבטים פוסט-מודרניים בחקר המקרא – מדוע הם הכרחיים?"



פרופ' מנחם הרן ורעייתו (למעלה משמאל)



ערב עיון לכבוד פרופסור יגאל תלמי במלאות לו שמונים שנה

נערך בד' באדר ב' תשס"ה (15 במרס 2005) ואלה ההרצאות שנישאו: פרופ' יואב תלמי, "רוק, בלוטות הרוק ומה שביניהם"; פרופ' תמר דיין, "מגוון ביולוגי ואוספי טבע"; אלון (מיל) עוזי דיין, "סדר יום נדרש לישראל"; פרופ' מיכאל קירסון, "קילוף גרעין האטום".



פרופ' יגאל תלמי (מימין) עם פרופ' מנחם הרן

ערב לכבוד פרופסור יובל נאמן במלאות לו שמונים שנה

נערך בט' באייר תשס"ה (18 במאי 2005) נשאו דברי ברכה: פרופ' חיים הררי, פרופ' דוד הורן, פרופ' אליעזר רבינוביץ, פרופ' יהושע יורטנר.



פרופ' יובל נאמן (מימין) עם פרופ' שמואל אגמון

אורחים באקדמיה



י' בטבת תשס"ה (22 בדצמבר 2004)

האקדמיה בשיתוף התכנית לרציונליות במדיניות ציבורית באוניברסיטה העברית אירחו את פרופ' לורנס סאמס (Laurence H. Summers), נשיא אוניברסיטת הארוורד.

האורח הרצה באקדמיה על

"Reflections on the New Anti-Semitism"

בעת ביקורו בירושלים הפגיש אותו מארחו באקדמיה, פרופ' מנחם יערי, עם נשיאי אוניברסיטאות-המחקר בישראל.



מימין לשמאל: פרופ' משה קווה, נשיא אוניברסיטת בראזיל, פרופ' לורנס סאמס, פרופ' מנחם מגידור, נשיא האוניברסיטה העברית ופרופ' אהרן בן-זור, נשיא אוניברסיטת חיפה

כ"ח בשבט תשס"ה (7 בפברואר 2005)

ביקור שר המדע של קרואטיה

שר המדע והספורט של קרואטיה ד"ר דרגן פרימורץ (Dragan Primorac) ביקר באקדמיה עם משלחתו שכללה את ראש לשכת השר, ראש לשכתו ליחסים בין-לאומיים, סגן השר לטכנולוגיה, שגריר קרואטיה בישראל ושגרירת ישראל בקרואטיה. השר האורח ציין את כוונת נשיא האקדמיה הקרואטית לקדם הסכם לשיתוף פעולה בין האקדמיות והוסיף כי לקרן הלאומית הקרואטית למדעים יש תכניות לעידוד מחקרים משותפים בין מדינות. לדבריו, יש למצוא תחומי מחקר מרכזיים העשויים להתאים לעבודה משותפת בין חוקרים משתי המדינות. כמו כן הציע השר לעודד מחקר בארכיונים של דוברובניק כדי לחשוף ולהראות את תרומת הקהילות היהודיות לפיתוח מסחרי וחברתי בקרואטיה.

י"ד באייר תשס"ה (23 במאי 2005)

ביקור משלחת מטעם המועצה הלאומית למדע של טיוואן

פרופ' רות ארנון, סגנית נשיא האקדמיה ונשיאת התאגדות האקדמיות למדע של אסיה (AASA), ונציגים של הנהלת האקדמיה והקרן הלאומית למדע אירחו את השר הפרופ' מא-קוואן וו (Maw-Kuen Wu) ואת משלחתו שכללה את נשיא האוניברסיטה הלאומית ינג-מינג, מנהלת המכון לביולוגיה מולקולרית ליד אקדמיה סיניקה ונציגי הנציגות הכלכלית הטייוואנית בארץ. בפגישה סקרו המארחים ואורחיהם את מערכות המחקר המדעי הבסיסי במדינותיהם והעלו אפשרויות לחיזוק שיתוף הפעולה ביניהן. צוין ההסכם לשיתוף פעולה מדעי שבין האקדמיות והקשרים החמים שנרקמו ביניהן ואשר באו לידי ביטוי, בין השאר, בסדנאות מדעיות דו-לאומיות בכימיה. פרופ' רות ארנון אף הזמינה את נציגי אקדמיה סיניקה להשתתף בכינוס האספה הכללית של AASA שיתקיים בסיאול וגובשה דרך לצרף את אקדמיה סיניקה לחברה ב-AASA על אף הקשיים הדיפלומטיים.



חברי המשלחת הטייוואנית בגן המדע באקדמיה

ייעוץ לממשל בישראל בנושאים הקשורים במדע

על פי חוק האקדמיה משנת 1961, אחד מתפקידיה של האקדמיה הוא "לייעץ לממשלה בפעולות הנוגעות למחקר ולתכנון מדעי בעלי חשיבות לאומית". כדי למלא חובה זו הוקם בשלהי תשס"ג צוות ההיגוי במחקר חינוכי.

(א) בימים אלו נערכת האקדמיה להיענות לפנייתיהן של כמה רשויות להקים צוותי ליווי וייעוץ מדעיים במגוון נושאים, ובהם נושאי איכות הסביבה וכן פיקוח על מחקר בחומרים ובגורמים מסוכנים (Dangerous Substances).

(ב) בה בעת האקדמיה גם נערכת להכנת תכנית פעולה משותפת עם "הנציבות למדע וטכנולוגיה ישראל-ארה"ב" (USISTC) לבדיקת מצב המחקר והפיתוח הלאומי. "הנציבות למדע וטכנולוגיה ישראל-ארה"ב", שהוקמה בימי הנשיא ביל קלינטון וראש הממשלה המנוח יצחק רבין, פנתה באמצעות ה-National Research Council (NRC) אל האקדמיה האמריקנית למדעים בבקשה להכין סקר על מצב המחקר בארץ ולגבש תכנית פעולה לאסטרטגיה לאומית מדעית וטכנולוגית בשביל מדינת ישראל.

