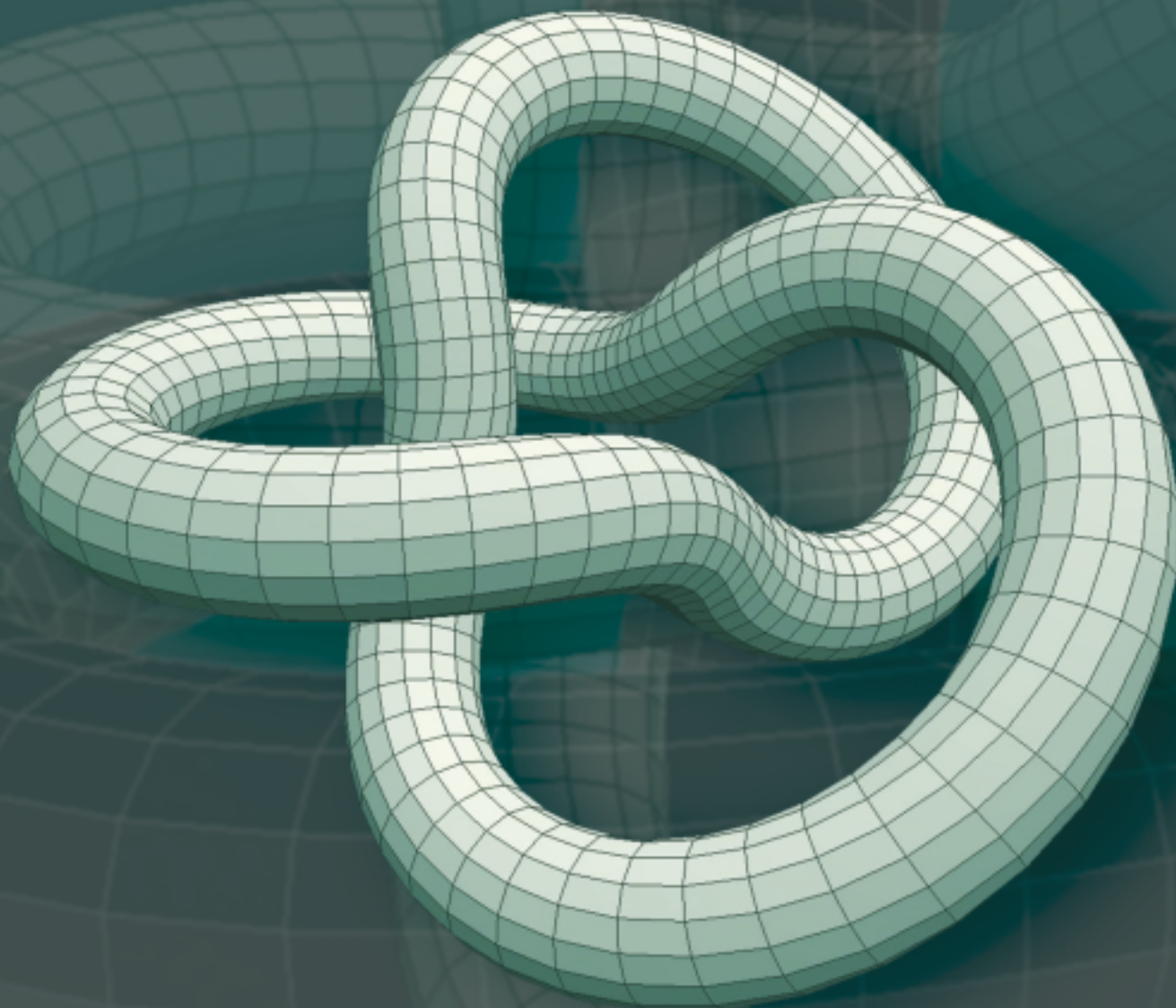




איגרת

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

כסלו תשס"ח (דצמבר 2007) מס' 29





תוכן העניינים

הרצאות הבכורה של החברים החדשים לשנת תשס"ז

- 2 p:53 מגן טבעי מפני מחלת הסרטן
משה אורן
- 6 ר' נחמיה בן שלמה הנביא וכ"י לונדון, הספרייה הבריטית 752
משה אידל
- 11 מים: אתגר למדעי ההנדסה והסביבה
גדעון דגן
- 14 תורת המשחקים: מדע טהור שימושי
סרג'ו הרט
- 19 פתיחות והדרה: האקדמיות למדעים במאה השמונה-עשרה
שולמית וולקוב
- 23 על מתמטיקה ופילוסופיה
דוד קשדן

מפעילות האקדמיה

- ועדות האקדמיה
- 25 מצב הרוח – דוח עתידים של מדעי הרוח באוניברסיטאות
המחקר בישראל: ריאיון עם ב"ז קדר ונילי כהן
- 28 עתיד מדעי הרוח בדוח שוחט
- 28 דוח האקדמיה על מחקר ההיסטוריה באוניברסיטאות
ראלי סער
- 30 ועדת שוחט לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה – מסקנות
- 33 המרשם המקוון ומרכז הקשר למדענים ישראלים בחו"ל
- 34 היזמה למחקר יישומי בחינוך וממצאי הדוח בנושא
קידום החינוך לגיל הרך
אביטל דרמון
- 38 תכנית השילוב של מקבלי גמלאות קיום במעגל העבודה
("תכנית ויסקונסין") – סיום עבודת הוועדה המלווה
רון מנדלקרן
- 39 סוגיות במחקר ביוטכנולוגי בעידן הטרור – טיוטת דוח
ועדת ההיגוי
דוד פרידמן

מאמרים

- 42 כבוד האדם – מתפיסה מסורתית לפרדיגמה חדשה:
ריאיון עם גדליה סטרומזה
משה עוז

עיצוב והפקה: סטודיו אמיתי

- 45 ילכו השניים יחדיו – מדע שימושי ומדע בסיסי:
מהרצאתו של ישראל אומן ביום הלאומי למדע בכנסת
- 47 מחויבות דורנו לדמותה של ירושלים בעתיד:
מתוך הרצאת הפתיחה של יורם צפריר בכינוס
"ירושלים של הדורות הבאים"

51 הרצאות, כינוסים ואירועים באקדמיה בתשס"ז

55 בהוצאה לאור

57 ספרים חדשים מאת חברי האקדמיה

59 רשימת חברי האקדמיה



בשער: איור "קשר" תלת-ממדי (ראו עמ' 45)

עורכת: אביטל בר
עריכת לשון: טלי אמיר

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

רחוב ז'בוטינסקי 43
כיכר אלברט איינשטיין, ירושלים 91040
טלפון 02-5676222, פקס' 02-5666059
דואר אלקטרוני avital@academy.ac.il
אתר האינטרנט www.academy.ac.il

מועצת האקדמיה

פרופ' מנחם יערי (נשיא)
פרופ' רות ארנון (סגנית הנשיא)
פרופ' רפאל משולם (יו"ר החטיבה למדעי הטבע)
פרופ' יוחנן פרידמן (יו"ר החטיבה למדעי הרוח)
פרופ' יעקב זיו (הנשיא היוצא)
ד"ר מאיר צדוק (מנכ"ל)

p53: מגן טבעי מפני מחלת הסרטן

מאת משה אורן



מאז תיארו המצרים הקדמונים את מחלת הסרטן בפעם הראשונה, לפני כארבעת אלפים שנה, מחלה זו היא מקור לחרדה בקרב בני המין האנושי. ביחסו של האדם הממוצע למחלה שלטו תמיד בערוביה רסיסי מידע, דעות קדומות ואמונות טפלות. גם היום רבים עדיין חוששים להזכיר את המחלה בשמה המלא והנורא ומעדיפים לדבר על "המחלה", שמא יגרור הציון המפורש, רחמנא ליצלן, נזק לדובר או למי מן הקרובים אליו.

ואולם כיום אנו יודעים על מחלת הסרטן הרבה יותר ממה שהיה ידוע לאבותינו. בתחום זה כמו כמעט בכל תחום אחר במדעי הטבע התרחשה במאה העשרים סדרה של פריצות דרך מהפכניות בהבנת מהות המחלה והתהליכים המחוללים אותה.

כבר לפני למעלה משישים שנה חולל פרופ' יצחק ברנבלום, אז מדען צעיר מאוניברסיטת אוקספורד, מהפך מחשבתי בהבנת מחלת הסרטן. ברנבלום, לימים המייסד של תחום מדעי החיים במכון ויצמן, הראה לראשונה שהמחלה מתפתחת בתהליך רב שלבי, שבו בכל שלב יש התפתחות נבדלת ומוגדרת. במחקרו המקורי, שפורסם בשנת 1941, הגדיר ברנבלום שני שלבים בתהליך: התחלה (initiation) וקידום (promotion). בשנים שחלפו מאז למדנו שהתמונה שסרטט אכן נכונה במהותה, אך בדרך כלל מספר השלבים בפועל גדול בהרבה. ההערכה היום היא שהתפתחות גידול סרטני ממאיר מתרחשת לעתים קרובות בעשרה שלבים ואף יותר. כל אחד מהשלבים הופך את התא שבו הוא חל לעצמאי יותר, אלים יותר, עמיד יותר ובעל יכולת טובה יותר לחמוק ממנגנוני ההגנה הטבעיים הפועלים בגוף.

יתרה מזאת, למדנו שיסודו של כל אחד מן השלבים בשינוי כלשהו בחומר התורשתי של התא הסרטני, דהיינו הגנים שלו. לעתים קרובות זהו שינוי במבנה הכימי של החומר התורשתי

עצמו, היוצר גרסה חדשה של הגן וגורם לתפקוד לא תקין שלו. פעמים אחרות מדובר בשינויים אפיגנטיים, דהיינו שינויים לא במבנה הגן עצמו כי אם ביכולתו של המידע הצפון בו לבוא לידי ביטוי. כיום ידועים מאות גנים ששינויים בהם עלולים להביא להתפתחות מחלת הסרטן. בכל גידול סרטני יש מקבץ מסוים של שינויים גנטיים שהביאו להופעתו ולהחמרתו של אותו גידול סרטני. במילים אחרות, דרכים רבות מוליכות אל הסרטן אך תמיד בסוף הדרך התוצאה דומה וקשה.

מכל הגנים אשר השתנוותם גורמת להתפתחות מחלת הסרטן יש אחד שבו הדבר מתרחש בתדירות גבוהה במיוחד: הגן הקרוי p53. שינויים בגן זה נצפו בקרוב למחצית מכלל מקרי הסרטן באדם. מה מייחד את p53 ומה הופך אותו למטרה כה נפוצה לתהליכים סרטניים?

בעידן המודרני כאשר רוצים לחקור לעומק גן כלשהו, קודם כול יש לבדוד אותו מתוך כלל החומר התורשתי כדי שיהיה אפשר להשתמש בו לניסויי מעבדה. תהליך זה קרוי בשפה המקצועית "שיבוט" (cloning) של הגן. ואכן, הגן p53 שובט לראשונה בשנת 1983 [1].

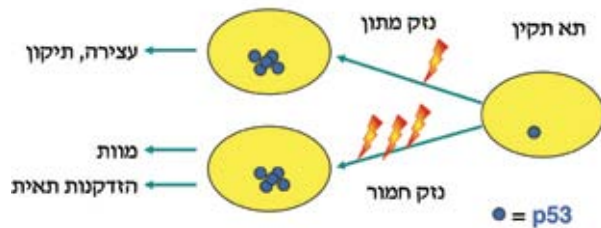
זמינותו של כלי מחקרי חשוב זה אפשרה התקדמות מהירה בהבנת הקשר בין p53 לבין מחלת הסרטן. עד מהרה למדנו ש-p53 שונה תכלית השינוי ממרבית הגנים שהיו ידועים עד אז כמעורבים בסרטן. כמעט בכל הגנים האחרים גורמים השינויים הסרטניים לפעילות יתר לא מרוסנת. גנים מטיפוס זה קרויים "אונקוגנים" (oncogenes). לא כן ב-p53. התברר שהשינויים המתחוללים בגן זה בהתפתחות התהליך הסרטני גורמים לחוסר תפקוד של הגן דווקא, כלומר התפתחות מחלת הסרטן כרוכה באיבוד פעילותו התקינה של p53.

ממצא מפתיע זה לימד את החוקרים ש-p53 משתייך לקבוצה הקטנה יחסית של הגנים מדכאי הסרטן (tumor suppressor genes). כפי שיש בגופנו גנים האחראים לכל אחד מן התהליכים הביוכימיים והביולוגיים המתחוללים בתוכו, כן יש בו גם גנים המופקדים, בדרך זו או אחרת, על מניעת התפתחותם של תהליכים סרטניים. ליתר דיוק גנים אלה מונעים את הפיכתו של התא הבריא לתא סרטני, שממנו

בצורה נכונה ורצויה. אולם כאשר חלים בתא שינויים לא רצויים, במיוחד כאלה העלולים לסכן את שלום הגוף, מופעל מנגנון ההתאבדות ומורה לתא המסוכן להמית את עצמו כדי למנוע סכנה לגוף. מנגנון ההתאבדות מופעל גם כאשר תא נורמלי מנסה להפוך לתא סרטני, ו-p53 שולט במידה רבה על הפעלתו של מנגנון זה.

עתה הדברים מובנים יותר. אם ינסה תא בריא להפוך לתא סרטני, יופעל p53 שבתוכו ויפעיל את מנגנון ההתאבדות, וכך ימנע מן התא הסורר להתרבות ולהפוך לגידול סרטני. אולם אם חלה באותו תא פגיעה בגן p53 המונעת ממנו לייצר חלבון p53 תקין, הרי שעתה לא יופעל מנגנון ההרג העצמי והתא יוכל להמשיך ולהתקדם בסולם הממאירות באין מפריע. החזרת p53 תקין לתא כזה לאחר שכבר הפך לתא סרטני תחדש את יכולתו להפעיל את מנגנון ההתאבדות, כפי שהוכיח הניסוי שתואר.

במהלך השנים האחרונות התברר לנו ש-p53 הוא שופט רחמן, שאינו ממחר להורות על הוצאתם להורג של תאים שבהם חלו תקלות, והוא משתמש בנשק הקטלני שבידיו רק כאשר אין אפשרות טובה יותר לפתרון הבעיה. למדנו לדעת ש-p53 מסוגל לקבוע את אופי התגובה התאית ואת עצמתה על פי חומרתו של הנזק שנגרם לתא (איור 1). במקרים



איור 1: תוצאות הפעלת p53 בתאים בעקבות נזק. בתאים תקינים p53 מצוי בכמות קטנה ובמצב פעילות נמוך. בעקבות נזקים לתא, ובמיוחד פגיעה בחומר התורשתי של התא, מופעל p53. בדרך כלל מלווה הפעלת p53 בעלייה ניכרת בכמותו של חלבון p53 בתא. התוצאה הביולוגית של הפעלת p53 תלויה במידת הנזק: נזק מוגבל וניתן לתיקון יביא בדרך כלל לעצירה זמנית של חלוקת התא, לתיקון הנזק ולחזרת התא למסלול הרגיל; לעומת זאת נזק חמור יביא להפעלת מנגנון מוות (apoptosis) או לאיבוד מוחלט של יכולת ההתרבות עם מאפיינים של תהליך הזדקנות תאית. בכך תימנע התפתחות תהליך סרטני.

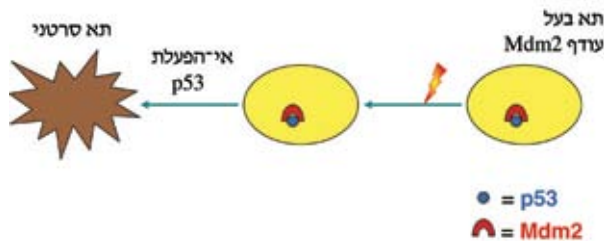
עלול להתפתח בסופו של דבר גידול סרטני ממאיר וקטלני. כל עוד אותם גנים מבצעים את מלאכתם נאמנה, התפתחותו של גידול סרטני כמעט בלתי אפשרית. אולם כאשר אחד או יותר מהם חדלים לתפקד, מתערער המנגנון האנטי-סרטני הטבעי המובנה בכל תא ונפתח השער להתפתחות גידול סרטני. בתוך אותה קבוצה של גנים מדכאי סרטן שמור מקום של כבוד לגן p53. פעילות תקינה של p53 היא ערובה איתנה נגד הפיכת תאים בריאים לתאים סרטיים, כפי שהוכח בניסוי מעבדה [2], [3]. אולם כאשר הגן p53 נפגע בשל חשיפה לגורמים סביבתיים עוינים, כגון חומרים מסרטנים המצויים בעשן הסיגריות, קרינת שמש אולטרה-סגולה ותקלות בשכפול החומר התורשתי, הוא חדל מלשמש מחסום יעיל בפני הופעת תאים סרטיים.

במחצית מכלל הגידולים הסרטיים באדם יש פגיעה כזאת ב-p53. כאשר בוחנים קשר בין גן לבין מחלה יש לזכור כי גן הוא למעשה מאגר מידע, מעין תכנה. על פי רוב משמש מידע זה ליצירת חלבון מוגדר, שהוא המבצע את התפקיד שעליו מופקד הגן המסוים. הדבר נכון גם ל-p53: הגן p53 מכיל את המידע ליצירת החלבון p53, והחלבון הזה הוא האחראי ישירות לפעילות האנטי-סרטנית. כאשר נפגע הגן p53, המידע שהוא נושא משתבש וגורם ליצירת חלבון p53 משובש שאינו יכול למנוע התפתחות סרטן.

ובכן, כיצד מונע p53 את התפתחות מחלת הסרטן? כמו לרוב השאלות בביולוגיה, גם לשאלה הזאת יש יותר מתשובה אחת. פריצת דרך חשובה בהבנת העניין הייתה בראשית שנות התשעים. הרעיון שעליו נבנה הניסוי שהולך לפריצת הדרך היה פשוט: תאים סרטיים רבים אינם נושאים עוד גן p53 תקין ומתפקד, ויש טעם אפוא לנסות ולהחזיר לתוכם גן תקין ולבחון את התוצאה. הביצוע לא היה מסובך במיוחד: ההתפתחויות בתחום ההנדסה הגנטית סיפקו כלים מעולים להחדרת גנים לתוך תאים. ואכן, גן p53 מתפקד הוחדר לתוך תאי סרטן הדם (leukemia).

התוצאה הייתה מרשימה ומפתיעה: התאים שבהם הופעל מחדש p53 לא רק חדלו מלהיות תאים סרטיים – הם חדלו מלהתקיים. הפעלת p53 גרמה למותם של התאים, ותוך יומיים לא נשאר אף תא סרטני חי אחד בתרבית התאים שלתוכם הוחזר p53 מתפקד [4]. מתברר שבכל אחד מן התאים בגופנו מובנה מנגנון התאבדות. מנגנון זה יעיל ביותר, אך גם מבוקר בקפידה רבה ואינו מופעל כל עוד התא מתנהג

למותם של תאים חפים מפשע או לפחות כאלה שניתן לתקנם ולהחזירם למסלול פעילות תקין ומועיל. בכך ייגרם לגופנו נזק רב ומיותר. לכן כשם שחשוב שתמוצת יכולתו בתאים סרטניים, כן חשוב שתמנע הפעלתו בתאים בריאים. למניעת תקלות בלתי רצויות כאלה נתון p53 לבקרה קפדנית ומחמירה. תפקיד מרכזי בבקרה זאת ממלא חלבון בשם Mdm2. החלבון Mdm2 מסוגל לצמד שיירי אוביקוויטין לחלבון p53, ובדרך זאת לשלוח אותו לפירוק מהיר ולמנוע את הצטברותו בתאים תקינים [5]. זהו מנגנון חשוב מאוד, המגן עלינו מפני פעילות יתר בלתי מבוקרת של p53. אך יש כאן גם פתח לסכנה: אם ייעשה Mdm2 פעיל יתר על המידה, הוא עלול לדכא את p53 לחלוטין ולמנוע ממנו למלא את תפקידו כמחסום בפני תהליכים סרטניים (איור 3). ואכן, יש לא מעט סוגים של גידולים סרטניים שבהם נוצר עודף של Mdm2, ובמקרים אלה מתאפשרת התפתחות תהליך סרטני גם ללא פגיעה ישירה ב-p53.



איור 3: תאים שבהם יש עודף של Mdm2 לא יוכלו להפעיל את חלבון p53 גם אם אין מוטציות בגן p53. כתוצאה מכך תתאפשר התפתחות תהליך סרטני.

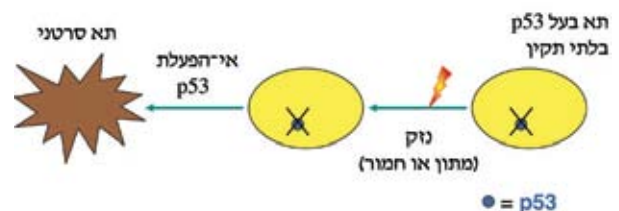
ועתה ניתן לשאול: מה התועלת שצמחה לאנושות מכל המחקר הרב שנעשה עד כה על p53? ובכן, ראשית למדנו והבנו רבות הן על p53 עצמו והן על תהליכי הבקרה המופקדים על מניעת מחלת הסרטן בגופנו. ידע והבנה הם ללא ספק מטרה ראויה בפני עצמה, במיוחד כאשר מדובר בנושא מרתק ועתיק יומין כמחלת הסרטן. אך כאשר מדובר במחלה, טבעי לרצות להשיג יותר. אם כן, כיצד עשוי המחקר על p53 להביא לשיפור הטיפול בחולי סרטן? זכור, החזרת p53 לתאים הסרטניים במעבדה גרמה למותם של אותם תאים. באופן עקרוני ניתן לבצע מהלך דומה גם בגופו של החולה. טיפול כזה מתאים להגדרה של ריפוי גנטי. ואכן, הדבר כבר מתרחש בפועל: בסין אושר לפני כשנתיים

של שיבוש קל p53 עוצר באופן זמני את התרבות התא [3] ומפעיל מנגנונים שמטרתם לנסות ולתקן את השיבוש, כך שהתא יהפוך בחזרה לתא בריא ומועיל. רק אם השיבוש אינו ניתן לתיקון, אזי יפעיל p53 את הכלים הקטלניים המסורים בידו ויורה לתא המסוכן למות או לחלופין להפעיל מהלך של הזדקנות תאית (replicative senescence), שבעקבותיו יאבד התא לחלוטין את היכולת להמשיך ולהתרבות. פעילות הגנתית זאת של p53 באה לידי ביטוי מובהק בעיקר כאשר מתחוללים שינויים בגנום התא, למשל בעקבות חשיפה לגורמים הפוגעים בשלמותו ובתקינותו של ה-DNA. שינויים מסוג זה ידועים כגורם מרכזי להתרחשות תהליכים סרטניים ולהחמרתם.

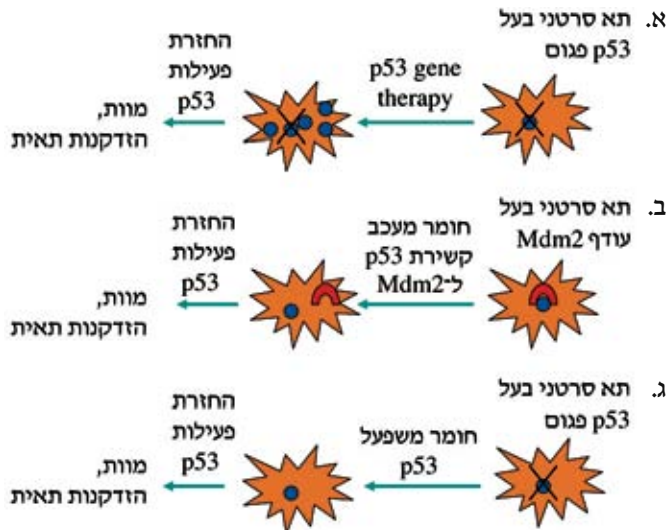
יכולתו המרשימה של p53 לזהות נזקים בגנום התא ולמנוע את המשך העברתו של גנום פגוע לתאים חדשים הנוצרים בגוף זיכתה אותו בתואר "שומר הגנום" (guardian of the genome). ואכן, p53 מסוגל לאמוד את חומרת הנזק שנגרם ל-DNA. כאשר הנזק מוגבל, p53 מפעיל מנגנונים ביוכימיים המיועדים לתקן את הנזק; עם השלמת התיקון מאפשר p53 לתא לשוב ולהתרבות ולהעמיד צאצאים בריאים. לעומת זאת כאשר גנום התא נפגע פגיעה חמורה p53 מורה על הפעלת מנגנון התאבדות או מהלך של הזדקנות תאית, וכך מוסרת הסכנה שהתא הפגוע ימשיך להתרבות ולהעמיד שורת צאצאים בעלי תכונות סרטניות.

מכאן מובנת הסיבה שאיבוד פעילותו התקינה של p53 מאפשר התפתחות תהליכים סרטניים: בהעדר p53 מתפקד לא תופעל תגובה ראויה בעקבות פגיעות בשלמות הגנום. תאים בעלי גנום פגום ימשיכו להתרבות, ובסופו של דבר יוליכו להופעת גידול סרטני (איור 2).

מן הנאמר לעיל ניתן להבין ש-p53 יכול לשמש גם כחבר פיפיות: אם יהיה פעיל יתר על המידה, הוא עלול לגרום



איור 2: תא שבו אין עוד p53 תקין, למשל עקב מוטציה בגן p53, לא יגיב כהלכה לנזקים בחומר התורשתי. כתוצאה מכך תתאפשר התפתחות תהליך סרטני.



טיפול חדשני בחולי סרטן באמצעות ריפוי גנטי המבוסס על החדרת גן p53 לתאי הגידול הסרטני שבגוף החולה. הדבר מתבצע באמצעות שימוש בנגיפים הנושאים גן p53 תקין, והנגיפים הללו מוזרקים לתוך הגידול הסרטני (איור 4א). על פי הדיווחים המתקבלים מסין התוצאות שהושגו עד כה מעודדות, אם כי לא מושלמות. טיפול דומה נמצא עתה בניסויים קליניים מתקדמים בארצות הברית. אם יוכתרו הניסויים הללו בהצלחה, ואם החדשות המעודדות מסין אכן תתבררנה כנכונות, אולי לא רחוק היום שבו יהיה אפשר להציע טיפול דומה גם לחולי סרטן במערב, ובכלל זה ישראל.

גישה ריפויית אחרת מנסה לנצל את העובדה שבמספר לא מבוטל של גידולים סרטניים מצויות כמויות עודפות של Mdm2, המונעות מ-Mdm2 למלא את תפקידו ביעילות. לשם כך פותחו תרכובות כימיות בעלות משקל מולקולרי נמוך המסוגלות להגן על p53 מפני השפעתו המעכבת של Mdm2 (איור 4ב). בניסויים שבוצעו בעכברים הצליחו תרכובות אלה לגרום להפעלה נמרצת של p53 בגידולים סרטניים ולהביא להיעלמות מוחלטת של הגידול. עתה נפתחה הדרך לניסויים קליניים ראשונים בחולי סרטן.

גישה טיפולית ניסיונית נוספת מבוססת על העובדה שכמחצית מכלל הגידולים הסרטניים האנושיים נושאים מוטציות בגן p53. כתוצאה מכך מייצרים תאי גידולים אלה חלבון p53 בלתי תקין (מוטנט), הנמצא לעתים קרובות בכמויות גדולות בתוך התא הסרטני. עובדה זאת מזמינה מאמץ לנצל את החלבון p53 המוטנט כסוס טרויאני. אם יהיה אפשר לגרום לחלבון בלתי תקין זה לרכוש מחדש תכונות הדומות לאלה של p53 תקין, הרי שעתה ימצא את עצמו התא הסרטני מוצף לפתע בכמות גבוהה של מולקולות p53 פעילות, דבר שיגרום למותו או להפסקה מוחלטת של יכולת ההתרבות שלו (איור 4ג). גם כאן קיימים כבר היום מספר חומרים שהוכחו בחיות מעבדה כבעלי יכולת לשפיע p53 מוטנט בתוך תאים סרטניים ולגרום להרג של אותם תאים ואף לחיסול גידולים סרטניים. בשנים הקרובות צפוי שמקצתם של חומרים אלה ייבדקו גם בחולי סרטן.

כמו בכל טיפול ניסיוני בסרטן, תידרשנה עוד שנים לא מעטות עד שיהיה אפשר לומר בוודאות אם ריפוי המבוסס על הפעלת p53 הגשים את הציפיות שתלו בו מפתחיו. אך לפחות קיים כיום בסיס לתקווה זהירה.

איור 4: תרופות אנטי־סרטניות המבוססות על p53

א. ריפוי גנטי. החדרת גניף נושא p53 לתוך תא סרטני חסר p53 תגרום להחזרת פעילותו התקינה של p53 ותביא למות התא או להפסקה מוחלטת של חלוקתו.

ב. מניעת עיכוב p53 על ידי Mdm2. מולקולות קטנות המונעות את קשירת Mdm2 ל-p53 תאפשרנה שחרור p53 מעיכוב מתמשך על ידי Mdm2. כאשר הדבר קורה בתא סרטני, יגרמו הנזקים הקיימים בתא כזה להפעלתו של p53 ולתוצאות הביולוגיות הרצויות.

ג. הפעלת p53 מוטנט. מולקולות קטנות מסוגלות להיקשר לחלבון p53 מוטנט ולגרום להחזרה, לפחות חלקית, של פעולתו התקינה. כאשר הדבר מתרחש בתאים סרטניים הנושאים כמות גדולה של p53 מוטנט, תופיע בתא פעילות ניכרת של p53 שתגרום לתוצאות הביולוגיות הרצויות.

מקורות

1. Oren, M. and Levine, A.J. (1983). Molecular cloning of a cDNA specific for the murine p53 cellular tumor antigen. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 80, 56–59.
2. Eliyahu, D., Michalovitz, M., Eliyahu, S., Pinhasi-Kimhi, O. and Oren, M. (1989). Wild-type p53 can inhibit oncogene-mediated focus formation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 86, 8763–8767.
3. Michalovitz, D., Halevy, O. and Oren, M. (1990). Conditional inhibition of transformation and of cell proliferation by a temperature-sensitive mutant of p53. *Cell* 62, 671–680.
4. Yonish-Rouach, E., Resnitzky, D., Lotem, J., Sachs, L., Kimchi, A. and Oren, M. (1991). Wild-type p53 induces apoptosis of myeloid leukaemic cells that is inhibited by interleukin-6. *Nature* 352, 345–347.
5. Haupt, Y., Maya, R., Kazaz, A., and Oren, M. (1997). Mdm2 promotes the rapid degradation of p53. *Nature* 387, 296–299.

ר' נחמיה בן שלמה הנביא וכ"י לונדון, הספרייה הבריטית 752

מאת **משה אידל**

א.



הספרות האשכנזית שנוצרה בימי הביניים, בעיקר במאות ה"א-ה"ג, היא מן היצירות המגוונות והמשפיעות ביותר בימי הביניים היהודיים. מגוונות – על שום הסוגות הספרותיות הרבות בה: הלכה, פרשנות המקרא והתלמוד, פיוט, פרשנות הפיוט, תורת הסוד,

ספרות מוסר, מאגיה ואף לפעמים ספרות יפה. אין ספק כי תסיסה תרבותית זו נבעה מהיותה של אשכנז שער שדרכו עברו מסורות מהמזרח לאירופה, בעיקר לאחר שהגיעו תחילה לאיטליה, ויש להניח כי גם דרך רוסיה הגיעו ספרים לאשכנז. למרות הניסיונות ההיסטוריים המחרידים שהתנסו בהם קהילות אשכנז הצליחו מנהיגיהן להניב יצירה ספרותית ענפה אשר קבעה לדורות את דפוסיה של ההתנהגות הדתית באזורים אלה ואף מחוצה להם. עם עמודי התווך של היצירה בכמה מהתחומים הנזכרים נמנים בני משפחת קלונימוס המפורסמת, שמוצאה מצפון איטליה, והסמוכים על אוצרות הרוח שהיו קניינה של משפחה זו, בעיקר ר' אלעזר מוורמס. לדעתי אפשר להראות כי אכן באזור של חבל הריין, שבו פעלה משפחת קלונימוס, תורות סוד שהועלו על הכתב רק בראשית המאה ה"ג כבר הילכו כמאתיים שנה קודם לכן.

אולם בצדה של הפעילות הידועה והמפורסמת של בני משפחת קלונימוס וממשיכיהם היו גם אחרים, שלא הסכימו לכיוונים הדתיים שהתגבשו אז וזכו לתפוצה רחבה בזכות פעילות המשפחה. המפורסם שבהם הוא ר' משה בן חסדאי מתקו, אשר בחיבורו "כתב תמים" ביקר בחריפות את העולם הרוחני של בני משפחת קלונימוס. עיקר טענתו הוא שחזירתם של יסודות פילוסופיים ליהדות – בייחוד תורת הכבוד של רב סעדיה גאון – משבשת את ההבנה הנכונה של הטקסטים הקלסיים.

