



מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה



מקום אוניברסיטאות המחקר במערך המו"פ הלאומי בישראל

השתתפו בהכנת המחקר: פרופ' דן פלד; פרופ' בנימין בנטל;
ד"ר צמרת רובין; ד"ר דפנה גץ; ורד גלעד; ציפי בוכניק

2015

אין לשכפל כל חלק מדו"ח זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור. הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחברים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

השתתפו בהכנת המחקר:

פרופ' דן פלד

פרופ' בנימין בנטל

ד"ר צמרת רובין

ד"ר דפנה גץ

ורד גלעד

ציפי בוכניק

תודות

אנו מודים לפרופ' זאב תדמור ופרופ' אורי קירש על שיחות מרובות ומרתקות על נושאי העבודה ועל שהעמידו לרשותנו את מחקריהם השונים בנושאי האוניברסיטאות וההשכלה הגבוהה בישראל.

אנו מודים לד"ר ערן לק, אלה ברזני, בלה זלמנוביץ, ד"ר נועה לביד, איליה זטקובצקי, איילת רווה ודורין אלמוג-סודאי על הסיוע המקצועי בהכנת הדוח.

תודה מיוחדת למר שלמה הרשקוביץ, יועץ ומתאם מטעם המועצה הלאומית למחקר ופיתוח, על ביקורתו הבונה ועצותיו הטובות בכל שלבי הפרויקט.

תקציר מנהלים

א. סיכום עיקרי הפרקים

❖ פרק 2 - מערכות המו"פ והחדשנות: ישראל ומדינות השוואה

המעורבות הממשלתית במערכות השכלה גבוהה ומו"פ במדינות השונות באה לביטוי בשני היבטים עיקריים: (1) הכוונה של תחומי הפיתוח והכשרת בוגרים במוסדות להשכלה גבוהה; (2) תיעוד תחומי מחקר וניהול ישיר של מחקרים באמצעות קיומם של מכוני מחקר ממשלתיים יעודיים. מצאנו שקיימת שונות רבה בין המדינות בהיבטים הללו. למשל, בארה"ב אין כלל התערבות בניהול האוניברסיטאות וכמעט שאין מחקר ממשלתי ישומי. לעומת זאת במדינות כגון גרמניה, שוויץ וקוריאה קיימת מעורבות ישירה משמעותית בשני היבטים הללו. לא נמצא קשר בין המבנה האירגוני של מערכי המו"פ והחדשנות במדינות השונות לבין מדדי השגיות מחקרית או מעמדן הבינלאומי של אוניברסיטאות המחקר באותן מדינות.

בישראל יש מעט פעילות מחקרית במכוני מחקר ממשלתיים, (למעט מחקר ביטחוני), וקיימת הפרדה מוחלטת עפ"י חוק, בין תקצוב מערכת ההשכלה הגבוהה ע"י הממשלה, וניהול המערכת ע"י מל"ג/גות"ת והמוסדות עצמם. בפרט, אין בישראל הכוונה מרכזית של נושאי מחקר ופיתוח אקדמי. במקביל לקיומה של מערכת השכלה גבוהה בעלת מעמד והישגים בינלאומיים, ישראל נחשבת מעצת מו"פ עולמית עם שיעור מו"פ מהתמ"ג הגבוה בעולם. בנוסף, חלקו של המגזר העיסוקי במו"פ האזרחי הוא מהגבוהים בעולם, ובולטת במיוחד העובדה ששיעור המימון מחו"ל למו"פ העסקי בישראל, (כ-50%), הוא הגבוה בעולם. ניתן ליחס שיעור חריג זה לאיכות כוח האדם המחקרי בישראל – תוצר מערכת ההשכלה הגבוהה שבה.

❖ פרק 3 - התפתחות האוניברסיטאות בישראל ובמספר מדינות מרכזיות

סקירה קצרה של התפתחות היסטורית של האוניברסיטאות במספר מדינות מרכזיות והשוואתם לישראל מבליטה כיצד התפתחות זו רגישה לתהליכים היסטוריים וחברתיים. למשל, תוצאות מלחמה"ע-2, ושיגור הספוטניק לחלל ע"י בריה"מ, גיבשו ומיסדו את תרומתן של האוניברסיטאות בארה"ב לביטחון הלאומי. דוגמה אחרת נתונה ע"י תהליכי הדמוקרטיזציה שהתגבשו בעקבות תוצאותיה של מלחמה"ע-2 והרחיבו את הנגישות להשכלה גבוהה באוניברסיטאות מקבוצות עילית לאוכלוסיה הרחבה. תהליכים אלה בולטים במיוחד בבריטניה ובגרמניה.

בישראל הבסיס להקמת האוניברסיטאות היה אידאולוגי - לשרות התנועה הציונית והישוב היהודי בא"י - עוד טרם הקמת המדינה. האקדמיזציה של מוסדות אלה נוצרה בשלבים מאוחרים הרבה יותר, לאחר קום המדינה, תוך שמירת העיקרון ההומבולטיאני של אחדות המחקר וההוראה. במקביל הורחבה מערכת ההשכלה הגבוהה בעזרת פתיחת אוניברסיטאות נוספות. חוק המועצה להשכלה גבוהה (1958) הבטיח את עצמאות המועצה להשכלה גבוהה והחופש של כל מוסד לנהל ולפתח את יכולות המחקר וההוראה שלו כראות עיניו. הקמת המכללות בשנות ה-90 הביאה לשיא את הרחבת ההנגשה של ההשכלה הגבוהה בישראל, תוך הקפאת מספר הסטודנטים לתואר ראשון באוניברסיטאות, וצמצום או הקפאה בתקציבי האוניברסיטאות למשך כעשור.

❖ פרק 4 - שיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה

ישראל הצטרפה (ב-2004) למגמה הרווחת בעולם, (בעקבות חוק Baye-Dole בארה"ב מ-1980), במתן זכויות קנין בפירות מו"פ במימון ציבורי לאוניברסיטאות שבצעו את המחקר. סביבה זאת מגדילה באופן משמעותי את תמריצי המוסדות לעודד פעילות מחקרית בעלת ערך מסחרי, במיוחד לאור הידלדלות המקורות הכספיים הציבוריים. הפרק מצביע על פעילות ענפה של האוניברסיטאות הישראליות בתחום מסחור הקניין הרוחני.

חרף הבהרת נושא זכויות הקניין הרוחני מצביעים דוח מבקר המדינה (2012), כמו גם הראיונות שנערכו במסגרת מחקר זה, על שני סוגי קשיים בהעברת ידע מהאוניברסיטאות. (א) לא ברורות זכויות קנין רוחני הנובע מפעולות יעוץ של חברי סגל במגזר העסקי; (ב) נוקשות ודרישות מצד חברות היישום הכלכליות של האוניברסיטאות הנתפסות כמוגזמות במשא ומתן עם גורמים עסקיים.

❖ פרק 5 - מדיניות ממשלתית ומקורות המימון למחקר אקדמי

אם כי ישראל בולטת בשיעור המו"פ מכלל הפעילות הכלכלית במדינה, כמעט שאין בה מכוני מחקר יישומי הנתמכים ע"י הממשלה שתכליתם העברת ידע ועידוד שיתופי פעולה עם האוניברסיטאות. מכוני כאלה קיימים ופועלים בצורות שונות במספר מדינות, כאשר הבולט ביניהם הוא חברת Fraunhofer בגרמניה. עם זאת קיים בישראל מגוון מרשים של תכניות תמיכה וסבסוד ממשלתי לעידוד מו"פ עסקי, שחלקן מיועדות גם להעברת ידע ויצירת שתופי פעולה אקדמיה-תעשייה. תקציבי אוניברסיטאות המחקר בישראל הם כ-12 מיליארד ₪, ואין אפשרות סבירה להפרידם להוצאות הוראה ומחקר. תמיכה ממשלתית ישירה באמצעות הקצבות ות"ת מממנת כ-50% מתקציבים אלה. המימון הישיר של פעילות מחקרית הנובע ממענקי מחקר של קרנות תחרותיות עומד על כ-7% מתקציבי האוניברסיטאות, ומחקרים מוזמנים תורמים כ-3% נוספים.

❖ פרק 6 - סגל ובוגרים באוניברסיטאות

מספר חברי האקדמי הבכיר באוניברסיטאות לא השתנה במשך למעלה מעשור, ורק בשנתיים האחרונות החל לגדול. מספר הסטודנטים באוניברסיטאות המחקר (בכל התארים) התייצב על כ-120,000. יחס סטודנטים-סגל (כולל מורים נספחים) גם הוא יציב בעשור האחרון ועומד על כ-20, לעומת כ-16 בממוצע ב-OECD, (אך שם מדובר במספר סטודנטים שווי ערך זמן מלא). חברי הסגל הבכיר מספקים כ-50% משרותי ההוראה באוניברסיטאות המחקר. שאר שרותי ההוראה מסופקים ע"י עוזרי הוראה ומורים נספחים שבדרך כלל אינם עוסקים במחקר. עפ"י נתונים אלה, מודל אחדות ההוראה והמחקר מיושם רק באופן חלקי באוניברסיטאות המחקר. בעשור האחרון גדל מאד מספר הסטודנטים בתחומי מדעי טבע ומתמטיקה ובתחום ההנדסה והאדריכלות הלומדים במכללות. בתחומי ההנדסה מספרם בשנים האחרונות, כ-17,600, עולה על מספר הלומדים תחומים אלה באוניברסיטאות, כ-15,000, (לוח 8.55 שנתון סטטיסטי מס' 64, 2013). במדעי טבע ומתמטיקה מהווים הסטודנטים לתואר ראשון כשליש ממספר הסטודנטים הכולל, (כ-6,000 במכללות, 11,150 באוניברסיטאות).

בתחומי ה-ICT, (ענפי טכנולוגיות המידע), מסתמנות שתי מגמות. ראשית, מעבר סטודנטים מהתחומים התאורטיים יותר של מדעי מחשב ומתמטיקה לתחומים היישומיים יותר של הנדסות הקשורות ב-ICT. המגמה השנייה היא עליה משמעותית בהכשרת בעלי מקצועות הנדסה בתחומי ה-ICT במכללות. יתכן שמגמות אלה משקפות את הצורך הגובר בהכשרה מעשית בתחומי ה-ICT.

❖ פרק 7 תפוקות מחקר באוניברסיטאות: פרסומים

נבחנו הפרסומים המדעיים של חוקרים מישראל בהיבט הכמותי (מספר הפרסומים) - מבחינת שיעור הפרסומים בשטח מדעי מכלל הפרסומים בתחום, ומהבחינה האיכותית - המשתקפת במספר הציטוטים. מצאנו כי בשנים האחרונות לא חלו שינויים גדולים במספר הפרסומים הישראליים, אך ניכרת מגמת ירידה בחלקה של ישראל ביחס למספר הפרסומים בעולם. מקומה של ישראל במדרג האיכות ירד בשנים האחרונות ברוב שטחי המחקר, אך עדיין פרסומים ישראלים מהווים 1.6% ממאגר הפרסומים המצוטטים ביותר. השטחים בהם חלקה של ישראל במאגר זה הוא הגדול ביותר הם מדעי החלל, ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה ומדעי המחשב. עם זאת, בעוד מדינות רבות שומרות או אף משפרות את מקומן במשך השנים במדרג האיכות העולמי, ישראל נסוגה.

❖ פרק 8 - תפוקות מחקר באוניברסיטאות: פטנטים

היקף פעילותן היחסית של האוניברסיטאות בישראל בכל הקשור לרישום פטנטים גבוה משמעותית מהמקובל בעולם. בנוסף, מצאנו עדות לעלייה משמעותית בעשור האחרון במתאם בין פעילות הסקטור העסקי ופעילות האוניברסיטאות בישראל. עלייה זאת יכולה לבוע מהתגברות הלחץ הכלכלי על האוניברסיטאות, שהיטה את מאמצי המחקר האקדמי לכיוונים בעלי השלכות מסחריות הרלוונטיות למשק הישראלי. יש לציין שהמתאם המתקבל בישראל עדין נמוך מזה הקיים בשוויצריה, ובמיוחד בקוריאה. עובדה זאת עקבית עם מידת המעורבות הגבוהה בהכוונת המחקר האוניברסיטאי לכיוונים בעלי ענין לסקטור העסקי במדינות אלה בהשוואה לעצמאות הפיתוח האקדמי בישראל. עם זאת, יתכן שחלק מהעלייה של המתאם ברישום הפטנטים בשני המגזרים בישראל הוא פרי מדיניות ממשלתית המעודדת בצורה אקטיבית שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה.

הקורלציות המתחזקות בין המחקר האוניברסיטאי לעסקי אינן מעידות בהכרח על סיבתיות. לפיכך ערכנו מבחנים המנסים לעמוד על כיווני ההשפעה בין האוניברסיטאות לסקטור העסקי בענפי התעשייה השונים. מבחנים אלה העלו שבתעשיית התרופות "מובילות" האוניברסיטאות את הסקטור הפרטי ברישום פטנטים. לעומת זאת מקדימה התעשייה את האוניברסיטאות בענפי הבריאות, תכנות מחשבים, מוצרים חקלאיים, מוצרי מזון וייצור מוצרי חשמל. יתכן שממצא זה משקף את הקדימות הקריטית של מחקר אקדמי בענף התרופות לעומת הענפים האחרים.

ב. המלצות

❖ המלצה 1:

יש לשמר את הקיים ולחזקו, ובשום מקרה לא להפריע לאוניברסיטאות לעשות את מה שהן עושות היטב. לצורך זה יש להבטיח אופק מספק ויציב של משאבים, שיאפשר גיוס סגל איכותי ופיתוח אקדמי לטווח ארוך, תוך שמירת עצמאותן האקדמית של האוניברסיטאות.

❖ המלצה 2:

מוצע לכוון מנגנון במסגרת הקרן הלאומית למדע שישתתף במימון המשך פיתוח של מחקרים שמומנו ע"י הקרן, ותוצאותיהם מעוררות ענין מצד שותפים מהמגזר העסקי.

❖ המלצה 3:

מוצע לשקול מינוף קשרי מחקר בין גורמים עסקיים ואקדמיים באמצעות השתתפות ממשלתית בעלות התקשרויות אלה.

❖ המלצה 4:

מומלץ להמשיך בבדיקת מודלים למכוני מחקר יישומי ליד האוניברסיטאות. רצוי שמכונים אלה יהיו גופים עצמאיים, הפועלים בסמוך לאוניברסיטאות, למשך תקופה קצובה, ויעסיקו בעקר חוקרים מקרב חברי הסגל האקדמי ותלמידי תארים מתקדמים.

❖ המלצה 5:

מומלץ לייצר מאגר מידע שיאגם מידע הקיים בלמ"ס ובות"ת, ויאסוף מידע חדש מהאוניברסיטאות וממקורות אחרים. המידע יכלול נתונים על חברי הסגל ותחומי פעילותם, ועל סטודנטים ובוגרים לפי תארים ותחומים. כמו כן יכלול המאגר נתונים על תפוקות המחקר השונות: מאמרים, מחקרי דוקטורט, פטנטים, מחקרים ממומנים ע"י קרנות לאומיות ובין-לאומיות, שתופי פעולה עם אוניברסיטאות מחו"ל, מחקרים משותפים לאקדמיה ולתעשייה, מידע על המשתתפים בתכניות ממשלתיות לשיתופי פעולה אקדמיה-תעשייה, מידע מחברות ישום באוניברסיטאות, וכד'.

❖ המלצה 6:

על כל הגופים העוסקים במדיניות ההשכלה הגבוהה בישראל לעקוב אחר ההתפשטות של השימוש בהוראה מרחוק באוניברסיטאות והתעצמות המחקר הרב-תחומי, וללמוד מהנעשה בתחומים אלה בחו"ל. במיוחד, ראוי שהמולמו"פ יקים צוות מעקב שיבחן את השלכותיהן של התפתחויות אלה על מקומן של אוניברסיטאות המחקר במערך המו"פ הלאומי בישראל.

תוכן עניינים

13.....	מבוא	.1
16.....	מערכות המו"פ והחדשנות: ישראל ומדינות השוואה	.2
16	אפיון פרמטרים מרכזיים למו"פ וחדשנות: ישראל ומדינות אחרות	.2.1
19	מבנה מוסדי של מערכי המו"פ והחדשנות	.2.2
19	ישראל	.2.2.1
21	גרמניה	.2.2.2
22	בריטניה	.2.2.3
24	הולנד	.2.2.4
26	שבדיה	.2.2.5
27	שוויץ	.2.2.6
29	קוריאה	.2.2.7
31	מערכות השכלה גבוהה	.2.3
31	ישראל ומדינות אחרות	.2.3.1
40	מחקר ציבורי	.2.4
40	ישראל	.2.4.1
41	גרמניה	.2.4.2
42	שוויץ	.2.4.3
42	הולנד	.2.4.4
43	בריטניה	.2.4.5
43	שבדיה	.2.4.6
44	קוריאה	.2.4.7
45	מו"פ במגזר הפרטי	.2.5
45	מבט כללי	.2.5.1
46	התפלגות המו"פ על פני ענפים כלכליים	.2.5.2
48	מו"פ במימון חו"ל	.2.5.3
48	סיכום	.2.6
49.....	התפתחות האוניברסיטאות במספר מדינות מרכזיות	.3
49	גרמניה	.3.1
50	בריטניה	.3.2
50	ארה"ב	.3.3
51	ישראל	.3.4
53	המעמד הבינלאומי של המחקר האקדמי בישראל	.3.5
53	פרסומים מדעיים	.3.5.1
54	דרוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות	.3.5.2
56	סיכום	3.6
57.....	שיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה	.4
57	תאוריות ומודלים לשיתופי פעולה בין אקדמיה, ממשל ותעשייה	.4.1
58	מסחור ידע וקנין רוחני	.4.2
58	קנין רוחני ממחקר במימון ציבורי	.4.2.1
59	MIT דוגמת	.4.2.2

59	מסחור ידע בישראל.....	4.3
59	היבט מצרפי	4.3.1
60	הערות מבקר המדינה על מסחור ידע.....	4.3.2
61	עדויות אישיות.....	4.3.3
61	אפיון החברות הנוטות לשתף פעולה עם האוניברסיטאות.....	4.3.4
62	סיכום.....	4.4
63	מדיניות ממשלתית ומקורות תמיכה למחקר אקדמי.....	5
63	תכניות ממשלתיות בארצות אחרות.....	5.1
64	תאגידי להעברת ידע.....	5.2
64	חברת Fraunhofer.....	5.2.1
65	National ICT Australia (NICTA).....	5.2.2
66	עידוד ממשלתי להעברת ידע מהאקדמיה בישראל.....	5.3
68	מקורות מימון למחקר באוניברסיטאות.....	5.4
71	מרכזי מצוינות.....	5.5
72	מרכזי מצוינות בעולם : דוגמאות.....	5.5.1
73	מרכזי מצוינות בישראל.....	5.5.2
73	הישגים :.....	5.5.3
74	סיכום.....	5.6
75	סגל ובוגרים באוניברסיטאות.....	6
75	סגל הוראה באוניברסיטאות.....	6.1
76	יחס סטודנטים סגל :.....	6.1.1
77	בוגרי האוניברסיטאות לפי תארים ותחומי לימוד מדעיים וטכנולוגיים.....	6.2
77	בוגרי מדע וטכנולוגיה מסך הבוגרים בשלושת התארים.....	6.3
80	חלקן של המכללות בהנדסה ומדעי המחשב.....	6.4
82	סיכום.....	6.5
82	תפוקות מחקר : פרסומים.....	7
83	מספר כולל של פרסומים מדעיים.....	7.1
87	מספר פרסומים לנפש.....	7.2
88	פילוג פרסומים על פי תחומי מחקר.....	7.3
89	ציטוטים.....	7.4
91	איכות המאמרים וכמותם.....	7.5
91	תחומי מחקר "חמים".....	7.6
92	סיכום.....	7.7
93	מדדים לתפוקות האוניברסיטאות: פטנטים.....	8
93	היקף הפעילות.....	8.1
97	תחומי פעילות.....	8.2
101	דינמיקה.....	8.3
101	"סיבתיות".....	8.4
101	הערה מתודולוגית.....	8.4.1
102	יישום לנתוני הפטנטים.....	8.4.2
103	סיכום.....	8.5

104	תובנות והמלצות	.9
104.....	קשרי אקדמיה-תעשייה	.9.1
106.....	מאגר מידע על השקעות לאומיות במדע וטכנולוגיה	.9.2
107.....	התפתחויות עתידיות	.9.3
108	נספח לפרק 4: רשימת מרואיינים	.10
109	ביבליוגרפיה	.11

רשימת איורים ולוחות

איור 2.1: סך ההוצאה הלאומית למו"פ* כאחוז מהתמ"ג, 2000-2010..... 18

איור 2.2: מבנה מערך המו"פ בישראל..... 20

איור 2.3: ביצועי המו"פ האזרחי בישראל כאחוז מהתמ"ג בשנת 2011..... 21

איור 2.5: מו"פ בביצוע מגזר ההשכלה הגבוהה כאחוז מהתמ"ג (HERD Intensity), 2000 - 2013..... 31

איור 2.6: ההוצאה למו"פ בביצוע ההשכלה הגבוהה, לפי מקורות מימון, 2012..... 32

איור 2.7: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי בישראל לפי מגזר מבצע, 1997-2011 (מיליוני ש"ח במחירי 2005)..... 46

איור 2.8: התפלגות מו"פ עסקי על פני קבוצות רחבות של ענפי כלכלה במספר מדינות..... 46

איור 3.1: מקום ישראל בעולם על פי מספרי פרסומים, בעשור 2003-2013..... 54

איור 3.2: מקום ישראל בעולם על פי ממוצעי ציטוטים לפרסום, בעשור 2003-2013..... 54

איור 5.1: מיקומן של תוכניות לעידוד מו"פ בשרשרת המחקר..... 68

איור 6.1: סגל אקדמי בכיר באוניברסיטאות בתקציב הרגיל, לפי שווי ערך משרות שלמות, 1995/96-2010/11..... 75

איור 6.2: הרכב סגל ההוראה באוניברסיטאות, 2011/12..... 76

איור 6.3: מספר הסטודנטים במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל..... 77

איור 6.4: אחוז מסיימי מדע וטכנולוגיה (שלושת התארים) מסך מסיימי שלושת התארים בהשכלה הגבוהה בישראל..... 78

איור 6.5: בוגרים במדעים וטכנולוגיה (תת קטגוריות) ושאר הבוגרים במוסדות להשכלה הגבוהה – תואר ראשון..... 79

איור 6.6: בוגרים במדעים וטכנולוגיה (תת קטגוריות) ושאר הבוגרים במוסדות להשכלה הגבוהה – תואר שני..... 79