הסקר והתכנית ייעשו בשיתוף האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. פניית הנציבות לאקדמיה להכנת התכנית הייתה בהסכמת ממשלת ישראל ובעידודה. במאי 2005 נפגשו נציגי המוסדות לפגישת עבודה ראשונה עם שרים, חברי כנסת, ראשי מערכת ההשכלה הגבוהה והמחקר המדעי וראשי התעשייה.

ט"ז באייר תשס"ה (24-26 באוקטובר 2004)

AquaNano 2004 :

סדנה דו-לאומית שוודיה ישראל בנושא ננו-טכנולוגיות ומים

הסדנה, שהתקיימה בבית האקדמיה, נועדה להפגיש מומחים במים ומומחים בננו-טכנולוגיות ולגשר ביניהם כדי לברר איך טכנולוגיות הננו עשויות לתרום לפתרון בעיות יישום בתחומי מים כגון התפלה, טיהור, מחזור מ-שופכין וניטור.

בראש הוועדה המארגנת הישראלית עמד פרופ' יוסף אמרי, ובראש המשלחת השוודית עמד פרופ' אנדרס פלודסטרם (Anders Flodström), נשיא KTH, המכון המלכותי לטכנולוגיה. הסדנה נערכה בשיתוף פעולה עם Vinnova (Swedish Agency for Innovations Systems).

י"ח בטבת תשס"ה (30 בדצמבר 2004)

ביקור נשיא האקדמיה למדעים של

קולומביה

פרופ' משה וסרמן (Moize Wasserman), נשיא האקדמיה למדעים של קולומביה, נפגש עם נשיא האקדמיה ודן עמו על חינוך והוראת המדעים ועל נושאים משותפים אחרים.

ט"ז באייר תשס"ה (25 במאי 2005)

טקס חתימת ההסכם לכינון מפעל מלגות אדאמס לתלמידי

מחקר במדעים באוניברסיטאות

מר מרסל אדאמס (Mr. Marcel Adams) מקנדה פנה אל האקדמיה כדי לכוון יחד מפעל מלגות לתלמידי מחקר במוסדות להשכלה גבוהה בישראל. מלגות אדאמס תהיינה מיועדות לסטודנטים לתואר דוקטור במדעי הטבע והמתמטיקה. ועדת היגוי מטעם האקדמיה תבחר את הזוכים במלגות, ופרופ' יורם גרונר נבחר לעמוד בראש ועדת ההיגוי.

מקבלי מלגות אדאמס יהיו זכאים לתמיכה כספית שתניחן בפרק זמן של עד ארבע שנות לימוד. המלגה השנתית גם תכלול אפשרות לממן את השתתפות המלגאי בכינוס מדעי. מדי שנה בשנה ייבחרו עשרה דוקטורנטים מצטיינים מן האוניברסיטאות בישראל. הקרן תעניק מלגות בסך מיליון דולר בשנה, ובתוך חמש שנים ייהנו ארבעים תלמידי מחקר בארץ מדי שנה בשנה ממלגות אדאמס. ראשוני המלגאים ייבחרו לקראת שנת הלימודים תשס"ו.

בטקס חתימת ההסכם לכינון מפעל המלגות שנערך בירושלים אמר מר מרסל אדאמס לנשיא האקדמיה כי בעיניו "המדע הוא המפתח לעתידנו" וכי הוא רואה "פוטנציאל אדיר טמון במדענים ובמדעניות הצעירים של מדינת ישראל".

נשיא האקדמיה, פרופ' מנחם יערי, ומועצת האקדמיה אימצו בשם האקדמיה את המפעל הזה והביעו את תודת האקדמיה והערכתה למר אדאמס על יזמתו הברוכה.



מר מרסל אדאמס (משמאל) ופרופ' מנחם יערי חותמים על ההסכם לכינון מפעל המלגות



מר מרסל אדאמס (במרכז) עם בנו (מימין) ד"ר ג'וליאן אדאמס וחתנו פרופ' גיל טרוי

ה"חרם המדעי" והרשת הבין-לאומית לזכויות אדם



פרופ' סרי נוסייבה (מימין) ופרופ' מנחם מגידור חותמים על ההצהרה המשותפת



המושב המיוחד שבו נחתמה ההצהרה

במים 18–23 במאי 2005 קיימה הרשת הבין-לאומית לזכויות אדם של האקדמיות (The International Human Rights Network of Academies and Scholarly Societies) את ישיבתה הדו-שנתית השביעית באקדמיה המלכותית הבריטית בלונדון. נציגי 42 אקדמיות למדעים השתתפו בישיבה ובהם נציג האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ברשת, פרופ' דניאל פרידמן. הדיונים נסבו גם על העיקרון בדבר שמירת זכותם של עמיתי מחקר במדע לשיתוף פעולה חופשי לצורך קידום מטרותיהם המדעיות. כל הנציגים ברשת הכירו בחשיבותו של עיקרון זה והביעו את התנגדותם לחרם כלשהו על מוסדות מדעיים או על מדענים יחידים.

במושב שהשתתף בו נשיא האקדמיה הישראלית, פרופ' מנחם יערי, חתמו פרופ' מנחם מגידור, נשיא האוניברסיטה העברית בירושלים, ופרופ' סרי נוסייבה, נשיא אוניברסיטת אל-קודס, על הצהרה הדדית בדבר שיתוף פעולה מדעי בין האוניברסיטאות. נציגי הרשת הביעו את קורת רוחם מחתימת ההצהרה ואמרו כי זו דוגמה מצוינת לפעולה בונה בלתי-אלימה בין מנהיגים של שני מוסדות חשובים ונכבדים, אשר עשויה לתרום להחלפת רעיונות ודעות ולשיתוף פעולה מדעי ולקידומו גם במצבי סכסוך אחרים.

