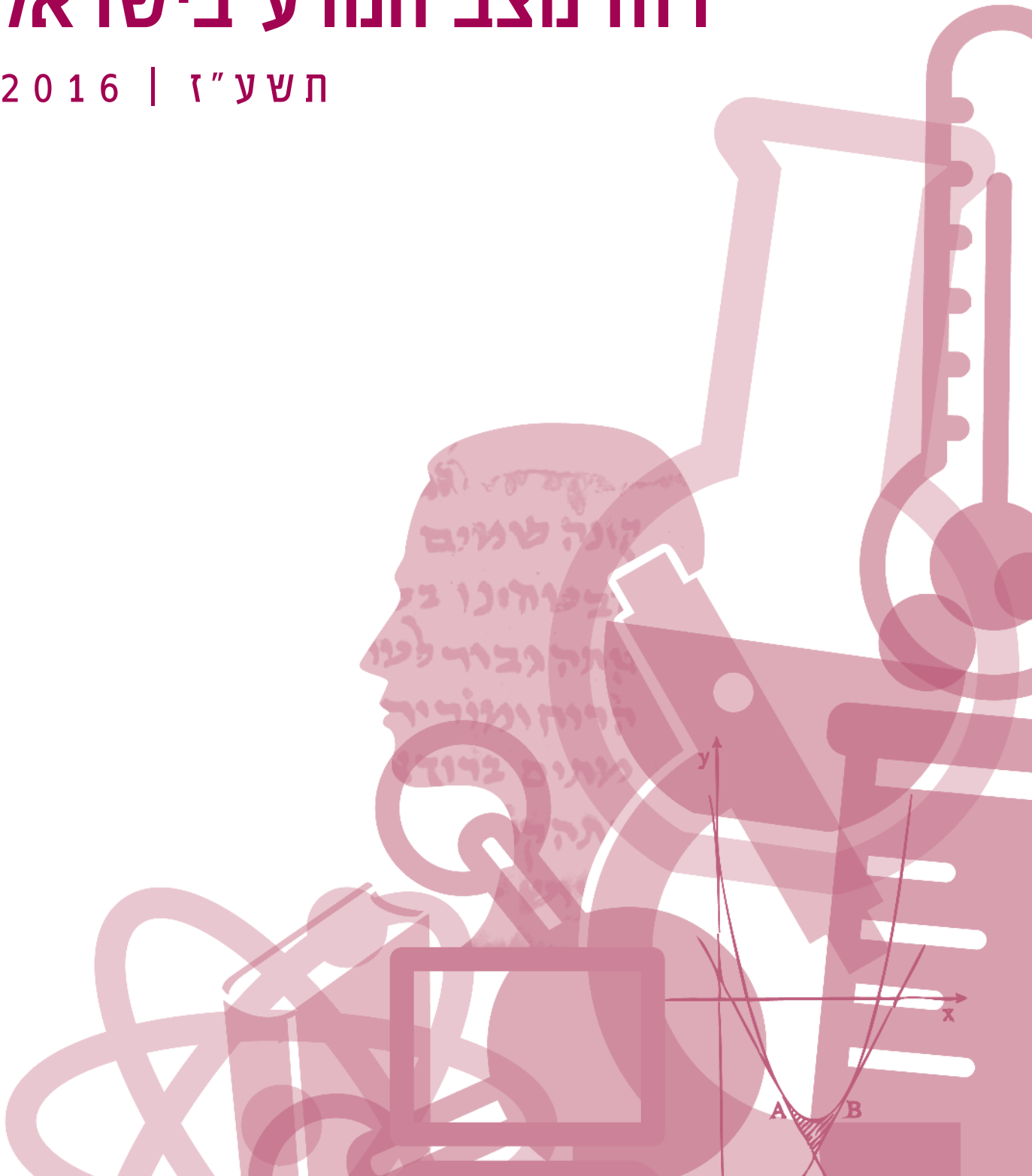




# דוח מצב המדע בישראל

תשע"ז | 2016





# דוח מצב המדע בישראל

תשע"ז | 2016

עריכה: ד"ר עידן ירון  
עיצוב והפקה: סטודיו שמעון שניידר

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים  
רחוב ז'בוטינסקי 43  
כיכר אלברט איינשטיין, ירושלים 9104001  
טלפון 02-5676222, פקס' 02-5666059

[www.academy.ac.il](http://www.academy.ac.il) [avital@academy.ac.il](mailto:avital@academy.ac.il)



## תוכן העניינים

4	תודות
5	הקדמה
6	תקציר
9	הישגים בראי פרסים בין־לאומיים ולאומיים חשובים
15	דו"ח תת־הוועדה לחסרים בתשתיות לאומיות
19	דו"ח תת־הוועדה למצב מדעי הרוח והחברה
25	דו"ח תת־הוועדה למחקר תרגומי
35	דו"ח תת־הוועדה לקשרי מדע בין־לאומיים
43	תשומות-תפוקות של המערכת המדעית ושל מערכת ההשכלה הגבוהה
49	תקציר דו"חות תחומיים של האקדמיה
53	דו"חות האוניברסיטאות
61	סיכום ומסקנות
65	נספחים
67	חברי האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

## תודות

חברי הוועדה מביעים את תודתם והערכתם לנשיאת האקדמיה הקודמת, פרופ' רות ארנון, ולנשיאה הנוכחית, פרופ' נילי כהן על העידוד הרב במשך התקופה שבה נכתב הדו"ח. אנו מבקשים להביע את תודתנו למנהל האקדמיה, ד"ר מאיר צדוק, למזכיר החטיבה למדעי הטבע, ד"ר מני קירמה ולמזכירת החטיבה למדעי הרוח והחברה, גליה פינצי, על הסיוע באיסוף החומר, בכתיבת הדו"ח ובעצה טובה. תודות גם לד"ר עידן ירון על עריכת הטקסט. לבסוף, אנחנו מבקשים להודות לאביבה לוי ולסימה דניאל על הסיוע באיסוף החומר, בהחזקת האתר של הוועדה ובעזרה המנהלית הרבה.



## הקדמה

כיווני הפיתוח של המחקר המדעי ושל מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל נקבעים במסגרת התקציב הרב־שנתי של ות"ת; תכניות הפיתוח של האוניברסיטאות, התלויות לא מעט בפילנתרופיה; פעילות תל"מ (הפורום לתשתיות לאומיות למחקר ולפיתוח), ופעילותם של חברי הסגל. בימים אלה אושרה על ידי הממשלה התכנית הרב־שנתית להשכלה הגבוהה, הכוללת תוספת של כשני מיליארד ש"ח בשש השנים הקרובות. כמתבקש לפי חוק האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים העבירה נשיאת האקדמיה דאז, פרופ' רות ארנון, את הדו"ח התלת-שנתי הראשון ליו"ר הכנסת מר יולי אדלשטיין ולשר המדע מר יעקב פרי ב־2013 (לאחר מכן הוצג הדו"ח בפומבי בפני ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת, בראשות ח"כ גפני).

כדי לעקוב אחרי יישום המלצות הדו"ח הקימה ב־2014 פרופ' ארנון ועדה מקרב חברי האקדמיה, בראשות פרופ' רשף טנא. כמו כן התבקשה ועדה זו להכין את הרקע לכתיבת הדו"ח התלת-שנתי הבא של האקדמיה. עיקרי דו"ח ועדת המעקב, שנמסר לממשלה ב־2015, מצורפים לדו"ח התלת-שנתי הנוכחי. הדו"ח התלת-שנתי הוא פרי עבודת ועדה של חברי האקדמיה, שכללה ארבע תת-ועדות, שכל אחת מהן עמלה על הכנת סעיף מסעיפיו. דו"ח זה נועד להצביע על הישגים מחד גיסא ועל פערים מאידך גיסא במחקר האקדמי בארץ בשלוש השנים האחרונות, למען קידומו וביסוסו.

הוועדה לכתיבת הדו"ח התלת-שנתי כללה את חברי האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים הבאים:

פרופ' רשף טנא – יו"ר

פרופ' רות ארנון

פרופ' ידין דודאי

פרופ' דוד הראל

פרופ' סרג'יו הרט

פרופ' שולמית וולקוב

פרופ' יהושע יורטנר

פרופ' נילי כהן

פרופ' זאב תדמור

ד"ר מאיר צדוק – מנכ"ל האקדמיה

## תקציר

הדו"ח נפתח בסקירת ההישגים הבין-לאומיים הנכבדים, והפרסים הישראליים הבולטים להם זכו מדעני ישראל בשנים האחרונות. סעיף מיוחד מוקדש לחסרים בתשתיות לאומיות הנתפסות כקריטיות למחקר בתחומי המדעים, ולצעדים הנדרשים כדי להשליםם. סקירה נרחבת מוקדשת למצבם של מדעי הרוח, הניצבים בפני משבר מתמשך, ושל מדעי החברה בישראל. לאחר מכן נסקר מצבו של 'המחקר התרגומי' בישראל, המוגדר כמכלול הפעולות שמטרתן העברת ידע וטכנולוגיה המיוצרים במסגרת המחקר הבסיסי באוניברסיטאות המחקר ובמכללות למכוני מחקר יישומי ולתעשיות עתירות ידע. במסגרת זו נסקרת בקצרה התכנית הלאומית הייחודית בנוטכנולוגיה שהסתיימה זה עתה. סעיף נוסף מוקדש לסקירת קשרי המדע הבין-לאומיים, המתבטאים בשיתופי פעולה בין מדענים, בשיתופי פעולה ממלכתיים ומוסדיים, ובשיתופי פעולה במסגרת 'מדע גדול' – מיזמים בין-לאומיים בחזית המדע המקיפים, מטבע עיסוקם וייעודם, השקעות עתק ופעילות רבת-היקף בתשתיות ובכוח אדם. מוצג קובץ של נתונים בולטים המתייחסים לתשומות-תפוקות של המערכת המדעית ומערכת ההשכלה הגבוהה הישראליות. כמו כן נסקרים הדו"חות התחומיים של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים שבחנה לאחרונה שני תחומי מחקר מרכזיים: הפיזיקה הגרעינית והארכאולוגיה. לאחר מכן מובא תיאור קצר וממצה של מצבן העכשווי של האוניברסיטאות בישראל. לבסוף מוצע סיכום לגבי מערכת המדע, מערכת ההשכלה הגבוהה, דו"חות האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, וקשרי החוץ המדעיים של ישראל. סעיף הנספחים מצוי בסוף הדו"ח, ובו מופנה הקורא למסמכים הרבים שנאספו על ידי הוועדה והנמצאים בשלמותם באתר האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ([www.academy.ac.il](http://www.academy.ac.il)). חותמת את הדו"ח רשימת חברי האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים וחברי האקדמיה הצעירה.

## מסקנות עיקריות

המסקנות המפורטות של תת-הוועדות מצויות בגוף הדו"ח; המסקנות הכלליות, בסעיף האחרון שלו.

עיקרי מסקנות הדו"ח הם דלהלן:

- קיים פער גדל והולך בין ישראל לבין המדינות המתקדמות במחקר המדעי, בכל האמור בהצטיינות בתשתיות מחקר יקרות, דוגמת מיקרוסקופים אלקטרוניים רבי-עוצמה מחד גיסא, ובמפעלים תרבותיים גדולים דוגמת מילונים מדעיים במדעי הרוח ומסדי נתונים במדעי החברה. לפיכך אנו ממליצים על הקמת תכנית למימון תשתיות מחקר מדעי המבוססת על מצוינות מדעית בעבור המדעים המדויקים, ההנדסה והמחקר הרפואי; ובעבור תכניות ומיזמים גדולים במדעי הרוח ובמדעי החברה.
- טיפוח שיתופי פעולה בין מדענים ישראלים לבין עמיתיהם מחו"ל מהווה אחת מאבני היסוד החשובות של המחקר האקדמי בארץ. אנו קובעים כי שיתופי הפעולה הקיימים במסגרת הקרן הדו-לאומית ישראל-ארה"ב (BSF) אינם עונים על הצרכים של מדענים משני צדי האוקיינוס. על כן אנו מציעים להרחיב את המסגרות למימון מחקרים משותפים בין מדענים מישראל ומארצות הברית על ידי הרחבת שיתוף הפעולה בין הקרן הדו-לאומית (BSF) לבין הקרן הלאומית למדע האמריקנית (NSF). כמו כן מוצע לשקול הצטרפות למיזמים בין-לאומיים גדולים, כגון הטלסקופ בצ'לי, שבהם יכולה לבוא לידי ביטוי מצוינות מדעית מובהקת של מדענים ישראלים.
- פיתוח מדעי הרוח והחברה ושמירה על מעמדם הראוי במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל חיוניים לדמותה התרבותית והחברתית של המדינה. יש למצוא דרכים נוספות כדי להתגבר על המשבר המתמשך במדעי הרוח. יחד עם זאת, אנו סבורים כי לא יהיה מנוס מהאחדת תכניות בתחומים מסוימים, ובכלל זה הקמת תכניות בין-אוניברסיטאיות.



- לנוכח ההשתנות המהירה של קווי המתאר של תחומי הידע במדעי החברה והשילובים הבין-תחומיים המתרבים, ראוי לטפח תכניות לימודים ומרכזים בין-תחומיים, שהביקוש להם גדל והולך בעולם הידע ובשוק העבודה. תכניות או מרכזים כאלה חוצים בחלקם גבולות שהיו מקובלים בעבר בין פקולטות מדעיות. לדוגמה: חקר המוח, הקוגניציה והתנהגות אנוש כיחידים וכחברות.
- יש למצוא דרכים לתגבר את שיתוף הפעולה בין האוניברסיטאות לבין התעשייה, על ידי עידוד התכניות הממשלתיות הייעודיות לנושא – כגון תכנית קמ"ן (קידום מחקר יישומי נבחר), התחומים הטכנולוגיים הממוקדים (תמי"ם), תכנית נופר ומחקרים יישומיים אסטרטגיים שמקודמים על ידי משרד המדע, הטכנולוגיה והחלל.





# הישגים בראי פרסים בין-לאומיים ולאומיים חשובים

## א. פתח דבר

מדענים ישראלים זכו בין השנים 2012–2016 בשלל פרסים וכיבודים. כל אוניברסיטה שלחה את פירוט המדענים שזכו בפרסים חשובים בארץ ובחו"ל בשנים הנדונות. בתחילת סעיף זה מופיעים המדענים הישראלים שזכו באחד (או יותר) מחמישה פרסים בין-לאומיים מהיוקרתיים ביותר: פרסי נובל, פרס הולברג, פרס טיורינג במדעי המחשב, מדליית פילדס במתמטיקה ופרס וולף המוענק בארץ. כמו כן צוינו מדענים שזכו בתקופה האמורה באחד מן הפרסים הישראלים החשובים: פרס ישראל, פרס א.מ.ת ופרס רוטשילד.

מאז 2002, בה זכו לראשונה מדענים ישראלים בפרס נובל, הייתה למדע הישראלי עדנה עם ההפרה הבין-לאומית מהמעלה הראשונה. חלק מזוכי פרסי נובל חיים ופועלים בארץ, ואחרים מחלקים את זמנם בין ישראל לבין ארצות הברית או מדינות אחרות. דוגמה בולטת למצוינתו של המדע הישראלי מצויה בדו"ח של אונסקו (2016) על מצב המדע בארץ. בדו"ח של ארגון זה, שבו דרכה של המדינה לא סוגה בשושנים בדרך כלל, המדע הישראלי זוכה לשבחים רבים.

## ב. פרסי נובל

בעבר הלא רחוק זכו כידוע בפרסי נובל פרופ' דן שכטמן מהטכניון (כימיה, 2011); פרופ' עדה יונת ממכון ויצמן (כימיה, 2009); פרופ' ישראל אומן מהאוניברסיטה העברית (כלכלה, 2005), והפרופסורים אברהם הרשקו ואהרון צ'חנובר מהטכניון (כימיה, 2004). הישגים אלה הביאו יוקרה רבה, והעמידו את ישראל בשורה אחת עם המדינות המובילות במדע העולמי.

מאז לא זכו מדענים ישראלים בפרס נובל, אבל ראוי לציין את זכייתם של מדענים המקיימים זיקה למדינה: ב-2013 זכו פרופ' אריה ורשל מאוניברסיטת דרום-קליפורניה בלוס-אנג'לס ופרופ' מיכאל לויט מאוניברסיטת סטנפורד בארצות הברית בפרס נובל לכימיה על עבודתם בחישוביות של ביו-מולקולות. פרופ' ורשל ופרופ' לויט היו תלמידיו המובהקים של פרופ' שניאור ליפסון ז"ל במכון ויצמן. עבודותיהם פורצות הדרך פורסמו בזמן עבודתם במכון, וצוטטו בהרחבה על ידי מדענים במשך השנים וכן בתיאור עבודתם על ידי ועדת הפרס. פרופ' אריה ורשל חי בארצות הברית ומבקר מדי פעם בארץ; פרופ' מיכאל לויט חי בארץ עם משפחתו, משמש פרופסור אורח במכון ויצמן ונוסע בתדירות גבוהה לחוף המערבי בארצות הברית. יצוין שגם פרופ' דניאל כהנמן, שזכה לפרס נובל לכלכלה ב-2002, הוא בעל אזרחות ישראלית, ומינוי כפול באוניברסיטת פרינסטון ובאוניברסיטה העברית. פרופ' כהנמן שוהה חלק מזמנו בארץ (בה גרה חלק ממשפחתו). גם במקרה זה, עבודותיו פורצות הדרך הראשונות של כהנמן נעשו בשיתוף פעולה עם פרופ' עמוס טברסקי ז"ל באוניברסיטה העברית בירושלים. סיפורם של שלושת המדענים האלה הפועלים בחו"ל מתאר את הקשר המורכב של מדענים ישראלים למדינת ישראל.

## ג. פרס הולברג

פרופ' שמואל נח אייזנשטדט ז"ל, פרופסור אמריטוס לסוציולוגיה באוניברסיטה העברית בירושלים, זכה בפרס הולברג היוקרתי (2006) – המיועד "להגביר את המודעות לערך המחקר האקדמי בתחומי האמנויות, מדעי הרוח, מדעי החברה, משפטים ותיאולוגיה".

## ד. פרס טיורינג למדעי המחשב

ב-2012 זכתה פרופ' שפי גולדוואסר ממכון ויצמן בפרס היוקרתי ביותר במדעי המחשב על עבודתה בתורת ההצפנה. פרופ' גולדוואסר היא בעלת מינוי כפול במכון ויצמן ובמכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT), ומחלקת את זמנה בין רחובות לבין בוסטון. גם במקרה זה, השניות של החיים בארץ ובחו"ל מורכבת, אבל ללא ספק מועילה להפכה הבינלאומית בעבודתה ולחיזוק הקשר של מדענים ישראלים עם בכירי המתמטיקאים בחו"ל.

פרופ' גולדוואסר היא הזוכה הישראלית הרביעית בפרס טיורינג. קדמו לה פרופ' עדי שמיר ממכון ויצמן (2002), פרופ' אמיר פנואלי ז"ל ממכון ויצמן (1996), פרופ' מיכאל רבין שחי בארץ וחילק את זמנו בין האוניברסיטה העברית ובין אוניברסיטת הרווארד בבוסטון (1976). פרסים אלה מעידים על הרמה הגבוהה של מדעי המחשב בארץ.

## ה. מדליית פילדס במתמטיקה

ב-2010 זכה פרופ' אילון לינדנשטראוס מן האוניברסיטה העברית בירושלים במדליית פילדס היוקרתיית במתמטיקה, על תרומתו החשובה בתיאוריה הארגודית. פרס זה נחשב לפרס הבינלאומי היוקרתי ביותר במתמטיקה, ומוענק אחת לארבע שנים למתמטיקאים שגילם פחות מארבעים.

## ו. פרס וולף

לאחרונה זכו בפרס וולף פרופ' יוסף אמרי ממכון ויצמן על עבודתו פורצת הדרך בפיזיקה מזוסקופית (פיזיקה, 2016), פרופ' נחום זוננברג מאוניברסיטת מקגיל בקנדה, המחזיק באזרחות ישראלית (רפואה, 2014), ופרופ' יעקב בקנשטיין ז"ל מהאוניברסיטה העברית בירושלים על עבודתו פורצת הדרך בתרמודינמיקה של חורים שחורים (פיזיקה, 2012).

בעבר זכו בפרסי וולף הפרופסורים חיים סידר ואהרון רזין מהאוניברסיטה העברית (מדעי החיים, 2008); פרופ' הלל פורסטנברג מהאוניברסיטה העברית (מתמטיקה, 2006); פרופ' אלכס לויצקי מהאוניברסיטה העברית (רפואה, 2005); פרופ' שהרון שלח מהאוניברסיטה העברית (מתמטיקה, 2001); פרופ' אילן חת מהאוניברסיטה העברית (חקלאות, 1998); הפרופסורים מיכאל סלע ורות ארנון ממכון ויצמן (רפואה, 1998); פרופ' יקיר אהרנוב מאוניברסיטת תל-אביב (פיזיקה, 1998); פרופ' איליה פיטצקי-שפירו ז"ל מאוניברסיטת תל-אביב (מתמטיקה, 1990); פרופ' מאיר וילצ'ק ממכון ויצמן (רפואה, 1987); הפרופסורים יהושע יורטנר מאוניברסיטת תל-אביב ופרופ' רפאל לוין מהאוניברסיטה העברית (כימיה, 1988); פרופ' ליאו זקס ז"ל ממכון ויצמן (רפואה, 1980). כמו כן, זכו בפרס וולף הפרופסורים עדה יונת (כימיה, 2007); אברהם הרשקו (כימיה, 2004); דן שכטמן (פיזיקה, 1999) – שזכו מאוחר יותר גם בפרסי נובל לכימיה (ראו לעיל).

בהקשר של הפרסים היוקרתיים, ראוי להזכיר כי זוכי פרס נובל אחדים לא-ישראלים או בעלי אזרחות כפולה מחלקים את זמנם בין אוניברסיטאות בחו"ל ובארץ, או משמשים פרופ' אורח באחת האוניברסיטאות בארץ. דוגמה לכך הוא פרופ' רוג'ר קורנברג (חתן פרס נובל בכימיה, 2006), שמינויו הראשי הוא באוניברסיטת סטנפורד, אבל שוהה מדי קיץ חודשים אחדים במעבדות המחקר של המכון למדעי החיים באוניברסיטה העברית בירושלים. דוגמה נוספת היא זו של פרופ' סטיבן ויינברג מאוניברסיטת אוסטיין בטקסס (חתן פרס נובל לפיזיקה, 1979), שהיה ראש בית

הספר לפיזיקה תיאורטית במכון למדעים מתקדמים של האוניברסיטה העברית בירושלים במשך 12 שנה. פרופ' דוד גרוס (חתן פרס נובל בפיזיקה, 2004) מאוניברסיטת קליפורניה בסנטה ברברה, בעל אזרחות אמריקנית וישראלית, החליף את פרופ' ויינברג בתפקיד זה ונהג לבלות תקופות ארוכות במכון ללימודים מתקדמים באוניברסיטה העברית בירושלים. בבית הספר לכלכלה של המכון ללימודים מתקדמים מתנהל גם בית ספר קיץ לתיאוריה כלכלית שבראשו עמד תחילה פרופ' קנת ארו (פרס נובל לכלכלה, 1972) וכעת פרופ' אריק מסקין (פרס נובל לכלכלה, 2007). ראוי להזכיר בהקשר זה גם את פרופ' פרנסואה אנגלרט מהאוניברסיטה החופשית בבריסל (חתן פרס נובל בפיזיקה, 2013) המבקר תדירות בארץ ובעל מעמד של פרופ' אורח באוניברסיטת תל-אביב. כמו כן ראוי להזכיר את פרופ' כריס אנפיסון ז"ל (חתן פרס נובל למדעי החיים, 1972), שבילה כפרופ' אורח שנים אחדות – בשנות ה-80 של המאה ה-20 – במכון ויצמן, בנוסף למינויו הקבוע באוניברסיטת ג'ון הופקינס.

## ז. פרסים המחולקים למדענים ישראלים בלבד

פרס ישראל, פרס א.מ.ת. ופרס רוטשילד הם הפרסים המכובדים ביותר המוענקים בארץ למדענים ישראלים שעיקר פעילותם המדעית בישראל. בניגוד לארבעת הפרסים הבין-לאומיים שנזכרו לעיל, המוענקים רק למדענים הפעילים במדעי הטבע והחברה, פרסים אלה מוענקים גם למדענים ישראלים במדעי הרוח. ראוי אפוא לכלול את רשימת כל המדענים הישראלים שהתכבדו בפרסים חשובים אלה בשנים האחרונות.

1) פרס ישראל: ב-2016 זכו בפרס ישראל פרופ' יוסי כץ מאוניברסיטת בר-אילן בחקר הגאוגרפיה, הארכאולוגיה וארץ-ישראל; פרופ' עידית דורון מהאוניברסיטה העברית בחקר הבלשנות העברית והכללית; פרופ' מאיר להב ופרופ' לסלי לייזרוביץ ממכון ויצמן בחקר הכימיה והפיזיקה; פרופ' אביתר נבו מאוניברסיטת חיפה במדעי החיים; פרופ' דוד שולמן מהאוניברסיטה העברית בחקר מדע הדתות וחקר הפילוסופיה, ופרופ' יוחנן פרידמן מהאוניברסיטה העברית בחקר המזרח הקרוב.

ב-2015 זכו בפרסי ישראל פרופ' שמעון אולמן ממכון ויצמן בחקר המתמטיקה ומדעי המחשב; פרופ' זליג אשחר ממכון ויצמן במדעי החיים; פרופ' דייוויד וייסברוד מהאוניברסיטה העברית ומאוניברסיטת ג'ורג' מייסון בוירג'יניה בחקר העבודה הסוציאלית והקרימינולוגיה; פרופ' צבי שיפרין מהאוניברסיטה העברית במדעי המזרח הרחוק, ופרופ' שמואל אחיטוב מאוניברסיטת בן-גוריון בחקר המקרא.

ב-2014 זכו בפרס ישראל פרופ' מרטה וינשטוק מהאוניברסיטה העברית בחקר הרפואה; פרופ' חיים לוי מהאוניברסיטה העברית במדע המדינה, מדעי הניהול ויחסים בין-לאומיים; פרופ' עירד מלכין מאוניברסיטת תל-אביב בחקר ההיסטוריה הכללית; פרופ' הרב שמא יהודה פרידמן מאוניברסיטת בר-אילן והמכון לחקר התלמוד ע"ש שאול ליברמן בחקר התלמוד; פרופ' יעקב קטן מהאוניברסיטה העברית בחקלאות ומדעי הסביבה, ופרופ' מרדכי שגב מהטכניון בחקר הכימיה והפיזיקה.

ב-2013 זכו בפרס ישראל: פרופ' יורם בילו מהאוניברסיטה העברית בחקר הסוציולוגיה והאנתרופולוגיה; פרופ' גדעון דגן מאוניברסיטת תל-אביב בחקר מדעי כדור הארץ ובחקר האטמוספירה; פרופ' חוה טורניאנסקי מהאוניברסיטה העברית בחקר לשונות היהודים וספרותיהם ובחקר התרבות העממית; פרופ' נתן נלסון מאוניברסיטת תל-אביב במדעי החיים, ופרופ' יוסף קפלן מהאוניברסיטה העברית בחקר ההיסטוריה של עם ישראל.

ב-2012 זכו בפרס ישראל פרופ' דוד מילשטיין ממכון ויצמן בחקר הכימיה והפיזיקה; פרופ' שלמה בנטין מהאוניברסיטה העברית בחקר הפסיכולוגיה; פרופ' יואב בנימיני מאוניברסיטת תל-אביב בחקר הכלכלה והסטטיסטיקה; פרופ' רות כ"ץ מהאוניברסיטה העברית בחקר התרבות והמוזיקולוגיה; פרופ' דליה כהן מהאוניברסיטה העברית בחקר התרבות והמוזיקולוגיה, ופרופ' דוד

קשדן מהאוניברסיטה העברית בחקר המתמטיקה ומדעי המחשב.

2 פרס א.מ.ת.: ב-2016 זכו בפרס א.מ.ת. פרופ' זהבה סולומון מאוניברסיטת תל-אביב ופרופ' רמי בנבנישתי מאוניברסיטת בר-אילן בעבודה סוציאלית; פרופ' חיים סומפולנסקי מהאוניברסיטה העברית בחקר המוח; פרופ' יהודה באואר מהאוניברסיטה העברית בחקר השואה; פרופ' דוד קשדן מהאוניברסיטה העברית ופרופ' יוסף ברנשטיין מאוניברסיטת תל-אביב במתמטיקה.

ב-2015 זכו בפרס א.מ.ת. פרופ' בת-שבע אילון ממכון ויצמן ופרופ' מרים בן-פרץ מהאוניברסיטה העברית בחינוך וקידום החינוך; פרופ' דב שוורץ מאוניברסיטת בר-אילן במחשבת ישראל; פרופ' דני זמיר ופרופ' משה סולר מהאוניברסיטה העברית בחקלאות; פרופ' דניאל רוזנפלד מהאוניברסיטה העברית ופרופ' יוסף לוייה מאוניברסיטת תל-אביב במדעי כדור הארץ; פרופ' צבי אבני מהאקדמיה למוזיקה ולמחול בירושלים במוזיקה, ופרופ' בטי אוליברו מאוניברסיטת בר-אילן בקטגוריית תרבות ואמנות.

ב-2014 זכו בפרס א.מ.ת. פרופ' שמעון אולמן ממכון ויצמן במדעי המחשב; פרופ' יורם צפירי ז"ל מהאוניברסיטה העברית בארכאולוגיה; פרופ' יצחק זמיר מאוניברסיטת חיפה ושופט בדימוס בבית המשפט העליון ופרופ' אריאל פורת מאוניברסיטת תל-אביב במשפטים; פרופ' דוד וואלך ממכון ויצמן בביו-טכנולוגיה; פרופ' נעמה גורן-ענבר מהאוניברסיטה העברית בארכאולוגיה.

ב-2013 זכו בפרס א.מ.ת. פרופ' מוטי הייבלום ממכון ויצמן בפיזיקה; פרופ' בן-ציון שילה ממכון ויצמן, פרופ' גיורא שמחן מהאוניברסיטה העברית ופרופ' גדעון רכבי מאוניברסיטת תל-אביב (בית החולים שיבא) בגנטיקה; פרופ' שלמה אבינרי מהאוניברסיטה העברית במדע המדינה, ופרופ' דוד מ' בוניס מהאוניברסיטה העברית בחקר השפות החדשות של העם היהודי.

ב-2012 זכו בפרס א.מ.ת. פרופ' רות ברמן מאוניברסיטת תל-אביב בבלשנות; פרופ' רפאל משולם מהאוניברסיטה העברית ופרופ' אברהם ניצן מאוניברסיטת תל-אביב בכימיה; פרופ' עדי קמחי ממכון ויצמן ופרופ' מרשל דבור מהאוניברסיטה העברית במדעי החיים; פרופ' מנחם יערי מהאוניברסיטה העברית בכלכלה; פרופ' איתמר זינגר ז"ל מאוניברסיטת תל-אביב במזרח התיכון הקדום, ופרופ' משה בר-אשר מהאוניברסיטה העברית בלשון עברית.