דומני כי מבחינה דתית בתווך שבין תורותיה של משפחת קלונימוס ובין הביקורת החריפה של ר' משה מתקו עליהן נמצאת אישיות אשכנזית שקיומה ופעילותה לא משכו את תשומת לב החוקרים. כוונתי לר' נחמיה בן שלמה הנביא, הידוע גם כר' טרושטלין הנביא מארפורט, בן דורו הצעיר במקצת של ר' אלעזר מוורמס. לדעתי אפשר לזהות את בעלותו על למעלה מעשרים חיבורים קצרים, עלומי שם ברובם, הנתונים בעשרות רבות של כתבי יד (יש קטעים וחיבורים קצרים שהחוקרים ייחסו לר' אלעזר מוורמס, אך באמת כתב אותם ר' נחמיה). חיבורים אלה כוללים פרשנות ענפה על שמות האל – בייחוד פירושים אחדים על השם בן מ"ב אותיות ועל השם בן ע"ב אותיות – על פיוטים ארץ-ישראלים, על החיבור "שבעים שמות של מטטרון" (שנדפס ב"ספר החשק"), על ההפטרה ועל חלקים אחדים מנוסח התפילה האשכנזי, וייתכן שנכלל בהם גם חיבור של פיוט אחד ליום כיפור. אני סבור שיש לייחס לר' נחמיה גם את החיבור שנדפס בעילום שם "ספר הנבון".

בכל החיבורים הללו ניכרת השפעתן המכרעת של ספרות ההיכלות, של הספרות המאגית היהודית ושל ספרות המדרש המאוחרת. שלא כבני משפחת קלונימוס, ר' נחמיה ממעט מאוד להזדקק ל"ספר יצירה" ולהשקפות אסטרונומיות או לדיונים על אודות יצירת הגולם, שהיו לעמודי התווך של השקפות משפחת קלונימוס בתורת הסוד. לעומת זאת ניכרת אצלו התעניינות רבה ביותר בתפקידיו של המלאך מטטרון, ואופייני במיוחד לחיבוריו הוא העיסוק במלאך חשוב ושמו יהואל. בכתביו דיון בעל אופי מיוחד בשמו של מלאך זה, דיון שהייתה לו השפעה רבה על תורת הסוד היהודית, המקשר את יהואל למושג "בן" כיוון ששניהם עולים בגימטריה 52. במקום אחר נזקק ר' נחמיה לגימטריה אחרת: "משיחו בן" = "בנו משיח", ובמקום נוסף אף נזכר, כפי שהראה יהודה ליבס, הביטוי "ישוע שר הפנים". סביר להניח, הציע ליבס, שלפנינו גלגול של תפיסה יהודית-נוצרית מוקדמת בהרבה.

[illegible]

כתב יד לונדון 752, עמ' 34ב. באדיבות הספרייה הבריטית.

נאמר: "בן בגי' [=בגימטריה] אליהו יהואל וגם יהוה והיה".
בפירוש ל"שבעים שמות של מטטרון" אנו מוצאים:

יהוה והיה בגי' ב"ן. לפי שהיה אדם שהוא בן חנוך ירד.
ובגי' בכ"ל. לפי שהוא סובל את העולם כלו. והוא נשען
באצבע הקב"ה. ורמז בו השם הנכבד שני פעמים עשרים
וששה גם בני אליהו גם יהוא"ל.

הזיקה בין אליהו, יהואל ו"בן" היא מיוחדת במינה, כל שכן בצירוף השם המפורש. נדירה ביותר היא הופעת שם המלאך יהואל, הנזכר בשני הטקסטים. ואמנם כמה דפים אחר כך בכ"י לונדון, בדף 45ב, שוב בטקסט עלום שם, אנו קוראים:

יהואל על שם שהיה רבו של אברהם אבינו והוא למד לאברהם אבינו כל התורה שנ' "והואיל משה באר את התורה" [על פי דברים א, ה], הואיל אותיות יהואל, משה באר אותיות שאברהם, לפי שאברהם אבינו היה בן חמישים ותרי כשקבל את התורה שנ' "ואת הנפש אשר עשו בחרן" [בראשית יב, ה; בבלי, עבודה זרה ט ע"א] [...] וחמישין ותרי בגי' יהואל. יהואל הוא המלאך שקרא

אם כן, ר' נחמיה הוא דמות מיוחדת במינה בנוף האשכנזי. ייחודו גם בתפיסה הדתית – במסורות על מלאך שהוא "בן" ונושא את השם המפורש – וגם בנטייה ברורה מאוד לכיוון המאגי, הרבה יותר מבני משפחת קלונימוס. ולמרות שוני זה בין שני הכיוונים שהיו בנמצא באשכנז, מתברר כי צאצא של ר' יהודה החסיד, ר' משה עזריאל בן אלעזר הדרשן, הכיר חומר של ר' נחמיה והתייחס במפורש לפירושו ל"שבעים שמות של מטטרון", והוא נזכר גם בכתבי יד אשכנזיים (בכ"י פרמה, פלטינה 2342 [541], דף 264 נזכר ר' נחמיה פעם אחת בתואר "מורי").

1.

עם כתבי היד הרבים המחזיקים חיבורים ודיונים משל ר' נחמיה – כאמור ברובם הגדול בעילום שם – נמנה כ"י לונדון, הספרייה הבריטית, Or. Add. 15299, מס' 752 לפי הקטלוג של מרגליות. יש בכתב היד הזה חיבורים קצרים שלמים של ר' נחמיה הנתונים לנו גם בכתבי יד אחרים, כגון פירוש לשם בן מ"ב (אותיות (דף 105א–106ב)), אך יש בו גם רשימות המשתרעות על פני דפים אחדים ונושאות את חותם סגנונו של ר' נחמיה, ובייחוד יש בו דיונים רבים בעלי אופי מאגי (למשל בדף 137ב).

כתב יד זה איננו בלתי ידוע במחקר. להפך: על תולדותיהם של התכנים המצויים בו ניטש ויכוח חריף, ואולי החרף ביותר שהתנהל על כתב יד כלשהו בתורת הסוד היהודית, בין ד"ר ישראל וינשטוק, שדימה למצוא בו את אוצר הסודות שהביא עמו אבו אהרון הנודע מבגדד לאיטליה במאה התשיעית, ובין פרופ' גרשם שלום, שהפריך את הוכחותיו של וינשטוק אחת לאחת ואין לי ספק כי הצדק עמו. אולם לאחר שהוסרה בעלותו של אבו אהרון מעל החלק הרלוונטי של כתב היד, נשאלת השאלה מהו החוג שממנו נבע החומר המאגני האשכנזי שאיננו שייך לחלק הקבלי של כתב היד (שכן בכתב היד יש גם חומר רב מראשית הקבלה בפרובנס ובספרד, שאין לו נגיעה ישירה לר' נחמיה). כוונתי להביא כאן ראיה ישירה, ולא רק על סמך דמיון סגנוני או מושגי, להשתייכותו של דיון חשוב שבכתב היד הזה לר' נחמיה בן שלמה.

בדפים 33א–34ב של כתב היד יש רשימות שעיקרן גימטריות האופייניות לר' נחמיה, ואפשר למצוא בייחוד בפירושו ל"שבעים שמות של מטטרון". אזכיר כאן רק אחת, שאין לה אח ורע בבית מדרשם של בני משפחת קלונימוס. בדף 34ב

למשה רבינו לעלות לשמים. במסכת סנהדרין [לח ע"ב] יש "ואל משה אמר עלה אל יי" (שמות כד, א) – אלי מבעי ליה? אלא עלה לאותו מלאך ששמו כשם רבו אל יהוה אותיות יהואל.

בחלקה המסיים של המובאה ("יהואל הוא המלאך שקרא למשה...") נשתמרה כנראה מסורת אחרת של הדיון התלמודי החשוב שבסנהדרין לח ע"ב במעמדו של המלאך מטטרו: בנוסחים הנדפסים של הגמרא ובציטוטי הגמרא הרבים מימי הביניים שם המלאך הוא מטטרו, ואילו כאן נזכר השם יהואל, הנדרש מנוסח מילות הפסוק בספר שמות – "אל יהוה". אופיינית לר' נחמיה דרך מדרש זו של שמות המלאכים מצירופי אותיות בפסוקים, ואינני מכיר מחבר שעשה זאת לפניו.

אולם גם אם הקישור בין "אל יהוה" ל"יהואל" אופייני לר' נחמיה, אין לומר כי הוא בדה מלבו, נוסח של הגמרא והשמיט לצורך זה את שמו של מטטרו, מלאך שעסק בו יותר מכל מחבר יהודי אחר שאני מכיר, בייחוד בפירושו ל"שבעים שמות של מטטרו". אכן, כפי שהעיר גרשם שלום, יש בידינו עדות של המחבר הקראי אל-קירקסאני, בן המאה העשירית, כי בתלמוד היה כתוב לפסוק שבשמות "מטטרו" הו' יי קטן". מכאן שהשם המפורש יוחס בנוסח מסוים של התלמוד למלאך, כמו שמתברר מדברי ר' נחמיה. אולם מכל מקום חשוב לציין כי לפחות במקרה אחד נוסף השתמר אצל ר' נחמיה נוסח של דיון תלמודי בצורה שונה במקצת מן המקובל, וככל הנראה נוסח זה עדיף על המצוי בידינו. שלום גם הראה כי הקשר בין יהואל ובין אברהם כבר מצוי בחיבור פסידו-אפיגרפי שנכתב בעת העתיקה ושמו "האפוקליפסה של אברהם", ולפיכך הוא סבור כי מסורת קדומה נשתמרה בכ"י לונדון הנידון כאן.

הרי לפנינו מצב מעניין: בפסקה אחת של כתב היד נשתמר נוסח עדיף ואולי אף קדום יותר של דיון תלמודי בעניין המלאך



שער הספר "ריזאל המלאך", מהדורת אמסטרדם תס"א

יהואל ומסורת המצויה עוד רק בחיבור אפוקריפי עתיק, ובפסקה אחרת של אותו כתב יד ממש מצויה הגימטרייה "יהואל" = "בן" = חמישים ושתיים, אשר המקבילה שלה ב"שבעים שמות של מטטרו" עוררה את ליבס לשער כי לפנינו מסורת שמוצאה אצל יהודים-נוצרים, שחיו כידוע בעת העתיקה המאוחרת. החוקרת הצרפתייה מדלנה סקופלו (Maddalena Scopello), שעסקה הרבה במלאך יהואל כפי שהוא נזכר בחיבורים גנוסטיים, כתבה במאמר מעניין שפרסמה, מתוך התייחסות לדבריו של שלום על קדמותה של המסורת על יהואל: "על ידי חקירתם של טקסטים [גנוסטיים] אלה מנאג' חמאדי אפשר לשחזר חוט מוביל ומסורת הגותית שנמשכה עד לימי הביניים". גם אם אינני מסכים עם פרופ' סקופלו בכל מסקנותיה דומני כי דבריה, המבוססים במקצת על דברי ר' נחמיה, מעניינים מאוד. עיון בחיבורי ר' נחמיה מגלה שורה ארוכה של דיונים על המלאך יהואל שאכן, לפחות בחלקם, עשויים לשקף מסורות קדומות יותר.

נעבור עתה אל השאלה אם אפשר לקבוע את בעלותו של ר' נחמיה על המובאה מכ"י לונדון באופן מובהק יותר מן ההקבלות הרעיוניות שבינה ובין כתביו האחרים. לצורך זה נפנה תחילה לכתב יד אחר, הוא כ"י קמברידג' Add. 858.2. חלקו הראשון של כתב יד זה, Add. 858.1, מחזיק תערובת של חומר קבלי ממקורות ספרדיים, חומר מחוג הכרוב המיוחד שנכתב כנראה בצרפת וחומר של ר' נחמיה בן שלמה, בעיקר פירושים לחומר ליטורגי. בחלק השני יש חיבור אנונימי שעניינו שאלות ותשובות על נושאים מנושאים שונים במסורת היהודית, ומצוטטים בו אישים אשכנזים וצרפתים. בין הדיונים נמצאת הפסקה הזאת (דף 30א):

ת"ל מפני מה אנו אומ' בכל התלמוד עד שיבא אליהו מניין מן התורה שעתיד אליהו לבאר ספיקות יותר משאר הנביאים. תירץ מה"ר טרושטלין: משו' דכתי' "הואל משה לבאר את התורה" [על פי דברים א, ה] אומ' משה לישר: מי שיש בשמו להואיל יבאר לכם התורה ומי הואיל אליהו. מנ"ל אליהו גימ' הואיל.

דומני כי הקשר שבין מובאה זו ובין המובאה האנונימית מכ"י לונדון ניכר דיו לקבוע את בעלותו של ר' טרושטלין על המובאה האנונימית.

מחבר שיש בכתביו דמיון מסוים לדברים הללו הוא ר' אפרים בן שמשון, פרשן אשכנזי שכתב באמצע המאה ה"ג והשפעתו

אתך זה כמה שנים על כן יקרא שמך אתה בישראל עוד רואיאל החוזה בן מקוראל החי [...] והחיים הם בני אברהם ויצחק וישראל אבותינו וכל הדבקים בם ידבקו באלהי האמת ויחיו עמנו" (עמ' לח). בשיטתו של אבולעפיה זהה יהואל לשכל הפועל בשיטת הרמב"ם, ולפנינו אפוא שילוב מרתק בין מסורת אשכנזית להגות פילוסופית ממוצא ספרדי. אין רואיאל בן מקוראל אלא אברהם בן שמואל, כלומר אברהם אבולעפיה ואביו. מלאך בעל שם תאופורי מכנה את המקובל האקססטי בשמות תאופוריים.



תיאור אחת הקמעות מתוך הספר "רזיאל המלאך"

היכרותו של אבולעפיה עם חומר של ר' נחמיה היא מעל לכל ספק: כמה שנים לפני כתיבת "ספר האות" הוא מצטט קטע חשוב מפירוש "שבעים שמות של מטטרון", שעוסק במלאך יהואל, ב"ספר סתרי תורה" שלו, שנכתב ברומא בשנת 1280 והוא פירושו ל"מורה הנבוכים" לרמב"ם (הוא מייחס את המובאה בטעות לר' אלעזר מוורמס). אין זאת אומרת כמובן כי כל מה שהיה בידי המקובל האקססטי הוא חיבור זה של ר' נחמיה, וסביר להניח כי חומר דומה למה שהובא לעיל מכ"י לונדון, העוסק בזיקה בין יהואל לאברהם, הגיע אליו והשפיע על היווצרות ההתגלות שהוא זכה לה, לפי תיאורו, מהמלאך יהואל. מסתבר כי ב"פירוש ספר החיים", אחד הפירושים לספרי הנבואה האבודים שנכתבו בשנים 1279-1282, מופיעות המילים "בן אברהם, יהואל רזיאל". לדעתי יש לפרשן בדרך גימטרייה: "יהואל" = "בן", "רזיאל" = "אברהם". תיבות אלה מציינות שיהואל, בנו של האל, מתגלה לאברהם – הוא רזיאל – דהיינו אברהם אבולעפיה. גלגול מעניין נוסף של הפרשנות הזאת לדברים א, ה נמצא, כפי

של ר' נחמיה ניכרת בדיונים רבים שלו. הוא כותב בפירושו לדברים א, ה: "הואיל אותיות יהואל והוא שר התורה". כפי שראינו במובאה מכ"י לונדון, יהואל אכן מתואר כמי שלימד למשה את כל התורה. אולם השפעה רבה יותר הייתה לפירוש זה של ר' נחמיה על חיבור קבלי קלסי, "ספר הפליאה", שנתחבר באימפריה הביזנטית בשלהי המאה ה"ד. בחיבור זה מצאתי עמוד שהועתק, כמובן בלא ציון מחברו, מפירוש של ר' נחמיה על שם מ"ב והראיתי במקום אחר כיצד פירש המקובל עלום השם את דברי המחבר האשכנזי. והנה מיד אחרי קטע זה נאמר:

ויש פירושם רבים שנעלמו מעיני כל חי ועתיד אליהו הנביא לפרשם וזהו מה שרמזו רז"ל בשבעה מסכתות תיקו "תשבי" "תרץ" "קושיות" "בעיות". וגם רמז מן התורה שאמר משרע"ה "הואיל" משה, הוא רבו של משה שנקרא "הואל" כשתהפך האותיות. א"ל: ר' גם אני שמעתי פירוש אחר שהוא "אליהו" בהפוך אותיות. א"ל בני יפה דעתך מדעתי, והוא עתיד לפרש התורה בשבעים פנים (ספר הפליאה, א, דף נה ע"ב).

הצמידות בין קטע זה ובין דבריו של ר' נחמיה על שם מ"ב, המצוטטים לפניו, היא ראיה נוספת לזיקה בין המובאה מכ"י לונדון ובין ר' נחמיה.

ג.

האם יש בדיונים אלה יותר מפרשנות גרידא – גם אם מרתקת – ומעבר של מוטיבים ממקורות קדומים אל אשכנז בימי הביניים? האם אפשר לזהות גם נימה מיסטית בזיקה שבין המלאך יהואל ובין אברהם? ב"אפוקליפסה של אברהם" מתוארת התגלות של המלאך בעל השם התאופורי לאברהם אבינו, וכן הוא בכתבי ר' אפרים בן שמשון. את ר' נחמיה עצמו מכנים ר' נחמיה הנביא, ותואר זה מופיע גם בצירוף לכינוי טרושטלין. "ספר הפליאה" כותב כחיבור שמתיימר להיות חזיוני. אולם אני מניח כי מסורות ספרותיות מוקדמות אלה, או מקורותיהן, הפכו לחזיון מיסטי אשר מי שחוה אותו מוסר אותו בגוף ראשון.

בשנת 1288 סיים אברהם אבולעפיה את כתיבת ספרו הנבואי היחיד שנשאר בידינו, הוא "ספר האות", שיש בו תיאור של כמה מראות מעניינים של מלחמות באחרית הימים. הספר מסתיים במשפט הזה: "ושמי אני יהואל אשר הואלתי לדבר



דן, יוסף, עיונים בספרות חסידי אשכנז, רמת-גן: מסדה, 1975

וינשטוק, ישראל, "אוצר הסודות" של אבו אהרון – דמיון ומציאות (תשובה לגרשם שלום), "סיני נד (תשכ"ד)", עמ' רכו-רנט

וינשטוק, ישראל, "גילוי עזבון הסודות" של אבו אהרון הבבלי, "תרביץ לב (תשכ"ג)", עמ' 153-159

ליבס, יהודה, "מלאכי קול השופר וישוע שר הפנים", המיסטיקה היהודית הקדומה: דברי הכנס הבינלאומי הראשון לתולדות המיסטיקה היהודית (מחקרי ירושלים במחשבת ישראל, ו), בעריכת יוסף דן, ירושלים: האוניברסיטה העברית, תשמ"ז, עמ' 171-195

ליבס, יהודה, "צדקת הצדיק: יחס הגאון מוויילנא וחוגו כלפי השבתאות", קבלה 9 (2003), עמ' 278-279

ליבס, יהודה, "תלמידי הגר"א, השבתאות והנקודה היהודית", דעת 50-52 (תשס"ג), עמ' 286-288

ליברמן, שאול, שקיעין: דברים אחדים על אגדות, מנהגים ומקורות ספרותיים של היהודים שנשתקעו בספרי הקראים והנוצרים, ירושלים: ספרי וארהמן, תש"ל

ספר האות, מהדורת אמנון גרוס, ירושלים תשס"א

ספר החשק, מהדורת יצחק מאיר עפשטיין, למברג 1865

ספר הפליאה, פרמישלא תרמ"ד

פירוש ספר החיים, נדפס במצרך השכל, מהדורת אמנון גרוס, ירושלים תשס"א

פירוש רבינו אפרים על התורה, ירושלים תשנ"ב

שלום, גרשם, "האם נתגלה עזבון הסודות של אבו אהרון הבבלי?", "תרביץ לב (תשכ"ג)", עמ' 252-265

שלום, גרשם, ראשית הקבלה, ירושלים-תל-אביב: הוצאת שוקן, תש"ח

שלום, גרשם, שדים, רוחות ונשמות: מחקרים בדמונולוגיה, ערכה אסתר ליבס, ירושלים: מכון בן-צבי, תשס"ד

Gaster, Moses, *Ilchester Lectures on Greco-Slavonic Literature*, Ludgate Hill, London: Truebner & Co., 1887

Idel, Moshe, *BEN: Sonship and Jewish Mysticism*, London-New York: Continuum, 2007

Idel, Moshe, "From Italy to Ashkenaz and Back: On the Circulation of Jewish Mystical Traditions", *Kabbalah* 14 (2006), pp. 47-94

Idel, Moshe, "Some Forlorn Writings of a Forgotten Ashkenazi Prophet: R. Nehemiah Ben Shlomo Ha-Navi", *Jewish Quarterly Review* 96 (2005), pp. 188-196

Scholem, Gershom, *Major Trends in Jewish Mysticism*, New York: Schocken, 1967

Scholem, Gershom, *Origins of the Kabbalah*, trans. Allan Arkush, ed. R. J. Zwi Werblowsky, Philadelphia: Princeton University Press, 1987

Scopello, Maddalena, "Youel et Barbelo dans le traité de l'Allogene", *Colloque International sur les textes de Nag Hammadi*, ed. Bernard Barc, Quebec: Les Presses de L'Université Laval, 1981, pp. 374-382

שהראה ליבס, גם בחוגו של הגאון מוויילנא, אצל ר' מנחם מנדל משקלוב, תלמידו שהלך מכמה בחינות בעקבותיו של אברהם אבולעפיה.

T.

תיאור גלגולה של המובאה האנונימית הקצרה מכ"י לונדון עשוי ללמדנו משהו כללי יותר על תולדות המיסטיקה היהודית: יסודן של תורות מיסטיות עשוי להיות תפיסות שנתגלגלו מאות בשנים כמסורות פרשניות, ואישיות בעלת נטייה למיסטיקה אימצה והפיחה בהן נשמת חיים. תהליך זה עיקרו מפגש בין מסורות מוקדמות שהגיעו מהמזרח התיכון לאשכנז, ומאוחר יותר עברו מאשכנז לספרד, לאיטליה, לאימפריה הביזנטית בכלל ולמזרח אירופה וחוללו התעוררות ספרותית וחוויתית אצל אישים מסוימים. במקומות השונים השתלבו המסורות הללו במסגרות מושגיות שונות זו מזו והניבו מערכות הגותיות מורכבות המאפיינות את הלכי המחשבה היהודית בימי הביניים. הבנת תהליכי מעבר אלה וסוגי ההשתלבות של יסודות הבאים ממקורות שונים היא דרך חשובה לניתוח תורת הסוד היהודית. אולם בלי חקר מפורט בכתבי היד, המצויים בשפע לרשות החוקר, קשה יהיה לעמוד במשימה זו. מסתבר כי אמנם חלקים מכ"י לונדון הם אכן עדות להעברת מסורות אנגלולוגיות ומאגיות מהמזרח לאירופה, אך אם לא נעשה הדבר על ידי אבו אהרון מבגדד הרי סביר להניח כי ידם של ר' נחמיה ובני חוגו הייתה הן בהעברת תוכן כתב היד והן בהעברת החלקים המאגיים המוקדמים הנמצאים בו. בלי להמעיט בערכה של האפשרות כי אבו אהרון העביר מה שהעביר, אם יוכח הדבר, מה שאנו יכולים להוכיח עתה הוא שבקצה האירופי של צינור העברת החומר המזרחי ניצב מחבר אשכנזי שכוח, הנביא והמאגיקן ר' נחמיה בן שלמה מארפורט.

מקורות

אידל, משה, החוויה המיסטית אצל אברהם אבולעפיה, ירושלים: מאגנס, תשס"ב

אידל, משה, "על הפירושים של ר' נחמיה בן שלמה הנביא לשם מ"ב אותיות וספר החכמה המיוחס לר' אלעזר מוורמס", קבלה 14 (2006), עמ' 157-261

אידל, משה, "פיוט לא ידוע ליום הכיפורים לר' נחמיה בן שלמה הנביא" (בהכנה).

אידל, משה, "פירושו של ר' נחמיה בן שלמה הנביא לפיוט 'אל נא לעולם תוערץ'", מורשת ישראל ב (תשס"ו), עמ' 25-36

מים: אתגר למדעי ההנדסה והסביבה

מאת גדעון דגן

הידרולוגיה: אחד המקצועות העתיקים בעולם
ההידרולוגיה היא מקצוע עתיק ואפשר למצוא עדויות לכך בשרידים ארכאולוגיים בארץ ובפרקי תנ"ך ידועים. כך למשל בפסיפס שבאתר ציפורי, מן המאה החמישית לספירה, המתאר את פסטיבל הנילוס.
בפסיפס נראה הנהר וסביבו תיאורים של סצנות מיתולוגיות. הפרט המעניין אותנו הוא הציור המסוגנן של הנילומטר. הנילוס היה תמיד מקור החיים של מצרים. ללא ההצפות השנתיות ושקיעת החומרים האורגניים לא הייתה מצרים יכולה להתקיים בעת העתיקה. כפי שרשם הרודוטוס לפני יותר מאלפיים שנה, "מצרים היא מתנה של הנילוס".
מקדשי מצרים העתיקה היו מצוידים בנילומטרים, מתקנים שאפשרו למדוד בדיוק רב את מפלס הנהר. הכוהנים רשמו את המפלס מדי עונה בעונה ושמרו את הרישומים לצורך חיזוי מועדי השיטפונות השנתיים ועצמתם. הרישומים שימשו את הממשל הפרעוני גם לקביעת שיעורי המסים, שכן כמות היבולים הושפעה מגובה מי הנהר.

המים הם מקור החיים, וזמינותם היא תנאי לקיומה ולהתפתחותה של החברה האנושית. ריבוי הצריכה בגלל גידול האוכלוסייה והעלייה ברמת החיים, מחד גיסא, וצמצום המשאבים הטבעיים בגלל ניצול יתר והזדהמות מקורות המים, מאידך גיסא, הופכים את בעיית המים לאחד הנושאים המרכזיים והקריטיים של המאה הנוכחית.
מכלל הדיסציפלינות הנוגעות לעניין המים התחום שאני פעיל בו הוא ההידרולוגיה. ההידרולוגיה עוסקת בחקירת החלק היבשתי של מחזור המים בטבע מבחינות מגוונות, כגון היווצרות גשם וירידת גשם, נגר וזרימת מים על פני הקרקע, שיטפונות, חלחול לתוך הקרקע ואידוי לאטמוספירה, תנועת מי התהום, שינויים כימיים וביולוגיים והשפעתם על איכות המים וכדומה.



חלק של פסיפס פסטיבל הנילוס בציפורי



פרט הנילומטר מפסיפס פסטיבל הנילוס בציפורי

הידרולוגיה עתיקה ומודרנית: הרקע המשותף

למרות ההתפתחות האדירה של מדע ההידרולוגיה בתקופה המודרנית, יש מספר מאפיינים משותפים לגישה העתיקה ולגישה העכשווית.

א. ההידרולוגיה היא דיסציפלינה כמותית: היא עוסקת בנתונים מספריים ובמודלים מתמטיים. המודלים משמשים להבנת התהליכים ולחיזוי.

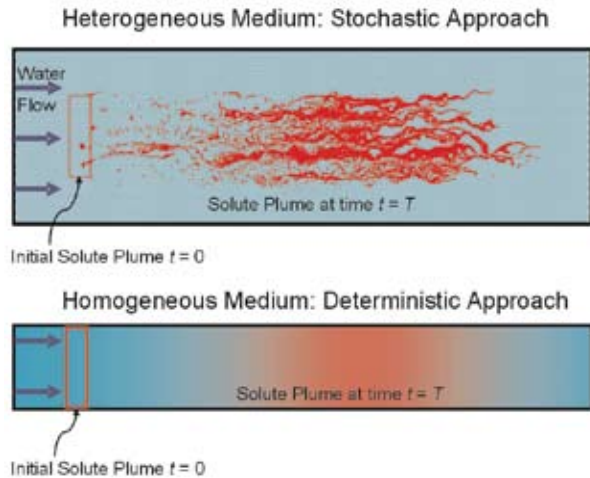
ב. ההידרולוגיה היא בעיקרה מדע יישומי: המניע העיקרי שלה והנושאים המרכזיים שהיא חוקרת קשורים לצורכי החברה האנושית. עם זאת, חלק לא מבוטל מהמחקר המודרני שואף להבנה בסיסית של הטבע.

ג. ההידרולוגיה עוסקת בחיזוי בתנאי אי-ודאות. ההידרולוג המצרי הקדום השתמש כנראה בניתוח מתוחכם של סדרות זמן כדי לחזות את התנהגות הנילוס. חיזוי לטווח קצר (שיטפונות) או לטווח ארוך (זיהום מי התהום) נתון גם בימינו לאי-ודאות, ואחד המאפיינים של המחקר ההידרולוגי הוא הניסיון לכמת את ההסתברויות ולצמצם את האי-ודאות.

את הנילומטרים הראשונים אפשר לשייך לתקופת השושלת הראשונה, כשלושת אלפים שנה לפני הספירה. ובכן, הכהנים הממונים על הרישומים ועל ניתוחם יכולים להיחשב ההידרולוגים הקדומים ביותר הידועים לנו.

עדות עקיפה למדידת מפלס הנילוס יש בספר בראשית בפרק מא, המתאר את פיענוח חלומות פרעה על ידי יוסף. יש להניח שהחיזוי של מחזור שנים שבו שבע שנים טובות ולאחריהן שבע שנות רעב הסתמך על ניתוח המדידות של מפלס הנילוס. אפשר אפוא שיוסף נעזר, במישרין או בעקיפין, בידע ההידרולוגי.

מחקר מודרני בשיטות מתוחכמות על התנודות השנתיות של מפלס הנילוס (שרישומן השתמר מאז 622 לספירה ועד היום, בהפסקות) גילה שאכן יש מחזוריות של 7–8 שנים בתנודות המפלס, שאפשר לייחסה להשפעות האוקיינוס האטלנטי (F. Kandrashov and M. Ghil, Oscillatory modes of extended Nile River records [A.D. 622–1222], *Geophys. Res. Lett.*, 32, 2005).



הדמיה של פיזור פלומת מזהמים במי תהום

תחום המחקר שלי משויך הן למדעי ההנדסה והן למדעי הסביבה. את הסיווג הזה קבע המכון למידע מדעי (Institute for Scientific Information – ISI), שחילק את המדע ל-22 קטגוריות ומסווג חוקרים לפי תחום כתבי העת שבהם הופיעו פרסומיהם.

ובכן, ניתן לסווג את המחקר ההידרולוגי כחלק ממדעי ההנדסה, בזכות הרצון לייצר כלים העשויים לעזור בניהול משאבי מים (למשל תכנון שאיבה מאקוויפרים), וכחלק ממדעי הסביבה, בזכות הניסיון להבין את תהליכי ההזדהמות של מי התהום ולמצוא דרכים לצמצם או למנוע אותם. לקדמה הטכנולוגית, הנסמכת על מחקר במדעי ההנדסה, יש בלי ספק השפעה אדירה על חיינו, כפרטים וכחברה. יחד עם התרומה לעלייה ברמת החיים ובאיכותם, להתקדמות הטכנולוגית יש גם מחירים כבדים. אחד מהם הוא הנזק הסביבתי, ובכלל זה הירידה באיכות המים. אחד האתגרים העומדים בפני האנושות הוא הטיפול בבעיות הסביבה המחרפות. עלינו, המדענים בתחום ההנדסה, מוטלת חובה מוסרית להירתם למשימה זו, והטכנולוגיה יכולה לעזור לנו בזה.

עמיתי הנכבדים שהם חברי האקדמיה במדעי ההנדסה משתייכים לתחומים המסורתיים. אני הנבחר הראשון העוסק בסביבה, ואני רואה בכך אות להכרה הגוברת בקרב קהילת המדע בארץ בחשיבות הנושא. אני תקווה שאוכל לתרום לחיזוק תודעה זו.

ד. ההידרולוגיה משיקה לתחומי הכלכלה, הפוליטיקה והחברה: מדידת מפלס הנילוס וחזיון שימשו את האדמיניסטרציה המצרית בקביעת שיעורי המסים. בימינו מודלים הידרולוגיים משמשים כלי עזר להחלטות על ניצול משאבי מים, טיפול באירועי זיהום, הגנה משיטפונות וכדומה. לכל אלה יש משמעויות כלכליות, פוליטיות וחברתיות, והמודלים מושפעים מהשיקולים הכרוכים בהן.