איור 6.7: בוגרים במדעים וטכנולוגיה (תת קטגוריות) ושאר הבוגרים במוסדות להשכלה הגבוהה – תואר שלישי..... 79

איור 6.8: התפלגות מקבלי תארים ממוסדות להשכלה גבוהה בישראל, בתחומי המדע וההנדסה, לפי תואר, 2010/11..... 80

איור 7.1: מספר פרסומים בישראל על פני השנים 2002 - 2011..... 83

איור 7.2: שיעור הפרסומים של ישראל מכלל פרסומי העולם ומכלל פרסומי ה-OECD, 20011 - 2002..... 84

איור 7.3: סך כל מספר הפרסומים לשנים 2002-2011 לפי מדינות..... 85

איור 7.4: ממוצע ציטוטים לפרסום, ישראל, OECD, ומדינות מובילות ביחס לממוצע העולמי, 1992-2011..... 89

איור 7.5: הקשר בין איכות וכמות הפרסומים, בתחומי מחקר שונים בישראל..... 91

איור 8.1: פטנטים של ישראל..... 94

איור 8.2: פטנטים של שוויץ..... 94

95	איור 8.3: פטנטים של בלגיה
95	איור 8.4: פטנטים של הולנד
96	איור 8.5: פטנטים של קוריאה
97	איור 8.6: פטנטים של ארה"ב
98	איור 8.7: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בישראל
99	איור 8.8: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בשוויצריה
99	איור 8.9: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בבלגיה
100	איור 8.10: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בהולנד
100	איור 8.11: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בקוריאה
101	איור 8.12: קורלציות של פטנטים על פני ענפים בין הסקטור העסקי והאוניברסיטאי
16	לוח 2.1: נתונים מייצגים על ישראל ומדינות
33	לוח 2.2: מדדים נבחרים במערכת ההשכלה הגבוהה במספר מדינות מייצגות
	לוח 2.3: שיעור המו"פ העסקי מסך המו"פ ושיעור המו"פ העסקי במימון חוץ (ממוצע נתוני חמש שנים אחרונות זמינות)
45	
47	לוח 2.4: התפלגות מו"פ עסקי (BERD) לפי ענפים כלכליים, ממוצע לשנים 2004-2008
60	לוח 4.1: השוואה בינלאומית עבור נתוני מסחור ידע, 2011
62	לוח 4.2: מאפייני החברות אשר משתפות פעולה עם אוניברסיטאות
67	לוח 5.1: תכניות ממשלתיות לעידוד העברת ידע ושתופי פעולה אקדמיה-תעשייה
69	לוח 5.2: תקציבי אוניברסיטאות המחקר בישראל – תשע"ב 2011/2
70	לוח 5.3: מקורות מימון מחקר באוניברסיטאות בישראל
	לוח 5.4: העברת ידע באוניברסיטאות המחקר תשע"ב לפי מקורות מימון ותחומי ידע תשע"ב,
71	(אלפי דולר ארה"ב)
76	לוח 6.1: יחס סטודנטים לסגל אקדמאי מורחב באוניברסיטאות
78	לוח 6.2: מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי במוסדות להשכלה הגבוהה, לפי תחומים
81	לוח 6.3: בוגרים במדעי המחשב*
81	לוח 6.4: בוגרים בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה, מחשבים, תקשורת ותוכנה
82	לוח 6.5: בוגרים הנדסה ביו רפואית
82	לוח 6.6: בוגרים בהנדסת ביוטכנולוגיה ומזון
	לוח 7.1: אחוז הפרסומים בתחומי מחקר שונים, מתוך סך הפרסומים העולמיים בין השנים
86	2003 - 2013
87	לוח 7.2: מספר הפרסומים לנפש (למאה אלף איש) בישראל לפי תחומים
	לוח 7.3: התפלגות פרסומים על פי תחומי מחקר בישראל בתקופות 2001 – 1997, 2006 – 2002,
88	2007 – 2011
	לוח 7.4: ממוצע הציטוטים לפרסום ישראלי ביחס לממוצע העולמי ולממוצע מדינות ה-OECD,
90	לפי תחומים
102	לוח 8.1: סיכום מבחני הסיבתיות

1. מבוא

דוח שנכתב לאחרונה עבור המועצה הלאומית למחקר בארה"ב מגדיר את תפקידיהן של אוניברסיטאות המחקר כדלקמן (National Research Council 2014a, פרק 3, עמ' 8):

"תכליתן העיקרית של אוניברסיטאות המחקר הוא יצירת ידע והפצתו באמצעות אנשיה המוכשרים ביותר של האומה. אחת מהתועלות הגדולות ביותר הנובעות מאוניברסיטאות המחקר היא כח העבודה שהן מכשירות – כשרונם, יכולותיהם, ידיעותיהם, כישוריהם, נסיונם והרשת המקצועית שהם יוצרים. סטודנטים שהוכשרו למחקר מפתחים כישורי חשיבה בקורתית ויכולות המאפשרות לספק פתרונות לחלק מהבעיות הסבוכות ביותר בפניהן עומדת החברה – החל בהיבטים הטכניים (יעילות אנרגטית, שינויי אקלים, בטחון רשת) וכלה בחברתיים (הכלכלה, פשע, הזדקנות האוכלוסייה, הגירה)."

תפיסה זאת לגבי תפקידן של האוניברסיטאות בחברה היא חדשה ומהווה שינוי ביחס למגמות היסטוריות. השינויים הגדולים שחלו במשק העולמי בעשרות השנים האחרונות עוררו מדינות רבות לבחון את תפקידן של האוניברסיטאות בתוך מערך המחקר הלאומי. בהקשר זה ניתן לציין את המאמץ האירופי המתואם (במסגרת תהליך בולוניה) לקדם את האוניברסיטאות ולהתאימן למודל האמריקאי במטרה להדביק פערים ולעודד מצוינות. אך גם במדינת המודל ארה"ב התעוררה אותה שאלה והניעה את הקונגרס להזמין אצל המועצה הלאומית למחקר סקירה מקיפה על מערך אוניברסיטאות המחקר בארה"ב (National Research Council 2012), מתוך תחושה שהיתרון התחרותי ממנו נהנו מאז מלחמת העולם השנייה עומד בפני איום (בפרט סיני). על רקע זה נראית החלטת המולמו"פ להזמין מחקר דומה שיעסוק במעמד אוניברסיטאות המחקר במערך המו"פ הלאומי בישראל טבעית לחלוטין.

"אוניברסיטאות המחקר" בישראל מוגדרות שמית, וכוללות, על פי סדר היווסדן, את הטכניון, האוניברסיטה העברית, מכון וייצמן למדע, אוניברסיטת בר-אילן, אוניברסיטת תל-אביב, אוניברסיטת בן-גוריון ואוניברסיטת חיפה. בדרך הטבע, ההגדרה של אוניברסיטת מחקר בעולם הרחב היא כוללנית ומופשטת יותר. מעבר להגדרה האבסטרקטית המופיעה בפתח, השתמש מכון Carnegie בקריטריונים כמותיים שכללו את ההיקף הכספי של המחקר, היקף המחקר הממומן ע"י הממשלה הפדרלית בארה"ב ומספר הדוקטורנטים המזכים מוסד להשכלה גבוהה לתואר "אוניברסיטת מחקר". הדוח של המועצה הלאומית למחקר בארה"ב משתמש בהגדרה "רכה" של אוניברסיטת המחקר, הקושרת "ערכים" כמו חופש המחקר, יצירתיות, מצוינות ופתיחות עם היבטים אירגוניים עם "תכונות" כמו גודל המוסדות, רוחב היריעה של הנושאים בהם הם עוסקים, ההכשרה הן ברמת ההסמכה והן ברמת המוסמכים, הדגשת המחקר בקידום הסגל האקדמי והמנהיגות הנאורה והנועזת. (Altbach, 2011; Salmi, 2011) מדבר אף הוא על "רוח" אוניברסיטת המחקר, המושתתת על הישגיות הן בכל הקשור לסגל האקדמי והן בבחירת הסטודנטים, ובכך הופכת למוסד "אליטיסטי" (ויוצרת מתח עם הדמוקרטיה השיוויונית). עקרון מרכזי נוסף הוא החופש האקדמי המאפשר הוראה ומחקר ללא כל מגבלות.

החופש האקדמי היווה גם נקודת מפתח בהגדרת אוניברסיטת המחקר של Wilhelm von Humboldt בראשית המאה ה-19. הרפורמה של von Humboldt הפכה את האוניברסיטאות ממוסדות המכשירים כח אדם למוסדות מחקר. עם זאת, המחקר האוניברסיטאי היה אמור לשרת את המדינה (הפרוסית) ובהתאם להקיף לא רק מחקר בסיסי אלא גם (ואפילו בעיקר) מחקר יישומי

(דבר שהביא להתפתחותן של המחלקות הדיסציפלינריות במדעים כמו כימיה ופיסיקה, אך גם במדעי החברה).

במידה רבה תקפה תפישה זאת גם היום. הדוח משנת 2012 של ה-National Research Council משקף עובדה זאת בעצם קיומו. הדוח מציין ששילובן של אוניברסיטאות ביצירת התשתית לצמיחה הכלכלית בארה"ב החל כבר ב-1862, אך הואץ מאד במלחמת העולם השנייה ואחריה. הדוח מזכיר המצאות כמו הראדאר, פניצילין, המחשב, ההנעה הסילונית והפצצה הגרעינית כנובעות ממחקר היזום ע"י הממשלה הפדראלית. מעבר לכך, שורה ארוכה של המצאות ששינו את העולם התחילו במחקר אוניברסיטאי.¹

כאמור, השינויים הדרמטיים המתרחשים בעולם מציבים אתגרים חדשים בפני אוניברסיטאות המחקר. דוח ה-National Research Council (2012) מדגיש את הירידה בתמיכה הצבורית (ברמה הפדראלית והמדינתית), את התחרות הגוברת בעולם ואת השתנות טכנולוגיות המחקר כגורמים מרכזיים הדורשים שינויי בהערכות. הדוח אף מציין שלאחר פרוק מרכזי המחקר התעשייתיים הגדולים (כמו Bell Labs) ע"י הממשל הפדרלי לא נוצרה מערכת של קשרי גומלין בין מערך אוניברסיטאות המחקר והתעשייה, דבר המעכב את החדרתו של ידע חדש הנוצר באוניברסיטאות לתעשייה.

דוח מקביל של איגוד האוניברסיטאות בבריטניה מונה שורה של התפתחויות המשנות את מעמדן של אוניברסיטאות המחקר שם (Universities UK, 2010). בין השאר מוזכר הגידול העצום הן במספר האוניברסיטאות והן במספר הסטודנטים שהכריח את המערכת להדגיש את "השרות" אותו הן מספקות ולהקצות משאבים בהתאם. אספקט אחר הוא זמינותו של הידע, המכריח את האוניברסיטאות להגדיר מחדש את תפקידן כמתווכות-ידע. המחקר התייקר מאד, דבר המצריך החלטות קשות בדבר הקצאת משאבים. הצבור מצפה שתוצאות המחקר יביאו תועלת, ולא יהיו תגליות "גרידא".

העניין הציבורי בפעילות האוניברסיטאות עמד כאמור כבר בבסיסו של הרעיון ההומבולטיאני, לפיו תפקידן הוא לשרת את הציבור. בהתאם לעיקרון זה הסגל האקדמי הבכיר מתמנה במספר מדינות אירופאיות עד היום ע"י שרים. במודלים אחרים מעורבות המדינה באוניברסיטאות לובשת צורות אחרות, למשל השפעה ממשלתית על המחקר האקדמי באמצעות מימון מוכוון (ארה"ב). מעבר לכך קיימות מדינות בהן הממשלה מפעילה ישירות מערך מחקר ענף משלה, (קוריאה, צרפת), להשגת יעדים לאומיים. עם התגברות ההכרה בחשיבות המו"פ כמנוף לצמיחה כלכלית, מעודדות רוב הממשלות בצורות שונות שיתופי פעולה מחקריים והעברת ידע בין האוניברסיטאות למגזר העסקי. ריבוי המודלים למעורבות הממשלתית בפעילות האוניברסיטאות והשונות בעוצמת מעורבות זאת מצביעים על המתח הטבעי בין השמירה על חופש אקדמי "מוחלט" לבין שירות האינטרס הציבורי. כל השאלות דלעיל תקפות גם בישראל. המערך האוניברסיטאי כלל משך שנים ארוכות (טרם קום המדינה) שני מוסדות בלבד, שלא התחרו בתחומי העיסוק שלהם. גם עם הרחבת המערכת בשנות ה-60 המשיכו המוסדות להנות ממידה רבה של מעמד מונופוליסטי.² המעבר ממערכת אליטיסטית, לנגישות רחבה ולבסוף לנגישות אוניברסלית במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל בשנות ה-90 והקמת המכללות חידדה את הדיון בתפקידן של האוניברסיטאות ויצרה את מושג "אוניברסיטאות המחקר" כהבחנה לעומת "מכללות ההוראה". הכוונה של קובעי המדיניות היתה

¹ הרשימה כוללת, בין השאר, לייזר, שידורי FM, האלגוריתם של GOOGLE, טכניקות של סקרי דעת קהל ואף את גלולת הויאגרה.

² המדינה מפקחת ומווסתת בדרכים שונות פתיחת מוסדות להשכלה גבוהה, אך גם מגבילה את יכולת התחרות בין אוניברסיטאות המחקר בנושאים כגון שכר לימוד וותגמול חברי סגל אקדמי.

(ועודנה) להוריד את משקלן של האוניברסיטאות בהכשרת כח אדם לתואר הראשון תוך הרחבת הנגישות להשכלה גבוהה, ולהפנות משאבים לטובת מחקר והכשרת סטודנטים ברמת התואר השני ועוד יותר להכשרת חוקרים ברמת הדוקטורט. המחקר האוניברסיטאי נהנה גם הוא שנים ארוכות ממעין "חסינות" ציבורית. פרט למעורבות ספציפית של מערכת הביטחון בתחומים מסוימים, המחקר היה ברובו בסיסי. יישומים תעשייתיים כמעט שלא נדרשו והמימון למחקר בא ברובו המכריע ממקורות ממשלתיים ללא כל הכוונה ומענקי מחקר אקדמיים.

התמונה השתנתה מאד בשני העשורים האחרונים. התפתחותה של תעשיית ההיי-טק בישראל ותהליך הגלובליזציה יצרו סביבה חדשה עבור אוניברסיטאות המחקר. בתחום המחקר נוצרו הזדמנויות חדשות, ו"פיתויים" שנבעו מצפייה לתגמול-שוק גבוה הכרוך בהמצאות בעלות ערך מסחרי. תהליכים אלה הסיטו בארץ, כמו בעולם כולו, חלק מהמחקר ה"בסיסי" ל "יישומי". נוצרו מודלים חדשים שאפשרו שיתופי הפעולה עם התעשייה והשפיעו עמוקות על מערכי המחקר באוניברסיטאות.

הדוח להלן מנתח את מקומן של אוניברסיטאות המחקר במערך המו"פ הלאומי בישראל תוך התייחסות לנקודות אלה. הדוח נסמך על השוואות בינלאומיות המאפשרות התייחסות למערכת הישראלית. הוא פותח בסקירה של מערכי המו"פ הלאומי במספר מדינות (כולל ישראל) ובתפקידן של הממשלות במערכים אלה ומצביע על השונות הגדולה הקיימת בנושאים אלה בין המדינות, (פרק 2). פרק 3 עוסק בהתפתחות האוניברסיטאות בארץ ובעולם תוך ציון מעמדן העולמי האיתן של אוניברסיטאות המחקר הישראליות. מערכי שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה נסקרים בפרק 4 תוך התמקדות בבעיות המעסיקות חוקרים בישראל. פרק 5 עוסק במנגנונים שפותחו בעולם לגישור בין האקדמיה לתעשייה ומצביע על ההבדלים בין המדיניות הנקוטה בישראל לבין מנגנונים אלה. כמו כן מספק הפרק מידע כמותי על תמיכות הממשלה במחקר האקדמי בישראל. פרק 6 פונה לנושא כח האדם הן בסגל האקדמי והן בתפוקות סטודנטים, במיוחד בתחומי המדע והטכנולוגיה. פרק 7 מוקדש לתפוקות המחקר האקדמי כפי שהן באות לידי ביטוי בכמות הפרסומים ואיכותם. פרק 8 מנתח את הקשר בין תפוקות הפטנטים של האוניברסיטאות והתעשייה בארץ ובעולם ומצביע על חיזוקו של קשר זה בישראל. פרק 9 מסכם את הדוח. בפרק זה מצוינות שלוש התפתחויות עולמיות חשובות: התפתחות ההוראה מרחוק שיכולה להשפיע על כמות הסגל באוניברסיטאות המחקר ותחומי פעילותו, חיזוק כיווני המחקר הבינתחומיים המצריך הערכות אירגונית חדשה וכינונם של מאגרי מידע נרחבים (במיוחד בארה"ב) לצורך בדיקתן של תכניות ממשלתיות התומכות במחקר האקדמי בהיבטים נרחבים מאד. התפתחויות אלה מצריכות מעקב בישראל.

הדוח מצביע על הצלחתן המרשימה של אוניברסיטאות המחקר בישראל לעמוד במטלה המוגדרת בפתח לעיל. עם כל הקשיים בפניהם עומדות האוניברסיטאות בתחומי המימון וגיוס חברי סגל צעירים הן ממשיכות ליצור מחקר ברמה גבוהה מאד ולהכשיר כח אדם מעולה. גם בהעדר חלק ממנגנוני העברת הידע הקיימים בעולם התבטא הידע הנוצר באוניברסיטאות בהצלחתן יוצאת הדופן של תעשיות טכנולוגיות העילית ופעילותן המחקרית הענפה של חברות זרות בישראל. נראה, אם כן, שהחופש הנרחב ממנו נהנו אוניברסיטאות המחקר בישראל עד כה הוא זה שאפשר את תרומתן המהותית לפיתוח המשק והחברה בישראל.

2. מערכות המו"פ והחדשנות: ישראל ומדינות השוואה

פרק זה מציג את מערכי המו"פ בישראל ובמספר מדינות השוואה, תוך התמקדות במגזרי המו"פ העיקריים. המדינות שנבחרו לצורך ההשוואה הן גרמניה, בריטניה, הולנד, שוודיה, שוויץ וקוריאה: שתי מדינות גדולות ומפותחות, שלוש מדינות אירופאיות מפותחות בעלות גודל דומה (יחסית) לישראל, ומדינה אסייתית מפותחת בגודל בינוני. ייעודה של ההשוואה הבינלאומית הוא לספק תשתית לדיון מושכל (בדוח הסופי) במודל הרצוי של הקשר בין הממשלה, האוניברסיטאות והמגזר העסקי.

2.1 אפיון פרמטרים מרכזיים למו"פ וחדשנות: ישראל ומדינות אחרות

להלן טבלה משווה של מספר נתונים מייצגים על המדינות הנסקרות ומספר מאפיינים של מערכת המו"פ והחדשנות שלהן.

לוח 2.1: נתונים מייצגים על ישראל ומדינות

Variable	Description	Israel	Korea	Germany	UK	Netherlands	Switzerland	Sweden	OECD Average
General Macro Variables									
Population	Population (<u>millions</u> , 2010)	7.6	49.4	81.8	61.3	16.6	7.8	9.4	
GDP per capita	US dollars, current prices and PPPs, 2010	26,531	28,797	37,430	35,687	42,196	48,657	39,346	33,971
International trade in goods and services	as % of GDP, 2010: imports	34.9	49.7	41.4	32.7	70.1	40.5	43.5	27.9
	as % of GDP, 2010: exports	36.9	52.3	47	30.5	78.2	51.7	49.7	27.2
NIS inputs									
GERD per capita	Gross expenditures on R&D, US dollars, current prices and PPP, 2010	1,167	1,077	1,056	628	781	1,455	1,338	806
GERD	(% of GDP)	4.40	3.74	2.82	1.76	1.85	2.99	3.40	2.37
BERD	Business expenditures on R&D (% of GDP)	3.44	2.80	1.88	1.10	0.89	2.11	2.33	1.58
HERD	Higher education expenditures on R&D (% of GDP)	0.58	0.40	0.51	0.49	0.75	0.77	0.89	0.44
GOVERD	Government expenditures on R&D (% of GDP)	0.17	0.47	0.41	0.17	0.22	0.02	0.17	0.29
NIS performance									
Quality of Universities	Number of universities in ARWU Top-500 world universities, 2013, (aka Shanghai ranking)	7	11	38	37	12	7	11	
Quality of research	Publications in the top-quartile journals, per 1m \$US GDP, (rank among 40 countries)	4	25	20	9	8	1	2	
Tertiary attainment rate	% of population ages 25-64 with a tertiary education (both types A and B)	46	40	28	39	32	35	35	32
S&T tertiary rate	% of tertiary new entrants in sciences and engineering fields (2011)	32	32	29	23	16	25	30	25
Triadic patent families	Triadic patent families (per billion USD GDP)	1.68	1.49	1.88	0.74	1.27	2.38	2.49	0.42
Triadic patents	triadic patents in 2000	221	742	5,535	1,036	1,710	1,018	671	
	triadic patents in 2010	425	1,260	8,331	1,123	2,350	2,350	1,554	
universities patents	Patents filed by universities and public labs 2005-09, (per billion USD GDP), rank among 36 countries	1	3	16	8	13	9	33	

הנתונים שנבחרו להתוויית תמונה כללית של המדינות משתייכים לשלוש קבוצות:

(1) **משתני מאקרו** - על גודל המשק והכנסתו לנפש, ועל ומידת פתיחותו למסחר בינלאומי (מחקרים מראים על קשר חיובי בין השקעות מו"פ ונפח המסחר הבינלאומי). לישראל התוצר לנפש הנמוך בקבוצת ההשוואה. פתיחותה למסחר בינלאומי עולה על זו של בריטניה וממוצע ה-OECD, אך נמוכה יחסית לשאר ארצות ההשוואה.

(2) **תשומות מו"פ** – ההוצאה על מו"פ במגזרים השונים. ישראל מוציאה על מו"פ אזרחי חלק גדול יותר מהתמ"ג משאר ארצות ההשוואה, וגם שיעור המו"פ העסקי בה הוא מהגבוהים בעולם. לעומת זאת, הוצאות המו"פ הממשלתיות נמוכות בישראל יחסית לעולם.