3 פרס רוטשילד: ב-2016 זכו בפרס רוטשילד פרופ' חגי ברגמן מהאוניברסיטה העברית ובית החולים הדסה במדעי החיים; פרופ' רשף טנא ממכון ויצמן במדעי הכימיה והפיזיקה; פרופ' נתי ליניאל מהאוניברסיטה העברית במתמטיקה, מדעי המחשב והנדסה; פרופ' יוחנן פרידמן מהאוניברסיטה העברית במדעי הרוח, ופרופ' ג'יימס קוגל מאוניברסיטת בר-אילן במדעי היהדות.

ב-2014 זכו בפרס רוטשילד פרופ' אלי קשת מהאוניברסיטה העברית במדעי החיים; פרופ' אבנר דה-שליט מהאוניברסיטה העברית במדעי החברה; פרופ' שלמה הבלין מאוניברסיטת בר-אילן בכימיה ופיזיקה; פרופ' שלמה שמאי מהטכניון במתמטיקה, מדעי המחשב והנדסה, ופרופ' חיים סידר מהאוניברסיטה העברית במדעי החיים.

ב-2012 זכו בפרס רוטשילד פרופ' רפאל משולם מהאוניברסיטה העברית ופרופ' אברהם ניצן מאוניברסיטת תל-אביב במדעי הכימיה והפיזיקה; פרופ' משה אידל מהאוניברסיטה העברית במדעי היהדות; פרופ' מרגלית פינקלברג מאוניברסיטת תל-אביב במדעי הרוח, ופרופ' גיל קלעי מהאוניברסיטת העברית במתמטיקה, מדעי המחשב והנדסה.

## ז. סיכום

זכיות בפרסים יוקרתיים אלה, ורבים אחרים, הן הוכחה לכך שחרף המחסור החריף במשאבים, הפעילות האקדמית בארץ משגשגת ונהנית מיוקרה מדעית מהגבוהות בעולם המערבי. כדי להמשיך ולהפגין מצוינות מדעית בעולם משתנה, שבו מדינות רבות משקיעות סכומי עתק במדע וטכנולוגיה, יש להמשיך ולפתח את התשתית המדעית בארץ, הלוקה בחסר בהיבטים רבים. כמו כן יש לפעול כך שהתשתית החינוכית תאפשר לקהלים שעד כה לא הפגינו נוכחות בולטת במערכת האקדמית (חרדים, ערבים וכדומה) להגיע בעתיד לחזית העשייה המדעית הבין־לאומית, ולהעלות תרומה מוחשית לתעשיות עתירות הידע ולכלכלת המדינה.

מדענים ישראלים העומדים בחזית המדע הבין־לאומי ניצבים בפני פיתויים רבים, וחלקם אכן עובר לעבוד בחו"ל או מחלק את הזמן בין מוסדות מדע בישראל ובחו"ל – בעיקר בארצות הברית. הזיקה שמדענים כאלה מגלים כלפי האקדמיה בארץ אינה מובנת מאליה. רבים מהם – בעיקר אלה הפועלים באוניברסיטאות המובילות בארצות הברית כמו הרווארד, פרינסטון, ברקלי או סטנפורד – עומדים בחזית הלחימה נגד חרמות על האקדמיה הישראלית, ואף תורמים לעשייה המדעית בארץ באופן יוצא מן הכלל. רבים מן המדענים הללו מגלים מחויבות ללא פשרות למדינה ולמוסדותיה האקדמיים שהם נכס אינטלקטואלי ומוחשי בעבור הקהילה המדעית המקומית. הקשר עם מדענים אלה הוא אף מקור ליוקרה בעבור המוסדות האקדמיים הישראליים.

בעבר הייתה הקרן הדו־לאומית ארצות הברית־ישראל (ה־BSF) מקור חיוני לקיום מחקר בין מדענים ישראלים החיים בארצות הברית והפועלים באוניברסיטאות מובילות לבין מדענים העובדים באקדמיה בארץ; אולם בשל גודלה התת־קריטי לא התאפשר לקרן זו לממש באופן מיטבי את הקשר המובהק בין מדענים אלה לבין עמיתיהם בארץ. עם חיזוק הקשר בין הקרן הדו־לאומית ארצות הברית־ישראל (BSF) לבין הקרן הלאומית למדע של ארצות הברית (NSF), שהתרחש לאחרונה, אנו מצפים להגברת שיתופי הפעולה בין מדענים משני צדי האוקיינוס, ובפרט לשיתופי פעולה רבים בין מדענים ישראליים הגרים בארצות הברית והזוכים ליוקרה בין־לאומית לבין עמיתיהם בארץ, לטובת העשייה המדעית המשותפת ולחיזוק המחקר האקדמי בארץ.





# דו"ח תת-הוועדה לחסרים בתשתיות לאומיות

הדו"ח שלהלן מבוסס בחלקו על עבודת ועדת המעקב, כפי שצוין לעיל

פרופ' רשף טנא – יו"ר

פרופ' דוד הראל

פרופ' סרג'יו הרט

פרופ' שולמית וולקוב

## א. הקדמה

ישראל היא מדינת מדע וטכנולוגיה. במדינה שאוכלוסייתה כשמונה מיליון נפש, הקהילה המדעית תורמת תרומות חיוניות להישגי המחקר המדעי והמו"פ ברמה הבין-לאומית, ומוצבת במקומות מובילים בדירוג העולמי של המדינות המתקדמות. הישגים בולטים אלה משתרעים על מגוון תחומים – החל בענפי הנרחבים של המחקר הבסיסי המצטיין, וכלה בפיתוח טכנולוגיות ביטחוניות ואזרחיות מתקדמות. הישגי המחקר הבסיסי בשנים האחרונות זיכו מדענים באוניברסיטאות המחקר בפרסי נובל ופרסים יוקרתיים אחרים. הישגי התעשייה הביטחונית ותעשיית החלל האזרחית הובילו לפיתוחים הטכנולוגיים החדשניים של לוויינים, מערכות פורצות דרך של טילים-נגד-טילים, כגון ה'חץ' ומערכת 'כיפת ברזל', ולפיתוח מזל"ט"ם, תרופות מקור ועוד. אלה הקפיצו את מעמדה של מדינת ישראל מדרגה בקרב המדינות המובילות בטכנולוגיות-חזית, ותרמו לשיפור ניכר ביכולותיה הביטחוניות. מערכות המדע והטכנולוגיה הן רכיב עוצמה מרכזי במישור הערכי ובתחומי הכלכלה והביטחון, והן יבטיחו את יתרונה האיכותי של מדינת ישראל גם בעתיד.

מערכת המדע של מדינת ישראל נשענת על אבני היסוד של מחקר בסיסי הנעשה באוניברסיטאות המחקר; מחקר תרגומי-יעודי הנעשה באוניברסיטאות המחקר, במעבדות הלאומיות ובמכללות אקדמיות אחדות, ומו"פ יישומי הנעשה במעבדות הלאומיות ובתעשייה. מכלול פעולות מחקר אלה מחולל פריצות דרך בפיתוח טכנולוגיות חדשניות.

תרומות מערכת המחקר הבסיסי באוניברסיטאות המחקר והישגיה בכל תחומי המדע – ממדעי הטבע, דרך מדעי החברה, ועד למדעי הרוח – הן בעלות חשיבות עליונה לתרבות הלאומית ולצורכי המדינה. הישגי המחקר הבסיסי מצויים בחזית המדע העולמי, ומדינת ישראל מדורגת במקום גבוה בסולם הפוריות המדעית בעולם על פי כלל פרסומיה המדעיים.

כן בולטת מנהיגותם של חוקרים ישראלים בפעולות בתחומי 'מדע גדול', המבוסס על איגום בין-לאומי של כוח אדם מדעי ושל משאבים. דוגמה טובה הוא תחום המחקר הניסיוני של אנרגיות גבוהות במעבדות CERN, אשר הביא בשנים האחרונות להתקדמות בחקר ה'אנטי-חומר' ולגילוי החלקיק האלמנטרי של היגס (הידוע גם בשם 'החלקיק האלוהי'). עוד בולט חלקם של חוקרים ישראלים בתרומות מרכזיות במרכז האירופי לחקר קרינת הסינכרוטרון בגרנובל שבצרפת, שהובילו לפריצות דרך בתחומי חקר מבנה החומרים ומערכות ביולוגיות, ואשר זיכו שני מדענים ישראלים בפרסי נובל. מעמד המדע הישראלי, בהשוואה בין-לאומית, משתקף בהשלכותיה המרשימות של איכות תפוקותיו. עוצמת האיכות המדעית ביחס לעוצמה הכלכלית של התמ"ג (תוצר מקומי גולמי) לנפש של מדינת ישראל העמידה אותה באחד משלושת המקומות הראשונים בעולם, לצד שווייץ ושוודיה. זהו מכלול הישגים מרשימים המבוסס על השקעה רבה, מתמשכת וארוכת-טווח –



בתשתיות, בבניית כוח אדם מדעי מצטיין באוניברסיטאות המחקר ובמעבדות הלאומיות ובשיתוף פעולה מדעי-טכנולוגי בין-לאומי – כמו גם בקיום קשרי גומלין בין מערכת המחקר הבסיסי ובין התעשייה האזרחית והביטחונית. מדינת ישראל קוטפת היום את פירות העבר של ההשקעה הלאומית בהון אנושי ובתשתית מחקרית של מערכת המדע הבסיסי.

מדיניות הממשלה, אשר הביאה בעבר ל'עשור האבוד' במימון אוניברסיטאות המחקר, לא קידמה כנדרש את האינטרס הלאומי. קיים אפוא צורך חיוני לשנות את פני הדברים, באמצעות הצעדים המפורטים להלן:

- המשך הדרגתי של הגדלת היקף מימונה של מערכת המחקר, שמקורה בתקציבים התחרותיים של הקרן הלאומית למדע, תקציבי תשתיות מדעיות, תקציבי מרכזי ההצטיינות ותקציבי המחקר הייעודי לקידום תרומות המחקר האוניברסיטאי לתעשיות המדע העתידיות.
- הגדלת היקף המימון לפי תכנית רב-שנתית אשר תהיה חסינה בפני זעזועים תקציביים, כפי שנעשה לאחרונה במסגרת התכנית הרב-שנתית הערכית של הות"ת לקידום המחקר הבסיסי והייעודי באוניברסיטאות המחקר.
- ב-2015 עמד שיעור ההוצאה על מו"פ בהשכלה הגבוהה מתוך כלל ההוצאה על מו"פ על 12.2 אחוזים (לפי מחירי 2010. מקור: הלמ"ס). נתון זה מהווה המשך למגמה המדאיגה של ירידת שיעור ההוצאה על מו"פ בהשכלה הגבוהה הנמשכת מתחילת שנות ה-90.
- יש להגדיל את תקציבי המחקר של אוניברסיטאות המחקר לפחות לפי שיעור הממוצע של תקציבים אלה במדינות ה-OECD.
- בלימת המגמה המסוכנת של 'בריחת מוחות'; זאת תוך גיוס סגל צעיר ברמה עולמית, שדרוג תשתיות המחקר ובניית תשתיות מתקדמות נוספות, הכפלת תקציבן של קרנות מחקר תחרותיות, ומאמץ לאומי להשבת מוחות (brain drain reversal) – כדוגמת פעילות מרכז הקשר של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים המסייע למאות חוקרים ישראלים הנמצאים בחו"ל למצוא משרה הולמת בישראל כדי שיוכלו לחזור ארצה ולהשתלב בקהילה המדעית.
- תגבור המחקר הייעודי המבוסס על קשרי אקדמיה-תעשייה, שקידומו ומימונו מתבססים על תכניות חדשניות וחשובות של המדען הראשי במשרד הכלכלה והתעשייה (הרשות לחדשנות), ובמשרדי ממשלה אחרים.
- המשך חיזוק שיתוף הפעולה ההדוק בין המו"פ הביטחוני לבין המחקר הבסיסי והייעודי באוניברסיטאות – המתבטא במחקרים משותפים, בקיום מרכזי ידע מחקריים, ובעיצוב תחומים עתידיים לטכנולוגיות חדשות, והממומן במשותף על ידי משרד הביטחון והות"ת.
- המשך שיתוף הפעולה הפורה עם משרד המדע, הטכנולוגיה והחלל, להשגת מטרות בתחומי עדיפות לאומית; בתמיכה במחקרים יישומיים אסטרטגיים; במלגות מחקר, ובהקמת מרכזי ידע.

קיום מערכת המחקר המדעי וטיפול ההון האנושי ברמה הגבוהה ביותר הם אתגר קיומי למדינת ישראל.

## ב. עיקרי מסקנות ועדת המעקב

הדו"ח המלא מופיע באתר האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

פרופ' רשף טנא – יו"ר

פרופ' רות ארנון

פרופ' ידין דודאי

פרופ' דוד הראל

פרופ' סרג'יו הרט

פרופ' שולמית וולקוב

פרופ' יהושע יורטנר

פרופ' נילי כהן

ד"ר מאיר צדוק

פרופ' זאב תדמור

ועדת המעקב הוקמה ב־2014 על ידי הנשיאה הקודמת של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, פרופ' רות ארנון. מטרתה: לעקוב אחר יישום הדו"ח התלת-שנתי הקודם של האקדמיה, שהוגש לממשלה בנובמבר 2013, ולהתוות דרך לקראת כתיבת הדו"ח התלת-שנתי הבא המוגש בזאת.

להלן מסקנותיה העיקריות של ועדת המעקב שהוגשו כמסמך לממשלה ב־2015:

- המחקר הבסיסי בארץ מתנהל רובו ככולו באוניברסיטאות המחקר. מחקר זה שואף להעצים את הידע האנושי ולטפח כוח אדם איכותי המשרת את מדינת ישראל מבחינה תרבותית ומעשית כאחת. למרות המגבלות התקציביות החמורות, המחקר המדעי הבסיסי בארץ הוא ברמה גבוהה ביותר, ומתנהל בשקיפות מלאה.
- הוועדה זיהתה פער גדל והולך בין ישראל לבין המדינות המתקדמות במחקר המדעי, בכל האמור בהצטיינות בתשתיות מחקר יקרות. על כן הוועדה ממליצה על הקמת תכנית למימון תשתיות מחקר מדעי בעלות של 3 מיליון ש"ח ל־30 מיליון ש"ח לכל פריט במדעים המדויקים, ההנדסה והמחקר הרפואי, וכן בעבור תכניות ומיזמים גדולים במדעי הרוח ובמדעי החברה. תכנית זאת תתחיל כתכנית בוחן (פיילוט), ותתרחב לממדים שיאפשרו למדענים ישראלים לעמוד בתחרות הוגנת עם עמיתיהם מחו"ל. מצוינות מדעית חייבת להיות אמת המידה העיקרית בבדיקת ההצעות למימון. לפיכך, תכנית זאת תנוהל על ידי הקרן הלאומית למדע (ISF), ותפוקח על ידי ועדת היגוי שבראשה יעמוד חבר האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. כמו כן, אנו ממליצים כי בוועדת ההיגוי יכהנו נציגים אקדמיים מטעם הו"ת והמועצה הלאומית למו"פ.
- ועדת המעקב ממליצה לקיים סקר השוואתי בין ישראל לבין מדינה מתקדמת מדעית עם גודל אוכלוסייה דומה – כמו שוודיה, הולנד, דנמרק או שווייץ. סקר זה יתרכז בבדיקת מנגנוני מימון לפריטי תשתיות בהיקף כספי דומה, ובעיקר בבחינת המצאי של פריטי תשתית אלה בישראל ובמדינה הנסקרת. (בסקר ראשוני שערכה הוועדה לצורך כתיבת הדו"ח הנוכחי הסתבר כי התמיכה הממשלתית לתשתיות מדעיות בישראל נחותה במידה רבה בהשוואה למדינות כמו הולנד או שווייץ).
- הוועדה רואה חשיבות רבה בטיפוח שיתופי פעולה עם מדענים ממדינות מתקדמות במחקר המדעי, הנגזרת מהיותה של ישראל מדינה מבודדת באזור מבחינה פיזית ומדעית. הוועדה רואה בדאגה את הפער שנוצר עם השנים במימון מחקרים משותפים של מדענים ישראלים עם מדענים מאירופה (באמצעות השתתפותה של ישראל בתכנית המחקר האירופית Horizon 2020) ומדענים מארצות הברית. לפיכך, הוועדה ממליצה להרחיב את המסגרות למימון מחקרים משותפים בין מדענים מישראל ומארצות הברית.

• כמו כן רואה הוועדה בדאגה רבה את היעדרם של תלמידי מחקר ובתרי-דוקטורנטים מארצות המערב במעבדות המחקר בישראל. בעצה אחת עם 'האקדמיה הצעירה', הוועדה ממליצה על הקמת תכנית בוחן תחרותית לקליטת בתר-דוקטורנטים.

### ג. מטרת התכנית לתשתיות מדעיות יקרות ופילוסופיית הניהול

עקב המחסור הכרוני במשאבים למימון תשתיות מחקר יקרות על בסיס תחרותי, הציעה ועדת המעקב תכנית לצמצום הפער שנוצר בנושא זה בכל שטחי המדע הבסיסי. אנו סבורים כי אמת המידה היחידה למימון תשתיות מחקר יקרות מסוג זה היא מצוינות מדעית. לפיכך, על התכנית להתנהל בקרן הלאומית למדע (ISF), האמונה על מימון מחקר בסיסי המבוסס על שיפוט אובייקטיבי וחסר פניות. אנו מכירים בצורך לאפשר לכל החוקרים המצטיינים בארץ הפועלים במוסדות להשכלה גבוהה להשתתף בתכנית על בסיס אישי, וליהנות מפרותיה. לפיכך, אנו ממליצים כי תוקם במסגרת הקרן הלאומית למדע ועדת היגוי שתלווה את התכנית.

מוצע כי תקציבה הראשוני של התכנית יהיה 30-40 מיליון ש"ח למחזור בקשות שנתי. תקציב זה יאפשר מימון של שלושה מיזמים במדעים המדויקים, מדעי החיים, ההנדסה, הרפואה והחקלאות; מיזם אחד במדעי הרוח, ומיזם אחד במדעי החברה. אחרי תקופה של שלוש עד חמש שנים תתקיים הערכה מחדש לבדיקת הצלחת הקרן, תוך שאיפה להרחבתה לכדי 80-100 מיליון ש"ח למחזור, בהתאם לצורכי המדע בארץ. חלוקת משאבי הקרן בין מדעי הטבע, החיים, ההנדסה, הרפואה והחקלאות תיעשה על ידי ועדת שיפוט אחת; ובין מדעי הרוח והחברה על ידי ועדת שיפוט שנייה. יחס המימון בין שתי הוועדות יהיה 75-80 אחוזים לעומת 20-25 אחוזים, בהתאמה.

ככלל, התכנית תהיה רשאית לממן תשתיות מחקר בעלויות של בין 3 מיליון ש"ח עד 30 מיליון ש"ח לפרטי (עם התאמה - matching - של כשליש עד מחצית מהסכום). באופן טיפוסי, תשתית מדעית במדעי הטבע וההנדסה יקרה יותר מאשר במדעי הרוח והחברה; לפיכך, אפשר יהיה לקבוע כי 75-80 אחוזים מהמיזמים במדעי הרוח והחברה יהיה נמוך יותר, ויעמוד על 1-3 מיליון ש"ח, והרף העליון על 5-6 מיליון ש"ח.

בלי לקבוע מסגרות, נציין כי התכנית תעסוק רק בתשתיות שמטרתן מתן מענה לצרכים של מיזמים שבהם ניכר יתרון ייחודי של חוקר ישראלי אחד או של קבוצת חוקרים עם בולטות מדעית מובהקת.

ראוי לציין כי הות"ת מצאה כבר בעבר פער גדל והולך לרעת ישראל בהשקעה בתשתיות מחקר יקרות בין ישראל לבין מדינות מתקדמות אחרות. לפיכך מינתה הות"ת ועדה בראשותו של פרופ' דוד הורן שתמליץ על השקעות בתשתיות מחקר לאומיות יקרות. דו"ח הוועדה הראשון הוגש ב-2013, ואילו הדו"ח העדכני נכתב בימים אלה ואמור להיות מוגש לות"ת בזמן הקרוב.

### ד. סיכום

מסמך ראשוני זה נועד לעגן את הצורך בצמצום הפער בין מדענים ישראלים בולטים לבין אלה בחו"ל, בכל הנוגע ליכולת לרכוש ציוד ולעשות שימוש בתשתיות מחקר גדולות על בסיס תחרותי; זאת בעבור מיזמי מחקר בסיסי או יישומי בחזית המדע העולמי. ועדת המעקב מציעה להקים תכנית חדשה במסגרת הקרן הלאומית למדע שתטפל בנושא זה. ות"ת בוחנת כיום, לאור התכנית הרב-שנתית החדשה (תשע"ז-תשפ"ב) את הקמת פרויקט תשתיות המחקר הגדולות. האמצעים הנדרשים למימוש התכנית חייבים להיות מתוקצבים ממקורות חדשים של המדינה (כמקובל במדינות מתקדמות אחרות), ולא לנבוע משינוי ייעוד של מקורות קיימים.

# דו"ח תת־הוועדה למצב מדעי הרוח והחברה

פרופ' יוחנן פרידמן – יו"ר  
פרופ' יורם בילו  
פרופ' אבנר הולצמן  
פרופ' יוסף קפלן  
יועץ: פרופ' ישראל פינקלשטיין

## א. כללי

מדעי הרוח – אשר מכונים בלשונות אחרות 'מדעי האדם' (Humanities) – מייצרים ומפתחים ידע בדוק, חקור ושלם ככל האפשר על האדם, תולדותיו ותרבותו. הם שואפים להגיע לתיאור ולניתוח של האנושות מראשיתה (או, ליתר דיוק, מן התקופות הקדומות ביותר שלגביהן קיים תיעוד). הם עוסקים בחקר ההיסטוריה, הפילוסופיה, הספרות, הלשונות וכל היבט אחר הנוגע לחיי האנושות. מדעי הרוח שואפים לתאר את העולם האנושי הסובב אותנו, ולנתח כל סוגיה מכל היבטיה הרבים והמורכבים. הם מפתחים מודעות לכך שכדי להבין סוגיה לאשורה, עלינו להעניק משקל ראוי לכל היבט והיבט שלה. נעשה ניסיון מודע לתאר את מגוון בני האדם – על השקפותיהם, אמונותיהם, מנהגיהם ואורח חייהם. לגישה כוללנית זו נודעת חשיבות רבה בחיי המעשה, ולא רק בעניינים תיאורטיים: ניסוחים בהירים, שקולים וזהירים המבוססים על בירור העובדות הנוגעות לסוגיה מסוימת חיוניים לשם קבלת החלטות מושכלות בכל עניין חברתי, מדיני או כלכלי. החשיבה הביקורתית – לחם חוקם של אנשי מדעי הרוח – אמורה להבטיח שכל עניין יידון לגופו לאור שיקולים הנוגעים לו; אנשי מדעי הרוח עושים מאמץ מודע להוציא ממערכת השיקולים כל מה שזר לסוגיה הנדונה.

אחד התפקידים החיוניים של מדעי הרוח הוא העיסוק הביקורתי בתרבות הלאומית, בתרבות העמים האחרים ובקשרים בין התרבויות שנתפסים כבעלי חשיבות מרכזית – במיוחד בתקופה שבה חלקי העולם השונים שזורים זה־בזה, וכל מה שמתרחש באזור אחד משפיע באופן מדי על אזורים אחרים. אחד הכלים החיוניים לעיסוק זה הוא לימוד וחקר שפות זרות, המאפשר הכרה מכלי ראשון של תרבויות זרות והבנה עמוקה שלהן.

התחומים העיקריים שבהם עוסקים מדעי הרוח והחברה הם לימודי וחקר ההיסטוריה, הארכאולוגיה, הפילוסופיה, הבלשנות, הספרות, הדתות והאמונות, מבנים חברתיים, התנהגות יחידים והקשר ביניהם בהיבטים החברתיים והנורמטיביים. תחומים אלה שזורים זה־בזה ומזינים זה־את־זה. לדוגמה, ידיעת שפות זרות חיונית לחקר התחומים האחרים, כשם שידיעת היסטוריה של תקופות שונות חיונית להבנת הפילוסופיה של אותן תקופות. כל תחום נדון הן בהקשר הלאומי המקומי והן בהקשר הבין־לאומי העולמי, תוך דגש על הקשרים ועל יחסי הגומלין בין השניים. לא יעלה על הדעת לחקור היסטוריה לאומית במנותק מהיסטוריה של עמים שכנים. העיקרון הוא לבחון את התחומים השונים בהקשר רחב ככל האפשר, ולזהות את קווי הדמיון והשוני בין תופעות בנות־השוואה באזורי עולם שונים. גם תחומי הידע השונים שזורים זה־בזה: הקשרים בין היסטוריה, סוציולוגיה, פילולוגיה, לימוד ספרות ועוד מתחזקים והולכים.

בדור האחרון גוברת ההכרה בחשיבותם של מחקרים בין־תחומיים המשלבים תובנות מתחומי מדעי

הרוח עם שיטות מחקר וחוקרים מתחומי מדעי הטבע. כיווני מחקר כאלה מאפיינים, לדוגמה, את הארכאולוגיה המודרנית העוסקת בנושאים כמו תיארוך בעזרת 'שעונים' מתחום הפיזיקה, שהידוע ביניהם הוא פחמן 14 - דנ"א קדום שמסייע למיפוי אוכלוסיות העבר ושחזור תנועתן; בדיקת שארים מולקולאריים בכלי אגירה עתיקים כדי לזהות דפוסי סחר, וכן שחזור אקלים ככלי לשם הבנת תהליכים יישוביים ודמוגרפיים בימי קדם ובפרהיסטוריה. שיטות מתחום מדעי הטבע הולכות ונעשות נפוצות הן במחקר של כתובות קדומות - לדוגמה, צילום מולטי-ספקטראלי של תעודות שקריאתן קשה - והן בפיתוח שיטות מתחום מדעי המחשב לשם השוואה של כתבי יד ושל טקסטים.

מדעי הרוח במיטבם הם תחום תובעני המצריך כישורים רבים ומגוונים: שליטה בשפות זרות, כושר ניתוח וניסוח, השכלה וידע רחבים ועוד. העיסוק במדעים אלה הוא מרתק וחשוב, ומשפיע בתחומי מעשה רבים.

## ב. מדעי הרוח בישראל

המכון למדעי היהדות נחנך על הר הצופים בדצמבר 1924, טרם פתיחתה הרשמית של האוניברסיטה העברית בירושלים. מגרעין צנוע זה צמחה בִּרְבֹת השנים הפקולטה למדעי הרוח באוניברסיטה העברית, וכן כלל מערכת המחקר וההוראה הישראלית במדעי הרוח, המעוגנת כיום בעשרות מוסדות - בראש ובראשונה באוניברסיטאות המחקר. מאות חוקרים ומורים אקדמיים יצרו ויוצרים נכסים בני-קיימה בכל התחומים של תולדות המין האנושי, הגותו, לשונותיו, יצירתו האמנותית לענפיה, דתותיו ואמונותיו, תרבותו הלאומית ותרבויות העולם. פְּרֹתוֹ של ידע מגוון זה הונחלו לדורות של סטודנטים, והם מחלחלים לכל מקום ואתר, מעצבים את דמותה של החברה שבה אנו חיים ומגביהים שיעור קומתה.

מפעל קיבוצי זה מצוי לאחרונה במצב של משבר מתמשך ואף מחריף, וזאת כמובן לא רק בישראל. העדות המובהקת לכך היא הירידה העקיבה בשיעור הסטודנטים למדעי הרוח, עד כדי התקרבות מסוכנת לאחוז חד-ספרתי מתוך כלל תלמידי האוניברסיטאות בארץ. כתוצאה ישירה מכך פחת הנתח של מדעי הרוח בתוך העוגה האוניברסיטאית הכוללת, והדבר נותן את אותותיו בהתייחסותן של הנהלות האוניברסיטאות לפקולטות אלו כפי שהיא מיתרגמת בהקצאת תקנים ותקציבים. חוגים אוחדו, תכניות לימודים נסגרו, אפשרויות הקליטה והטיפוח של סגל צעיר צומצמו, תחומי ידע אחדים עומדים בפני 'סכנת הכחדה' ממשית. מדובר במעגל המזין את עצמו: ככל שמומכת קומתם של חוגים ותכניות לימוד כך פוחת כוח המשיכה שלהם בעבור תלמידים פוטנציאלים שמהם אמורות לצמוח עתודות החוקרים, וחוזר חלילה.

תחושת החירום ביחס למצבם של מדעי הרוח באקדמיה הישראלית הולידה בשנים האחרונות יוזמות שונות לשימורם ולשיקומם, במסגרות מוסדיות וכלל-ארציות. ב־2007 יזמה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים דו"ח אשר התייחס לבעיה, ואשר הציע כיווני פעולה. בעקבות זאת הוקמה בין השאר קרן משותפת למל"ג ויד הנדיב לפיתוח מדעי הרוח. דוגמה להיערכות בקנה מידה מוסדי היא הרפורמה המתבצעת לאחרונה בפקולטה למדעי הרוח באוניברסיטה העברית בירושלים - בסימן של מיפוי צרכים, איגום משאבים, ייעול וארגון-מחדש של תכניות לימוד. דוגמה ליזמה בהיקף כלל-ארצי היא פרסומו של דו"ח מצב מדעי הרוח בישראל מטעם הוועדה הקבועה של ות"ת למדעי הרוח (2016) - מיזם רחב-היקף ורב-משתתפים שהוכן תחת הנהגתה של פרופ' מלכה רפפורט-חובב. עיקר חשיבותו של דו"ח זה הוא בהעמדת מסד נתונים מוסמך ומפורט על מצב מדעי הרוח בכל המסגרות שבהן הם נלמדים ונחקרים, לרבות מסגרות החינוך התיכוני. בהמשך לאותו מאמץ שוקדת המל"ג על תכנית חומש חדשה, ובה שלל הצעות מעשיות להעלאת קרנם של מדעי הרוח. הדו"ח הנוכחי מבקש גם הוא לתרום למהלך זה.