מודלים כמותיים של הידרולוגיה תת־קרקעית

מחקריי בהידרולוגיה עוסקים בתהליכים המתרחשים מתחת לפני הקרקע, דהיינו במים שבאזור הלא רווי ובמי התהום, בזרימתם ובתנועת המזהמים בהם. האזור הלא רווי הוא החלק העליון של הקרקע, שבו נמצאים שורשי הצמחים, ובו מי גשם ומי השקיה נעים כלפי מטה בלי למלא את החללים בקרקע. זהו אזור המעבר של המים לעומק. להבדיל, מי התהום ממלאים את נקובי התווך והם זורמים בתצורות אקוויפריות אופקיות. זהו אחד ממקורות המים החשובים ביותר בעולם כולו, ובארץ הוא מספק יותר משני שלישים מהמים.

באופן ספציפי יותר, עבודת המחקר שלי מתמקדת בפיתוח מודלים כמותיים (מתמטיים) של תנועת גופי המים והסעת מומסים. המודלים משמשים להבנת התופעות ולחזיון השינויים החלים בכמות המים, בזמינותם ובאיכותם. בעשרים וחמש השנים האחרונות אני נמנה עם מייסדיה של גישה חדשה, שעניינה פיתוח מודלים סטוכסטיים. בגישה הזאת בודקים את השפעת חוסר האחידות של תכונות הקרקע על זרימת המים ועל הסעת מומסים. כיוון שיש אי־ודאות בדבר השתנות התכונות במעבה האדמה, התיאור הכמותי נעשה בכלים סטטיסטיים. זאת גישה שונה מהגישה המסורתית, שעל פיה תכונות התווך הומוגניות וניתנות לתיאור דטרמיניסטי.

כדי להדגים את ההבדל בין הגישה המסורתית לגישה הסטוכסטית מובאת באיור שמשמאל הדמיה של פלומת מזהמים הנעה בקרקע עם זרימת המים. בחלק העליון נראה פיזור המומסים על פי הגישה הסטוכסטית: הוא מושפע מן התכונות הלא אחידות של המסלע והגוש המזוהם מתפשט בצורה לא מסודרת, הניתנת לתיאור במונחים סטטיסטיים בלבד. לעומת זאת החלק התחתון הוא על פי הגישה המסורתית: התווך נחשב להומוגני ולפיכך המודל הדטרמיניסטי מתאר את הפלומה כמשתנה בצורה חלקה והדרגתית במרחב.

תורת המשחקים: מדע טהור שימושי

מאת סרג'יו הרט

תורת המשחקים מצליחה לחתוך קשר גורדי זה ולהציע מושגי פתרון הולמים.

שיווי משקל נש (Nash)

נתחיל במושג הידוע "שיווי משקל אסטרטגי" או "שיווי משקל נש" [3], על שם ממציאו ג'ון נש (John Nash Jr.), חתן פרס נובל בכלכלה לשנת 1994. שיווי משקל נש הוא מצב שבו אין לשום משתתף דרך לשפר את מצבו בכוחות עצמו. כלומר, שינוי חד-צדדי בפעולה של משתתף אחד בלבד – כאשר כל האחרים אינם משנים את פעולותיהם – אינו יכול להביא לתוצאה עדיפה מבחינתו על פני התוצאה הנוכחית.

שיווי משקל מתואם

מושג אחר, "שיווי משקל מתואם", הוצע על ידי עמיתנו ישראל אומן [4], חתן פרס נובל בכלכלה לשנת 2005. בדומה לשיווי משקל נש, שיווי משקל מתואם הוא מצב שבו שום משתתף אינו יכול לשפר את מצבו בשינוי חד-צדדי של פעולתו בלבד. אולם להבדיל משיווי משקל נש, כאן מניחים כי לפני שהמשתתפים מחליטים על פעולותיהם הם נחשפים למידע מסוים. מידע זה יכול להיות משותף לכולם ("מידע פומבי"), שונה ממשותף למשתתף ("מידע פרטי") או שילוב שלהם. נוסף על כך, מידע זה אינו משפיע ישירות על תוצאות המשחק – ובכל זאת הוא עשוי להיות מובא בחשבון ולהשפיע על החלטות המשתתפים.

ניקח לדוגמה מידע פומבי כמו מזג האוויר: אנשים עשויים להתנהג אחרת ביום יפה ושטוף שמש מאשר ביום גשום וקר. כך הם עשויים להגיע לשיווי משקל שונים, גם כאשר אין למזג האוויר השפעה ישירה על תוצאות המשחק.

באופן כללי יותר, המידע שהשחקנים מקבלים מאפשר להם לתאם את פעולותיהם במידה זו או אחרת. דוגמה לכך בטבע היא אותן ה"מלחמות" שעלותן למשתתפים גבוהה והנמנעות על ידי כלל תיאום פשוט: בעל השטח נשאר במקומו והפולש עוזב – ללא תלות בחוזק היחסי של שני הפרטים [5], [6].

מהי תורת המשחקים? האם היא מדע טהור או מדע שימושי? האם היא ענף של מתמטיקה או ענף של כלכלה – או משהו מעבר לזה?

תורת המשחקים

תורת המשחקים נולדה כתחום מדעי בזמן מלחמת העולם

השנייה, עם פרסום הספר המונומנטלי *The Theory of Games and Economic Behavior* מאת המתמטיקאי ג'ון וון נוימן (John von Neumann) והכלכלן אוסקר מורגנשטרן (Oskar Morgenstern) [1].

רוב החוקרים בתורת המשחקים בראשית דרכה היו מתמטיקאים – לא מעט בזכותו של וון נוימן, שהיה אחד המתמטיקאים הדגולים במאה העשרים. עם הזמן הלך התחום והתבסס, וכיום הוא תופס מקום נכבד בדיסציפלינות מדעיות רבות – בראש ובראשונה בכלכלה, אך גם בפסיכולוגיה, בביולוגיה אבולוציונית, במדעי המחשב, במדע המדינה, בסטטיסטיקה, במשפטים, בפילוסופיה ואפילו בהיסטוריה ובספרות (ראו למשל את מגוון הפרקים בשלושת הכרכים של *Handbook of Game Theory* [2]).

תורת המשחקים חוקרת התנהגות וקבלת החלטות במצבים מרובי משתתפים שבהם פעולותיו של כל משתתף משפיעות לא רק עליו אלא גם על האחרים. כל משתתף, "שחקן", מעוניין להגיע לתוצאה הטובה ביותר מבחינתו, אך בדרך כלל אין באפשרותו לגרום לכך בעצמו (וזה בדיוק מה שהופך את המצב ל"משחק", להבדיל מבעיית אופטימיזציה). על המשתתף להביא בחשבון שגם המשתתפים האחרים פועלים בצורה דומה: הם מנסים להגיע לתוצאה הטובה ביותר מבחינתם, שהיא לאו דווקא הטובה ביותר מבחינתו. יתר על כן, המשתתפים האחרים מביאים בחשבון את מה שהוא עושה, וכן הלאה... לכאורה, מעגל קסמים בלתי פתיר.



קיום שיווי משקל נש

לאחר שמגדירים מושג פתרון, כגון שיווי משקל נש או שיווי משקל מתואם, מתעוררת באופן טבעי השאלה אם תמיד קיים שיווי משקל כזה. לכאורה ייתכנו משחקים שבהם בכל מצב יש משתתף שכדאי לו לשנות את החלטתו ובכך לשפר את מצבו – וכך כל המערכת נכנסת למעגל אין-סופי. ג'ון נש הוכיח [3] כי בכל משחק סופי (שבו יש מספר סופי של משתתפים ולכל אחד מהם יש מספר סופי של פעולות אפשריות) יש לפחות שיווי משקל נש אחד. ייתכן כי שיווי המשקל ידרוש מהשחקנים לבחור את פעולותיהם באופן הסתברותי ולא דטרמיניסטי (כמו למשל במשחק הילדים הידוע "זוג או פרט"). ההוכחה כאן משתמשת בכלי מתמטי לא פשוט, הנקרא משפט "נקודת שֶׁבֶת" (המשפט של בראוור [Brouwer] או המשפט של קוטאני [Kakutani]).

קיום שיווי משקל מתואם

ומה לגבי שיווי משקל מתואם? נשים לב כי כל שיווי משקל נש הוא גם שיווי משקל מתואם: שיווי משקל נש מתקבל כאשר אין תלות בין המידע שמקבלים המשתתפים השונים; זאת אומרת, שום משתתף אינו יכול ללמוד מהמידע שקיבל דבר על אודות המידע שקיבלו האחרים. מכאן ומהמשפט בסעיף הקודם על קיום שיווי משקל נש נובע ישירות שבכל משחק סופי יש שיווי משקל מתואם.

כאן מתעוררת בעיה: שיווי משקל מתואם הוא מושג מתמטי פשוט יחסית (הוא מוגדר על ידי מערכת של אי-שוויונים ליניאריים), ואילו הוכחת הקיום, כפי שראינו, משתמשת בכלי מתמטי מסובך יחסית (משפט "נקודת שֶׁבֶת" לא-ליניארי). אף על פי כן, במשך שנים רבות לא נמצאה הוכחה אחרת. באמצע שנות השמונים, בעבודה משותפת של פרופ' דוד שמידלר (מאוניברסיטת תל-אביב) ושלי, הצלחנו למצוא הוכחה אלמנטרית – אך לא דווקא פשוטה – למשפט מתמטי זה של קיום שיווי משקל מתואם [8]. ההוכחה שלנו אכן משתמשת בכלים ליניאריים (כגון משפט "ההפרדה", משפט "המינימקס" או משפט "הדואליות הליניארית"). לכאורה, מחקר זה לא נראה חשוב כלל (מלבד אולי למתמטיקאים המעריכים את היופי והאלגנטיות של ההוכחות ה"מתאימות") – הרי זו רק הוכחה נוספת למשהו ידוע ומוכח. ואולם...

במקרים מסוימים יש גם אפשרויות תיאום משוכללות יותר, העשויות להביא לתוצאות עדיפות.

ידיעה משותפת של רציונליות

נראה כעת דרך אחרת להבין מה הוא שיווי משקל מתואם – דרך אשר אינה משתמשת כלל במושג "שיווי משקל". נניח שכל אחד ממקבלי החלטות מתנהג בצורה הטובה ביותר להשגת מטרותיו, רצונותיו ו"תועלתו". כל זאת, כמובן, בהינתן המידע העומד לרשותו, הערכותיו ו"אמונותיו" לגבי הסביבה שבה הוא פועל, המשתתפים האחרים – על החלטותיהם ועל המידע העומד לרשותם – וכדומה. מקבל החלטות כזה מוגדר כ"רציונלי".

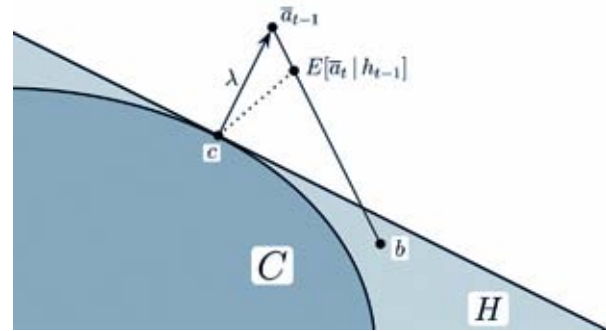


נניח שהמשתתפים – שמעון ולוי – הם רציונליים. נניח עוד שכל אחד מהם יודע זאת: שמעון יודע שלוי רציונלי ולוי יודע ששמעון רציונלי. כמו כן לוי יודע ששמעון יודע שהוא, לוי, רציונלי, וגם שמעון יודע כל זאת – שלוי יודע ששמעון יודע שלוי רציונלי, וכן הלאה. מצב זה נקרא "ידיעה משותפת של רציונליות".

המפתיע והמעניין בדבר הוא שמצב של ידיעה משותפת של רציונליות שקול למצב של שיווי משקל מתואם [7].

כללי התנהגות פשוטים ו"כלל החרטה"

הוכחה זו הובילה בסופו של דבר לגילויים חדשים. באמצע שנות התשעים, בעבודה משותפת של פרופ' אנדראו מס-קולל (Andreu Mas-Colell), אז באוניברסיטת הרוורד ועכשיו באוניברסיטת פומפיאו פברה בברצלונה) ושלי, הצענו כללי התנהגות פשוטים של למידה והסתגלות המובילים לשיווי משקל מתואם [9], [10]. כללים אלו והמערכות הדינמיות המתאימות התקבלו כתולדה של הבנייה בהוכחה של הרט ושמיידלר לקיום שיווי משקל מתואם, לאחר מספר שלבי פיתוח (שנועדו להבטיח, בין השאר, שכל שחקן פועל באופן "עצמאי").



"הגאומטריה" של "כלל החרטה"

המעניין בתוצאה זו הוא שיש כללי התנהגות פשוטים – "היוריסטיקות" או "כללי אצבע" – המובילים לאורך זמן לשיווי משקל מתואם; כזכור, אלה הם המצבים המגלמים רציונליות מלאה של המשתתפים (ואפילו ידיעה משותפת של הרציונליות). המשתמשים בכללים אלו צריכים לדעת מעט מאוד על סביבתם ועל המשתתפים האחרים (אם בכלל), והם רחוקים מאוד מלהיות רציונליים (זהו מצב של "רציונליות חסומה"); ובכל זאת הראינו כי התנהגותם לאורך זמן נראית כמו ההתנהגות של משתתפים רציונליים לחלוטין.

דוגמה לכלל התנהגות כזה הוא "כלל החרטה" (regret matching) אשר הוצע במאמר [9]. "חרטה" מודדת בכמה היו התוצאות יכולות להיות טובות יותר, אם בכלל, לו הייתה החלטה שונה בעבר. חרטות אלו קובעות את ההתנהגות: אם אין חרטה – ממשיכים ללא שינוי; ואם יש חרטה – נוטים לשנות את ההחלטה, כאשר הנטייה (קרי: ההסתברות) לשנוי גוברת ככל שהחרטה חזקה יותר.

כללי התנהגות אלה – אשר, כאמור, התקבלו מתוך בנייה מתמטית טהורה – מתבררים בסופו של דבר קרובים מאוד לאופן שבו אנשים באמת מתנהגים (כמו למשל הכלל הידוע "הרכב מנצח אין מחליפים"); ניתן לראות זאת בספרות בפסיכולוגיה ובכלכלה ההתנהגותית [11], ולאחרונה גם בִּירוביולוגיה ובמדעים הקוגניטיביים [12].

"רדיו קוגניטיבי"

לאחרונה הוצע שימוש אפשרי להיוריסטיקות כמו כלל החרטה באלגוריתמים המיועדים לפתור בעיות תעבורה ברשתות תקשורת. התחום הידוע בשם "רדיו קוגניטיבי" מתמודד עם הצורך של מכשירי הקשר האישיים הרבים (טלפונים ניידים, איתוריות, מכשירי איכון לווייניים וכדומה) להשתלב ולהשתמש יחד באותם ערוצי תקשורת. פתרון מרוכז של "מנהל רשת" המקבל בקשות ומחלק את התדרים וזמני השימוש אינו בר ביצוע כאן, בגלל ריבוי המשתמשים ושונותם. על כן הוצע לנסות להשתמש בפתרונות "מבוזרים" (distributed): מתקנים בכל מכשיר תכנה פשוטה המטפלת באינטרקציה שלו עם הסביבה הקרובה, בשאיפה שכל המערכת תתפקד ביעילות. מתברר כי כללים פשוטים מסוג ההיוריסטיקות של הרט ומס-קולל יכולים להיות יעילים מאוד במקרים כאלה [13] (כרגע מדובר בסימולציות תאורטיות בלבד, כך שאיננו מקבלים עלינו אחריות לבעיות התקשורת של הטלפונים הניידים שלכם...).

תורת המשחקים החישובית

שימוש נוסף בבנייה של הרט ושמיידלר נמצא בתחום חדש המתפתח כיום במדעי המחשב, הנקרא "תורת המשחקים החישובית" או "תורת המשחקים האלגוריתמית" – תחום שבו מתמודדים עם בעיות של חישוב נקודות שיווי משקל במצבים מרובי משתתפים, כמו רשתות גדולות [14].

מסקנה: מחקר בסיסי ומחקר שימושי

לסיכום החלק הזה: ראינו כיצד מחקר בסיסי – מחקר ללא תועלת מידית, אם בכלל (כמו הוכחה חדשה למשפט מתמטי ידוע ומוכח) – יכול להביא לתובנות חדשות ולשימושים מפתיעים. קשה מאוד לחזות כיצד יתפתחו הדברים בעתיד ולאיזה כיוון.

♦ אם לפחות צד אחד לא יסכים לפשרה, יודיע המתווך לשני הצדדים שאין הסכם, **בלי לגלות לשום צד אם הצד האחר הסכים לפשרה אם לאו.**

♦ בכך מסתיים סופית חלקו של המתווך. כאן המקום להבהיר לכל אחד משני הצדדים את הטיעון הבא: "אם נראה לכם שהפשרה סבירה מבחינתכם, אין לכם מה להפסיד מלהודיע זאת למתווך – כי הרי הצד האחר לא ידע על כך אלא במקרה שיש הסכם. אם אין הסכם, דבר לא השתנה: שניכם נשאתם בעמדות המוצא שלכם".

מה חשוב כאן הוא לבנות את ה"משחק" עם מבנה המידע המתאים ועם התמריצים הנכונים. חשוב גם שתהיה ידיעה משותפת (זהו תפקידה של הפגישה הפומבית), כך שכל צד ידע את הכללים וידע שהצד האחר יודע את הכללים, וכן הלאה.

האם מדובר כאן רק בתאוריה – ב"סיפור יפה" אך לא מציאותי? מתברר שלא. בדיוק במנגנון הזה השתמשתי לפני כשנה כשתיווכתי בין שני גופים שהיו בעימות קשה וממושך, והוא אכן הביא אותם להסכים לפשרה שהצעת.

זוהי דוגמה פשוטה ל"הנדסת משחקים" או "תכנון מנגנונים" (mechanism design), תחום מתפתח וחשוב בכלכלה – שעליו ניתן פרס נובל בכלכלה לשנת 2007 – וכיום גם במדעי המחשב, במשפטים ובתחומים אחרים. דוגמה בולטת היא המכרזים למיניהם; דוגמה אחרת היא מציאת הקצאות "יציבות" של, למשל, סטאז'רים בבתי חולים (מנגנון הנמצא בשימוש בארצות הברית ובמדינות אחרות), תלמידים בבתי ספר או תרומות איברים.

תורת המשחקים כשפה וכדיסציפלינה

נחזור עתה לשאלה "מהי תורת המשחקים". ניתן להתייחס לתורת המשחקים כאל "שפה מדעית", המאפשרת לנתח בצורה מסודרת מצבים מרובי משתתפים בעלי השפעות הדדיות. זהו כלי שבעזרתו מנסחים, מנתחים ומביאים למכנה משותף. כאמור, "שפה" זו – תורת המשחקים – ישימה לתחומים רבים: כלכלה, מדעי המחשב, פסיכולוגיה, ביולוגיה, משפטים, מדע המדינה, פילוסופיה ועוד.

אכן חשוב מאוד לנסח דברים בצורה מדויקת: כך מבינים מה קורה, באילו תנאים ובאילו מגבלות. בכך תורת המשחקים דומה למתמטיקה, המשמשת ככלי וכשפה בתחומים אחרים (כמו פיזיקה, ביולוגיה וכלכלה).

יש הטוענים כי מוכיחים יותר מדי משפטים במתמטיקה. זה כנראה נכון. אולם איך נדע מראש מה הם המשפטים ה"מועילים" ומה הם המשפטים ה"מיותרים"? בסופו של דבר רק המועילים ישרדו – "האבולוציה המדעית" תדאג לכך. אך, כמו בטבע, דרושות "מוטציות" מחקריות רבות בדרך – חלקן הגדול לא מועילות – כדי שיהיה לבררה הטבעית המדעית ממה לבחור את המוצלחים.

תמריצים והנדסת משחקים

נעבור כעת לבעיה אחרת. נדמיין שני צדדים המתמקחים על נושא מסוים במשך זמן רב ואינם מצליחים להגיע להסכם. למישהו העומד מן הצד מסתבר שיש פתרון פשוט יחסית: פשרה סבירה ב"אמצע הדרך" בין עמדות שני הצדדים. אך כיצד מביאים את הצדדים להסכים לפשרה? אם נציע את הפשרה ורק צד אחד יסכים לה, כי אז ההסכמה תיראה כוויתור מצדו ותשמש נקודת מוצא להמשך המשא ומתן – מה שירע את מצבו של הצד שהסכים לפשרה. הדבר נותן תמריץ לכל אחד מהצדדים שלא להסכים לפשרה המוצעת. כדי להבהיר זאת, נדמיין משא ומתן בין מוכר לקונה. המוכר מבקש 200, והקונה מוכן לשלם 100. מגיע עכשיו מתווך ומציע פשרה, נאמר 150. נניח שהמוכר מסכים לפשרה אך הקונה לא מסכים לה; עמדות הצדדים נראות עתה 150 למוכר (הוא הרי הסכים לפשרה) ו-100 לקונה (שלא הסכים לפשרה). אם בסופו של דבר יגיעו להסכם, המחיר יהיה בין 100 לבין 150; בכל מקרה יקבל המוכר פחות מ-150. דבר דומה יקרה אם רק הקונה יסכים לפשרה: הוא כבר מוכן לשלם 150, כך שבסופו של דבר הוא יצטרך לשלם יותר מזה. רואים כאן בבירור כיצד הסכמה לפשרה של צד אחד בלבד מרעה את מצבו, דבר המגדיל את התמריץ שלו לא להסכים.

כיצד פותרים את הבעיה? בהנחה שהמתווך אמין בעיני שני הצדדים, ניתן לכנס אותם לפגישה שבה יובהרו להם היטב "כללי המשחק":

♦ המתווך הולך להציע כאן פשרה.
♦ כעבור זמן מסוים שנקבע מראש יודיע כל צד **באופן פרטי** למתווך אם הוא מסכים לפשרה שהוצעה או אינו מסכים לה.

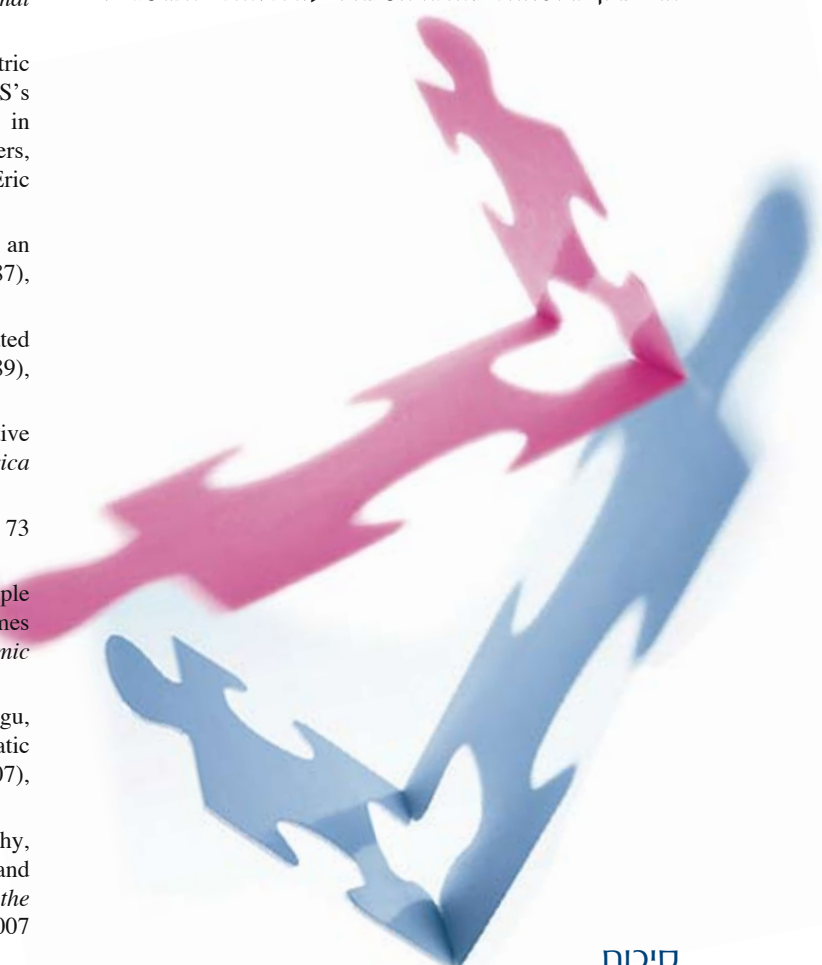
♦ אם כל אחד משני הצדדים יסכים לפשרה, יודיע זאת המתווך לשניהם – "מזל טוב על ההסכם!".

מקורות

- [1] John von Neumann and Oskar Morgenstern, *The Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press (1944).
- [2] Robert J. Aumann and Sergiu Hart, *Handbook of Game Theory*, Vol. 1 (1992), Vol. 2 (1994), Vol. 3 (2002), Elsevier Science Publishers / North Holland.
- [3] John Nash, Jr., "Equilibrium Points in N-person Games", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 36 (1950), 48–49.
- [4] Robert J. Aumann, "Subjectivity and Correlation in Randomized Strategies", *Journal of Mathematical Economics* 1 (1974), 67–96.
- [5] Nick B. Davies, "Territorial Defense in the Speckled Wood Butterfly *Pararge aegeria*: The Resident Always Wins", *Animal Behaviour* 26 (1978), 138–147.
- [6] Avi Shmida and Bezalel Peleg, "Strict and Symmetric Correlated Equilibria Are the Distributions of the ESS's of Biological Conflicts with Asymmetric Roles", in *Understanding Strategic Interaction*, edited by Wulf Albers, Werner Güth, Peter Hammerstein, Benny Moldovanu and Eric van Damme, Springer-Verlag (1997), 149–170.
- [7] Robert J. Aumann, "Correlated Equilibrium as an Expression of Bayesian Rationality", *Econometrica* 55 (1987), 1–18.
- [8] Sergiu Hart and David Schmeidler, "Existence of Correlated Equilibria", *Mathematics of Operations Research* 14 (1989), 18–25.
- [9] Sergiu Hart and Andreu Mas-Colell, "A Simple Adaptive Procedure Leading to Correlated Equilibrium", *Econometrica* 68 (2000), 1127–1150.
- [10] Sergiu Hart, "Adaptive Heuristics", *Econometrica* 73 (2005), 1401–1430.
- [11] Ido Erev and Alvin E. Roth, "Predicting How People Play Games: Reinforcement Learning in Experimental Games with Unique, Mixed Strategy Equilibria", *American Economic Review* 88 (1998), 848–881.
- [12] Giorgio Coricelli, Raymond J. Dolan and Angela Sirigu, "Brain, Emotion and Decision Making: The Paradigmatic Example of Regret", *Trends in Cognitive Sciences* 11 (2007), 258–265.
- [13] Michael Maskery and Vikram Krishnamurthy, "Decentralized Adaptation in Sensor Networks: Analysis and Application of Regret-Based Algorithms", *Proceedings of the 46th IEEE Conference on Decision and Control (CDC)* 2007 (forthcoming).
- [14] Christos H. Papadimitriou, "Computing Correlated Equilibria in Multi-Player Games", *Proceedings of the 37th ACM Symposium on Theory of Computing (STOC)* 2005, 49–56.

אולם תורת המשחקים איננה רק מתמטיקה. השאלות הנידונות בה מקורן בתחומים רבים ומגוונים, והפתרונות שהיא מציעה ישימים בהם. לחוקר בתורת המשחקים חשוב לא לאבד את ההיבט השימושי, לא להיסחף אחרי דברים מופשטים מדי, אלא תמיד לחזור לשאלות בעלות עניין ומשמעות – תאורטית ומעשית.

תורת המשחקים היא דיסציפלינה, תרתי משמע: מצד אחד היא "תחום דעת", ומצד שני היא מכתבה "משמעת" במחקר: במקום שנמצא מודל חדש ומיוחד לכל תופעה ותופעה, יש לנו מסגרת כללית לתחומים רבים, שבה תובנות דומות ממקורות שונים משתלבות, מפרות ומחזקות זו את זו – כי הרי כולן מנוסחות באותה השפה ובעזרת אותם המושגים.



סיכום

תורת המשחקים היא "מדע טהור שימושי": היא תאוריה מתמטית מופשטת עם שורשים ושימושים בתחומים רבים ומגוונים. בכך יופייה וחשיבותה.

פתיחות והדרה: האקדמיות למדעים במאה השמונה-עשרה

מאת **שולמית וולקוב**



במונחי התקופה, מצד הקוראים מאידך גיסא. את כל המהומה האינטלקטואלית הזו יצר מעמד לא גדול, מורכב ברובו מאנשים שלא היו שייכים למעמד האצולה אך היו בעלי אמצעים, צנועים בדרך כלל, ובעיקר בעלי השכלה, רחבה פחות או יותר: כמרים מכל הדרגות, מורים, רופאים, פקידים,

פה ושם סוחרים ואפילו בעלי מלאכה. החברות המדעיות, הספרותיות והאמנותיות, שהפכו אחר כך לאקדמיות רשמיות, הוקמו על בסיס וולונטרי לפני שקיבלו גושפנקה מלכותית או אריסטוקרטית, ויחדה אותן השאיפה לעסוק באופן מקצועי, דהיינו "אקדמי", באותם התחומים שבהם עסק גם הקהל החובבני והמעורב שפעל בארגונים מקבילים.

רוברט דרנטון, מגדולי החוקרים של עידן ההשכלה, טוען כי מה שעניין את הצרפתים, אפילו ערב המהפכה, לא היו דיונים בשאלות של צדק, שוויון או כוח, אלא בעיקר "מעללים ראוותניים של גבורה והומניטאריות", כלשונו, ובייחוד אלה שהיו בהם "גילויים מפתיעים של מדע פופולארי". דרנטון עצמו חקר את תופעת המזמרים, סוג של היפנוזה, שהייתה לדבריו האופנה הלוהטת ביותר בשנות השמונים של המאה השמונה-עשרה. אולם הקהל נהר גם לתצוגות של ניסויים פיזיקליים וכימיים, למוזאוני חדשים ששיכנו אוספים בוטניים או מאובנים, והצלחה רבה ביותר נחלו מופעים שהציגו תופעות מוזרות למיניהן (freak shows): תצוגות של חיות שהובאו מן הג'ונגלים של אפריקה, בני אדם חריגים, לפחות בעיני בני התקופה – שחורים, סינים ואפריקנים, מאלה שנודעו אז בכינוי "הוטנטוטים" – וכל מיני יצורים משונים: ילדי פרא, אנשים מרובי ראשים וכיוצא באלה. במחקריי על ראשית חינוך החירשים באירופה התברר לי שכבר בשנות השבעים של המאה השמונה-עשרה נהג הקהל הפריזאי לבוא

המאה השמונה-עשרה הייתה תור הזהב של האקדמיות למדעים ברחבי אירופה. אמנם מושג האקדמיה מוכר לנו כבר מאז יסד אפלטון את המוסד החינוכי שעמד בראשו, בראשית המאה הרביעית לפנה"ס, אך האקדמיות במובנו המודרני של המושג לא היו קיימות לפני אמצע המאה השבע-עשרה. רק מאותה עת החלו האקדמיות להשתרש בנוף האינטלקטואלי והמדעי באירופה והפכו למוסדות של קבע. החלוצה, גם בעניין זה, הייתה איטליה, אך התחלה של ממש יש לראות ב-Académie française (1635), יציר כפיו של הקרדינל רישליה, ובאקדמיה המלכותית למדעים (1666), שקמה בחסותו של לואי הארבעה-עשר, שתיהן בפריז. באותן השנים קמה גם החברה המלכותית הלונדונית (1660). זו אמנם לא נשאה בתואר "אקדמיה" אך דפוס הפעולה שלה היה דומה, אם גם כפי הנראה עצמאי יותר מזה של האקדמיות בצרפת. מכל מקום, מאז ראשית המאה השמונה-עשרה קמו אקדמיות נוספות רבות ולא רק בערי בירה מרכזיות כברלין, שטוקהולם וסנקט פטרבורג אלא גם בערים נוספות, מקצתן מרכזים אינטלקטואליים ידועים בזכות עצמם כאדינבורו, ומקצתן ערים קטנות למדי ופרובינציאליות – גם במושגי התקופה היא – כמונפליה, דיז'ון, לה רושל ומץ בצרפת, ארפורט, גטינגן ומנהיים בגרמניה ואופסלה, לונד וגטבורג בשוודיה. נדמה שהקמת אקדמיות למדעים בחסות המונרכיות והנסיכויות של אותם הימים הייתה למגפה של ממש.