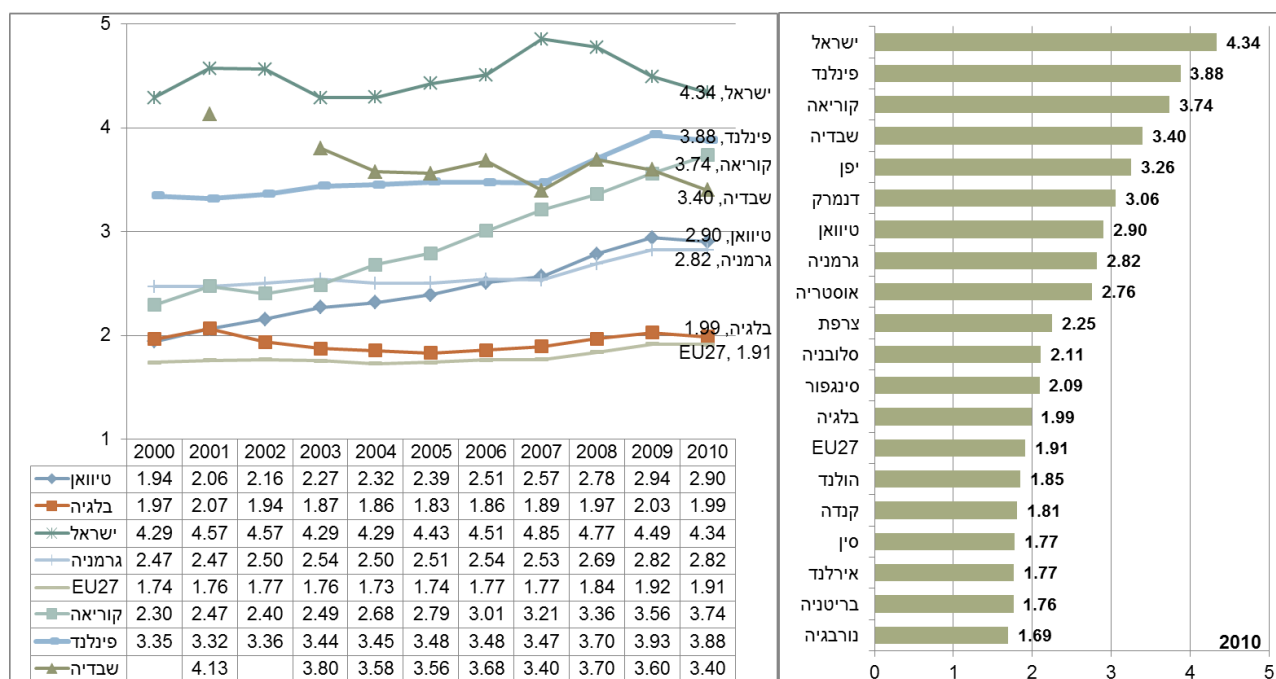
(3) **מדדי ביצוע ואיכות למערך ה מו"פ והחדשנות**:

- איכות המערכת האקדמית - מספר האוניברסיטאות במדינה הנכללות בדרוג ARWU 2013 בין ה-500 הטובות בעולם. כל שבע אוניברסיטאות המחקר בישראל נכללות ב- Top-500.
- איכות המחקר האקדמי – דרוג המדינה בין 40 מדינות מה-OECD בשיעור המאמרים בקבוצת 25% המצוטטים ביותר יחסית לתוצר של המדינה. ישראל מדורגת במקום רביעי בין 40 המדינות המפותחות, אחרי שוויץ, שבדיה ואיסלנד.
- שיעור ההשכלה הגבוהה במשק - שיעור התושבים במדינה בגילאי 64-25 שלהם תואר ממוסד אקדמי מסוג A, (אוניברסיטאות מחקר). לישראל השיעור הגבוה ביותר בין שבע מדינות ההשוואה, (46%), אם כי שיעור גבוה זה מושפע מגלי העלייה מבריה"מ בשנות ה-90.
- לימודי מדע וטכנולוגיה - שיעור הסטודנטים החדשים במערכת ההשכלה הגבוהה הלומדים מדעים והנדסה. גם כאן השיעור בישראל גבוה יחסית למדינות ההשוואה.
- תפוקות מו"פ יישומיות - מספר הפטנטים הטריאדיים יחסית לתוצר, והגידול במספר הפטנטים הטריאדיים בין השנים 2000 ו-2010. אם כי מספרי הפטנטים הם מדד מקובל לתפוקה של מערך המו"פ, מדד זה מושפע לא רק מפריון מערך המו"פ אלא גם משיקולי עלות ושיקולים כלכליים אחרים של הממציאים.
- פטנטים אוניברסיטאיים יחסית לתמ"ג, מייצגים את מידת הישימות והרלוונטיות של מחקר אקדמי. גם כאן, הנטייה לרשום פטנט מושפעת משיקולים רבים מעבר לאיכות ההמצאה. בהמשך הפרק נסקור את המבנה המוסדי/אירגוני של מערך המו"פ בישראל ובמדינות ההשוואה, ואת מגזרי המו"פ וההשכלה הגבוהה שלהן.

עצימות מו"פ השוואה בינלאומית

ההוצאה הלאומית למו"פ כאחוז מהתל"ג, הנקראת "עצימות מו"פ מהתוצר", מייצגת את השימוש הנעשה במקורות הכלכליים במשק לצרכי מחקר ופיתוח. ישראל מובילה בהשוואה בינלאומית במדד זה כבר שנים רבות. אולם, כפי שניתן לראות באיור 2.1 להלן, למרות המעמד המוביל של ישראל ברמה של מדד עצימות המו"פ, מגמות השנוי בארצות אחרות (במיוחד בקוריאה) מצביעות על מאמץ ניכר להגדיל את עצימות המו"פ. תופעה נוספת הבולטת באיור 2.1 היא התנודתיות המאפיינת את נתוני ישראל (ובמידה מסוימת גם אלה של שבדיה) שאינה קיימת בנתוני המדינות האחרות. תנודתיות זאת נובעת בעיקר מההשקעה במו"פ במגזר העסקי, ונוטה לעקוב אחרי מחזור העסקים. במדינות אחרות, למשל בגרמניה, המשבר של סוף העשור הקודם אינו מלווה בירידת עצימות המו"פ אלא להיפך – בעלייתו. עובדה זאת משקפת את המדיניות האנטי-מחזורית האגרסיבית של ממשלת גרמניה, שכללה בפרט הגדלה מהותית של תקציבי מחקר ממשלתיים.

איור 2.1: סך ההוצאה הלאומית למו"פ* כאחוז מהתמ"ג, 2010-2000



מקורות: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה וה-OECD, * הנתונים עבור ישראל לא כוללים את ההוצאה למו"פ ביטחוני

הערה: שעורי המו"פ הגדולים בישראל נובעים בחלקם מהגדרות שונות בהן משתמשת הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה באיסוף נתוני מו"פ. יתכן שאימוץ הגדרות חדשות, התואמות יותר את ההגדרות המקובלות בעולם, יביא לתיקון כלפי מטה של שיעור זה בישראל.

2.2. מבנה מוסדי של מערכי המו"פ והחדשנות

תת פרק זה סוקר בקצרה את הדרך בה מארגנות מדינות שונות את מערכי המו"פ הלאומיים. בפרט אנו מנסים לתאר את המערכות הממשלתיות המעורבות במערכי המו"פ ואת תפקידיהן המרכזיים. שלא במפתיע, קיים דמיון בצורות הארגון, אך גם מספר הבדלים משמעותיים. למשל, מצאנו שברוב המדינות:

- משרדי החינוך אחראים על מימון ותכנון מדיניות של מחקר בסיסי ומדע (ולא רק על תקציבי ההוראה).
- משרדי חדשנות/כלכלה/מסחר ותעשייה השונים בהגדרתם בין כל מדינה ומדינה, נושאים באחריות לנושאי מדע וטכנולוגיה וקישור בין המחקר המתבצע במדינה (במכוני המחקר ובאוניברסיטאות) עם התעשייה.
- במרבית המדינות קיימים במשרדי הממשלה מדענים ראשיים המייעצים למשרדיהם בנושאי מדיניות מדע וטכנולוגיה.
- קיימות וועדות ומועצות מייעצות שתפקידן הוא ניטור גופי המחקר השונים ומתן המלצות מדיניות להקצאת משאבים ציבוריים. ברוב המדינות שסקרנו הרכב המועצות והוועדות משתנה מעת לעת כתגובה להתפתחויות רלוונטיות.

עם זאת, מצאנו גם הבדלים משמעותיים במספר היבטים. למשל:

- בחלק מהמדינות עוסקים גופים ממשלתיים במו"פ הנוגע לתחומי פעילותם באופן ישיר ולא רק באמצעות רכישת ידע מגופים חוץ-ממשלתיים כמו אוניברסיטאות (בפרט בקוריאה).
- ניהול המערך האוניברסיטאי מתבצע בחלק מהמדינות ישירות ע"י הממשלות, בעוד שבאחרות מתנהלות האוניברסיטאות הציבוריות תחת אוטונומיה מלאה או חלקית.

2.2.1. ישראל

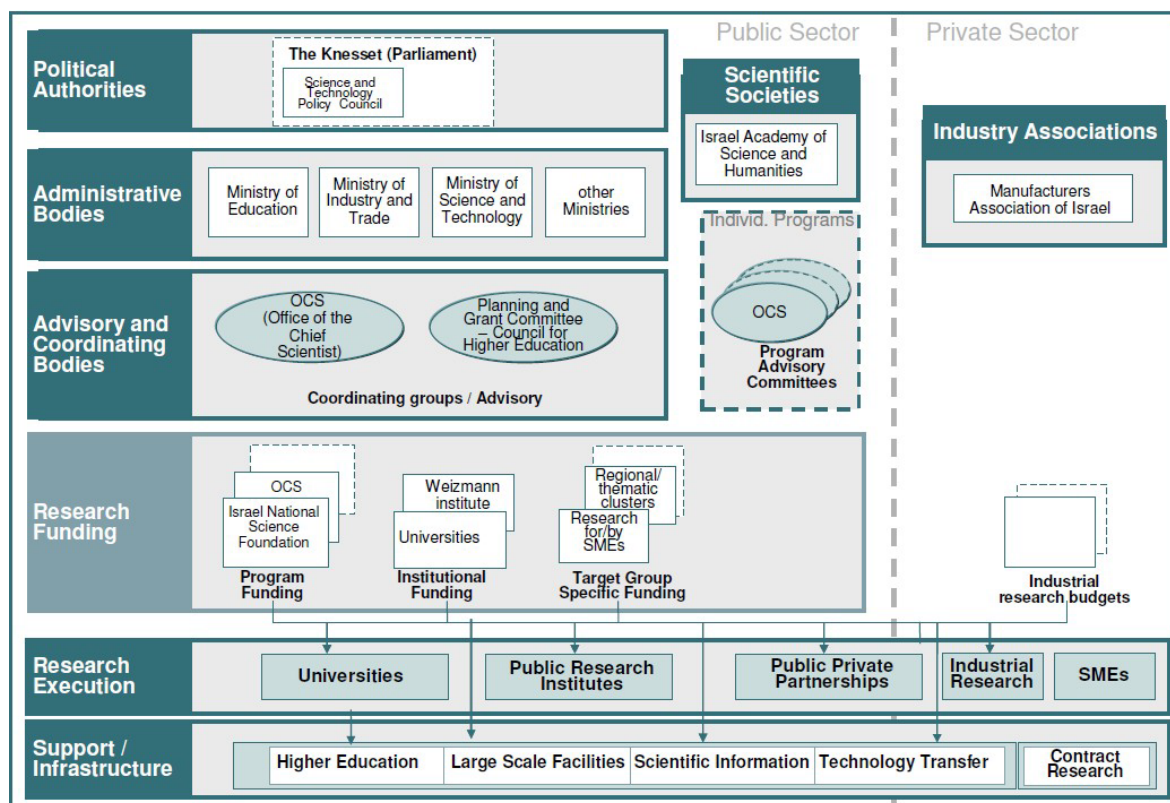
ישראל בולטת בנתוני המו"פ שלה, עם השקעה במו"פ המתקרבת בממוצע ל 5% תמ"ג. רוב המחקר מתבצע וממומן ע"י המגזר העסקי (מימון של כ-70% בממוצע, וביצוע של כ-75% בממוצע).

בישראל קיימות שלוש מערכות מחקר ופיתוח עיקריות: מערכת המחקר האקדמי, מערכת המו"פ התעשייתי ומערכת המו"פ הממשלתי (ראה איור 2.2 שהוכן בהזמנת מועצת אירופה לפני מספר שנים ומשקף את מבנה המערכת אז). הכנסת היא הגוף האחראי לחוקים הרלבנטיים למערכת המו"פ ולאישור התקציבים המיועדים לפעילות מערכת זו. הגופים העיקריים האחראים למימונה של מערכת המו"פ הם המועצה להשכלה גבוהה באמצעות ועדת התכנון והתקצוב – ות"ת, המתקצבת את המו"פ האוניברסיטאי בהיקף של כ-2.5 מיליארד ₪ ומשרד הכלכלה באמצעות משרד המדען הראשי, האחראי לתקצוב פעילויות המו"פ התעשייתי ופועל לפיתוח התעשייה הישראלית ולעידוד חדשנות טכנולוגית ותעשייתית (ממוצע תקציבי המדע"ר בשנים 2011-2014 היה כ-1.4 מיליארד ₪). משרדי ממשלה נוספים בעלי תפקיד במערכת המו"פ הם משרד המדע והטכנולוגיה ומשרד החקלאות.

הגוף האחראי על ייעוץ לממשלה בנושא מדיניות המו"פ הוא המועצה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי, הפועלת על פי חוק אשר נתקבל בשנת 2002. המועצה הלאומית למחקר ופיתוח כוללת 16 חברים שהם מומחים ובעלי ניסיון מהאקדמיה מהתעשייה וממוסדות המחקר. תפקיד המועצה הוא לייעץ לממשלה במגוון רחב של נושאים הקשורים למו"פ ולהמליץ על סדר עדיפויות לגבי תחומי מחקר ותקציבי מו"פ. גוף נוסף הוא האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים שנוסדה לפי חוק בשנת 1961 וחברים בה 94 מדענים ישראלים בולטים. האקדמיה הלאומית למדעים אחראית על קידום ופיתוח מערכת מחקר בסיסית ובין מטרותיה ניתן למנות ייעוץ לממשלה בענייני מחקר ותכנון מדעי בעלי חשיבות לאומית.³

כידוע, פעילות המו"פ של משרד הביטחון אינה כלולה בנתוני המו"פ האזרחי. עם זאת יש לה השפעה גדולה על המו"פ האזרחי בהכשרת חוקרים באופן בלתי אמצעי, השפעה על מערכת ההשכלה הגבוהה ובתוצרים אזרחיים הנובעים מפעילות המו"פ הביטחונית.

איור 2.2: מבנה מערך המו"פ בישראל

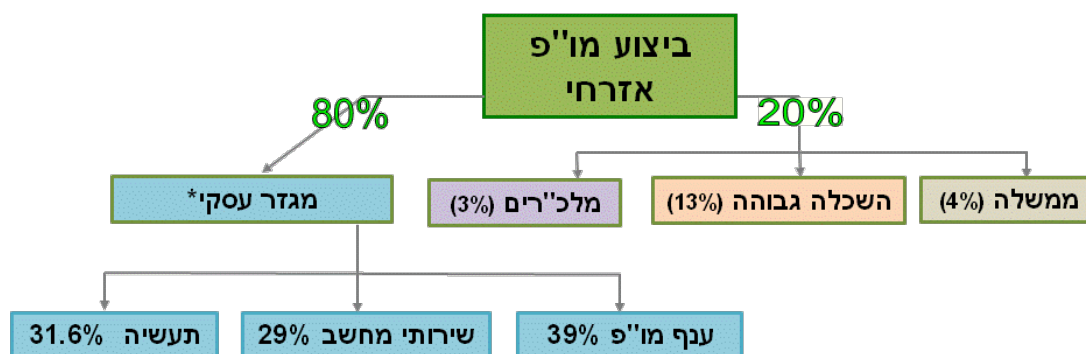


מקור: http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/psi_countryprofile_israel.pdf

איור 2.3 מציג את ביצועי המו"פ האזרחי בישראל כאחוז מהתמ"ג בשנת 2011. סה"כ בשנה זו הסתכם המו"פ האזרחי ב 38.2 מיליארד ₪ (במחירים שוטפים), המהווים 4.4% מהתמ"ג. ניתן לראות כי כמחצית מהמו"פ העסקי מבוצע במימון זר וכי סך המו"פ העסקי הינו ההוצאה המשמעותית ביותר במערך המו"פ בישראל.

³ <http://www.academy.ac.il>. נדלה בתאריך 27.9.2012

איור 2.3: ביצועי המו"פ האזרחי בישראל כאחוז מהתמ"ג בשנת 2011



* המו"פ העסקי מהווה 3.51% מהתמ"ג.
 53% מהמו"פ העסקי מקורו במימון זר.
 מכירות סטארט-אפ לחו"ל 2,140 מיליון דולר.

מקור: ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי, 2011 – 1989 הלמ"ס

2.2.2. גרמניה

ההשקעה במו"פ בגרמניה עלתה מכ-2.5 ל-2.8 אחוזי תוצר על פני העשור הראשון של המאה. כשני שליש מהמו"פ נעשה ע"י הסקטור הפרטי. המטרות העיקריות במדיניות המו"פ הגרמנית הינן פיתוח מואץ של טכנולוגיות חדשות והטמעת הטכנולוגיות לתוך סקטורים מועדפים, המשך שיפור במסחור תוצרי מחקר, הגדלת שיתופי הפעולה בין המגזר הציבורי והפרטי. האתגר החדש של מערך המו"פ הגרמני הינו מציאת מקורות נוספים למימון המו"פ והחדשנות הגרמני, בפרט עידוד השקעות של קרנות הון סיכון, ומימון עסקים קטנים בינוניים.

האחריות על מדיניות מו"פ ציבורי בגרמניה מתחלקת בין הממשלה הפדרלית ובין 16 המדינות הפדרליות (Laender). המאפיין המרכזי של המערכת המחקרית הוא חלוקת העבודה בין המדינות ובין הממשלה הפדרלית הניצבת בראש המערכת. המדינות המחוזיות הן אלה המפעילות כל אחת את המערך האוניברסיטאי שבתחומן. מעבר לכך הן מספקות בממוצע 45% מהתקציב הציבורי המיועד למחקר ופיתוח, כאשר הממשלה הפדרלית מעניקה כ-55% נוספים. ברמת הפדרלית, האחריות העיקרית לניהול פעילות המחקר והפיתוח בגרמניה היא בידי שלושה גופים מרכזיים: הגוף הראשי הוא "מיניסטריון המדע וההשכלה" (BMBF - Federal Ministry for Education and Research), אשר אחראי על יישום מדיניות המחקר והפיתוח הגרמנית ועל יצירת תוכניות מחקר ופיתוח שונות. המיניסטריון מעניק מימון ומענקי מחקר למכוני המחקר הגדולים (ראה להלן) הפועלים בגרמניה. המיניסטריון השני הוא מיניסטריון הכלכלה - (BMW i Federal Ministry of Economics and Technology),⁴ העוסק בקידום של מחקר ופיתוח יישומיים במגזר התעשייתי.⁵ הגוף השלישי הוא הינו ה-DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (מקביל לקרן לאומית למדע). גוף זה פועל באופן אוטונומי לחלוטין

⁴ <http://www.bmwi.de/English/Navigation/root.html>
⁵ <http://www.bmbf.de/en/index.php>

ועוסק במימון וקידום מחקר במדעים המדויקים, טכנולוגיה, מדעי החברה, ומדעי הרוח.⁶ תקציבו עומד על כ-2.5 מיליארד אירו בשנה, וממומן ע"י הממשלה הפדראלית (58%) והמדינות המחוזיות.

2.2.3. בריטניה

ההשקעה במו"פ בבריטניה עומדת על 1.8% (2011) תוצר, כאשר הסקטור הפרטי אחראי על קרוב משני-שליש מתוך השקעה זאת.

ברמה הפרלמנטרית הוועדות הנבחרות בנושאי מדע וטכנולוגיה של בית הנבחרים ובית הלורדים הן אלה הדנות בנושאים עקרוניים של מדע וחדשנות. הן אף בוחנות את ההשקעות והביצועים והמדיניות הציבורית של גופים שונים בעיקר של משרד המדע והטכנולוגיה⁷ ושל מועצת המחקר.⁸ חברי הפרלמנט והוועדות נעזרים במשרד הממשלתי למדע וטכנולוגיה⁹ גוף אשר הוקם כדי לתת חוות דעת עצמאית ומאוזנת לנושאים הקשורים למדיניות מדע וטכנולוגיה. הוועדה המיניסטריאלית למדע וטכנולוגיה¹⁰ - המדווחת ישירות לראש הממשלה - מפקחת על יישום המדיניות הממשלתית במדעים חדשנות ויצירת רווחה ציבורית. הוועדה המיניסטריאלית לנושאים כלכליים, פרודוקטיביות ותחרות¹¹ - עוסקת במדיניות חדשנות אף היא. ב 2003 הוקמה וועדה בין משרדית כדי לעקוב במבט רחב יותר על יישום תוכניות חדשנות בכלכלת הידע ובתוכנית המסגרת במדע וטכנולוגיה.¹²

משרדי הממשלה, הפרלמנט והממשלים האזוריים¹³ מקבלים ייעוץ משני מוסדות עיקריים: המדען הראשי והוועדה למדע וטכנולוגיה.¹⁴ המדען הראשי עומד בראש משרד המדע והטכנולוגיה OST; הוועדה למדע וטכנולוגיה¹⁵ - הינה גוף מייצע המוסמך לתת יעוץ לממשלה הבריטית בנושא מדיניות לטווח ארוך ובינוני במדע וטכנולוגיה. תפקידיו של המדען הראשי כוללים תאום בין משרדי הממשלה בנושא חדשנות ומדעים ואף כתיבה ופרסום מסמכים הנותנים תמונה שנתית לגבי ההשקעות במו"פ ויישום מדיניות הממשלה.

משרד המדע והטכנולוגיה OST

משרד המדע והטכנולוגיה OST אחראי על הקצאת תקציבי מחקר דרך מועצות מחקר. קיימות שמונה מועצות מחקר דרכן מתבצעת רוב ההשקעה הציבורית. מועצות אלה אחראיות על עיקר המחקר במדינה. תקציבן מגיע ממשרדו של המנהל הכללי למועצות למחקר במשרד ה-OST.¹⁶ המשרד מחולק לשתי קבוצות - קבוצת מדע והנדסה (SEBG); וקבוצה בין משרדית של מדע וטכנולוגיה (TDSTG).¹⁷ כדי לתאם מדיניות בין שמונה המועצות השונות הוקם בשנת 2002 גוף מתאם הנקרא UK Research Councils (RCUK).

⁶ <http://www.dfg.de/en/>

⁷ Office of Science and Technology

⁸ Research Councils

⁹ Parliamentary Office of Science and Technology (POST)

¹⁰ Ministerial Committee on Science and Innovation

¹¹ Ministerial Committee on Economic Affairs, Productivity and Competitiveness

¹² Science & Innovation Investment Framework

¹³ Devolved Administrations is the following three bodies The schottische Parliament, The Walsh Assembly and the Northern Irish Assembly.