### ג. מגמות עולמיות והתייחסות אליהן בארץ

'המפנה הלשוני' ו'המפנה התרבותי', שקנו לעצמם שביטה באקדמיה האמריקנית והאירופית החל ברבע האחרון של המאה ה-20, ערערו מוסכמות רווחות בתחומים שונים במדעי הרוח, ובראש וראשונה במקצועות הקשורים לתחום ההיסטוריה. המגמה ה'דקונסטרוקטיבית' העמידה בסימן שאלה את תקפותם של מטה-נרטיבים ששלטו בכיפה בהיסטוריוגרפיה המערבית מאז ראשיתה של ההיסטוריוגרפיה המודרנית. במקום החיפוש אחר 'האמת ההיסטורית' העלו היסטוריונים פוסט-מודרניים למרכז הדיון את בחינת הנרטיבים המתחרים המשקפים עמדות אידיאולוגיות שונות או זיקה לערכים חברתיים ותרבותיים מתחרים. המגמות הפוסט-מודרניות, שעוררו ויכוחים ערים באוניברסיטאות רבות בעולם המערבי, לא בוששו לבוא, והגיעו גם אל העולם האינטלקטואלי הישראלי. המטה-נרטיב הלאומי, שמילא תפקיד מכונן בחברה הישראלית מאז ראשית הציונות, ספג ביקורות נוקבות מכיוונים שונים, והיו לכך השלכות ניכרות על הדיון ההיסטוריוגרפי. לצערנו, הפקולטות למדעי הרוח לא מילאו בדיונים אלה תפקיד מוביל ומנחה. קריאות התיגר של הפוסט-מודרניות, על היבטיה השונים, לא נוצלו לריענון אינטלקטואלי בחוגים המתאימים במדעי הרוח, וכמעט שלא השתקפו בתכניות הלימודים באוניברסיטאות הישראליות. מציאות זאת יצרה את הרושם כי האקדמיה נעדרת מנהיגות אינטלקטואלית ראויה לשמה, וכי אינה ממלאת תפקיד מוביל בוויכוחים על הסוגיות המרכזיות במדעי הרוח והתרבות. למצב זה נודעות השלכות שליליות על מעמדן ותדמיתן של הפקולטות למדעי הרוח בחברה הישראלית ועל כוח המשיכה שלהן בציבור ובעיקר בקרב הדור הצעיר.

### ד. מדעי החברה

כללי: מדעי החברה עוסקים בחקירת היבטים שונים של החברה האנושית, התנהגות היחידים המרכיבים אותה והקשר בינם לבין המסגרות החברתיות והסביבות שבהן הם חיים. קווי המתאר של מדעי החברה אינם חדים, משום שלתחומי ידע נוספים קיימת זיקה ברורה אליהם. מערכות המושגים, המודלים המסבירים ופרות המחקר של מדעי החברה מזינים קשת רחבה של תחומים מקצועיים מתמחים – כמו משפט, חינוך, רפואה ובריאות, מנהל עסקים, עבודה סוציאלית ועיתונאות. מדעי החברה צמחו כאשכול תחומי מובחן מתוך מדעי הרוח, אך האוריינטציה של תחומים ותת-תחומים לא מעטים בתוכם נעה שיטתית כלפי מדעי הטבע. ממוקם זה בתווך, בין מדעי הרוח למדעי הטבע, נגזרים אפיונים משמעותיים של התחום הנושאים משמעויות עיוניות ויישומיות.

גיוון פרדיגמטי: מגוון הגישות והשיטות במדעי החברה רחב, ונע בין קוטב 'פוזיטיביסטי' (מהותני - essentialist) – שבו מערכי המחקר וכלי מושפעים ממדעי הטבע: גזירת השערות בנות הפרכה ממודלים תיאורטיים מוגדרים, ובדיקה כמותית שלהן בתנאים מבוקרים – לבין קוטב 'פרשני' (הבנייתי - constructionist), המדגיש משמעויות סמליות וחוויות סובייקטיביות ומציית להגדרה רכה יותר של 'מדעיות'. גיוון פרדיגמטי זה ניכר בהשוואה בין תחומי הידע, אך לא פחות מכך בתוך כל אחד מהם. המנעד הרחב בין פסיכולוגיה ביולוגית החוקרת מוח והתנהגות לבין פסיכולוגיה קלינית המפרשת עולם פנימי לא-מודע; בין גאוגרפיה פיזית לגאוגרפיה היסטורית-חברתית, ובין אנתרופולוגיה פיזית לאנתרופולוגיה סוציו-תרבותית, מדגים גיוון תוך-תחומי זה. גיוון פנימי זה מאתגר את קווי המתאר ואת רמת הגיבוש המחלקתית במדעי החברה.

מתודולוגיה אינטגרטיבית ואקלקטית: המחקר המודרני בתחומים רבים של מדעי החברה הוא אינטגרטיבי – משלב שיטות מחקר כמותניות ואיכותניות כאמצעים משלימים להפקת מידע על מציאות חברתית הנתפסת כמורכבת ורב-ממדית.

רב־תחומיות: תחומי מחקר מתרבים והולכים במדעי החברה חוצים גבולות של תחומי ידע ומשלבים תחומים נבדלים. בין־תחומיות (inter-disciplinarity) היא מגמה בולטת במדעים בכלל, ובמדעי החברה היא ניפרת במיוחד לנוכח מיקומם כגשר בין מדעי הרוח ומדעי הטבע והאופי המורכב והרב־ממדי של המציאות החברתית. הזיקה למדעי הרוח ניכרת בתחומים שונים המדגישים מחקר חברתי מנקודת מבט היסטורית, תרבותית, לשונית או דתית; בצמיחת תחומי מחקר אזוריים משולבים (כגון לימודי אירופה או לימודי המזרח הרחוק), וכן בתחומי לימוד חדשים (כגון מגדר ולימודי תרבות). הזיקה הגוברת למדעי הטבע ניפרת בתחומי ידע כמו סוציולוגיה, ביולוגיה, ביר וניוירופסיכולוגיה, ביו־כלכלה ורפואה חברתית. ייסוד תכניות לימודים ומרכזי מחקר רב־תחומיים (multi-disciplinary) – לימודיים אזוריים, חקר הרציונליות, קבלת החלטות, חישוביות, מוח והתנהגות ועוד – משקף את התחזקות המגמה של בין־תחומיות, אך גם מאתגר את המבנה המחלקתי הקיים במדעי החברה וטומן בחובו את הצורך בהיערכויות חדשות.

### אתגרים:

- העלויות הגבוהה של תשתיות ושל תקציבי מחקר בתחומים מובהקים של מדעי החברה הנשענים על מדעי הטבע: מעבדות, ציוד ומכשור מתוחכמים, קבצי נתונים גדולים.
- ערעור הגיבוש המחלקתי לנוכח השונות הפרדיגמטית התוך־תחומית וההתמחות הגוברת בתוך כל תת־תחום.
- ערעור קווי המתאר המחלקתיים לנוכח צמיחת תכניות מחקר ומרכזי מחקר רב־תחומיים.
- המתח המובנה בין תחומים עיוניים ומחקריים מובהקים לבין תחומים פרופסיונליים (בתי ספר מקצועיים) – כמו פסיכולוגיה קלינית, לימודי ארגון, ראיית חשבון ועיתונאות.
- פיזור ההשכלה הגבוהה בין מוסדות רבים. הצמיחה המטאורית של מכללות בישראל מאתגרת את מדעי החברה הרבה יותר מאשר את מדעי הרוח ומדעי הטבע; זאת משום שרוב תחומי הלימוד במכללות קשורים למדעי החברה. תנאי הקבלה ורמת הלימודים במכללות נמוכים מאלה של האוניברסיטאות; אך תנאי הקבלה לתארים מתקדמים – בעיקר באוניברסיטאות שווים. כפועל יוצא, התחרות על משיכת סטודנטים למחלקות של מדעי החברה באוניברסיטאות הופכת קשה יותר.
- ניווט נאות של המחקר העוסק בחברה בישראל – מחקר המהווה רכיב משמעותי של המחקר החברתי בכלל – ב'שדה המוקשים' של חברה רבת־שסעים, המקוטבת פוליטית, חברתית, תרבותית ואידיאולוגית, שהאוניברסיטאות שלה נשענות במידה רבה על תמיכה כספית ממשלתית-מוסדית.

### ה. המלצות

מדעי הרוח: פיתוח מדעי הרוח ושמירה על מעמדם הראוי במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל חיוניים לדמותה התרבותית של המדינה, ליכולתה להבין את העולם הסובב אותה, להפכה ביקורתית ומעמיקה של התרבות היהודית והישראלית, ולהבנה יסודית ופתוחה של תרבויות אחרות. הדברים אמורים בעיקר בתרבויות שאֵתן העם היהודי בא במגע במשך הדורות – התרבות הקלסית, התרבות הנוצרית, התרבות המערבית המודרנית, תרבות האסלאם והמזרח הרחוק.

המשבר במדעי הרוח עשוי לדרדר את תרבותה של המדינה ולהוציא אותה מרשימת העמים התורמים תרומה משמעותית להבנת התרבות האנושית.



כדי להשיג את המטרות הללו, מוצע לנקוט צעדים אחדים:

- הקמת ועדה משותפת לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ולמועצה להשכלה גבוהה, שתכלול גם איש מדעי הרוח בכיר או שניים מחו"ל.

### תפקידי הוועדה:

- זיהוי תחומים במערכת האקדמית אשר בהם רכשה ישראל לעצמה מעמד בין-לאומי מוביל, אך אשר מצויים בסכנה בשל מצוקת תקנים ותקציבים. תחומים אלה יזכו לתוספת תקצוב ייעודי. ייתכן שהוועדה תמצא שההצטיינות בתחום מסוים נמצאת באוניברסיטה מסוימת, ובמקרה כזה אין להירתע מתמיכה ייחודית באוניברסיטה זאת. תמיכה מסוג זה תינתן לתקופה קצובה: המוסד יתחייב להשתמש בתקציבים אלה בעיקר להרחבת הסגל הקבוע באמצעות מינוי חוקרים מצטיינים, ולהמשך העסקתם גם אחרי תום תקופת התמיכה, אם יעמדו בתנאים הדרושים למתן קביעות. התקציב הזה יתוסף לתקציב הרגיל, ולא יהיה חלק ממנו.
- זיהוי תחומים חיוניים אשר נמצאים בסכנת הכחדה בשל מצוקת תקציבית ומיעוט תלמידים. מספר תלמידים הוא רק שיקול אחד, ולא העיקרי, באוניברסיטאות מחקר. מספרי תלמידים מתאפיינים בתנודתיות רבה, ולכן לא ראוי שמיעוט תלמידים בשנים מסוימות יהיה שיקול עיקרי בחלוקת המשאבים לאוניברסיטאות המחקר. גם תחומים אלה יזכו לתקצוב ייעודי. השיקול של מספר התלמידים חייב להיות שונה במכללות ובאוניברסיטאות המחקר.
- קיימים תחומים אשר אי-אפשר יהיה לקיימם במלוא ההיקף בכל האוניברסיטאות. במקרים אלה, יש להקים תכניות בין-אוניברסיטאיות ולהקל על הרשמת תלמידים באוניברסיטאות אחדות. הדבר מחייב הסכמה בין האוניברסיטאות על חלוקת כספי ות"ת שיינתנו בעבור תלמידים הלומדים ביותר ממוסד אחד. שיתוף פעולה מסוג זה חיוני כדי למנוע הכחדה של תחומים שלמים וחשובים מהמערכת האקדמית הישראלית.
- ראוי להמשיך ולקיים את הקרן לקידום מדעי הרוח המשותפת למל"ג ול'יד הנדיב'. קרן זו תרמה תרומה משמעותית לחדשנות במחקר ובהוראה, שלא הייתה באה לעולם בלעדיה.
- מדעי הרוח סובלים ממחסור מתמשך בתקציבים הדרושים לשם מחקרי תשתית מקיפים. אנו ממליצים כי ות"ת תקים תכנית ייעודית למימון מחקרי תשתית במדעי הרוח. המדובר במפעלים בעלי היקף רחב, כמו מילונים מדעיים גדולים, המבוססים על טקסטים בלשונות מרכזיות לתרבות הישראלית, כגון העברית והערבית.

מחקרי תשתית במדעי הרוח עשויים להיות מוסדיים או אישיים. במדעי הרוח קורה לא פעם שחוקר בודד יזום מחקר בעל אופי תשתיתי – תופעה שונה מהמצב המקובל בדרך כלל במדעי הטבע – ויש לקחת זאת בחשבון. מחקרי תשתית במדעי הרוח מצריכים תקציבים קטנים הרבה יותר מאשר אלה במדעי הטבע, אך בוודאי שגם הם ראויים לתקצוב מתאים.

- מומלץ להקים גוף מתאים קבוע בין הפקולטות למדעי הרוח לצורך התייעצות שוטפת, התוויית מדיניות, ייזום וניהול של תכניות בין-אוניברסיטאות ותיאום קווי פעולה מול המל"ג והות"ת. הפגישה המוצלחת של דקני מדעי הרוח (שנערכה באקדמיה הלאומית למדעים במרס 2016) ממחישה את הפוריות והאפקטיביות של פורום כזה.
- מומלץ לבחון מחדש את מודל התקצוב של ות"ת ולהציע שיפורים שיתקנו את הקיפוח המובנה בו ביחס למדעי הרוח. בעיקר, קיים צורך להכין דירוג עדכני של כתבי העת הבולטים בכל תחום, ולתת משקל ראוי לפרסום ספרים אקדמיים אשר חשיבותם במדעי הרוח מהותית אך אשר אינם מובאים בחשבון במודל התקצוב הנוכחי. ראוי לתת את הדעת על הענקת משקל



- לכתבי עת אקדמיים בעברית, שבתחומים אחדים במדעי הרוח (במיוחד במדעי היהדות) הם הבמות החשובות והמובילות גם בקנה מידה עולמי.
- מומלץ לעודד ולתמך את המגמה המסתמנת באוניברסיטאות אחדות למסד את לימודם של קורסים נבחרים במדעי הרוח כחלק מלימודי יסוד כלל-אוניברסיטאיים, לצורך העשרת השכלתם הכללית של הסטודנטים בכל המקצועות. הדבר יגביר את חשיפתם של מדעי הרוח לכלל אוכלוסיית הסטודנטים, ויחזק את מעמדם בתוך האוניברסיטאות.
- מומלץ ליצור ולטפח מסגרות של שיתוף פעולה בין הפקולטות למדעי הרוח לבין מערכת החינוך הכללית: לאפשר לתלמידי תיכון מתקדמים להשתתף בקורסים נבחרים במדעי הרוח ולקבל בעבורם נקודות זכות אקדמיות; ליצור מסגרות השתלמות קבועות או חד-פעמיות למורי המקצועות ההומניסטיים; לכוון קשר שוטף עם המפמ"רים ויושבי-ראש ועדות המקצוע במשרד החינוך; להגביר את החשיפה של מורים ותלמידים לשלל הפעילויות המתנהלות בפקולטות, כגון כנסים וימי עיון.

### מדעי החברה:

- תקציבי מחקר: לנוכח העלות הגדלה והולכת של התשתיות והמחקר השוטף במדעי החברה, יש להגדיל באופן משמעותי את השיעור היחסי של מענקים המיועדים למדעים אלה מקרנות מחקר תחרותיות חיצוניות, דוגמת ISF. צורך זה ניכר במיוחד בתחומים הנשענים על מעבדות, טכנולוגיות ומערכי מחקר הקרובים למדעי הטבע.
- דוקטורנטים: נדרשת תמיכת ות"ת בכינון מסגרות ממוסדות ללימודי דוקטורט (graduate schools) במדעי החברה באוניברסיטאות המחקר, כדי להבטיח תנאים אופטימליים לצמיחת דור העתיד של חוקרים במדעי החברה בישראל. במצב הנוכחי, מקורות המימון לדוקטורנטים ממלגות תוך – וחץ-אוניברסיטאיות וממענקי המחקר של חוקרים-מדריכים אינם מספיקים. הגדלת מענקי המחקר במדעי החברה נחוצה גם לצורך זה, ובמיוחד כשבמדעים אלה שיתוף הפעולה המחקרי בין חוקרים לתלמידיהם, המניב פירות מתגמלים לחוקרים בצורת פרסומים משותפים, הדוק פחות מאשר במדעי הטבע.
- מרכזים בין-תחומיים: לנוכח ההשתנות המהירה של קווי המתאר של תחומי הידע במדעי החברה והשילובים הבין-תחומיים המתרבים, יש מקום לטפח תכניות לימודים ומרכזים בין-תחומיים, שהביקוש להם גדל במהירות בעולם הידע ובשוק העבודה. תכניות או מרכזים כאלה חוצים בחלקם גבולות שהיו מקובלים בעבר בין פקולטות מדעיות. דוגמאות: חקר המוח, קוגניציה והתנהגות אנוש כיחידים וכחברות; חקר הרציונליות; אתיקה, פילוסופיה, כלכלה ופוליטיקה; משפט, פוליטיקה וחברה; חברה, פוליטיקה, כלכלה וסביבה.
- תיחום וחלוקת עבודה בין אוניברסיטאות מחקר ובין מכללות: בתחום מדעי החברה במיוחד, קיימת תחרות על תלמידים בין אוניברסיטאות ובין מכללות אקדמיות בתנאים לא שווים. למכללות תפקיד מרכזי, שמן הסתם יגדל וילך, בהקניית תואר ראשון בתחומים רבים במדעי החברה. משום כך, יש לחתור להקפדה על גיוס מסה קריטית של סגל איכותי בכל מכללה ולא להסתמך על מורים מזדמנים מן החוץ, וכן לאיחוד בין מכללות כדי לצמצם את השונות באיכותן; יש להותיר תכניות לימודים מחקריות לתארים גבוהים בתחומי האוניברסיטאות.
- תכנית למימון מחקרי תשתית לאומית במדעי החברה: מתבקשת תמיכה ממשלתית להקמת תשתית מתודולוגית לצורך איסוף בסיסי נתונים גדולים על החברה והפוליטיקה בישראל; זאת באמצעות סקרים ומדדים קבועים ומתמשכים. מחקרי דעת קהל, ערכים חברתיים והשתתפות פוליטית – כמו מחקר הבחירות הישראלי (INES), מדד הדמוקרטיה ומדד אי-שוויון חברתי – רלוונטיים בהקשר זה. תחום חשוב המתפתח במהירות, שראוי להכלילו בתכנית, הוא הניצול המחקרי השיטתי של קבצי נתונים גדולים המתקבלים מפעילויות יום-יומיות של משתמשים מקרב הציבור במערכות אלקטרוניות, בכל תחומי החיים.

# דו"ח תת־הוועדה למחקר תרגומי

פרופ' רות ארנון – יו"ר  
פרופ' רות ברמן  
פרופ' ידין דודאי  
פרופ' רשף טנא  
פרופ' יהושע יורטנר

## א. מבוא

רקע: במערכת האקדמית בישראל, הכוללת את כל המוסדות להשכלה גבוהה, עיקר הדגש הוא על יצירת ידע חדש באמצעות המחקר, והנחלת הידע לדור הבא באמצעות ההוראה. המחקר הבסיסי, אשר ייעודו הרחבת מכלול הידע בעולם, מודרך על ידי סקרנותו של החוקר. עם זאת, מחקר בסיסי כזה מניב בתדירות גוברת והולכת תוצאות מעשיות אשר מניבות מצדן פיתוחים טכנולוגיים. במקרים אלה, ניצול הידע עשוי להתבצע אך ורק באמצעות 'מחקר תרגומי' (translational research): העברת ידע ממוסדות מחקר אקדמי למכוני מחקר יישומי ולתעשיות עתירות ידע ואחרות, וניצול הפוטנציאל היישומי הגלום בו.

אמצעי ביצוע: בכל האוניברסיטאות בארץ פועלות חברות 'העברת טכנולוגיה', המופקדות בראש וראשונה על הבטחת זכויות הקניין הרוחני של המוסד האקדמי – על מכלול הידע שהוא מניב. חברות אלו פועלות ליצירת הקשרים הדרושים כדי להעביר את הידע או הטכנולוגיה אל התעשייה ולנצל את הפוטנציאל היישומי הגלום בו. חברת העברת טכנולוגיה נוספת תוקם על ידי מל"ג כדי להעניק שירותים מקבילים לכל המכללות הפועלות בתחום.

מימון המחקר התרגומי באקדמיה נעשה בעיקר ממקורות עצמיים של אותו מוסד. תרומה עיקרית נוספת מגיעה ממשד הכלכלה והתעשייה, באמצעות תכניות מיוחדות (כגון קמ"ן) קידום מחקר יישומי נבחר ועוד (ראו להלן). תכניות אלו משמשות גשר בין מחקר בסיסי למחקר יישומי, וממוקדות – בשלב התרגום של הישגי המחקר הבסיסי – לטכנולוגיות בעלות עניין מסחרי.

ציוד תשתיתי: אחד הקשיים המשמעותיים העומדים בפני מוסדות המחקר הוא רכש וחיידוש של ציוד תשתיתי יקר שאינו בהישג ידו של מוסד אחד בלבד. לצורך זה הוקמו מנגנונים אחדים, שהעיקרי שבהם הוא 'תל"מ' – הפורום לתשתיות למחקר מדעי. תל"מ הוא גוף התנדבותי שהוקם ב־1997 ביזמתו ובניהולו של נשיא האקדמיה הלאומית למדעים דאז, פרופ' יעקב זיו. מיזמים חשובים יצאו לפועל באמצעותו – ובמיוחד מיזם הנווטכנולוגיה, אשר הביא לפיתוח ולשגשוג של תחום חשוב זה בישראל (ובכלל זה הקמת 72 חברות הזנק). בנוסף למוסדות להשכלה גבוהה פועלים בארץ מכוני העוסקים במחקר יישומי, וכן תכניות ממשלתיות התומכות במחקר יישומי. במסגרת מיזם הנווטכנולוגיה בשלב השני שלו (2012–2016) הוקם מיזם תמי"ם (FTA – Focal Technology Areas). התכנית החדשה למימון תשתיות מחקר בסיסי אמורה לתת מענה חלקי לבעיות שהועלו כאן.

## ב. מחקר תרגומי באוניברסיטאות

להלן תיאור קצר של המחקר התרגומי המתבצע באוניברסיטאות:

האוניברסיטה העברית בירושלים: המחקר התרגומי באוניברסיטה העברית בירושלים מתקיים בעיקר בקמפוס אדמונד ספרא בגבעת רם אשר מכיל את הפקולטה למדעי הטבע, וכן בקמפוס בעין כרם שבו ממוקמות הפקולטה לרפואה, הפקולטה לרפואת שיניים ובית הספר לרוקחות. האוניברסיטה מתכוונת לבנות אשכול היי-טק בגבעת רם שייקרא 'היל-טק'. הוא ישמש חגורת היי-טק מסביב ליחידות האקדמיות, וייצור מרחב גדול ויחיד מסוגו בארץ לפיתוח יוזמות וחדשנות בתחומי מדעי הטבע וההנדסה. חברת 'יישום' מופקדת על העברת הידע לתעשיות עתירות ידע, אשר ימוקמו בחלקן במתחם סמוך לקמפוס ספרא בגבעת רם. המחקר בפקולטה לרפואה בעין כרם נוגע בעיקר לנושאים הקשורים לרפואה ולבריאות. חברת המסחר למחקר רפואי, 'הדסית', עוסקת בהעברת הידע בנושאים אלה לחברות פיתוח תרופות, ובשיתופי פעולה עם מערכת הבריאות. הכוונה היא לפתח טכנולוגיות, שיטות וטיפולים חדשניים במחלות ובמניעתן.

הטכניון: הטכניון, בסיוע 'מוסד הטכניון למחקר ופיתוח', מוביל מחקר תרגומי בתחומי מחקר אחדים, ובהם: ננוטכנולוגיה, חקר המוח, והנדסה ביו-רפואית (כולל רגנרציה של רקמות). כמו כן כלולים בתחום זה מחקרים על אור וחומר, ועל פיזיקה ומערכות חיים. נושאים אלה נחקרים במסגרת מרכזי מצוינות (I-CORE), לשם הקמת חברות היי-טק העוסקות בנושאים שונים שרובם שייכים לביו-רפואה. הטכניון הקים גם את 'טי-פקטור' – מאיץ חברות הזנק. פעילות זו מייצרת מקומות עבודה חדשים ומקדמת קריירה של חוקרים צעירים. שיתוף פעולה עם משרד הכלכלה והתעשייה במסגרת תכניות שונות הביא להקמת עשרות מיזמים וחברות הזנק. הטכניון הקים כבר לפני שני עשורים מרכז להעברת טכנולוגיה, אשר כולל גם מעבדות שבהן יזמים מהטכניון יכולים לפתח את יישום רעיונותיהם. יצאו משם חברות הזנק רבות. הטכניון הקים גם את 'קרן מן' (בסך 100 מיליון דולר) לקידום העברת טכנולוגיה.

אוניברסיטת תל-אביב: המחקר התרגומי באוניברסיטת תל-אביב מקודם באמצעות חברת העברת הטכנולוגיה 'רמות', המופקדת על מסחור המחקר היישומי באוניברסיטה. חוקרי האוניברסיטה מגישים באמצעותה מדי שנה כ-120 בקשות לפטנטים חדשים בארץ ובחו"ל, וכן במסגרת PCT. מדי שנה נחתמים כ-30 הסכמי רישיון והסכמי מחקר בהיקף כספי של כ-30 מיליון ש"ח. חברת 'רמות' משתפת פעולה עם חברות תעשייתיות בארץ ובחו"ל. מעבר לכך, האוניברסיטה מקיימת פעילות ענפה בנושאי בריאות, וחוקריה משתפים פעולה עם רופאים באזור המרכז המשתתפים מנהלית לפקולטה לרפואה של האוניברסיטה. האוניברסיטה גם מקיימת במסגרת זו מרכזי מחקר הממוקמים בבתי החולים, שבהם נערך מחקר תרגומי.

מכון ויצמן למדע: במכון פועלת חברת 'ידע' ליישום המחקר התרגומי שמתבצע על ידי מדעניו. רוב המחקרים במסגרת זו הם ארוכי-טווח. מחקרים שהחלו לפני שנים רבות נושאים עתה פרי, ובכלל זה תרופת הדגל של חברת טבע, 'קופקסון', וטיפולים בסוגי סרטן שונים ובשלבים מוקדמים של לוקמיה. שיטות חדשניות שפותחו על ידי מדעני המכון משמשות בסיס לתעשיות מצליחות הנמצאות בשלבים שונים של הקמה או פיתוח. לדוגמה, חברת התרופות והטכנולוגיה מרק האריכה לאחרונה את הסכם שיתוף הפעולה שלה עם המכון אשר נמשך כבר כארבעה עשורים, ובמסגרתו פותחו התרופה 'רביף' והתרופה 'ארביטוקס'.

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב: אוניברסיטת בן-גוריון מקיימת מחקר תרגומי בפקולטות אחדות – כגון הפקולטה למדעי ההנדסה, הפקולטה למדעי הטבע, הפקולטה למדעי הבריאות – וכן במכוני מחקר המדבר. גם במסגרת ההוראה מקיימת האוניברסיטה כמה מסלולי לימוד המשלבים לימודי תואר ראשון בשתי מחלקות, ועל ידי כך מספקים מסד רחב יותר לבוגרים לעסוק לאחר לימודיהם

במחקר תרגומי. המכונים לחקר המדבר, שהם ייחודיים בעולם בתחום המחקר הזה, ראויים לציון מיוחד. יישום המחקר התרגומי נעשה באמצעות חברת 'ב.ג. נגב טכנולוגיות'.

אוניברסיטת בר-אילן: המחקר התרגומי באוניברסיטת בר-אילן מתקיים בכמה תחומים: אנרגיה סולרית, סוללות, פיתוח תרופות, טיהור מים, אופטיקה, אלקטרוניקה, ורובוטיקה. חברת 'בר-אילן' חברה למחקר ופיתוח (BIRAD), מופקדת על המחקר התרגומי, וכן אחראית על שיתופי פעולה עם התעשייה ועם מערכת הבריאות. באשר לתעשייה, יותר מתריסר חברות הזנק הוקמו על בסיס הקניין הרוחני של חוקרי בר-אילן. בתחום הרפואה נוצר שיתוף פעולה עם מערכת הבריאות בגליל, במיוחד לאחר הקמתה של הפקולטה לרפואה של האוניברסיטה בצפת. גם בתחום הביו-אינפורמטיקה הייתה אוניברסיטת בר-אילן אחת מנושאי הדגל.

אוניברסיטת חיפה: החברה הכלכלית של האוניברסיטה, 'כרמל', פועלת כזרוע העסקית שלה, ומספקת הגנה על הקניין הרוחני של חוקריה ודואגת למסחורו. החברה יוצרת שיתופי פעולה עסקיים עם חברות שונות, במטרה למצוא את הפוטנציאל העסקי של המחקרים הנערכים על ידי חוקרי האוניברסיטה. במהלך 2014 ייסדה החברה את חברת ההזנק ArtsAvit Ltd, העוסקת בפיתוח טיפול רפואי למחלת הסרטן. כמו כן היא הקימה את Pine Biotech, העוסקת בפיתוח יישומים לביו-אינפורמטיקה. החברה חתמה על הסכמים עם חברות אחדות, והיא משתפת פעולה עם משרד הבריאות.

האוניברסיטה הפתוחה: בקמפוס האוניברסיטה הפתוחה עצמו לא מתקיים מחקר רלוונטי. המחקר שמתבצע על ידי חוקריה, כולל מחקר תרגומי, נערך במסגרת שיתופי פעולה עם אוניברסיטאות אחרות, ומדווח שם.

אוניברסיטת אריאל בשומרון: באוניברסיטה מתקיים מחקר תרגומי בתחום הרובוטים לניתוחים לפרוסקופיים, וכן בנושא הכוונת תרופות. האוניברסיטה יצרה קשר עם 'המרכז הרפואי אסותא' לצורכי יישום מחקרים הנערכים בקמפוס.

### ג. מחקר תרגומי במכללות

בארץ פועלות כשישים מכללות, חלק גדול מהן מכללות להוראה – מכללות להכשרת מורים. בין האחרות מצויות מכללות אקדמיות או טכנולוגיות העוסקות במדעים, בהנדסה ובטכנולוגיה. בניגוד לאוניברסיטאות המחקר, הדגש במכללות הוא על הוראה, תוך עיסוק מוגבל במחקר. חלק מן המחקר במכללות נערך על ידי חברי הסגל בשיתוף עמיתים באוניברסיטאות ותוך שימוש בתשתיות מכשור ובמתקנים שלהן, אשר אינם קיימים במכללות. עם זאת, יש כמה דוגמאות למחקר תרגומי אשר נערך במכללות, ולשם כך תוקם על ידי מל"ג חברת העברת טכנולוגיה אשר תשרת את כל המכללות.

מכללה אקדמית להנדסה ע"ש עזריאלי, ירושלים: המכללה מכשירה מהנדסים בתחומים שונים, ומקיימת מחקר תרגומי בנושאים כמו טריבולוגיה (טכנולוגיה לטיפול פני שטח, כדי להקטין חיכוך ובלאי); פיתוח מזרקים וציוד רפואי חד-פעמי; פיתוח טכנולוגיות הדפסה פונקציונליות לפיתוח חיישנים זולים; פיתוח מערכות לניטור מי שתייה; מודלים של תורת האינפורמציה, ומחקרים בתחום מנהרות רוח.