ב' בסיוון תשס"ה (9 ביוני 2005)

ועידת רחובות למדע וטכנולוגיה

הוועידה נערכה ביזמת משרד המדע והטכנולוגיה בשיתוף האקדמיה למדעים ומכון ויצמן למדע. מטרתה הייתה לכנס את מקבלי ההחלטות ובעלי עניין מרכזיים בתחום מדיניות המדע בישראל. בוועידה השתתפו מדענים, נציגי המוסדות להשכלה גבוהה, אנשי תעשייה, כלכלה וממשל. ועידת רחובות אירחה השנה את ראש הממשלה, מר אריאל שרון, את שר האוצר, מר בנימין נתניהו ואת נגיד בנק ישראל, פרופ' סטנלי פישר.

דוח הסיכום של הוועדה לקשרי הגומלין בין אוניברסיטאות-המחקר ובין התעשייה הוצג בפעם הראשונה בוועידה. הוועדה פעלה בשלוש השנים האחרונות מטעם האקדמיה וות"ת ובראשה עמד הפרופ' חנוך גוטפרוינד.



הנגיד, פרופ' סטנלי פישר (משמאל), עם פרופ' מנחם יערי, נשיא האקדמיה, וגב' עתליה (טלי) רוזנבאום, מנכ"לית משרד המדע

פטרס פורסקאל, מקס בילבסקי... ואנחנו

דברים לרגל פרסומיה החדשים של ועדת הפאונה והפלורה של ארץ-ישראל

מאת פ"ד פור



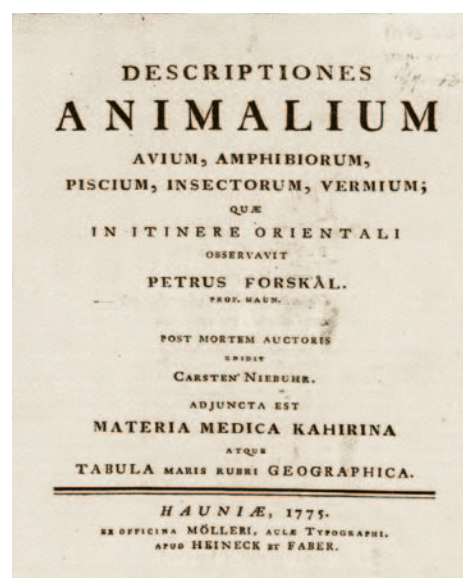
צילם דוד דרום

עקרבים צהובים במחול כלולות

"השליחים" האלה, פטרס פורסקאל (Petrus Forskål), הגיע בשנת 1761 למזרח התיכון, והוא הראשון שתיאר את החי והצומח בים סוף. אחרי תלאות קשות הוא ורוב חבריו למשלחת מתו בקדחת. את ספרו הוציא לאור עמיתו למשלחת קארסטן ניבוהר (Carsten Niebuhr), היחיד שנשאר בחיים לאחר מסע-מחקר זה.

פטרס פורסקאל תיאר בפעם הראשונה, לפני יותר ממאתיים שנה, את מין הסרטנים *Phronima sedentaria*, ותצלומו של המין הזה מאייר היום את עטיפת ספרה של אנגלינה זליקמן "אטלס של היפרידיאה [סרטנים] של הים התיכון וים סוף", אשר ראה אור בימים אלו בהוצאת האקדמיה למדעים.² אחד מתחומי מחקרה של ד"ר זליקמן היה הפלנקטון, ולפני עלייתה ארצה בשנות השמונים היא ניהלה את המעבדה הימית במורמנסק שמעבר לחוג הארקטי בברית המועצות לשעבר, ושם אף נפגעה מקרינה עקב פיצוץ שאירע בשתי צוללות אטומיות. בבואה ארצה היא ייחדה את זמנה לחקר ההיפרידיאה בים התיכון ובים סוף ובספרה היא מתארת את המין של פורסקאל בפרטי מבנה תפקודיים אשר עד היום לא נכתבו בספרות המדעית.

הספר הראשון בעידן החדש שיוחד לתיאור בעלי החיים של ארץ ישראל הנזכרים בכתבי הקודש היה *Hierozoicon*.¹ היו בו טעויות רבות בזיהוי בעלי החיים, כי מחבר הספר קרא להם בשמות בעלי החיים האירופיים. לא אחת הטעויות העתיקות האלה השתרשו עמוק בתודעה, והן רווחות עד היום. כך, למשל, על סמך ה-*Hierozoicon* חושבים שהנמר הוא טיגריס, מבלבלים בין העיט ובין הנשר, ו"השפן הקטן" לובש את דמות הארנבון.



ספר מסעיו של פטרס פורסקאל משנת 1775
את הספר הביא לדפוס חברו למשלחת קארסטן ניבוהר
אחרי מות המחבר בסודאן של היום

אבי הסיסטמטיקה הביולוגית קארל לינאוס (Carl Linnaeus) שלח במאה השמונה-עשרה את "שליחיו" לכל פינות תבל כדי לאסוף דוגמות של הפאונה והפלורה ולתארן. אחד

¹ Bochart, S. *Hierozoicon, sive bipartitum opus de animalibus S. Scripturae*. Frankfurt, impensis Joh. D. Zunneri, typis B. Chr. Wustii, 1675

² Zelikman, E.A. 2005. *Fauna Palaestina. Crustacea I: Amphipoda: Hyperidea of Israel - A Morphological Atlas*. Jerusalem



צילם דוד דרום

חטמית. פרח בר הפולש לגינות נוי ומתקקש לצמוח בהן.