¹⁴ Office for Science and Technology (OST)

¹⁵ Council for Science and Technology

¹⁶ Director-General of the Research Councils

¹⁷ Science and Engineering Base Group (SEBG) and the Trans-departmental Science and Technology Group (TDSTG)

תפקידיו של משרד המסחר והתעשייה (DTI)

לצד משרד המדע והטכנולוגיה, משרד חשוב נוסף המקדם מדע וטכנולוגיה בבריטניה הינו משרד המסחר והתעשייה¹⁸ DTI שמטרתו היא להגביר תחרותיות ומצוינות מדעית כדי ליצור צמיחה ברת קיימא וכמו כן לתמוך במדיניות מחקר במוסדות להשכלה גבוהה בתאום עם משרד החינוך. לשר הבכיר של משרד המסחר והתעשייה¹⁹ האחריות הגבוהה ביותר על המדיניות הממשלתית במדע וטכנולוגיה. השר הבכיר נתמך על ידי השר למדעים במשרד המסחר והתעשייה, ועל ידי ה-OST. קבוצה נוספת הפועלת תחת משרד ה-DTI עוסקת בתמיכה ועידוד חדשנות בסקטור הפרטי והעברת ידע מהסקטור הציבורי.

משרד החינוך וההכשרה

משרד החינוך וההכשרה²⁰ אחראי על ההשכלה הגבוהה באנגליה (המשרד איננו אחראי על כל ההשכלה הגבוהה בבריטניה. המדינות והממשלים האזוריים – ויילס, סקוטלנד וכו' – אחראיות על ההשכלה הגבוהה באזורים אחרים). משרד זה מפקח על המועצה למימון ההשכלה הגבוהה לאנגליה.²¹ האוניברסיטאות הם הגוף המרכזי העוסק במחקר. קיימים 165 מוסדות להשכלה גבוהה מהם 115 אוניברסיטאות. מערך התקצוב האוניברסיטאי בנוי על מערכת תמיכה כפולה כאשר הרוב המכריע במימון האוניברסיטאות מגיע משני גופים מרכזיים: המועצה להשכלה גבוהה – תקציב המשמש בעיקר למשכורות אקדמיות ותשתיות מחקר; ומועצות המחקר המספקות מימון לפרויקטים, הדרכה ומרכזי מחקר על בסיס תחרותי. מקור נוסף משלים חשוב של מימון מחקר באוניברסיטאות הוא המגזר ללא כוונת רווח – כ-20% מהמחקר באוניברסיטאות ממומן על ידי מגזר זה.

בנוסף לריכוז הפעילות בגופים שהוזכרו לעיל, גם בשאר המשרדים הממשלתיים קיימת תמיכה במחקר ומדע באמצעות כספים ייעודיים המופנים למו"פ פנימי או חיצוני בתחומי הפעילות של המשרדים השונים, או לרכישת ידע ופתרונות מבוססי טכנולוגיה המסייעים ישירות לעבודת המשרדים.

¹⁸ Department of Trade and Industry (DTI)

¹⁹ The Secretary of State for Trade and Industry

²⁰ Department for Education and Skills

²¹ Higher Education Funding Council for England (HEFCE)

2.2.4. הולנד

בהולנד מהווה ההשקעה במו"פ 1.8% מתוך התמ"ג (2009). הסקטור הפרטי אחראי על כ-45% מתוך סכום זה.

הגופים העיקריים האחראים על תכנון והכוונת פעילות מו"פ בהולנד הם משרד החינוך, התרבות והמדע²² והמשרד לענייני כלכלה, חקלאות וחדשנות²³. משרד החינוך אחראי על מימון ותכנון מדיניות של מחקר בסיסי ומדע והמשרד לענייני כלכלה אחראי על נושאי טכנולוגיה וחדשנות. לממשלת הולנד יש וועדות מייעצות הכוללות את המועצה המייעצת למדיניות מדע וטכנולוגיה²⁴ – גוף עצמאי המייעץ לממשלה ולפרלמנט ההולנדי בנוגע למדיניות הקשורה למדע, מו"פ וחדשנות, והאקדמיה המלכותית לאמנות ולמדע²⁵ המייעצת לממשלה, בדגש על חיזוי עתידי של התחומים המדעיים הבולטים, התפתחויות מדעיות עתידיות והמדיניות הנדרשת על מנת להתמודד עם שינויים אלו.

מדיניות המו"פ מיושמת על-ידי שני גופים עיקריים:

הארגון ההולנדי למחקר מדעי (NOW), שהוא גוף מנהלי בלתי תלוי המתפקד כגוף מממן מטעם משרד החינוך, התרבות והמדע והאחראי לקידום איכות המחקר המדעי בכל תחומי המדע. המשימה העיקרית שלו היא מתן מענקי מחקר וציוד ותאום תכניות מחקר. ה-NOW מורכב מ-8 יחידות מדעיות בתחומים שונים (מדעי החיים ומדעי כדור הארץ, כימיה, מדעים פיזיקאליים, מדעי הרוח, מדעי החברה, טכנולוגיה ומדעי הרפואה), 2 אגודות, 3 כוחות משימה זמניים האחראים למימון נושאים שנמצאים בסדר עדיפויות גבוה (גנומיקה, טכנולוגיות בכימיה, מדעי המוח) ו-9 מוסדות מחקר בתחומי הפיזיקה, המתמטיקה, אסטרונומיה וחלל. ל-NOW שני ארגונים קשורים: האגודה הטכנולוגית²⁷ העוסקת במימון פרויקטים טכנולוגיים וקידום השימוש בתוצאות המחקרים על ידי צד שלישי והארגון ההולנדי לחקר ופיתוח הבריאות.²⁸

ה-NL Agency הממומן על ידי המשרד לענייני כלכלה, חקלאות וחדשנות ומטרתו ליישם מדיניות ציבורית בתחומי החדשנות, הסביבה והפיתוח. הארגון מספק ייעוץ, מידע ותמיכה כספית בתחומי הטכנולוגיה, אנרגיה, סביבה, יצוא ושיתוף פעולה בין לאומי. האיור הבא מציג את מבנה מערכת המחקר בהולנד.

²² <http://www.government.nl/ministries/ocw> - Ministry of Education Culture and Science (OCW)

²³ Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation (EL&I)

<http://www.government.nl/ministries/eleni>

²⁴ JAWT – (Advisory Council for Science and Technology Policy)

²⁵ Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW) - <http://www.knaw.nl/>

²⁶ NOW(- Netherlands Organization for Scientific Research <http://www.nwo.nl>)

²⁷ Technology Foundation (STW)

²⁸ Netherland Organization for Health Research and Development (ZONmW)

ההשכלה הגבוהה

קיימים בהולנד שני גופים ממשלתיים המחלקים ביניהם את האחריות התקציבית של המחקר באוניברסיטאות.

- Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO) האחראי העיקרי על מימון המחקר הבסיסי באוניברסיטאות המחקר.
- The independent Technology Foundation (STW) האחראי על מימון מחקר יישומי, בתחומים שונים.

קיימים שני סוגים עיקריים של מוסדות להשכלה גבוהה:

- אוניברסיטאות מחקר המתמקדות במחקר והוראה מדעית (14 אוניברסיטאות כוללות 6 אוניברסיטאות כלליות, 3 אוניברסיטאות טכנולוגיות, 4 אוניברסיטאות המתמקדות בנושאים ייחודים ואוניברסיטה פתוחה);
- אוניברסיטאות למדע יישומי²⁹ המתמחות בהכשרה טכנית ומקצועית (39 אוניברסיטאות).

את מבנה מבנה מערך המו"פ בהולנד ניתן לראות בפרסום **EraWatch Country Reports 2010:Netherlands**

²⁹ Universities of Applied Sciences (UAS)

2.2.5. שבדיה

ההשקעה במו"פ בשבדיה מהווה 3.4% מתוך התמ"ג (2010). הסקטור הפרטי מהווה כשני-שליש מתוך ההשקעה.

בשבדיה משרד החינוך והמדע אחראי על תאום מדיניות מימון המחקר הלאומי, דרך המועצה השבדית למחקר.³⁰ משרד זה גם אחראי על תכנון מסגרת עבודה לאומית למחקר וחדשנות עם אוריינטציה ומיקוד במחקר בסיסי וחינוך באוניברסיטאות. בשנת 1999 בוצעה רפורמה משמעותית בשבדיה שבה רוכזה האחריות משלושה משרדים שונים תחת משרד המסחר התעסוקה והתקשורת³¹ שלאחריה, משרד זה היה אחראי על התווית מסגרת עבודה לנושאי חדשנות, בחינת יעילות בשוק העבודה ומערכות התקשורת במדינה.

תחומי הפעילות של משרד החינוך והמדע

מחקר בסיסי ממומן ע"י המועצה השבדית למחקר בחסות משרד החינוך והמדע. המועצה למחקר השוודית מחולקת לשלושה תחומים: מחקר במדעי הרוח, החברה ומדעים מדויקים. בשנת 2000 הוקמו מספר מועצות חדשות תחת משרד החינוך והמדע ששינו את מבנה מערך המועצות למחקר במדינה. המועצה המשמעותית ביותר שנוספה היתה Swedish Agency for Innovation Systems (VINNOVA). מטרתה העיקרית של מועצה זו היתה שיפור שיתופי הפעולה בין הסקטור הפרטי והעסקי.

בשבדיה, רוב המו"פ מתבצע ב-14 אוניברסיטאות מחקר וב-19 מכללות אקדמיות ציבוריות. כאשר כלל מערך ההשכלה הגבוהה כולל גם בנוסף למוסדות הציבוריים גם 16 מכללות פרטיות. סך תקציב המו"פ שהועבר למערך ההשכלה הגבוהה בשבדיה היה כ-2.5 מיליארד אירו בשנת 2009, מתוכם כ-110 מיליון אירו מומן ע"י חברות פרטיות ו-230 מיליון אירו ע"י ארגונים ללא מטרת רווח (ERAWATCH, 2013).³² בשבדיה קיימים מכוני מחקר רבים בתחומים שונים החיוניים לחוסן הלאומי של המדינה. הגופים הללו מבצעים מחקרים במימון ייעודי כאשר האוניברסיטאות בשבדיה אחראיות על הנחיית גופי המחקר השונים בהתאם למטרת המו"פ שלשמן הוקמו.

שר החינוך והמדע הינו היו"ר של המועצה למדיניות מחקר.³³ מועצה זו אחראית על מתן יעוץ בנושא מדיניות מחקר לממשלה ולשרים. אך במקביל לעבודת המועצה למדיניות מחקר, הקימו משרדי התעשייה, התעסוקה והחינוך מועצה נפרדת בנושא מדיניות חדשנות כאשר שרי המשרדים להלן ממנים את חברי וועדה הזו. עוד גוף ציבורי משמעותי בהתוויית מדיניות ובמימון מו"פ בשבדיה הינו משרד הביטחון הממן כ-20% מסך במו"פ הציבורי.

³⁰ Swedish Research Council

³¹ Ministry of Industry, Employment and Communication

³² ERAWATCH Platform on Research and Innovation policies and systems

³³ Research Policy Council

מקורות מימון מו"פ ציבורי נוספים

קיימות קרנות ממסדיות נוספת בתחום החדשנות והמדע בשבדיה בתחומים שונים³⁴, הממומנות ע"י כסף ציבורי באופן חלקי. הקרנות הראשיות שבהן:

- Knowledge Foundation (KKS) קרן שתפקידה לתמוך בחדשנות, השקעות בתשתית, החלפת ידע בין בעלי עניין.
- Swedish Foundation for Strategic Research (SSF) קרן הממנת מחקר אסטרטגי במדעי החיים הנדסה ורפואה.
- Research (MISTRA) Foundation for Strategic Environmental - אשר תחום עיסוקה הוא מדעי הסביבה.

2.2.6. שוויץ

ההשקעה במו"פ עומדת בסוף העשור הראשון של המאה על 3% תוצר. חלקו של הסקטור העסקי הוא קצת יותר משני-שליש.

בשוויץ האחריות על המו"פ מתחלקת בין הממשל הפדרלי (הקונפדרציה) ובין הממשל האזורי (הקנטונים). כאשר הסקטור הפרטי נוטל חלק משמעותי מסך ההשקעה הלאומית. הממשל הפדרלי אחראי על מימון מו"פ ותיאום פעילות מו"פ עם הקנטונים. הממשל הפדרלי והאזורי אחראים יחד על ההשכלה הגבוהה. לפרלמנט השוויצרי יש וועדה למחקר חינוך ותרבות הדנה בנושאים עקרוניים הקשורים למדיניות מחקר וחדשנות.

תפקידו של המשרד לענייני פנים³⁵ הוא לתמוך במחקר בסיסי ובמוסדות להשכלה גבוהה. תחתיו פועלים גופים אלו

- State Secretariat for Education and Research שתפקידו להתוות וליישם החלטות המבטיחות רציפות ואחידות במדיניות מו"פ ואוניברסיטאות. כלומר לתאם בין האוניברסיטאות, מכוני המחקר הלאומיים³⁶ ומדיניות המו"פ הלאומית בשוויץ.
- Board of the Federal Institutes of Technology (ETH Rat) הגוף האחראי על שני מכוני המחקר בציריך ולוואן תפקידו להבטיח כי מכוני המחקר הפדרליים מובילים במחקר בסיסי ויישומי, ובהוראה ברמה בינלאומית.
- ארבע אקדמיות למחקר המנהלים פרויקטים לטווח ארוך ובינוני התומכים בפעילות מחקרית ע"י מתן שירותים מדעיים וחוקרים מדיניות מדע וטכנולוגיה.

הגוף המשמעותי ביותר ברמה הפדרלית הוא The State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI) אשר אחראי על הכנה תכנונית אסטרטגיה ארבע שנתיות למו"פ בסיסי

³⁴ research funding foundations

³⁵ The Federal Department of Home Affairs

³⁶ Federal Institutes of Technology

בעיקרו, כאשר בתוך SERI קיים גוף המתמחה בתיאום בין האוניברסיטאות וניהול מחקר יישומי וקידום חדשנות.

המועצה השוויצרית למדע וטכנולוגיה SWTR³⁷ מייצגת לממשל הפדראלי ולקנטונים במדינות מדע חדשנות. ל SWRT ישנם שני גופי מחקר העוזרים לו בגיבוש ויעוץ למדיניות האחד הוא The Centre for Science and Technology Studies (CEST) והשני הוא The Centre for Technology Assessment (TA-SWISS) כאשר תפקיד שני הגופים הללו הוא להעריך ולנתח את ביצועי גופי המחקר בשווייץ במבט בינלאומי, בכדי לראות את השפעת טכנולוגיות וחדשנות על הכלכלה והחברה השוויצרית.

קידום מו"פ בהשכלה הגבוהה

הקרן השוויצרית הלאומית למדע SNF³⁸ הממומנת ע"י משרד החינוך והמדע הוא הכלי המשמעותי ביותר לתמיכה במחקר בסיסי במוסדות להשכלה גבוהה במדינה ובמוסדות מחקר עצמאיים ובקידום תכניות מחקר לאומיות. ה SNF גם מעריכה פרויקטים של מחקר ומחליטה על מענקי מחקר.

בשווייץ 12 אוניברסיטאות מחקר, שני מכונים טכנולוגיים באחריות הממשל הפדראלי ו 9 אוניברסיטאות למחקר יישומי, כאשר שתיים מתוכן פרטיות. ההשכלה הגבוהה בשווייץ אחראית על 80% מהמו"פ הציבורי, לזה מתווספים מוסדות מחקר ציבוריים המשויכים ל ETH Rat ולעוד כמה גופי מחקר ממשלתיים קטנים יותר. מדיניות הקשורה לאוניברסיטאות מתואמת ע"י ה Swiss University Conference (SUC) אשר תחת סמכותו יכולות הכרעה בנושא העברת ידע מהאוניברסיטאות, השמת דגש על תחומי מחקר, החלטה על מענקי מחקר וביצוע הערכות תקופתיות על ביצועי האוניברסיטאות.

קידום מו"פ בסקטור הפרטי

המשרד לעניינים כלכליים³⁹ פועל כמרכז מומחיות לנושאים כלכליים בסקטור הפרטי, בתוך כך משרד זה תורם למדיניות המו"פ והחדשנות. כמו למשל ניהול סקר החדשנות הלאומית (שנעשה בהרבה מדינות מפותחות). תחת משרד זה פועלים הגופים הבאים :

- ה - Education and Technology (OPET) Federal Office for Professional האחראי על המחקר הבסיסי באוניברסיטאות ומדיניות חדשנות ;
- ה - national Innovation Promotion Agency KTI הגוף המממן העיקרי בסקטור הציבורי את המחקר יישומי בשווייץ.

³⁷ The Swiss Science and Technology Council (SWTR)

³⁸ Swiss National Science Foundation

³⁹ The Federal Department of Economic Affairs

2.2.7. קוריאה

קוריאה משקיעה 4% מהתוצר שלה במו"פ (2013). הסקטור העסקי אחראי על שלושה רבעים מההשקעה.

בקוריאה קיימות שתי וועדות באסיפה הלאומית: הוועדה הלאומית לחינוך מדע וטכנולוגיה והוועדה לכלכלת ידע. כאשר כל אחת מהוועדות עובדת תחת המשרד אליו היא שייכת (משרד החינוך המדע והטכנולוגיה MEST⁴⁰, ומשרד כלכלת הידע KE⁴¹ בהתאמה). שני גופים אלה מנהלים תקציב של כ 13 מיליארד אירו (נתונים של שנים 2011 – 2012) כאשר מרביתו - כ 70% מועבר למשרד כלכלת הידע עוד כ 15% מועברים ל National Research Foundation (NRF) והשאר מחולק בין חמש תוכניות תקציביות שונות.

- ה MKE אחראי על פיתוח טכנולוגיות בתעשייה ועל ניהול 14 מכוני המחקר הממשלתיים GRIs תחת המועצה הקוריאנית למחקר במדע וטכנולוגיה בתעשייה⁴² משרד זה גם מקדם את המחקר והטכנולוגיה בתעשייה ומשתתף בתוכניות לאנרגיה חלופית וירוקה. משרדים נוספים עוסקים בקידום המחקר בקוריאה, כמו למשל משרד לאיכות הסביבה, משרד ההגנה משרד לענייני מזון, חקלאות, יעור ודגה.

- MEST אחראי על תוכניות במחקר ופיתוח וגם על מוסדות מחקר ממשלתיים⁴³ העובדת תחת המועצה הקוריאנית למחקר בסיסי וטכנולוגיה⁴⁴.

בפועל שני גופים אלו (יחד עם משרד האוצר MOSF⁴⁵) אחראים על הקצאת המשאבים ציבוריים למו"פ במדינה. משרד האוצר נסמך על החלטות המועצה למדע וטכנולוגיה⁴⁶.

למרות מדדי החדשנות הגבוהים של המדינה – מקום רביעי בעולם בעצמות מו"פ (0.91% מהתל"ג של המדינה בשנת 2010), השקעה גבוהה במו"פ של הסקטור פרטי, שוק עבודה משכיל - האתגרים של קוריאה הם חיזוק המחקר הבסיסי במדינה ותאום בין משרדי הממשלה במדיניות המו"פ. בשנת 2011 הוקמה וועדה לבדוק את המבנה הלאומי של מדע וטכנולוגיה NSTC⁴⁷ שעבדה תחת מועצת המדע וטכנולוגיה NSTC, מטרת הוועדה הייתה לבחון את יכולת הערכת הביצועים של גופי המו"פ הממשלתיים, תאום בין משרדי ממשלה והקצאת משאבי מו"פ של משרדים. בשנת 2012 ה NSTC בחר חמישה תחומי מחקר ראשיים כדי לענות לאתגרים חברתיים ולביקוש התעשייה. התחומים שנבחרו הם חלל ותעופה, האצת חלקיקים, בנייה ותעשייה ימית; משאבים

⁴⁰ Ministry of Education, Science and Technology

⁴¹ Ministry of Knowledge Economy

⁴² Korea Research Council of Industrial Science and Technology

⁴³ Government-supported Research Institutes GRI

⁴⁴ Council of Fundamental Science and Technology KRCF

⁴⁵ Ministry of Strategy and Finance

⁴⁶ National Science and Technology Council

⁴⁷ National Science and Technology Commission

ואנרגיה מתחדשת; תעשיות מתחדשות; טכנולוגיות הקשורות לרווחת הציבור ותעשיית ה-ICT. כאשר לכל תחום נבחרו מדדי ביצוע מדיניות ספציפיים לתחום שיבחנו ע"י המשרד הרלוונטי.

ההשכלה הגבוהה

בקוריאה קיימים סוגים רבים של מוסדות להשכלה גבוהה הכוללים אוניברסיטאות, מכללות דו שנתיות ומוסדות המתמחים כמו מכללות המכשירות כח עבודה מכללות לחינוך ומכללות טכנולוגיות. סה"כ יש בקוריאה 407 מוסדות להשכלה גבוהה (נתוני 2009). נכון לשנת 2011 קיימים 37 מוסדות מחקר ממשלתיים קוריאנים, 57 מוסדות מחקר ממשלתיים NPRIs ו-20 מוסדות מחקר ללא מטרת רווח.

ההשוואה קוריאה מעניינת המיוחד בהקשר של ישראל. כמו ישראל, לקוריאה עצימות מו"פ גבוהה. המו"פ מתבצע בעיקרו ע"י הסקטור הפרטי. למרות זאת, על פי מדדי הפרסומים המשמשים כמדד למו"פ הבסיסי, הינם נמוכים בקוריאה ביחס למדינות ה-OECD. ממשלת קוריאה זיהתה את הבעייתיות בחולשת מערכת החדשנות שלה במחקר בסיסי והגדירה זאת כיעד לשיפור במדיניות. אנחנו בישראל עדיין חזקים יחסית לעולם אך נחלשים במחקר הבסיסי (הן בתשומות -תקציבי מוסדות ההשכלה הגבוהה בירידה והן בתפוקות – במדדי הפרסומים אני גם בירידה). לכן, קוריאה צריכה להיות לישראל סמן המראה כי למרות מובילות – נוכחית בעצימות מו"פ, המחקר הבסיסי הינו חולשה משמעותית בראיה ארוכת טווח.