המכללה האקדמית אפקה להנדסה בתל-אביב: המכללה מקיימת פעילות במחקר תרגומי במסגרת המרכז לעיבוד שפה, אשר זוכה למענקים ממפא"ת ומתכנית מגנט של משרד הכלכלה והתעשייה ואשר משתפת פעולה עם התעשייה, בעיקר בתחום 'עיבוד דיבור'. פרט לכך מתבצע במכללה מחקר תרגומי בנושאי תחבורה, תכנון אנטנות, אנרגיה והנדסת חומרים.

המכללה האקדמית הדסה בירושלים: מחקר תרגומי במכללה מתבצע בשיתוף פעולה בין המחלקה למדעי המחשב לבין חברת 'אינטל' וחברת 'מובילאי', בעיקר בתחום התלת-ממד והראייה הממוחשבת. תחום עיקרי במכללה הוא מחשוב ברפואה, כולל אופטומטריה. במסגרת זו מתקיים קשר עם חברות הייטק ויצרני עדשות מגע ועדשות אופטיות. מתקיים מחקר תרגומי במחלת ניוון הקרנית, ובביו-טכנולוגיה – באיתור צמחים פוטנציאליים למטרות ריפוי.

המכללה האקדמית תל חי: המכללה מקיימת מחקר תרגומי בנושאים הקשורים לביו-טכנולוגיה ולתעשיית המזון. היא מקיימת קשר הדוק עם חוקרי 'מיגל' (מרכז מחקר יישומי גליל) – לפיתוחים הקשורים במחקר חקלאי רב-תחומי: מדעי הצמח, כימיה, חקר חלבונים ומיקרו-ביו-טכנולוגיה, וכן פיתוח ויישום של מודלים חישוביים מתקדמים.

המכללה האקדמית להנדסה אורט-בראודה בכרמיאל: המכללה מקיימת מיזמי מסחר באופק אשכולות עם חברות תעשייה: מיזם חניטה בתחום כרסום המתכות; מיזם אורנג' בנושא כריית מידע; מיזם אסתאיה – שהוא מחקר אלגוריתמי; מיזם גולן פלסטיק – בתחום הצנרת הפלסטית, וכן מיזמים נוספים שנמצאים כיום בשלבי הקמה ופיתוח.

המכללה האקדמית להנדסה ע"ש סמי שמעון: המכללה להנדסה הגדולה בנגב מעודדת את חוקריה לשיתופי פעולה עם התעשייה ועוסקת במחקר היישומי הבא: מערכת YOYS להשתקת רעשים; פיתוח עגלת נכים פנאומטית; מרכז לחקר קורוזיה, וכן מרכזי מחקר בתחומים שונים. דוגמאות למחקר המתבצע במרכז המחקר: פיתוח מערכת לניטור אוויר הסביבה בזמן אמת, באמצעות מכשירים מעופפים הנשלטים מרחוק, ופיתוח מערכות רובוטיות (בשיתוף פעולה עם אוניברסיטת מדרד): רובוט כמפרק כדורי.

המכון הטכנולוגי בחולון (HIT): המכון פעיל בעיקר בנושא המחקר בתחום העיצוב; זאת בהקשרים שונים – מערכת הביטחון, עולם התקשורת, תחום התעשייה והייצור, המסחר, ועולם התרבות.

שנקר הנדסה: מרכז הפעילות במחקר תרגומי במכללה מצוי במחלקה להנדסת פלסטיקה ופולימרים, וכולל: מחקר בתחום הננוטכנולוגיה לפיתוח ננוצינורות, אשר להן תכונות מכניות ייחודיות; שימוש בחומרים מרוכבים המשפרים תכונות מכניות; ייצור של ננוחומרים לאלקטרו-דודות חשמליות וליישומים אופטיים. קיים גם פיתוח של טכנולוגיות אריזה חכמות – בעיקר בעבור תעשיות המזון והתרופות.

המרכז האקדמי לב: המרכז עוסק בעיקר בהנדסת אלקטרו-אופטיקה: אופטיקה רפואית ועיבוד תמונה, אופטיקה לחקר החלל וחישה מרחוק, אופטיקה של מקורות אור ולייזרים, וכן מיקרו-אופטיקה ננוטכנולוגיה הקשורה לסיבים אופטיים. הוא משתף פעולה עם תעשיות הייטק, ועם הצבא והמשטרה.

## ד. מחקר תרגומי בתחום הביו-רפואה

נושא המחקר הביו-רפואי התרגומי, ובעיקר פיתוח תרופות ופיתוח ציוד רפואי, תופס מקום נכבד במחקר בישראל. ועדת היגוי של האקדמיה הלאומית למדעים דנה בנושא זה ואף הקימה תת-ועדה בין-לאומית ייחודית, אשר מסקנות דיוניה כלולים בדו"ח להערכת מצב המחקר הביו-רפואי בישראל שפורסם על ידי האקדמיה ב-2009. תת-הוועדה הדגישה בהמלצותיה את חשיבותו של המחקר הביו-רפואי התרגומי לחברה ולכלכלה, והצורך בהגנה על הקניין הרוחני של החוקרים ושל המוסדות בהם הם עובדים, כולל בתי חולים. דגש מיוחד הושם על הצורך בחקיקה בהקשר זה, בדומה לחוק ביי דול (Bayh-Dole) שנחקק בארצות הברית. הוועדה המליצה על השקעה לאומית בנושאים אלה.

## ה. מחקר תרגומי במדעי הרוח והחברה

מחקר תרגומי מקובל לרוב במדעי הטבע, ההנדסה ובמדעים המדויקים; אבל במוסדות להשכלה גבוהה בארץ קיימת פעילות ענפה בכיוון זה גם במדעי הרוח והחברה. ראוי להזכיר בהקשר זה את תחום 'הבלשנות החישובית', ששמו מעיד על מגמתו ותוכנו הבינתחומי. יצוין שבוגרי המחלקות לבלשנות באוניברסיטאות בארץ מתקבלים בברכה לעבודה בחברות הייטק מכל הסוגים (דוגמת גוגל, מיקרוסופט, Cotextors, Orfin Ventures). אחד הבוגרים הקים את מפעל המילון הממוחשב 'רב-מילים'. בין סוגי המחקר התרגומי בתחום זה פותחו syntactic parsers, כדרך לניתוח ממוחשב של מבנה המשפטים בשפה העברית. כן פותח מנתח מורפולוגי המאפשר ניתוח ממוחשב של מילים, הרפבן המורפולוגי ושיוכן הקטגוריאלי בשפה העברית. חלק נכבד מיוזמות אלו נערכו בארץ במסגרת הארכיון הבינלאומי שמרכזו באוניברסיטת קרנגי מלון בשם: Child Language Data System. ארכיון זה כולל גם חומר רב בשפה העברית, שהועבר אליו מחוקרים באוניברסיטאות בארץ ואינו מוגבל רק לשפת ילדים. כיום עמלים על הכנת ספר מקיף על מבנה העברית החדשה, בהשתתפות נציגי אוניברסיטאות שונות בארץ. התיאורים בספר אמורים להיות מבוססי-שימוש (usage-based), כך שהמחברים נעזרים בין היתר בקורפוסים שנאספו ותועתקו בארץ במסגרת מפעל בין-לאומי זה.

### 1. תשתיות למחקר תרגומי

כל מוסדות המחקר בארץ עומדים תדירות בפני הקושי לרכוש ציוד יקר ולחדשו. למטרה זאת הוקם ב-1997 פורום 'תל"מ - תשתיות למחקר', שבו שותפים ות"ת, המדען הראשי של משרד הכלכלה והתעשייה, מפא"ת, משרד המדע והאוצר. הפורום פועל על בסיס איגום משאבים. מאז הקמתו הוחלט על ביצועם של 12 מיזמים:

- השתתפות שנתית במתקן הסינכרוטרון האירופי ESRF (10 מיליון דולר).
- מיזם אינטרנט לתקשורת רחבת פס (25 מיליון דולר).
- מאיץ חלקיקים במרכז למחקר גרעיני בשורק (25 מיליון דולר).
- ציוד כבד למחקרים בננוטכנולוגיה (11 מיליון דולר).
- מרכז מו"פ לננוטכנולוגיה בטכניון (78 מיליון דולר).
- מרכזי מו"פ לננוטכנולוגיה וננומדע בחמש אוניברסיטאות נוספות (142.5 מיליון דולר).
- מרכזי ציוד למו"פ ביר-טכנולוגי (10 מיליון דולר).
- תשתית לרשת 'גריד' (2.6 מיליון דולר).
- ציוד למו"פ בתאי גזע (10 מיליון דולר).
- בנק רקמות לאומי (8.9 מיליון דולר).
- מרכז מו"פ לחקר המוח (25 מיליון דולר).
- מרכז לחקר הפוטוניקה (56 מיליון דולר).

### 2. ננומדע וננוטכנולוגיה

פרופסור יהושע יורטנר, ראש התכנית ד"ר מאיר וינשטיין, מזכיר הוועד המנהל הבינ-לאומי

ננומדע וננוטכנולוגיה משמשים מוקד לפעילות כלל-עולמית של מו"פ בכל המדינות המתקדמות בעולם כמו גם במדינות מתפתחות. היקפי התמיכה התקציבית בתחומים אלה בעולם מצויים

במגמת עלייה. מדינת ישראל נתונה בעיצומה של תכנית ייחודית לבניית תשתית מחקרית ואנושית בתחומים אלה, אשר תתרום תרומה חשובה לקידום מדעי-טכנולוגי בהתאם לצורכי המדינה בתחומי הכלכלה, האנרגיה, הסביבה, הבריאות והביטחון. תכנית זאת היא אב-טיפוס לפעילות בתחום מדיניות המדע הלאומית, שמטרתה קידום תחומים טכנולוגיים-תעשייתיים חדשניים הנשענים על מחקר אקדמי ייעודי, אשר מדינת ישראל חייבת להיכנס אליהם בהקדם ובמלוא העוצמה.

ועדת בדיקה שהתכנסה ב־2002 ביזמת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים קבעה את הצורך החיוני בקידום תחומים אלה, ניסחה את המטרות הלאומיות ואת סדרי העדיפויות לתכנית, וכן המליצה על התמקדות בתחומי ננוטכנולוגיה אשר נודעת להם חשיבות לאומית ואשר לקהילה המדעית בארץ יש בהם יתרון יחסי. הוועדה התוותה מפת דרכים, המליצה על כינון תכנית לאומית חמש-שנתית (בהיקף של 300 מיליון דולר) ועל חלוקת ההשקעה בין הפעילויות המחקריות והתעשייתיות, וקבעה מדדים להצלחת התכנית. כמו כן, ועדת הבדיקה המליצה על הקמת ועדה לאומית לננוטכנולוגיה שתקדם את יישום ההמלצות וגיוס הכספים לצורך התמיכה במו"פ. זו אכן הוקמה ב־2003. ייעודה הוגדר כקידום פעילות המו"פ בתחומי הננוטכנולוגיה בישראל, כדי ליצור דור חדש של תעשייה מצליחה ומובילה בקנה מידה בין-לאומי.

התכנית החמש-שנתית הראשונה (2007-2011) לתמיכה במחקר אקדמי בננוטכנולוגיה החלה בטכניון ב־2005, ובשאר האוניברסיטאות ב־2007. במסגרת זאת הוקמו מרכזי ננומדע בשש אוניברסיטאות מחקר כשלב ראשוני והכרחי לביסוס התשתית המדעית-טכנולוגית. אחד התוצרים המובהקים של התכנית הראשונה היה היווצרותם של מוקדי מצוינות במרכזי הננו האופייניים לכל אוניברסיטה. התכנית פעלה כמנוף לשיתוף פעולה אקדמי-תעשייה, והתבטאה ביישום פטנטים, במכירת ידע ובהקמת חברות הזנק.

ההצלחה המוכחת של התכנית הראשונה הביאה לכינונה של התכנית הלאומית השנייה לננומדע וננוטכנולוגיה (2012-2016), בהיקף של 180 מיליון דולר לחמש שנים. מטרתה: שימורה וטיפוחה של התשתית המחקרית-הטכנולוגית שהוקמה באוניברסיטאות, והמשך המחקר והפיתוח הייעודי בתחומים אלה. הרכיב החדשני בתכנית השנייה היה תכנון, ייזום ותמיכה בפעילות מדעית-טכנולוגית תחרותית במסגרת תחומים טכנולוגיים ממוקדים (ת"מים), ובהסתמך על מוקדי המצוינות במרכזי הננו. המיזמים שנבחרו התמקדו בנוחומרים, ננופוטוניקה, ננורפואה, ננוביוולוגיה, וכן בשימושים מעשיים של ננוטכנולוגיה להדפסה על משטחים שונים.

בעקבות שתי התכניות הללו נוצרה בהצלחה תשתית לאומית מדעית-טכנולוגית להקמת תעשייה מבוססת מדע הנשענת על ננוטכנולוגיה. עם סיום התכנית הלאומית השנייה, לא נקבעו מסגרות תמיכה ממשלתיות לננוטכנולוגיה. ששת מרכזי הננו שהוקמו מתארגנים בדרכים שונות להמשך הפעילות המחקרית השוטפת. מורגש מחסור במשאבים לרכש ולחידוש הציוד המתקדם, כמו גם הצורך בגיוס מדענים מובילים נוספים בתחומים אלה. מתחייבת הגברת שיתוף הפעולה בין התעשייה בארץ ובחו"ל לבין מרכזי הננו לצורך מסחור ההישגים הטכנולוגיים. כמו כן נדרש סיוע ממשלתי לצורך עידוד התעשיות וקרנות ההון-סיכון כדי להפחית את הסיכון בפיתוח ההישגים הטכנולוגיים ובמימושם. בעקבות הצלחת הת"מים, אנו קוראים להרחיב תפיסה זו וליישמה בתחומי ליבה במחקר ופיתוח טכנולוגי אחרים.

## ח. מכונים העוסקים במחקר תרגומי

בסקר שערכה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה נמצא כי בישראל קיימים כ־100 מכונים ויחידות מחקר במגזר הממשלתי והציבורי, שבחלקם מתקיים גם מחקר תרגומי. ראויים לציון מיוחד: מרכז המחקר החקלאי (מכון וולקני) והחברה לחקר ימים ואגמים. (מידע נוסף על הנושא נמצא גם בדו"ח המולמו"פ להלן).



מכון וולקני: המכון – בשמו הרשמי 'מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני' – הוא המוסד הגדול ביותר בישראל העוסק במחקר חקלאי. מכון וולקני אחראי במידה רבה להפיכת החקלאות הישראלית למודרנית, ולמושא הערכה במדינות רבות. המינהל מסייע לחקלאים בישראל בפתרון בעיות בתחום החקלאות, וכן יוזם, מבצע ומפקח על מחקרים חקלאיים ומחקרים בתחום הנדסת המזון. המחקר המתנהל במרכז הוא יישומי, וחדושים רבים שיצאו ממנו מצאו את דרכם לשדות, למטעים ולשווקים בארץ ובעולם. בין התחומים שבהם עסקו אנשי המינהל נמנים גידולים מוגנים (גידולי חממה), השקייה, חקלאות באזורים צחיחים, טיפול בתוצרת לאחר הקטיף, מיכון חקלאי וזנים חדשים של פרות, ירקות וצמחי נוי.

המרכז הישראלי לחקר הים התיכון: לאחר גילוי מאגרי הגז הגדולים לחופי ישראל הקימה האקדמיה למדעים ועדה בין-לאומית שהמליצה על הקמת המרכז. קרן וולפסון נרתמה לסייע לקידום הנושא ונתנה מענק גדול להקמת המרכז, שהוקם לפני כשנתיים במימון משותף עם ות"ת. המרכז ממוקם באוניברסיטת חיפה, ופועל במסגרת שיתוף פעולה של כל האוניברסיטאות בארץ. חשיבותו היישומית במחקר תרגומי נובעת ממאגרי הגז והנפט שהתגלו בים התיכון, ומהתמריץ לניצולם המרבי והמיטבי תוך שמירה על איכות הסביבה. המרכז שם דגש על פיתוח מחקר ימי תוך שיתוף עם התעשייה, והקמתו קדמה את הנושא באורח משמעותי. המימון של ות"ת ניתן לתקופה קצובה, וכעת שוקדים על מציאת נתיבים למימון פעילותו לטווח ארוך, לשם ניצול התשתית המחקרית והיישומית.

### ט. מודל מוצע להקמת מכוני מו"פ יישומי בישראל

ניתוחים שנעשו בשנים האחרונות בתעשיות בארץ ובחו"ל מצביעים על הצורך בהעמקת רמת החדשנות של מוצרים, כדי לשמר את היתרון התחרותי. התעשייה הישראלית הגיעה בעשורים האחרונים להישגים גבוהים ברמה הבין-לאומית – בעיקר בתחומי התעשייה עתירת הטכנולוגיה, תוך דגש ברור על תחומי ה-ICT והיישומים הביטחוניים. ההצטיינות נגזרה משלושה גורמים: כוח אדם טכני ברמה גבוהה, מו"פ מפותח בתעשייה, ואינטראקציה טובה עם האקדמיה. צורכי העתיד מחייבים חיזוק בשלושת המישורים הללו. אחת הדרכים למימוש היא הקמת מכוני מו"פ יישומי.

### י. תכניות ממשלתיות תומכות מחקר תרגומי

תכנית קמ"ן – המדען הראשי של משרד הכלכלה והתעשייה: לאור העובדה שהמחקר הבסיסי בארץ הוא איכותי ונמצא בחזית הידע והטכנולוגיה בעולם, וכדי לנצל ידע זה ולהעבירו לתעשייה, הוקמה תכנית קמ"ן (קידום מחקר יישומי נבחר). מטרתה היא לתמוך במחקר במוסדות האקדמיים, ולהביאו לשלב שבו גורם עסקי יכול להחליט אם להשקיע ביישומי. התכנית יצאה לדרך ב-2011, ועד תום שנת 2015 אושרו כ-280 בקשות מחקר מאוניברסיטאות המחקר ומבתי חולים.

תכנית מגנט ותכנית מגנטון – המדען הראשי של משרד הכלכלה והתעשייה: תכנית מגנט (מחקר גנרי טכנולוגי) היא אחד ממסלולי הסיוע של המדען הראשי לקידום התעשייה הישראלית. התכנית פועלת משנת 1994, והיא מאופיינת על ידי קידום טכנולוגיות חדשניות ופורצות דרך שעשויות לסייע לפיתוח דורות חדשים של קווי מוצר או שדרוג קווי מוצר קיימים. התכנית מבוססת על שיתוף פעולה בין כמה חברות תעשייה לבין מדענים ממוסדות ההשכלה הגבוהה, תוך דגש על עיבוד המחקר היישומי באקדמיה וחיבורו לתעשייה הישראלית. במקביל, מתקיים איגוד המשתמשים בטכנולוגיות מתקדמות וקליטתן בתעשייה. כמו כן פועל מסלול 'נופר', המכוון למחקר יישומי באקדמיה, אשר טרם הבשיל להשקעה של התעשייה.

מו"פ ביטחוני אקדמי: במערכת הביטחון קיימים כמה ארגונים, גופים ומוסדות המקיימים בעיקר



מחקר יישומי ומעשי, וכן קשר עם המוסדות האקדמיים. המערכת תומכת במיזמים הנערכים באוניברסיטאות שיש בהם עניין למערכת הביטחון. מפא"ת (אשר מפעיל את תכנית 'קול קורא אקדמיה') פעיל במיוחד בנושא זה. כמו כן פועלת קרן 'ממד - מינוף מו"פ דואלי ביטחוני-אזרחי' - המקדמת רעיונות מקוריים ויצירתיים, לרבות טכנולוגיות חדשות וחדשניות שאינן נעשות במסגרת מימון ציבורי אחר, ואשר עשויות להוות בסיס לפיתוח מוצרים בני מסחר.

קרן פזי: קרן מחקר משותפת לוועדה לאנרגיה אטומית ולות"ת (על שמו של פרופ' אמנון פזי ז"ל, ראש ות"ת לשעבר, מבכירי האקדמיה ושותף מרכזי בפעילויות מערכת הביטחון), שתפקידה לקדם את המחקר, את הידע המדעי-טכנולוגי ואת הכשרת כוח האדם המדעי בתחום זה. יכולתה של הוועדה לאנרגיה אטומית לעמוד במשימות ובאתגרים תלויה באיכות וברמה של כוח האדם העומד לרשותה. הנושא חשוב במיוחד, מכיוון שהעבודה היא במסגרת סגורה ומסווגת - אתגר מובנה ליכולת למשוך ולשמר חוקרים מצטיינים.

תחומים טכנולוגיים ממוקדים (תמי"ם - Focal Technological Areas - FAT): לאור ההתפתחות הנרחבת של תעשיית ההיי-טק, צפוי בעשור הקרוב גל חדש של חדשנות מדעית-טכנולוגית שתשמש בסיס לתעשיות המדע. רכיב חדשני בתכנית הלאומית בכיוון זה הוא מעקב ובקרה של תחומים טכנולוגיים הממוקדים באוניברסיטאות המחקר. יעדי: ניצול מרבי של תשתיות אנושיות ומחקריות לכיווני מחקר ייעודי-תרגומי חדשני; קידום שיתוף הפעולה במו"פ בין אוניברסיטאות המחקר, המכללות האקדמיות, התעשייה והמעבדות הלאומיות; מינוף ההשקעה הממשלתית במרכזי ההצטיינות המחקרית באוניברסיטאות; עידוד שיתוף פעולה בין האוניברסיטאות במחקר ובפיתוח ייעודי-תרגומי; פיתוח וקידום קשרים בין-לאומיים במחקר בתחומי מדע וטכנולוגיה. מסגרת הפעולה של תמי"ם תהיה במרכזי מיומנות באוניברסיטאות, בתחום רחב של חדשנות. כל אשכול של תמי"ם יוקם לאחר בדיקה שיטתית על בסיס של תכנון ותקצוב רב-שנתי, ובכלל זה מעקב של ועדה מייעצת בין-לאומית. ניהול תכנית התמי"ם יבוצע על ידי תל"מ.

פעילות משרד המדע, הטכנולוגיה והחלל: המשרד פועל בשלושה מישורים עיקריים להשגת המטרות בתחומי העדיפות האלה: תמיכה במחקרים יישומיים אסטרטגיים; מלגות מחקר, והקמת מרכזי ידע. להלן סקירה קצרה של פעילותו בתחומים אלה.

תמיכה במחקרים יישומיים אסטרטגיים: ב-2013 מימן המשרד 57 מחקרים בתחומי העדיפות הכוללים מחשוב מתקדם וסייבר; מדעי ההנדסה; אנרגיה, בדגש על תחיליפי נפט לתחבורה; מדעי המוח ומחלות יתומות; מדעי הים; מדעי החברה, והיערכות ישראל לרעידות אדמה. עיקר המימון ניתן למוסדות להשכלה גבוהה וממכוני המחקר, ובעיקר לאוניברסיטאות המחקר.

מחקרים במסגרת תכנית מחקר אסטרטגי-תשתיות ל-2014: מחקרים ברפואה מותאמת אישית; מחקרים במדעי הים; מחקרים בתקשורת אופטית, ספינטרוניקה ומחשוב קוונטי; מחקר בין-תחומי המשלב טכנולוגיות תקשורת ומידע במדעי המוח ומדעי החברה ICT; מחקרים במדעי החברה והרוח; מחקר מדעי יישומי ומחקר הנדסי; טכנולוגיות מים; מחקרי חלל.

מחקרים במסגרת תכנית מחקר אסטרטגי-תשתיות ל-2015: מדע, טכנולוגיה וחדשנות למען האוכלוסייה בגיל השלישי; כימיה אנליטית, כימיה אורגנית ואלקטרוכימיה; פיתוח מדיניות לקידום נשים בישראל; מימון מחקר במרכזי המו"פ האזוריים שאינם זכאים לגשת למענקי מחקר בין-לאומיים; מחקר מדעי יישומי ומחקר הנדסי; מחקרי חלל (המשך).

מחקרים במסגרת תכנית מחקר אסטרטגי-תשתיות ל-2016: מחקר מדעי יישומי ומחקר הנדסי; אבטחת מזון וביטחון מזון; ננוטכנולוגיה; בטיחות ובריאות, אדם וסביבה; פיתוח תשתיות מדעיות בנושא מדע, טכנולוגיה וחדשנות למען האוכלוסייה בגיל השלישי (המשך); פיתוח תשתיות

מדעיות בנושא מדיניות לקידום נשים בישראל (המשך); אורח חיים ואיכות חיים, תזונה ותנועה; ביומטריה; היערכות האוכלוסייה בישראל לרעידות אדמה; מחקר במרכזי המו"פ האזוריים שאינם זכאים לגשת למענקי מחקר בין-לאומיים (המשך); כימיה אנליטית, כימיה אורגנית ואלקטרוכימיה (המשך); מחקרי חלל (המשך).

מלגות מחקר: ב-2013 הוענקו 129 מלגות בתחומי העדיפות של המשרד, לרבות מלגות מיוחדות לעידוד נשים בהנדסה ובמדעים מדויקים, ומלגות ייעודיות למגזר הערבי, הדרוזי והצ'רקסי. מימון מלגות לסטודנטים בתארים מתקדמים מעודד סטודנטים מצטיינים להתמקד בתחומי עדיפות, מקדם את ההון האנושי בטווח הקצר ומגדיל את עתודת החוקרים בתחומי עניין מכוונים.

הקמת מרכזי ידע: מרכזי הידע מושתתים על מתן שירות מדעי לחוקרים ולמדענים באקדמיה ובתעשייה, על בסיס תגליות מדעיות קיימות ופיתוח טכנולוגיות המושתתות על ידע מדעי קיים. המרכז מחויב במתן שירות ובהעמדת התשתית והידע לרשות כל מדען וחוקר בישראל. חזית המחקר מתקדמת מעצם טיבה, ולכן מרכז ידע תשתיתי מוקם לתקופה מוגבלת וחיוניותו נמדדת מחדש לאחר תקופת ההקמה. המרכז מוקם כישות זמנית, בעל אפשרות להפוך לאחר תום תקופת המימון למרכז קבוע העומד בזכות עצמו. בראש המרכז עומד חוקר בכיר, המרפז את הפעילות ומייצג את מרכז הידע. מרכזי הידע שהוקמו בשנים האחרונות ואשר המשרד היה שותף להקמתם הם:

מרכזי ידע ל-2013: מרכז למדעי המוח; מרכזים לננוטכנולוגיה; בנק רקמות; המרכז לאוספי הטבע הלאומיים.

מרכזי ידע ל-2014: מרכז ידע למדעי המוח (המשך); המרכזים לננוטכנולוגיה (המשך).

מרכזי ידע ל-2015: מרכז הידע לפוטוניקה; מרכזי ידע לאומי בתחום חלל וסביבה.

מרכזי ידע ל-2016: מרכז ידע לנשים ומגדר; מרכז ידע לחקר מחלות יתומות.

ראוי לציין כי משרד המדע – באמצעות מולמו"פ ובמסגרת מוסד ש' נאמן למחקר מדיניות לאומית – חוקר, מייצר ומעדכן מדי שנה את מרב המידע הסטטיסטי של המו"פ הישראלי.

מימון מחקרים על ידי יחידת המדען הראשי במשרד התשתיות הלאומית האנרגיה והמים: יחידת המדען הראשי היא הזרוע הטכנולוגית של משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים. היחידה שואפת לשמר את התשתיות הפיזיות והטכנולוגיות של ישראל ולפתח אותה, תוך תכנון ובניית כלים להשקעה במו"פ באקדמיה, בחברות הזנק ובאמצעות שיתופי פעולה עם גופים שונים בארץ ובעולם. מימון המחקרים הוא על בסיס קול קורא למחקר מו"פ תשתיתי בנושאים כגון גאולוגיה וגאופיזיקה של גז טבעי ונפט, מחצבים ואוצרות טבע, וכן של מחקרים בתחום רעידות אדמה ועוד. המחקר נערך בכל האוניברסיטאות וגם בחלק מהמכללות. באשר לנושא האנרגיה, התחומים שבהם נערך המחקר הם אנרגיה סולרית, רשתות חכמות, תחליפי דלקים, אגירת אנרגיה גרעינית ושימור אנרגיה. המשרד מקיים שיתופי פעולה עם קרנות בארץ כגון BIRD ו-BSF, וכן עם קרנות באירופה.

פעילות לשכת המדען הראשי של המשרד להגנת הסביבה: המדענית הראשית של משרד זה מקדמת נושאים רחביים בעלי ממשקים עם משרדי ממשלה אחרים: בריאות וסביבה; הערכות לשינוי אקלים; טכנולוגיות סביבתיות (לרבות חישה מרחוק); קידוחי גז ונפט; המצוק החופי; תחליפי נפט לתחבורה; הפקת אנרגיה מביו-מסה; שיקום הכרמל, הערכת המערכות האקולוגיות ועוד. בכל הנושאים האלה נערכים מחקרים, והידע המצטבר מתוצאותיהם ומהעבודה השוטפת בלשכה מנוצל ליצירת קשרים עם משרדי הממשלה המתאימים, עם מדענים במוסדות ההשכלה הגבוהה (לקידום החדשנות הטכנולוגית) וכן עם התעשייה.

## יא. המלצות

- תפקידן של אוניברסיטאות המחקר הוא לעסוק במחקר בסיסי ובהוראה להעצמת הידע האנושי, להבאת תועלת לחברה האנושית ולהכשרת ההון האנושי בכל תחומי הידע. ראוי לנצל ידע מצטבר זה כדי לכוון מחקר ייעודי שיתרום לכלכלה, לבריאות, לביטחון ולפיתוח.
- יש למצוא דרכים לתגבור שיתוף הפעולה בין האוניברסיטאות לתעשייה, על ידי עידוד התכניות הממשלתיות הייעודיות לנושא; זאת בעיקר במסגרת משרד הכלכלה והתעשייה והרשות לחדשנות.
- יש לעודד מחקר תרגומי ותכניות ייחודיות הקשורים לנושאים בעלי חשיבות לאומית: ביטחון, סביבה, אנרגיות מתחדשות, בריאות וכדומה, שיסתייעו במשרדי המדענים הראשיים במשרדים הרלוונטיים – משרד המדע, הטכנולוגיה והחלל; מערכת הביטחון ומפא"ת, המשרד להגנת הסביבה; משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים; משרד הבריאות, ועוד.
- יש לחזק את הנושאים הכלולים במסגרת התכניות לתחומים טכנולוגיים ממוקדים (FTA) ולשקול הרחבתן לתחומי ליבה נוספים במחקר ופיתוח טכנולוגי. אנו רואים בברכה את שיתופן של מכללות אקדמיות במסגרת מחקרית זו.
- עם כל האמור לעיל, יש לשמר את מצוינותו של המחקר הבסיסי במוסדות להשכלה גבוהה: על אוניברסיטאות המחקר מוטלת האחריות למצוא את האיזון הנכון בין המחקר הבסיסי לבין המחקר התרגומי.
- יש להמשיך ולשקול את הגברת התמיכה במחקרים יישומיים אסטרטגיים; מלגות המחקר ומרכזי הידע שמקודמים על ידי משרד המדע, הטכנולוגיה והחלל.