ואילנה הרנשטט, ספר שאף הוא ראה אור בעת האחרונה בהוצאת האקדמיה.⁴ ספרן הוקדש לזכרו של מקס בילבסקי, חלוץ מחקר הטחבים בישראל.

העיקרון שחקר טבע הארץ הוא אבן יסוד בקיומו החומרי והתרבותי של עם ישראל במולדתו, עיקרון שדגלו בו החוקרים העולים הראשונים, היה נר לרגלי מייסדיה של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, ובהם הכימאי ארנסט דוד ברגמן, הפרזיטולוג הדגול שאול אדלר, הפילוסוף הוגו ברגמן ואחרים. העידן החדש והממלכתי של חקר עולם הטבע בארץ ותיעודו החל בשנת 1966 עם פרסום הכרך הראשון של הפלורה של הצמחים העילאיים של ארץ ישראל מאת מיכאל זהרי בהוצאת האקדמיה.⁵ הוא המשיך את פועלם של בעל פרס נובל אוטו ורבורג ושל אלכסנדר אייג, אשר בשנות השלושים הקימו את העשבייה הישראלית על הר הצופים.

בראשית שנות השישים היה מפעל "הפאונה של ארץ-ישראל" אחד המפעלים הראשונים של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. לימים הורחב המפעל והוקמה "ועדת הפאונה והפלורה של ארץ-ישראל". בראשה עמד שנים רבות הינריך מנדלסון שזכה לכינוי "מר זואולוגיה של ישראל".

"שליח" אחר של לינאוס, שיצא בשנת 1749 לחקור את הפאונה והפלורה של ארץ ישראל, היה פרדריק האסלקוויסט (Fredrik Hasselquist). הוא לא שילם על מסעו זה בחייו! בשלהי המאה התשע-עשרה ובראשית המאה העשרים הגיעו ארצה כמה "צליינים מדעיים". החשוב שבהם היה הכומר האנגליקני הנרי טריסטראם (Henry Baker Tristram), המכונה "אבי מחקר הטבע בארץ",³ ולהבדיל, הקצין והמרגל הבריטי ריצ'ארד פון מיינרטצהאגן (R. Von Meinertzhagen), הנחשב אבי מחקר העופות בארץ.

בין העולים הראשונים לארץ ישראל בראשית המאה העשרים היו הרבה חוקרי טבע חובבים ואוטודידקטים, ונזכיר כאן רק אחדים מהם: המורה לעברית והזואולוג יצחק אהרונ, מגלה אם החיטה אהרן אהרנסון מזכרון יעקב, מגדל העופות ברמות השבים והביולוג הימי וולטר שטייניץ, המורה ואספן הקונכיות א"ל ברש. הם ביטאו את ציונותם על ידי מחקר טבע הארץ.

בין החובבים הנלהבים האלה היה מקס בילבסקי, רוקח יליד גרמניה. בשנת 1933 עלה ארצה והיה אספן חובב של טחבים. האוסף שלו שימש יסוד חשוב לכתיבת ספר מקיף ורחב-יריעה על טחבי ארץ ישראל בעריכת החוקרות קלרה חן ז"ל

³ Tristram, H.B. 1884. *Fauna and Flora of Palestine*. The Palestine Exploration Fund. London

⁴ Heyn, C.C. & Herrnstadt, I. (eds.). 2004. *Flora Palaestina*. The Bryophyte Flora of Israel and Adjacent Regions. Jerusalem

⁵ Zohary, M. 1966. *Flora Palaestina*. Part one. Jerusalem

ומתחדדים כל הזמן. בעידן האלקטרוני הספרים האלה עתידים להיות תשתית לבסיסי נתונים אינטראקטיביים. כדי לנהל מאגרי מידע כאלה ועדת הפאונה והפלורה צריכה להיות למערכת קבועה on line.

ואולם בלי להתעלם מצורכי העתיד ראוי לשמר גם את העבר, שהרי פרסום נתונים מדעיים מחייב שימור חומר התייעוד שנאסף לשם השוואה וביקורת בין-לאומיות. האקדמיה למדעים הכירה בחשיבותם המדעית של האוספים הלאומיים, העניקה להם את חסותה והיא מוסיפה ליטול חלק פעיל בשימורם. בכל המדינות הנאורות בעולם יש מוזאונים לאומיים לטבע. למרבה הצער, בהיסטוריה הממלכתית הקצרה שלנו עד היום לא הוקם מוזאון לאומי לטבע משלנו. האוספים – החל בפירות מחקריהם של יצחק אהרונז' ושל אהרן אהרסון וכלה באוספיהם של חוקרים צעירים בימינו – שמורים באוניברסיטאות, לעתים בתנאים לא תנאים, בלא משאבים לאחזקתם ובלא אכסניה מתאימה. פעמיים נחלצה האקדמיה להצלת האוספים הביולוגיים בהיותה מייצגת האינטרס הלאומי בשמירת האוצרות האינטלקטואליים שלנו.