אלא שאקדמיות אלו היו רק קצה הקרחון. אחת התופעות המעניינות ביותר שפשטו במהלך המאה השמונה-עשרה ברחבי אירופה כולה – גם אם לא בבת אחת – הייתה התשוקה, או אולי השיגעון, להקים ארגונים וולונטריים אזרחיים למטרות שונות ומשונות, ובהם מאות חברות ואגודות שנועדו לעסוק בקידום הידע המדעי והטכנולוגי בכל הרמות. בצדן של אלה יצאו אז לאור חדשים לבקרים פרסומים מדעיים ומדעיים-לכאורה וכתבי עת שנשענו על מה שנראה כהיצע בלתי נדלה של כותבים מחד גיסא ועל ביקוש מסיבי,

אך בשולי העיסוק הרציני במדע שגשגו לא רק מופעים ותצוגות להמונים. איגודים של בעלי מלאכה עסקו בפיתוח טכנולוגי בתחומים שונים, מורים וכמרים בעלי יומרה פילוסופית התאגדו וביקשו להשמיע את דברם, פרופסורים למתמטיקה שלחו את ידם בחיבורים על שאלות של מוסר וממשל, ומשוררים – וידועה מכול הדוגמה של גתה – עסקו במלוא הרצינות באופטיקה או באיסוף של ממצאים גאולוגיים, למשל. לאקדמיות החדשות היה אפוא תפקיד ברור: היה עליהן ליצור הייררכייה מוצקת בין המתעניינים במדע, להשית סטנדרטים מקצועיים על המערכת, להיות מי שבורר בין עבודה רצינית למיני המצאות חסרות שחר, ומעל לכול – להבחין בין מדענים של ממש לשרלטנים. הגושפנקה המלכותית או האצילית שניתנה לאקדמיות העניקה להן יוקרה מיוחדת, ונכונותם של שליטים להשקיע כספים, אם כי מוגבלים למדי, בעבודתן יחד עם ההיתר שנתנו להן להתכנס מדי פעם בארמונותיהם, למשל בפריז וברלין, וכן העובדה שכיבדו אותן לעתים בנוכחות בישיבותיהן – כל אלה הפכו את האקדמיות לחברות מדעיות מסוג אחר, נעלה יותר. הן היו גופים אליטיסטיים במובהק, שבחרו בקפידה את חבריהם, ומילאו תפקיד רשמי של פיקוח והדרה. בצרפת, למשל, הייתה לאקדמיה הזכות לרשום פטנטים וגם היכולת, כמובן, לפסול את מה שלא נראה לה. בברלין, אך לא רק שם, הייתה האקדמיה כתובת למשלוח עבודות מדעיות מכל הסוגים וניתנה לה הסמכות להכריע בשאלות מדעיות שנויות במחלוקת. ידוע למשל שהאקדמיה הפריזאית פסלה נחרצות את שיטת רישום התווים שהמציא ז'אן-ז'אק רוסו ופגעה בו פגיעה חסרת תקנה. ומי שהיה לימים מראשי המהפכנים הרדיקליים ביותר, ויש אומרים גם צמאי הדם ביותר, ז'אן-פול מארה, לא שכח ולא סלח לחברי האקדמיה את פסילת אחדים ממאמריו המדעיים בפיזיקה וברפואה. אם לחזור לעבודתי על החירשים, הרי הוויכוח בין אלה שביקשו להנחיל להם שפת תנועות מסוג זה או אחר ובין אלה שביקשו ללמד אותם לדבר, גם אם באופן חלקי ופגום – ויכוח המתנהל למעשה גם היום – התחיל כבר באותם הימים. נציגי העמדות השונות פנו אז לאקדמיות ברחבי אירופה כדי שישפטו ביניהן. הייתה זו האקדמיה של ציריך אשר פסקה לבסוף, אך אם מפאת יוקרתה המוגבלת אם בגלל אופיים של המתווכחים, גם בכך לא היה כדי לשים קץ לסכסוך האישי ולפולמוס העקרוני ביניהם.



טקס קבלה של אקדמי בתקופת לואי הארבעה-עשר, במוזאון הלובר. באדיבות L'Académie Française.

ולחזות ב"חירשים המדברים", כפי שכונו תלמידיו דוברי שפת הסימנים של האָבֶה דה ל'אֶפֶה (Abbé de l'Épée), שפיתח שפה "מתודית" כזאת, כפי שטען, עבורם. המפגשים הפתוחים שארגן האבֶה החרוץ בכל יום שלישי ושישי בשבוע היו כה פופולריים עד שהוא נאלץ לבקש מן המבקרים שלא לשהות באולם הקטן יותר משעה-שעתיים, כדי לאפשר לאחרים, שצבאו כנראה על הדלתות, להיכנס גם הם בתורם. שמנה וסולתה של החברה הפריזאית ביקרו במקום, ולקיסר ההבסבורגי יוסף השני, שבא באותם הימים לפגוש בפריז את אחותו המלכה מרי אנטואנט, הייתה רק בקשה אחת: גם הוא רצה לחזות ב"פלא המדבר" הזה. כפי שמספר סיימון שָׁמָה (Schama) בספרו על המהפכה הצרפתית, הקהל הגדול, כמאה אלף איש, שהתאסף מול הארמון בוורסאי בספטמבר שנת 1783 לא בא להפגין בשם החירות, השוויון והאחוה, אלא לחזות בהטסתו של כדור פורח מקושט וצבעוני הנושא נוסעים נרגשים בסל הקלוע התלוי מתחתיו.

לידי ביטוי תפיסה דמוקרטית יותר של צורכי המדע ושל הדרכים לפיתוחו. שומרי החומות אכן הופקדו על הוצאת הלא מתאימים, אך היה עליהם גם לברור את המתאימים, לעודד אותם ולקרבתם. את התפקיד החשוב הזה לקחו האקדמיות של אותם הימים במלוא הרצינות. הן מילאו אותו בעזרת שיטה מיוחדת, שהייתה לסימן ההיכר שלהן באותם הימים: שיטת הפרסים. במהלך המאה השמונה-עשרה, כך נכתב כבר בשנת 1787, התנהלה באירופה "אולימפיאדה אינטלקטואלית מתמשכת". משנה לשנה, עם הגידול במספר האקדמיות, גדל מספר התחרויות שהתנהלו בהנהגתן, ובעוד שבעשור הראשון של המאה הוגשו לתחרויות בצרפת, למשל, 48 חיבורים בלבד, בעשור האחרון שלפני המהפכה הגיע מספרם ליותר משש מאות. האקדמיה בברלין, שאורגנה מחדש עם עלייתו לכס המלוכה של מי שנודע לימים כפרידריך "הגדול", קיימה בכל שנה תחרות אחת לפחות, וגם אם לעתים הייתה ההיענות מעטה, במקרים אחרים הגיעו אליה עשרות רבות של חיבורים.

זה היה ההליך: האקדמיה בחרה נושא ופרסמה אותו בעיתונות, בכתבי עת ודרך ההתכתבות הקבועה שלה עם מוסדות אחרים. התחרות הייתה פתוחה לכול פרט לחברי אותה אקדמיה עצמה, והחיבורים נשלחו ונשמרו במעטפות ללא שם. החשאיות נשמרה, כך נראה, לאורך כל התהליך. בדרך כלל – אך למזלנו, ההיסטוריונים, לא תמיד – הושמדו העבודות שלא זכו בפרס, ולעומת זאת שם הזוכה פורסם ברבים ולעתים פורסמו גם שמותיהם של מחברי עבודות מצטיינות נוספות. בסופו של דבר הודפסה העבודה הזוכה, אם כי, למיטב ידיעתי, בדרך כלל לא על ידי האקדמיה עצמה. מעניין שלא אחת הפך נושא התחרות למוקד של דיון כללי גם בחוגים שמחוץ לאקדמיה. המקרים הבולטים ידועים לכול: בשנת 1750 זכה ז'אן-ז'אק רוסו בתחרות החיבורים מטעם האקדמיה למדעים בדיז'ון על הנושא "האם יש להתפתחות המדע והאמנות השפעה חיובית על המוסר?". הדיסקור (discours) "הראשון", כפי שהוא נקרא לעתים, פתח את הדרך לפרסומו של רוסו, ולמותר לציין שזכייתו נשארה היהלום – היחיד, כך נדמה – בכתרה של האקדמיה הדיז'ונית. זו לא מצאה אותו ראוי שוב לפרס כשהגיש, חמש שנים לאחר מכן, את הדיסקור "השני" שלו, גם הוא כתגובה לשאלת האקדמיה, "על אודות אי-השוויון בין בני האדם ומקורותיו", פנינה פילוסופית לכל הדעות. לא פחות



טקס קבלה של אקדמאי במאה התשע-עשרה, מתחת לכיפת ה-Institut de France. באדיבות L'Académie Française.

נוסף על כך, יש לזכור, האקדמיות למדעים היו קורפורציות בעלות זכויות וחובות משלהן במסגרת המשטר הישן, ופעולת ההדרה שלהן שיקפה היטב את המסגרות החברתיות האקסקלוסיביות האופייניות לאותם הימים. באקדמיות שותפו במשך כל המאה ובכל מקום ומקום לא רק מדענים. רובן כללו קבוצה לא מבוטלת של אצילים, שמונו לחברים "לשם כבוד" ולעתים אף זכו למעמד מיוחד כחברי חוץ או כחברים בהתכתבות. ברשימה הכוללת את הצארינה קתרינה השנייה – כך חש בוודאי מלך פרוסיה באותם הימים – לא יכול היה להימנות משה מנדלסון, היהודי מברלין, אף שנבחר על ידי חברי האקדמיה הברלינאית בשנת 1770 כחבר מן המניין. המלך התעלם מן הבחירה גם כשנבחר מנדלסון בשנית, והחברים לא העזו להתעקש. מנדלסון נשאר בחוץ. אך בעוד האקדמיות כולן, גדולות קטנות, רואות בתפקידן כשומרות הסטנדרטים המדעיים תפקיד מרכזי ומקפידות על הדרתו של מי שאינו עומד בסטנדרטים אלה או שיש מי שאינו חפץ ביקרו, היה לפעילותן גם פן הפוך, פן שבו באה



– Was ist Aufklärung – מהי ההשכלה (או הנאורות) – שעליה הכריז ה-*Berlinische Monatsschrift* בשנת 1783. משה מנדלסון הכה אז את מתחריו רב העצמה – עמנואל קאנט, הוא ולא אחר – וזכה בפרס הראשון.

במהלך המאה השמונה-עשרה היו אפוא התחרויות אחד מתחומי הפעילות העיקריים של האקדמיות למדעים. בעזרתן יכלו האקדמיות לגלות כישרונות חדשים, גם מחוץ למעגל המוכר להן של העוסקים במדע, ומתוכם בחרו לעתים – גם אם לא לעתים קרובות – חברים חדשים. שליטתן בשיפוט התחרויות האלה אפשרה להן לקבוע סטנדרטים מקצועיים ואף להשפיע על מה שהיינו קוראים היום "האג'נדה" המדעית של התקופה. אך הפתיחות – היחסית, כמובן – שהפגינו האקדמיות בעזרת "שיטת הפרסים" נתפסה בסופו של דבר כבלתי מספקת ובלתי מספיקה. לקראת סוף המאה פיזרה האספה המהפכנית בצרפת את כל האקדמיות הקיימות, שכן ראתה בהן, ובצדק, בשר מבשרו של המשטר הישן. אך גם הגופים החדשים שהוקמו במקומן, כמו הגופים הישנים שהמשיכו להתקיים ברחבי היבשת, המשיכו להתלבט בעניין המתח שבין פתיחות להדרה. האוניברסיטאות מן הסוג החדש, שפרחו במאה התשע-עשרה ותוך זמן קצר העמידו בצל את האקדמיות כמרכזים של מחקר בסיסי ושימושי, נאלצו גם הן ואף ביתר שאת להתמודד עם בעיה עקרונית זו. כללית, כפי שהתברר כבר בראשית המאה החדשה, לא רק מעמד האצולה אלא גם מעמד הביניים, אותו מעמד שהכתיב אז את הסטנדרטים בכל התחומים ושדובריו הטיפו במרץ לאוניברסליזם ולפתיחות מרבית, גם הוא היה עסוק תדיר בהדרתם של אלה שנראו לו בלתי מתאימים – נשים, למשל, עובדי כפיים ויהודים.

המתח הזה עדיין עמנו. גם אנו מבקשים לא פעם להעריך מחדש מה הם יחסי הכוחות הרצויים בין הדרה לפתיחות ומה היא הדרך שתיתן ביטוי לערכים הדמוקרטיים השוויוניים המנחים אותנו ותשיג בה בעת מטרות רצויות אחרות. בתחום המדע, כך ביקשתי לטעון בפניכם היום, כבר עסקו במתח הזה בראשית העידן המודרני, זמן רב לפני שהפך להיות מוכר, שגרת ממש, גם אם רחוק מלהיות פתור בחברה שבה אנו חיים. וגם כאן, בנקודות החיכוך עם חברה דינאמית ומשתנה, ולא רק בתחום העיסוק המדעי המובהק, היו מדעני העבר מחדשים. נדמה שאנחנו, הניצבים על כתפיהם, לא תמיד עומדים באתגר שהנחילו לנו.

מפורסמת היא זכירתו של הרדר בפרס האקדמיה בברלין בשנת 1771 על חיבור בשאלת מקורות השפה, ובמקומותינו נודע, כמובן, חיבורו של האָפֶה המהפכן אנרי גרגואר (Henri Grégoire), וזכה פרס האקדמיה במץ לשנת 1786, "אודות תחייתם הגופנית, המוסרית והפוליטית של היהודים". לבסוף, משזכה משה מנדלסון בשנת 1763 בפרס האקדמיה על חיבור בשאלה "האם אפשר להוכיח אמתות מטפיזיות כשם שאפשר להוכיח אמתות מתמטיות, ואם לא – באיזו מידה של ודאות אפשר בכלל להוכיח אמתות אלה", היה זה בשבילו הישג נאה במיוחד, הישג שהביא אותו באחת מהפריפריה של רפובליקת המלומדים האירופית אל מרכזו.

בניגוד למה שאפשר ללמוד מן הדוגמאות האלה – לא כל השאלות שהציבו האקדמיות עסקו בפילוסופיה. האקדמיה למדעים בפריז עסקה כידוע רק בשאלות מדעיות-טכנולוגיות, ולעתים קרובות בנושאים טכניים שהמדינה או מישוה מראשיה ביקשו לקדם. כך, למשל, יזם טורגו, שר האוצר של לואי השישה-עשר, בשנת 1777 תחרות לשיפור שיטת הייצור של הסאלפטר, ובדיקה של כל תחרויות החיבורים שיזמה האקדמיה בברלין בשנות שלטונו של אותו פרידריך השני מעלה נושאים רבים מסוג זה, גם אם בפירוש לא רק מסוג זה. "כיצד חגה הרוח?", שאלה האקדמיה בשנת 1746, ובשנת 1747 נתבקשו המשתתפים להסביר את "דוקטרינת המונאדות". בהזדמנויות אחרת נקרא הקהל המשכיל לדון בקשר שבין המוח לשרירים, למשל, להסביר את חוש השמע על פי מבנה האוזן הפנימית, ועוד.

כצפוי, לא תמיד התנהלה חלוקת הפרסים על מי מנוחות. לעתים עמדה מאחורי הנושאים שהוצעו הכוונה לנגח מישוה מחברי האקדמיות או לגעור במדען בעל יומרה מופרזת, לדעת מתחריו, שפעל מחוצה להן. באקדמיה של ברלין התעוררו מדי פעם בפעם מחלוקות אפילו עם השליט הנאור, כביכול, שעמד בראש המערכת, וככלל נחלקו בה הדעות שוב ושוב בין תומכי לייבניץ לניוטוניאנים. אך ויכוחים בין חברי האקדמיות יכלו רק לדלוף – ואכן, לא פעם דלפו – ואילו הוויכוחים הקשורים בפרסים ובתחרויות התנהלו מלכתחילה בפרהסיה והשתתפו בהם לא רק – ואף לא בעיקר – חברי האקדמיות. כתבי העת של התקופה נהגו לפרסם בעקבות התחרויות חיבורים נוספים בנושא הנידון, ולעתים היו הם עצמם משתמשים באותה שיטה ומפרסמים נושאים לתחרויות חיבורים משלהם. ידועה מכולן היא התחרות בנושא

על מתמטיקה ופילוסופיה

מאת דוד קשין



אחדות זו בולטת בעידן היווני. פיתגורס (המאות השישית-החמישית לפנה"ס) טבע את מושג הקוסמוס כמכלול הישויות המאורגנות באמצעות יחסים מספריים. פילוסופים ומתמטיקאים התעמקו במתח השורר בין מושג הרציפות למושג הבדידות (דיסקרטיות). הם השתאו יחדיו מהגילוי המדהים ש- $\sqrt{2}$, השורש הריבועי של המספר 2, איננו ניתן לביטוי כיחס של שני מספרים שלמים (כלומר איננו רציונלי). הם התפלפלו בפרדוקסים הפילוסופיים של זנון (המאה החמישית לפנה"ס), שהוכיח מדוע אין אכילס קל הרגליים יכול להשיג את הצב. לא במקרה חרת אפלטון (המאות החמישית-הרביעית לפנה"ס) בשער האקדמיה שלו "אל תחת קורת גג זו מוזמן רק מי שבקי בגאומטריה".

לפני כחמישים שנה תיאר המדען והסופר האנגלי צ'רלס פרסי סנואו (Charles Percy Snow) במאמרו "שתי תרבויות" שסע עמוק שנפער בין מדעי הטבע למדעי הרוח בעת המודרנית. במסה זו מהדהדים דבריו של הפילוסוף והסוציולוג הגרמני וילהלם דילת'י (Wilhelm Dilthey), שנדרש לסוגיה כשבעים שנה קודם לכן. לפי דילת'י הניגוד שבין מדעי הטבע למדעי הרוח נעוץ בדרך שבה הם שואפים להסביר את התופעות בעולם: מדעי הטבע מבקשים לגלות את קשרי הסיבתיות ביניהן, ואילו מדעי הרוח שואפים לחשוף את משמעותן. היום, בבואי לדבר בפני האקדמיה למדעים, המחולקת לחטיבות מדעי הטבע ומדעי הרוח, ברצוני לדון בבסיס המאחד את שני סוגי המדעים. בחרתי במתמטיקה כנציגתם של מדעי הטבע ובפילוסופיה כנציגתם של מדעי הרוח.



אריסטו, מורו של אלכסנדר מוקדון



פיתגורס



אפלטון



תלס

אריסטו (המאה הרביעית לפנה"ס) דן ארוכות בטיבם של האובייקטים המתמטיים בחלק האחרון של ספרו "מטפיזיקה". לפי שיטתו המדעים המתמטיים מייצגים סדר וסימטריה, שהם מיסודותיו העיקריים של היופי. כמו כן פיתח אריסטו את הלוגיקה שלו כרפלקסייה על מבנה ההבנה ועל דרכי הביטוי של המחשבה. שיטתו פותחה במקביל לתורה האקסיומטית של אאוקלידס (המאות הרביעית-השלישית לפנה"ס). אנו רואים זיקה אינטימית בין המתמטיקה לפילוסופיה גם מאות שנים אחרי הפילוסופים היוונים. למשל בשביל הרמב"ם (המאה השתים-עשרה) חישוב המרחק בין כדור הארץ לשמש

המתמטיקה התגבשה לכלל מדע ביוון העתיקה, כאשר קבעה האסכולה של תלס (המאות השביעית-השישית לפנה"ס) שהיא כוללת לא רק את חקר הצורות הגאומטריות אלא גם הוכחות של משפטים גאומטריים. כך נוסדה שיטה מדעית חדשה, שבמרכזה החשיבה הרפלקטיבית, כלומר החשיבה על החשיבה עצמה ולא רק על אובייקטים אחרים. המתודה החדשה הזאת לא רק עמדה ביסוד המתמטיקה היוונית אלא גם הייתה בסיס לפילוסופיה שלה. ומאז ואילך, במשך אלפי שנים, אחדות הפילוסופיה והמתמטיקה הייתה אחד מעמודי התווך של המסורת האינטלקטואלית המערבית.



מדעי הטבע הבליטה את ההיבט הלא-רפלקטיבי שלהם, שדילת'י כינה "התמקדות בסיבתיות גרידא".

לקראת סוף המאה התשע עשרה חזרה המתמטיקה אל הרפלקטיבי: הניסיון להבהיר את מושג ההוכחה, לראשונה מאז ימי אריסטו, הביא לפיתוח הלוגיקה המתמטית. אולם אף על פי שפיתוח זה היה פרי עבודה משותפת של מתמטיקאים (גאורג קנטור, ריכרד דדקינד, דויד הילברט וג'וספה פאנו) ושל פילוסופים (גוטלוב פרגה, אדמונד הוסרל וברטרנד ראסל), הרפלקסייה האמתית על החשיבה לא חזרה עוד. כפי שכתב דקארט, הלוגיקה יכולה להועיל בהסבר הדברים שכבר ידועים לנו אך לא בחקר מה שעדיין לא ידוע. הלוגיקה של המאה התשע-עשרה הוגבלה להצגת הוכחות ולא עסקה בחשיבה המתרחשת במהלך יצירת המתמטיקה. לכן ז'יל אנרי פואנקרה (Jules Henri Poincaré), בן דורם של יוצרי הלוגיקה המתמטית, מתמטיקאי ותאורטיקן שהתעניין עמוקות בהבנת טבען של התגליות המתמטיות, לא היה מעורב בפיתוח הלוגיקה אלא מיקד את מחקרו בבחינת עצם התהליך של עבודת המתמטיקאי.

באמצע שנות הארבעים של המאה העשרים הציגו סמיואל איילנברג (Samuel Eilenberg) וסונדרס מאק ליין (Saunders Mac Lane) את "תורת הקטגוריות", המאחדת מבנים אלגבריים המופיעים בתחומיה השונים של המתמטיקה. פיתוח תורת הקטגוריות שינה את פניהם של תחומים רבים במתמטיקה. באופן מפתיע התפתחות מתמטית זו החזירה אותנו לקשר הגומלין בין האונטולוגיה ובין הרפלקסייה שאפיין את השינוף המקורי בין המתמטיקה ובין הפילוסופיה. הישגי תורת הקטגוריות נובעים מחשיבה על טיבם של ה"אובייקטים" המתמטיים דרך הקשרים שביניהם, ובפרט מניתוח רדיקלי וחדש של מושג הזהות.

התפתחות זו של תורת הקטגוריות טרם קיבלה את הכרתו של ציבור הפילוסופים. אחת הסיבות היא שהערכת דרך פעולתה של תורת הקטגוריות דורשת ידע מתמטי רחב. בד בבד דומה שהמתמטיקאים עצמם אינם מעריכים כהלכה את חשיבותה האינטלקטואלית הכללית של תורת הקטגוריות, שהרי אינם רגילים לדרכיהן של שאלות פילוסופיות.

תורת הקטגוריות, בזכות מרכזיותה במתמטיקה וחשיבותה בפילוסופיה, יכולה לחדש את השותפות הרצויה בין שתיהן ובכך לאחד את מדעי הרוח עם מדעי הטבע. אך לשם כך חיוני שאנשי המדע משני המחנות יכירו בחשיבותה של השותפות הזאת וישקיעו את המאמץ הנדרש להגשימה.

אינו רק חגיגת האינטלקט הממריא לגבהים בלתי אפשריים, אלא גם עדות ליכולתה של התבונה להאיר את המחוזות המופשטים של התאולוגיה ושל הפילוסופיה.

בתחילת העת החדשה עוד התחזקו יחסי הגומלין בין המתמטיקה ובין הפילוסופיה. ידע מתמטי היה תנאי מוקדם לעיסוק בפילוסופיה, ובו בזמן השפיעו רעיונות פילוסופיים השפעה עמוקה על המתמטיקאים. הפילוסוף-המתמטיקאי רנה דקארט (המאה השבע-עשרה) כתב שחיבורו "מאמר על המתודה" יסודו בניתוח "חכמת ההיגיון, האנליזה הגאומטרית הקדמונית והאלגברה המודרנית", ומצד שני התפיסה הקארטזיאנית של הסובייקט החושב הניעה תחום שלם של המתמטיקה. גם עמנואל קאנט, בסופה של המאה השמונה-עשרה, כרך את שאלתו הפילוסופית המרכזית "כיצד אפשריים משפטים סינתטיים באופן אפריורי?" בשאלה "כיצד אפשרית המתמטיקה?", ומאידך גיסא התפיסה הטרנסצנדנטלית של המתמטיקה אצל קאנט הייתה מסגרת סימוכין (הן לחיוב והן לשלילה) להתפתחויות מתמטיות בדור שלאחריו. ואף בשנות העשרים של המאה העשרים ביסס הפיזיקאי הדני נילס בוהר (Niels Bohr) את גישתו לפיזיקת הקוונטים על רעיונותיו של קאנט ב"ביקורת התבונה הטהורה".



אאוקלידס



הרמב"ם



רנה דקארט

אם נתבונן בהשתלשלות השותפות הזאת נראה שתפקיד המתמטיקה הוא בהשלמה של האונטולוגיה הפילוסופית: הפילוסופיה עוסקת ב"ישות היש", ואילו המתמטיקה מזהה ומגדירה את אותם המבנים או התנאים להיותו של היש.

אבל במאה התשע-עשרה התרחקו שני התחומים זה מזה ואבדה ההכרה בחשיבות ההדדיות והדו-צדדיות של הפעילות האינטלקטואלית המשותפת. כך נפער השסע בין המתמטיקה ובין הפילוסופיה שדילת'י כה היטיב לתאר. במחנה הפילוסופי הפכו ה"אידיאליסטים" את הרפלקטיבי לאונטולוגי, כלומר תולדות ההווה נהפכו לתולדות החשיבה גרידא. מנגד הצלחתה המדהימה של הגישה האמפירית העומדת ביסוד

ועדות האקדמיה

במדור זה נסקרת עבודתן של כמה ועדות שפעלו באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים בתוקף תפקידה של האקדמיה לסייע ולייעץ לממשל בישראל בענייני מדע ומדיניות מדע. ועדות אלו סיימו את עבודתן והגישו את דוחותיהן בשנת תשס"ז.

חוק האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, תשכ"א-1961 מונה בין תפקידי האקדמיה "לייעץ לממשלה בפעולות הנוגעות למחקר ולתכנון מדעי בעלי חשיבות לאומית". בעקבות פנייתן של כמה רשויות הקימה האקדמיה צוותי ליווי וייעוץ מדעיים העוסקים בתחומים שונים. בין השאר הם פועלים בתחומים האלה: חברה ורווחה – הוועדה הדנה בשילוב מקבלי גמלאות קיום במעגל העבודה ("תכנית ויסקונסין"); חינוך – היזמה למחקר יישומי בחינוך; מו"פ ותעשייה – פורום תל"מ; בריאות וסביבה – הוועדות למחקר הביו-רפואי ולמחקר הביוטכנולוגי בעידן הטרור והמארג; ההשכלה הגבוהה והמחקר המדעי – הוועדות לבדיקת מדעי הרוח ולבדיקת מחקר ההיסטוריה באוניברסיטאות ישראל, השותפות ב"ועדת שוחט" והוועדה לבדיקת מיזם "אטלס". במדור זה נסקרת עבודתן של כמה מן הוועדות האלה, שסיימו את עבודתן בשנת תשס"ז והגישו את דוחותיהן והאקדמיה אימצה את המלצותיהן. הדברים המובאים כאן מבוססים על הדוחות. את המסמכים המלאים אפשר לראות באתר האקדמיה במדור "האקדמיה" ← "דוחות האקדמיה".

מצב הרוח

דוח עתידים של מדעי הרוח באוניברסיטאות המחקר בישראל
ריאיון עם כחפ' ב"ז קדר וכחפ' נילי כהן

מאת ראלי סער



הסטודנטים המצטיינים בתחומי ידע אלה. ללא פעולות שיקום שינקטו האוניברסיטאות, בטווח הארוך עלולה להיפגע גם רמת המחקר של מדעי הרוח".

מדעי הרוח מתקשים לשרוד באקדמיה, בישראל בפרט ובעולם בכלל. האווירה התחרותית וההישגית של החברה בעידן אוטוסטרדת המידע, המעודדת את הצעירים לרכוש ידע בתחומים יישומיים המיתרגמים לרמות שכר גבוהות בשוק העבודה, אינה עושה חסד עם מדעי הרוח. "המורים והסופרים נמנו בעבר עם האליטה של החברה הישראלית", מציינת פרופ' נילי כהן, שעמדה עד לא מכבר בראש הוועדה שמינתה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ליישום

באלו לימודים אקדמיים יבחר הבוגר המצטיין של מערכת החינוך העל-יסודית? האם מי שבתעודת הבגרות שלו ממוצע ציונים גבוה במקצועות הלימוד ברמה המורחבת יבחר ללמוד מדעי הרוח? האם ארכאולוגיה, בלשנות, מדעי היהדות, היסטוריה, פילוסופיה וספרות עשויים להיחשב משאת נפשם של הצעירים המוכשרים בתום שתים-עשרה שנות לימוד? דוח הוועדה לבחינת עתידים של מדעי הרוח באוניברסיטאות המחקר בישראל, שיזם היושב ראש היוצא של החטיבה למדעי הרוח באקדמיה, פרופ' ב"ז קדר, עונה בשלילה על שתי השאלות האחרונות. לדברי פרופ' קדר, "הדוח מתאר תמונת מצב מדאיגה הנוגעת לעתיד מדעי הרוח באוניברסיטאות. סטודנטים בעלי פוטנציאל גבוה בוחרים שלא ללמוד מקצועות הומניסטיים, וכתוצאה מכך הידלדל בשנים האחרונות מאגר



הספרייה בפקולטה למדעי הרוח בהר הצופים. צילום: ששון תירם.

המפליגים גרמו לכך שקליטת סגל צעיר נעשית במינון נמוך ביותר, תכניות הפיתוח נעצרות, התמיכה בתלמידים לתארים מתקדמים היא שולית בלבד, ההשקעה בספריות נמצאת בדלדול מתמיד, השירות לסטודנטים נשחק והמשאבים העומדים לרשות החוקרים ותלמידי המחקר הולכים ומצטמצמים... התביעה לכיווצם של מדעי הרוח מתרחשת על רקע מציאות שבה המקצועות ההומניסטיים נהנים מאשראי מוגבל ביותר" (מתוך הדוח).

"כפי שהדוח מציין", אומרת פרופ' כהן, "המשבר הפוקד את מדעי הרוח הוא כלל עולמי. מאחר שהחברה מעריכה פחות השכלה לשמה, מדעי הרוח – ה-Liberal Arts – איבדו את הסטטוס החברתי הגבוה שממנו נהנו בעבר". לא יפלא אפוא שבארצות הברית, כפי שמצוטט בדוח, שיעור הסטודנטים שבחרו במדעי הרוח כמקצוע ראשי פחת בכמחצית בעשורים האחרונים, ואף בעלי התארים המתקדמים מתקשים למצוא עבודה.

פרופ' קדר חרד מפני הפגיעה בתחומי לימוד שלמים עקב הקיצוץ המתמשך בתקציבי ההשכלה הגבוהה. לדבריו, "אסור להגיע למצב שבו לימודי אפריקה או סנסקריט ואשורולוגיה,

ההמלצות של דוח עתיד מדעי הרוח. לדבריה, "גם אם ירדה קרנם של מדעי הרוח מסיבות כלכליות-חברתיות, אסור לנו לשכוח שמדעי הרוח משמרים את 'שאר הרוח' של החברה שלנו, וכי אנו 'עם הספר' – על כל המשתמע מזה".

הדאגה שמעורר הפיחות המתמשך במעמדם של מדעי הרוח באקדמיה הישראלית והרצון להשיב את כבודם האבוד הם שעמדו בבסיס יזמתו של פרופ' קדר להקמת הוועדה. הדוח ממליץ על דרכים לשיקום תחומי המחקר ההומניסטיים במגמה להעלות את קרנם בעיני הסטודנטים המצטיינים. לפני כשנתיים וחצי החלה הוועדה בראשות פרופ' קדר את עבודתה המקיפה, ועשרות אנשי אקדמיה בכירים, ראשי האוניברסיטאות ודקנים של הפקולטות למדעי הרוח בעבר ובהווה עשו יחד לגיבוש המסמך. המלצות הדוח אושרו במועצת האקדמיה בנובמבר 2006, והן אף קיבלו תוקף מעשי ותקציבי בדוח הוועדה לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, בראשות אברהם (בייגה) שוחט (ראו בעמ' 28).