# דו"ח תת-הוועדה לקשרי מדע בין-לאומיים

פרופ' ידין דודאי

פרופ' רשף טנא

ד"ר מאיר צדוק

סעיף זה סוקר את קשרי החוץ המדעיים של ישראל, המתבטאים בשיתופי פעולה בין מדענים במסגרת הסכמים בין אקדמיות ואוניברסיטאות, וכן בהסכמים ממשלתיים. ראוי לציין בהקשר זה כי ישראל שותפה בתשתיות של מדע גדול כגון CERN (מאיץ החלקיקים הגדול בז'נבה), ו-ESRF (המתקן לקרינת סינכרוטרון בגרנובל בצרפת).

## מבוא – המדע ותהליכי הגלובליזציה

מדע במאה ה-21 הוא מיזם עולמי. לפי הערכה פועלים כיום למעלה מ-7.75 מיליון מדענים ברחבי העולם – כאשר סך ההוצאה המצרפית בגינם במו"פ עולה על 1.67 טריליון דולר ב-2013, ואשר קוראים ומפרסמים בכ-25,000 כתבי עת מדעיים. מדענים רבים ומוסדותיהם משתפים פעולה אלה עם אלה, מונעים על ידי השאיפה לעבוד עם מומחים עמיתים במתקנים הטובים ביותר בעולם, ומחפשים – מכוח סקרנותם – ידע חדש שיביא לקידום התחום שבו הם עוסקים ולהתמודדות עם בעיות פרטניות במסגרתו.

ידע, רשתות עבודה וסקירות מדינתיות מבוססים על מידע זמין. תבניות המדע משתנות, וניתוח של אופי שיתוף הפעולה ומגמותיו נועד לספק בסיס להבנת שינויים מתמשכים אלה. מטרתם לזהות הזדמנויות לשיתוף פעולה בין-לאומי ותועלת שעשויה לצמוח ממנו, לשקול מהי הדרך הטובה ביותר למימוש שיתופי פעולה כאלה, ולעורר דיון בשאלה כיצד לרתום שיתוף פעולה מדעי בין-לאומי ביעילות רבה יותר כדי להתמודד עם בעיות עולמיות. מדענים צעירים וקהילות מחקר חדשות – מסינגפור ועד דרום-אפריקה – מעצבים-מחדש את נוף המדע והחדשנות, שעד כה נשלטו בעיקרם על ידי ארצות הברית ואירופה:

- המדע ב-2016 הופך להיות יותר ויותר כלל-עולמי, ומתרחש במקומות רבים יותר מאשר אי פעם. המדע מתמודד עם השאלות הבסיסיות של הבנת היקום, העולם והאדם, שמעסיקות את האנושות מאז ומתמיד. הוא מונע על ידי סקרנות, וצומח על ידי הצטברות הידע האנושי. הוא ייחודי בכך שאינו כבול לשום דוקטרינה דתית או אידיאולוגית, ואינו תלוי בעורך המחקר אלא באמיתות טיעונו. בכך, הוא דמוקרטי במהותו. לפיכך, המדע הוא בעל חשיבות כלל-עולמית, ונתמך על ידי ממשלות, עסקים, פילנתרופים ותרומות.
- קיימות מדינות שבהן פעילות גוברת והולכת זו בולטת במיוחד בהשקעה ובתוצרים מדעיים שחורגים ממגמות הצמיחה הכלליות. אפשר להבחין במיוחד בנסיקתה של סין, שעקפה בשנים האחרונות את יפן ואירופה במונחים של תפוקת פרסומיה המדעיים. התפתחויות מהירות התרחשו גם בהודו, בקוריאה, בברזיל ובמדינות מדע מתהוות במזרח התיכון, בדרום-מזרח אסיה ובצפון-אפריקה. כמו כן ניכרת התחזקות המדינות האירופיות הקטנות.
- המדינות המסורתיות עדיין מובילות: ארצות הברית, מערב-אירופה ויפן משקיעות באופן ניכר במחקר, ולזכותן מאמרים מדעיים רבים בעיתונים מובילים (וכן שיעורים גבוהים מאוד של פטנטים רשומים ואזכורים מדעיים).

• העולם המדעי הופך מקושר יותר בתוך עצמו, ושיתוף הפעולה המדעי הבינלאומי נמצא במגמת עלייה. למעלה מ-35 אחוזים מן המאמרים הרואים אור בכתבי עת בינלאומיים מבוססים כיום על שיתופי פעולה בינלאומיים – עלייה של 25 אחוזים לעומת התקופה של לפני 15 שנה.

### שיתופי פעולה בינלאומיים

שיתופי פעולה בינלאומיים לובשים צורות שונות, ואפשר למינם לשלושה סוגים: שיתופי פעולה ישירים בין מדענים ממדינות שונות; שיתופי פעולה בינלאומיים ממלכתיים ומוסדיים, ו'מדע גדול' – שיתוף במתקני מדע גדולים.

### שיתופי פעולה ישירים בין מדענים ממדינות שונות

פעילות זו בין מדענים בודדים או קבוצות מדענים המשתפים פעולה היא המסלול העיקרי בקשרי המדע הבינלאומיים, במיוחד בקרב מדענים במדינות קטנות. רבים משיתופי הפעולה האלה אינם ממומנים ישירות על ידי קרנות ייעודיות, ולפיכך פעילות כזאת תלויה בקיומן של קרנות המעודדות מחקר המודרך על ידי סקרנות – כגון הקרן הלאומית למדע, או ה-ERC האירופי.

נוף שיתופי הפעולה בתחומי המחקר והפיתוח של ישראל משתנה: עד לאחרונה היה שיתוף הפעולה עם ארצות הברית הנרחב והבולט מכולם, והוא כלל גם את מימון המחקר המדעי. בשנים האחרונות נכנסו גופים נוספים, ובעיקר האיחוד האירופי, לשיתוף פעולה חדש או מתעצם עם ישראל, באמצעות תכניות המחקר. כיום, ההשקעה בשיתופי פעולה מדעיים וטכנולוגיים בין ישראל לאירופה עולה על ההשקעה הלאומית למחקר משותף עם ארצות הברית. חלק מההסבר לתופעה זו נובע מירידת משקלה של ארצות הברית בהוצאה העולמית למימון מחקר מדעי – מ-35.6 אחוזים ב-1991, ל-30.4 אחוזים ב-2005 – וכנראה שכיום מספר זה נמוך אף יותר. השלכות מורכבות נודעות לחוסר האיזון בין ההשקעה הלאומית למחקר משותף באירופה ובארצות הברית, שכן ארצות הברית היא עדיין המדינה המובילה בעולם הן בתחומים רבים של מחקר מדעי והן בטכנולוגיה, ושיתופי פעולה רבים בין מדענים משתי המדינות אינם יוצאים מן הכוח אל הפועל מחוסר מימון מתאים.

### שיתופי פעולה בינלאומיים ממלכתיים ומוסדיים

בעבודה ממצה ונרחבת, שנערכה על ידי הוועדה לקשרי חוץ מדעיים של המולמו"פ בראשותה של פרופ' מינה טייכר מאוניברסיטת בר-אילן, מופו קשרי המו"פ הבינלאומיים. נמצא כי למדינת ישראל קשרים בתחומים ממלכתיים ומוסדיים רחבים:

OECD – הוועדה למדע וטכנולוגיה (CSTP – Committee for Science and Technology).

אונסקו – ריכוז הפעולות נעשה על ידי יחידת הקשר הממומנת על ידי משרד החוץ.

תכניות המו"פ של האיחוד האירופי על פי הסכם שנחתם ב-2007 עם הנציבות האירופית.

תכניות אירופיות בין-משלתיות:

;EUREKA – Eurostars

;AAL – ERA-Net Ambient Assisted Living

;EUROMED – Euro-Mediterranean Partnership

;ESFRI – European Cooperation in Science and Technology

;COST – The European Strategy Forum of Research Infrastructure

המעבדה האירופית לביולוגיה מולקולארית (EMBL), והוועדה האירופית לביולוגיה מולקולארית (EMBC)

ישראל שותפה בכמה מיזמי מחקר גדולים דוגמת CERN, ESRF ו-Sesame. שיתופי פעולה במסגרת מתקני מחקר אלה מתוארים ביתר פירוט להלן.

השתתפות ישראל בתכניות המו"פ של האיחוד האירופי: ב-1996 הצטרפה ישראל כחברה נלווית לתכנית הרביעית (FP4), ומאז היא חברה בכל התכניות שבאו לאחריה. התכנית השביעית החלה ב-2007; Horizon 2020, שבו ישראל שותפה החל מ-2014, יימשך עד 2020. במסגרת החוזה, ישראל משלמת דמי השתתפות קבועים מראש, ובתמורה חוקרים ישראלים זכאים להשתתף בכל 'הקולות הקוראים' ולזכות במענקים תחרותיים כמו כל מדען אחר ממדינות החברות באיחוד האירופי. השתתפות זו חשובה לא רק בשל ההיבט הכספי שלה, אלא גם בשל הרשתות המדעיות והטכנולוגיות בעלות הערך המוסף הגבוה שנוצרות בעקבותיה, שלמדענים ישראלים חלק נכבד בהן. שיעורי ההצלחה של מדענים ישראלים בתכנית הם יוצאי דופן ביחס למדינות אירופה האחרות.

שיתוף פעולה עם ה-ERC - European Research Council: הצלחותיהם של מדענים מישראל בקבלת מענקי מחקר מהקרן האירופית למדע מרשימות ביותר. מענקי המחקר מקרן זו מוענקים על בסיס הצטיינות מדעית בלבד, ללא קשר לחלקה של ישראל בתקציב הקרן. בנוסף, מדענים בכירים מהארץ יושבים במספר רב של ועדות שיפוט של ה-ERC, ובכך מעלים תרומה חשובה לפעילותו של גוף זה. ברמה המוסדית, האוניברסיטה העברית בירושלים, מכון ויצמן למדע והטכניון מופיעים בין הראשונים בכלל המוסדות האירופיים. ברמה הארצית, ישראל מופיעה שנייה בשיעורי ההצלחה.

### קרנות דו-לאומיות

הקרן הדו-לאומית ישראל-ארצות הברית - BSF: הקרן נוסדה ב-1972 על ידי ישראל וארצות הברית, כדי לקדם נושאים בתחומי המדע והטכנולוגיה אשר לשתי המדינות עניין בהם, ולסייע לשיתוף הפעולה בין מדענים בשתיהן. שיתוף הפעולה מתבטא בתכניות מחקר ובמחקרים משותפים. ישראל וארצות הברית הקימו לצורך זה קרן כספית שמורה, שפרותיה משמשים למימון פעולות שונות של הקרן הדו-לאומית - מתן מענקי מחקר לשלוש שנים, ארגון סדנאות מחקר והענקת מענקי השתלמות לחוקרים צעירים משתי המדינות. בשנים הראשונות תמכה הקרן במחקרים בתחום מדעי החיים ומדעי הטבע בלבד, ולאחר מכן נוספו תחומי תמיכה חדשים במדעי החברה. תקציב ה-BSF ל-2016, שמקורו בקרן השמורה, הוא כ-16 מיליון דולר.

מאחר שהקרן השמורה שהקימו ארצות הברית וישראל לא עודכנה מאז 1984, האפקטיביות של ה-BSF בטיפוח הקשר המדעי בין המדינות ירדה בהדרגה, וכיום מספר רב של שיתופי פעולה פוטנציאליים אינם יוצאים מן הכוח אל הפועל. יש למצוא דרכים להגברת שיתוף הפעולה המדעי בין שתי המדינות, כפי שמסתמן בשנים האחרונות.

תקווה חדשה להגברת הקשר המדעי עם ארצות הברית התעוררה ב-2012, כאשר ה-BSF החלה למנף סכום צנוע של 3 מיליון דולר לשנה שקיבלה ממשרד האוצר הישראלי והמל"ג למערכת שיתוף פעולה נרחב עם יחידות רבות בקרן הלאומית למדע של ארצות הברית (NSF). ב-2016 קיימות 16 תכניות מימון משותפות עם ה-NSF, להן מוגשות הצעות משותפות של מדענים ישראלים ואמריקאים. בהצעות הנבחרות למימון, ה-NSF מממן את החוקר האמריקאי, ואילו ה-BSF מממן את החוקר הישראלי מהכספים הייעודיים שמקורם בממשלת ישראל. אנו עדים להצלחה רבתה של תכנית חדשה זו - כפי שמעידים מסמכים שפורסמו לאחרונה על ידי ה-NSF. יתר על כן, מתברר כי אין מדינה אחרת בעולם אשר לה קשרים מדעיים מסועפים מעין אלו עם ה-NSF, הישג שיש להמשיך ולטפח. תקציב שיתוף הפעולה עם ה-NSF ב-2016 עומד על כ-5.5 מיליון דולר, וקיים

פער כספי גדל והולך בין התרחבות התכנית המשותפת ל-NSF ול-BSF לבין יכלתה של ה-BSF לבדה לממן את המדענים הישראלים הנבחרים למימון בתכנית זאת.

קרן גרמניה-ישראל למחקר ולפיתוח מדעי - GIF: הקרן נוסדה ב-1986. שרי המדע של גרמניה וישראל חתמו על הסכם הקמתה, והכנסת והבונדסטאג הכירו בה כגוף סטטוטורי עצמאי. הקרן קמה כדי לקדם את קשרי המדע והטכנולוגיה בין שתי המדינות, מתוך הכרה ששיתוף פעולה מדעי יחזק את קשרי הידידות וההבנה ביניהן ויקדם את המו"פ לתועלתן. הקרן תומכת במחקר בסיסי ובמחקר יישומי למטרות שלום בגרמניה ובישראל. פן ייחודי של קרן GIF הוא תמיכה בשיתופי פעולה בין חוקרים צעירים משתי המדינות. מחקרים אלה ממומנים מפרותיה של קרן צמיתה.

בראש מועצת הנגידים של הקרן עומדים שרי המדע של שתי המדינות, וחברים בה שישה מדענים בעלי שם משתי המדינות. מועצת הנגידים קובעת את נושאי המחקר שיזכו לתמיכה, וכן – בהליך תחרותי – את הזוכים עצמם. בנוסף, הקרן מארגנת כינוסים בנושאים מדעיים, וסדנאות משותפות לחוקרים צעירים משתי המדינות. מאז הקמתה, הקרן חילקה למעלה מ-200 מיליון יורו לחוקרים משתי המדינות. בשנה האחרונה חילקה הקרן כ-7 מיליון יורו למחקרים משותפים.

קרן DIP (Deutsch-Israelische Projektkooperation): קרן זו משמשת מסגרת נוספת לשיתופי פעולה מדעיים בין גרמניה וישראל. הקרן נוסדה ב-1997. הקרן מנהלת על ידי 'הקרן הלאומית הגרמנית למחקר' (DFG). היא ממנת מדי שנה שלושה עד ארבעה מחקרים המאגדים קבוצות מדענים גרמנים וישראלים בנושאי מחקר משותפים במדעים המדויקים, מדעי הטבע, ההנדסה, הרוח והחברה. המחקרים ממומנים לתקופה של חמש שנים, בסך כולל של 1,655,000 יורו לכל מחקר יחיד.

הקרן הדו-לאומית למו"פ חקלאי ארצות הברית-ישראל - BARD: הקרן נוסדה ב-1977 על ידי ממשלות ישראל וארצות הברית, כדי לקדם מחקר בסיסי ויישומי משותף בתחום החקלאות לתועלת שתי המדינות. פעילות זאת ממומנת מפרותיה של קרן שמורה של 110 מיליון דולר, שהוקמה מכספי שתי המדינות בחלקים שווים. מענקי הקרן – בסדר גודל של כ-300,000 דולר למחקר במשך שלוש שנים – מוקדשים לפיתוח, להתמודדות עם שינויי האקלים ולפתרון בעיות בכל תחומי החקלאות. הם כוללים תמיכה בבתר-דוקטורנטים, מלגות לסטודנטים ומימון כינוסים מדעיים. היקף הפעילות השנתי של הקרן הסתכם ב-2015 ב-8 מיליון דולר.

שתי מסגרות נוספות הראויות לציון הן משרד המדע, הטכנולוגיה והחלל, המוציא 'קולות קוראים' לשיתופי פעולה בתחומים מוגדרים עם מדינות רבות דוגמת סין, גרמניה, צרפת, קוריאה, טאיוון, איטליה, רוסיה. שיתופי פעולה אלה מבוססים בין השאר על חוזקות הדדיות ששתי המדינות מעונינות לקדם. כמו כן, במסגרת ISF נוצרו בשנים האחרונות שתי תכניות לשיתוף פעולה מדעי – האחת עם סין, והאחרת עם הודו.

הסכמים בין האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים לבין אקדמיות וארגוני מדע בין-לאומיים: לאקדמיה הסכמים עם 40 מוסדות באירופה, באמריקה, במרכז אסיה, בתת-היבשת ההודית ובמזרח הרחוק. האקדמיה חברה במספר רב של ארגונים בין-לאומיים חשובים. הקשרים הבין-לאומיים של האקדמיה מתבטאים בחילופי חוקרים במסגרת ההסכמים, בקיום סדנאות, בפעילות מדעית אזורית ובייצוג הקהילה המדעית בארגוני מדע בין-לאומיים. ארגוני-הגג המדעיים כוללים ארגונים בין-לאומיים כגון המועצה הבין-לאומית למדע (ICSU), והקרן האירופית למדע (ESF). האקדמיה חברה ב-IAP, ארגון-הגג העולמי של האקדמיות, ובארגוני-גג של אקדמיות שונות באירופה.



להלן דוגמאות מרכזיות לשיתופי פעולה במסגרת זו:

**ארצות הברית:** בשל מגמת התמעטות הקשרים המדעיים בין ישראל לארצות הברית (שהוזכרה לעיל), נעשה מאמץ מצד ארגון-הגג של האקדמיות האמריקניות והישראלית להקים תכנית חדשה לעידוד קשרים בין מדענים צעירים ומצטיינים משתי האקדמיות; זאת במסגרת תכנית הפועלת מזה שנים בארצות הברית - ה-Kavli Frontiers of Science. נעשים מאמצים לחפש אפיקים נוספים.

**אנגליה:** נחתם הסכם רחב היקף לשיתוף פעולה עם החברה המלכותית הבריטית, לחילופי בתר-דוקטורנטים ומדענים בכירים.

**גרמניה:** קיימת פעילות ענפה בכמה צירים: ההסכם לשיתוף פעולה מדעי בין האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים לבין האקדמיה של ברלין-ברנדבורג; הסכם לשיתוף פעולה מדעי עם ה-DFG ועם קרן פון-הומבולדט בסדרה של כינוסים מדעיים למדענים צעירים מצטיינים מתחומי מדעי הרוח והחברה. לאחרונה יצא קול קורא למחקרים משותפים עם מכוני פראונהופר (Fraunhofer) למחקר יישומי בגרמניה והרשות לחדשנות במשרד הכלכלה והתעשייה, המשלבים אקדמיה ותעשייה משני הצדדים.

**המזרח הרחוק:** קיימים הסכמים עם מדינות מרכזיות במזרח הרחוק. לאחרונה נעשה מאמץ מכוון להרחיב ולהפעיל את ההסכמים עם הודו, טיוואן, דרום-קוריאה ובעיקר סין - הן בסדנאות משותפות, והן באמצעות מדענים בולטים בודדים וראשי המערכות המדעיות.

## מפעלים אזוריים

**נשיאי האקדמיות למדעים ומועצות המדע של אזור המזרח התיכון:** ב-1994 נוסד בווינגטון איגוד נשיאי האקדמיות ומועצת המדע של אזור המזרח התיכון - בהשתתפות ירדן, הרשות הפלסטינית, מצרים וישראל ובחסות האקדמיות הלאומיות של ארצות הברית. האיגוד החליט לקיים פגישות סדירות באזור וכן מחקרים, סדנאות ופעולות משותפות. פעילות ענפה זו נפסקה בשל ההתפתחויות במזרח התיכון, ומצדנו תהיה נכונות להמשיכה.

**המרכז האקדמי הישראלי בקהיר:** המרכז האקדמי הישראלי בקהיר הוקם ב-1982 על ידי האקדמיה ביזמת המוסדות להשכלה גבוהה והחברה המזרחית הישראלית, בעקבות הסכם התרבות בין ישראל למצרים מ-1979. גם כאן הייתה פעילות מסודרת של ביקורים הדדיים של חוקרים, אנשי רוח וסטודנטים ישראלים ומצרים עד לשינויים שעברה מצרים. בשנים האחרונות מפעילים את המרכז עובדי המצרים, ומנהל המרכז מבקר במצרים מעת לעת, כאשר המצב המדיני מאפשר זאת.

## 'מדע גדול'

מתקני מחקר גדולים דורשים משאבים כלכליים ומשאבי כוח אדם שאין ביכולתה של ישראל להקימם ולקיימם באופן עצמאי. כדי לאפשר למדענים מצוינים בארץ להשתמש במתקנים אלה, המדינה מקדישה אמצעים לא מבוטלים - בחסות האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים וות"ת - כדי לאפשר נגישות של חוקרים ישראלים למתקני מחקר גדולים, כפי שיתואר להלן. השימוש במתקנים אלה מעודד שיתופי פעולה עם קבוצות מובילות בחו"ל, וחושף את המדענים הישראלים לשיטות מחקר מתקדמות ולגישות פורצות דרך.

**מאיץ החלקיקים CERN בז'נבה:** פיזיקת החלקיקים האלמנטריים חוקרת את רכיבי היסוד של גרעיני האטום ואת הכוחות הפועלים בהם; זאת באמצעות מאיצים בעלי אנרגיות גבוהות מאוד. המעבדה המובילה בעולם בחקר החלקיקים האלמנטריים - CERN - The European Organization for Nuclear Research (המרכז האירופי למחקר חלקיקים) - נמצאת בז'נבה שבשווייץ, והיא גוף



בין-לאומי. הגוף המייצג את ישראל ב-CERN והמוביל את הפעילות המדעית הניסויית שנערכת בו הוא הוועדה הלאומית לאנרגיות גבוהות. חבריה ממונים על ידי נשיאת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ושר המדע. בראש הוועדה עומד פרופ' אליעזר רבינוביץ. השתתפות ישראל ב-CERN מושתתת בראש ובראשונה על הצטיינותה המדעית ועל הקשר המדעי שלה לקהילה המדעית בתחומי הפיזיקה של אנרגיות גבוהות.

ב-1990 חתמה ישראל על הסכם הצטרפות ל-CERN במעמד משקיף. בשנים האחרונות נבנה ב-CERN המאיץ LHC – Large Haldron Collider. ב-2008 נעשתה לו הרצת מבחן, והיא עברה בהצלחה. שותפות ישראל ב-LHC מתבטאת במסגרת תאגיד הגלאי הענק אטלס (ATLAS), ותרומתה הייחודית היא בניית גלאים בשבילו. הגלאים פותחו ונבנו במעבדות במכון ויצמן למדע, וקודם העברתם ל-CERN הם נבדקו במעבדות באוניברסיטת תל-אביב ובטכניון. ב-2008 הושלמה בניית והרכבת הגלאי TGC – Thin Gap Chamber, שהוא חלק מגלאי הענק אטלס. הפעילות הישראלית העכשווית כוללת את תחזוקת הגלאים; אך מרכז הכובד שלה הוא בשלב שבו יש לנתח את תוצאות האמת המתקבלות מהמאיץ. לשם כך נעזרים המדענים הישראלים במערכת הגריד, שאליה הצטרפו ב-2007. בשנים האחרונות חל שיפור רב בשיתוף הפעולה בתוך ישראל וכן ביחסים שבין ישראל לבין מדינות העולם, ואלה מאפשרים לפיזיקאים הישראלים למצב עצמם בעמדה שיש בה כדי לקדם רבות את העבודה על גילוי פיזיקה חדשה ב-CERN. אכן, מדענים ישראלים מילאו תפקיד מרכזי הן בבניית המערכת שאפשרה את גילוי החלקיק הסקלרי (חלקיק היגס), והן בנייתו הנתונים שהביאו למסקנה של גילוי החלקיק החדש.

בינואר 2014 הונף דגל ישראל בטקס צירופו אל 20 דגלי המדינות החברות האחרות ב-CERN; זאת לאחר שבדצמבר 2013 הוכתרו בהצלחה המאמצים שנמשכו שנים רבות להביא את CERN לקבל את ישראל כחברה מלאה במועצה. ב-2015 החל המאיץ המשודרג לפעול בהצלחה באנרגיות הגבוהות. התקבלו תוצאות חדשות רבות. במהלך 2016 צפוי להתברר אם תקוותינו היו מוצדקות. שנת 2017 צפויה להיות חשובה, כי בה עתידה ליפול ההכרעה בשאלה אם צפויות תגליות חדשות במאיץ. לכל תוצאה תהיה השלכה בעלת חשיבות על הכיוון שאליה יתפתח המחקר בתחום פיזיקת האנרגיות הגבוהות. ב-2015 נבחר מבין כמה מועמדים פרופ' אליעזר רבינוביץ לתפקיד סגן נשיא מועצת CERN.

מתקן הסינכרוטרון האירופי בגרנובל – ESRF: כ-300 חוקרים מישראל השתמשו ב-ESRF למחקריהם, ובהם תלמידי מחקר ובתור-דוקטורנטים. ה-ESRF משמש אפוא כלי חשוב גם בהכשרת דור העתיד של חוקרי ישראל. מלבד זאת, השתתפות חוקרים מישראל ב-ESRF היא הזדמנות מצוינת לחשיפתם ולחשיפת מחקריהם לעמיתים ברמה העולמית. הישגי המדענים הישראלים ב-ESRF הם יוצאי דופן. ישראל נמצאת בעקיבות בין שלוש-ארבע המדינות המובילות מדעית ב-ESRF: בחלקה היחסי במספר המחקרים המשותפים והפרסומים שנבעו מהם, באיכותם ובהיקף הזכייה לאחר שיפוט. פרופ' עדה יונת (2009), שעשתה חלק גדול מעבודתה המדעית במתקן ה-ESRF, זכתה באחד משני פרסי הנובל שהוענקו לחוקרים שהשתמשו בו. ישראל מצויה בקו עלייה מתמיד בממדד ההצלחה החשוב ביותר להנהלת ה-ESRF, הנקרא 'מקדם ההחזר', והגיעה למוצע תלת-שנתי של 1.55, שהוא הגבוה מכל המדדים הללו שהשיגו מדינות אחרות בחומש האחרון. ישראל הגדילה את השתתפותה התקציבית ל-1.51 אחוזים, שהם כ-1.5 מיליון דולר לשנה.

מתקן לקרינת סינכרוטרון במזרח התיכון – SESAME - Synchrotron-Light for Experimental Science and Application in the Middle East: זהו מתקן סינכרוטרון מחקרי המוקם עתה בירדן (ליד אירביד) בהשתתפות מדינות האזור, ובכלל זה ישראל. היזמה להקמתו היא של ארגון MESC – Middle Eastern Scientific Committee, ושל חוקרים אחדים מגרמניה, מארצות הברית ומישראל. הוועדה הלאומית לקרינת סינכרוטרון, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

ומשרד המדע הצטרפו ליזמה זו מתחילת דרכה ב-1997. המדינות החברות האחרות הן איראן, בחריין, טורקיה, ירדן, ישראל, מצרים, פקיסטן, קפריסין והרשות הפלסטינית. מלבדן, כמה מדינות מסייעות בתכנון ובהקמה במעמד של משקיף: איטליה, ארצות הברית, יפן, בריטניה, גרמניה, יוון, כוויית, עירק, צרפת רוסיה ושוודיה. ב-2006 גדלו המשאבים הכספיים העומדים לרשות המיזם, ונחתם הסכם בהיקף של מיליון דולר בין 'ססמי' לבין הסוכנות הבין-לאומית לאנרגיה אטומית (IAEA) בווינה לצורך הכשרת עובדים למיזם. הצפי הוא שבמהלך 2017 המאיץ יחל בפעילותו (חנוכתו מתוכננת לאמצע 2017). בשלב ההתחלתי המתקן צפוי לכלול שתי תחנות עבודה, וחלק הארי של הציוד הנדרש להפעלתן כבר נמצא בו. בהמשך, מתקן הסינכרוטרון צפוי לאפשר מחקר במגוון רחב של תחומים: ארכאומטרייה, כימיה, פיזיקה, מדע החומרים, ביולוגיה ומקצועות ההנדסה.