בעת האחרונה, לאחר החלטות ועידת ריו (Rio de Janeiro), שמירת מגוון המינים של כדור הארץ הייתה לנושא הנתון לאחריות בין-לאומית. ישראל חתומה על אמנה בעניין מגוון המינים – Convention on Biodiversity. על פי אמנה זו הוקם גוף המכונה Global Taxonomy Initiative, והוא מופקד על הפעילויות המדעיות הקשורות למגוון המינים ולהכשרת חוקרי טבע בכל מדינות העולם. מדינתנו מיוצגת גם בארגון בין-לאומי זה. שהרי מלבד סכנת ההכחדה של המינים בטבע עולה במלוא חריפותה בעיית התדלדלות שורות החוקרים, אפילו עד לכלל ניתוק המסורת המחקרית עצמה. ישראל איננה רק צומת של תרבויות עתיקות וחדשות אלא גם פרודור חשוב למפגש, מעבר וחילופין של החי והצומח בין שלוש היבשות אירופה, אסיה ואפריקה. ישראל היא המדינה היחידה במזרח התיכון שזה עשרות שנים יש בה איסוף ותייעוד פעילים של פאונה ופלורה לצורכי מחקר, וספרי הפאונה והפלורה שהאקדמיה מפרסמת תופסים מקום נכבד בדוחות השנתיים שנמסרים לגוף הבין-לאומי הזה. היום נוספת על ציווי חקר טבע המולדת גם החובה לשמר למען הדורות הבאים. ספרי ועדת הפאונה והפלורה הם בסיס ותרומה הכרחיים למשימה זו.

ספרו החשוב "יונקים בישראל", שנכתב בשיתוף פעולה עם יורם יוס'טוב, ראה אור בהוצאת האקדמיה בשנת 1999.⁶ הפרסומים בסדרת הפאונה והפלורה של ארץ-ישראל ממשיכים אפוא מסורת מחקרים בת מאות שנים של טבע הארץ. המשכיות המחקר באזורנו נשמרה גם בפרסום רשימה של כל דגי ים סוף שהוכנה בפעם הראשונה בשנת 1870 בידי הרופא הגרמני קארל קלונצינגר (Carl Klunzinger) ובעת האחרונה עודכנה והושלמה בידי מנחם דור ומנחם גורן;⁷ עדכונים של הפלורה של הארץ ושל האזור התפרסמו בסדרה בת תשע חוברות.⁸ בשנות הארבעים ערכו ראשוני המדענים האוניברסיטאיים שלנו איסוף ומחקר יסודי באגם החולה אשר עמד לפני ניקוזו. רק כעבור חמישים שנה קיבצו חנן דימנטמן, הדר ברומלי ודב פור את החומר אשר כמעט נשכח על המדפים, ופרסמו שחזור ביולוגי וספרותי של האגם האבוד.⁹ ספר זה משמש כיום בסיס מדעי לשיקומו מחדש של אגם החולה.

בשנות פעולתה הביאה ועדת הפאונה והפלורה לדפוס קורפוס של עשרים ושמונה ספרים המתעדים את החי והצומח של הארץ. הוועדה יזמה מחקרים של חוקרים ישראלים ואף אירחה חוקרים מחוץ לארץ והם תרמו למפעל הזה. ברשימת החוקרים שפרי מחקרם התפרסם בסדרות הפאונה והפלורה יש חוקרים מצרפת, מבלגיה, מהולנד, מאיטליה, ומשווייץ.

מונוגרפיות הפאונה והפלורה הן מחקרים רגיונליים. המחקרים האלה כוללים נתונים גם מאזורים הסמוכים לקו הירוק כגון סיני והגולן, ולעתים נכלל גם מידע מירדן ומלבנון הסמוכות, שהרי החי והצומח אינם מכירים בגבולות הפוליטיים.

ספרי הפאונה והפלורה בהוצאת האקדמיה למדעים הם מונוגרפיות רחבות-היקף ועשירות במידע המושתת על מחקרים מדוקדקים. הן עתירות ציורים מדעיים אמנותיים, תצלומי מיקרוסקופ אלקטרוני ותצלומי צבע, ורמת עיצובן היא מן הגבוהות בעולם. כל אלה מקנים לספרים מלבד ערכם המדעי הרב גם ערך ביבליופילי נדיר, והם שגרירינו הטובים בעולם המדע בחוץ לארץ ותעודת כבוד למדינה.

נשאלת תדיר השאלה מתי תגיע סדרת הספרים הזאת לסימאה? מתי ייגמר תיעוד כל החי והצומח של הארץ? אפילו היו לנו עשרות מדענים הפועלים למימוש המטרה הזאת – וההפך הוא הנכון – אי אפשר להשלים את המלאכה בשנות דור. ועוד זאת: המידע והשיטות מתרחבים

⁶ Mendelssohn, H. & Yom-Tov, Y. 1999. *Fauna Palaestina. Mammalia of Israel*. Jerusalem

⁷ Dor, M. & Goren, M. 1994. *An Updated Checklist of the Fishes of the Red Sea – CLOFRES II*. Jerusalem

⁸ Zohary, M., Heyn, C.C. & Heller, D. 1980–1994. *Conspectus Florae Orientalis*, fascicles 1–9. Jerusalem

⁹ Dimentman, Ch., Bromley, H.J. & Por, F.D. 1992. *Lake Hula – Reconstruction of the Fauna and Hydrobiology of a Lost Lake*. Jerusalem

לזכרה של קלרה חן

יושבת ראש ועדת הפאונה והפלורה

פרופסור קלרה חן הייתה מנהלת העשבייה באוניברסיטה העברית בירושלים ולימים הייתה יושבת ראש ועדת הפאונה והפלורה של ארץ-ישראל שהקימה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. כתיבת פלורת הטחבים של ישראל, ממפעליה הגדולים של הוועדה, הייתה פרי יזמתה ובשיתוף עם חוקרים אחרים היא אף נרתמה לאיסוף החומר, לכתיבתו ולעריכתו. קלרה חן הוסיפה לעבוד על הספר בשכבה על ערש דווי אך לא זכתה לראות את פרי עמלה יוצא בדפוס. בערב עיון שנערך באקדמיה לרגל צאת הספר לאור האיר אחיה, פרופ' יהושע בלאו, כמה פרקים בשורשיה התרבותיים של קלרה עד שהגיעה לאוניברסיטה, ואלה מקצת דבריו.