2.3 מערכות השכלה גבוהה

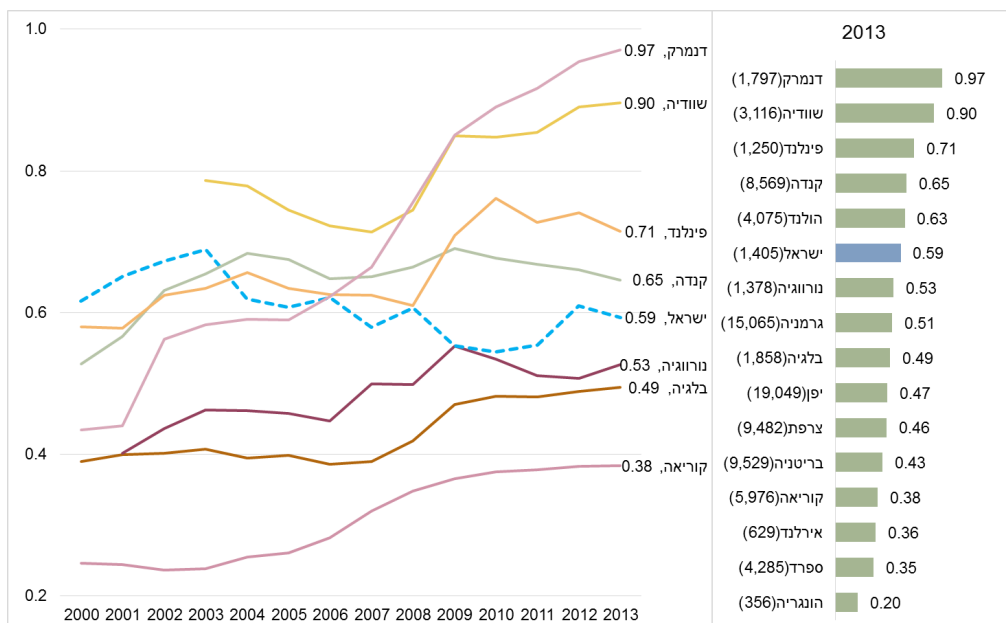
תת פרק זה מצביע על הדרכים השונות בהן מופעלות מערכות ההשכלה הגבוהה, כמו על השונות ברמת המו"פ המתבצעת בהן יחסית לתמ"ג. נתונים אלה מצביעים על כך שקיימים הבדלים ניכרים בדרך בה מדינות שונות רואות את מקומן של האוניברסיטאות במערך המו"פ הלאומי.

2.3.1 ישראל ומדינות אחרות

המחקר האקדמי בישראל מתבצע בעיקר על ידי שבע אוניברסיטאות המחקר. אוניברסיטאות נוספות הן האוניברסיטה הפתוחה ואוניברסיטת אריאל. בנוסף פועלות בישראל (נכון למאי 2014) 36 מכללות אקדמיות ו-22 מכללות אקדמיות להוראה. מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל התפתחה בעיקר באמצעות המועצה להשכלה גבוהה (מל"ג) ות"ת ועברה שינויים רבים בשני העשורים האחרונים ממערכת שהתבססה על דומיננטיות של אוניברסיטאות ומיעוט של מכללות למערכת מבוזרת של 65 מוסדות להשכלה גבוהה המבוזרים ברחבי המדינה ומציעים מגוון של תכניות לימודים (גולדשמידט, 2011). אוניברסיטאות המחקר מאגדות שתי מערכות בעלות חשיבות לאומית אסטרטגית ראשונה במעלה: הן נמצאות בפסגת מערכת החינוך וההשכלה הגבוהה ובבסיסה של מערכת המחקר הפיתוח והחדשנות. אוניברסיטאות המחקר בישראל אחראיות על כמעט כל המחקר הבסיסי ובהיעדר מערך מפותח של מכוני מחקר ממשלתיים, הן מבצעות בפועל חלק גדול מהמחקר היישומי. מגמה בולטת נוספת היא הירידה שחלה בחלקו של המגזר האקדמי בהוצאה הלאומית למו"פ אזרחי בישראל

תפוקות המו"פ בהשכלה הגבוהה יסקרו בהרחבה בפרקים הבאים בדו"ח זה אך בהתייחס למקורותיו, לאורך העשורים האחרונים צומצמו והגיעו לרמה שהיא הנמוכה ביותר מבין מדינות ה OECD (אם מכילים את המו"פ הביטחוני במו"פ הלאומי). כאשר כל מדינות ה OECD מציגות צמיחה בהשקעות מו"פ בהשכלה הגבוהה ביחס לתמ"ג (גרף במגמה חיובית באיור 2.5), ישראל מציגה ירידה משנת 2003 מכ-0.73% ל-0.58% ב-2010.

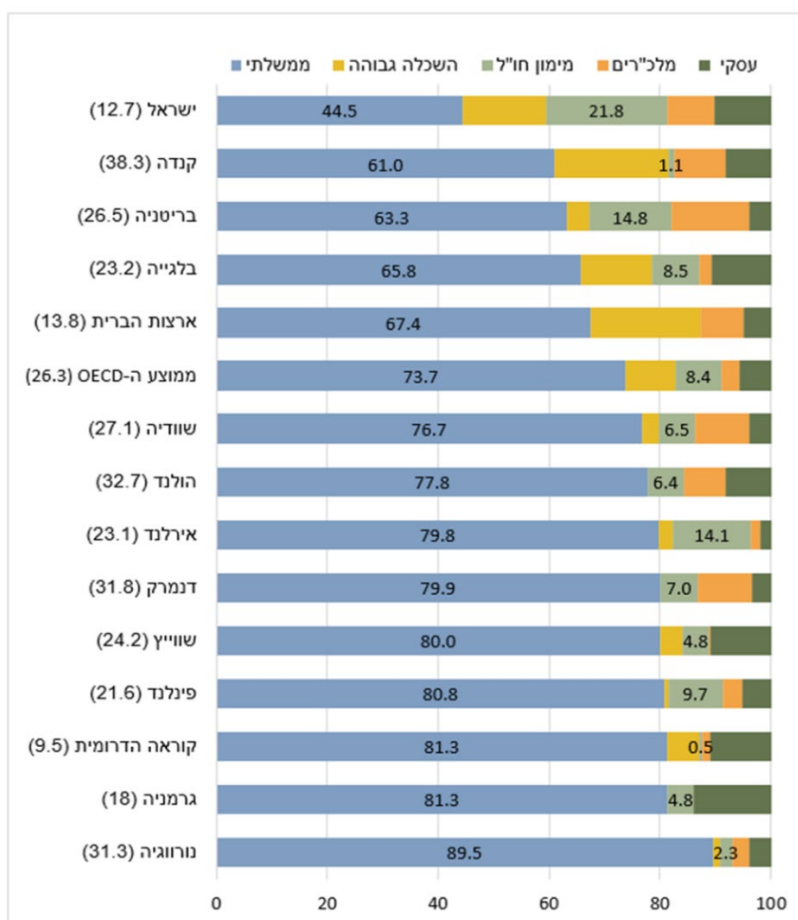
איור 2.4: מו"פ בביצוע מגזר ההשכלה הגבוהה כאחוז מהתמ"ג* (HERD Intensity), 2000 - 2013



מקור: גץ, ד' ואחרים. (2013). מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית (מעודכן) * בסוגריים על יד שם המדינה מופיע ההוצאה הלאומיים למו"פ על ידי מגזר ההשכלה הגבוהה, PPP מיליוני דולרים

במיון לפי המגזר המממן בהשכלה הגבוהה נכללים בנוסף למימון הממשלתי ערוצי מימון עצמאיים כגון תרומות, מענקים והעברות הון אחרות. המימון שהממשלה מעבירה לאוניברסיטאות באמצעות ות"ת⁴⁸ מוצג כחלק מההוצאה במימון מגזר הממשלה, בנוסף ממומן חלק מהמחקר באוניברסיטאות על ידי משרדי הממשלה השונים, מלכ"רים, חו"ל וקרנות לאומיות ודו לאומיות, כגון: הקרן הלאומית למדע והקרן הדו לאומית ארה"ב ישראל (שממומנת ברובה על ידי הממשלה).⁴⁹ כמו בסקטור העסקי, גם בהשכלה הגבוהה גדל המימון ממקורות זרים וקטנה ההשקעה הממשלתית, תהליך שונה במגמתו לעומת מדינות כמו נורבגיה שוויץ ופינלנד. בשנת 2009 מימנה הממשלה כ-43% מתוך המו"פ באוניברסיטאות. שיעור זה נמצא בירידה משנת 2001 אז הוא היווה 52.9%. לעומת זאת מימוןם של הגופים מחו"ל נמצא בעלייה ומגיע לשיעור של 20.4%. שיעור המימון העסקי נשאר ללא שינוי בשלוש השנים האחרונות ועומד על 9.7% (גץ ואחרים, 2013).

איור 2.5: ההוצאה למו"פ בביצוע השכלה הגבוהה, לפי מקורות מימון, 2012



מקורות: עיבוד מוסד נאמן לנתונים מתוך: " ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי 1989-2010", פרסום מספר 1473, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה OECD-ה-3/2012

⁴⁸ הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת), היא ועדה הפועלת במסגרת המועצה להשכלה גבוהה בישראל, ואחראית על חלוקת תקציב המדינה המוקדש להשכלה גבוהה בין האוניברסיטאות והמכללות הפועלות בישראל.
⁴⁹ יש לציין, שמימון פעילות המו"פ מהווה חלק אינטגרלי מהפעילות של אוניברסיטאות המחקר ומבחינה תקציבית אינה מופרדת ממימון פעילות ההוראה. כלומר, התקציב שמפנה הות"ת לאוניברסיטאות הינו גלובלי, ואין תקציב אשר מסומן למחקר. לצורך אמידת ההוצאה למו"פ, מבצעת הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה אמידה של היקף התקציב השוטף של האוניברסיטה אשר מופנה למו"פ, ומסיפה לו את המימון הייעודי למו"פ. אומדן זה מופיע בטור נפרד בלוח, הכולל את המימון הממשלתי למו"פ שמועבר דרך הות"ת. כמו כן, בהתאם להמלצות מדריך פרסקאטי, שכר לימוד ששולם לאוניברסיטה ותרומות שאינן מיועדות למחקרים ספציפיים נחשבים למימון עצמי של האוניברסיטה (גץ ואחרים, 2013).

בלוח 2.2 מוצגים מדדים נבחרים עדכניים המאפיינים את מערכות השכלה גבוה במדינות הנבחרות.

לוח 2.2: מדדים נבחרים במערכת ההשכלה הגבוהה במספר מדינות מייצגות⁵⁰

מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה			בעלי השכלה גבוהה		מו"פ בביצוע המגזר ההשכלה הגבוהה	מערכת ההשכלה הגבוהה ודירוגה	מספר אוניברסיטאות ומכללות (2011)	שבדיה
מנגנון התמיכה	אופי הפיקוח הציבורי	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגילהרלוונטי ⁵²	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 5134 (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	דרוג שנחאי לאוניברסיטאות (2012)	3 אוניברסיטאות משבדיה מדורגות ברשימת 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	14 אוניברסיטאות, 21 מכללות מדינה ו-15 מוסדות פרטיים
כמעט מחצית מהמימון לפעילות המו"פ המתבצע באוניברסיטאות מגיע מתקציבים של מוסדות וגופים ממשלתיים (גורמים מוסדיים). יתר המימון מגיע מתחרות על מענקי מחקר של משרדי ממשלה, גופים ציבוריים, חברות ועוד	החל מ-2001 ה-Swedish National Agency for Higher Education אחראי לבחון את איכות ההשכלה הגבוהה (הערכת תחומי הלימוד ותוכניות הלימוד במוסדות להשכלה גבוהה לכל התארים).		3.0%	34%	0.9	3.4	3 אוניברסיטאות משבדיה מדורגות ברשימת 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	14 אוניברסיטאות, 21 מכללות מדינה ו-15 מוסדות פרטיים

⁵⁰ מקורות לטבלה:

1. עבור שעור בעלי תואר אקדמי: Education at a Glance 2013, Table A1.3a
 2. עבור תואר שלישי: OECD, Paris (2011), Education at a Glance 2011: OECD Indicators and (2009) Education at a Glance 2009: OECD Indicators, OECD, Paris
 3. עבור מו"פ בביצוע מגזר ההשכלה הגבוהה – מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית, חוברת רביעית בסדרה, איור 2.22.
 4. עבור מגמות התפתחות, אופי הפיקוח והתמיכה, המידע נדלה מתוך האתר ERAWATCH – <http://erawatch.jrc.ec.europa.eu>
 5. עבור דרוג שנחאי לאוניברסיטאות – Academic Ranking of World Universities - <http://www.shanghairanking.com/ARWU2012.html>
- ⁵¹ Graduates Tertiary-type A and advanced research programmes
- ⁵² בחלק מהמדינות הגדרת בעלי תואר דוקטור כוללת גם תארים מתקדמים פרופסיונליים, למשל משפטים בגרמניה.

מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה			בעלי השכלה גבוהה		מו"פ בביצוע המגזר ההשכלה הגבוהה	מערכת ההשכלה הגבוהה ודירוגה			
מנגנון התמיכה	אופי הפיקוח הציבורי	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגיל הרלוונטי ⁵⁴	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 53 ⁵³ (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	דרוג שנחאי לאוניברסיטאות (2012)	מספר אוניברסיטאות ומכללות (2011)	
	האחריות נחלקת בין המדינה לבין הקנטונים. ברמת המדינה, משרד הפנים אחראי על האוניברסיטה והמחקר הבסיסי ומשרד הכלכלה אחראי על האוניברסיטה למחקר היישומי ועל המחקר היישומי. הקנטונים אחראים על האוניברסיטה בתחומם.	החל משנת 2011 חקיקה חדשה לאוניברסיטאות המאפשרת לאוניברסיטאות יותר אוטונומיה ומטיל על האוניברסיטאות אחריות רבה יותר לפעול על מנת למסחר את תוצאות המחקרים המבוצעים באוניברסיטאות	3.4%	30%	0.8	2.9	4 אוניברסיטאות משוייץ מדורגות ברשימת 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	12 אוניברסיטאות של הקנטונים 2 מוסדות פדראליים לטכנולוגיה (ETH) ו-9 אוניברסיטאות למדע יישומי (UAS)	שווייץ

⁵³ Graduates Tertiary-type A and advanced research programmes

⁵⁴ בחלק מהמדינות הגדרת בעלי תואר דוקטור כוללת גם תארים מתקדמים פרופסיונליים, למשל משפטים בגרמניה.

מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה			בעלי השכלה גבוהה	(2011)	מו"פ בביצוע המגזר ההשכלה הגבוהה	מערכת ההשכלה הגבוהה ודירוגה			
מנגנון התמיכה	אופי הפיקוח הציבורי	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגיל הרלוונטי ⁵⁶	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 34 ⁵⁵ (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	דרוג שנחאי לאוניברסיטאות (2012)	מספר אוניברסיטאות ומכללות (2011)	
לאוניברסיטאות בהולנד יש 3 מקורות מימון: 1. מימון ממשלתי ישיר (60%), 2. מימון פרויקטי מחקר ע"י ארגונים למחקר מדעי, קרן טכנולוגית והאקדמיה המלכותית לאומנויות ומדעים (10%). 3. סכום כסף שהאוניברסיטאות משיגות מחוץ לממשל או באופן לא ישיר מהממשל (30%).	האוניברסיטאות בהולנד אחראיות על הקניין הרוחני (במיוחד פטנטים) שפותחו בארגונים שלהן. כל אוניברסיטה היא אוטונומית. לרוב האחריות לפעילות הינה בידי ה-TTOs.	1.6%	38%	0.8	5.4	שתי אוניברסיטאות מהולנד מדורגות ברשימת 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	3 אוניברסיטאות טכנולוגיות, אוניב' אחת שמתמקדת בחקלאות ומדעי החיים, 9 אוניב' מחקר. 41 אוניב' של מדעים יישומיים שממונות בעיקר ע"י הממשלה	הולנד	

⁵⁵ Graduates Tertiary-type A and advanced research programmes

⁵⁶ בחלק מהמדינות הגדרת בעלי תואר דוקטור כוללת גם תארים מתקדמים פרופסיונליים, למשל משפטים בגרמניה.

מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה			בעלי השכלה גבוהה	(2011)	מו"פ בביצוע המגזר ההשכלה הגבוהה	מערכת ההשכלה הגבוהה ודירוגה			
מנגנון התמיכה	אופי הפיקוח הציבורי	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגילהרלוונטי ⁵⁸	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 5734 (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	דרוג שנחאי לאוניברסיטאות (2012)	מספר אוניברסיטאות ומכללות (2011)	
לרוב האוניברסיטאות בבריטניה יש מערכת תמיכה כפולה: ה- Education Higher Funding Councils מממנות בעיקר משכורות ותשתיות וה- Research Councils מממנות חוקרים ומרכזי מחקר על בסיס תחרותי. מקור מימון אחר הוא קרנות והארגונים שאינם למטרת רווח.	ה- Department for Business, & Innovation Skills BIS הוא הגוף הממשלתי האחראי על ההשכלה הגבוהה. אוניברסיטאות בבריטניה הם גופים אוטונומיים הזוכים לתמיכה ממגוון מקורות.	מערכת ההשכלה הגבוהה בבריטניה הינה הטרוגנית וכוללת מוסדות בעלי מוניטין ויוקרה בין לאומית המתמקדים בפעילות מחקרית ומוסדות קטנים המשרתים אזור/מגזר מסוים או מוסדות המתמקדים בהוראה. בשנים האחרונות ניתן דגש רב יותר למשימה השלישית של האוניברסיטאות- מעורבות רבה יותר עם התעשייה	2.1%	39%	0.5	10.6	בריטניה מדורגת רביעית ברמה העולמית וראשונה ב-EU לפי דרוג שנחאי. שמונה אוניברסיטאות בריטיות מדורגות ברשימת 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם לשנת 2012	165 מוסדות השכלה גבוהה (מהם 115 אוניברסיטאות)	בריטניה

⁵⁷ Graduates Tertiary-type A and advanced research programmes

⁵⁸ בחלק מהמדינות הגדרת בעלי תואר דוקטור כוללת גם תארים מתקדמים פרופסיונליים, למשל משפטים בגרמניה.

מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה			בעלי השכלה גבוהה	(2011)	מו"פ בביצוע המגזר ההשכלה הגבוהה	מערכת ההשכלה הגבוהה ודירוגה			
מנגנון התמיכה	אופי הפיקוח הציבורי	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגילה רלוונטי ⁶⁰	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 59 ⁵⁹ (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	דרוג שנחאי לאוניברסיטאות (2012)	מספר אוניברסיטאות ומכללות (2011)	
המימון הציבורי כולל מרכיב שמבוסס על ביצוע ולוקח בחשבון את מספר הבוגרים והדוקטורנטים ואת גובה המימון של צד שלישי לאוניב'. אוניב' שביצועיהן לא עומדים בתחרות על כספי מחקר צריכות לפתח נושאים ואסטרטגיות על מנת לייחד את עצמן. במסגרת 'יוזמת המצוינות' ממשלת גרמניה מממנת 2.7 ביליון אירו בשנים 2012-2017.	גרמניה היא רפובליקה פדראלית המשותפת למספר מדינות, Lander, שלהן פרלמנט וממשלה. Lander- יש אחריות על האוניב'. החלטות בנוגע למבנה תוכניות תואר ראשון ושני הן בידי ממשלת Lander בעוד שהיישום מבוצע ע"י האוניב'.	הסטאטוס החוקי של מוסדות ההשכלה הגבוהה השתנה. האוניב' הפכו ממוסדות של המדינה לארגונים ציבוריים עצמאיים. המצב החוקתי החדש הפך אותן לאטרקטיביות לשותפים שאינם ציבוריים כגון התעשייה וחברות. בנוסף, כמעט כל תוכניות האוניב' הוסבו למערכת של תואר ראשון ושני.	2.5%	18%	0.5	16.7	3 אוניברסיטאות מגרמניה מדורגות ברשימת 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	יותר מ-400 מוסדות השכלה גבוהה. כ-100 אוניברסיטאות שמעניקות חינוך תאורטי ומדעי כ-200 אוניברסיטאות של מחקר יישומי וכ-100 אוניברסיטאות פרטיות	גרמניה

⁵⁹ Graduates Tertiary-type A and advanced research programmes

⁶⁰ בחלק מהמדינות הגדרת בעלי תואר דוקטור כוללת גם תארים מתקדמים פרופסיונליים, למשל משפטים בגרמניה.

מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה	מגמות התפתחות אופי הפיקוח הציבורי	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי השכלה גבוהה	בעלי השכלה גבוהה	מו"פ בביצוע המגזר ההשכלה הגבוהה	מערכת ההשכלה הגבוהה ודירוגה	מספר אוניברסיטאות ומכללות (2011)	דרוג שנחאי לאוניברסיטאות (2012)	קוריאנה
מנגנון התמיכה	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגילהרלוונטי ⁶²	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 6134 (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	אין אוניברסיטה קוריאנית שמדורגת בין 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	376 מוסדות השכלה גבוהה: 179 אוניברסיטאות פרטיות, 43 אוניברסיטאות ציבוריות (של המדינה), פוליטכניקים ו-179 מכללות (תוכניות לימודים של שנתיים שלוש)	אין אוניברסיטה קוריאנית שמדורגת בין 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	קוריאנה
מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגילהרלוונטי ⁶²	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 6134 (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	אין אוניברסיטה קוריאנית שמדורגת בין 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	376 מוסדות השכלה גבוהה: 179 אוניברסיטאות פרטיות, 43 אוניברסיטאות ציבוריות (של המדינה), פוליטכניקים ו-179 מכללות (תוכניות לימודים של שנתיים שלוש)	אין אוניברסיטה קוריאנית שמדורגת בין 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	קוריאנה
מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגילהרלוונטי ⁶²	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 6134 (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	אין אוניברסיטה קוריאנית שמדורגת בין 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	376 מוסדות השכלה גבוהה: 179 אוניברסיטאות פרטיות, 43 אוניברסיטאות ציבוריות (של המדינה), פוליטכניקים ו-179 מכללות (תוכניות לימודים של שנתיים שלוש)	אין אוניברסיטה קוריאנית שמדורגת בין 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	קוריאנה

⁶¹ Graduates Tertiary-type A and advanced research programmes

⁶² בחלק מהמדינות הגדרת בעלי תואר דוקטור כוללת גם תארים מתקדמים פרופסיונליים, למשל משפטים בגרמניה.

מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה			בעלי השכלה גבוהה	(2011)	מו"פ בביצוע המגזר ההשכלה הגבוהה		מערכת ההשכלה הגבוהה ודירוגה		
מנגנון התמיכה	אופי הפיקוח הציבורי	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגילהרלוונטי ⁶⁴	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 63 ³⁴ (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	דרוג שנחאי לאוניברסיטאות (2012)	מספר אוניברסיטאות ומכללות (2011)	
מגמות התפתחות אופי הפיקוח והתמיכה	מגמות התפתחות אופי הפיקוח הציבורי	מגמות התפתחות ותפקידי האוניברסיטאות	בעלי תואר שלישי כאחוז מהאוכלוסייה בגילהרלוונטי ⁶⁴	שעור בעלי תואר אקדמי מתוך גילאי 25 - 63 ³⁴ (2011, אחוזים)	כאחוז מהתמ"ג	PPP במיליארדי דולרים שוטפים	דרוג שנחאי לאוניברסיטאות (2012)	מספר אוניברסיטאות ומכללות (2011)	ישראל
מודל התקצוב החדש של ות"ת לאוניברסיטאות המחקר לוקח בחשבון מספר גורמים: את הישגי האוניברסיטאות בהוראה ובמחקר (לדוגמא, זכיה במענקי מחקר מקרנות תחרותיות, מספר פרסומים בכתבי עת מוכרים, מספר סטודנטים לתואר שלישי). כל אוניברסיטה מחליטה כראות עיניה על האופן שבו תנהל את התקציב שקבלה מות"ת	לאוניברסיטאות בישראל מידה רבה של עצמאות. המועצה להשכלה גבוהה (מל"ג) הוקמה בהתאם לחוק המועצה להשכלה גבוהה תשי"ח-1958, במטרה להוות את המוסד הממלכתי בישראל לענייני ההשכלה הגבוהה. המטרה להקים גוף ציבורי, א-פוליטי, בלתי תלוי ומקצועי שיעמוד בין הממשלה לבין המוסדות להשכלה גבוהה ויעסוק בענייני ההשכלה הגבוהה לרבות קביעת מדיניות בנושאים עקרוניים, תוך הבטחת עצמאותה של המערכת האקדמית. הועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) הינה ועדת משנה של ואחראית לתקצוב המוסדות להשכלה גבוהה	בשנות ה-90, תיקון מספר 10 לחוק המועצה להשכלה גבוהה אפשר פתיחת מכללות אקדמיות שונות – כלליות, טכנולוגיות ומקצועיות (דיסציפלינריות). בשנת 2010 נכנסה לתוקף תוכנית שש שנתית של ות"ת שמטרתה פיתוח ההשכלה הגבוהה בישראל. התוכנית קוראת לעלייה של 30% בתקציבי ההשכלה הגבוהה, לגידול של 9% במספרי החוקרים ולפתיחת מרכזי מצוינות באוניברסיטאות (icore)	1.3%	32%	0.6	1.2	האוניברסיטה העברית בירושלים מדורגת במקום ה-53 והטכניון מדורג במקום ה-78, מכון ויצמן למדע במקום ה-93 מבין 100 האוניברסיטאות הטובות בעולם	7 אוניברסיטאות מחקר ואוניברסיטה פתוחה כ-30 מכללות אקדמיות וכ-25 מכללות להוראה	

2.4. מחקר ציבורי

תת פרק זה מתמקד בעיקרו במחקר המבוצע ישירות ע"י הממשלה וגופים השייכים לה, (למעט אוניברסיטאות, גם באותן מדינות בהן מתנהלות האוניברסיטאות ישירות ע"י הממשלה). בעגת ה-OECD נקראת הוצאה זאת GOVERD. בדרך כלל עוסקים גופי המחקר הממשלתיים בנושאים המשרתים את הצבור שאינם מסופקים ע"י השוק.

כפי שניתן לראות בהמשך, יש מידה מסוימת של קוטביות בין המדינות בנוגע למעורבות הישירה של הממשלה במו"פ. במדינות כמו גרמניה וקוריאה קיימים מכוני מחקר ממשלתיים רבים הממומנים בהיקפים גדולים, בעוד שבשבידה (וגם בישראל) פעילות זאת נמוכה.

2.4.1. ישראל

על פי נתוני ה-OECD, המחקר המבוצע ע"י הממשלה מהווה כ-4% מסך המו"פ בישראל (2009). לצורך השוואה, קיימת הערכה לפיה המו"פ הביטחוני בישראל מהווה כאחוז מתוך התוצר.

המו"פ הממשלתי בישראל מתבצע במכוני מחקר ציבוריים ומתנהל באמצעות המדענים הראשיים של משרדי הממשלה הרלוונטיים. בניגוד למחקר האקדמי או התעשייתי, מו"פ זה מוכוון ע"י הממשלה ונועד לענות על צרכיה. בפרט, הוא אמור לשרת מטרות לאומיות ארוכות-טווח ולהיות מנותק משיקולי שוק. הממשלה בישראל מעורבת בעיקר בתחום החקלאות ובתחום מדעי הקרקע. בניגוד למדינות אחרות בולט בהעדרו התחום הרפואי, בו המחקר בישראל נעשה בעיקר ע"י האוניברסיטאות אך גם בבתי חולים שאינם קשורים לאוניברסיטאות.

תחומי הפעילות המרכזיים בהם עוסק המו"פ הממשלתי הם חקלאות ומשאבי קרקע. זה שנים אחדות מרוכזת פעילות זאת בשני מנהלים ממשלתיים, כדלקמן:

1. מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני. המנהל מופעל ע"י משרד החקלאות ועוסק בחקר נושאים האמורים לסייע למשק החקלאי בייצור ושיווק. הוא ממומן ישירות מתקציב משרד החקלאות, אך גם מתקציבי מחקר תחרותי ומהכנסות עצמיות. תקציבו נאמד ביותר מ-300 מיליון ש"ח (2013)⁶⁵
2. מנהל המחקר למדעי האדמה והים. מנהל זה כפוף למשרד התשתיות הלאומית, ומפעיל את המכון הגיאולוגי לישראל, החברה הממשלתית לחקר ימים ואגמים בישראל והמכון הגיאופיסי בישראל. המנהל אחראי על נושאים בעלי חשיבות לאומית כמו מעקב אחרי רעידות אדמה וניצול משאבי החוף של ישראל.⁶⁶ מנהל זה מתוקצב בשנים האחרונות בסכום של כ-130 מיליון ש"ח לשנה.⁶⁷

⁶⁵ לפירוט נוסף ראה: http://www.moag.gov.il/NR/rdonlyres/0917C695-A29C-41A5-9CB3-5662E6C7B2B0/0/shulhan_mankal_23.pdf

⁶⁶ לפרוט נוסף ראה: <http://energy.gov.il/Subjects/RAndDChiefScientist/Pages/GxmsMniRDMngEarthMarine.aspx>

⁶⁷ לפרוט נוסף ראה: <http://www.knesset.gov.il/mmm/data/pdf/m03248.pdf>

2.4.2. גרמניה

הממשלה בגרמניה מבצעת ישירות כ-16% מהמו"פ (2009).

למשרדי הממשלה בגרמניה ארבעים מכוני מחקר העוסקים בבעיות הקשורות לתחומי הפעילות של משרדים אלה. תקציבם הכולל של מכוני המחקר הממשלתיים היה 3.1 מיליארד אירו ב-2011, מתוכם כ-830 מיליון אירו למחקר.

רשימת המכונים⁶⁸ כוללת גם מכוני מחקר השייכים למערכת הביטחון כגון "מכון המחקר הצבאי לחקר טכנולוגיות הגנתיות". עם זאת, מכון המחקר על שם רוברט קוך בברלין אחראי על בקרת מחלות ומניעתן. מכון זה נותן תמיכה מדעית למדיניות בריאות הציבור. דוגמא נוספת הוא המכון לחקר חומרים וניסויים, האחראי על הורדת רמת הסיכונים של חומרים כימיקלים ואחרים וקביעת תקנים רלוונטיים. בנוסף לארבעים מכוני המחקר הממשלתיים קיימים 130 מכוני מחקר של המדינות הפדרליות והרשויות המקומיות, המתוקצבים בכ-520 מיליון אירו (מתוכם כ-270 מיליון למחקר). דוגמה למכון כזה הוא מכון שהוקם כבר בשנת 1988 ע"י ממשלת באדן-ווירטמברג, המכון לחקר אנרגיה סולרית ומימנית, העוסק בחקר מקורות אנרגיה חליפיים ומאגד אוניברסיטאות וארגונים מהסקטור הפרטי (מעין מגנט). מעבר לפעילות מכוני המחקר של זרועות הממשל השונות פועלות בגרמניה קרנות מדעיות ציבוריות גדולות שגם להן שייכים מכוני מחקר שונים.

1. אגודת פראונהופר (Fraunhofer Gesellschaft) אגודה זאת עוסקת במחקר יישומי המוזמן וממומן ע"י ארגונים פרטיים, ממשלתיים וציבוריים ב-66 מכוני מחקר ברחבי גרמניה. תקציבה הוא 1.9 מיליארד אירו, המגויסים ברובם מהמזמינים. הממשלה הפדרלית והמדינות מממנות את התשתית בסכום העומד על כ-30% מתקציב זה.
2. אגודת הלמהולץ (Helmholtz Gemeinschaft) עוסקת במחקר טכנולוגי, רפואי וביולוגי מתקדם ב-18 מרכזי מחקר. תקציבה עומד על 3.8 מיליארד אירו. 70% מהתקציב ממומן ע"י הממשלה (הרוב המכריע ברמה הפדרלית). שאר התקציב מגיע מקרנות מחקר.
3. אגודת לייבניץ (Leibniz Gemeinschaft) מורכבת מ-86 מכוני העוסקים בתשתית החברתית. התקציב עומד על 1.5 מיליארד אירו. קצת פחות מרבע מגויס מקרנות מחקר. השאר ממומן ע"י הממשלה הפדרלית והמדינות המחוזיות בחלוקה שווה.
4. אגודת מקס פלאנק (Max Planck Gesellschaft) עוסקת במחקר בסיסי בכל תחומי המחקר – מדעי הטבע, החיים, הרוח והחברה. יש לה 83 מכוני מחקר בתקציב כולל של 1.5 מיליארד אירו. תקציב זה ממומן ברובו המכריע ממקורות ציבוריים (ממשלה פדרלית וממשלות מחוזיות).

המו"פ באוניברסיטאות הגרמניות עומד על 0.5% תוצר, שהם קצת פחות מ-20% מסך המו"פ המבוצע בגרמניה.

⁶⁸ <http://www.bmbf.de/en/6696.php?LANG=ENG&V=list>

2.4.3. שווייץ

חלקה של הממשלה השווייצרית במו"פ עמד ב-2009 על כשלושת-רבעי האחוז.

בשווייץ פועל ארגון-גג, ETH-domain, המאגד את אוניברסיטאות המחקר החשובות (כולן ציבוריות) של המכון הטכנולוגי הפדראלי של ציריך (ETH) ושל לוזאן, יחד עם מכוני המחקר הציבוריים החשובים, הכוללים את: Paul Scherrer Institut העוסק בעיקר בפיזיקה גרעינית, המכון הפדראלי למחקר מים (Eawag) העוסק במחקר ובייעוץ בכל הקשור לאיכות מקורות מים, המעבדות הפדרליות לחומרים (Empa) העוסקות בבקרת איכות של חומרים, והמכון השווייצרי לחקר היער, שלג והנוף (WSL) העוסק בהיבטים של ניצול נכון של משאבי סביבה בעיקר באזורי הר.

התקציב הכולל של ה-ETH-domain (הכולל את פעילות שתי האוניברסיטאות) הוא כ-2.2 מיליארד פרנקים שווייצריים (כשני מיליארד אירו). מכוני המחקר מקבלים כ-420 מיליון פר"ש מתוך סכום זה האוניברסיטאות מוציאות על מו"פ כ-0.7% מהתמ"ג, או כ-40% המו"פ⁶⁹.

2.4.4. הולנד

ממשלת הולנד השקיעה ישירות כ-13% מתוך סך ההוצאה על מו"פ.

מערכת המחקר הציבורי של הולנד מורכבת משלושה סוגים של מכוני מחקר. א. מכוני המחקר החדשים לשיתופי פעולה אסטרטגיים. ב. מכוני המחקר של הארגונים ההולנדיים למחקר (NWO) ושל האקדמיה המלכותית ההולנדית לאומניות ומדע (KNAW). ג. הארגון ההולנדי למחקר יישומי (TNO), מכוני המחקר הטכנולוגיים הגדולים ומכוני המחקר החקלאי.

הקבוצה הראשונה כוללת מרכזי מחקר שהוקמו החל מאמצע שנות ה-90 העוסקים בנושאים בעלי חשיבות לאומית ובינלאומית מרכזית. תחומי המחקר זהוהו בשיתוף עם הסקטור הפרטי. בין הנושאים שזוהו: מחקר פולימרי, פרמקולוגי וביו-רפואי. במקביל הוקמו באמצע העשור הקודם מכוני מחקר מתקדם בתחום מדעי החברה, כגון מכון לחקר ההזדקנות והמכון לחקר היער. תקציבם הכולל: כ-700 מיליון אירו.⁷⁰ הקבוצה השנייה המופעלת ע"י שני אירגוני-הגג הנ"ל כוללת מספר גדול של מרכזי מחקר, במימון של 125 מיליון אירו מכל אחד מהם.

הגורם החשוב בקבוצה השלישית הוא הארגון ההולנדי למחקר מדעי יישומי (TNO) הבוחר בכל שנה נושא-על (כגון "חיים בריאים") ומממן מספר גדול של מחקרים תחת הכותרת שנבחרה. הארגון מממון בהיקף של כ-200 מיליון אירו ע"י הממשלה, המהווים קצת יותר משליש מתקציבו הכולל. המכונים הטכנולוגיים עוסקים במחקר אנרגיה גרעינית, בנין אוניות, חלל ושימושי קרקע ומשאבי מים. המחקר החקלאי נותק לפני כ-15 שנים ממשד החקלאות, ומופעל עתה באוניברסיטת Wageningen. בנוסף לנ"ל, קיים מרכז מחקר בתחום רפואת הציבור המופעל ע"י משרד הבריאות. המשרד הממשלתי המנהל את דרכי המים בהולנד מפעיל שני מכוני מחקר, האחד עוסק בדרכי מים פנימיות והשני במי האוקיאנוסים.

מעבר לאלה, קיימים מרכזי מחקר העוסקים בתיעוד משפטי ובניהול ספריות ומידע. האוניברסיטאות מוציאות על מו"פ כ-0.7% מהתמ"ג, שהם פחות מרבע מסך ההוצאה הלאומית.

⁶⁹ http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/120312_ETH_Rat_Sitzung_MM/index_EN

⁷⁰ <http://www.rathenau.nl/en/web-specials/the-dutch-science-system/organisations/nwo-and-nwo-institutes.html>

2.4.5. בריטניה

בשנת 2011 היה המחקר הציבורי בבריטניה כ-8.4% מסך המו"פ (2.3 מיליארד ליש"ט, מתוך סכום כולל של 27.4 מיליארד ליש"ט שהיוו כ-1.8% תוצר). המחקר באוניברסיטאות עמד על 7.1 מיליארד ליש"ט, כלומר כרבע מכל המחקר בבריטניה.

המחקר הציבורי מופעל ע"י המיניסטריונים השונים מחד, וע"י מועצות מחקר (Research Councils) מאידך.

משרד הסביבה (Department of Environment, Food and Rural Affairs) מפעיל מעבדות כלליות, מעבדות וטרינריות ומרכז לחקר הסביבה ומדעי המים. משרד הבריאות (Department of Health) אחראי על המועצה להגנה מפני קרינה (National Radiological Protection Board). המשרד לעסקים, חדשנות וכישורים (Department of Business, Innovation and Skills) מפעיל את המעבדה הפיזיקלית הלאומית (National Physical Laboratory) העסקת במדידה ובתקינה.

מועצות המחקר ממומנות ע"י ה-BIS, אך אחראיות ישירות לפרלמנט. הן מחולקות על פי נושאים, וכוללות את המועצות הבאות: המועצה למחקר ביוטכנולוגי וביולוגי (Biotechnology and Biological Research Council), הממומנת ע"י ה-BIS. המועצה מממנת מספר אירגוני מחקר בתחום עיסוקה כמו גם מחקר אוניברסיטאי מתקדם. המועצה למדע וטכנולוגיה (Science and Technology Facilities Council) מממנת מחקר בסיסי בפיזיקה גרעינית ומדעי החלל. המועצה למחקר רפואי (Medical Research Council), המועצה לחקר הסביבה (Natural Environmental Research Council), המועצה לחקר חלקיקים ואסטרונומיה (Particle Physics and Astronomy Research Council). קיימות שתי מועצות נוספות, האחת במדעי הרוח (Arts and Humanities Research Council) והשנייה במדעי החברה (Economic and social Research Council).

2.4.6. שבדיה

ממשלת שבדיה משקיעה ישירות כ-4.4% מתוך סך ההשקעה במו"פ במדינה.

המחקר הציבורי בשבדיה מתבצע למעשה ע"י האוניברסיטאות. המימון נעשה באמצעות מועצת המחקר השבדית (Swedish Research Council), גוף השייך למיניסטריון המדע והחינוך. לגוף זה שלוש תת-מועצות העוסקות במדעי הרוח, החברה והמדעים המדוייקים. מיניסטריון התעשייה, התעסוקה והתקשורת מפעיל את הסוכנות השבדית למערכות חדשנות (Swedish Agency for Innovation Systems). גוף זה מממן מחקר בעל ענין לציבור, הן באקדמיה והן בסקטור הפרטי, ומעודד שת"פ בין שני מגזרים אלה. מכון המחקר הממשלתי היחיד שאיתרנו הוא המכון השבדי לפיזיקה של החלל (Swedish Institute of Space Physics) העוסק במחקר בסיסי במדעי החלל ופועל במסגרת המשרד לחינוך ומחקר (Ministry of Education and Research).

2.4.7. קוריאנה

בשנת 2011 תרמה הממשלה כ-12% לסך ההשקעה במו"פ (שעמדה על כ-4% מתוך התוצר).

ממשלת קוריאה מעורבת עמוקות במערך המו"פ הלאומי וכל משרדה שותפים לפעילות זאת. הממשלה קבעה כיעד לאומי שיעור של 5% להשקעה במו"פ, תוך הדגשת חלקו של הסקטור הפרטי. עם זאת, הממשלה היא זאת שזיהתה שבעה תחומים אסטרטגיים לפיתוח. הממשל שנבחר לאחרונה (2013) הקים מיניסטריון חדש תחת השם Ministry of Future Creation and Science. מיניסטריון זה אמור לחלוש על כל מערך המו"פ בקוריאה. במסגרת הוא ימוזג עם מועצת המדע והטכנולוגיה (NSTC), גוף רב עוצמה שמשל במערך המו"פ עד כה.

כדוגמה למעורבותה המהותית של הממשלה במערך המו"פ הלאומי אפשר להביא את היעד שהציבה הממשלה להפוך את קוריאה ל"כלכלה הירוקה" השביעית בגודלה ב-2020, והחמישית ב-2050. לצורך זה הוקמה "מועצה נשיאותית לצמיחה ירוקה" שתפקידה הוא לזהות ולמסחר טכנולוגיות "ירוקות". המשרד לכלכלת ידע (!) הקים ועדת תיאום בין-משרדית המפקחת על מאמץ לאומי זה, הנושאת את השם 'Strategy Planning Committee for R&D in Knowledge Economy'.

לקוריאה מערכת ענפה מאד של מכוני מחקר ממשלתיים וציבוריים. בשנת 2011 כללה המערכת 37 מכוני מחקר ממשלתיים, 57 מכוני מחקר לאומיים. ציבוריים ו-20 מלכ"רים. פעילות מכוני מחקר אלה מהווה כ-15% מההשקעה הציבורית במו"פ, כאשר מכוני המחקר הממשלתיים נוטלים כ-75% מהסכום.

עשרים ושבעה מתוך מכוני המחקר הממשלתיים עוסקים במחקר בסיסי, ומאורגנים במסגרת שתי מועצות מחקר - מחקר - the Korea Research Council for Fundamental Science and Technology (KRCF) העוסקת במחקר בסיסי ושייכת למשרד החינוך, המדע והטכנולוגיה, ו- the Korea Research Council for Industrial Science and Technology (ISTK) העוסק בטכנולוגיה תעשייתית במסגרת המשרד לכלכלת ידע. כל אחד ממכוני המחקר הוא ישות משפטית נפרדת.

מעבר לפעילות המחקר יש למכוני מחקר אלה תחומי אחריות נוספים, הכוללים מתן שרותי מעבדה לתעשייה והערכת טכנולוגיות לטובת הממשלה.

2.5. מו"פ במגזר הפרטי

2.5.1. מבט כללי

המו"פ במגזר העסקי מהווה את חלק הארי במאמצי המו"פ של המדינות המפותחות, ואחראי במדה רבה למוצרים ולשרותים החדשים המיוצרים בהן. בפרק זה נסקור את היקפי המו"פ העסקי, את התפלגותו על פני ענפים כלכליים ואת שיעור המימון הזר למו"פ העסקי במדינות השונות. המו"פ בביצוע המגזר העסקי מהווה למעלה מ-50% מהמו"פ הכולל ברב המדינות, (ראה לוח 2.3 להלן). שיעור גבוה במיוחד מעל 75% נרשם בישראל ובקוריאה, בעוד שבהולנד שיעור זה נמוך מ-50%. עם זאת, נתח ההוצאה בסקטור העסקי למו"פ מתוך התמ"ג שונה מאד בין המדינות, ומשקף הקצאת מקורות שונה לחדשנות עסקית בין המדינות. בין שבע המדינות הנסקרות כאן נתח זה מהווה רק 0.98% מהתמ"ג בהולנד, ו-3.59% בישראל, (ראה BERD בלוח 2.3).