## מסקנות

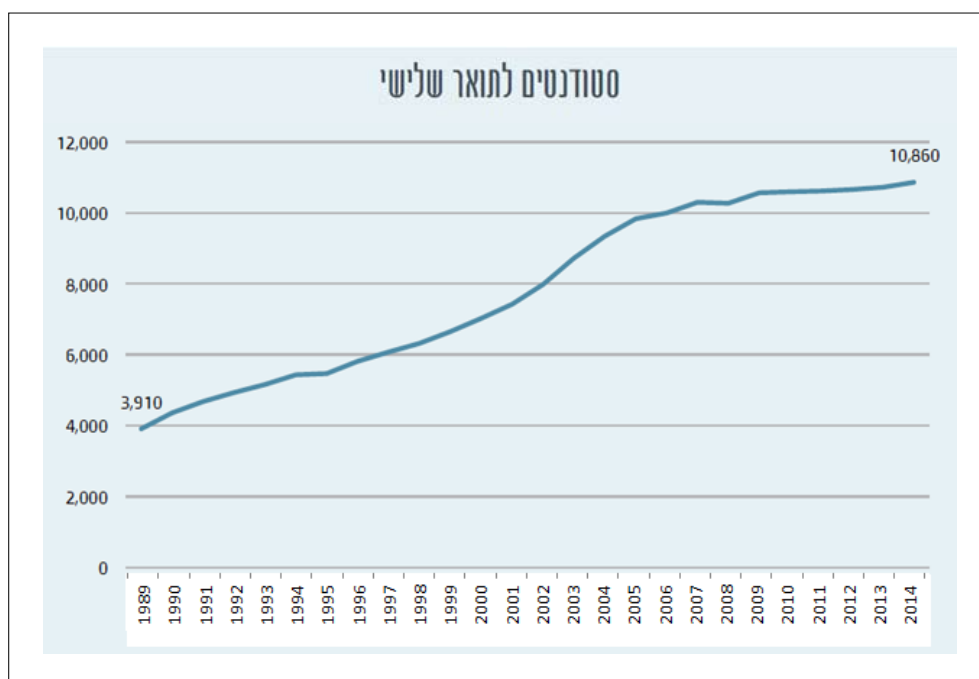
- ישראל מבודדת מבחינה גאוגרפית מהמרכזים המדעיים הגדולים. לפיכך, טיפוח שיתופי פעולה בין מדענים ישראלים לבין עמיתיהם מחו"ל מהווה את נשמת אפה של הפעילות האקדמית ואת אחת מאבני הבניין החשובות של המחקר האקדמי בארץ.
- שיתופי הפעולה הבין-לאומיים מבוססים על צירים אחדים: שיתופי פעולה בין מדענים בודדים בעלי עניין מדעי משותף; שותפות בקרנות מחקר בין-לאומיות ודו-לאומיות, ושימוש במתקני מחקר גדולים שאינם מצויים בארץ.
- מתקני מחקר גדולים הם תוצאה של שיתופי פעולה בין-לאומיים. הם חיוניים להתקדמות הידע האנושי והטכנולוגיה. ישראל חברה בכמה שיתופי פעולה כאלה, ופעילות מדענית במסגרתם זוכה להערכה רבה בעולם. אנו ממליצים להמשיך ולבחון שותפות במתקנים בין-לאומיים חדשים המוקמים עתה או עתידים לקום בעתיד הקרוב – דוגמת מתקן הלייזר של אלקטרוניס חופשיים המוקם בגרמניה, והטלסקופ הבין-לאומי המוקם בצ'ילה. שיתופה של ישראל חייב להתבסס על שיקולים של תועלת מדעית ועל קיומה של מסה קריטית של פעילות מדעית ישראלית בתחומים הנדונים.
- ההשקעות הגדולות של המדינה במיזם האירופי למחקר הוכיחו עצמן בכל קנה מידה מדעי וטכנולוגי, וסייעו למדענים ישראלים להשתלב במארג המחקר האירופי. עם זאת, השקעות אלו היטו את האיזון לרעת שיתופי הפעולה הטבעיים בין מדענים ישראלים לבין עמיתיהם מהמעצמה המדעית הגדולה בעולם – ארצות הברית. מחקרים רבים של חוקרים משתי המדינות אינם יוצאים מן הכוח אל הפועל בשל חוסר משאבים מתאימים. בשל נסיבות מיוחדות נוצרה הזדמנות פז לשיתוף פעולה בין מדענים ישראלים ואמריקנים במסגרת שיתוף הפעולה בין קרן ה-BSF לבין הקרן הלאומית למחקר האמריקני (NSF). לדעת עמיתינו מה-NSF, שיתופי פעולה אלו נוחלים הצלחה רבתי. לפיכך, יש להתבסס על הצלחה זו ולהגדיל את ההשקעה הישראלית בשיתוף פעולה יוצא דופן זה.
- אחת החולשות הברורות של המדע בארץ היא נוכחותם הדלה יחסית של חוקרים צעירים (דוקטורנטים ובתור-דוקטורנטים) ממדינות המערב ובעיקר מארצות הברית באוניברסיטאות הישראליות. חוקרים אלה מעשירים את איכות המחקר וגיוונו וכן משמשים שגרירים למחקר ולאורח החיים בארץ בשו"ב לחו"ל בתום תקופת ההשתלמות. החל מ-2016 פועלת באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ועדה – המורכבת מחברי האקדמיה ומחברי האקדמיה הצעירה – להבאת בתור-דוקטורנטים מצטיינים. יש לשקול צעדים מעשיים חדשים להבאת חוקרים צעירים ממדינות המערב ארצה, בעיקר מארצות הברית, כדי להשביח את המחקר בארץ.



# תשומות-תפוקות של המערכת המדעית ושל מערכת ההשכלה הגבוהה

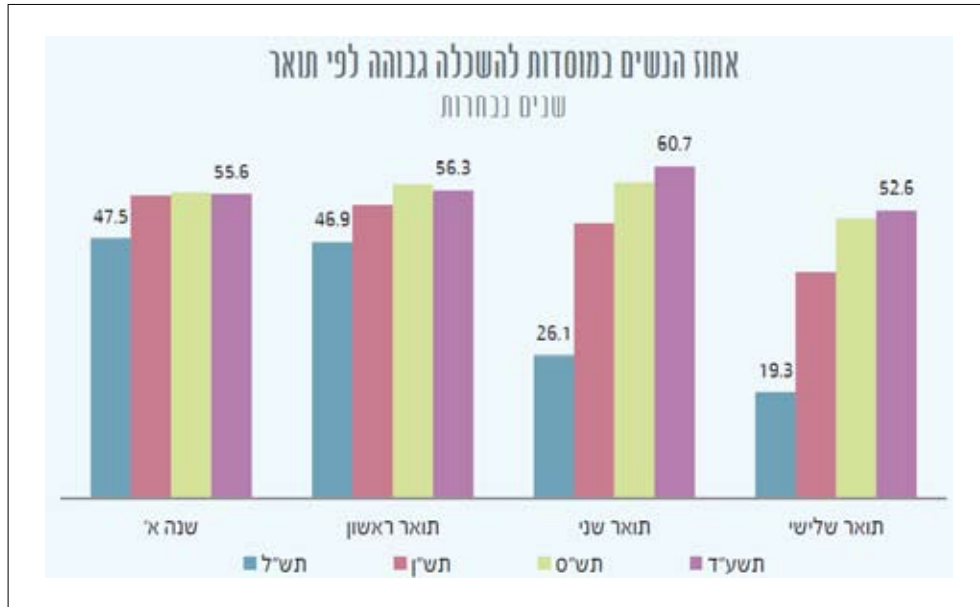
## א. נתונים נבחרים

- ב־2012 היו בישראל 17.3 חוקרים לכל 1,000 מועסקים – נתון הגבוה משמעותית מן הממוצע של ה־OECD (7.7) או של ארצות הברית (8.7) (מקור: OECD).
- ב־2013 הסתמנה עלייה במספר המשרות של חברי הסגל האקדמי הבכיר (ב־6.7 אחוזים מאז תשס"ט). בעקבות יישום התכנית הרב־שנתית, ירד יחס הסטודנטים לאיש סגל בכיר ועמד על 23 סטודנטים לאיש סגל בכיר. נעשה מאמץ להצעיר את הסגל במערכת ההשכלה הגבוהה (מקור: המל"ג).
- שיעור בעלי תעודות על־תיכוניות מוכרות בקרב בני 25–64 בישראל עמד ב־2014 על 48.5 אחוזים; בקרב בני 55–64 – על 47.2 אחוזים. מגמה מדאיגה היא הירידה בשיעור בעלי תעודה אקדמאית בישראל בקבוצות הגיל הצעירות יותר, ביחס למדינות ה־OECD (מקור: OECD).
- על פי נתוני OECD מ־2013, שיעור מסיימי תואר ראשון בישראל עומד על 40 אחוזים; השיעור השנתי של מקבלי תואר שני עומד על 19 אחוזים; של מקבלי תואר שלישי – על 1.5 אחוזים.
- נמשכת מגמת ההאטה בגידול מספר הסטודנטים לתואר שלישי בישראל. מספרם בתשע"ה (2014) היה כ־10,860 (מקור: המל"ג, איור 1 להלן).



איור 1: מספר הסטודנטים לתואר שלישי בישראל, לפי שנה.

- מסתמן גידול מרשים בהשתתפותן של נשים בלימודים לתארים מתקדמים: בתש"ן (1990) חצה שיעורן של הנשים בקרב הלומדים לתואר שני את ה־50 אחוזים; בתשע"ד (2014) הגיע ל־61 אחוזים. שיעור הנשים בקרב הסטודנטים לתואר שלישי חצה לראשונה את סף ה־50 אחוזים בשנות ה־90, והתייצב בשנים האחרונות על 52 אחוזים (מקור: המל"ג, איור 2 להלן).

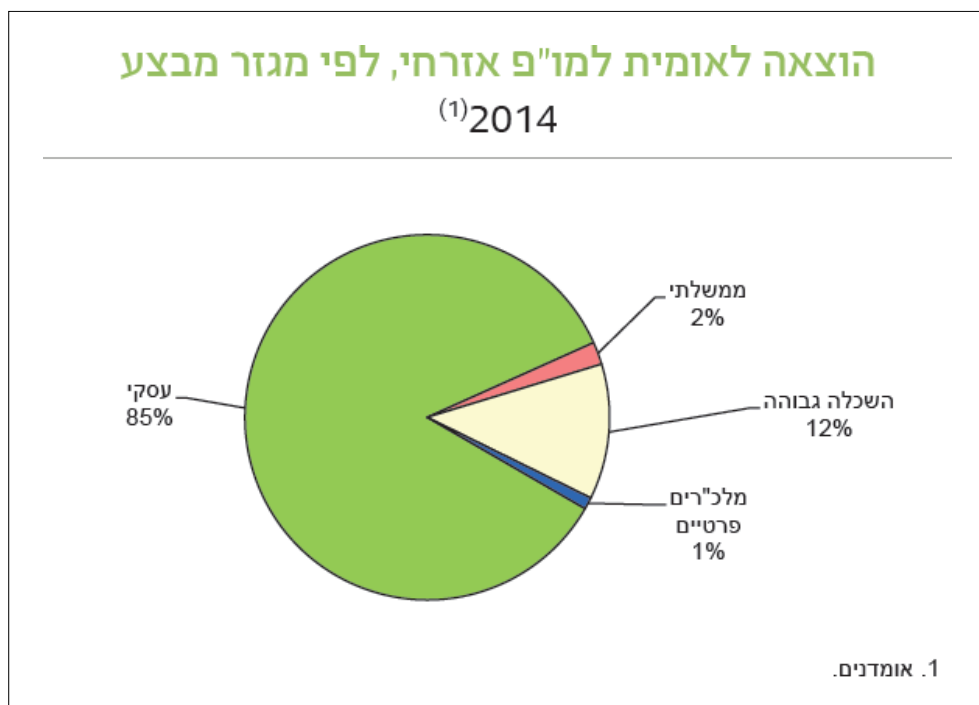


איור 2: השתתפותן של נשים בישראל בלימודים לתארים מתקדמים תש"ל, תש"ן, תש"ס, תשע"ד - 1970, 1990, 2000 ו־2014.

- שיעור מקבלי התארים מתוך סך מקבלי התארים מהאוניברסיטאות ב־2014/2015, עמד במדעי הרוח על 18.4 אחוזים; במדעי החברה - על 43 אחוזים; במשפטים - על 4.7 אחוזים; ברפואה - על 9.5 אחוזים; במדעי הטבע ומתמטיקה - על 12.1 אחוזים; בחקלאות - על 0.1 אחוזים; בהנדסה ואדריכלות - על 11.4 אחוזים (מקור: המל"ס).

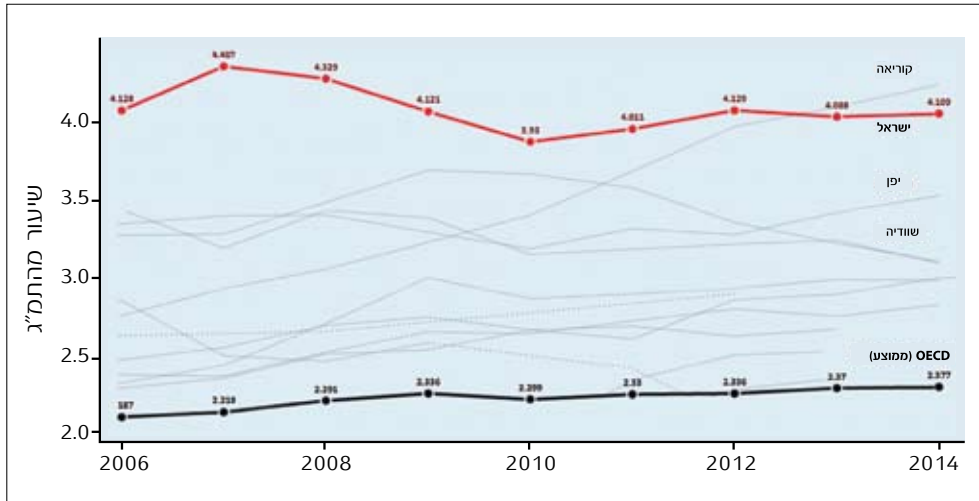
## ב. הוצאות

- הוצאה לאומית למו"פ אזרחי: ההוצאה למו"פ אזרחי ב־2015 עמדה על 49,963 מיליון ש"ח (במחירים שוטפים, לפי מגזר מבצע). שיעור ההוצאה למו"פ אזרחי מהתמ"ג בישראל ב־2014 עמד על 4.109 אחוזים, והסתכם ב־44.8 מיליארד ש"ח (לעומת 38.2 מיליארד ש"ח ב־2011).
- חלקו של המגזר העסקי גדל מ־80 אחוזים ב־2011 ל־85 אחוזים ב־2014 (איור 3 להלן. מקור: הלמ"ס).

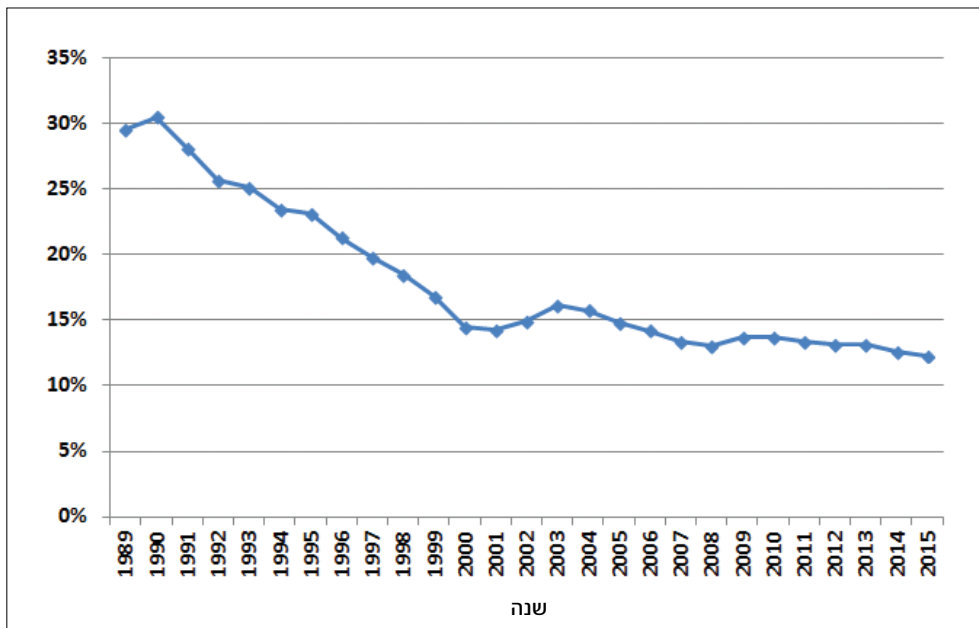


איור 3: הוצאה לאומית למו"פ אזרחי בישראל לפי מגזר מבצע, לפי נתוני 2014 (מקור: הלמ"ס).

- מנתוני 2014 המתייחסים להוצאה לאומית למו"פ אזרחי מתגלה אמנם עלייה בהשקעה בסך ההוצאה הלאומית למו"פ ביחס לשנים קודמות, וכמו כן שיעור קבוע למדי של הוצאה לאומית למו"פ אזרחי מהתמ"ג בישראל (ב-2014 - 4.109 אחוזים, מהגבוהים ב-OECD ושני רק לקוריאה - ראו איור 4א. מקור: OECD). למרות זאת, יש לציין את המשך הירידה המדאיגה בשיעור ההוצאה על מו"פ בהשכלה הגבוהה מתוך כלל ההוצאה הלאומית על מו"פ (ראו איור 4ב. מקור: הלמ"ס).



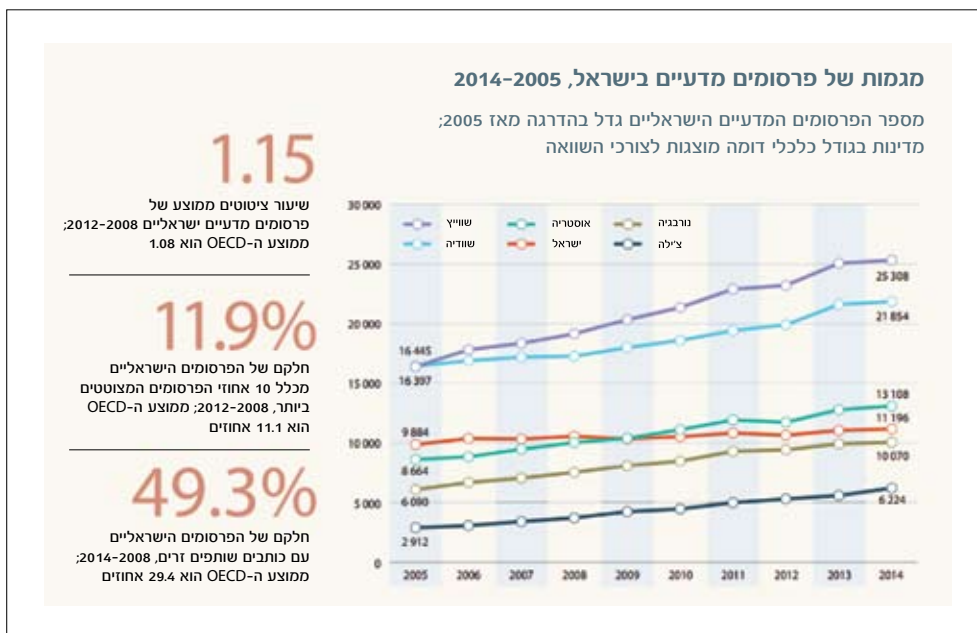
איור 4א: השוואה בין-לאומית להוצאה לאומית למו"פ אזרחי, לפי נתוני 2014 (מקור: OECD).



איור 4ב: שיעור ההוצאה על מו"פ בהשכלה הגבוהה מתוך כלל ההוצאה הלאומית על מו"פ בישראל (נתונים נלקחו מהלמ"ס).

## ג. תפוקות

- תרומת ההשכלה הגבוהה – גילויים להמצאות, פטנטים, הכנסות וחברות הזנק (לפי סקר חברות למסחור ידע ישראל, הלמ"ס, 2014–2015):  
ב־2015 הגישו חוקרי אוניברסיטאות ומכוני מחקר כ־1,000 דיווחים על גילויים לבדיקה בחברות למסחור ידע (עלייה של 18 אחוזים לעומת השנה הקודמת). כ־50 אחוזים מן הדיווחים היו מחברות שליד האוניברסיטאות. ב־2015 הגישו חברות מסחור ידע כ־500 בקשות לרישום פטנטים; אושרו 540 בקשות לפטנטים של חברות למסחור ידע; חברות למסחור ידע היו מעורבות בהקמת כ־50 חברות הזנק – 85 אחוזים מהן הוקמו על ידי החברות שליד האוניברסיטאות. ההכנסות של חברות מסחור הידע ממכירת קניין רוחני ומתמלוגים הסתכמו ב־2014 ב־1,702 מיליוני ש"ח.
- אחד מהמדדים המקובלים למצוינות מדעית הוא מדד הציטוטים למאמר. לפי נתוני אונסק"ו, מאז 2005 קיימת עלייה מתמדת במספר הציטוטים הממוצע לפרסומים מדעיים ישראלים, ובשנים 2008–2014 עמד מספר הציטוטים הממוצע למאמר ישראלי על 1.15 (גבוה מהממוצע של ה־OECD, שעמד על 1.08). כמו כן, חלקם של המאמרים הישראליים מבין העשירון העליון של המאמרים המצוטטים ביותר בין השנים 2008–2012 עמד על 11.9 אחוזים (איור 5).



איור 5: מדדי מצוינות מדעית נבחרים – תפוקת מאמרים, ציטוטים ושיתופי פעולה (מקור: אונסק"ו).

- ב־2014, מרבית שיתופי הפעולה של מדענים ישראלים בפרסום היה עם מדענים מארצות הברית (26 אחוזים); אחריהם – גרמניה (9.5 אחוזים), בריטניה (9.5 אחוזים), וצרפת (6 אחוזים). שיתוף הפעולה עם מדינות אלו נמצא בעלייה מתמדת החל משנות ה־70 (מקור: אונסק"ו).





# תקצירי דו"חות תחומיים של האקדמיה

## א. דו"ח על מצב הפיזיקה הגרעינית בישראל

פרופ' יצחק צרויה – יו"ר, מכון ויצמן  
פרופ' דניאל אשרי, אוניברסיטת תל-אביב  
פרופ' אברהם גל, האוניברסיטה העברית בירושלים  
פרופ' מיכה הס, מכון ויצמן  
ד"ר ישראל מרדור, וא"א, המרכז למחקר גרעיני שורק  
פרופ' אלי פיאסצקי, אוניברסיטת תל-אביב  
ד"ר גיא רון, האוניברסיטה העברית בירושלים  
פרופ' יגאל תלמי, מכון ויצמן

המחקר הבסיסי בפיזיקה גרעינית התפתח מאוד בעשורים האחרונים. הוא משתרע כעת על פני מגוון רחב של נושאים ושאלות מרכזיים בפיזיקה, ומהווה נדבך חשוב ורכיב מרכזי מכלל המחקר החזיתי בפיזיקה. בין ההיבטים החדשים ראוי לציין: חקר גרעינים רחוקים מעמק היציבות באמצעות מתקנים ייעודיים המסוגלים להאיץ קרניים רדיואקטיביות; בחינת תורת הכוח החזק – QCD (Quantum Chromodynamics); חקר הפלסמה של קוורקים וגלואונים – החומר הבראשיתי שהיה קיים ביקום מיקרו-שניות לאחר המפץ הגדול; חיפוש אחר פיזיקה חדשה מעבר למודל הסטנדרטי, באמצעות מדידות מדויקות; פיזיקה של הדרונים, המכסה תחום רחב של נושאים כגון מבנה הפרוטון והניטרון ומקור הספין שלהם.

השפעת המחקר בפיזיקה גרעינית אינה רק בהרחבת הידע הבסיסי; היא תורמת משמעותית במספר רב של תחומים מרכזיים בחייה של מדינה מתקדמת. הרפואה הגרעינית (בתחום האבחנה ובתחום הטיפול) והפקת אנרגיה ממקורות גרעיניים הן הדוגמאות הבולטות והמוכרות. ראוי לציין גם שימושים בתעשייה, בבטיחות קרינה ובתיארוך בארכאולוגיה ובאמנות.

המדינות המובילות את המחקר המדעי בעולם משקיעות משאבים כספיים רבים במחקר הבסיסי של הפיזיקה הגרעינית, הן לפעילות שוטפת והן לפיתוח ולהקמת מתקנים חדשים, לאומיים ובין-לאומיים, שישרתו מחקר זה בעתיד. משרד האנרגיה האמריקני (DOE) – הגוף העיקרי המממן מחקר בתחום הפיזיקה הגרעינית בארצות הברית – תומך בכ-200 קבוצות מחקר באוניברסיטאות ובמעבדות לאומיות ברחבי ארצות הברית. בשלושת העשורים האחרונים עלה תקציב המשרד בתחום באופן מתמיד ובולט מעבר לאינפלציה. מספר החוקרים הבכירים בפיזיקה גרעינית הממומנים על ידי המשרד עלה גם כן במשך אותה תקופה.

בניגוד למצב בעולם, תחום הפיזיקה הגרעינית בארץ נמצא בדעיכה מתמשכת. בשנות ה-80 של המאה ה-20 היו בארץ כארבעים אנשי סגל אקדמי בכירים בחמשה מוסדות להשכלה גבוהה. כיום, סך כל אנשי הסגל האקדמי הבכיר העוסקים בפיזיקה גרעינית ירד לחמישה בלבד, והפעילות המחקרית קיימת רק בשלושה מוסדות.

לאור המצב, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים הקימה ועדת מומחים לאומית בראשותו של פרופ' יצחק צרויה ממכון ויצמן, אשר מטרתה העיקרית: בחינת מצב הפיזיקה הגרעינית בארץ, תוך המלצות לקידום ולפיתוח התחום בעתיד; הצעות להקמת גוף שייצג את תחום הפיזיקה הגרעינית בפני גורמים ומוסדות חיצוניים, תוך הגדרת התפקידים של גוף זה. הוועדה נפגשה עם

ראשי מוסדות אקדמיים, ות"ת, והמדענים הראשיים של משרד המדע ומשרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים. כמו כן, הוועדה עמדה בקשר עם גורמים מתאימים במשרד הבריאות, במשרד להגנת הסביבה, במשרד הכלכלה והתעשייה וביד הנדיב. כל הגופים הללו הפירו בבעיה שנוצרה, והביעו נכונות לסייע בקידום ובפיתוח התחום בארץ.

בעקבות הפגישות עם גופים אלה ודיונים פנימיים, הוועדה גיבשה תכנית לשיקום ולפיתוח התחום, והגישה לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים דו"ח המתאר בפרוטרוט את המתרחש בתחום בארץ ובעולם, ביחד עם המלצות לפיתוחו בישראל. מטרת התכנית: לשמור על פעילות אקדמית מינימלית, אשר תבטיח חינוך והכשרה בארץ של דורות נוספים של אנשי מקצוע וחוקרים בתחום הגרעין. התכנית מתבססת על פעולה בשלושה מישורים במקביל: מענקי קליטה לחברי סגל חדשים, אשר יכללו השתתפות בעלות השכר בשנים הראשונות וכן מימון להקמת מעבדה לנסיונאים; מלגות ייעודיות לבתר-דוקטורט בתחום הפיזיקה הגרעינית; מלגות ייעודיות לסטודנטים לתואר שני ושלישי בתחום הפיזיקה הגרעינית. חברי הוועדה הדגישו שנדרש שיווק אגרסיבי כדי לעודד את המחקר הגרעיני בארץ ולמשוך לתחום סטודנטים מצטיינים מהם יצמח דור חדש של חוקרים צעירים.

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים אימצה את כל המלצות הוועדה. האקדמיה רואה בשיקום המחקר הבסיסי בפיזיקה גרעינית צורך לאומי, ועל כן מועצת האקדמיה החליטה על הפיכת הוועדה האמורה לוועדה מלווה לקידום הפיזיקה הגרעינית בארץ וליישום ההמלצות. בשנה האחרונה התמקדה פעילות הוועדה ביישום ההמלצות הנזכרות, ואף הושגה התקדמות משמעותית:

- משרד המדע הסכים לממן מלגות ייעודיות בפיזיקה גרעינית לסטודנטים לתוארים שני ושלישי. התכנית הופעלה כבר השנה במסגרת מלגות ע"ש לוי אשכול של משרד המדע. חולקו ארבע מלגות בתחום הפיזיקה הגרעינית לסטודנטים מצטיינים מהאוניברסיטה העברית בירושלים ומאוניברסיטת תל-אביב.
- קרן 'יד הנדיב' הביעה נכונות לממן מלגות בתר-דוקטורט בחו"ל. סוכם כי האקדמיה תהיה אמונה על ניהול מלגות אלו, ולשם כך קרן 'יד הנדיב' תעביר לאקדמיה את המימון הנדרש. הציפייה היא כי יוענקו עד שתי מלגות מדי שנה. בימים אלה מגבשים שני המוסדות את כל הפרטים והכללים, במטרה לפרסם קול קורא ראשון למלגות בתר-דוקטורנט בתחילת שנת 2017.
- ות"ת החליטה במרס 2016 לאמץ את המלצת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים לראות בשיקום המחקר בפיזיקה גרעינית צורך לאומי; על כן, החליטה לקיים תכנית רב-שנתית לקליטת שבעה חברי סגל מצטיינים בתחום זה באוניברסיטאות המחקר בארץ. התכנית כוללת תמיכה בשכר, כדוגמת מלגות אלון. כמו כן, החליטה להעניק שני מענקים להקמת מעבדות חדשות. קביעת פרטי מענקים אלה נמצאת בדיון מתקדם במוסדות ות"ת.

ללא שינוי במגמת ההצטמצמות, הפעילות האקדמית בפיזיקה גרעינית תיעלם תוך שנים אחדות ואי אפשר יהיה להכשיר כוח אדם לתארים גבוהים בתחום זה. תהיינה לכך השלכות חברתיות ולאומיות חמורות, ובמיוחד יחסרו מדענים וחוקרים בעלי ידע הולם בתחום הפיזיקה הגרעינית שיוכלו ליעץ לגורמי ממשל.

## ב. דו"ח על מצב הארכאולוגיה בישראל

פרופ' יורם צפריר ז"ל – יו"ר  
ד"ר גדעון אבני  
פרופ' דוד אדן ביוביץ  
פרופ' שמואל איזנשטדט ז"ל  
פרופ' מיכל ארצי  
פרופ' אנה בלפר-כהן  
פרופ' סיי גיטין  
ד"ר עוזי דהרי  
פרופ' זאב וייס  
פרופ' סטיב ויינר  
פרופ' עמיחי מזר  
פרופ' מרגלית פינקלברג  
פרופ' ישראל פינקלשטיין  
פרופ' ב"ז קדר  
פרופ' סטיב רוזן  
פרופ' יואל רק

הוועדה לבדיקת מצב הארכאולוגיה בישראל הוקמה על פי החלטת מועצת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, והחלה את עבודתה ב־2010. הוועדה הקימה שלוש ועדות משנה: הוועדה לענייני הוראה אקדמית, הוועדה לענייני מחקר, והוועדה ליחסי חברה וארכאולוגיה. לוועדות המשנה צורפו חברים מתחומי עשייה שונים. הוועדה נפגשה עם אישים ומומחים לפי העניין, ובהם ראשי מוסדות הקשורים ישירות בעשייה הארכאולוגית. כמו כן קיימה הוועדה מפגש עם חוקרים צעירים, וכינוס בן יומיים שהיה פתוח לציבור הרחב.

הדו"ח סוקר את התפתחות הארכאולוגיה, נושאי המחקר בתחום הארכאולוגיה והעבודה הארכאולוגית בארץ. כמו כן, נדונים מוסדות ההוראה והמחקר המרכזיים ושאלות המחקר שבבסיס העבודה הארכאולוגית העכשווית. הוועדה השתדלה להציג לראשונה תמונה רחבת היקף ומלאה של הפעילות הארכאולוגית, של ההוראה האקדמית ושל מקום הארכאולוגיה והאתרים ההיסטוריים בחיים הציבוריים בישראל. היא העירה על מגמות התפתחות, חיוביות ושליליות, הן בתחומי ההוראה והמחקר הן בתחומים העוסקים ביחסי החברה והארכאולוגיה.

### המלצות הוועדה

הדו"ח מראה כי מצב הארכאולוגיה בארץ – בתחום ההוראה האקדמית, החוגים והמכונים האוניברסיטאיים – הוא ככלל משביע רצון. הוועדה הבין-לאומית מצאה כי הפעילות בישראל תואמת את הסטנדרטים הבין-לאומיים בהוראה ובמחקר: צוות המורים מייצג מגוון של שיטות ודעות; מבחר המקצועות המוצעים לתלמיד אינו נופל מן המקובל בחו"ל; מרבית אנשי הסגל מנהלים ומפרסמים מחקרים חשובים ופוריים. עם זאת, עניינים רבים דורשים תיקון; אחד הבולטים שבהם הוא חולשה נפוצה בקרב הסטודנטים בתחומי החשיבה הביקורתית וכושר הכתיבה והניסוח.