קלרה חיה בלאו נולדה ביוני 1924 בקלוא' שבטרנסילבניה. אבא בא ממשפחה מבוססת אמידה ודתית שהייתה כבר כמה דורות בהונגריה, וזו התרבות שספגנו קלרה ואני בילדותנו. אבינו בצד היותו סוחר מצליח היה איש ספר, ונטייתו של קלרה לפנות ללימודים בוודאי הושפעה במידה רבה מן התרבות שאבא הנחיל לה.

בשנת 1929, עם פרוץ המשבר הכלכלי הגדול, חיסל אבא את עסקיו ברומניה, ובשנת 1931, כאשר הייתה קלרה בת שבע, עברנו לאוסטריה, ואבינו אמר לנו אז "אתם עוברים לארץ תרבות". גרנו בעיר קיט קטנה הסמוכה לווינה. הייתה שם קהילה יהודית ורבה, הרב קרליבך, היה דמות כריזמטית והקרין על הנוער את התרבות היהודית בלבושה הגרמני. כאן גם למדה קלרה את השפה הגרמנית שהייתה לשפתה החזקה בצד ההונגרית.

בשנת 1938 עם סיפוח אוסטריה לגרמניה לקינו כולנו בהלם בראותנו כיצד ארץ התרבות נהפכת לארץ של רדיפות, של ציד בני אדם. וההלם הזה בעצם הוא שהציל את חיינו, שכן בעקבותיו החליט אבא לעזוב את אירופה. בשמונה ביוני 1938 עזבנו את אוסטריה, וכעבור חודש וחצי עלתה משפחתנו ארצה.

בבואנו ארצה היחידה שלא ידעה עברית הייתה קלרה, אבל דווקא היא הסתגלה לחלוטין למצוי בארץ ישראל. היא למדה ארבע שנים בסמינר לוינסקי. בהיותה תלמידה מצטיינת היא הוצעה בשנה החמישית ללימודיה ללמד ביקנעם. כעבור כמה שנים עלתה לירושלים והחלה את לימודיה באוניברסיטה וגם לימדה בשעות הערב. היא בחרה ללמוד בוטניקה ועשתה חיל בעבודתה האקדמית.

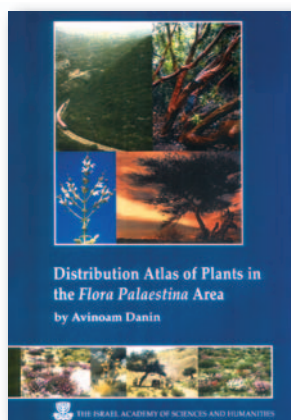
חייה של קלרה נקטפו כאשר הייתה עדיין בתנופה של עבודה ורצון עז לחיים. בערב לפני שקלרה הלכה לעולמה ביקרנו אצלה והיא דיברה על ספר פלורת הטחבים שעבדה עליו עד רגעיה האחרונים. בעזרת שותפיה למחקר ולכתיבה ועמיתים וידידים הושלמה הבאת הספר לדפוס. הספר שייחלה לו ראה אור. היא הייתה שמחה מאוד לו זכתה לראותו. יהי זכרה ברוך.

אלה הפרסומים שראו אור בשנה האחרונה בתחומי הפלורה והפאונה של ארץ-ישראל

הנתונים, לעיבודם ולחקירתם המעמיקה. התברר אפוא שבישראל, על אף שטחה הקטן, מגוון עשיר של טחבים. בפלורת הטחבים שזה עתה ראתה אור מתועדים 259 מינים ומהם 87 תועדו בארץ בפעם הראשונה בעת הכנת החיבור הזה. ציורים מפורטים באיכות גבוהה במיוחד שציירו בהדרכת החוקרות הציירות מיכל בועז-יובל ואסתר הובר מלווים כל מין ומין, ובצד תיאור המין מובאת מפת התפוצה שלו. כן מובאים תצלומי מיקרוסקופ אלקטרוני של מבחר מינים, ותצלומי צבע של כשישים מינים שצילם הצלם דוד דרום מאיירים את הכרך וממחישים את יופיים של הצמחים הצנועים האלה.

Distribution Atlas of Plants in the Flora Palaestina Area

by Avinoam Danin



ארבעה חבלים פיטוגאוגרפיים עיקריים נפגשים בישראל: היס-תיכוני, האירנו-טורני, הסהר-ערבי והסודני. ריבוי האזורים האקלימיים ומגוון סוגי הקרקע הם הסיבה לעושר הבוטני בישראל. בעשבייה של האוניברסיטה העברית בירושלים מרוכז רוב התיעוד על הצומח באזורנו והיא משמשת יסוד לחקירתו. הספר הזה, פרי מחקריו של המחבר אבינעם דנין ועיבודו של המידע הבוטני-גאוגרפי שאסף במרוצת ארבעים שנה, מביא נומנקלטורה מעודכנת ונתונים מעודכנים על התפוצה ועל בית הגידול של מיני הצמחים באזור שדנו בו ארבעת כרכי *Flora Palaestina* מאת מיכאל זהרי ונעמי פיינברון אשר יצאו לאור בהוצאת האקדמיה בשנים 1966–1986. האטלס מקיף 2,750 מיני צמחים, מהם 276 שלא נרשמו קודם בכרכי *Flora Palaestina*, ולכל מין ומין יוחדה מפה המייצגת את הנתונים על תפוצתו.