עם תחילת עבודת הוועדה תיאר הדקן לשעבר של הפקולטה למדעי הרוח באוניברסיטת תל-אביב, פרופ' דן לאור, את מצבם המדאיג של תחומי הידע האלה. "קיצוצי התקציב

וכדי להבטיח את רמתם הגבוהה ילמדו אותם חברי הסגל האקדמי הבכיר.

הדוח אף עומד על הצורך בהוספת אנשי סגל בדרגת מרצה בפקולטות למדעי הרוח כדי להזרים אליהן דם חדש. הקיצוץ בתקציבי ההשכלה הגבוהה מונע מהחוקרים המצטיינים של האוניברסיטאות להיקלט בפקולטות למדעי הרוח. גילו הממוצע של פרופסור מן המניין המלמד מדעי הרוח בארץ (54.8 שנים) גבוה בארבע שנים מגילו הממוצע של עמיתו באוניברסיטה בארצות הברית. על פי הדוח, "כדי להבטיח את המשך פעילותן התקינה של הפקולטות למדעי הרוח, יש לאמוד את מספר חברי הסגל הצעירים שקליטתם הכרחית ולהבטיח שהאוניברסיטאות אכן תקצינה את תקני כוח האדם הדרושים". למדעי הרוח נחוצים לא רק מרצים צעירים מוכשרים אלא אף עתודה אקדמית מבטיחה. כדי לעודד את הסטודנטים המצטיינים לבחור במדעי הרוח ממליצה הוועדה להעניק מלגות גבוהות במיוחד למי שיבחרו במסלול אקדמי זה כתחום לימוד ראשי. ואולם מאחר שקשה להניח שמענקים כספיים אלה ימשכו את הצעירים המצטיינים אל הלימודים ההומניסטיים, היא ממליצה גם להעניק מלגות לסטודנטים המוכשרים שיבחרו להוסיף פילוסופיה אל לימודי המתמטיקה, היסטוריה אל התואר הראשון במדעי החיים או ספרות אל לימודי המחשבים.

למדעי הרוח תדמית נמוכה בחברה הישראלית. אף על פי שלימודי ספרות או פילוסופיה אינם קלים ותובעים רמת הפשטה לא פחותה מזו של המדעים המדויקים, הם נתפסים כפשרה של מי שלא הצליחו להתקבל אל הפקולטות המבוקשות באוניברסיטאות. הדוח מבקש להשיב למדעי הרוח את מעמדם היוקרתי. הוא אף ממליץ על פעולות של ממש להגברת מודעות הציבור לחשיבותם של מדעי הרוח. כך, למשל, מציעים חברי הוועדה להנהיג שבוע מדעי הרוח מדי שנה בשנה. כל שבוע כזה יוקדש לתחום מסוים במדעי הרוח, כדי להעמיק את ההכרה בחיוניותו. נוסף על כך מומלץ שתתקיים ועידה שנתית בחסות האקדמיה, שיוזמו להרצות בה, נוסף על אנשי אקדמיה וחינוך, אישי ציבור וכן אנשי תקשורת בולטים, בוגרי הפקולטות למדעי הרוח. גם הענקת מדליה בתחום מדעי הרוח מידי נשיא המדינה עשויה, לדעת מחברי הדוח, לתרום להשבת היוקרה החסרה כל כך למקצועות ההומניסטיים.

שנלמדו בעבר באוניברסיטאות אחדות, ייעלמו לחלוטין מהאקדמיה הישראלית בגלל העדר תקציב". על מנת למנוע מצב לא רצוי זה ממליץ דוח מדעי הרוח להקים גוף בין-אוניברסיטאי שיהיה מופקד על תכנון תחומי הלימוד שהולכים ונכחדים מהפקולטות ועל תיאום בין האוניברסיטאות בעניין זה. הדוח מציע, לדוגמה, שלימודי אפריקה יוגדרו "תחום מוגן", החייב להתקיים באוניברסיטה אחת לפחות. כך סטודנט הלומד באוניברסיטה שאין בה לימודי אפריקה ורוצה להשתתף בקורסים בתחום זה המתקיימים באוניברסיטה אחרת, יהיה רשאי לעשות זאת. הדוח מדגיש כי הסדר זה, המבטיח נידות של סטודנטים בין אוניברסיטאות בתחומי לימוד משניים, לא יפגע בחופש האקדמי ובפעולה העצמאית של כל אוניברסיטה ולא ימנע תחרות בין האוניברסיטאות. פרופ' קדר סבור כי "האוניברסיטאות והפקולטות למדעי הרוח צריכות לקבוע קווים מנחים לתיאום בין הדיסציפלינות השונות שיילמדו באקדמיה, תוך הבחנה בין לימודי ליבה בתחומים כמו היסטוריה, ספרות או מקרא, שיתקיימו בכל האוניברסיטאות, לבין התחומים המרכזיים פחות". תחומי הליבה נוגעים למורשת התרבותית שלנו, שעל האוניברסיטאות מוטלת החובה לאצור אותה.

"בוגר אוניברסיטה", אומרת פרופ' כהן, "חייב להיות מצויד ברמת השכלה כללית מסוימת, גם אם בחר ללמוד משפטים, כלכלה או מדעי המחשב ולא תחומים הומניסטיים". על האוניברסיטאות להנחיל ידע זה לכלל הסטודנטים, ולא רק למי שבחרו ללמוד לתואר הראשון בפקולטות למדעי הרוח. לכן קורא הדוח בין השאר להרחבת ההשכלה הבסיסית של כל הסטודנטים באוניברסיטאות, מתוך חשיפתם "למדעי הרוח כנכסי צאן הברזל של כל תרבות".

כדי לבסס את הכשרתם של הסטודנטים הישראלים ממליץ הדוח על שיעורים שיקנו להם מיומנות קריאה וכתביה בעברית מדעית ובאנגלית מדעית. שיעורים אלה, כך מומלץ, יהיו חובה על כל הסטודנטים לתואר ראשון, גם אם לא יינתנו עליהם ציונים או נקודות זכות הנצברות במשך הלימודים לקראת תואר בוגר האוניברסיטה. נוסף על כך, כחלק מהרחבת ההשכלה הכללית מציע הדוח לחייב את הסטודנט בשני שיעורים כלליים בשתי פקולטות שבהן אינו מתמחה, "שלפחות אחד מהם בתחום מדעי הטבע והשני בתחום מדעי הרוח, מדעי החברה או משפטים". שיעורים אלה ירוכזו בשנתיים הראשונות של לימודי התואר הראשון,

דוח האקדמיה על מחקר ההיסטוריה באוניברסיטאות ישראל

תלמידים לתואר דוקטור באוניברסיטאות מעניקים העדפה ברורה לעבודות דוקטור העוסקות בעת החדשה – המאה ה-19 והמאה ה-20 – בניגוד לתכניות הלימודים האקדמיות, השומרות על פיזור שוויוני בהרבה בין התקופות. כך עולה מדוח מחקר ההיסטוריה באוניברסיטאות ישראל, שחיבר היושב ראש היוצא של החטיבה למדעי הרוח באקדמיה, פרופ' ב"ז קדר, ומועצת האקדמיה אימצה במאוס 2007.

המונח "היסטוריה" מוגדר בדרך כלל כדברי הימים, קורות עם או עמים במשך תקופה או דורות. ואולם במחקר שממצאיו מוגשים בדוח נמצא כי רוב חוקרי ההיסטוריה באוניברסיטאות מעדיפים לצמצם את היריעה ההיסטורית ותוחמים את נושאי מחקריהם לתקופה החדשה בלבד. זו אחת מהמלצות הדוח: "ראוי שסגלי החוגים להיסטוריה ייתנו דעתם על השאלה אם השיעור הנוכחי של עבודות דוקטור על המאה ה-20 הנכתבות אצלם אכן רצוי". דוח מחקר ההיסטוריה אף מגלה שיעור גבוה של עבודות דוקטור העוסקות בהיסטוריה יהודית ובהיסטוריה של ארץ ישראל.

אמנם שיעור עבודות הדוקטור הנכתבות באוניברסיטאות ישראל על תולדות הארץ אינו יוצא דופן בעולם, אך התפלגות העבודות הישראליות מתייחדת בשיעורן הגבוה של עבודות העוסקות בהיסטוריה הפרטיקולרית שלנו, כלומר ההיסטוריה היהודית, ההיסטוריה של היישוב ומדינת ישראל, ההיסטוריה של הסכסוך הישראלי-ערבי וההיסטוריה של התושבים הלא-יהודים של ארץ ישראל. הדוח מראה ששיעור העבודות העוסקות בנושאים פרטיקולריים עולה על 65 אחוזים ברוב נקודות הזמן ובחלקן אף עולה על 70 אחוזים (ראו בטבלה). כאמור, גם באוניברסיטאות המערב החוקרים בוחרים להתמקד בחקר ההיסטוריה של ארצות מוצאם, ועם זאת, לדעת פרופ' קדר, דגש רב מדי על ההיסטוריה היהודית ועל ההיסטוריה של ארץ ישראל (מחקר פרטיקולרי) טומן בחובו סכנות של "אי-הכרת ההקשרים הכלליים והמקבילות החיצוניות, הצטמצמות שיח החוקרים ופרובינציאליזציה של המחקר".

עתיד מדעי הרוח בדוח שוחט

תוקף מעשי לדוח האקדמיה על עתיד מדעי הרוח באוניברסיטאות המחקר בישראל הוענק בוועדה לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, בראשות מר אברהם (בייגה) שוחט.

ועדת המשנה של ועדת שוחט לקידום המחקר האקדמי, בראשות פרופ' מנחם יערי, קבעה כי הקושי במדעי הרוח הוא "מערך סיוע דל עד אפסי לתלמידי הדוקטורט, העדר אופק קליטה לתלמידי התואר השלישי עם סיום לימודיהם, העדר מנגנון מספק השתלמויות בחו"ל וספריות מחקר קורסות".

ועדת יערי ציינה את הפעולות התקציביות הנדרשות לשיקום מעמד מדעי הרוח והמליצה על הקמת הקרן למדעי הרוח, שתקציבה השנתי הראשוני יבוא ממקורות ממשלתיים ויעמוד על 15 מיליון שקלים. לתקציב זה יתווספו סכומים שיגויסו מקרנות פרטיות. פרופ' יערי מציין בדוח כי "קרן צדקה גדולה, הפועלת בישראל, לאחר שקיימה בדיקה משלה על מצבם של מדעי הרוח, הביעה נכונות לתמוך בהקמתה ובמימונה של קרן למדעי הרוח ולסייע בגיוסן של קרנות פרטיות נוספות לעניין זה. השתתפותה של הקרן הפרטית במימון מפעל זה, מותנית בהשתתפות גם מצד המדינה". פרופ' יערי טוען כי דוח הוועדה



לעתידם של מדעי הרוח באוניברסיטאות ישראל מעלה תמונת מצב קשה וכי שני העמודים העיקריים שעליהם נשענת רמת המחקר במדעי הרוח הם ספריות מחקר יעילות ומעודכנות ופעולתן של קבוצות חסינות ותוססות של תלמידי מחקר ודוקטורנטים בתחומי העיון השונים. "בשני אלה כאחד נדרשות פעולות דחופות לתיקונו של מצב מעורר דאגה זה", קובעת הוועדה בדוח שוחט (ראו להלן בעמ' 30).

של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים – היא המקור העיקרי להקצאת משאבים למימון מחקרים אף בתחום מדעי הרוח, ובהם מחקרים בהיסטוריה. כל היסטוריון העומד בקריטריונים הקפדניים של הקרן מקבל מענק מחקר של כ-102,000 שקלים בשנה. דוח מחקר ההיסטוריה באוניברסיטאות ישראל חושף עובדה מעניינת: ההיסטוריונים שזכו במענקי מחקר מהקרן הלאומית למדע בשנים 1994–2006 נוטים פחות להתמקד בתחום הצר של חקר ההיסטוריה היהודית וההיסטוריה של ארץ ישראל במאה ה-20. פרופ' קדר סבור כי ממצאים אלה מחייבים דיון מעמיק באוניברסיטאות לליבון הסוגיה "אם אמנם יש להסכין עם התכנסותם של בני הדור הצעיר אל נושאים קרובים בזמן, במקום ובתרבות". לדעתו, עלול להיווצר מעין מעגל קסמים "שבו כותבי עבודות הדוקטור על נושאים פרטיקולריים יחתרו, עם התקבעותם באוניברסיטה, להתמקד בהוראת נושאים אלה ויביאו בכך לגידול נוסף בשיעור עבודות הדוקטור הפרטיקולריות בדור הבא".

על פי דוח מחקר ההיסטוריה, על ההיסטוריונים להתמודד עם סכנת צמצום היריעה המחקרית "באמצעות הוספת ממד השוואתי למחקר הפרטיקולרי". כלומר יש לגבש שאלות מחקר מרכזיות שתתייחסנה אמנם לתחום הפרטיקולרי, אך עם זאת תקשורנה אותו למוקדי דיון מרכזיים. בדוח נכתב כי המתכונת המאפיינת בעשור האחרון את קבוצת המחקר ההיסטורי של המכון ללימודים מתקדמים באוניברסיטה העברית בירושלים ראויה לשמש דוגמה לשילוב בין הפרט לכלל בתחום המחקרי. לפי דוח ועדת שוחט לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, הקרן הלאומית למדע – הגוף תומך המחקר מיסודה



תופעת ההתרכזות של עבודות דוקטור בנושאים פרטיקולריים

(היסטוריה יהודית, היישוב ומדינת ישראל, הסכסוך הישראלי-ערבי, השואה, הלא-יהודים בארץ ישראל)

בטבלה מובא שיעור העבודות העוסקות בנושאים פרטיקולריים, לפי אוניברסיטאות, בשנים תש"ם (1979/80) – תשס"ד (2003/4)*

תש"ם	תשמ"ה	תש"ן	תשנ"ה	תש"ס	תשס"א	תשס"ב	תשס"ג	תשס"ד
האוניברסיטה העברית	72	86	80	90	81	57	71	55
אוניברסיטת תל-אביב	25	72	65	68	61	42	53	50
אוניברסיטת בר-אילן	83	100	100	67	100	77	92	59
אוניברסיטת חיפה				63	78	78	50	73
אוניברסיטת בן-גוריון**					100	67	40	33

* מבוסס על טבלה 9 בדוח, עמ' 36–37 (מעוגל לאחוזים שלמים).

** מדובר בעבודות ספורות.

מטרות הרפורמה של ועדת שוחט לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה:

חיזוק המצוינות במחקר ובהוראה, הגברת נגישותם של הלימודים האקדמיים ויצירת תנאים להשבתם מחו"ל ולקליטתם של מדענים מצטיינים

הצעדים המידיים לטיפול במשבר ההשכלה הגבוהה בישראל

- ◆ תוספת של 2.5 מיליארד ש"ח לשנה לתקציב האוניברסיטאות והמכללות בתוך שש שנים, מהם 1.5 מיליארד מתקציב המדינה
- ◆ הקצאת 800 מיליון ש"ח לשיקום ולעיבוי של תשתיות המחקר באוניברסיטאות: הכפלת תקציב הקרן הלאומית למדע; הקמת קרן למחקר ביו-רפואי וקרן למחקר במדעי הרוח; קליטת דוקטורנטים ופוסט-דוקטורנטים
- ◆ קביעת מנגנון תגמול והענקת הטבות לחוקרים ולמרצים מצטיינים, לשם מניעת בריחת מוחות והחזרת מדענים מצטיינים מחו"ל
- ◆ העלאת שכר הלימוד, תוך כדי אימוץ מודל חדשני להסדרתו והקמת מערכי סיוע לסטודנטים להגברת הנגישות ולהקלת נטל התשלום בזמן הלימודים
- ◆ חלוקת הפעילות בין המכללות לאוניברסיטאות



המוענקת למוסדות להשכלה גבוהה מתקציב המדינה, שגרמה לדלדול התשתיות ומשאבי המחקר, לבריחת מוחות ולקשיים בקליטת סגל מצטיין, לירידה באיכות ההוראה ולמיעוט מדאיג של תקנים לקליטת סגל חדש.

עבודת הוועדה הקיפה את הנושאים האלה: חיזוק המחקר המדעי; תגמול מצוינות אקדמית במחקר ובהוראה; מניעת בריחת מוחות והשבת מדענים ישראלים מובילים העובדים בחו"ל; הרחבת מערכי הסיוע לסטודנטים וקביעת מודל חדש לגובה שכר הלימוד ולמבנהו, שיאפשר הקלת הגישה להשכלה הגבוהה; אפיון של מבנה המערכת ושל תפקידי האוניברסיטאות והמכללות.

הרפורמה המוצעת על ידי הוועדה בנויה כתכנית שש-שנתית אשר במהלכה תוגדל בהדרגה תוספת המשאבים להשכלה הגבוהה כך שבשנת 2013 תגיע לכדי 2.5 מיליארד ש"ח בשנה, תוספת של 30 אחוזים ביחס להיקף התקציבים הנוכחיים של

הוועדה לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל בראשותו של אברהם (בייגה) שוחט הגישה בחודש תמוז תשס"ז (יולי 2007) את המלצותיה לראש הממשלה מר אהוד אולמרט, לשרת החינוך פרופ' יולי תמיר ולשר האוצר מר רוני בראון. הוועדה הציעה רפורמה מרחיקת לכת לטיפול במשבר הכלכלי והאקדמי שאליו נקלעה מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל על מנת להשיג את המטרות האלה: עידוד המצוינות במחקר ובהוראה, הגברת נגישותם של הלימודים האקדמיים ומניעת תופעת "בריחת המוחות".

הוועדה הוקמה באוקטובר 2006 במינוי מיוחד של ראש הממשלה, שרת החינוך ושר האוצר על רקע המשבר המתמשך, שאיים להוביל לקריסתה של מערכת ההשכלה הגבוהה. בין הסיבות למשבר: הגידול העצום במספר הסטודנטים בצד הפחתת שכר הלימוד בכ-26 אחוזים בעקבות החלטות ועדת יונגורד משנת 2001; שחיקה מתמדת בשיעורי התמיכה

המשמעות התקציבית של פעולות אלה (אם תבוצענה) היא תוספת לתקציבי המחקר המדעי בישראל בשיעור שנתי של כ-800 מיליון ש"ח נטו.



ספרייה בפקולטה למדעי הרוח בהר הצופים. צילום: ששון תירם.

קביעת מנגנון תגמול והענקת הטבות לחוקרים ולמרכזים מצטיינים, לשם מניעת בריחת מוחות והחזרת מדענים מצטיינים העובדים באוניברסיטאות בחו"ל

1. קביעת חבילת קליטה למדענים מצטיינים שיחזרו ארצה: שכר מוגדל לתקופה מוגבלת; השתתפות בהוצאות שכר דירה או מתן הלוואות בתנאים נוחים לרכישת דירה; השתתפות בהוצאות המעבר של המדען ומשפחתו ארצה; הקצאות מוגדלות לצורכי מחקר ועוד.
2. מתן מענקים ייחודיים למדענים ולמרכזים מובילים נוסף על שכרם הרגיל: מענקי מצוינות לפרופסורים מן המניין שהם בעלי הכרה בין-לאומית (כגון חתני פרס נובל, פרס וולף ודומיהם) ולחוקרים בעלי הישגים ייחודיים; תגמול בעבור מצוינות בהוראה למרצים במכללות בשיעור של עד 25% משכרם.
3. עידוד פרישה או ירידה לחצי משרה בקרב חברי סגל שאיכות פעילותם המחקרית וההוראתית נמוכה באופן חריג.

האוניברסיטאות והמכללות. למימוש הרפורמה תזרים המדינה 1.5 מיליארד ש"ח, עוד 600 מיליון ש"ח יזרמו למערכת כתוצאה מעדכון שכר הלימוד והיתר יבוא מהכנסות עצמיות ומגידול במספר הסטודנטים. מקורות אלו נקבעו בהסכמה עם האוצר.



אברהם (בייגה) שוחט

מטרתה של הוועדה הייתה שהרפורמה תהיה בת יישום וכי תעמוד במבחן הביצוע כדי לתת לממשלה כלים לטיפול מדי במשבר ההשכלה הגבוהה ולמנוע את המשך הידרדרות המערכת. יצוין כי הייתה הסכמה מלאה בין יו"ר הוועדה, משרד האוצר וות"ת על התכנית הכספית, לרבות מקורות המימון והשימוש במשאבים במשך כל שנות הרפורמה, ולפיכך סברה הוועדה שאימוץ הדוח על ידי הממשלה יאפשר ביצוע מדי של כל המלצותיה. אמר יו"ר הוועדה בייגה שוחט: "הוועדה הגישה לציבור את הצעת הרפורמה המקיפה, העמוקה והיסודית ביותר שנעשתה אי פעם בתחום ההשכלה הגבוהה בישראל. בדוח הוועדה המלצות ברורות, נקיות ושקופות על בסיס בחינה מקצועית ונטולת פניות של מצבה העגום של המערכת. אנו מביאים הצעת רפורמה ישימה, וזאת לאחר שסיכמנו על המקורות והשימושים הנדרשים, ומאמינים כי יישום הרפורמה הוא בבחינת הזרמת חמצן למערכת הנמצאת בהידרדרות חמורה וכי אי-יישומה יהווה לקיחת אחריות מצד הממשלה על המשך הנסיגה, ההידרדרות והסכנה להרס ההשכלה הגבוהה".

הנה עיקרי המלצות:

תוספת תקציב למחקר המדעי

1. הכפלת תקציב הקרן הלאומית למדע כך שיעמוד על 500 מיליון ש"ח.
2. הקצאת כ-200 מיליון ש"ח לתשתיות מחקר.
3. הקמת קרן תחרותית למחקר ביו-רפואי בהיקף של 100 מיליון ש"ח
4. הקמת קרן למחקר במדעי הרוח בהיקף של כ-15 מיליון ש"ח.
5. הקצאת 45 מיליון ש"ח לקליטת דוקטורנטים ופוסט-דוקטורנטים ו-50 מיליון ש"ח למעבדות המחקר.

אימוץ מודל חדשני להסדרת שכר הלימוד והקמת מערכי סיוע

1. קביעת שכר לימוד שנתי קבוע ואחיד לתואר ראשון לכל המקצועות ולכל המוסדות המתוקצבים. שכר הלימוד השנתי יורכב משני מרכיבים – תשלום מזומן של 5,800 ש"ח בלבד והלוואה בנקאית מסובסדת לעשר שנים בסכום של 9,000 ש"ח, אשר תוחזר רק לאחר שיסיים הסטודנט את לימודיו לתואר, ייקלט בשוק העבודה וישתכר שכר חודשי העולה על 5,300 ש"ח (נטו).



צילום: ששון תירם

2. העמדת ההחזר החודשי של ההלוואה על 95 ש"ח לכל שנת לימוד (החזר חודשי מרבי של 285 ש"ח בעבור הלוואה לשלוש שנים). בוגר שלא ייקלט במעגל העבודה ולא ישתכר שכר חודשי העולה על 5,300 ש"ח לא יחזיר את ההלוואה.

3. הקמת מערכי סיוע חסרי תקדים לטובת הגברת הנגישות: מלגות קיום לסטודנטים משכבות מצוקה ללימודים במוסדות להשכלה גבוהה המרוחקים ממקום מגוריהם; מענקי תמיכה לסטודנטים מרקע חברתי-כלכלי נמוך לסיוע במרכיב שכר הלימוד המזומן; מלגות על בסיס חברתי-כלכלי בסכום כולל של כ-300 מיליון ש"ח, מלבד מלגות פר"ח (שאינן ניתנות על בסיס חברתי-כלכלי).

קביעת כללים לפעילות המכללות מול האוניברסיטאות

1. הקפאת מכסת הסטודנטים החדשים לתואר ראשון באוניברסיטאות ל-20 אלף בשנה לחמש השנים הבאות והפרדת תחומי הלימוד באוניברסיטאות ובמכללות.

בהתמלא המכסה יופנו סטודנטים למכללות. מצטיינים יוכלו לעבור ללימודים מחקרניים מתקדמים באוניברסיטאות במהלך לימודי התואר הראשון.
2. מיזוג מכללות חלשות עם מכללות חזקות. בתוך כך לא יוקמו אוניברסיטאות ומכללות מתוקצבות חדשות בחמש השנים הבאות.
3. גיוס כ-600 חברי סגל חדשים לאוניברסיטאות ולמכללות, מהם כ-450 בתקופת התכנית. מספר המרצים מן החוץ במכללות יצומצם במידה ניכרת לטובת מרצים קבועים הרואים במכללה את ביתם.

חברי הוועדה היו: אברהם (בייגה) שוחט (יו"ר); שרת החינוך פרופ' יולי תמיר, המשמשת גם יו"ר המל"ג; יו"ר ות"ת פרופ' שלמה גרוסמן; נציג משרד רוה"מ פרופ' מנואל טרכטנברג; נשיא האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים פרופ' מנחם יערי; הממונה על התקציבים במשרד האוצר מר קובי הבר; נציגי הציבור פרופ' יעקב זיו ופרופ' ראובן גרונאו. ד"ר ליאורה מרידור צורפה לוועדה עם מינויה לתפקיד יו"ר ועדת המשנה לקביעת מערכי הסיוע וגובה שכר הלימוד. פרופ' יעקב זיו עמד בראש ועדת המשנה לנושא עידוד מצוינות אקדמית במחקר ובהוראה וקליטת סגל איכותי במוסדות. פרופ' מנחם יערי עמד בראש ועדת המשנה לשיקום ולקידום המחקר המדעי. פרופ' ראובן גרונאו עמד בראש ועדת המשנה להגדרת התפקידים הרצויה בין האוניברסיטאות למכללות. בוועדות המשנה השתתפו כ-50 מבכירי אנשי המדע, הכלכלה וההשכלה הגבוהה בישראל, אשר תרמו רבות מהידע ומהניסיון שלהם לשיפור המערכת. יצוין כי הוועדה פנתה פעמים רבות לנציגי הסטודנטים ולנציגי ארגון הסגל האקדמי הבכיר בבקשה שישתתפו בעבודת ועדות המשנה, אך הם בחרו שלא לעשות זאת ואף לא נענו להזמנות להופיע בפניהן. הוועדה החלה את פעילותה בנובמבר 2006 וקיימה עשרות דיונים במסגרת מליאת הוועדה ובארבע ועדות המשנה. בדיונים שמעה חוות דעת רבות ומקיפות וסקירות בנושאים אינטגרטיביים של מומחים בתחומי ההשכלה הגבוהה, המחקר והכלכלה מהארץ ומהעולם. לפני הוועדה הופיעו גם נציגי הגופים הפעילים במערכת ההשכלה הגבוהה, שהוזמנו לדיונים והציגו את עמדותיהם, וביניהם ות"ת, ועד ראשי האוניברסיטאות (ור"ה), משרד האוצר, ועד ראשי המכללות האקדמיות (ור"מ) ונציגי המכללות הפרטיות.



כאלף משיבים למרשם המקוון באתר האקדמיה למדענים ומדעניות ישראלים צעירים בחו"ל

האקדמיה הקימה "מרכז קשר" מיוחד

נשיא האקדמיה מוסר כי ההיענות הנלהבת של כמעט אלף ישראלים, שטרחו להשיב על שאלון כה מפורט, מוכיחה שאלפי מדענים ישראלים העובדים בחו"ל מחפשים את דרכם בחזרה להמשך פעילותם המחקרית. לדעתו, על מערכת ההשכלה הגבוהה לעשות מאמץ ניכר על מנת להציע להם עתיד מקצועי נאות.

אחת ההמלצות של ועדת שוחט נוגעת לסוגיית הקשר עם חוקרים ומשתלמים ישראלים בחו"ל ומצביעה על האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים כמוסד המתאים ביותר לכינונו ולביסוסו של מערך קשר נאות עמם. על כן כוננה האקדמיה בחודש תשרי תשס"ח (ספטמבר 2007) **מרכז קשר מיוחד** בינה לבין מדענים ישראלים צעירים בחו"ל. את מרכז הקשר מנהלת הגב' בת-שבע שור.

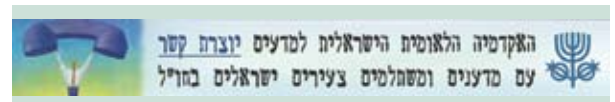
התמונה המתקבלת מתוצאות המרשם ומן התקשורת המתקיימת באמצעות מרכז הקשר באקדמיה היא שלמדענים ישראלים צעירים בחו"ל חסר קשר אישי עם הקהילה האקדמית בארץ. האקדמיה החליטה לקיים קשר כזה, והיא אף מקשרת בין המדענים האלה לבין המוסדות להשכלה גבוהה בארץ המציעים משרות מתאימות לתחומי עיסוקם. במכתב אישי מנשיא האקדמיה לחוקרים הצעירים שנרשמו במרשם הוא הסביר כי כוונת האקדמיה היא להביא את דברם לידיעת הגורמים המוסמכים בישראל ולעשות כמיטב יכולתה לסייע להם בנושאים הייחודיים המעסיקים אותם.

מסקנות ועדת המשנה וכן נתוני המרשם מובאים באתר האקדמיה.

ועדת המשנה של ועדת שוחט בראשות נשיא האקדמיה פרופ' מנחם יערי עסקה במכלול הנושאים הקשורים לטיפולו של מערך מחקר ראוי לשמו ולהבטחת עתודה של חוקרים מעולים בישראל. בין השאר עסקה הוועדה בנושא המכונה "בריחת המוחות" – יציאת חוקרים ישראלים מעולים לעבודה בחו"ל לתקופות ממושכות ולעתים לצמיתות. לצורך מיפוי התופעה מפעילה האקדמיה מאז פברואר 2007 מרשם מקוון למדענים ולמשתלמים ישראלים צעירים בחו"ל באתר האקדמיה. כאלף איש ואישה ענו בתוך חודשים ספורים לשאלון מפורט המורכב מכשבעים שאלות אישיות ומקצועיות על אודות החוקרים.

נמצא כי מקרב המשיבים רוב החוקרים (בעלי תואר דוקטור), 73 אחוזים, הם מהמדעים המדויקים, ואילו רוב הדוקטורנטים, ומשתלמי הפוסט-דוקטורט, 54 אחוזים, הם ממדעי הרוח והחברה. ל-95 אחוזים מהמשיבים אין סידור לחזרה לקריירה אקדמית בישראל.

עוד עולה מתוצאות המרשם כי השיקולים של משפחה, תרבות וחינוך הילדים בצד מציאת סביבה מקצועית הולמת הם המניעים העיקריים לחזרה ארצה, ולא שיקולים כגון התנאים הפוליטיים והביטחוניים, השכר ורמת החיים. מתברר שהמוחות אינם "בורחים", אלא מחפשים דרך לחזור דווקא ולנהל את מחקרם בארץ בצורה נאותה. לפיכך נדונו הדרכים האפשריות לשמור על קשר עם הישראלים בחו"ל ולהקל במידת האפשר את שובם ארצה של אלה שיבחרו לעשות כן ואת השתלבותם במערכת ההשכלה הגבוהה.



היזמה למחקר יישומי בחינוך

מאת אביטל דרמון

היזמה ואת דרכי פעולתה ומנהלת את שיפוט העמיתים של התהליכים ושל תוצרי המחקר. בוועדת ההיגוי חברים פרופ' דן שכטמן מהטכניון (יו"ר), פרופ' מנחם יערי, נשיא האקדמיה, פרופ' בני גיגר ממכון ויצמן למדע, פרופ' סידני שטראוס, המדען הראשי במשרד החינוך, גב' יהודית שלוי, מנכ"לית המכון למנהיגות בית ספרית ומר אריאל וייס מיד הנדיב (קרן רוטשילד).

היזמה פועלת בעיקר באמצעות ועדות מומחים, שאת ראשיהן ממנה נשיא האקדמיה. במפגשיהן הלימודיים ובהליכי השיפוט משתתפים גם מומחים מחוץ לארץ (על דרך פעולת הוועדות ראו במסגרת).

דרך הפעולה של היזמה התגבשה בהשראת ה-NRC (National Research Council) של האקדמיות הלאומיות האמריקאיות (על ה-NRC ראו במסגרת). לדרך פעולה זו יתרונות ניכרים להשגת מטרות היזמה; עם זאת יש להתאימה לתרבות המחקר והחוקרים ולתהליכי קבלת החלטות בישראל.

כיצד ניתן לחזק בקבלת החלטות בחינוך את המרכיב המתבסס על הידע המחקרי המצטבר?

שאלה זו עמדה במרכזו של דיון שיזמה קרן יד הנדיב באביב תשס"ג (2003). הדיון הושתת על ההנחה שהחלטות הנסמכות על למידה שיטתית מניסיון ומחקר ניתנות למעקב ולכן לשיפור. הידע המחקרי הן בתכנים והן במתודולוגיה בתחום החינוך התפתח רבות בשנים האחרונות. הניסיון בעולם מראה שהשימוש בידע זה יכול להביא לשיפור הישגי החינוך.