חוקרים וחופרים משקיעים מאמצים רבים להשגת קרנות מחקר – תחרותיות ולא תחרותיות – בארץ ובחו"ל. עם זאת, תקצוב המחקרים עדיין רחוק מלספק, במיוחד כאשר מדובר במחקרים מתמשכים. בהיעדר צוות מחקר ראוי לצד החוקר הראשי, פרסום המחקרים מתעכב הרבה מעבר לרצוי. הזמן החולף והגיל המתקדם והולך של החוקרים הראשיים יוצר איום ממשי על השלמה נאותה של מחקרים רחבי היקף. לא אחת, החוקרים הראשיים עומדים לבדם בנטל גיוס הכספים;

כישלון – אפילו זמני – בתחום זה עשוי להיות מכה קשה למחקר. הוועדה ממליצה לגופים האקדמיים לסייע בעניין ולתת את הדעת על פתרונות תקציביים ראויים.

החוגים לארכאולוגיה משויכים על פי העניין והמסורת לפקולטות למדעי הרוח. תקציבן של פקולטות אלו בדרך כלל מצומצם יחסית, והן אינן מכירות בצרכים המיוחדים של החוגים לארכאולוגיה – הן בתחום ההוראה והן בתחום המחקר. הוועדה ממליצה שהמוסדות להשכלה גבוהה יקצו משאבים נאותים לצורך קיום סיוורים, חפירות לימודיות ותפעול מעבדות – ודאי לצורך מחקרי שדה ששותפים להם מורים ותלמידים לתארים מתקדמים. המוסדות לא תמיד מפירים בכך שגם הסיוע הטכני – מעבדות מחקר, מעבדות שימור ואוספים לימודיים – הוא חלק בלתי נפרד ממערך ההוראה. הוועדה ממליצה שהאוניברסיטאות יקצו תקציב הולם למטרות אלו.

חברי הוועדה מאוחדים בדרישה מן הרשויות ומן הממשלה לשמירה קפדנית על שרידים ומונומנטים בעלי ערך תרבותי כללי, מתוך הפרה בערכם של שרידים אלה הן כאתרים לאומיים הן כנכס של תרבות העולם – עכשיו ובדורות הבאים.

## דו"חות האוניברסיטאות

הדו"חות המוצגים להלן מתומצתים ביותר. אפשר למצוא את הדו"חות המלאים של האוניברסיטאות באתר האינטרנט של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

### א. האוניברסיטה העברית בירושלים

האוניברסיטה מחויבת – בראש ובראשונה, ובאופן בלתי מתפשר – למציאות. כמו רוב אוניברסיטאות המחקר המובילות בעולם, האוניברסיטה היא כללית (comprehensive), ומקדמת את כל תחומי הידע הבסיסיים – בפקולטות למדעי הרוח, החברה, המשפטים, החקלאות, הטבע, הרפואה, העבודה הסוציאלית, מנהל העסקים ורפואת השיניים. בכל אחד מאלה משולבים מחקר, הוראה ומחויבות לקהילה. חוקרי האוניברסיטה מצויים בקו הראשון של המחקרים בעולם, מחנכים את הסטודנטים המתקדמים ומלמדים מגוון תכניות לימודים לתואר ראשון ושני. האוניברסיטה מדורגת במרכז הקבוצה המובילה של 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם, ובמיקום הגבוה ביותר בארץ. ההכרה במצוינות הסגל מתבטאת בפרסים ובכיבודים שבהם זכו מוריה וחוקריה (ראו לעיל).

האוניברסיטה שואפת להבטיח מראש תקנים כדי לשמור על מסה קריטית של נקלטים בתחומים מוגדרים; לסייע בבניית קבוצות מחקר; להבטיח את ההצטיידות הנדרשת לחוקרים מהשורה הראשונה בתחום; להיות ערה לקשיים של חוקרים בתחילת הדרך, תוך ליווי אקדמי ונוהלי של הנקלטים, ולהעניק מענקי קליטה נדיבים לצרכים האישיים של הנקלטים ולבינוי למשפחות חוקרים. חרף מצוקות התקציב, האוניברסיטה קלטה עשרות רבות של חוקרים וחוקרות צעירים.

המספר הגבוה של מענקים שזוכים בהם חברי הסגל מעמיד את האוניברסיטה ברמתן של המצוינות במדינות אירופה. מאמץ מכוון נעשה לקידום נשים. המחקר וההוראה דינמיים באופיים, כקו אידיאולוגי מרכזי של האוניברסיטה. בשנים תש"ע-תשע"ו אושרו באוניברסיטה 37 תכניות לימודים חדשות, מתוכן שתי תכניות רב-פקולטאיות.

חזונה של האוניברסיטה מעניק מעמד מיוחד לשיתופי פעולה בין-לאומיים, בדגש על חילופי סטודנטים ועל פיתוח תכניות בוגר ומוסמך באנגלית. האוניברסיטה מקיימת שיתופי פעולה מחקריים עם מדינות רבות ברחבי העולם. בשנים האחרונות התרחבו באופן משמעותי שיתופי הפעולה הבין-לאומיים לרמה שמעבר לחוקר הבודד, ומגמה זאת תימשך.

האוניברסיטה מקדישה משאבים מיוחדים לפיתוח תכניות רב-תחומיות (רב-תרבותיות ומגוון; חקר המוח; חקר האוטיזם, ועוד). התכנית 'אבני פינה' נועדה להעשיר את עולמות הידע של הלומדים בתחומי ידע שונים.

האוניברסיטה מפתחת הוראה מכוונת. משאבים כספיים מוגדרים מוקדשים לתמיכה בתלמידים מתקשים. האוניברסיטה עושה כמיטב יכולתה לשלב בשורותיה סטודנטים חרדים, וכמו כן סטודנטים ערבים. פניה של האוניברסיטה מופנות גם להנגשת הידע שלה לציבור הרחב בירושלים ולמערכת החינוך של העיר. כמו כן, היא משתפת פעולה עם מוסדות חברתיים, לדוגמה – מערכת הבריאות. חוקרי האוניברסיטה עוסקים במחקרים יישומיים המשפיעים על המציאות הישראלית והבין-לאומית. מאמץ מיוחד מוקדש לשיקום תשתיות ולשדרוג מבנים ומתקנים. האוניברסיטה פועלת בהתאם לתכנית התחדשות, שנועדה להמשיך ולהוביל בהוראה ובמחקר – בארץ ובעולם.

## ב. אוניברסיטת תל-אביב

האוניברסיטה נמצאת בתקופה של פיתוח אקדמי ופיזי – רענון הסגל; פיתוח תחומי מחקר קיימים וחדשים; הרחבת המיזמים המחקריים; הגברת שיתופי הפעולה הבין-לאומיים; פיתוח תשתיות, מבנים ומתקנים.

האוניברסיטה קלטה בשנים האחרונות חברי סגל רבים בכל תחומי פעילותה, והיא מסתייעת לשם כך בתרומות, תמיכות מדינה ומענקי מחקר. דגש מיוחד מוענק לפיתוח סגל בנושאים רב-תחומיים – מדעי המוח, ננו, סביבה, סייבר. הוקמו תשתיות מחקר חדשות, ובכלל זה: מרכז להדמיה עצבית ממוחשבת; מוזיאון לאוספי טבע; מרכז להדמייה תאית, מולקולרית. האוניברסיטה מובילה שלושה מרכזי הצטיינות: אלגוריתמים; חקר טראומה המונית, והסתגלות הצמח לסביבה משתנה.

שיתוף הפעולה של חוקרי האוניברסיטה עם חוקרים ומוסדות מרחבי העולם התרחב במידה רבה בשנים האחרונות – הן במדינות ובאזורים שבהם התקיים גם בעבר שיתוף פעולה, והן באזורים חדשים. הסכמים אקדמיים חלוציים נחתמו עם מדינות רבות – באמריקה, באירופה, באסיה (בעיקר סין והודו) ועוד. חוקרי האוניברסיטה זכו להכרה לאומית ובין-לאומית, ובפרסים יוקרתיים רבים (ראו לעיל).

האוניברסיטה סיימה לאחרונה תהליך של בחינה אסטרטגית מקיפה: גיבוש קריטריונים לגיוס חברי סגל אקדמי בכיר וקידומם; ניהול המגוון האקדמי; היערכות ארגונית של יחידות קטנות במסגרת בתי ספר; שיפור השירותים המנהליים לחוקרים; דגש על רכש ובינוי; שיפור חוויית הלמידה ושירותי הלמידה; חדשנות בהוראה ובכלל זה קורסים מכוונים; גיוון אוכלוסיית הלומדים; הגדלה משמעותית של מספר הסטודנטים הבין-לאומיים; הגדלת מספר הבת-דוקטורנטים ובמקביל – צמצום מספר התלמידים בתכניות החוץ-תקציביות.

נעשו שינויים משמעותיים להרחבת הבסיס הכלכלי של האוניברסיטה ולהגדלת התרומות. יעד מרכזי הוא קידום ועידוד המצוינות במחקר, בין היתר באמצעות הצעת מענקים לרכישת ציוד תשתיתי לחוקרים בכירים; חלוקת מענקים יוקרתיים לחוקרים מצטיינים אקדמית, ותמיכה תקציבית בפרסומים בכתבי עת מדעיים מובילים בתחומים שונים.

האוניברסיטה מקדישה מאמץ בנושא 'הוגנות מגדרית'. היא מקדמת גיוס סטודנטים ממוגזרים שונים – בעיקר החרדי והערבי. דגש מיוחד מוענק לשיתוף עם התעשייה. האוניברסיטה מקיימת כנסים ואירועים שונים המיועדים הן למומחים והן לציבור הרחב. מאמץ מיוחד מושקע בהגברת הפעילות החינוכית לדור הצעיר.

## ג. אוניברסיטת חיפה

אוניברסיטת חיפה – המוסד האקדמי הגדול ביותר בצפון מדינת ישראל – מתאפיינת במבנה ייחודי, מכיוון שאין בה פקולטות לרפואה ולהנדסה. חלק מהפקולטות – כמו משפטים ומדעי הטבע – הן צעירות יחסית. למרות זאת, היא בולטת בתחומי ידע שונים – כגון מדעי הים, מדעי החינוך, פסיכולוגיה ומשפטים. מעבר לכך, האוניברסיטה בולטת במעורבותה בנושאים חברתיים וקהילתיים בעלי חשיבות לאומית. היא מתייחסת ברגישות לנושאים חברתיים מרכזיים: נגישות ההשכלה לקבוצות מיעוטים ולקבוצות מוחלשות; הדרת אכולוסיות; שוויון בבריאות ובתעסוקה.

החזון המרכזי המניע את האוניברסיטה הוא שאיפה בלתי מתפשרת למצוינות אקדמית – מחקרית, הוראתית וחברתית – באווירה של סובלנות וקבלת האחר. דוגמה למצוינותה היא זכייתה במכרז של המל"ג לשמש גורם מוביל להקמת המרכז לחקר הים התיכון, ובכך להוביל את חקר הים במדינת ישראל. דוגמה נוספת היא הפקולטה לחינוך: היא מובילה באיכותה בישראל ומקדמת נושאים חדשניים (למידה בחברת המידע, ועוד), ואף זכתה בהקמת מרכז מצוינות I-CORE

בתחום של חינוך וחברת המידע החדשה. דוגמאות נוספות הן חקר השואה ומשפט וסייבר. האתגר של האוניברסיטה הוא גיוס משאבים כדי להמשיך ולחזק תחומים שבהם נודע לה יתרון יחסי, לדוגמה: מדעי הטבע (בעיקר מדעי הים), פיתוח הפקולטה למדעי הרווחה, הבריאות וחקר המוח וההתנהגות.

אוכלוסיית הסטודנטים באוניברסיטה מייצגת מיקרוקוסמוס של החברה הישראלית. זה לצד זה לומדים יהודים, ערבים, דרוזים וצ'רקסים, עולים חדשים ותושבי מרכזי ערים ופריפריה. כמו כן, האוניברסיטה מכשירה את אנשי כוחות הביטחון, ביניהם תכנית 'חבצלות', קורס חובלים, המכללה לביטחון לאומי, ועוד. שילוב מעניין זה של אוכלוסיית הסטודנטים מפרה הן את הלימודים והמחקר והן את חיי החברה בקמפוס.

מאמץ מיוחד מושקע בפיתוח תשתיות פיזיות – מבנים ומתקנים. הוכנה תכנית אב חדשה לתוספת בנייה בקמפוס, כדי לתת מענה לפיתוח האקדמי; כמו כן מורחב קמפוס הנמל של האוניברסיטה.

האוניברסיטה קלטה בשנים האחרונות חוקרים צעירים המגיעים ממיטב האוניברסיטאות בעולם. חוקריה זכו למענקי מחקר מקרנות מחקר מובילות שונות. כפועל יוצא, נרשמה בשנה האחרונה (תשע"ז) עלייה משמעותית בחלקה במודל המחקר של ות"ת. בנוסף, בשנים האחרונות נפתחו תכניות בין-לאומיות ללימודי תואר שני בשפה האנגלית, ונחתמו הסכמים עם אוניברסיטאות שונות בחו"ל. מאמץ מיוחד מושקע בשיתופי פעולה עם התעשייה ובפיתוח המחקר היישומי. במסגרת זאת נחתמו הסכמים משמעותיים עם חברות בולטות בתעשייה. שיתוף פעולה מיוחד מתקיים עם מערכת הבריאות בארץ. האוניברסיטה מקיימת מפעלים שונים לרווחת הקהילה – ובכלל זה 'ליל המדענים' – להנגשת פירות המחקר המדעי לציבור הרחב.

המדיניות ארוכת-הטווח של אוניברסיטת חיפה מונחית על ידי כמה עקרונות בסיסיים: המשך חיזוקם וביסוסם של תחומי מחקר שבהם נודעת לאוניברסיטה יתרון יחסי; הידוק שיווי המשקל העדין בין המחויבות לתחומי ידע מסורתיים לבין חיזוקם ופיתוחם של תחומי ידע חדשים; פיתוח והרחבה של המחקר וההוראה הבין-תחומיים; עידוד פיתוח תכניות חדשות בתחומי ידע חדשים בעלי חשיבות חברתית שיאפשרו לענות לאתגרים של מדינת ישראל בשנים הבאות. כמו כן, האוניברסיטה מנגישה את ההשכלה הגבוהה, בהתחשב בהתפתחויות הדמוגרפיות שישפיעו בעיקר על אזור הצפון – כל זאת תוך שמירה על הרמה האקדמית של אוניברסיטת המחקר.

## ד. אוניברסיטת בר-אילן

אוניברסיטת בר-אילן עסקה בעשור האחרון בפיתוח מואץ בדגש על הרחבת פעילות המדע הניסויי בתחומה, ושינוי תמהיל הסגל האקדמי תוך הגדלת שיעור הסגל בתחום מדעי הטבע. כמו כן הוקמו בית ספר להנדסה, שהפך כעבור כמה שנים לפקולטה; הפקולטה למדעי הרפואה בגליל; המכון לננוטכנולוגיה וחומרים מתקדמים, והמרכז הרב-תחומי לחקר המוח. כל אחד ממיזמים אלה דרש משאבים כספיים רבים, אשר האוניברסיטה הצליחה לגייס למרות הצמצומים התקציביים שהושתו על ההשכלה הגבוהה באותה התקופה.

בשלוש השנים האחרונות המשיכה האוניברסיטה לפתח את היחידות האקדמיות החדשות, יחד עם המשך פיתוחן של היחידות הקיימות. מרשימה ביותר התפתחות הפקולטות להנדסה ולרפואה. האוניברסיטה המשיכה במהלך השנים להשקיע בקליטת חברי סגל בפקולטות אלו, ובהקצאת סלי קליטה הולמים הדורשים תקציבים גדולים. במקביל קלטה חברי סגל במדעי החיים, במדעים המדויקים ובחקר המוח. שינוי המגמה נועד להביא לאיזון נכון יותר בתחומי המחקר של האוניברסיטה, לשפר את חלקה בעוגת התקציב הלאומית ולשדרג את מעמדה בדירוגים הבין-לאומיים.



בד־בבד עם שינוי מגמת ההתפתחות האקדמית לכיוון של המדעים הניסויים, נמשך פיתוח תחום מדעי האדם: מדעי החברה, מדעי הרוח, מדעי היהדות ומשפטים, ולימודים בין־תחומיים; זאת מתוך מגמה להרחיב את תחומי הדעת והמחקר הללו לטובת החברה והמדינה. בהתאם לכך, האוניברסיטה פועלת נמרצות להכללת תפוקות המחקר במדעי האדם במאגרי המידע המתאימים.

האוניברסיטה שוקדת על הקמת תשתיות, מבנים, מתקנים וציוד בתחום טכנולוגיות מושרות-מוח, בתחומי ביופארמה ותאי גזע, ועוד. לאחרונה הוקם באוניברסיטה בית ספר לתקשורת; כמו כן מתוכננת הקמת בית ספר ללימודי תרבות בפקולטה למדעי הרוח. הוקמו מרכזי מחקר חדשים לקריפטוגרפיה יישומית ואבטחת מידע; לאנרגיות חלופיות לתחבורה, ועוד. מרכזי הצטיינות הוקמו בתחומים שונים: רגולציה גנית במחלות אנושיות מורכבות; חקר תהליכים קוגניטיביים; חקר התרבות היהודית בעידן המודרני; חקר טראומה המונית; חקר הדתות האברהמיות; כרומוסין ורנ"א ברגולציה גנית, וכן בגישות פיזיקליות לכימות תהליכים דינמיים במערכות חיות.

האוניברסיטה פיתחה קווים מנחים להתבוננות על מצוינות אקדמית בתחומים שונים, ובכלל זה קריטריונים מקובלים וחדשים. כגוף מתפתח ודינמי, האוניברסיטה מקדמת תחומי מחקר והוראה חדשים: תכניות במדעי הראייה ואופטומטריה, בניהול טכנולוגיה, בתקשורת, בגרונטולוגיה, בננוהנדסה, בסייבר, בוויקטימולוגיה, במחקר קליני בבלשנות, בלימודי אסיה ובמשפט עברי. מענקי מחקר גדולים חדשים ותרומות ממקורות שונים אפשרו התפתחותם של כיווני מחקר חדשים. האוניברסיטה חתמה על מספר רב של הסכמים לשיתופי פעולה בין־לאומיים חשובים עם אוניברסיטאות בסין ובאירופה. שיעור הנשים בקרב חברי הסגל עולה בהדרגה. שיתופי פעולה בולטים נוצרו עם התעשייה, ופותח המחקר התרגומי בתחומי אנרגיה סולרית, סוללות, תרופות טיהור מים, אופטיקה, אלקטרוניקה, רובוטיקה, מדעי המחשב ומידע. מדע ומחקר תרגומי באים לידי ביטוי על ידי יותר מתריסר חברות הזנק שנוסדו על בסיס הקניין הרוחני של חוקרי בר־אילן. מאז הקמתה של הפקולטה לרפואה בגליל גבר מאוד שיתוף הפעולה עם מערכת הבריאות הישראלית. האוניברסיטה נוטלת חלק בפעילות להנגשת פרות המחקר המדעי לציבור הרחב, במיזמים כגון 'מדע בעם', 'ליל המדענים' וכדומה, ועוד פעילויות ציבוריות מגוונות. במסגרת הנגשת המידע לציבור פונה האוניברסיטה גם לתלמידי בתי הספר היסודיים והתיכוניים, ופותחת בפניהם את שערי האוניברסיטה כדי לחשוף אותם לפעילות המדעית המתבצעת בין כתליה.

האוניברסיטה מתכוונת לפעול בשנים הקרובות לקידומה בכיוונים הבאים: הגברת המצוינות במחקר ובהוראה והקצאת משאבי מחקר והוראה בהתאם למצוינות אישית ויחידתית; המשך המאמץ לשפר את האיזון בין תחומי המחקר על ידי הגדלת מספר החוקרים החדשים במדעים הניסויים תוך התאמת התשתיות והמשאבים למחקר; הגברת המצוינות בתחומי המחקר המדעי ביהדות על ידי גיוס חברי סגל חדשים מצטיינים, פתיחת תחומי מחקר ותכניות לימודים חדשות; תמיכה בהגדלת המחקר הבין־תחומי וכן בתכניות לימודים בין־תחומיות; הגברת שיתופי הפעולה הבין־לאומיים בהוראה על ידי קידום המשרד הבין־לאומי לעניינים אקדמיים; פתיחת תכניות לימודים חדשות באנגלית לכל התארים; הטמעת מודל לימודים אינטגרטיבי ייחודי המבוסס על שילוב הדרגתי של סטודנטים מחו"ל בלימודים בשפה העברית; העשרת המחקר וההוראה בתחומי הרוח והיהדות על ידי ריכוז יחידות אקדמיות קטנות ליחידות אקדמיות גדולות יותר שיעודדו שיח ושיתוף בתחומי דעת נרחבים: חקר התרבות, חקר הדתות, חקר שפות וכדו'; שדרוג מערך קורסי היסוד במדעי היהדות שכל תלמידי האוניברסיטה מחויבים בהם.

האוניברסיטה ממשיכה בדחיפה למצוינות בכל תחומי המחקר הקיימים, וצפויה לפתח נושאי מחקר חדשים ככל שיידרשו בהתאם לתמהיל חברי הסגל, בעיקר סביב הגיוסים החדשים. במקביל פותחה בתקופה האחרונה תכנית אוניברסיטאית להתאמת המחקר האקדמי למאה ה־21, הכוללת התאמת ניהול המחקר האקדמי לתקופה הנוכחית השונה משמעותית מהמודל הקודם; בניית גופי תמיכה

לחיוזק האקו־סיסטם המחקרי-המצאתי ברחבי הקמפוס ולמען החברה; פיתוח מערך אינפורמציה רב־ממדי המאפשר פתיחה של עולם האקדמיה לשיח פנימי וחיצוני מבוססי נתונים.

## ה. אוניברסיטת בן־גוריון בנגב

אוניברסיטת בן־גוריון בנגב הוקמה ב־1969, והתפתחה לוותה בגלים אחדים של צמיחה והתרחבות. האוניברסיטה עוברת בשנים האחרונות תהליך של צמיחה וגידול הקשורים בתהליכים של פיתוח הנגב, פיתוח קשרים אקדמיים עם מוסדות מחקר מחו"ל, הובלה במחקר טכנולוגי ומדעי בכמה תחומים מרכזיים למדינת ישראל, והתבססות כעוגן מרכזי בתהליך המעבר של היחידות הטכנולוגיות של צה"ל לדרום הארץ ולצפון הנגב.

האוניברסיטה התרחבה פיזית לאחרונה, והקימה תשתיות מחקר חדשות. היא ממשיכה להתאים את תכניות הלימודים שלה לדרישות החברה הישראלית, לשוק התעסוקה ולכיווני ההתפתחות באזור. בשלוש השנים האחרונות אושרו כמה תכניות לימוד חדשות: תואר ראשון באמנות חזותית – תכנית משולבת של תולדות האמנות ולימודי יצירה; תואר ראשון בפסיכוביולוגיה; תואר ראשון בתקשורת; תואר שני בספרות עברית, המתמחה בספרות יידיש; תואר שני במדעי המחשב, המתמחה באבטחת המרחב המקוון; תואר שני בהנדסת מערכות מידע, המתמחה באבטחת המרחב המקוון; תואר שני באקולוגיה, ממשק ושמידת טבע; תואר שני בהנדסת מערכות תקשורת; תואר שני בהנדסת בניין; תואר שלישי בהנדסת מערכות תקשורת. בנוסף הוקמו מרכזי מחקר בתחומי בריאות וסביבה, רובוטקה, מוכנות לשעת חירום, קבלת החלטות ופסיכולוגיה כלכלית. חוקרי האוניברסיטה זכו במענקי מחקר גדולים בתחומי הרובוטקה, טכנולוגיות הסייבר, החקלאות, הננוטכנולוגיה, וכן המרת דת ומפגשים בין־דתיים.

האוניברסיטה קידמה שיתופי פעולה בין־לאומיים עם מוסדות מחקר מרחבי העולם, ובכלל זה בסין. חוקריה זכו לפרסים, כיבודים והכרה בין־לאומיים. הפקולטה למדעי הבריאות על יחידותיה השונות מקיימת שיתופי פעולה מחקריים הדוקים עם מערכת הבריאות בארץ על חלקיה השונים: משרד הבריאות, קופות חולים ובתי חולים. חברת ב.ג. נגב טכנולוגיות – חברה בבעלות מלאה של האוניברסיטה – משמשת כגשר והמנוע שמאחורי קשרי אקדמי־תעשייה. האוניברסיטה היא שותפה פעילה למאמץ למשיכת חברות לקבוע את מיקומן ואת פעילותן בפארק לטכנולוגיות מתקדמות. חברות ישראליות ובין־לאומיות רבות הצטרפו לפארק. רוב החברות פותחות מרכזי מחקר ומעסיקות מאות אנשי היי־טק, ומקיימות קשרי מחקר עם חוקרי האוניברסיטה. המכון הלאומי לביור־טכנולוגיה מיסודה של האוניברסיטה פעיל במחקר תרומתי בעיקר במושאי התרופות והרפואה בתחומי הסרטן, המחלות הזיהומיות, הניורודגנרטיביות והמחלות הגנטיות. מרכזי מחקר נמצאים בשלבי גיבוש בתחום הרפואה המשחזרת, הנדסת רקמות ותאי גזע, תחום המיקרוביום וטכנולוגיות לבריאות המוח – כולם בראייה של שילוב מחקר בסיסי עם מחקר מונחה פוטנציאל יישומי.

חזונה של האוניברסיטת מעלה על נס את החיבור לצורכי הקהילה, החברה והמדינה – תוך דגש על מצוינות מחקרית. תכניתה האסטרטגית נמצאת בהלימה עם אתגרי החברה והקהילה בנגב, בעיקר אל מול התהליך ההיסטורי והאסטרטגי של מעבר המערך הטכנולוגי של צה"ל לאזור. מתוך תהליך זה נגזרה מדיניות פיתוח האוניברסיטה בתחומים שעשויים לקדם את המעבר ולמנף אותו לטובת האזור והמדינה. האוניברסיטה מקדמת יצירת מרחב גאוגרפי חדש של מחקר תעשייתי עתיר ידע אשר יאפשר לאנשי הטכנולוגיה בצבא – כמו לבוגרי האוניברסיטה בתחומים המתאימים – לקבוע את מקום מושבם בנגב ולהשתלב במחקר האקדמי. האוניברסיטה חותרת להרחיב את פעילותה בתחומי הדעת של מדע הנתונים, הגנת המרחב המקוון, מידע רפואי, רובוטקה, ביטחון המולדת ותחומים נוספים הקשורים לעולם ההיי־טק האקדמי; זאת בין היתר באמצעות הגדלת

מספר הסטודנטים וקליטת חברי סגל חדשים. כל אלה נעשים תוך שמירה על יכולות מדעיות מצוינות בתחומי דעת אחרים: מדעי הטבע, החברה והרוח, הניהול והרפואה, המים והחקלאות – כפי שמתבקש מאוניברסיטת מחקר כוללנית המקדמת מחקר רב ובינתחומי כתפיסת עולם, והממוקמת באזור מדברי המציב אתגרים ייחודיים.

## ו. מכון ויצמן למדע

במהלך שלוש השנים האחרונות המשיכה להתרחב פעילותו המחקרית והאקדמית של מכון ויצמן למדע במגוון תחומי מחקר, ניסיוניים ותיאורטיים. התחזקה הגישה הבינתחומית שלו, המשלבת בין כלים רעיוניים ומחקריים מדיסציפלינות שונות. אחד הביטויים לכך הוא הקמתם של מכוני מחקר ומרכזי מחקר נוספים, המניעים עשייה מדעית החוצה תחומי ידע ומניבה שיתופי פעולה פוריים בין חוקרים הבאים מרקע מדעי שונה.

ברשימת המכונים והמרכזים נמנים: מכון לאימונולוגיה של האדם ע"ש מוריס קאהן; המרכז הבינתחומי לחקר הסרטן ע"ש מורוס (MICC); מכון לדימות וספקטרוסקופיה של תהודה מגנטית בעוצמות גבוהות ע"ש קלור; מכון למחקר בחלל ובאופטיקה ע"ש אנדרה דלורו; מרכז לחקר בריאות הילד ע"ש ד"ר ארהרד, אמי ופרד לווינסון; מרכז שוורץ/רייסמן לחינוך מדעי; מרכז לחקר הכימיה של החיים ע"ש דיויד ברטון; המכון לכנסים ע"ש דימיטריס קוראפס; המרכז לקידום תגליות מדעיות לזכרו של פרופ' חיים גרטי; מרכז לחקר ימי ע"ש דה בוטון; בית הספר למחקר במדעי הפיזיקה ע"ש אנדרה דלורו.

## ז. הטכניון

הטכניון – אשר הוקם על פי החלטת הקונגרס הציוני ב-1905 כדי להכשיר מהנדסים שיסייעו בבניין הארץ – הוא אחד המוסדות המדעיים-ההנדסיים המובילים בעולם. הוא תופס מקום מיוחד בין האוניברסיטאות בישראל, בהתמקדותו בהוראה ובמחקר בתחומי ההנדסה, המדעים, הארכיטקטורה והרפואה.

הטכניון רואה חשיבות עליונה בקידום המחקר – הבסיסי והיישומי כאחד – בכל מקצועות ההנדסה והמדעים. בעשור האחרון נעשה מאמץ ניכר לעודד שטחי מחקר רב-תחומיים – ננוטכנולוגיה וננומדעים, אנרגיה, מערכות אוטונומיות, שילוב של מדעי החיים וההנדסה, חקר המים, הנדסת מחשבים – על ידי העמדה לרשות החוקרים משאבים משמעותיים בציד ובכוח אדם.

לאחרונה הוקמו מרכזי מחקר בתחומי אבטחת סייבר וחקר הסרטן. כמו כן הוקמו שני מרכזים למצוינות במחקר – בנושאי אור וחומר, ופיזיקה ומערכות חיים. הטכניון שואף לשמור על האיזון בין הצפת הידע המדעי לבין טיפוח הקניין הרוחני הכרוך בו. מאמץ מיוחד מוקדש להנגשת המחקר המדעי לציבור הרחב. במסגרת זאת מתקיימים 'ליל המדענים', 'אולימפיאדת הרובוטיקה' וה'כימיאדה'. אי אפשר שלא להזכיר את המיזם בניו-יורק בשיתוף אוניברסיטת קורנל ובשנטאו (סין) בתמיכת לי קה-שינג: שני מיזמים המשנים את חוקי המשחק בארץ. לראשונה מוסד אוניברסיטאי בארץ מוזמן להקים 'שלוחות' אוניברסיטאיות בחו"ל.