FLORA PALAESTINA

The Bryophyte Flora of Israel and Adjacent Regions

edited by C. Clara Heyn and Ilana Herrnstadt

Part I: BRYOPSIDA (Mosses), by Ilana Herrnstadt & C. Clara Heyn

Part II: ANTHOCEROTOPSIDA (Hornworts) and MARCHANTIOPSIDA (Liverworts), by Helene Bischler & Suzanne Jovet-Ast



החיבור החדש הזה בסדרת הצומח של ארץ ישראל מביא לחוקרים, לחובבי טבע ולקוראים אחרים תיעוד מעודכן ומלא של הטחבים בישראל ובכמה אזורים סמוכים. הספר מסכם יותר מעשרים וחמש שנות מחקר פורה על טחבי ישראל שערכו ארבע חוקרות – שתיים מישראל – קלרה חן ואילנה הרנשטט – ושתיים מצרפת – הלן בישלר וסוזן ז'וֹנֶה-אסט, והוא מתבסס בעיקר על האוספים המקיפים שכונסו במרוצת השנים האלה והשמורים בעשבייה של האוניברסיטה העברית בירושלים ובמוזאון לטבע של פריז. תולדות מחקר הטחבים בישראל קצרות בייחוד לעומת המחקרים המקיפים על קבוצות צמחים אחרות. מקס בילבסקי, חלוץ מחקר הטחבים בארץ, ייחד זמן רב לאיסופם ולחקירתם, והאוסף שלו וחיבורו "פלורת הטחבים של ישראל" משנת 1965 שימשו אבן פינה לספר הזה. האזור שלנו לא משך חוקרי טחבים רבים אולי מחמת תקופת היובש הארוכה בו, שבמרוצתה רוב הטחבים אינם ניכרים בבירור וכן בשל ממדיהם הקטנים של הצמחים הגדלים בארץ. מיעוט המחקרים עד כה הניח כר נרחב להעשרת

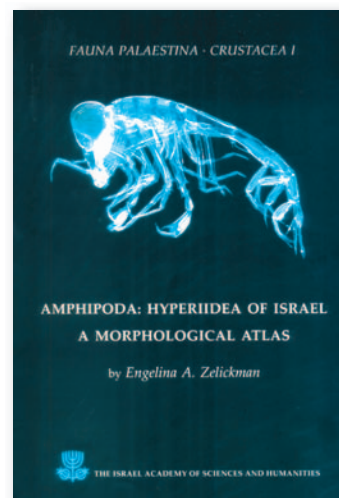
על קווי האפיון המסורתיים בטקסטנומיה של ההיפרידיאה הספר מביא פרטים משווים של מיקרו-סטרוקטורה של חלקי הפה והגפיים שמעולם לא הובחנו עד היום, ובפעם הראשונה מוצגים גם תצלומי מיקרוסקופ אלקטרוני מפורטים של גפי הפה שכל הנראה, יש להם חשיבות בתפקוד והם בעלי ערך טקסונומי.

מספר המינים הרב המתואר באטלס עושה אותו כלי יסוד לזיהוי היפרידיאה בכל רחבי העולם.

FAUNA PALAESTINA

Amphipoda: Hyperiidea of Israel – A Morphological Atlas (Crustacea I)

by Engelina A. Zelickman



עוד ראו אור בהוצאת האקדמיה

מנחם בנית (מהדיר), ספר-הפתרונות מלייפציג, כרך המבוא. תשס"ה.

אלון גל (עורך), המסורת המשפטית והציונית של לואיס ד' ברנדייס – ההרצאות שנשאו ביום עיון לציון שישים שנה למותו. תשס"ה.

לזכרו של דוד אשרי. תשס"ד.

Shaul Shaked (ed.), *Genesis and Regeneration: Essays on Conceptions of Origins*. 2005.

Dvora Barzilai-Yegar, *Archival Sources for the History of the British Mandate in Palestine (1914–1948) – A Database of Documents in Israeli Archives*. 2005.

Irvin Asher & Meir Zadok (eds.), *Promoting Science, Education and Society – The Academy-Government Challenge*. 2005.

Jean-Marie Lehn, "Supermolecular Chemistry—From Molecular Information towards Self-Organization and Complex Matter". 2003.

ההיפרידיאה הם תת-סדרה של סרטני ים טפילים-חיצוניים וטורפים. הם ניזונים מפלנקטון זעיר יותר ומשלבבים אפוא את מצבור האורגניזמים העצום הזה בשרשרת המזון הימית. הסרטנים האלה מאכלסים הן את הימים הצפוניים הן את הימים הטרופיים וחיים אף בעומק 2,700 מטרים, אם כי רוב המינים המוכרים חיים בעומק עד 500 מטרים. בים הארקטי ובאנטרקטיקה הם מקור מזון חשוב ללווייתנים ולדגים גדולים. מחברת האטלס אנגלינה זליקמן היא חוקרת פלנקטון שעלתה ארצה לפני כחמש-עשרה שנים מברית המועצות לשעבר, ולאחר בואה ייחדה את זמנה לחקר קבוצת ההיפרידיאה בימים של ישראל. מאה וחמישה מינים של היפרידיאה נמנים באטלס שראה אור זה לא מכבר, מהם 99 מחופי הים התיכון של ישראל ומהם 46 ממפרץ עקבה שבצפון ים סוף. ארבעים מינים מהם נמצאים בשני הימים. באטלס מתוארים ומצוירים 51 מינים מן הים התיכון שלא תוארו עד כה, והם מעשירים אפוא את מגוון הקבוצה שמספר מיניה בים זה גדל פי שניים ויותר. כמו כן מתוארים באטלס בפעם הראשונה 37 מינים מים סוף כולו.

מעולם לא נכתבה מונוגרפיה מאוירת של ההיפרידיאה בדיוק מדעי רב כל כך, שכן רוב המקורות לחקירתם הם דיווחי משלחות שהאיוורים בהם דלים ואיכותם ירודה. באטלס המורפולוגי הזה מובאים בפעם הראשונה ציורים מקוריים של המינים מלווים בדף שכנגד בציונים אנטומיים. נוסף

Benjamin Z. Kedar & Jonathan Riley-Smith (eds.), *Crusades: Journal of The Society for the Study of the Crusades and the Latin East*, Volume 3 (2004).