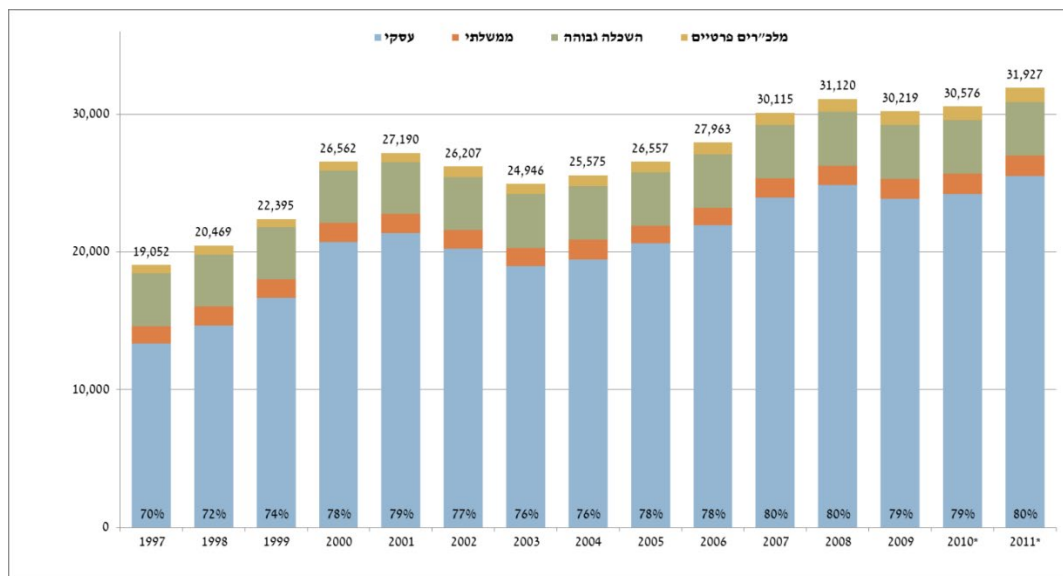
לוח 2.3: שיעור המו"פ העסקי מסך המו"פ ושיעור המו"פ העסקי במימון חוץ (ממוצע נתוני חמש שנים אחרונות זמינות)

Country	% of GERD performed by business sector (2010)	% of BERD financed by abroad (last 5 years)
Germany	66.7	3.5
Israel	78.2	41.2
Korea	74.9	0.2
Netherlands	48.1	15.2
Sweden	68.5	12.0
Switzerland	^a 73.5	7.1
UK	62.5	22.6

מקור: עיבוד מוסד נאמן על נתוני: Main Science and Technology Indicators, OECD.Stat. שנת 2008^a

בישראל הסקטור העסקי הינו גורם משמעותי בתחום המו"פ, בגלל חלקם הגדול יחסית בתוצר של ענפי טכנולוגיה עילית ועילית-מעורבת. חלקו של הסקטור העסקי במו"פ הלאומי עמד בשנת 2011 על 80%, השיעור הגבוה ביותר ב-OECD של מימון עסקי למו"פ. במבט לאורך השנים ניתן לראות באיור 2.7 כי הסקטור העסקי בישראל מגדיל בהתמדה את חלקו בהשקעות המו"פ במשק (ברוב התקופות). קצב גידול השקעות הסקטור העסקי במו"פ הינו 4.7% לשנה (מצטבר בממוצע בין השנים 2011 – 1997, לפי דוח פמו"ט 2013). באיור 2.7 ניתן לראות את החלוקה של ההוצאה הלאומית על פי מגזר מבצע לאורך זמן, וברורה הדומיננטיות המתגברת של הסקטור העסקי.

איור 2.6: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי בישראל לפי מגזר מבצע, 1997-2011 (מיליוני ש"ח במחירי 2005)



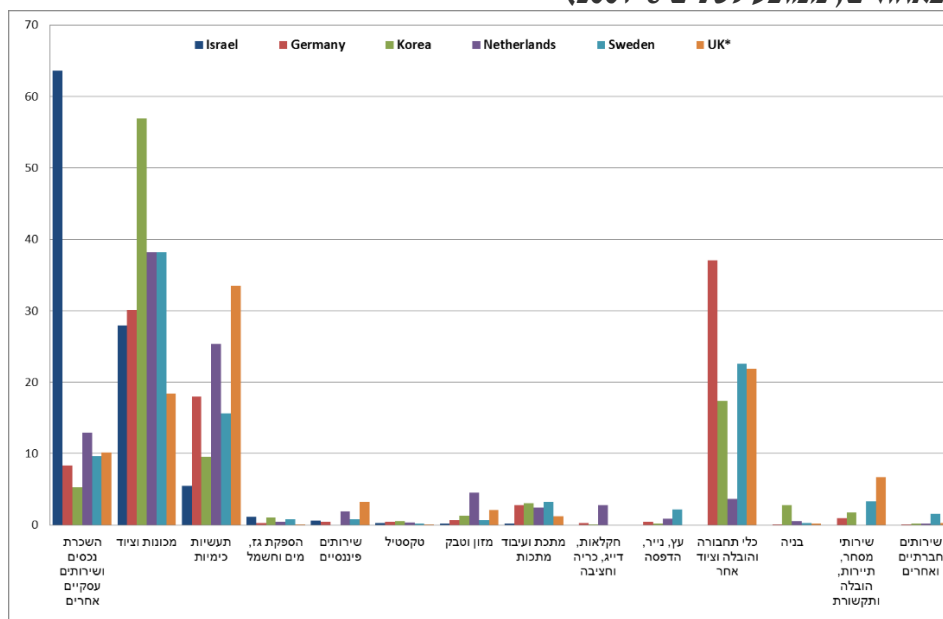
מקור: עבוד מוסד נאמן לנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

תמונה זו מעלה כמה שאלות על מגמות המו"פ בישראל: כיצד משפיעה העובדה שחלק גדל והולך של המו"פ הישראלי מבוצע ע"י הסקטור העסקי על אופיו של המו"פ הישראלי? האם החלק של המחקר היישומי גדל על חשבון המחקר הבסיסי? האם המו"פ מתרכז בענפים בהם ניתן לקבל פירות מהשקעות מו"פ בטווחי זמן קצרים יחסית?

2.5.2. התפלגות המו"פ על פני ענפים כלכליים

התפלגות זו בארצות ההשוואה (לפי מקבצים רחבים בסיווג מקובל של ענפי תעשייה ושירותים) מתוארת באיור 2.8 להלן. קיימים הבדלים ברורים בין מידת הפיזור של השקעות המו"פ על פני ענפי המשק בין המדינות, ובין הענפים הספציפיים המרכזים את מירב השקעות המו"פ במדינות השונות.

איור 2.7: התפלגות מו"פ עסקי על פני קבוצות רחבות של ענפי כלכלה במספר מדינות (באחוזים, ממוצע לשנים 2004-8)



מקור: חישובי מוסד נאמן על בסיס נתוני OECD-STAN

הנתונים המפורטים עליהם מבוסס איור 2.8 מופיעים בטבלה הבאה, בה גם פרטנו את שעור השקעות המו"פ במספר ענפים ממוקדים. מהאיור עולה בברור כי ברב המדינות קיימת ריכוזיות ענפית גבוהה בהשקעות העסקיות במו"פ. בשתיים מהמדינות קיים ענף רחב אחד המרכז למעלה מ-50% מהמו"פ העסקי במדינה: שירותים עסקיים בישראל, ומכונות וציוד בקוריאה. בשאר חמש הארצות למעלה מ-50% מהשקעות המו"פ מרוכזות בשני ענפים רחבים. רב המו"פ העסקי מתרכז בארבעה ענפים רחבים בכל שבע המדינות: תעשיות כימיות, מכונות וציוד, כלי תחבורה והובלה ושירותים עסקיים. בישראל בולט מאד משקלו של המו"פ בענף השירותים העסקיים, וכפי שמוצג בטבלה הבאה, הענפים המובילים ריכוז גבוה זה של מו"פ הם ענפים 72 – שרותי מחשב, ו-73 - שרותי מחקר ופיתוח, המרכזים ביחד כ-60% מהמו"פ העסקי בישראל. ריכוזיות חסרת תקדים כזו יכולה לנבוע משימוש בהגדרות מסוימות בשימוש הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל. ראה פרסום מיוחד של הלמ"ס בנידון.⁷¹

לוח 2.4: התפלגות מו"פ עסקי (BERD) לפי ענפים כלכליים, ממוצע לשנים 2004-2008

Norway	Finland	Belgium	UK*	Sweden	Nether-lands	Korea	Israel	Germany	Country
ענף כלכלי									
100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	סה"כ
11.65	0.15	1.34			2.76	0.07		0.27	חקלאות, דיג, כריה וחציבה
4.46	1.40	2.88	2.10	0.68	4.52	1.35	0.21	0.71	מזון וטבק
0.44	0.26	1.16	0.14	0.20	0.38	0.51	0.29	0.48	טקסטיל
2.19	2.54	0.65		2.23	0.88	0.17		0.46	עץ, נייר, הדפסה
8.26	7.23	40.57	33.48	15.64	25.37	9.60	5.45	17.95	תעשיות כימיות
4.11	2.49	5.99	1.23	3.25	2.42	3.10	0.18	2.84	מתכת ועיבוד מתכות
20.87	64.04	21.22	18.42	38.22	38.21	56.89	27.94	30.16	מכונות וציוד
5.64	1.50	4.92	21.88	22.58	3.66	17.33		37.09	כלי תחבורה והובלה וציוד אחר
1.92	0.29	0.30	0.14	0.82	0.43	1.06	1.16	0.25	הספקת גז, מים וחשמל
1.55	0.67	1.21	0.22	0.24	0.54	2.76		0.09	בניה
7.78	2.05	5.75	6.67	3.35		1.72		1.01	שירותי מסחר, תיירות, הובלה ותקשורת
4.66	1.14	1.06	3.23	0.82	1.91	0.00	0.66	0.49	שירותים פיננסיים
26.45	14.43	12.30	10.17	9.65	12.98	5.27	63.56	8.34	השכרת נכסים ושירותים עסקיים אחרים
0.01	0.33	0.66	0.29	1.62	0.22	0.16		0.02	שירותים חברתיים ואחרים
ענפים נבחרים									
7.69	5.80	37.27	30.98	14.76	24.43	7.41	5.00	15.91	מוצרים כימיים
8.39	7.65	5.67	5.75	8.67	10.15	5.45	3.07	10.59	ציוד ומכונות אחר
0.08	0.25	0.50	0.36	0.98	12.63	1.32		1.41	ציוד משרדי וחישובי
2.27	4.15	3.09	3.07	2.02	1.30	1.94	0.44	3.02	ציוד חשמלי ואחר
4.96	50.66	9.03	5.81	21.20	11.32	46.54	14.65	8.18	רדיו, טלביזיה וציוד תקשורת
5.17	2.73	2.92	3.43	5.35	2.80	1.64	10.98	7.04	ציוד רפואי, אופטי ומכשירים מדויקים
14.36	7.31	6.15	8.64	5.14	4.80	3.42	27.26	3.89	שרותי מחשב
3.96	4.21	0.05	1.38		4.45	0.33	35.92	2.61	שרותי מחקר ופיתוח
0.83	2.52	1.29	1.08	2.63	0.98	2.30	3.59	1.78	BERD באחוזי תוצר
1,905	4,250	4,485	21,916	8,031	5,807	26,631	6,164	47,372	BERD (מיליוני דולר, מחירים קבועים PPP)

*חישוב הממוצעים לבריטניה נעשה לשנים 2004-2006
מקור: חישובי מוסד נאמן על בסיס נתוני OECD-STAN

⁷¹ ראה אביתר קירשברג (2012), "דמוגרפיה של עסקים ותנועת עובדים בענף מחקר ופיתוח", הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סדרת ניירות עבודה מס' 72

2.5.3. מו"פ במימון חו"ל

תהליכי הגלובליזציה לא פוסחים גם על פעילויות מחקר ופיתוח. תהליכים אלה באים לביטוי במגזר העסקי בשתי דרכים. ראשית, פירמות מעבירות חלק מפעילויות המו"פ שלהן למרכזים הממוקמים בארצות אחרות, כדי לנצל משאבי מו"פ בעלי איכויות מיוחדות, עלויות מו"פ נמוכות יותר, או הטבות הניתנות להן ע"י ממשלות זרות. הביטוי השני הוא מיקור חוץ של חלק מפעילויות המו"פ לחברות זרות המתמחות במו"פ מסוג מסוים ומייצאות את שרותי הידע שלהן.

הרכב מימון המו"פ בישראל שונה בצורה בולטת מהרכבו במדינות ה-OECD, בעיקר בסקטור העסקי, (ראה לוח 2.4 לעיל). בשנת 2011, 53% ממקורות המימון בסקטור זה היו ממקורות זרים כאשר מרכזי המו"פ הבינלאומיים היוו כ-30% מכלל המו"פ העסקי בשנת 2005 והגיעו ל-42% ב-2010 (הלמ"ס, 2011). שיעור מימון המו"פ בהשקעה זרה בישראל הינו גבוה במיוחד בהשוואה עולמית. המדינות העוקבות אחרי ישראל בהפרש ניכר הן בריטניה ואוסטריה עם סדרי גודל של מימון זר למו"פ העסקי בסביבות ה-20%. הסבר למימון הזר הגבוה למו"פ בסקטור העסקי נעוץ בקיומם של מרכזי מחקר ופיתוח גדולים של חברות בינלאומיות בישראל כמו לדוגמא: חברות IBM, אינטל, מוטורולה וגוגל שהקימו את מרכזי הפיתוח שלהם בישראל כבר לפני מספר עשורים. על פי נתוני הלמ"ס חברות אלו העסיקו בשנת 2010 יותר מ-20,000 עובדים. חשוב לציין כי בשונה מהרבה מדינות בעולם שגם בהן יש נוכחות מרכזי מו"פ של חברות בינלאומיות - בישראל, מהותם של מרכזי מו"פ אלו היא מחקר ופיתוח כחלק אינטגרלי מהמו"פ העיקרי של חברות האם. ברוב המדינות, מרכזי המו"פ הללו משרתים יותר הטמעת שירותים ופיקוח על מו"פ חיצוני כאמצעי להוזלה ולייעול של תהליכים. לעתים קיומם של מרכזים כאלה נובע משיקולים מסחריים-שיווקיים, לדוגמא: הקלות במיסים שמקבלות החברות הבינלאומיות עבור מרכזי מו"פ אלו, או לחילופין הימצאותו של שוק מידי וגדול שפעילות מו"פ בו עשויה להגדיל את מידת ההתאמה של המוצרים אליו (סלונים, 2013).

2.6. סיכום

המעורבות הממשלתית במערכות השכלה גבוהה ומו"פ במדינות השונות באה לביטוי בהיבטים הבאים: (1) הכוונה של תחומי הפיתוח והכשרת בוגרים במוסדות להשכלה גבוהה; (2) תיעדוף תחומי מחקר וניהול ישיר של מחקרים באמצעות קיומם של מכוני מחקר ממשלתיים יעודיים. עם זאת, קיימת שונות רבה בין המדינות בהיבטים הללו. למשל, בארה"ב אין כלל התערבות בניהול האוניברסיטאות וכמעט אין מחקר ממשלתי ישומי. לעומת זאת במדינות כגון גרמניה, שוויץ וקוריאה קיימת מעורבות ישירה משמעותית בשני ההיבטים הללו.

בישראל יש מעט פעילות מחקרית במכוני מחקר ממשלתיים, (למעט מחקר ביטחוני) וקיימת הפרדה מוחלטת עפ"י חוק, בין תקצוב מערכת ההשכלה הגבוהה ע"י הממשלה, וניהול המערכת ע"י מל"ג/ות"ת והמוסדות עצמם. בפרט, אין בישראל הכוונה מרכזית של כיווני מחקר ופיתוח אקדמי, למעט מקרים ספרדיים כגון תחום הננו. במקביל למערכת השכלה גבוהה בעלת מעמד והישגים בינלאומיים, ישראל נחשבת מעצמת מו"פ עולמית עם שיעור מו"פ מהתמ"ג הגבוה בעולם. בנוסף, חלקו של המגזר העסקי במו"פ האזרחי הוא מהגבוהים בעולם, ובולטת במיוחד העובדה ששעור המימון מחו"ל למו"פ העסקי בישראל הוא הגבוה בעולם. ניתן ליחס שיעור חריג זה לאיכות כוח האדם המחקרי בישראל – תוצר מערכת ההשכלה הגבוהה שבה.

3. התפתחות האוניברסיטאות במספר מדינות מרכזיות

האוניברסיטה הקלאסית התפתחה וצמחה בכמה ערוצים נפרדים למספר דגמים השונים זה מזה. דגם אחד הוא של אוניברסיטת המחקר הגרמנית ה'קלאסית' על-פי הרעיון "אחדות ההוראה והמחקר" ההומבולדטיאני. דגם שני הוא של האוניברסיטה האנגלית בה מושם דגש על חינוך. הדגם האמריקאי המשלב מחקר בסיסי, מחקר יישומי והוראה, מהווה את דגם אוניברסיטת המחקר המודרנית. הסקירה להלן מדגימה עקרונות אלה עבור גרמניה, בריטניה וארה"ב שהיוו מודל לבניית מערכות השכלה גבוהה במדינות רבות, כולל ישראל.

3.1 גרמניה

את היסוד לאוניברסיטה המודרנית הניח וילהלם פון הומבולדט, אשר ייסד את האוניברסיטה של ברלין ב-1810. במסגרת זו הוענקה חרות אקדמית מלאה לאנשי הסגל בתחום המחקר וההוראה. העקרונות המרכזיים של פון הומבולדט המדברים על חופש אקדמי ואחדות המחקר וההוראה, שמשו כמודל לאוניברסיטאות המחקר לאורך כל ההיסטוריה של ההשכלה הגבוהה בגרמניה.

בתחילת 1960 נערכה רפורמה בהשכלה הגבוהה, שחלה בעקבות ההכפלה במספר הסטודנטים באוניברסיטאות בשנים 1955 עד 1965 והתחזית לגרעון של 100,000 מורים עד סוף 1960 שנתפש כאיום עתידי על הכלכלה הגרמנית. הרפורמה כללה את הרחבת המימון וההשקעה בחינוך, בסטודנטים ובתשתית האוניברסיטאות. מוסדות ובתי ספר להנדסה קבלו מעמד של אוניברסיטאות והוקמו 18 אוניברסיטאות חדשות. כיום פועלת המערכת הגרמנית במסגרת האירופאית על פי תהליך בולוניה (Bologna Process) מ-1999. תהליך זה מארגן מחדש את מערכות ההשכלה הגבוהה באירופה באמצעות תוכניות לימוד משותפות וניוד סטודנטים. בנוסף, אימצה המערכת בגרמניה את האספקטים המחקריים שבהצהרת ליסבון (Lisbon Declaration) של ה-European University Association (2005) להגברת האוטונומיה המשפטית, האדמיניסטרטיבית והפיננסית באוניברסיטאות.

המימון הממשלתי שחולק בצורה שוויונית בין כל האוניברסיטאות הוחלף במנגנון מימון מותנה יעדים וביצועים המתחשב בתפוקות הבוגרים ובמימון חיצוני למחקרים.

כדי לעודד מצוינות אומצה ב-2007 תכנית הנקראת "יוזמה למצוינות" (Exzellenzinitiative). התוכנית מספקת מימון למחקרים מובילים ומעודדת בתי ספר לדוקטורט. התוכנית נתמכה בהשקעה כוללת של 1.9 מיליארד אירו לשנים 2006-2011 ו-2.7 מיליארד אירו לשנים 2012-2017.

היוזמה חיזקה גם מוסדות מחקר שאינם אוניברסיטאות כמו Max Planck Society ו-Helmholtz Association שהינם מוסדות בעלי מסורת חזקה בגרמניה, המתמקדים רק במחקר וממומנים בעיקר על-ידי הממשל הפדרלי. היוזמה עודדה שת"פ בין אוניברסיטאות ומוסדות מחקר אלה.

3.2. בריטניה

להשכלה הגבוהה בבריטניה יש היסטוריה ארוכה. שתי האוניברסיטאות הראשונות אוקספורד וקמברידג', הוקמו כגופים פרטיים במהלך המאות ה-12 וה-13. רק במאה ה-19 ותחילת המאה ה-20 הוקמו אוניברסיטאות אזרחיות נוספות באנגליה, וולס וצפון אירלנד.

במחצית הראשונה של המאה ה-20, התפתחו מספר מכללות אוניברסיטאיות, שהיו מיועדות בעיקר לסטודנטים מקומיים שקבלו תארים חיצוניים מאוניברסיטת לונדון. מכללות אלה קבלו בהמשך מעמד של אוניברסיטאות.

לאחר מלחמת העולם השנייה פעלו מספר ועדות שהביאו להרחבה ניכרת של מערך החינוך הגבוה. ב-2009 אומצה מערכת מימון אוניברסיטאות המושתתת על מדדים כמותיים של תפוקות אקדמיות, תוך הבחנה בין תפוקות מחקר ותפוקות מקבלי תארים.

3.3. ארה"ב

בארה"ב יש כיום למעלה מ-2500 מוסדות השכלה גבוהה מקטגוריות וסוגים שונים ושיעור הלומדים בהם מגיע לכ-50% משכבת הגיל. מכלל המוסדות, רק 100 הן אוניברסיטאות מחקר (קירש, 2010). בתחילת המאה ה-20 מחקר ופיתוח בארה"ב נעשה בעיקר על-ידי התעשייה. במקביל, המחקר המדעי וההנדסי באוניברסיטאות גדל במידה ניכרת בהיקף ובאיכות, הן באוניברסיטאות הפרטיות והן באוניברסיטאות של המדינה. עד למלחמת העולם השנייה הממשל הפדרלי סיפק תמיכה מועטה יחסית למחקר באוניברסיטאות: אוניברסיטאות המחקר נתמכו במידה רבה על-ידי קרנות פרטיות ועל-ידי המדינה והממשל הפדרלי מימן רק כחמישית מהמו"פ הלאומי. רוב המימון הפדרלי למו"פ תמך במחקרים המכוונים למשימות בחקלאות, במדע, ביטחון לאומי ומשאבי טבע (Land Grant Universities), שבוצעו לרוב על-ידי עובדי מדינה במעבדות ממשלתיות קטנות.

השינוי שחל במערכת התמיכה בארה"ב במדע ובטכנולוגיה מתואר באמצעות השלבים והאירועים הבאים:

- התמיכה הפדרלית במו"פ גדלה במהלך מלחמת העולם השנייה. מספר גדול של חוקרים הופנו לעבוד על פרויקטי מו"פ הקשורים למלחמה ונעשו השקעות גדולות במעבדות המחקר.
- ב-1944 נחקק ה-Servicemen's Readjustment Act שידוע בשם G.I. Bil. החוק סיפק מגוון הטבות לחיילים שהשתתפו במלחמת העולם השנייה, כולל תשלומי שכר לימוד. 2.2 מיליון חיילים משוחררים השתמשו בהטבות שהחוק הציע.
- תמיכה פדרלית למו"פ בתקופה שלאחר המלחמה: המסמך "המדע- חזית בלא מצרים" (Science - The Endless Frontier by Vannevar Bush). המסמך משרטט תוכנית למימון ממשלתי פדרלי למחקר, למדענים מהמגזר הפרטי, שיתמוך במחקר מדעי בסיסי והשכלה בתחומים הקשורים לרפואה, מדעי הטבע וכלי נשק חדשים. בעקבות המלצות המסמך, הוקמה בארה"ב ב-1950 הקרן הלאומית למדע (NSF) לתמיכה במחקר בסיסי וחינוך בכל התחומים המדעיים וההנדסיים והורחבו ועוצבו מחדש הפעילויות של המכוונים הלאומיים לבריאות (National Institutes of Health-NIH).
- החשש מהמלחמה הקרה והפסד הבלעדיות שהיה לארה"ב בנשק גרעיני, הובילו לתוכניות מו"פ מורחבות בצבא ובחיל האוויר ולהמשך התמיכה במו"פ גרעיני בוועדה לאנרגיה אטומית. בצד האזרחי, תוכניות מו"פ הורחבו בתחומים בעלי חשיבות מעשית ישירה, כמו אווירונאוטיקה, התפלת מים, הפרעות באטמוספירה ומזג אוויר. עם זאת, התקציבים למאמצי מחקר ופיתוח אזרחיים חדשים

נותרו מוגבלים יחסית.