היזמה למחקר יישומי בחינוך הוקמה בשלהי שנת תשס"ג (2003) כדי לפתח בישראל מחקר יישומי שיסודו שאלות של מקבלי החלטות בחינוך. מטרת המחקר להעמיד לרשות מקבלי החלטות ידע עדכני ומבוקר שיוכל לסייע להם במאמציהם לשפר את הישגי החינוך בישראל.

להקמת היזמה חברו האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, משרד החינוך ויד הנדיב, ונציגי הגופים האלה משתתפים בוועדת ההיגוי של היזמה. ועדת ההיגוי, שחבריה מתמנים על ידי נשיא האקדמיה, קובעת את תחומי עיסוקה של

National Research Council (NRC)

ועדת המחקר הלאומית, NRC, מורכבת מחוקרים מומחים ומוכרים, בלתי תלויים ומתחומי דעת שונים, המתכנסים בהתנדבות ללימוד סוגיה חשובה כלשהי שמעלה בפניהם בעל עניין (בדרך כלל הממשל) בשביל לתת חוות דעת המבוססת על ראיות בסוגיה זו. בסוף תהליך הבדיקה מעלה הוועדה את ממצאיה ואת מסקנותיה, שאליהן הגיעה בהסכמה (קונסנזוס), בדוח כתוב. כדי להבטיח את איכותו ואת איתנותו של המחקר הוא נשלח לשיפוט עמיתים חיצוני ומוקפד. הערות השופטים חוזרות בעילום שם אל החוקרים לשיפור הדוח. לאחר אישורו באקדמיות הלאומיות מועבר הנוסח הסופי למזמין ומפורסם במלואו, באינטרנט ובדפוס, בהוצאת האקדמיות הלאומיות (National Academies Press – NAP).

עקרונות ומאפיינים של עבודת הוועדות ביזמה

- ◆ מקור השאלה המוצגת לוועדה הוא צורך שהועלה על ידי מקבלי החלטות בחינוך בידע מסוים.
- ◆ הוועדה היא רב-תחומית וחבריה הם חוקרים בחירים ממגוון תחומי דעת רלוונטיים לסוגיה הנבדקת.
- ◆ חברי הוועדה פועלים בה בהתנדבות.
- ◆ מסמך הוועדה מתקבל בהסכמה כללית (מסמך קונסנזוס): כל חברי הוועדה מסכימים על תוכנו – תיאור הממצאים, המסקנות העולות מן המחקר וההמלצות הנגזרות מהן.
- ◆ טיוטת המסמך עוברת שיפוט עמיתים (peer review) על ידי מדענים בחירים מהארץ ומהעולם וכן על ידי מומחים מן השטח.



היזמה מבקשת לקדם מחקר רב-תחומי המבוסס על נתונים, ניזון משאלות העולות בשטח ועומד בסטנדרטים מדעיים גבוהים, ושיהיה בר תועלת למקבלי ההחלטות בחינוך. התחומים הראויים לקידום והשאלות המועדפות בהם נקבעים בהתייעצות עם בכירי משרד החינוך.

פעולתיה של היזמה

חינוך הילדים בשנים הראשונות, גן-כיתה ג (גילים 3-8)

א. **ממחקר לעשייה בחינוך לגיל הרך:** הוקמה ועדת מומחים בין-תחומית שהתבקשה לסכם ולבקר את הידוע בשאלה "אלו דרכי חינוך לגיל הגן נמצאו במחקר בזיקה חיובית להפקת המרב מבית הספר". בראש הוועדה עומדת פרופסור פנינה ש' קליין מאוניברסיטת בר-אילן. לפני כינוס הוועדה וכן במהלך עבודתה נפגשה פרופסור קליין עם הממונות על התחום במשרד החינוך, ד"ר אילנה זילר וגב' שרה רויטר (שתיהן הופיעו בעבר בפני ועדת ההיגוי והשפיעו על החלטתה לחקור תחום זה). מסמך הוועדה התפרסם באביב תשס"ז (2007) (על הדוח ראו במסגרת בעמ' 36-37).

ב. **אבחון, מדידה והערכה ברצף גן-ג:** לבקשת מנהלת הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה) ובתיאום עם משרד החינוך הוחלט לתכנן מהלך לימודי לסיכום מבוקר של הידוע על אבחון, מדידה והערכה ברצף גן-ג לצורך עיצוב מדיניות של מדידה והערכה. הוקם צוות בדיקה של חוקרים ממגוון תחומים לבחינת הידע הקיים והצרכים, למיפוי החסרים בתחום ולהמלצה על קווים מנחים לשיפור. את המהלך מובילה פרופסור צביה ברזניץ מאוניברסיטת חיפה. ישיבות עם הממונים בראמ"ה ובמשרד החינוך התקיימו בסתיו תשס"ז. דוח צוות הבדיקה עתיד להתפרסם בחורף תשס"ח.

אתגור החמישון העליון של התלמידים בבתי הספר

פורסם קול קורא להצעות מחקר בתחום, ובתום תהליך של שיפוט ההצעות ניתנו שני מענקי מחקר. בסתיו תשס"ה קיימה היזמה כינוס לימודי לחוקרים ולמעורבים בעשייה בתחום. היזמה פועלת עם מנהלת האגף לתלמידים מחוננים ומצטיינים במשרד החינוך לבניית דגם של בסיס נתונים שישרת הן את האגף ויחידות אחרות במשרד החינוך והן חוקרים.

שפה ואוריינות

א. באביב תשס"ו (2006) הוקמה ועדה מקצועית-מייעצת להתוויית הפעולות לקידום התחום, מתוך מתן עדיפות להבנת הנקרא בעברית ובערבית (כשפות אם) ולהוראת הקריאה בערבית לדוברי ערבית. בראש הוועדה עומדת פרופסור רות ברמן מאוניברסיטת תל-אביב. בישיבותיה הראשונות שמעה הוועדה את המפקחת המרכזת לעברית, את המפקח המרכז לערבית ואת המפקחים על החינוך הערבי, הבדווי והדרוזי. בסתיו תשס"ח קיימה הוועדה יום עיון לחוקרים ולמקבלי החלטות בכירים בנושא "בין לשון הדיבור ללשון הכתובה – לקראת תלמיד אורייני בישראל".

ב. מיזם לטיפול עתודת מחקר ופיתוח בתחום הוראת הערבית (כשפת אם) בישראל, המופעל כמענה לצורך שהועלה על ידי הנהלת משרד החינוך, איתר כעשרים חוקרים ואנשי מקצוע ערבים בעלי תארים מתקדמים ופיתח בשבילם סדרת סדנאות במטרה ליצור רשת חוקרים ומפתחים שיוכלו לשרת את משרד החינוך ואת החינוך הערבי בכלל. את המיזם מובילה ד"ר אלינור סאיג-חדאד, חברת הוועדה המקצועית-מייעצת.

ג. ניתנה מלגה (תחרותית) לחוקרת מאוניברסיטת תל-אביב להתמחות במרכז מחקר באוניברסיטת מישגן.

אינדיקטורים למערכת החינוך

היזמה קיימה שני מושבי דיון בראשות נשיא האקדמיה ובהשתתפות בעלי תפקידים וחוקרים מתחום החינוך ומתחומים אחרים של המנהל הציבורי (ניהול בריאות ורווחה). בהתחשב בדברים שהשמיעו נציגיהם של משרד החינוך, של הרשות הארצית למדידה ולהערכה ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה במפגשים אלה, הוקמה ועדת מומחים בראשות פרופסור משה יוסטמן מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב. הוועדה תציע קווים מנחים לריענון מערך האינדיקטורים לחינוך. כצעד ראשון יצאה הוועדה בקולות קוראים לקבלת סקירות מדעיות בשאלות שבהן בחרה לעסוק.

מדידה והערכה בחינוך

ועדת מומחים שהוקמה בנושא זה קיימה בחורף תשס"ה (2004-2005) סמינר לימודי לחוקרים ולאנשי המשרד והשטח. בעקבות הסמינר הזה פיתחה הוועדה "הצעה למסגרת לתכניות לימודים ולפיתוח מקצועי" בתחום. הצעת המסגרת הובאה לידיעת בעלי העניין – משרד החינוך והראמ"ה, המל"ג, ות"ת ומוסדות אקדמיים – והיא משמשת בסיס לתכניות לימודים בנושא. בקיץ תשס"ו קיימה היזמה קורס קיץ מרכז בנושא Evaluating Effectiveness in Education. בראש הקורס עמד פרופסור רוברט בורוש (Robert Boruch) מאוניברסיטת פנסילווניה. הקורס נועד למי שמלמדים את הנושא במוסדות אקדמיים, לאנשי הראמ"ה ומשרד החינוך (לשכת המדען) ולמערכים ממוסדות שונים.

ד"ר אביטל דרמון היא מנהלת היזמה למחקר יישומי בחינוך.

עוד על אודות היזמה ועל חברי הוועדות והצוותים, וכן המסמך המלא של הוועדה "ממחקר לעשייה בחינוך הגיל הרך" – באתר האקדמיה.

בהודעה משותפת באביב תשס"ז פרסמו משרד החינוך, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ויד הנדיב את ממצאי הדוח של ועדת המומחים בנושא קידום החינוך לגיל הרך. הוועדה קבעה:

יש צורך בשינוי דגשים בחינוך לגיל הרך

ועדת המומחים מטעם היזמה למחקר יישומי בחינוך הגישה לשרת החינוך פרופסור יולי תמיר ולהנהלת המשרד את מסקנותיה בעניין החינוך לגיל הרך וזיקתו להתפתחותם של ילדים וללמידתם בבית הספר. מממצאי הוועדה וממסקנותיה עולה הצורך בשינוי דגשים בתהליך החינוכי בגיל הרך. הנה עיקרי הממצאים והמסקנות המופנים אל קובעי המדיניות:

1. **מספר הילדים בכיתה והיחס המספרי מבוגר-ילד:** כדי לאפשר לצוות החינוכי להכיר מאפיינים אישיים של התלמידים, להתייחס אליהם ברגישות ולהיענות לצורכיהם הייחודיים, וכדי שהילדים יתפתחו בסביבה תומכת למידה, הוועדה ממליצה שכיתות של בני 3-4 יכללו 14-16 ילדים, כיתות של בני 5-6 יכללו 16-20 ילדים וכיתות א' יכללו לא יותר מ-25 ילדים. כמו כן היא ממליצה לייעד צוות של גננת/מורה וסייעת לכל כיתה.

2. **האינטראקציה מורה-תלמיד:** יש להבטיח את איכות האינטראקציה בין המורה לתלמיד מהבחינה הרגשית-חברתית ומבחינת איכותו של תהליך ההוראה. לשם כך יש לשלב פיתוח ושכלול של מיומנות ביצירת אינטראקציה איכותית בהשתלמויות לגננות, למורים ולאנשי סגל אחרים, בהסתמך על כלים חדשניים.

3. **הכשרת הצוות החינוכי:** רק אנשי מקצוע בעלי הכשרה אקדמית מתאימה יעבדו עם ילדים בגיל הרך. הכשרתם תכלול רכישת ידע עדכני בהתפתחותם של ילדים ובתחומי הדעת של הוראתם. מומלץ סינון קפדני של המועמדים להוראה גם מבחינת התאמתם האישית לתפקיד.

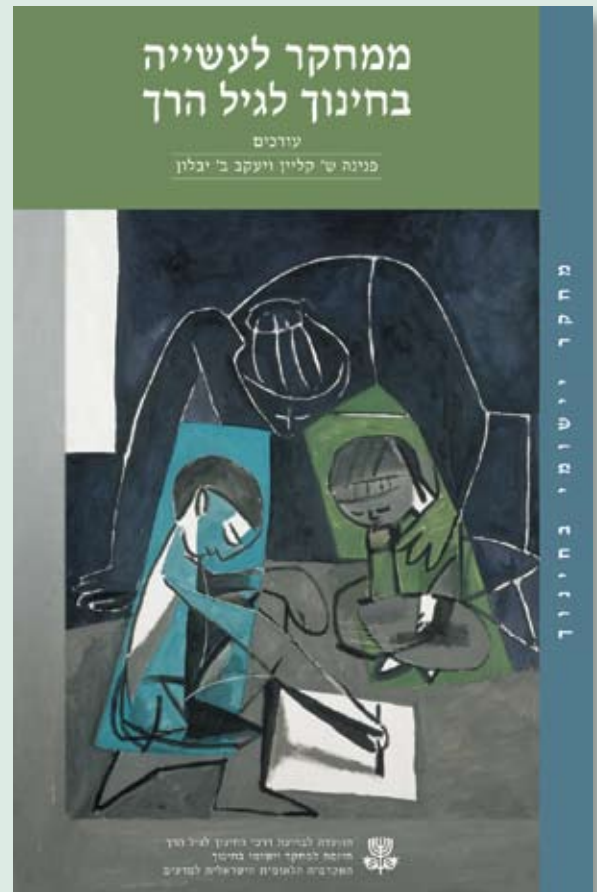
מקום חבריה תמימי דעים באשר לאפשרות להשפיע על התפתחותם של ילדים בגיל הרך ולקדםם באמצעות תכניות חינוכיות יעילות, המגדילות את סיכוייהם להתפתחות מיטבית בצמצום גורמי סיכון ובהגברת גורמי הגנה.

6. מחקר חינוכי: יש מחסור במחקר בסיסי ויישומי בתחום החינוך לגיל הרך. לפיכך מומלץ לקדם מחקר כזה. יש לבחון במחקרים כלל-ארציים את ההשפעות הדיפרנציאליות קצרות הטווח וארוכות הטווח של מסגרות חינוך שונות לגיל הרך, של תכניות לימודים ושל תכניות התערבות בגני הילדים, להקים מאגרי נתונים וליצור תשתית למחקרי מעקב (כגון סקר שנתון מילדות עד בגרות).

היזמה הקימה את ועדת המומחים כדי לבחון היבטים התפתחותיים ופדגוגיים של הנושא ולסייע למקבלי ההחלטות הממונים על החינוך בגני הילדים ובכיתות הנמוכות של בתי הספר היסודיים. הדבר נעשה בין השאר בעקבות התיקון לחוק לימוד חובה, התשמ"ד-1984, המחייב מתן חינוך חנם גם לבני 3-4, וההחלטה ליישם את התיקון הזה בתוך עשר שנים.

דיוני הוועדה נסמכו על מחקרים עדכניים ועסקו ברצף החינוכי וההתפתחותי של הילד הצעיר, בחוויות ההשקפה והלמידה בגן הילדים ובזיקתם של אלה ללימודים בבית הספר. המסמך המסכם עבר שיפוט עמיתים על ידי אנשי שטח מישראל וחוקרים מובילים מהארץ ומחו"ל. הוועדה מצאה כי התהליכים החינוכיים להתפתחות מיטבית של ילדים בגיל הרך הם אלה: (א) עידוד ההסתגלות הרגשית-חברתית, (ב) פיתוח של כישורי שפה וניצני אוריינות, (ג) טיפוח פתיחות ללמידה ויצירתיות.

אלה חברי הוועדה: פרופ' פנינה ש' קליין מאוניברסיטת בר-אילן (יו"ר); פרופ' שושנה בלום-קולקה מאוניברסיטה העברית בירושלים; ד"ר טלי גורלי-טוראל ממכללת סמינר הקיבוצים; פרופ' אבישי הניק מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב; פרופ' איריס לוין מאוניברסיטת תל-אביב; ד"ר מרים מבורך ממכללת ליונסקי לחינוך; פרופ' זמירה מברך מאוניברסיטת בר-אילן; פרופ' אבי שגיא-שורץ מאוניברסיטת חיפה. מרכז הוועדה: ד"ר יעקב ב' יבלון.



4. טיפוח כישורים: מומלץ להתחיל כבר בגן בהכנת תשתית לטיפוח אוריינות קריאה וכתביה ואוריינות מתמטית, אף על פי שהוראתן הפורמלית תישאר בבית הספר. בד בבד יש להקפיד על טיפוח כישורים של לשון דבורה במגוון רחב של סוגי שיח ולקיים פעילויות בתחומי אמנות שונים תוך הבטחתן של תשתיות מתאימות.

5. ילדים בסיכון התפתחותי-סביבתי, ילדים בעלי צרכים מיוחדים וילדים בעלי כישורים ברמה גבוהה ומוטיווציה גבוהה: מומלץ לזהות מוקדם ככל האפשר ילדים מן הטיפוסים האלה ולהתאים להם תכניות חינוכיות שיתאימו לצורכיהם הייחודיים. הוועדה לא עסקה בדיוניה בילדים אלה, אך מכל

תכנית השילוב של מקבלי גמלאות קיום במעגל העבודה ("תכנית ויסקונסין")

הוועדה המלווה מסיימת את עבודתה

מאת רון מנדלקרן

הכנסה לתעסוקה בטוחה" (מהל"ב) היא נקראת עתה "אורות לתעסוקה". שינויים אלו באו בין השאר בעקבות הדיון הפוליטי והציבורי הער על מטרותיה של התכנית ועל אופן יישומה ובעקבות המלצותיהן של ועדות אד הוק שהוקמו על מנת לתקן ליקויים בתכנית בשלב הניסוי.

המלצותיה של הוועדה הציבורית-מדעית נוגעות להפעלת התכנית לאחר שלב הניסוי בפריסה כלל-ארצית. לפיכך יעלה דוח הוועדה דיון מקיף בתכנית על כל היבטיה, בין שכבר נדונו במהלך שלב הניסוי ובין שלא נדונו, מתוך התייחסות לקשרי הגומלין בין היבטי התכנית.

אציין כאן רק שלוש מכלל המלצותיה הרבות של הוועדה:

♦ הוועדה קבעה כי כאשר מפעילי התכנית הם גורמים פרטיים על מודל התמריצים הכלכליים הניתנים להם להיגזר אך ורק ממטרת התכנית – השמה בת קיימה של המשתתפים בעבודה.

♦ בשביל שלא יאלצו להשתתף בתכנית מי שאינם יכולים לעמוד בדרישותיה, הוועדה ממליצה על אבחון מוקדם בקרב כלל משתתפי התכנית.

♦ על מנת לאפשר ייצוג הולם של משתתפים שרואים עצמם נפגעים מהחלטות המתקבלות בעניינם במסגרת התכנית, הוועדה ממליצה כי לכל פונה לוועדות הערר של התכנית יוענק סיוע משפטי ללא תשלום.

ערך מוסף חשוב של המלצות הוועדה נעוץ בהיותן מבוססות על הסכמה כללית של חבריה, למרות הרקע המגוון לעיסוקם בנושא. לפיכך המלצות הוועדה משקפות את נקודת המפגש בין גישות שונות ולעתים אף מנוגדות אל מדיניות "מרווחה לעבודה".

הוועדה הציבורית-מדעית לעניין תכנית השילוב של מקבלי גמלאות קיום במעגל העבודה (הידועה בשם "תכנית ויסקונסין"), הפועלת באקדמיה מאז חודש טבת תשס"ו (ינואר 2006), סיימה את עבודתה ובימים אלו היא עומדת להגיש לממשלת ישראל דוח המלצות מסכם.

יושב ראש הוועדה הוא נשיא האקדמיה, פרופ' מנחם יערי. היא הוקמה מתוך היענות לפנייתו של שר התעשייה, המסחר והתעסוקה (התמ"ת) דאז, מר אהוד אולמרט, שביקש שוועדה ציבורית-מדעית תלווה את התכנית ותייעץ לו בנוגע להפעלתה. הוועדה מונה שנים-עשר חברים, מהם שישה אנשי אקדמיה בכירים מתחומי הכלכלה, המשפטים והעבודה הסוציאלית ושישה אנשי השירות הציבורי בישראל ממשדד האוצר, ממשדד התמ"ת, ממשדד המשפטים, ממשדד הרווחה ומהמשרד לקליטת עלייה, וכן מן המוסד לביטוח לאומי. נציגי האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים הם יו"ר הוועדה פרופ' מנחם יערי ופרופ' נילי כהן. חברי הוועדה האחרים הם פרופ' עליאן אלקרינאוי, פרופ' צבי אקשטיין, ד"ר יהודית בר-און, פרופ' ג'וני גל, פרופ' יורם וייס, גב' אורנה ורקוביץקי, גב' קלאודיה כץ, מר שאול מרידור, עו"ד שי סומך ומר בני פפרמן. ראש מכון ברוקדייל פרופ' ג'ק חביב וראשי מנהלת התכנית שימשו משקיפים בוועדה.

תכנית השילוב של מקבלי גמלאות קיום במעגל העבודה מושתתת על עקרונות של מדיניות "מרווחה לעבודה", הננקטת בשנים האחרונות במדינות רבות בעולם. בישראל התכנית מופעלת באופן חלקי בשלב ניסוי מאז אוגוסט 2005. בשנתיים שבהן היא מיושמת נעשו בה שינויים רבים, ובהם הקלות מגוונות למשתתפים בעלי קשיים או צרכים מיוחדים, הפחתת התגמול המוענק לחברות המפעילות על חיסכון בתשלום גמלאות וביטול חובת ההשתתפות בתכנית לבני 45 ומעלה. כמו כן שונה שם התכנית: במקום "מהבטחת

רון מנדלקרן הוא דוקטורנט במחלקה למדע המדינה באוניברסיטה העברית בירושלים ורכז הוועדה.

סוגיות במחקר ביוטכנולוגי בעידן הטרור

התפרסמה טיוטת הדוח של ועדת ההיגוי שפעלה מטעם המועצה לביטחון לאומי יחד עם האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

מאת **דוד כרידמן**



המחקר הביוטכנולוגי המתפתח ותפוצתו הכלל-עולמית נושאים פוטנציאל עצום למשל להבנת גורמים למחלות ודרכי ריפוי, אולם הם עלולים גם להיות מנוצלים לרעה, בעיקר לפיתוח נשק ביולוגי מתוחכם העלול להמיט אסון על העולם.

הרקע להקמת הוועדה

ועדת ההיגוי הוקמה בעקבות שני האירועים שהיו בארצות הברית בסוף שנת 2001: "אסון התאומים" (9/11) ולאחריו גל מעטפות חיידקי האנתרקס אשר נשלחו בדואר ברחבי ארצות הברית ופגעו באנשים, אמנם מעטים, וגרמו לבהלה גדולה ולנזק כלכלי. בעקבות האירועים האלה התחדדה ההבנה בעולם, ובכלל זה בישראל, שלבד מהתועלת המרובה שמביאים עמם הן המחקר המתקדם בביוטכנולוגיה, למשל בהבנת גורמי מחלות ודרכי ריפוי, והן תפוצתו הגלובלית וזמינותו של המידע, הם גם טומנים בחובם סכנה מוחשית משום האפשרות שינוצלו לרעה למשל על ידי ארגוני טרור או מדינות תומכות טרור – בראש ובראשונה לפיתוח נשק ביולוגי מתוחכם. למותר לציין כי נשק כזה עלול להמיט אסון על העולם – מוות, מחלות, נזקים כלכליים וחברתיים – בייחוד אם יעמוד לרשותם של ארגוני טרור.

ארצות הברית היא המדינה הראשונה אשר שמה לה למטרה להילחם בטרור העולמי והאסלאמי, כיוון שהבינה שהנשק הלא קונוונציונלי שבידי הטרוריסטים הוא עתה אחת הסכנות העיקריות לשלום העולם. היא הייתה הראשונה גם בהתוויית הלחימה בטרור מסוג זה. כיום מדינות רבות במערב עומדות מאחוריה של ארצות הברית במאבקה, אך היא נותרה ראש החץ.

למלחמה בטרור דרכים רבות ומגוונות, שחלקן נסקרות בדוח, אולם אחד המאמצים העיקריים בתחום זה הוא למנוע

מגורמים עוינים, קרי ארגוני טרור ומדינות התומכות בטרור, לשים את ידם על המרכיבים של נשק ביולוגי, ובייחוד על הגורמים הביולוגיים המסוכנים הרלוונטיים וכן על טכנולוגיות, על שיטות ועל ידע להכנת נשק ביולוגי.

המצב בארץ

מדינת ישראל נחשבת למתקדמת בתחומי המחקר במדעי החיים, למשל בביוטכנולוגיה, במחקר הביו-רפואי וכדומה. תשתית המחקר בארץ מגוונת ומפותחת ומשמשות בה שיטות מדעיות מתקדמות. מחקרים בהיקף נרחב מאוד מתנהלים בנושאים הללו, תוך שימוש במגוון רחב של מיקרואורגניזמים, חלקם אלימים. הפעילות המחקרית ובדיקות שגרתיות למיניהן בתחומים הרלוונטיים של מדעי החיים מתנהלות בשלושה מקומות עיקריים: באקדמיה, כלומר באוניברסיטאות ובמכוני המחקר, בבתי החולים (בייחוד המרכזים והגדולים שבהם) ובתעשייה הביוטכנולוגית.

בוועדת ההיגוי: מחקר ביוטכנולוגי בעידן הטרור היו חברים פרופ' אלכס קינן (י"ר), פרופ' יאיר אהרונוביץ', פרופ' איתן ביבי, השופטת (בדימוס) שושנה ברמן, פרופ' הלל ברקוביאר, ד"ר מאיר גבאי, פרופ' יהודה דנון, פרופ' מקס הרצברג, פרופ' שולמית מיכאלי, פרופ' ברכה רגר, פרופ' נתן שרון, פרופ' עמוס שפירא וד"ר דוד פרידמן – חבר ומרכז. אלה תפקידי הוועדה שנקבעו:

- ◆ לבחון עד כמה התשתית החוקית בישראל מעודכנת בנוגע לבטיחות הביולוגית ולביטחון הביולוגי בתחום מדעי החיים במוסדות המחקר האקדמיים, בתעשייה הביוטכנולוגית, במעבדות בתי החולים ובמערכות הממשלתיות – ולעדכנה על פי התוצאות באמצעות חוקים ותקנות חדשים (למשל מיגון פיזי, אבטחת מידע ועוד).
- ◆ לבחון מה הם הגורמים הביולוגיים, הטכנולוגיים ותחומי המחקר הרלוונטים למעקב, לבקרה ולפיקוח בתחום הביטחון הביולוגי להיבטיו, להכין רשימה שתכלול את הפריטים הללו ולעדכנה מדי פעם בפעם לפי הצורך.
- ◆ לבחון את מנגנוני המעקב, הבקרה, הפיקוח ואכיפת החוקים והנהלים בכל תחומי הביטחון הביולוגי (למשל מיגון פיזי, ביטחון בהעברה ובהובלה, ביטחון מידע ופרסומים, אופי המחקר), לרבות סוג הבקרה – מבוזרת או מרכזית – ולקבוע מודלים למנגנונים הללו.
- ◆ להקים גוף מנחה בנושא הביטחון הביולוגי שיעקוב אחר הנעשה בתחום באופן שוטף.

עיקרי ההמלצות בדוח הוועדה

1. מודעות, תודעה וחינוך

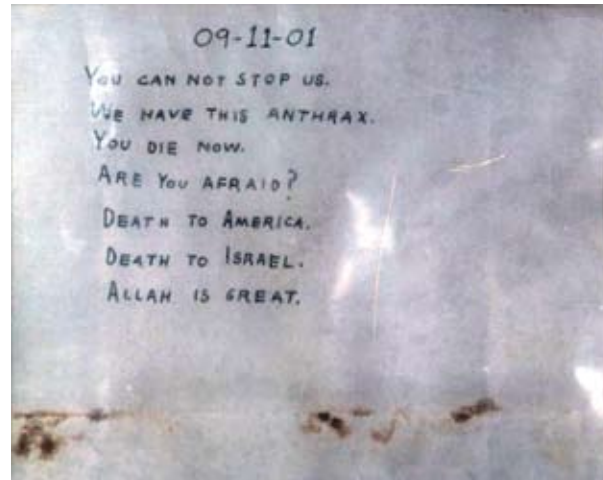
הוועדה ממליצה לעשות כל שניתן להגברת המודעות בקרב הקהילייה המדעית שבתחום המחקר והפיתוח במדעי החיים והרפואה לאיום הביולוגי בכלל ולמחקר הביולוגי הדו-שימושי (dual-use research) בפרט, ולהבנת הסיכונים שבהם.

2. חקיקה

הוועדה ממליצה שהעשייה בתחום החקיקה תהיה בשני מישורים:

- ◆ התאמת חקיקת המשנה הקיימת בתחום הבטיחות לצורכי ההגנה מפני טרור ביולוגי ומניעת זליגתם של מידע וגורמים ביולוגיים לקבוצות טרור (ביטחון ביולוגי).
- ◆ קביעת חקיקה מיוחדת ומקיפה שתפקידה לטפל בהגנה מפני טרור ביולוגי ולהסדיר את מכלול העניינים הכרוכים

יש בארץ תשתית חוקית האמורה להבטיח את הבטיחות הביולוגית (biosafety), ומפקדים עליה משרד התמ"ת, המפקח על העבודה, משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה. מתשתית חוקית זו נגזרים נוהלי בטיחות במוסדות, במעבדות המחקר ובמעבדות הרוטיניות בתחום הביולוגיה והרפואה. המודעות לצורך בנוהלי בטיחות הולכת וגוברת, ועמה גם האכיפה, וניתן לומר שהם מיושמים.



מכתב אחד מגל מעטפות חידקי האנתרקס שנשלחו בארצות הברית בשלהי 2001

לעומת זאת הביטחון הביולוגי (biosecurity) אינו נשמר כראוי: אין בארץ כל תשתית חוקית לטיפול בו ואף לא יצאה כל דרישה לכך משום גורם הנוגע בדבר, למעט יזמות מקומיות מעטות. נראה שהסיבה היא שהעניין חדש יחסית, והמודעות לו עדיין אינה מפותחת דייה.

הוועדה

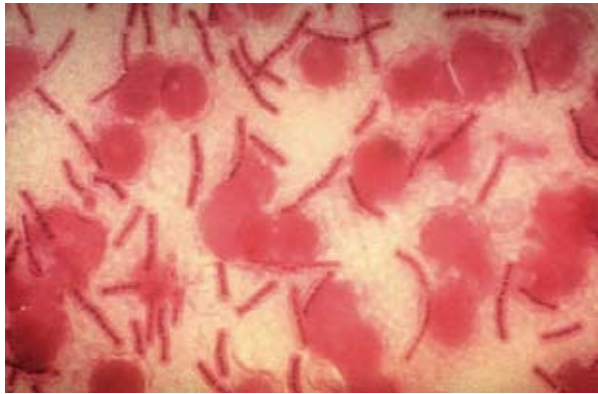
על רקע זה הוקמה ועדת ההיגוי, והמטרה שהציבו לפניה היא להציע מדיניות שתמנע זליגת מידע ממערך המחקר והפיתוח הביולוגי בארץ לידי גורמים עוינים, ועם זאת שלא תפגע בקידום המחקר בישראל.

הוועדה בחנה בעבודתה את המצב הקיים בארץ בתחום המחקר, שמעה סקירות מנציגים של האקדמיה ושל משרדי הממשלה הרלוונטיים וגיבשה המלצות.

הוועדה ציינה בדוח כי התרשמה שהנושא חשוב מאוד ושיש לו השלכות מהותיות הן על ביטחון המדינה והן על המחקר בארץ, ולכן יש להסדירו בצורה יסודית ונאותה.

8. אחריות ממלכתית לביטחון הביולוגי

הוועדה ממליצה שהאחריות הממלכתית לביטחון הביולוגי תוטל על משרד הבריאות, בעיקר משום שהוא המופקד על בריאות העם ואצלו הידע המדעי והניסיון המקצועי הדרושים לכך. הטיפול השוטף בעניין יוטל על "הוועדה העליונה לביטחון ביולוגי", שתמונה על ידי שר הבריאות בהתייעצות עם ראש המועצה לביטחון לאומי ועם נשיא האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.



נבגים של חיידקי אנתרקס (בהגדלה מיקרוסקופית)

9. תקציב

הוועדה רואה צורך להקצות תקציב ייעודי להפעלת מערך הביטחון הביולוגי ברמה הלאומית וברמה המוסדית הלכה למעשה.

10. יישום המלצות הוועדה

הוועדה ממליצה שלאחר שראש המועצה לביטחון לאומי ונשיא האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים יאשרו את ההמלצות, ובהנחה שההמלצות אכן תתקבלנה על ידי שני הגופים, יוגש הדוח לאישור ועדת שרים למדע וטכנולוגיה, וזו תתבקש:

- לאשר את ההמלצות;
- להטיל את ביצוען על משרד הבריאות;
- להחליט עקרונית על הקצאת התקציב הנדרש;
- לבקש ממשרד הבריאות למנות בהקדם ועדה עליונה לביטחון ביולוגי.