## ח. האוניברסיטה הפתוחה

האוניברסיטה הפתוחה (או"פ) היא מוסד ייחודי בנוף ההשכלה הגבוהה בישראל, בזכות הצלחתה לקיים איכות למדנית ומדעית גבוהה לצד קבלה פתוחה, שיטות הוראה מגוונות וייחודיות – גמישות בזמן, במקום ובקצב הלמידה. ייעוד מרכזי של האוניברסיטה הוא הנגשת השכלה אקדמית לכל החפצים בה ללא תנאי קבלה, ועל ידי כך הסרת חסמים גאוגרפיים, מגזריים, סוציו-אקונומיים וחסכים על רקע השכלה וכישורי למידה. באוניברסיטה לומדים כ-42,000 סטודנטים לתואר ראשון וכ-4,000 סטודנטים לתואר שני. עם הגידול בפריסה הגאוגרפית והמספרית של המכללות

האקדמיות, מתחדד תפקידה כמנגישת השכלה אוניברסיטאית מוקפדת בכל התחומים המוצעים על ידה ובכל מקום שבו יש להם ביקוש.

כאוניברסיטה המתמקדת בהוראה מרחוק, נודע לה תפקיד לאומי בהובלת פיתוח פדגוגיות ההוראה באמצעות טכנולוגיות – לטובת הסטודנטים שלה ולטובת מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל.

יעד נוסף של האוניברסיטה הוא קידום המחקר. בשל מאפייניה הייחודיים – מספרם המצומצם של חברי הסגל והיעדר תלמידי מחקר – נדרשת יצירתיות כדי לממש יעד זה. המאמצים ממוקדים בשני כיוונים עיקריים: יצירת סביבה מחקרית לחברי הסגל האקדמי באוניברסיטה, וגיוס חברי סגל אקדמי בכיר חדשים תוך דגש על מצוינות מחקרית.

האוניברסיטה תומכת בפעילות מחקרית של חברי הסגל הבכיר באמצעות קרן לקשרי מדע; תוספות מחקר לזוכים במענקים תחרותיים; רשות מחקר המנהלת קרן מחקר תחרותית פנימית ותומכת בהגשת בקשות למענקי מחקר לקרנות תחרותיות חיצוניות, וכן תשתיות מחקר מבוססות מחשוב. ואכן, הישגיהם המחקריים של חברי הסגל הבכיר של האוניברסיטה מרשימים, וכוללים מלגות יוקרתיות ומענקי מחקר משמעותיים.

בשנה האחרונה הוקמו באוניברסיטה שתי מעבדות חדשות: מעבדה למחקר התנהגותי, ומעבדת מחקר והוראה בתחומי המדיה החדשים. מעבדות אלו תשמשנה חוקרים וסטודנטים בפסיכולוגיה, בניהול, בחינוך, בתקשורת, במדעי המחשב ובמדעי הרוח הדיגיטליים. האוניברסיטה ממשיכה לתמוך בשלושת מרכזי המחקר הקיימים: המרכז לחקר חדשנות בטכנולוגיות למידה; המכון לניתוחי מדיניות, והמכון לחקר היחסים בין יהודים, נוצרים ומוסלמים.

תרומתה של האוניברסיטה הפתוחה באה לידי ביטוי גם בהתווייתן של נורמות חברתיות הנוגעות לייצוגן של נשים באקדמיה. לאורך שנות קיומה נשמר איזון מגדרי בקרב חברי הסגל האקדמי הבכיר, וכן בקרב הסגל המנהלי.

לסיכום, לאורך שנות קיומה, האוניברסיטה פועלת לאורך שנות קיומה לקידום המדע באמצעות יצירת תשתית אקדמית איכותית, מצוינות מחקרית והנחלת ההשכלה הגבוהה בקרב הציבור הרחב בישראל.

## ט. אוניברסיטת אריאל בשומרון

באוקטובר 2013 קיבל המוסד הכרה רשמית ומעמד של אוניברסיטה; זאת לאחר שהיה במעמד של מרכז אוניברסיטאי במשך כחמש שנים. בתקופה זאת המוסד התפתח במישורים שונים, ובכללם הרחבה פיזית של מעבדות המחקר, מעבדות ההוראה וכיתות הלימוד; הגדלת מספר חברי הסגל; הגדלת היקפי המחקר והפרסומים המדעיים – כל זאת במקביל להתארגנותו כגוף אוניברסיטאי לכל דבר.

התשתיות המחקריות החדשות כוללות מעבדות בתחום חקר המוח; סרטן; מיקרוביולוגיה; ביואינפורמטיקה; מיקרוסקופיה; מקורות קרינה ומאיצים קומפקטיים; אנרגיה; מרכז לסימולציות רפואיות; יחידה למכור מדעי; תשתיות הנדסיות לקידום המחקר, וכן סדנאות לעיבוד שבבי, מדפסות תלת-ממד, וייצור מעגלים משולבים.

המוסד הקים פקולטות, מחלקות ומרכזי מחקר חדשים, בכלל אלה תכניות רבות שקיבלו היתר מ"ג לתואר ראשון ושני. כמו כן הוקמו מרכזי מחקר למאיצים קומפקטיים, למקורות קרינה ושימושים; למחקר רפואי תרגומי; לטכנולוגיית סייבר; לננוטכנולוגיה; לארכאולוגיה והיסטוריה של המזרח התיכון, ולביר-מכניקה.

לאוניברסיטה שיתופי פעולה בין-לאומיים עם מוסדות ברחבי העולם. בשלוש השנים האחרונות נחתמו הסכמי פעולה עם כשלושים מוסדות כאלה. כמו כן, האוניברסיטה מקיימת שיתופי פעולה ענפים עם התעשייה; הקימה כמה חברות הזנק, ומשתפת פעולה באופן פורה עם מו"פ אזורי בשומרון ובבקעת הירדן. חוקרי האוניברסיטה מבצעים מחקרים משותפים עם אנשי סגל ממרבית בתי החולים בארץ.

# סיכום ומסקנות

## א. מערכת המדע

מערכת המדע של מדינת ישראל נשענת על אבני היסוד של מחקר בסיסי הנעשה באוניברסיטאות המחקר; על מחקר תרגומי-ייעודי הנעשה באוניברסיטאות המחקר, במעבדות הלאומיות ובמכללות אקדמיות אחדות, ועל מו"פ יישומי במעבדות הלאומיות ובתעשייה. מכלול פעולות מחקר אלו מחולל פריצות דרך בהבנת הטבע והאדם ובפיתוח טכנולוגיות חדשניות.

המדע הבסיסי מכוון להרחבת הבנת האדם את העולם ואת עצמו. קידומו ופיתוחו מונעים על ידי סקרנות, ונעשים ללא כוונת רווח. תרומות מערכת המחקר הבסיסי באוניברסיטאות המחקר והישיגיה בכל תחומי המדע – ממדעי הטבע, הרפואה, ההנדסה והטכנולוגיה ועד למדעי הרוח, החברה, היהדות והמשפט – הם בעלי חשיבות עליונה לתרבות הלאומית ולצורכי המדינה. הישגי המחקר הבסיסי מצויים בחזית המדע העולמי, ומדינת ישראל מדורגת במקום גבוה בסולם הפוריות המדעית בעולם על כלל פרסומיה המדעיים.

ישראל מדורגת במדדי איכות בין 20 המקומות הראשונים ב־23 מתוך 26 תחומים עיקריים: מדעי המחשב – מקום 4; מדעי החומרים – מקום 10; כימיה – מקום 11; פיזיקה – מקום 13; ביוכימיה, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית – מקום 14; כלכלה – מקום 25; עסקים וניהול – מקום 10. בכלל השטחים – מקום 16.

מדענים ישראלים זוכים בפרסים חשובים על הישגיהם: בשנים האחרונות זכו חמישה מדענים בפרסי נובל בכימיה, במדעי החומרים, בביולוגיה-ביוכימיה ובכלכלה; מתמטיקאי צעיר זכה במדליית פילדס (Fields), הנחשבת לפרס נובל של המתמטיקה; מדענים נוספים זכו בפרסים בין-לאומיים יוקרתיים אחרים, ובהם פרס הולברג (Holberg) במדעי הרוח, החברה והמשפט; פרס שנון (Shannon) בתקשורת; פרס טיורינג (Turing) במדעי המחשב; פרס BBVA בתקשורת ובכלכלה; פרס איינשטיין בפיזיקה; פרס גרדנר (Gardner) ופרס לסקר (Lasker) ברפואה; פרס שטוקהולם (Stockholm) בקרימינולוגיה; פרס וולף במדעים ואמנויות, והמדליה הלאומית למדעים של ארצות הברית. הצטיינותה המדעית של ישראל מתבטאת גם בקבלת מענקי מחקר תחרותיים מהאיחוד האירופי בהיקפים העולים במידה ניכרת על מספרם היחסי של החוקרים הישראלים. כן בולטת מנהיגותם של חוקרים ישראלים בפעולות בתחומי 'מדע גדול', המבוסס על איגום בין-לאומי של כוח אדם מדעי ושל משאבים בתחומי מחקר ניסיוני של אנרגיות גבוהות במעבדות CERN, אשר הביא לאחרונה להתקדמות בחקר האנטי-חומר ולגילוי החלקיק האלמנטרי של היגס (הידוע גם בשם 'החלקיק האלוהי'). עוד בולט חלקם של חוקרים ישראלים בתרומות מרכזיות במרכז האירופי לחקר קרינת הסינכרוטרון בגרנובל שבצרפת, שהובילו לפריצות דרך בתחומי חקר מבנה החומרים ומערכות ביולוגיות, ואשר זיכו מדענים ישראלים בפרסי נובל.

בהשוואה בין-לאומית, מעמד המדע הישראלי משתקף באיכות המרשימה של תפוקותיו. זהו מכלול הישגים מרשים, המבוסס על השקעה מתמשכת וארוכת-טווח בתשתיות, בבניית כוח אדם מדעי מצטיין באוניברסיטאות המחקר ובמעבדות הלאומיות, ובשיתוף פעולה מדעי-טכנולוגי בין-לאומי; וכן בקיום קשרי גומלין בין מערכת המחקר הבסיסי והתעשייה האזרחית והביטחונית. מדינת ישראל קוטפת היום את פירות ההשקעה הלאומית בהון האנושי ובתשתית המחקרית של מערכת המדע הבסיסי. חלק גדול מתשתיות המחקר נבנה על בסיס פילנתרופיה של יהודים אמידים וידידי ישראל במערב בכלל ובארצות הברית בפרט. חלקה של פילנתרופיה זאת מתמעט בשנים האחרונות, ולפיכך חלקה של הממשלה יצטרך לגדול בשנים הבאות כדי להמשיך ולבסס את מערכת

## ההשכלה הגבוהה ואת המחקר המדעי.

המחקר המדעי הבסיסי מניב לעתים קרובות פרות מעשיים כשהישגיו מועברים למחקר תרגומי, שהוא בסיס לפיתוחים טכנולוגיים מתקדמים לצורך הקמת תעשיות הטכנולוגיה העילית, קידום ופיתוחן. תעשיות המידע והתקשורת שמדינת ישראל מצטיינת בהן נשענות על המחקר הבסיסי האיכותי בתורת האינפורמציה, הנדסת האלקטרוניקה, התקשורת ומדעי המחשב. השקעות גדולות ופעילות מו"פ ענפה דרושות לשימוש בטכנולוגיות עילית לצורך שילוב צורכיהם של מערכת הביטחון, השוק הביטחוני והשוק האזרחי. המדע והטכנולוגיה בישראל מתאפיינים בחדשנות, בשכלולים ובחיפוש מתמיד אחרי פריצות דרך; בזכות אלה יצא להם שם עולמי. מדינת ישראל זכתה, בצדק רב, לכינוי 'מדינת ההזנק' (High Tech Nation). חברות ההזנק הישראליות תרמו רבות לכלכלת המדינה בתחומים רחבים: מחשבים, תקשורת, אופטיקה, חקלאות, הנדסה רפואית ופיתוח אמצעי לחימה. בישראל מצוי הריכוז הגבוה ביותר בעולם של חברות הזנק ביחס למספר התושבים, וכן תעשיות אזרחיות גדולות שמקנות לה שם עולמי – ובהן טכנולוגיית מחשבים, התקנים רפואיים וחקלאות. מעמד הטכנולוגיה הישראלית משתקף גם בתחומי התעשייה הביטחוניות: התעשייה האווירית וחברת רפ"ל מצויות במקומות בולטים בקרב 100 החברות הביטחוניות המובילות בעולם. למעלה מ-300 חברות רב-לאומיות, דוגמת ג'נרל מוטורס ו-Google, מנהלות בישראל פעילות מו"פ. חברות ישראליות זוכות לכ-20 אחוזים מכלל ההשקעות העולמיות בסייבר, ועוד. ההישגים המרשימים של תעשיית הטכנולוגיה העילית, הנשענים על המחקר המדעי-טכנולוגי האיכותי ועל הון אנושי מעולה הנוצר באוניברסיטאות המחקר, הם רכיב מרכזי במימוש 'המהפכה הציונית' של מייסדי מדינת ישראל. ראוי לציין כי פיתוח תרופות מקור וטכנולוגיות אחרות באוניברסיטאות המחקר בארץ – המהוות אבן בניין לתעשייה חדשנית ואף מניבות הכנסות לא מבוטלות בעבור מוסדות המחקר – נשען על השקעה של עשרות שנים של מחקר בסיסי.

עם זאת, במאה ה-21 הולך ומתהווה בעולם גל של חדשנות מדעית-טכנולוגית שהוא בעל פוטנציאל לעלות בחשיבותו על הגל הקודם של תעשיית הטכנולוגיה העילית. התפתחות זאת תתבסס על מדע מתקדם של מניפולציה ובקרה של אטומים, מולקולות, ננומבנים וגנים. המעבר לתעשייה עתידית המבוססת על מדע יישען על מחקר בסיסי שיפותח למחקר ייעודי בתחומים רחבים של ננומדע וננוטכנולוגיה, מדעי החומרים, אופטיקה, הנדסת מחשבים, מדעי המוח, מדעים קוגניטיביים, ביולוגיה מולקולרית, רפואה אישית, פרוטאומיקה וגנומיקה, וכן שילוב ידע מתחומי מדעי הרוח והחברה עם מדעים מדויקים ומדעי הנדסה. השילוב הפורה של המדע האיכותי עם התעשייה החדשנית יביא למהפכה שתבטא במעבר מתעשיית הטכנולוגיה העילית לתעשייה המבוססת על מדע. למהפכה זאת מאפיינים חדשים ביחס למדיניות המדע והטכנולוגיה הלאומית. התפתחות תעשיית המדע לא תבוא מהתעשייה או ממערכת המחקר והפיתוח הביטחוני, אלא ממעבדות המחקר של האוניברסיטאות.

מתעורר צורך חיוני במדיניות מושכלת ובהשקעות לאומיות הולמות לקידום המחקר הבסיסי והייעודי באוניברסיטאות המחקר.

מדינת ישראל מצויה כיום בעיצומה של הפעלת תכניות ייחודיות לקידום תעשיות מדע באמצעות מחקר אוניברסיטאי ייעודי בתחומי הננוטכנולוגיה ומדעי המוח, אשר מימונה מגיע מאיגום משאביהם של ות"ת, המדען הראשי של משרד התעשייה, משרד המדע, משרד האוצר והאוניברסיטאות.

מוצע:

- להמשיך ולהגדיל בהדרגה את היקף מימונה של מערכת המחקר, שיתבסס על תקציבים תחרותיים של הקרן הלאומית למדע, תקציבי תשתיות מדעיות, תקציבי מרכזי ההצטיינות



ותקציבי המחקר הייעודי לקידום תרומות המחקר האוניברסיטאי לתעשיות המדע העתידיות. יש להגדיל את המימון על פי תכנית רב־שנתית שתהיה חסינה בפני זעזועים תקציביים, כפי שנעשה בשנים האחרונות במסגרת התכנית הרב־שנתית הערכית והחשובה של הות"ת לקידום המחקר הבסיסי והייעודי באוניברסיטאות המחקר.

• לבסס את היקף תקציבי המחקר האוניברסיטאי בישראל על השוואות למדינות מתקדמות אחרות. ב־2012 הגיעו ההוצאות הלאומיות למו"פ במערכת ההשכלה הגבוהה לשיעור של 14.4 אחוזים מכלל ההוצאה הלאומית למו"פ (בעוד שבמדינות ה־OECD השיעור עמד על 26.3 אחוזים). ב־2015, שיעור ההוצאה על מו"פ בהשכלה הגבוהה מתוך כלל ההוצאה הלאומית על מו"פ ירד ל־12.2 אחוזים, והסתכם ב־5,196 מיליוני ש"ח (לפי מחירי 2010. מקור: הלמ"ס). מכאן נובעת תמונת מצב מדאיגה, ומוצע להגדיל את תקציבי המחקר באוניברסיטאות המחקר לפחות על פי שיעורם הממוצע במדינות ה־OECD.

קיום מערכת המחקר המדעי וטיפול ההון האנושי ברמה הגבוהה ביותר הם אתגר קיומי למדינת ישראל.

### ב. מערכת ההשכלה הגבוהה

מרבית הפעילות המדעית בישראל נעשית במערכת ההשכלה הגבוהה – באוניברסיטאות המחקר, אשר להן תרומה מרבית לקידום המדע בישראל. בכל אחת מהן קיימת הוראה מקיפה, ונוסף עליה קיים מחקר בכל תחומי מדעי הרוח והחברה – בתמהיל שונה בכל אחת מן האוניברסיטאות. המשותף לכל האוניברסיטאות הוא השאיפה למצוינות, הנקבעת לפי מדדים אובייקטיביים – כגון מספר הפרסומים המדעיים ואיכותם. איכות הפרסומים נקבעת לפי יוקרתם של כתבי העת שבהם הם מתפרסמים, ולפי מספר הציטוטים שלהם לאחר הפרסום. הרמה המדעית באה לידי ביטוי גם במספר המדענים הצעירים והבכירים הזוכים למענקי מחקר מקרנות בחו"ל, בעיקר מענקי האיחוד האירופי. מלבד כל אלה מתבטאת המצוינות בפרות מחקר אשר מְזַכֵּים את חברי הסגל של האוניברסיטאות בפרסים יוקרתיים בארץ ובחו"ל.

בצד ההצטיינות המדעית מעיבים סימנים מדאיגים, וביניהם:

• המחקר הבסיסי: האוניברסיטאות בישראל מופקדות כמעט על כל המחקר הבסיסי הלאומי. הישגי המדע בשנים האחרונות נשענים במידה רבה על תשתית שטופחה לפני עשרות שנים. בשנות ה־70 של המאה ה־20 היו ההוצאות על מו"פ אוניברסיטאי כ־60 אחוזים מההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי, שהיה בשעתו השיעור הגבוה ביותר בקרב מדינות מערביות מפותחות. ב־2012 הגיע שיעור ההוצאות על מו"פ במערכת ההשכלה הגבוהה מתוך כלל ההוצאה הלאומית על מו"פ ל־14.4 אחוזים בלבד, ונמנו עם השיעורים הנמוכים ביותר במדינות ה־OECD. ב־2015 אף ירדו ההוצאות הלאומיות למו"פ במערכת ההשכלה הגבוהה לשיעור של 12.2 אחוזים מכלל ההוצאה הלאומית למו"פ (מקור: הלמ"ס).

• לפי נתוני הלמ"ס, ב־1990 הוצאה על מו"פ בהשכלה הגבוהה הייתה 3,854 מיליוני ש"ח (לפי מגזר מבצע, במחירי 2010). הוצאה את גדלה בהדרגתיות ל־5,196 מיליוני ש"ח ב־2015, כלומר גידול של כ־35 אחוזים. במקביל, בתקופה זאת צמחה אוכלוסיית ישראל בכ־85 אחוזים! (מ־4.4 מיליון ב־1990 ל־8.4 מיליון ב־2015). נתונים אלה מצביעים על תמונת מצב מדאיגה, לפיה קצב הגידול של ההוצאה למו"פ בהשכלה הגבוהה אינו מדביק את קצב הגידול של האוכלוסייה בישראל.

• תפוקות מחקר: בשנות ה־80 דורגה ישראל במקום הראשון בעולם במדד מספר הפרסומים



המדעיים לנפש; עם הזמן חלה ירידה הדרגתית בנתון זה, שנמשכה עד לזמן האחרון. ב־2010 דורגה ישראל במקום ה־13 (0.8 אחוזים). ב־2013 הופקו בישראל כ־11,300 מאמרים בשנה, המהווים כ־0.5 אחוזים מסך המאמרים המדעיים בעולם. נתון זה הציב את ישראל במקום ה־30 בעולם; כלומר, למרות שהיה גידול במספר המאמרים המופקים בישראל מדי שנה, קצב ייצור המאמרים העולמי כמעט והוכפל בתוך 10 שנים, והביא לכך שחלקה היחסי של מדינת ישראל הצטמצם.

- חלה ירידה מסוימת גם באיכות הפרסומים, הנמדדת לפי מספר הציטוטים הממוצע לפרסום, (דירוג ישראל בקרב המדינות המפותחות ירד מהמקום העשירי בשנים 1984–1988, למקום השלושה־עשר בשנים 2004–2008). (יש לציין, עם זאת, כי מספר הציטוטים הממוצע למאמר ישראלי גדל מ־2.85 בשנים 1984–1988 ל־5.57 ב־2008). אלה נתונים מדאיגים, המחייבים תיקון כדי לא לסכן את מעמדנו בעולם.
- תפוקה חשובה אחרת של המחקר בישראל מתבטאת בתועלת הכלכלית המופקת מהעברת ידע מן האוניברסיטאות ליישום בתעשייה. סך ההכנסות ממכירת קניין רוחני ותמלוגים בארץ ובחור"ל הסתכמו ב־2009 ב־1,834 מיליון ש"ח. הכנסות אלו היו כ־48 אחוזים ביחס להוצאות למו"פ של האוניברסיטאות. לשם השוואה, ההכנסות המקבילות בארצות הברית היו כ־5 אחוזים ביחס להוצאות למו"פ, בבריטניה – כ־2 אחוזים, באוסטרליה – 1.5 אחוזים, בקנדה – כ־0.5 אחוזים. רוב ההכנסות היו מידע שיושם בתעשייה המקומית, והייתה בכך תרומה חשובה לכלכלת ישראל. ההכנסות של חברות מסחור הידע של האוניברסיטאות ממכירת קניין רוחני ומתמלוגים ב־2013 הסתכמו ב־1,746 מיליון ש"ח, לעומת 1,881 מיליון ש"ח ב־2012 – ירידה של 7 אחוזים. 98 אחוזים מן ההכנסות היו מהאוניברסיטאות, ו־2 האחוזים הנותרים מחברות ליד בתי חולים, ממכוני מחקר וממכללות. הכנסות אלו היו כ־31.6 אחוזים מהוצאות במו"פ במגזר ההשכלה הגבוהה. לשם השוואה, ההכנסות המקבילות של חברות מסחור הידע של האוניברסיטאות בארצות הברית, באוסטרליה ובקנדה היוו כ־4.2 אחוזים, 1.4 אחוזים ו־1 אחוזים בהתאמה מכלל הוצאות המו"פ במגזר השכלה גבוהה.

## ג. דו"חות האקדמיה

האקדמיה בודקת מעת לעת בדיקות תחומיות. בשנים האחרונות נבדקו תחומי מדעי הרוח וההיסטוריה, וכן הארכאולוגיה. בתחומי הטבע נבדק תחום הפיזיקה הגרעינית.

## ד. קשרי החוץ המדעיים

המדע כיום נעשה כלל־עולמי. למעלה מ־35 אחוזים מן המאמרים הרואים אור בכתבי עת בין־לאומיים מבוססים כיום על שיתופי פעולה בין־לאומיים. ישראל מצטיינת בקיום שיתופי פעולה ברמה האישית והמוסדית. קיימים הסכמים לשיתופי פעולה מדעיים ברמה הלאומית בין מדינות, בין אוניברסיטאות, בתכניות המו"פ האירופי ובמתקני מדע גדול כמו CERN ו־ESRF בשיתופי פעולה אלו בולטת במיוחד ההצטיינות המדעית של ישראל; לדוגמה ב־CERN, בתכנית המחקר של ה־ERC וב־ESRF. הקהילה המדעית בישראל, בתמיכת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, מעודדת קשרים מדעיים ברמה האזורית (כגון עם הרשות הפלסטינית ועם ירדן), ומקיימת את המרכז האקדמי בקהיר.

## נספחים

בסעיף זה יתוארו בקצרה הנספחים הרבים לדו"ח. הקורא ימצא הפניה לנספחים עצמם הנמצאים באתר האקדמיה למדעים ([www.academy.ac.il](http://www.academy.ac.il)). תיאור הנספחים מובא לפי הסדר של הדו"ח עצמו.

### הישגים בין-לאומיים

- הדו"ח המלא של אונסקו על מצב המדע בארץ נמצא באתר האקדמיה.

### חסרים בתשתיות לאומיות

- הדו"ח המלא של ועדת המעקב (2015) על נספחיו הרבים נמצא באתר האקדמיה.
- הדו"ח של הוועדה הלאומית לתשתיות מדעיות מיסודה של הות"ת – ועדת הורן (2013) נמצא באתר.

### מחקר תרגומי

- הדו"חות הקצרים של האוניברסיטאות והמכללות בנושא מחקר תרגומי נמצאים באתר.
- הדו"ח המלא של הוועדה למחקר ביו-רפואי בראשות פרופ' רות ארנון (2009) נמצא באתר.
- הדו"ח הקצר על מחקר תרגומי במדעי הרוח והחברה נמצא באתר.
- הדו"ח על פורום תל"ם נמצא באתר.
- הדו"ח של הננוטכנולוגיה נמצא באתר.
- הדו"ח הקצר של המרכז הישראלי לחקר הים התיכון נמצא באתר.
- הדו"ח הקצר של המולמו"פ בדבר הצורך בהקמת מכוני מחקר יישומי נמצא באתר.
- הדו"ח של הרשות לחדשנות (המדען הראשי במשרד הכלכלה והתעשייה) על תכנית קמי"ן נמצא באתר.
- הדו"ח הקצר של מפא"ת העוסק בשיתופי פעולה מחקריים עם מערכת הביטחון נמצא באתר.
- הדו"ח של קרן פזי נמצא באתר.
- דו"חות המדעניות הראשיות במשרד המדע, הטכנולוגיה והחלל, המשרד לתשתיות לאומיות והמשרד לאיכות הסביבה נמצאים באתר.

### קשרי מדע בין-לאומיים

- דו"ח הקרן הלאומית ישראל-ארה"ב (BSF) נמצא באתר.
- דו"ח הקרן הדו-לאומית ישראל-גרמניה (GIF) נמצא באתר.
- דו"ח הוועדה לפיזיקה של אנרגיות גבוהות נמצא באתר.

### תשומות-תפוקות של המערכת המדעית ושל מערכת השכלה הגבוהה

- פירוט מלא של התפוקות של המדע הישראלי בהשוואה למדינות נוספות נמצא באתר.

### **דו"חות תחומיים של האקדמיה**

- הדו"ח המלא של הוועדה לבדיקת מצב הפיזיקה הגרעינית בישראל נמצא באתר.
- הדו"ח המלא של הוועדה לבדיקת מצב הארכאולוגיה נמצא באתר.

### **דו"חות האוניברסיטאות**

- הדו"חות המלאים של האוניברסיטאות בארץ נמצאים באתר.



## חברי האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

### החטיבה למדעי הטבע

עדה יונת	איתמר וילנר – יו"ר החטיבה
יהושע יורטנר	עודד אברמסקי
יוסף ירדן	שמואל אגמון
אלכס לובוצקי	יקיר אהרונוב
יוסי לוי	אמנון אהרוני
רפאל דוד לוין	שמעון אולמן
אלכסנדר לויצקי	משה אורן
אילון לינדנשטראוס	נוגה אלון
רפאל משולם	יוסף אמרי
דוד מילשטיין	רות ארנון
אברהם ניצן	צבי בן-אברהם
חיים סידר	יוסף ברנשטיין
מיכאל סלע	שפיריה גולדווסר
הלל פורסטנברג	יורם גרונו
דב פרוהמן	עמירם גרינולד
אהרן צ'חנובר	גדעון דגן
יעקב קליין	ידין דודאי
גיל קלעי	מרדכי הייבלום
דוד קשדן	דוד הראל
יוסף קוסט	אהוד הרושובסקי
עדי קמחי	חיים הררי
אלי קשת	אברהם הרשקו
מיכאל רבין	מאיר וילצ'יק
מישל רבל	דניאל ויס
אהרון רזין	יעקב זיו
גדעון רכבי	ירון זילברברג
מרדכי שגב	אורי זליגסון
יצחק שטיינברג	אילן חת
יוסף שילה	רשף טנא

שולמית וולקוב	שלמה שמאי
עמנואל טוב	דן שכטמן
חווה טורניאנסקי	שלח שהרן
מנחם יערי	עדי שמיר
נילי כהן	זאב תדמור
עמיחי מזר	יגאל תלמי
בילי מלמן	
אבישי מרגלית	<b>החטיבה למדעי הרוח</b>
נדב נאמן	יוסף קפלן – יו"ר החטיבה
רות נבו	שלמה אבינרי
דוד נבון	ישראל אומן
גדליה סטרומזה	משה אידל
אריאל פורת	בנימין איזק
מרגלית פינקלברג	יצחק אנגלרד
ישראל פינקלשטיין	יהודה באואר
דניאל פרידמן	יורם בילו
יוחנן פרידמן	מיכל בירן
מרדכי עקיבא פרידמן	מלאכי בית-אריה
בנימין זאב קדר	יהושע בלאו
איתן קולברג	יעקב בלידשטיין
אשר קוריאט	יואב בנימיני
יעקב קליין	משה בר-אשר
אריאל רובינשטיין	ישראל ברטל
שלומית רמון-קינן	רות ברמן
יואל רק	אהרן ברק
דוד שולמן	רות גביזון
זאב שטרנהל	נעמה גורן-ענבר
בן-עמי שילוני	אברהם גרוסמן
דוד שמידלר	אבנר הולצמן
שאול שקד	משה הלברטל
אריאל שישה-הלוי	אלחנן הלפמן
	דון הנדלמן
	סרג'ו הרט



## האקדמיה הצעירה

רון מילוא – יו"ר הוועד המנהל

שרון אהרונסון – להבי

ניסים אוטמזגין

דן אורון

ליאת איילון

יונינה אלדר

נעם אליעז

אלישבע באומגרטרן

ערן בוכבינדר

יונתן בן דב

מיכל בר-אשר סיגל

אילת ברעם-צברי

אורן גזל-אייל

נירית דודוביץ

עודד הוד

ספי הנדלר

אודי זומר

מונא חורי-כסאברי

יעקוב חנא

אריאל כנפור-נעם

אהוד נקר

דן פאר

טליה פישר

יובל פלדמן

מיכל פלדמן

אבי צדוק

תמר ציגלר

רועי קישוני

מאיה שולדינר

יעל שטרנהל

רודד שרן



האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

רחוב ז'בוטינסקי 43, כיכר אלברט איינשטיין, ירושלים 9104001

טלפון 02-5676222, פקס' 02-5666059

[www.academy.ac.il](http://www.academy.ac.il) [avital@academy.ac.il](mailto:avital@academy.ac.il)