יוסף קפלן (עורך), שלהי מאות, קיצם של עידנים, ירושלים: מרכז זלמן שזר לתולדות ישראל תשס"ה.

גרשון שקד, מנדלי לפניו ואחריו, ירושלים: ההוצאה ע"ש י"ל מאגנס 2005.

Shaul Shaked, *Le satrape de Bactriane et son gouverneur*, Paris: de Boccard 2004 (= *Persika* 4)

Yakir Aharonov & Daniel Rohrbich, *Quantum Paradoxes*, Wiley 2005.

ש"נ אייזנשטדט, פונדמנטליזם, כיתתיות ומהפכה: הממד היעקוביני של המודרניות, כתר הוצאה לאור והוצאת ספרים של אוניברסיטת חיפה 2004.

ש"נ אייזנשטדט. תמורות בחברה הישראלית, האוניברסיטה המשודרת – משרד הבטחון, ההוצאה לאור 2004.

S.N. Eisenstadt, *Explorations in Jewish Historical Experience: The Civilizational Dimension*, Leiden: Brill Academic Publishers 2004.

ש"נ אייזנשטדט, פונדמנטליזם, כיתתיות ומהפכה: הממד היעקוביני של המודרניות, כתר הוצאה לאור והוצאת ספרים של אוניברסיטת חיפה 2004.

ש"נ אייזנשטדט. תמורות בחברה הישראלית, האוניברסיטה המשודרת – משרד הבטחון, ההוצאה לאור 2004.

S.N. Eisenstadt, *Explorations in Jewish Historical Experience: The Civilizational Dimension*, Leiden: Brill Academic Publishers 2004.

S.N. Eisenstadt, *Japanese Civilization: A Comparative View*, Tokyo: Iwanami Shoten Publishers 2004. (ביפנית, תרגום מאנגלית)

S.N. Eisenstadt, Johann P. Arnason & Bjorn Wittrock (eds.), *Axial Civilizations and World History*, Leiden: Koninklijke Brill NV 2005.

S.N. Eisenstadt, *Paradoxien der Demokratie: Zerschlaglichkeit, Kontinuität und Wandel*, Frankfurt o/M: Humanities on Line 2005.

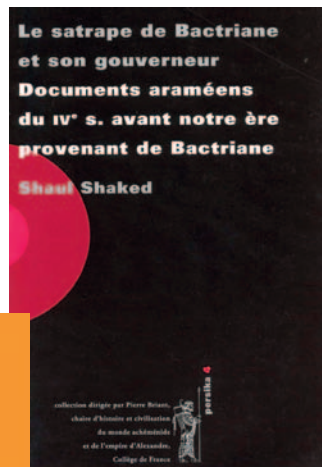
S.N. Eisenstadt, *La Teoria Politica alla Ricerca del Politico*, Genova: Name edizioni 2005. (באיטלקית, תרגום) (מאנגלית)

Don Handelman, *Nationalism and the Israeli State: Bureaucratic Logic in Public Events*, Oxford: Berg Publishers 2004.

Don Handelman & Galina Lindquist (eds.), *Ritual in its Own Right: Exploring the Dynamics of Transformation*, New York & Oxford: Berghahn Books 2005.

Nili Cohen & Ewan McKendrick (eds.), *Comparative Remedies for Breach of Contract*, Hart 2005.

מרדכי עקיבא פרידמן (עורך), חקרי גניזת קהיר, תל-אביב: אוניברסיטת תל-אביב והקיבוץ המאוחד תש"ם (=תעודה, א). תרגום הספר לערבית ראה אור בשנת 2001.





רשימת חברי האקדמיה

החטיבה למדעי הרוח

מנחם יערי, הנשיא
בנימין ז' קדר, יו"ר החטיבה
ישראל אומן
בנימין איזק
שמואל נ' אייזנשטדט
יצחק אנגלרד
יהודה באואר
חיים ביינארט
מלאכי בית-אריה
יהושע בלאו
זאב בן-חיים
אהרון ברק
גדעון גולדנברג
אברהם גרוסמן
הלל דלסקי
אלחנן הלפמן
דון הנדלמן
מנחם הרן
ישראל ייבין
נילי כהן
רות נבו
דוד נבון
יוסף נוח
עזרא פליישר
דניאל פרידמן
יוחנן פרידמן
מרדכי עקיבא פרידמן
יורם צפירי
איתן קולברג
מיכאל קונפינו
אשר קוריאט
מאיר קיסטר
יוסף קפלן
אריאל רובינשטיין
דוד שולמן
גרשון שקד
שאול שקד
אריאל ששה-הלוי
חיים תדמור

החטיבה למדעי הטבע

רות ארנון, סגנית הנשיא
אלכסנדר לויצקי, יו"ר החטיבה
שמואל אגמון
יקיר אהרנוב
נוגה אלון
יוסף אמרי
יהודית בירק
צבי בן-אברהם
יעקב בקנשטיין
יוסף ברנשטיין
יורם גרונר
עמירם גרינולד
אריה דבורצקי
ישראל דוסטובסקי
חיים הררי
אברהם הרשקו
איתמר וילנר
מאיר וילצ'יק
יעקב זיו
משה זכאי
אורי זליגסון
ליאו זקס
אילן חת
עדה יונת
יהושע יורטנר
אברהם כוגן
רפאל לוין
יורם לינדנשטראוס
צבי ליפקין
רפאל משולם
יובל נאמן
חיים סידר
מיכאל סלע
הלל פורסטנברג
איליה פיאטצקי-שפירו
אמיר פנואלי
דב פרומן
אהרן צ'חנובר
אפרים קציר
מיכאל רבין
יחזקאל שטיין
יצחק שטיינברג
דן שכטמן
שהרן שלח
עדי שמיר
נתן שרון
זאב תדמור
יגאל תלמי