ד"ר דוד פרידמן הוא עמית מחקר במכון למחקרי ביטחון לאומי שליד אוניברסיטת תל-אביב. הוא חבר ומרכז הוועדה.

באיום הביולוגי, לרבות עניין הביטחון הביולוגי על כל היבטיו, בכפוף לצורכי מדינת ישראל ולעקרונותיה.

3. מנגנוני פיקוח ובקרה

הוועדה סבורה שהדרך המעשית והיעילה ביותר לקיים פיקוח ובקרה בתחום הביטחון הביולוגי היא לשדרג את מערך הבטיחות (ועדות הבטיחות או הממונה על הבטיחות) בכל סוגי מעבדות המו"פ ומעבדות השירות בתחומי מדעי החיים והרפואה ולהתאימו גם לעניין הביטחון הביולוגי. נוסף על כך יש להקים ועדת בטיחות וביטחון מרכזית במשרדי הבריאות, המדע והחקלאות. מערך זה יבוקר על ידי "הוועדה העליונה לביטחון ביולוגי", שתמונה על ידי משרד הבריאות (ראה להלן המלצה 8).

4. רשימת הגורמים המסוכנים

הוועדה סבורה שנכון לקבוע רשימה ראשונית של גורמים מסוכנים ולהגדירם, ולא להתייחס לכל הגורמים הביולוגיים כאל קבוצת סיכון אחת. רשימה זו תיבחן ותעודכן לפי הצורך אחת לשנה על ידי הוועדה העליונה.

5. בקרה על מחקרים דו-שימושיים ואישור לביצועם

בקרת המחקרים היא בעלת חשיבות רבה, ועל אף רגישות העניין יש לכלול אותו במסגרת הסדרת כלל הביטחון הביולוגי בישראל. הוועדה ממליצה שהאישור לביצוע המחקרים הדו-שימושיים לפיתוח נשק ביולוגי וייצורו והבקרה על מחקרים אלה יהיו מבוססים על מנגנון פנימי של המערכת האקדמית עצמה (ולא מנגנון חיצוני), המכירה את הסיכונים הגלומים בביצוע מחקרים כאלה ובפרסומם ומודעת להם.

6. אישורים להצעות מחקר

הוועדה ממליצה שהקן הלאומית למדע וקרנות ממשלתיות אחרות (למשל קרנות למענקי מחקר של משרד הבריאות, של משרד המדע וכדומה) ידרשו שעם כלל האישורים להצעות מחקר יוגש גם אישור של המוסד שמטעמו יתבצע המחקר, המוסד האקדמי או המשרד ממשלתי, על פי הכללים הנהוגים בו.

7. פיקוח על ייבוא ועל מכירה של ציוד ביולוגי דו-שימושי

הוועדה רואה צורך להקים מערך פיקוח, שיהיה באחריותו של משרד התמ"ת, על ייבוא של ציוד מעבדתי ביולוגי דו-שימושי ושל פריטים שברשימת הסיכון, וכמו כן היא רואה צורך לפקח על מכירת פריטים אלה בשוק המקומי (בייחוד מכירת ציוד משומש).

כבוד האדם

מתפיסה מסורתית לפרדיגמה חדשה

בכ"ו-כ"ז בכסלו תשס"ז (17-18 בדצמבר 2006) אירחה האקדמיה את המפגש הראשון של פרויקט הסדנאות הבין-לאומיות בנושא "כבוד האדם"

מתוך ריאיון עם **פרופ' גדליה סטרומזה** מהחוג למדע הדתות באוניברסיטה העברית בירושלים, מנחה פרויקט "כבוד האדם"

מאת **משה עזוז**

ישבה באקדמיה הקטלאנית למדעים. כיום ממשיכה לטפל בו האקדמיה למדעים של נורווגיה.

- ◆ הפרויקט נבנה על שלוש סדנאות וכינוס מסכם: הסדנה הראשונה, בנושא **האספקטים הדתיים וההיסטוריים של מושג הכבוד האנושי בתרבויות שונות במהלך ההיסטוריה**, נערכה כאמור בירושלים, באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, ב-17-18 בדצמבר 2006.
- ◆ הסדנה השנייה, בנושא **חברה וביאותיקה בחברות רב-דתיות ורב-אתניות בנות זמננו**, נערכה ברבאט, באקדמיה המלכותית למדעים של מרוקו, ב-16-17 באפריל 2007.
- ◆ הסדנה השלישית, בנושא **ניתוח אספקטים משפטיים ופילוסופיים של כבוד האדם בפרספקטיבה משווה**, נערכה בברצלונה, באקדמיה הקטלאנית למדעים, ב-21-22 ביוני 2007.
- ◆ הכינוס המסכם, בהשתתפות באי כל הסדנאות, אורגן על ידי פרופ' מרקוס דובל (Marcus Duewell) והתקיים בוודסטמה שבשוודיה ב-1-3 בנובמבר 2007.

מהו כבוד האדם?

שורשו של המונח בלטינית: *dignitas*. בתרבות הרומית היה ה"כבוד" שייך קודם כול לשליט (הקיסר). בתפיסה המקראית והיהודית הכבוד שייך לכל אדם, באשר הוא נברא בצלם אלוהים – השליט העליון. לעומת זאת התפיסה הסטואית, ששייכה את הכבוד לכל אדם סטואי, הסבירה זאת בהיותו של הסטואי אדם המסוגל לשלוט בעצמו, הווה אומר: פילוסוף.

כל התפיסות האלה שולבו יחד בתאולוגיה הנוצרית הקדומה והתפתחו לתפיסת "כבוד האדם" במורשת התרבות המערבית. כבוד האדם נעשה עניין מרכזי באנתרופולוגיה, וספרו של ג'ובני פיקו דלה מירנדולה *De Dignitate Hominis* (1486) בישר את המעמד המרכזי של מעמד כבוד האדם בהגות המודרנית.

מעניין לבדוק כיצד נתפס מושג כבוד האדם בדתות ובתרבויות אחרות כמו האסלאם, ההינדואיזם, הבודהיזם וכו'. בכל אחת מן הדתות ההיסטוריות יש התבטאויות בזכות כבודו של האדם, אך לא כל התפיסות מתאימות להשקפה המערבית בדבר הכבוד האנושי ומעמדו של כל אדם בחברה.

יעדיו של הפרויקט היו ללמוד את הסימוכים ההיסטוריים והפילוסופיים של המושג "כבוד האדם" ולעודד מחקר השוואתי שיקדם את הבנתו. לימוד מעמיק ומסודר של נושא **כבוד האדם** יכול להמריץ את החלת זכויות האדם בחברות שונות ולבנות הגדרות אוניברסליות כוללניות בעולם רב-תרבותי. במילים אחרות ניתן לומר כי מטרת הפרויקט הייתה להגדיר פרמטרים שיאפשרו הסכמה מחודשת בדבר מושג כבוד האדם והתאמתו לחיים בכפר הגלובלי העכשווי.

הפרויקט היה יזמת הקרן האירופית למדע (European Science Foundation – ESF) ואיגוד האקדמיות למדעי הרוח (Union Académique Internationale). פרופ' שאול שקד, נציג האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים באיגוד, היה נשיאו בשנים 2000-2003, ובתקופה זו הונחו קווי היסוד של הפרויקט. פרופ' שקד משמש היום נשיא כבוד של האיגוד.

עוד השתתפו בפרויקט המועצה הבין-לאומית למדעי החברה (International Social Science Council – ISSC) וכן המועצה הבין-לאומית לפילוסופיה ומדעי הרוח (International Council for Philosophy and Humanistic Studies). המזכירות שריכזה את הפרויקט



משתתפי הסדנה באקדמיה בירושלים ובהם: פרופ' סרי נוסייבה (שני מימין למעלה), פרופ' מנחם יערי (במרכז), פרופ' גדליה סטרומזה (רביעי משמאל למעלה) ופרופ' שאול שקד (שלישי משמאל למטה)

כבוד האדם וזכויות אדם

המונח "זכויות אדם" מופיע לראשונה בהצהרת זכויות האדם והאזרח של המהפכה הצרפתית (1789). הצהרת העצמאות האמריקאית (1776) וההצהרה הצרפתית הראשונה של כבוד האדם (1791) אינן כוללות את המונח "כבוד האדם" אלא דנות ב"זכויות אדם". יש לציין שבהצהרה הצרפתית אמנם מופיעה המילה *degnités*, אך משמעותה שם היא "תפקידים מכובדים" – הכוונה לתפקידים שזכותו של כל אזרח להגיע אליהם.

מושג כבוד האדם שב ומופיע בהצהרה הבין-לאומית לזכויות האדם שחיבר רנה קסן (René Cassin), משפטן יהודי צרפתי, עם הקמת אונסק"ו בשנת 1948.

למעשה, "כבוד האדם" הוא מושג מעורפל יותר וקדום יותר מ"זכויות אדם". עם זאת, מכיוון שהוא נעלם מן הדיון הציבורי למשך שנים רבות ושב אליו רק בשנת 1948, הוא נתפס כמושג חדש.

אין ספק שחזרתו של מושג כבוד האדם למרכז השיח הציבורי בהצהרה הבין-לאומית לזכויות האדם מ-1948 קשורה קשר הדוק למה שקדם לה רק בשנים מעטות: זוויות הנאציזם ומלחמת העולם השנייה, שהשפילה ורמסה את האנושות במידה שלא הייתה מעולם. החברה האנושית השכילה להבין כי קודם לדיון הציבורי-משפטי בזכויות האדם עליה לבסס תשתית רעיונית בדבר כבוד האדם, שנרמס במלחמה האיומה.

כבוד האדם בגלגולו החדש משמש אפוא תשתית רוחנית לעניין זכויות האדם בתקופה שכבר אי אפשר לדבר על סמכות אלוהית – תשתית רעיונית הגותית שממנה ניתן לגזור את מגילת זכויות האדם.

חשיבות הדיון בעת הנוכחית

כבוד האדם משמש, או חייב לשמש, מושג מפתח בחברות הרב-תרבותיות המודרניות. האצתם של התהליכים הגלובליים



לפניה מגוון התפיסות התרבותיות בנושא כבוד האדם? שאלה זו היא שאלת מפתח במציאות של פלורליזם תרבותי מתרחב.

בעיה מרכזית נוספת, שעלתה גם במהלך המפגשים של הפרויקט, היא שרוב החוקרים של נושא כבוד האדם אינם מביאים בחשבון די הצורך את התפיסות השוררות בדתות ובתרבויות האחרות. המאה העשרים ואחת היא מאה רב-תרבותית מובהקת, ובכל זאת המחקרים בנושא כבוד האדם נשארים כבולים בתפיסה המערבית. מטרתו של המחקר האקדמי היא להציג תמונת מצב מפורטת יותר ולשאל את השאלות הנכונות בדבר מושג כבוד האדם ומקבילותיו במסורות תרבותיות אחרות. אחד מיעדי המרכזיים של הפרויקט היה לפתוח את המחקר האקדמי לראיית מושג כבוד האדם בתרבויות שונות משלנו.

זאת ועוד, השיח בנושא כבוד האדם, כמו זה שבנושא זכויות האדם, נתון כיום כמעט כולו בידי משפטנים ומדענים. לדוגמה, העיסוק המוגבר בביואתיקה: כמעט בכל בית חולים פועלת ועדת אתיקה. לעומת זאת, עדיין לא נוסדו ועדות ממלכתיות רחבות אופקים לעניין כבוד האדם העוסקות בהיבטים החברתיים, הדתיים, הפסיכולוגיים, הפילוסופיים והתרבותיים שלו.

מרבית החברות לא השכילו להבין שכיום מתחולל מפגש דרמטי רב-תרבותי כמעט בכל מדינה, בכל עיר, בכל קהילה. עלינו לחקור כיצד מתקיימת התקשורת וההפריה ההדדית במתח הזה שבין המערכת האוניברסלית-הגלובלית לבין מערכות תרבותיות מגוונות.

שאלות מעין אלה כמעט ואינן נשאלות. אנו חייבים להבין שהמציאות הרב-תרבותית דורשת התייחסות וגיוס משאבים שיהיו מסוגלים להתמודד עם האתגרים החדשים שהיא מציבה.

המשפטנית הצרפתייה פרופ' מיריי דלמס-מרטי (Mireille Dellmas-Marty) חוקרת את גלגולי המושגים כבוד האדם וזכויות האדם ואת היחסים וההפריה ההדדית בין מערכת המשפט הבין-לאומית לבין מערכות המשפט הלאומיות.

האקדמיה הנורווגית באוסלו הביעה עניין לתמוך בהמשך הפרויקט, שיתמקד בתכנית מחקרית בין-לאומית בנושא כבוד האדם. האקדמיה הנורווגית עתידה להוציא לאור קובץ מאמרים פרי הסדנאות והכינוס. פרסום זה יכלול מאמרים עקרוניים מפרי עטם של חשובי החוקרים בתחום.

והיווצרותן של חברות רב-תרבותיות במדינות רבות בעולם מעניקות לעניין חשיבות שלא הייתה לו בעבר. אנו חיים בתקופה שבה התרבויות האנושיות כולן מוצאות עצמן בפעם הראשונה מחויבות להתמודד עם שאלות הנוגעות לכבוד האדם. חשוב לזכור ששאלות אלו מטופלות בעת ובעונה אחת בכלי התקשורת בכל פינה בעולם. הן נשאלו בור-זמנית בתחנות הטלוויזיה מארצות הברית ועד מלזיה.

הנה לדוגמה שאלה הנוגעות בעניין הרב-תרבותי: כיצד על רופא גרמני בברלין לבדוק אישה מוסלמית אדוקה ממוצא טורקי המגיעה למרפאת? ברור שעקרונות כבוד האדם הנעוצים בתרבותה אינם מאפשרים לו לבדוק כפי שהיה בודק את שכנתה הגרמנייה.

אין ספק כי אחת מהתופעות הגלובליות המרכזיות כיום היא "הגלובליזציה של השיח" בנושא כבוד האדם. ברור שחברות שונות מתייחסות אחרת למושג כבוד האדם.

אספת שרי החוץ של המדינות המוסלמיות בקהיר (1990), למשל, הצהירה על "כבוד האדם באסלאם". בפסקה 6 בהצהרה נקבע כי האסלאם מייחס לאישה כבוד רב לצד החובות שהוא מטיל עליה. בפסקה אחת אחריה נאמר שהגבר הוא ראש המשפחה. מזה נגזר שזכויות האישה וזכויות הגבר אינן אותן זכויות. דוגמה זו מבליטה את החשש שלעיתים השימוש במונח "כבוד האדם" בא לטשטש, יותר ממה שהוא בא לבסס, את זכויותיו של האדם.

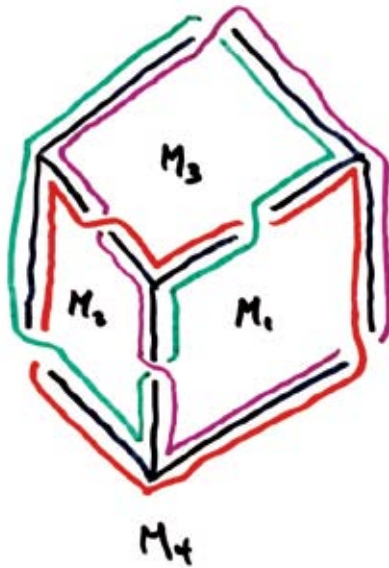
תרבויות בעלות קודים אתיים נבדלים יכולות לנקוט מדיניות של אי-התערבות הדדית כל עוד הן מתקיימות במדינות נבדלות. אולם כאשר אנשים בני תרבויות שונות דרים בכפיפה אחת באותה מדינה, או באותה עיר, מערערת הרב-תרבותיות את יציבותו של המרקם החברתי ולעיתים אף מסכנת את המשך קיומו.

רב-תרבותיות רדיקלית מעלה שאלות נוקבות בנוגע לאפשרות השמירה על אופייה השוויוני והדמוקרטי של החברה שבה היא מתקיימת. מערכת המשפט במדינות רב-תרבותיות נאלצת להתמודד עם סוגיות אתיות כבדות משקל בבואה להחיל מערכת ערכים אוניברסלית על בני תרבויות שונות זו מזו. לדוגמה, שופט גרמניה זיכה לאחרונה – בפסק דין תקדימי ומעורר מחלוקת – בעל מכה בשל היותו ממוצא טורקי.

האם מערכת משפט דמוקרטית מסוגלת אפוא לגשר בין עקרון השוויון בפני החוק לבין הסתירות האתיות שמעמיד

ילכו השניים יחדיו – מדע שימושי ומדע בסיסי

מתוך הרצאתו של **פרופ' ישראל אומן** בישיבה החגיגית של ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת לציון היום הלאומי למדע תשס"ז, שהתקיימה בכ"ג באדר תשס"ז (13 במארכ 2007).
בהתכנסות ציין יו"ר הוועדה, ח"כ זבולון אורלב, שהישיבה החגיגית מוקדשת לזכרו של פרופ' יובל נאמן, אדם ומדען דגול.



המחשת חלק מהדוקטורט (אוקטובר 1954)

אחת משבע הבעיות במתמטיקה הטהורה היא $P=NP$. בעיה זו צמחה ממדעי המחשב – מדע שימושי! אפרופו מדעי המחשב – איך נעשינו המעצמה השלישית בתחום, אחרי קליפורנייה ומסצ'וסטס? התשובה היא שהייתה לנו תשתית טובה במתמטיקה. כאן אין מדובר במתמטיקה "שימושית", אלא במתמטיקה "טהורה" שמלפני 50–60 שנה. אז במתמטיקה השימושית שלטו בכיפה ההידרודינמיקה, המשוואות הדיפרנציאליות ובעיות מעין אלה – נושאים שגם היום הם חשובים, אבל כבר אינם במרכז תשומת הלב. קחו למשל את תורת הקבוצות, שעסק בה המתמטיקאי הישראלי אברהם הלוי פרנקל, נושא שבזמנו לא עניין אדם מן היישוב. ובכן, רבותיי, מזה צמחו מדעי המחשב, שבהחלט נמצאים כיום במרכז תשומת הלב. תלמידיו של פרופ' פרנקל, כמו

הנושא שאדבר עליו כאן הוא מדע שימושי ומדע טהור. נראה כאילו "מדע שימושי" ו"מדע טהור" הם שני דברים נפרדים; כאילו יש מדע שימושי וטכנולוגיה מצד אחד, ויש מדע "בסיסי", טהור, מצד שני. אני רוצה לומר שזה אותו הדבר, ולמעשה איננו יכולים להפריד בין מדע שימושי למדע טהור. אם ננסה להפריד ביניהם, אבוי לנו. זה המסר שאני רוצה "למכור" לכם היום.

בדיוני ועדת שוחט נשמעת הטענה שצריך יותר פיקוח ציבורי על המדע ושהציבור מעוניין במחקר בתחומים מסוימים ולא באחרים – למשל הציבור אינו מעוניין בחקר האסטרופיזיקה, אך הוא כן מעוניין בננו-טכנולוגיה. זוהי טעות גדולה. אינני אסטרופיזיקאי, אבל אנשים שואלים אותי: אמנם אנחנו חזקים מאוד באסטרופיזיקה, אך בכל זאת בשביל מה צריך את זה? התשובה היא שלעולם אין לדעת! בינתיים האסטרופיזיקה היא מדע טהור, אבל מחר היא עשויה להפוך למדע שימושי. אי אפשר למתוח קו – זה מדע שימושי וזה לא. ואם נחליט לתמוך במדע השימושי על חשבון המדע הטהור, לא יהיו לנו אף אחד משיניהם! הם הולכים יחד, יד ביד, ואין קיום לאחד בלעדי האחר.

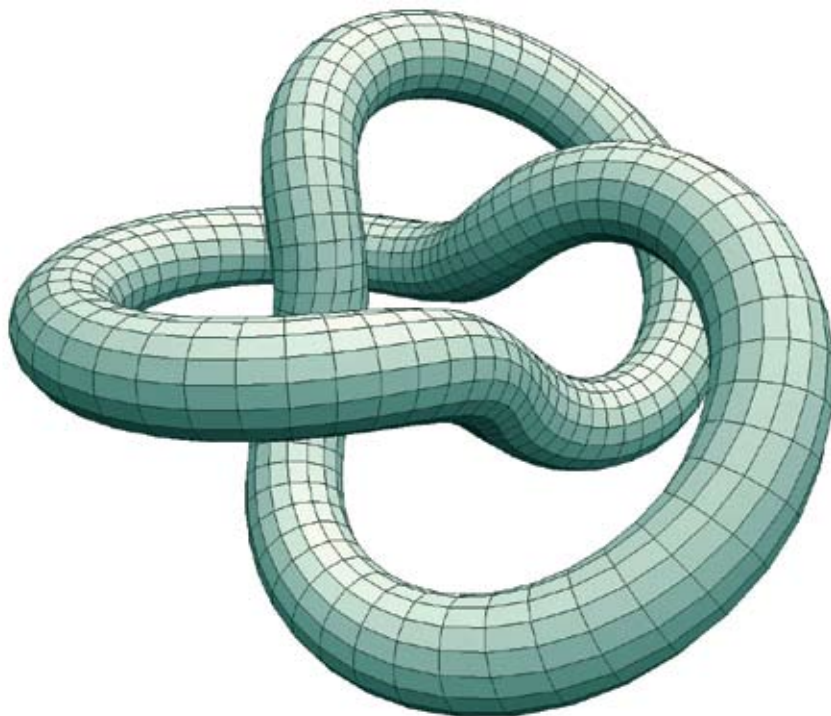
מהו "מדע טהור" ומהו "מדע שימושי"? בישיבה זו דובר על כמה מהבעיות המדעיות העומדות בפני העולם: אנרגייה, שינויי אקלים, שיבוט האדם. כל הבעיות האלה שייכות למדע השימושי. אבל דובר גם על שבע הבעיות הבלתי פתורות במתמטיקה, ואלה הן בעיות של המדע הטהור. להלן אביא דוגמאות מספר לקשר האמיץ שבין שני סוגי המדע. מדע טהור יכול להפוך למדע שימושי, אבל התהליך הוא דו-כיווני, וגם המדע השימושי יכול להפוך למדע טהור. למשל,

ופרטים רבים מהתורה שפיתח הרדי, אינך יכול לעסוק בקריפטוגרפיה, משום שהיא בנויה על יסוד תורת המספרים.

לאחר שגמרתי את לימודי התואר הראשון, התקבלתי ל-MIT ללימודי התואר השלישי במתמטיקה. כאמור, התרשמתי מאוד מהרעיון של "לא לעסוק בשום דבר שימושי". היה נושא אחד שהיה מדע טהור לגמרי, בלי שום שימוש: תורת הקשרים (לימים עברתי לתורת המשחקים, שהיא כבר מדע שימושי מאוד). בתורת הקשרים מדובר בקשרים ממש, כמו הקשר שעושים בעניבה. זה תחום יפה שבו קשה מאוד להוכיח דבר כלשהו. הסיבה העיקרית לבחירת התחום הזה לעבודת הדוקטור הייתה שמדובר בעניינים טבעיים – השאלות הן טבעיות ואפשר להסביר אותן לילדים בבית הספר, אף על פי שהוכחות הן קשות ועמוקות מאוד. אבל לא פחות חשובה הייתה העובדה שאין לזה שום שימוש. בסתיו 1954 סיימתי למעשה את עבודת הדוקטור.

באוקטובר 2004 צלצל הטלפון בדירתי. על הקו היה נכדי יעקב רוזן, שהיה אז סטודנט שנה שנייה בבית הספר לרפואה בבאר שבע. הוא ביקש לדעת מהם מספרי קישור (linking numbers). לשאלתי הסביר שבבית הספר לרפואה לומדים את הנושא והוא מתקשה להבינו. מששאלתי מה הקשר בין תורת הקשרים לרפואה ענה: "לפעמים ה-DNA בתא כלשהו מסתבך, מסתרבל בקשר, וצריך לדעת מהן תכונות הקשר בשביל להעריך מה יהיו תוצאותיו. הוא יכול לגרום לסרטן או לתוצאות אחרות, אבל אפשר גם שלא תהיה לו השפעה. הכול תלוי בתכונות הקשר, לפי תורת הקשרים".

הנה, בדיוק יובל שנים אחרי עבודת הדוקטור שלי, שכביכול אין לה שום שייכות, שום קשר לעולם המציאות, לומדים את הנושא בשנה השנייה בבית הספר לרפואה! זהו הסיפור של "מדע שימושי" ו"מדע טהור". לכן אני אומר ששני הדברים הולכים יד ביד ושניהם נחוצים. אנו זקוקים גם לטכנולוגיה, למדע השימושי ולשימושים עצמם כדי להחיות את המדע הטהור, וגם לחשיבה הבסיסית, הטהורה, שלכאורה אין לה שום שייכות להקשר מעשי כלשהו, כדי להפרות את הטכנולוגיה.



איור "קשר" תלת־ממדי

פרופ' מיכאל רבין ואחרים, הביאו את הבשורה במדעי המחשב מתוך עיסוקם במדע טהור שבטהורים. כשהייתי סטודנט באוניברסיטה לפני שישים שנה בערך, מה שהיה "אפנתי" במתמטיקה הוא המתמטיקה הטהורה – ומה שיותר טהור יותר טוב. העיסוק במתמטיקה שימושית נחשב לא מאוד מכובד. המתמטיקאי האנגלי גודפרי הרולד הרדי (Godfrey Harold Hardy), מגדולי המדענים של המחצית הראשונה של המאה העשרים, היה הכוהן הגדול של הגישה הזאת. הוא היה איש "תורת המספרים" – תורה העוסקת במספרים ראשוניים, בסכומים של ריבועים, חזקות אחרות וכדומה. לנושא זה אין כביכול שום קשר למציאות. הרדי דגל במדע הטהור עד כדי כך שאמר: "אני מצטער רק על דבר אחד שעשיתי בחיים שלי – שפעם הוכחתי נוסחה מסוימת שנעשתה שימושית מאוד בגנטיקה. על זה אני מצטער". זאת הייתה האפנה. הייתי אז צעיר והתרשמתי מזה מאוד והרביתי לקרוא על תורת המספרים. רבותי, היום המספרים הראשוניים עומדים ביסוד הקריפטוגרפיה, ההצפנה. אם אינך יודע מהו מספר ראשוני, ולא רק מהו אלא גם מהן תכונותיו

כינוס בנושא

ירושלים של הדורות הבאים

דיון על עקרונות השימור הארכאולוגי והאדריכלי באגן העיר העתיקה במבט לעתיד

התקיים בבית האקדמיה בי"א-י"ב בסיוון תשס"ז (28-29 במאי 2007)

בשנים האחרונות התבררנו בחפירות ארכאולוגיות מרובות בחלקים שונים של העיר העתיקה וסביבותיה, שבעקבותיהן באו פעולות נרחבות של שימור, פיתוח ובינוי. פעולות אלו יוצרות מצב בלתי הפיך הקובע את דמותה ואת צביונה של ירושלים לדורות. קדושתה של העיר לשלוש הדתות המונותאיסטיות והיותה סמל תרבות לאומי וכלל-עולמי מחייבים את בני דורנו למידה רבה של אחריות באשר לשינויים הנעשים בה. עלינו לבחון את המתרחש כיום בתחום הפעילות הארכאולוגית בירושלים ואת הנעשה לשימור צביונה ושרידי העבר שבה. בכינוס היו הרצאות שעסקו בנושא ממבט היסטורי וחברתי כללי מתוך השוואה למקובל בערים היסטוריות בעולם, הוצגו המפעלים הנעשים בירושלים והתקיימו דיונים בהיבטים המקצועיים, המשפטיים והאתיים שלהם. בדיונים השתתפו קרוב לארבעים חוקרים ודוברים מן האקדמיה וממוסדות אחרים, נציגי הגופים המופקדים על התכנון ועל הביצוע (עיריית ירושלים, רשות העתיקות ורשות הטבע והגנים), אנשי מעשה ועניין בתחום, ארכאולוגים ואדריכלים.

בראש הוועדה המתכננת את הכינוס עמדו פרופ' יורם צפריר, פרופ' מייק טרנר וד"ר גדעון אבני. לכינוס היו הדים ציבוריים רבים ובתום הדיונים התקבלה ההצעה לקיים קבוצת עבודה שתדון בנושא ותציע דרכי פעולה לעתיד.

מחויבות דורנו לדמותה של ירושלים בעתיד

מתוך הרצאת הפתיחה בכינוס

מאת יורם צפריר

אכן, לרוב נעשות החפירות בצורה הטובה ביותר. על כך מגיעות תודות לחופרים ולרשות העתיקות. הבעיה מתעוררת כאשר המניע העיקרי של יזמי החפירות הוא הרצון לפתח את השטח לפי הבנתם. לעתים עומדת לנגד עיניהם חשיפת צפונות העבר בפני הציבור, ולעתים עיקר עניינם הוא שיקולים כלכליים ובעיקר פוליטיים. לא אחת מבקשים היזמים בסיום החפירה להקים בניינים המעלימים, ולעתים הורסים לחלוטין, את השרידים הקדומים. כדי לרצות את הציבור האדריכלים מתאמצים לשלב חלקים מן הממצא בתוך הבנייה המודרנית. אבל כאשר מדובר בתכנית

אי-הנחת השוררת בלב רבים לנוכח המתרחש כיום בירושלים בתחום הטיפול בשטחי החפירות הארכאולוגיות היא הורתו של כינוס זה. התברר כי במקרים לא מעטים החפירה גוררת פעולות בנייה בלתי הפיכות הפוגעות באופיים של האתרים שנחפרו.

מרבית האנשים שפנינו אליהם הסכימו כי אכן הגיעה העת לקיים את הדיון. הם לא שללו, חלילה, את הצורך לחפור בירושלים. היום, כאשר חקר המקורות ההיסטוריים הכתובים כבר קרב למיצוי, הפכו החפירות למקור הידע העיקרי וידע זה הולך ומתחדש בהתמדה.

היזם מגיש את הבקשה לבנות במקום לוועדה המקומית או המחוזית. בשלב הזה הסיכוי שמישהו מבחון יגיש לוועדה התנגדות לבנייה והתנגדותו תתקבל הוא קטן ביותר. האישור יינתן. האדריכל יעשה מלאכה נאמנה וישלב את השרידים העיקריים בתוך המבנה החדש, ולציבור תובטח חוויה שתזכה למחמאות אפילו בתקשורת.

איש אינו מעלה על דעתו, כמובן, כי לנכס תרבותי ומדעי בעל ערך לאומי ועולמי מגיעה התייחסות אחרת. אני מודה כי שנים רבות הייתי מתרגש בכל עת שביקרתי באתר הבית השרוף שברובע היהודי, עד שהבנתי כמה חוסר צדק יש בכליאת ממצאים נדירים כאלה במרתפי בתי מגורים שבקושי, אם בכלל, ניתן להיכנס אליהם. הבית השרוף, החומה והמגדל מימי בית ראשון ומימי בית שני, וכן האפסיס של כנסיית



שרידים מימי הביניים מעל הרחוב הרומי, במהלך חפירה (בחפירות של רשות העתיקות, ממערב לרחבת הכותל). צילום: Epix.

הנצח, הגדולה בכנסיות ירושלים, שזכתה בשעתה לתהילת עולם – ממצאים מאלפים שאין ערוך לחשיבותם – כלואים במרתפים חשוכים, בחלקם סגורים, של בתי מגורים. אפילו הקרדו המהולל, המושך תיירים, נכלא בחלקו שלא לצורך תחת בנייני מגורים. ברור שהערך התרבותי, ואפילו הערך התיירותי הכלכלי, היו נשמרים יותר לו ויתרו היזמים והבונים על שחזור בניין אחד או שניים מן הבניינים החדשים. אבל החליט מי שהחליט שמצוות בניית עוד בית ברובע היהודי גדולה ממצוות שימור ערכי התרבות האצורים באדמתו.

שנים עברו עד שהבנתי כי אפילו את האתר המופלא המכונה "הרובע ההרודיאני" – שרידי ירושלים בשיא תהילתה – אנסו להיכלא במרתפים מתחת לבניין של ישיבה, בין עמודי המסד וצנרת המים והביוב. המקום אמנם יפה ומרגש ועשוי בטוב טעם, אך שיערו בנפשכם מה נפלא היה האתר לו נשאר חשוף ומוצג ברחבות כפי שמוצגים למשל השרידים במצדה ובבית שאן.

הבניינים שאני מדבר עליהם נבנו לפני זמן רב. אני מעז לבקש שבניינים שכבר קיימים יסולקו. אבל מותר לבקש שנגונן על מה שטרם נפגע ולהציע שנקבע סטנדרטים חדשים.

לבנות על שטח ארכאולוגי נרחב או לכלוא בתוך בניין אחד מבנה קדום רחב ידיים, התוצאה הסופית היא דורסנית.

היכן אפוא טמונה הסכנה? אני מציג תסריט תאורטי שאינו מנותק לגמרי מהמתרחש במציאות: יזם מסוים רוכש שטח או מקבל מן המדינה חזקה על שטח ציבורי ועל מבנים שבו. הוא מבקש לפתח את המקום ולבנות בו בנייני מגורים או מבני ציבור ופונה, כחוק, לרשות העתיקות או לגוף מורשה אחר. אפשר שהיזם יממן את העבודה אך ידאג שהיא תבוצע באמצעות משרד ממשלתי, על מנת להחליש את הביקורת הציבורית.

היזם אינו מסתיר את כוונתו לבנות על השטח לאחר שרשות העתיקות תשחרר אותו, והוא מודע לסיכון שהמקום לא ישוחרר והשקעתו תדר לטמיון.

בתום שנים של חפירה, ובהתחשב בזה שהיזם לא הסתיר את תכניתו, סביר להניח כי הרשות, שבאה על סיפוקה מן הבחינה המדעית, לא תתנגד לבנייה במקום אלא אם כן יתגלו שרידים בעלי ערך לאומי עליון. לכל היותר היא תאפשר את הבנייה בתנאי שהשרידים או חלק מהם יישמרו בין המבנים או בקומת המסד של הבניין שייבנה.



שרידי עמודים (בחלקם משוחזרים) המקיפים חצר פנימית בבית אמידים מימי בית שני. השרידים מופרעים על ידי יסודות צנרת הבניין במרתף ישיבת פורת יוסף. צילום: ששון תירם.

קריאה אל הגופים האחראים – רשות העתיקות, העירייה, משרד השיכון – אל תהרסו את השטח המיוחד במינו הזה בבניינים חדשים!

רבים יתמהו למשמע דבריי. מי יקרא – אתה תקרא? הציבור יקרא? הרי יש מערכת מסודרת של קבלת החלטות, ועל פיה עומדת להיקבע ההחלטה. מיהו הציבור אפוא? איני יודע מי בדיוק מייצג אותו, אבל הנה כמה דוגמאות המלמדות שהציבור הפך כוח של ממש כשמדובר בשמירה על ערכי טבע:

♦ לאחרונה הוגשה בקשה לעצור בנייה של רכבל בחרמון – מיזם תיירותי וכלכלי רב ערך – בגלל הימצאותו של אירוס נדיר במקום.

♦ בניית יישוב על רכס הגלבע, שכבר אושרה כחוק, נעצרה כדי למנוע פגיעה בשמורת האירוסים במקום.

♦ מפעל בנייה אדיר ממדים ועתיר ממון במערב ירושלים הוקפא כיוון שערכי שמירת הטבע והנוף כבר הפכו לנחלת הכלל.

אבל כשמדובר בארכאולוגיה עדיין שוררת אותה נמיכות הרוח, כמעט התבטלות, בפני הרשויות ובפני בעלי יזמה וממון.

אני מבקש להעלות כדוגמה שני מקומות העומדים על הפרק.

המקום הראשון נמצא בפנים החומה ליד שער הפרחים. במקום נרכש שטח אשר יועד בשעתו לבנייה למגורים. זה זמן רב נערכת שם חפירה מטעם רשות העתיקות. מקור המימון הוא כפי הנראה עמותה העוסקת ביישוב יהודים בעיר העתיקה, אך העבודה הוזמנה על ידי משרד השיכון, המצפה כי השטח ישוחרר לבנייה למגורים.

העבודה במקום טרם הסתיימה וגורל השטח טרם נדון ברשות העתיקות, אבל התחושה בלב אנשים הקרובים לנושא היא שהרשות לא תוכל לסרב לבקשת הבנייה לאחר השקעה גדולה כל כך.

במקום התגלו שרידים מימי בית שני ומימי הביניים, ובעיקר חשוב המבט מפנים העיר לכיוון חומת העיר. אין כאן שרידים יחידים יוצאים מן הכלל, להוציא את החומה, אבל יש קטע של מרקם עירוני. זה המקום היחיד בצפונה-מזרחה של העיר שנחפר. על פי מפות ירושלים הצלבנית חוקרים מזהים אותו כשכונת היהודים. מותר לנו בהחלט לצפות שהשטח יישאר לא בנוי. אני חושב כי מכאן צריכה לצאת

כל המבנים העתיקים, וגם המצוק, יוצגו לקהל. אבל דעת אנוש מתקשה להבין כיצד יבוצע מעשה הקסמים הזה: גם יישמרו העתיקות ולא ייהרסו בבניית עמודים ויסודות, גם לא יופרע תפקוד הבניין, גם יוצג מצוק הסלע וגם לא יתקלקל קו הרכס הירושלמי, האופייני כל כך לעיר העתיקה.

גם במקרה הזה, מכיוון שהרשויות אינן מבינות, צריך הציבור לקום ולעמוד על זכותו שלא ייהרסו נכסיו התרבותיים. יש לתת מקום לתקווה שיום אחד יחוברו כל קטעי הרחוב בחפירה ויהפכו לדוגמה מופלאה של רחוב עירוני בירושלים מן המאות הראשונות לספירה. חשוב גם שתצא קריאה אל רשות העתיקות שתתעשת ותתקש על זכותה, ועל חובתה, לגונן על העתיקות ולא להתפשר אלא במקרים שבאמת אי אפשר אחרת. ולסיום עוד כמה משפטים אישיים: בשנת 1992 ניטש קרב קשה נגד תכנית שנתמכה בידי כל גורמי השלטון הממשלתיים, לבנות יותר ממאתיים יחידות דיור על המדרון המזרחי של גבעת עיר דוד. ברור היה לכול כי המדובר בהריסה מוחלטת של חלק גדול מעיר דוד. המהלך הזה נעצר בזכות ההתנגדות הנחרצת של

ארכאולוגים ואנשי אקדמיה ושל ראש העירייה דאז, טדי קולק, אבל לא פחות מזה בזכות שינויים פוליטיים שהתחוללו באותם ימים בארץ.

ידוע לי שמי שהוביל אז את תכנית הבנייה מברך היום על שהתכנית ההרסנית לא יצאה לפועל. על כן אינני נרגש מכך שהגופים המכונים "המערכת" לוחצים ותובעים. לפעמים מדובר בדעתם של איש אחד או שניים, העשויים לשנות את דעתם ולכוון את המאמץ דווקא לשימור האתר והאדריכלות שבו. התפקיד שלנו אפוא הוא לעצור את ההריסה הנמהרת, להותיר זמן ארוך לשיקול דעת, לתכנן ולראות כיצד מתפתחים הדברים. אולי תהיה מחשבה שנייה.

התכנסנו כאן כדי להתחיל את המהלך, לבחון את עצמנו, את תהליכי החשיבה שלנו. ואין לי ספק שבתום היוםיים נצא עשירים יותר ממה שהיינו כשנכנסנו.

המקרה השני מורכב עוד יותר. הקרן למורשת הכותל יזמה הרס של מבנים מודרניים מכוערים בעליל בקצה המערבי של רחבת הכותל. היא הודיעה על כוונתה לבנות מוזאון למורשת הכותל ויזמה חפירה במקום בעזרת תרומה שגייסה.



שרידי אולם מימי בית שני כלואים במרתף ישיבת פורת יוסף ברובע היהודי. צילום: ששון תירם.

המצאים במקום מיוחדים במינם ובעלי חשיבות יוצאת מגדר הרגיל. נחשף כאן מצוק הסלע המלאכותי המעצב את נופה של ירושלים בגבול המזרחי של הרובע היהודי. התגלו שרידים חשובים ביותר מימי בית ראשון ועד לעת החדשה, והחשוב מכול – קטע של אחד משני הרחובות הראשיים של ירושלים הרומית-ביזנטית. אין ספק כי זהו רחוב העמודים המזרחי המתואר במפת הפסיפס ממידבא. המשכו של אותו רחוב התגלה בחפירות מדרומו ומצפונו של שער האשפות. לא צריך להיות נביא גדול כדי לחזות כי יום אחד יחוברו הקטעים ברצף, ובכך יהפוך המקום לאחד האתרים החשובים והמרשימים בירושלים ויהווה מוקד עניין לאנשי המדע ולציבור.

אלא שמישהו כבר החליט כי המקום יותר לבנייה, וכבר נבחרה אדריכלית. כאן אפילו אין מכחישים, רק מרגיעים:

הרצאות, כינוסים ואירועים באקדמיה בתשס"ז

כ"ו-כ"ז בכסלו תשס"ז (17-18 בדצמבר 2006)

כבוד האדם: המפגש הראשון של פרויקט הסדנאות הבין-לאומיות

נושא הסדנה: האספקטים הדתיים וההיסטוריים של מושג הכבוד האנושי בתרבויות שונות במהלך ההיסטוריה
יושב ראש: פרופ' שאול שקד; מנחה הפרויקט:
פרופ' גדליה סטרומזה
(ראו לעיל בעמ' 42)

י"ב בטבת תשס"ז (2 בינואר 2007)

הרצאת אורח

פרופ' סיריל אסלנוב

בין שירי אהבים לשירי מלחמה בשירת הטרוברורים:

ניגוד או השלמה הדדית?

יושב ראש: פרופ' ב"ז קדר

י"ז בטבת תשס"ז (7 בינואר 2007)

סימפוזיון ג'יימס פרנק

במסגרת הפרויקט הדו-לאומי גרמניה-ישראל
בשיתוף קרן מינרבה

יושב ראש: פרופ' רפאל דוד לוין

ההרצאה לזכר ג'יימס פרנק

פרופ' פרנץ קראוס Prof. Ferenc Krausz

Attosecond Physics – Controlling and Steering the Motion of Electrons on the Atomic Scale



פרופ' מנחם מאוטנר

ט"ז באדר תשס"ז

(6 במארס 2007)

הרצאת אורח

פרופ' מנחם מאוטנר

שלוש גישות על משפט ותרבות

יושב ראש: פרופ' יצחק אנגלרד

הרצאות החברים החדשים בחנוכה תשס"ז

כ"ח בכסלו תשס"ז (19 בדצמבר 2006)

הישיבה הפתוחה של האספה הכללית

פרופ' משה אורן

P53: מגן טבעי מפני מחלת הסרטן

פרופ' משה אידל

ר' נחמיה בן שלמה הנביא וכ"י לונדון,

הספרייה הבריטית 752

פרופ' גדעון דגן

מים: אתגר למדעי ההנדסה והסביבה

פרופ' סרג'ו הרט

תורת המשחקים: מדע טהור שימושי

פרופ' שולמית וולקוב

פתיחות והדרה: האקדמיות למדעים במאה

השמונה-עשרה

פרופ' דוד קשדן

מתמטיקה ותרבות: עבר, הווה ועתיד

הרצאות אורחים וכינוסים

כ' בכסלו תשס"ז (11 בדצמבר 2006)

ביקור הפיזיקאי הבריטי פרופ' סטיבן הוקינג

(Prof. Stephen Hawking)

ומפגש עם מועצת האקדמיה, חברי האקדמיה

ופיזיקאים צעירים



מימין: פרופ' מנחם יערי, שגריר בריטניה בישראל
טום פיליפס ופרופ' סטיבן הוקינג

ערבי עיון וכינוסים לכבוד חברי האקדמיה

ל' במרחשוון תשס"ז (21 בנובמבר 2006)

מדור לדור בחקר השואה והאנטישמיות

ערב עיון לכבוד פרופ' יהודה באואר במלאות לו שמונים שנה

בהשתתפות פרופ' חיים אבני ופרופ' ישראל גוטמן

(יושבי ראש), ד"ר דוד זילברקלנג, פרופ' חנה יבלונקה,

פרופ' ירחמיאל כהן, פרופ' דליה עופר, פרופ' דינה פורת,

פרופ' ב"ז קדר, ד"ר רוברט רוזט.



מימין: פרופ' יהודה באואר, פרופ' חיים אבני ופרופ' יוסף קפלן

ט"ז בכסלו תשס"ז (7 בדצמבר 2006)

ערב לכבודה של פרופ' יהודית בירק בהגיעה לגבורות

בהשתתפות פרופ' אילן חת (יושב ראש), ד"ר שלום אפלבוים,

ד"ר אהד בירק, ד"ר עינת בירק, ד"ר צחי בירק, ד"ר רות בירק



מימין: פרופ' יהודית בירק, פרופ' שלמה גרוסמן
ופרופ' אפרים קציר

כ"ג-כ"ד באדר תשס"ז (13-14 במארס 2007)

סדנה דו-לאומית טייוואן-ישראל בנושא

**Dynamics on Many Length (and Time) Scales:
From Elementary Chemical Processes to Nano
and Surface Functionalities**

הסדנה נערכה במסגרת ההסכם הדו-לאומי בין האקדמיות
למדעים משתי המדינות, ובשיתוף מרכזי ננו-טכנולוגיה
באוניברסיטאות בישראל. השתתפו בה כעשרים וארבעה
חוקרים מטייוואן ומישראל.



מימין: פרופ' רפאל ליון ופרופ' יואן צה לי

כ"ט-ל' בניסן תשס"ז (17-18 באפריל 2007)

סדנה דו-לאומית הונגריה-ישראל בנושא: הגישה

הפסיכולוגית לעומת הגישה הפיזיולוגית להבנת ההכרה

הסדנה נערכה במסגרת ההסכם הדו-לאומי בין האקדמיות
למדעים משתי המדינות, והשתתפו בה כשנים-עשר חוקרים
מהונגריה ומישראל.

ח' באייר תשס"ז (26 באפריל 2007)

הרצאת אורח

פרופ' פיטר ון דר הורסט

(Prof. Pieter W. van der Horst)

The Myth of Jewish Cannibalism

יושב ראש: פרופ' בנימין איזק

י"א-י"ב בסיוון תשס"ז (28-29 במאי 2007)

**כינוס בנושא: ירושלים של הדורות הבאים - דיון על
עקרונות השימור הארכאולוגי והאדריכלי באגן העיר
העתיקה במבט לעתיד**

מארגני הכינוס: פרופ' יורם צפריר, פרופ' מייק טרנר
וד"ר גדעון אבני (ראו לעיל בעמ' 47)

הרצאות שנתיות

כ"ד באדר תשס"ז (14 במארס 2007)
ההרצאה השנתית על שם אלברט איינשטיין
 פרופ' יואן צה לי (Prof. Yuan Tseh Lee) הרצה על
Energy, Environment, and the Responsibility of Scientists
 בהשתתפות פרופ' מנחם יערי (יושב ראש),
 פרופ' רפאל דוד לוין



מימין: פרופ' מנחם יערי, פרופ' יהושע יורטנר ופרופ' יואן צה לי

א' באייר תשס"ז (19 באפריל 2007)
ההרצאה השנתית השבע-עשרה לזכרו של
פרופ' שלמה פינס
 פרופ' קריסטינה ד'אנקונה (Prof. Cristina D'Ancona) הרצתה על
Man's Conjunction with Intellect: An Unexpected Neoplatonic Source of Western Muslim Philosophy and Shlomo Pines's "Proclus Arabus"
 יושב ראש: פרופ' שאול שקד

כינוסים לזכר חברי האקדמיה

כ' בכסלו תשס"ז (11 בדצמבר 2006)
ערב לזכרו של פרופ' חיים תדמור
 בהשתתפות פרופ' יעקב קליין (יושב ראש),
 פרופ' שמואל נח אייזנשטדט, מר חיים גורי, ד"ר נתן וסרמן,
 פרופ' מנחם יערי, פרופ' מרדכי כוגן, פרופ' נדב נאמן

י"ח באדר תשס"ז (8 במארס 2007)
ערב השקה לספר "מילון לטקסטים ערביים-יהודיים מימי הביניים" מאת פרופ' יהושע בלאו
 בשיתוף מכון בן-צבי והאקדמיה ללשון העברית
 בהשתתפות פרופ' שאול שקד (יושב ראש),
 ח"כ פרופ' מנחם בן-ששון, פרופ' סימון הופקינס,
 פרופ' יוסף יהלום, פרופ' מרדכי עקיבא פרידמן



פרופ' יהושע בלאו

י' בניסן תשס"ז (29 במארס 2007)
ערב עיון לכבוד פרופ' גדעון גולדנברג לרגל צאתו לאור של ספר היובל לכבודו
 בשיתוף החוג לבלשנות באוניברסיטה העברית בירושלים
 בהשתתפות פרופ' אריאל ששה-הלוי (יושב ראש),
 ד"ר טלי בר, פרופ' ישראל ברטל, מר יער חבר,
 פרופ' משה טאובה, פרופ' שלמה יזרעאל,
 פרופ' ב"ז קדר



פרופ' גדעון גולדנברג

מקבלי המלגות: ד"ר דמיטרי בובילב (מרכז רפואי סורוקה),
ד"ר נטע גולדשמידט (בית החולים "הדסה" עין כרם),
ד"ר אסתר-איתי ממון (המרכז הרפואי המשובל ע"ש חיים
שיבא), ד"ר אלי רימון (המרכז הרפואי תל-אביב ע"ש
סוראסקי)

י"ז באב תשס"ז (1 באוגוסט 2007)

סמינר אדאמס תשס"ז (2007)

הסמינר התקיים בהשתתפות מלגאי אדאמס ממחזורי
תשס"ו-תשס"ח וחברי ועדת המלגות מטעם האקדמיה:
פרופ' יורם גרונר (יושב ראש), פרופ' נוגה אלון,
פרופ' יגאל תלמי.

המפגש יוחד לציון יום הולדתו ה-87 של מר מרסל אדאמס,
ומר אדאמס נכח בו עם משפחתו.
יושב ראש: פרופ' מנחם יערי
הרצאת אורח: פרופ' ישראל אומן
Game Engineering



מר מרסל אדאמס עם המלגאים



מימין: פרופ' ישראל אומן ומר מרסל אדאמס

י"ב בשבט תשס"ז (31 בינואר 2007)

ערב לזכרו של פרופ' גרשון שקד

בהשתתפות פרופ' ב"ז קדר (יושב ראש), פרופ' הלל דלסקי,
ד"ר אריאל הירשפלד, פרופ' שלומית רמון-קינן,
פרופ' יגאל שוורץ, ד"ר מלכה שקד

א' בניסן תשס"ז (20 במארס 2007)

ערב עיון לציון 25 שנים למותו של פרופ' גרשם שלום

בהשתתפות פרופ' משה אידל (יושב ראש), גב' שפרה
אסולין, פרופ' סטיבן אשהיים, פרופ' יהודה ליבס

כ"ו באייר תשס"ז (14 במאי 2007)

ערב לזכרו של פרופ' יובל נאמן

בהשתתפות יגאל תלמי (יושב ראש), אלוף (מיל')
פרופ' יצחק בן-ישראל, אלוף (מיל') שלמה גזית,
מר אורי וירצבורגר, פרופ' צבי יעבץ, פרופ' צבי ליפקין,
פרופ' ויטלי מילמן, מר דן מרגלית, פרופ' דן עמיר



משפחה וידידים בערב לזכרו של פרופ' יובל נאמן

טקסי הענקת מלגות ופרסים

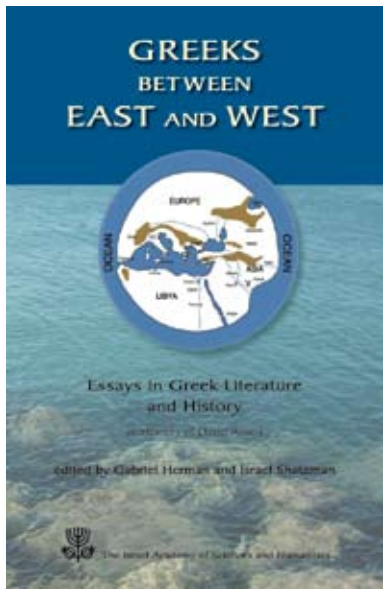
ט"ז בתמוז תשס"ז (2 ביולי 2007)

טקס הענקת מלגות רופא-חוקר לשנת תשס"ז (2007)

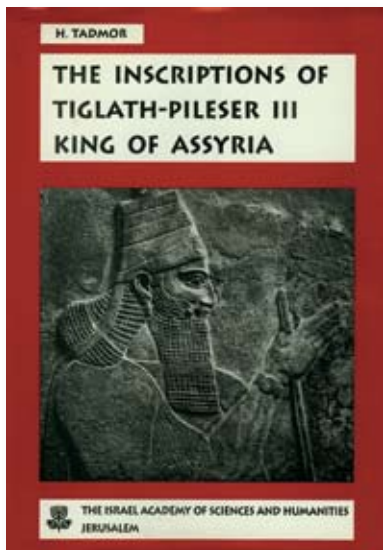
מפעל משותף לקרן בת-שבע דה רוטשילד באקדמיה
הלאומית הישראלית למדעים וללשכת המדען הראשי
במשרד הבריאות

בהשתתפות פרופ' רות ארנון, יו"ר חבר היועצים של קרן
בת-שבע דה רוטשילד (יושבת ראש), מנכ"ל משרד הבריאות
פרופ' אבי ישראל, נציג עמותת ישעיה הורוויץ עו"ד יאיר
גרין, המדען הראשי במשרד הבריאות פרופ' רמי רחמימוב

בהוצאה לאור



השנה יצא לאור בהוצאת האקדמיה קובץ המאמרים *Greeks between East and West: Essays in Greek Literature and History in Memory of David Asheri* בעריכת גבריאל הרמן וישראל שצמן. הקובץ הוא ברובו פרי יום עיון לזכר דוד אשרי שהיה באקדמיה בניסן תשס"ב (מארס 2002) בנושא "יוונים בין מזרח למערב". המאמרים פורסים קשת רחבה של נושאים הקשורים לתרבות היוונית ומפגשים ממפגשים שונים בין חלקים שלה וכן בינה לבין התרבויות שפגשה במהלך התפשטותה מזרחה. מפגשים מהסוג הראשון הם למשל המפגש בין ה"מיתוס" הפואטי ובין ה"אמת" ההיסטורית; בין היסטוריונים ובין המורשת הפואטית שלהם; בין התרבות הפוליטית של ספרטה ובין זו של אתונה; בין מציאות ובין טקס. עם המפגשים מן הסוג השני נמנים מפגשו של ה"יווני" עם ה"אחר" בכתביו של קְטִיסִיאס; מקורו של המונח "טירן" (τύραννος) בקשרי נישואים במשפחות המלוכה באנטוליה של הזמן העתיק; הקשר בין הפלשתים המקראיים ובין מסורת יוונית על גזע אבוד של גיבורים; עקבותיהם התרבותיות של מתנחלים יוונים ושל שכניהם המקומיים שנחשפו באתרים בסביבות הים השחור. בספר נכללה גם רשימת הפרסומים של דוד אשרי, שערכה דבורה גילולה.



הדפסות חדשות העומדות לראות אור

ספרו של חיים תדמור *The Inscriptions of Tiglath-pileser III, King of Assyria*, שנדפס בפעם הראשונה בשנת תשנ"ה (1994) ואזל מן המלאי, יצא בקרוב בהדפסה שנייה בצירוף הוספות ותיקונים מאת המחבר.

ירושלמי נזיקין: יוצא לאור על-פי כתב-יד אסקוריאלי בצירוף מבוא על-ידי אליעזר שמשון רוזנטל; הוסיף מבוא ופירוש שאול ליברמן; ועתה נוספו קטעים מן הגניזה האיטלקית בצירוף מבואות מאת דוד רוזנטל. הספר נדפס בפעם הראשונה בשנת תשמ"ד וזו הדפסתו השלישית, ובה נוספו קטעי הגניזה האיטלקית.

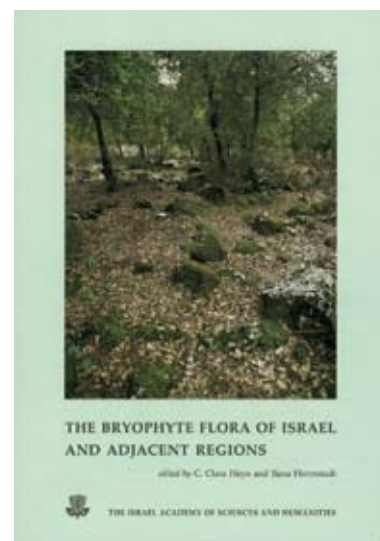
פרסים

מילון לטקסטים ערביים-יהודיים מימי הביניים מאת יהושע בלאו זכה בפרס לספרי יַעֲן ביהדות לשנת 2006 מטעם חטיבת ספריות המחקר, הארכיונים והאוספים המיוחדים של איגוד הספריות היהודיות (Association of Jewish Libraries – AJL). באתר האינטרנט של AJL נכתב על הספר: "עבודה זו היא תרומה מעולה לשדה לימודי הערבית-היהודית, שעד כה חסרו לו כלי מחקר מקיפים באיכות גבוהה".

לדברי פרופ' יוחנן פרידמן, יו"ר ועדת הפרסומים של האקדמיה, המילון מעמיד את חקר התרבות הערבית-היהודית, אחד הענפים החשובים של תרבות ישראל בימי הביניים, על בסיס לשוני איתן ומקל על עבודתו של כל חוקר בתחום.



ספרן של קלרה חן ואילנה הרנשטט *The Bryophyte Flora of Israel and Adjacent Regions*, שיצא בסדרת Flora Palaestina, זכה לשבחים. הארגון OPTIMA (Organization for the Phyto-Taxonomic Investigation of the Mediterranean Area), ארגון בין-לאומי של בוטנאים העוסקים באזור הים התיכון, מעניק מדליית כסף שנתית למחבריה או עורכיה של העבודה הטובה ביותר באותה השנה בתחום הטקסונומיה של הצמחים של אזור זה. בחודש ספטמבר 2006 הוענקה מדליית הכסף למחברות "פלורת הטחבים". בגיליון 38 של *OPTIMA Newsletter* מופיעה ביקורת מאת Werner Greuter, הכותב שהספר הוא "הישג ראוי לציון", "הפרסום המשובח ביותר בבוטניקה טקסונומית של הים התיכון שפורסם ב-2004" ושהוא יהיה כלי מועיל ואף חיוני לחוקרי התחום.



ספרים חדשים מאת חברי האקדמיה

משה אידל, מקובלים של לילה, ירושלים: הוצאת כרמל, תשס"ז.

דני רבינוביץ ושמואל נח אייזנשטדט, "על לימודי ישראל, לימוד יהדות, מודרניזציות וגלובליזציה" (סדרת שיחות), חנה הרצוג, טל כוכבי ושמשון צלניקר (עורכים), דורות מרחבים זהויות – מבטים עכשוויים על חברה ותרבות בישראל: לשמואל נח אייזנשטדט בהגיעו לגבורות, מכון ון ליר בירושלים והקיבוץ המאוחד, תשס"ז.

מ"ע פרידמן (עורך), תרבות היהודים בארצות האסלאם וחקר הגניזה: מחקרי הקתדרה ע"ש יוסף וסיל מייזר, כרך ד: יוסף טובי, השירה, הספרות הערבית-היהודית והגניזה, הוצאת אוניברסיטת תל-אביב, תשס"ו.

Malachi Beit-Arié, Colette Sirat, and Mordecai Glatzer, *Codices Hebraicis litteris exarati quo tempore scripti fuerint exhibentes*, Part IV: De 1144 à 1200 (Monumenta Palaeographia Medii Aevi: Series Hebraica, 4), Turnhout: Brepols, 2007.

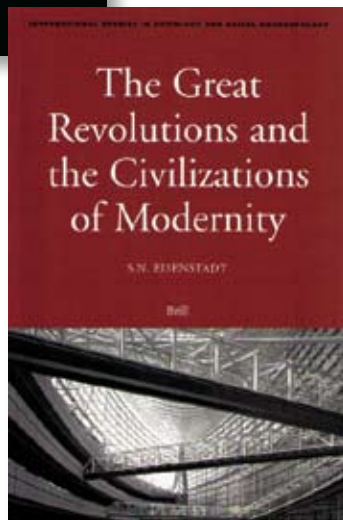
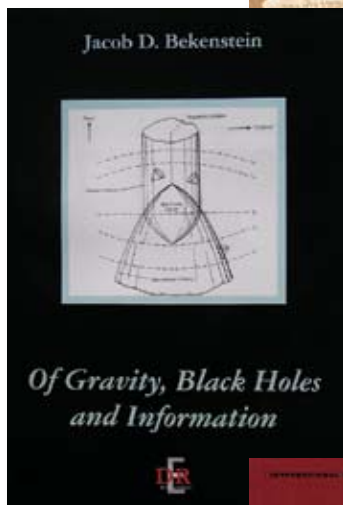
Jacob D. Bekenstein, *Of Gravity, Black Holes and Information*, Rome: Di Renzo, 2006.

S.N. Eisenstadt, *Die grossen Revolutionen und die Kulturen der Moderne*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2006.

S.N. Eisenstadt, *Reflections on Modernity: Collection of Essays* (in Chinese), Beijing: SDX Joint Publishing Company, 2006.

S.N. Eisenstadt, *Las grandes revoluciones y las civilizaciones de la modernidad*, Madrid: Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, 2007.

S.N. Eisenstadt, *Múltiplas modernidades: Ensaios* (in Portuguese), Lisbon: Livros Horizonte, 2007.



S.D. Goitein and **Mordechai A. Friedman**, *India Traders of the Middle Ages: Documents from the Cairo Geniza* (Études sur le Judaïsme médiéval, 31), Leiden: Brill, 2007.

Sorin Antohi and **Moshe Idel**, *Ceea ce ne Uneste*, Iasi: Polirom, 2006.

Moshe Idel, *Chaines Enchantées*, trans. J-F. Sené, Paris: Bayard, 2007.

Moshe Idel, *Der Golem* (expanded version), trans. Christian Weise Frankfurt: Suhrkamp, 2007.

Moshe Idel, *Golem Zidovské Magické a Mystické Tradice o umlém lovku*, Prague: Vysehrad, 2007.

Moshe Idel, *Kabala: Nowe Perspektywy*, trans. Mikolaj Krawczyk, Krakow: Nomos, 2007.

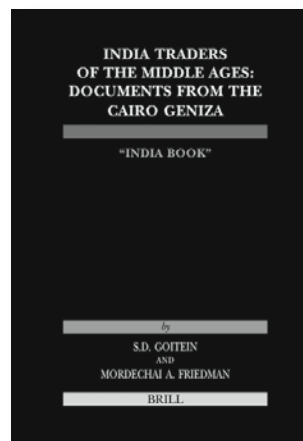
Moshe Idel, *La Cabala in Italia 1280–1510*, trans. Fabrizio Lelli, Florence: Giuntina, 2007.

Harry J. Lipkin, *Beta Decay for Pedestrians*, New York: Dover Publications, 2004.

Harry J. Lipkin, *Lie Groups for Pedestrians*, New York: Dover Publications, 2005.

Harry J. Lipkin, *Quantum Mechanics: New Approaches to Selected Topics*, New York: Dover Publications, 2007.

David Shulman and Sergio La Porta (eds.), *The Poetics of Grammar and the Metaphysics of Sound and Sign*, Leiden: Brill 2007.



רשימת חברי האקדמיה

החטיבה למדעי הרוח

מנחם יערי, הנשיא
יוחנן פרידמן, יו"ר החטיבה
ישראל אומן
משה אידל
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
סרג'ו הרט
מנחם הרן
שולמית וולקוב
ישראל ייבין
נילי כהן
רות נבו
דוד נבון
יוסף נוח
מרגלית פינקלברג
דניאל פרידמן
מרדכי עקיבא פרידמן
יורם צפריר
בנימין ז' קדר
איתן קולברג
מיכאל קונפינו
אשר קוריאט
מאיר יעקב קיסטר
יעקב קליין
יוסף קפלן
אריאל רובינשטיין
דוד שולמן
שאול שקד
אריאל ששה־הלוי

החטיבה למדע הטבע

רות ארנון, סגנית הנשיא
רפאל משולם, יו"ר החטיבה
שמואל אגמון
יקיר אהרנוב
משה אורן
נוגה אלון
יוסף אמרי
יהודית בירק
צבי בן־אברהם
יעקב בקנשטיין
יוסף ברנשטיין
יורם גרונר
עמירם גרינולד
אריה דבורצקי
גדעון דגן
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 דוד לוין
אלכסנדר לויצקי
יורם לינדנשטראוס
צבי ליפקין
חיים סידר
מיכאל סלע
הלל פורסטנברג
איליה פיאטצקי־שפירו
אמיר פנואלי
דב פרומן
אהרן צ'חנובר
אפרים קציר
דוד קשדן
מיכאל רבין
מישל רבל
יחזקאל שטיין
יצחק צבי שטיינברג
יוסף שילה
דן שכטמן
שהרן שלח
עדי שמיר
נתן שרון
זאב תדמור
יגאל תלמי