- שיגור הלוויין ספוטניק בידי ברית המועצות ב-1957 עורר חששות בנוגע לאובדן העליונות הטכנית של ארה"ב והוביל למאמצים להרחבת המו"פ, החינוך במדע וההנדסה. בתוך חודשים הוקמו נאס"א והסוכנות לפרוייקטי מחקר מתקדמים (ARPA).
- בנוסף למתן כספים ישירות למבצעי מו"פ, הממשל הפדרלי יצר תמריצים להוצאה פרטית על מו"פ בתעשייה ובאקדמיה שכללו: זיכוי מס למחקר בתעשייה, מימון שיתוף פעולה במחקר ציבורי-פרטי והקלה בתקנות על הגבלים עסקיים כדי לעודד שיתופי פעולה במחקר.
- הפעולה המשמעותית ביותר לאוניברסיטאות בעשורים האחרונים היתה חקיקת ה-Bayh-Dole Act ב-1980 במטרה להמריץ את תהליך העברת הטכנולוגיה מהאוניברסיטאות לתעשייה. החוק קובע שהקניין הרוחני שנוצר באוניברסיטאות ממחקרים במימון ציבורי שייך לאוניברסיטאות ומאפשר להן לרשום פטנטים להמצאות שהן תוצאה של מחקר ממומן ציבורית ולתת רישיון עליהם לתעשייה. דוגמאות לשיתופי פעולה מחקריים בין הממשל לאוניברסיטאות:
- כאמור, במהלך מלחמת העולם השנייה התגבש בארה"ב שיתוף פעולה הדוק בין הממסד הפוליטי למדעי. הממשל האמריקני רתם את מוסדות המדע לסיוע במאמץ המלחמתי. לצורך כך הוקם מנגנון ממשלתי מסועף לשליטה, ניהול וארגון המחקר הצבאי. מערך המחקר הצבאי האמריקני הניב פיתוחים צבאיים רבים וחשובים ששימשו את הצבא האמריקני במלחמה, שהמפורסם שבהם היה פרויקט 'מנהטן' לפיתוח הפצצה האטומית.
- בשנת 1940, המדען הבריטי Taffy Bowen נסע לארה"ב עם תוכניות לפיתוח רדאר. יחד עם מדענים מ-MIT. הם הקימו את מעבדת הקרינה, RAD-LAB. המעבדה עבדה בשיתוף פעולה הדוק עם הצבא בלמעלה מ-100 פרויקטי מכ"ם שונים.
- מחקר ופיתוח שנתמך ע"י NSF, ONR, NASA, וה-U.S Geological Survey הביא למהפכה בהבנה של מבנה כדור הארץ, מקורותיו וההשפעה של כוחות גאולוגיים.
- החוזק של ארה"ב בטכנולוגיות המידע יחד עם התמיכה והמדיניות של DOD ו-NSF הביאו ליצירת האינטרנט.
- התמיכה של משרד ההגנה האמריקני במדעי המחשב וההנדסה ובמדעי החומרים והנדסה אפשרו את יצירת עמק הסיליקון, ותמיכה של NIH אפשרה את הופעתה של הביוטכנולוגיה המודרנית.

3.4. ישראל⁷²

הרעיון להקמת אוניברסיטה בישראל הווה חלק מהחזון של התנועה הציונית כבר בסוף המאה ה-19. במשך שנים רבות התקיימה מחלוקת אם זו צריכה להיות אוניברסיטת מחקר או מוסד להכשרת חוקרים והענקת תארים מתקדמים. בסופו של דבר הוקמה האוניברסיטה העברית ב-1925 באופן מודע כאוניברסיטת מחקר, שבה מעניקים תארי דוקטור ושבה, לצד ההוראה, מתקיים מחקר בסיסי. חיים ויצמן ואלברט איינשטיין מילאו תפקיד מרכזי במהלך זה: ויצמן בהחלטת הקונגרס הציוני להקים אוניברסיטה, ואיינשטיין כדי להבטיח שזאת תהייה אוניברסיטה מחקרית. הטכניון הוקם שנה לפני כן כבית ספר להכשרת מהנדסים ורק כעבור 25 שנים הפך לאוניברסיטה מחקרית-מדעית-טכנולוגית. מכון זיו (לאחר מכון ויצמן מ-1949) הוקם ב-1934 כמכון למחקר בסיסי ויישומי. עד שנות ה-50 אלו היו מוסדות ההשכלה הגבוהה בישראל.

⁷² תת-פרק זה מבוסס על קירש (2010), קירש (2014), ותדמור (2011).

גידול האוכלוסיה וההתפתחויות הכלכליות והחברתיות הביאו לגידול בביקוש להשכלה גבוהה ולהקמת ארבע אוניברסיטאות נוספות: אוניברסיטת בר-אילן ב-1955, אוניברסיטת תל-אביב ב-1956, אוניברסיטת חיפה ב-1963 ואוניברסיטת בן-גוריון ב-1969. בנוסף, הוקמה ב-1975 האוניברסיטה הפתוחה. האוניברסיטאות החדשות נבנו על פי דגם אוניברסיטת המחקר האמריקנית⁷³ (ולא האירופאית), בו כל חברי הסגל האקדמי יכולים להתקדם על פי יכולתם עד דרגת פרופסור מן המניין, מובטח להם חופש אקדמי, והם יכולים לבנות תכניות מחקר עצמאיות על פי רצונם. כמו כן, קידום וקביעות הסגל מותנים בהמלצות של עמיתים מובילים בשטח מחוץ למוסד (בעיקר בחו"ל).

למוסדות הוותיקים שפעלו לפני קום המדינה – הטכניון, האוניברסיטה העברית ומכון ויצמן – הייתה תרומה מכריעה להתפתחות המוסדות האוניברסיטאיים שקמו אחריהם. האוניברסיטה העברית שימשה במידה רבה מודל לאוניברסיטאות החדשות ורבים מבוגריה נמנו על הסגל האקדמי של אוניברסיטאות אלה בתחילת דרכן. בדומה לכך, במשך שנים רבות, עד לפתיחת הפקולטה להנדסה באוניברסיטת בן-גוריון בנגב בשנת 1969 – בתמיכתו וסיועו של הטכניון – היה הטכניון המוסד היחיד בישראל שהכשיר מהנדסים, שהניחו את היסודות לתעשייה בארץ. מכון ויצמן תרם בדרכו הייחודית למוסדות – בהכשרת חוקרים ומדענים.

קשרי אקדמיה-תעשייה בישראל: בעקבות הקשר בין האוניברסיטאות למערכת הביטחון, התרחש מעבר הדדי של חוקרים ממערכת אחת לשנייה. למשל, מספר מדענים בולטים שעברו מרפא"ל לטכניון בתחילת שנות ה-60 שינו מהיסוד את הפקולטה להנדסת חשמל ופיתחו במסגרתה הנדסת אלקטרוניקה מודרנית ומתקדמת. פקולטה זאת הוציאה, בנוסף לתרומות חשובות לדיסציפלינה, אלפים רבים של בוגרים, שמהווים עד היום את ליבת כוח העבודה של ההיי-טק הישראלי. כך הגיע המחקר האוניברסיטאי באלקטרוניקה, מחשבים ותקשורת (אמ"ת) לחזית הידע העולמית. בהמשך הוכשרו באוניברסיטאות רבות מהנדסים ומדענים ברמה גבוהה מאוד, ששרתו ביחידות המיוחדות של צה"ל ואפשרו את ההישגים המרשימים שלהן. אלה יחד עם חוקרים ממערכת הביטחון שהחלו לזרום לשוק הפרטי, הניחו את היסודות לתעשיית הטכנולוגיה העילית.

חוק המועצה להשכלה גבוהה שאומץ (אחרי דיונים ממושכים של מספר שנים) ע"י הכנסת בשנת 1958, העניק אוטונומיה נרחבת לאוניברסיטאות, כדי להבטיח מחקר מדעי ברמה גבוהה⁷⁴. מעניין שדווקא מפלגת השלטון (מפא"י) דגלה בעמדה שהאוניברסיטאות צריכות לעמוד לרשות הממשלה ולבצע את אשר היא תטיל עליהן למען קידום המדינה. מל"ג מילאה במהלך השנים תפקיד מרכזי בעיצוב מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, הכוללת אוניברסיטאות, ומוסדות אחרים להשכלה גבוהה. הועדה לתכנון ותקצוב, (ות"ת) הוקמה ב-1974, ומהווה חניך בין הממשלה והמוסדות להשכלה גבוהה.

תוואי ההתפתחות של המוסדות להשכלה גבוהה והנגשת ההשכלה לחלקים נרחבים באוכלוסיה בישראל - הוא מדהים. בסוף שנות ה-80 היו בישראל 8 אוניברסיטאות, (כולל הפתוחה), 6 מכללות אקדמיות, 7 מכללות להכשרת מורים ובסה"כ 21 מוסדות אקדמיים. כיום, 25 שנים מאוחר יותר, פועלות בישראל 9 אוניברסיטאות (כולל אוניברסיטת אריאל), 36 מכללות מתוקצבות וכאלה שאינן מתוקצבות, ו-22 מכללות

⁷³ האוניברסיטה העברית וגם הטכניון החלו דרכם במודל האירופי אך עברו למודל האמריקני
⁷⁴ על פי סעיף 15 האוניברסיטאות רשאיות לנהל את ענייניהן האקדמיים ואדמיניסטרטיביים כראות עיניהן במסגרת התקציב המאושר.

להכשרת מורים. בסה"כ 67 מוסדות אקדמיים. מספר הסטודנטים בכל התארים עלה מ-76,000 ב-1990 לכרבע מיליון ב-2014. שיעור המתחילים ללמוד במערכת ההשכלה הגבוהה מתוך שנתון ממוצע של בני 20 עד 24 עלה מ-23% ב-1990-91 לקרוב ל-50% כיום, אחוז גבוה מאד גם בקנה מידה עולמי, ובמיוחד בהינתן שאחוז בעלי תעודת בגרות מבין בני 18 עומד על כ-55%.

3.5. המעמד הבינלאומי של המחקר האקדמי בישראל

הנתונים המוצגים בתת-פרק זה התפרסמו בעבודתו של קירש (2014). הם כוללים את הדרוג של ישראל עפ"י כמות הפרסומים המדעיים בתחומי מחקר שונים ואיכותם כפי שהיא משתקפת במספר הציטוטים להם זוכים מאמרים אלה. הערכה והשוואה בינלאומית נוספת מתקבלת מדרוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות, המתוארים להלן.

3.5.1. פרסומים מדעיים

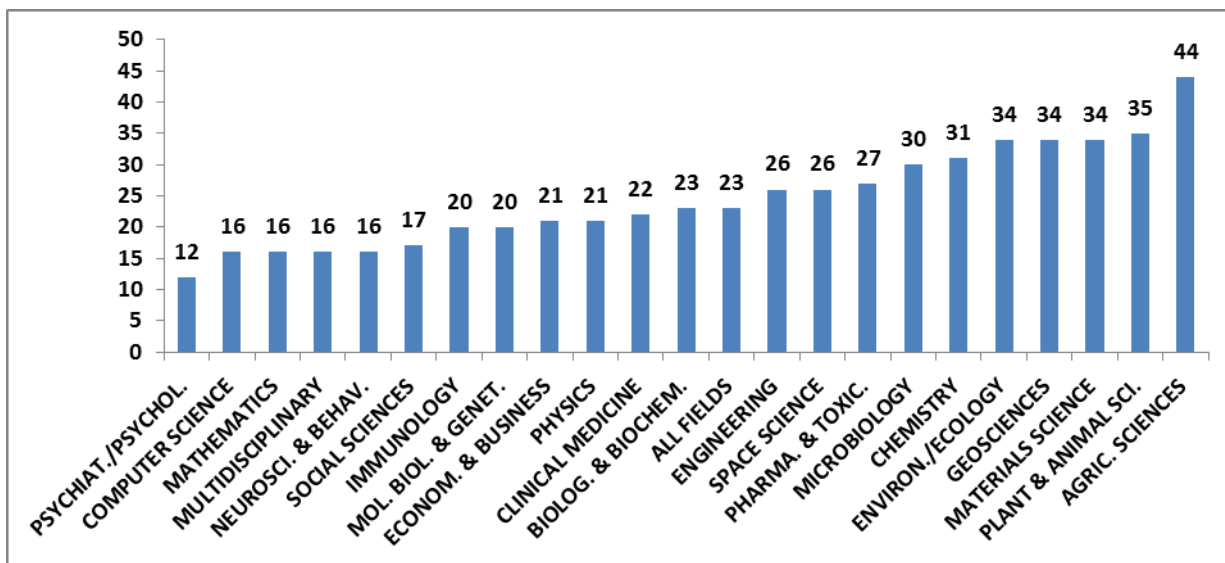
ומבוססים על נתוני מאגרי המידע הידועים והנפוצים ביותר בעולם של החברה **Thomson Reuters**, בעשור (2003-2013).⁷⁵ ניתוח מפורט יותר של תפוקות הפרסומים המדעיים בישראל מופיע בפרק 7. המאגרים של **Thomson Reuters** מכסים טוב יותר את מדעי הטבע והרפואה בהשוואה למדעי החברה והרוח, וכן לתחומים בסיסיים בהשוואה לתחומים יישומיים כמו הנדסה. הנתונים מתייחסים לשני המדדים העיקריים המקובלים להערכת התפוקה והאיכות המחקרית של פרסומים מדעיים:

- **מדד מספר הפרסומים** – המספק אומדן של התפוקה או הפוריות המחקרית.
- **מדד ממוצע הציטוטים לפרסום** – מדד לאיכות הפרסומים המחושב על פי מספר הפעמים שהפרסום צוטט על ידי אחרים בתקופה הנידונה. הנתונים המוצגים הם כלליים ומתייחסים לכל הפרסומים בתחומי ישע שונים שלפחות חלק ממחבריהם מזוהים כבעלי שיוך לאוניברסיטה ישראלית.

מקום ישראל בעולם בתחומים שונים על פי מספרי פרסומים ועל פי ממוצעי ציטוטים לפרסום מתוארים באיורים 3.1 ו-3.2, בהתאמה. ניתן לראות כי בתחומים רבים ישראל נמנית על 20 המדינות הטובות בעולם – על פי מדד מספר הפרסומים (תפוקה), וכן על 10 המדינות הטובות בעולם – על פי מדד ממוצע הציטוטים לפרסום (איכות). ככלל, אין ספק כי אלה מקומות מכובדים ביותר – בפרט כאשר מתחשבים בגודלה הקטן יחסית של אוכלוסיית ישראל.

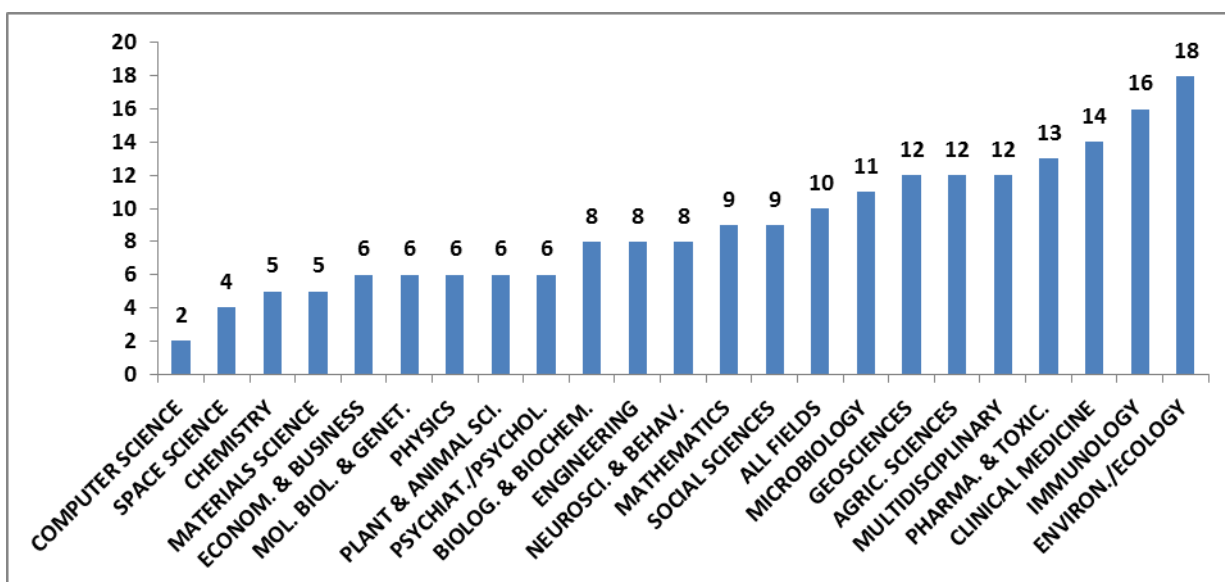
⁷⁵ Essential Science Indicators, Thomson Reuters, 1.1.2003 – 28.2.2013, Thomson Reuters, ISI Web of Science, 2013.

איור 3.1: מקום ישראל בעולם על פי מספרי פרסומים, בעשור 2003-2013



מקור: עיבוד מנתוני Thomson Reuters

איור 3.2: מקום ישראל בעולם על פי ממוצעי ציטוטים לפרסום, בעשור 2003-2013



מקור: עיבוד מנתוני Thomson Reuters

3.5.2 דרוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות

דירוגים אקדמיים של אוניברסיטאות שהתפתחו לאחרונה, מספקים מידע רב ערך, ויש להם השפעה על מוניטין המוסד ועל התנהגות סטודנטים, אנשי אקדמיה, תורמים, אדמיניסטרטורים של מוסדות ואף ממשלות. לדירוגים יכולים להיות היבטים חיוביים – הם משמשים למגוון רחב של מטרות וזוכים לתשומת לב ולהתעניינות רבה, אך יש נטייה להעניק להם משמעות גדולה מזו המוצדקת ע"י הנתונים עליהם הם מבוססים. הדירוגים מהווים נושא שנוי במחלוקת, על כולם קיימות ביקורות אלה או אחרות.

דירוגי Academic Ranking of World Universities (ARWU), שהחלו בשנת 2003 כמיזם פנימי להשוואת הישגי המחקר של אוניברסיטאות סין עם אוניברסיטאות אחרות, הם מהידועים ביותר ונחשבים

כמשקפים טוב יותר מאחרים את איכות המחקר באוניברסיטאות.⁷⁶ קיימים דרוגים בינלאומיים נוספים, המבוססים על קריטריונים ומשקלות שונים, ומגיעים לפיכך לתוצאות מעט שונות. הקריטריונים והמשקלים של דירוג ARWU עברו שינויים במהלך השנים, ואלה הנהוגים בהווה ומשקלם היחסי – הם כלהלן:

- 10% - איכות ההוראה – בוגרים שזכו בפרסי נובל ו- Fields (ללא פרסי Touring).
- 40% - איכות הסגל – חברי סגל שזכו בפרסי נובל ו- Fields, וכן מאמרים מצוטטים ביותר.
- 40% - תפוקה ואיכות מחקר – מספרי מאמרים וכן מאמרים שפורסמו ב- Nature, Science.
- 10% - התייחסות לגודל המוסד – ביצועים לחבר סגל.

מעמדה הכללי של ישראל יחסית למדינות אחרות בא לביטוי במספר האוניברסיטאות הישראליות, מתוך שבע אוניברסיטאות המחקר, המדורגות במקומות הגבוהים בדירוג האחרון של שנת 2013. בין האוניברסיטאות ב-100 המקומות הראשונים מופיעות אוניברסיטאות מהמדינות הבאות:

- 52 אוניברסיטאות אמריקאיות.
- 9 אוניברסיטאות בריטיות.
- 5 אוניברסיטאות אוסטרליות.
- 4 אוניברסיטאות מכל אחת מהמדינות – קנדה, צרפת, שווייץ, גרמניה.
- 3 אוניברסיטאות מכל אחת מהמדינות – יפן, שבדיה, הולנד, ישראל.
- 2 אוניברסיטאות מדנמרק.
- אוניברסיטה אחת מכל אחת מהמדינות – פינלנד, נורבגיה, רוסיה, בלגיה.

נתונים אלה מצביעים על כך שלשארל מקום מכובד מאד בדירוג ה-ARWU לאוניברסיטאות הטובות בעולם. תוצאות דומות (אך לא זהות) מתקבלות גם מדרוגים בינלאומיים אחרים.

ה-ARWU מדרג אוניברסיטאות גם התחומי מחקר רחבים, ובמספר מקצועות ספציפיים. בתחום הרחב "מדעי טבע ומתמטיקה" - 4 אוניברסיטאות ישראליות מדורגות בין ה-100 הראשונות בעולם. בתחום "מדעי החברה" - 2 אוניברסיטאות ישראליות מדורגות בין ה-100 הראשונות, ו-2 נוספות בין ה-50 הבאות. בתחום "הנדסה, טכנולוגיה ומדעי המחשב" אוניברסיטה ישראלית אחת מדורגת בין ה-100 הראשונות, ואחת נוספת בין ה-50 הבאות. שלוש אוניברסיטאות ישראליות מדורגות במקומות 101-150 בתחום "מדעי חיים וחקלאות" ושתיים מדורגות בצורה דומה גם בתחום "רפואה ורוקחות".

גם במקצועות נבחרים ספציפיים לישראל נציגות מכובדת באוניברסיטאות הטובות בעולם על פי ה-ARWU. במדעי המחשב - 4 אוניברסיטאות ישראליות מדורגות בין ה-50 הטובות בעולם, אחת בדירוג 101-150 ואחת בדירוג 151-200. במתמטיקה - שתיים ב-50 הטובות בעולם ואחת ב-25 הבאות. בכימיה - אחת ב-50 הראשונות, אחת ב-50 הבאות ושתיים בדירוג 101-150. בפיסיקה - 2 בדירוג 51-75, אחת בדירוג 76-100 ואחת בדירוג 151-200. בכלכלה ועסקים - שתיים בדירוג 76-100.

⁷⁶ Academic Ranking of World Universities (ARWU), the Institute for Higher Education at Shanghai Jiao Tong University.

3.6 סיכום

סקירה קצרה של התפתחות היסטורית של האוניברסיטאות במספר מדינות מרכזיות והשוואתם לישראל מבליטה כיצד התפתחות זו רגישה לתהליכים היסטוריים וחברתיים. למשל, תוצאות מלחה"ע ה-2, ושיגור הספוטניק לחלל ע"י בריה"מ, גיבשו ומיסדו את תרומתן של האוניברסיטאות בארה"ב לביטחון הלאומי. דוגמה אחרת נתונה ע"י תהליכי הדמוקרטיזציה, שפרחו בעקבות מלחה"ע ה-2, הרחיבו את הנגישות להשכלה גבוהה באוניברסיטאות מקבוצות עילית לאוכלוסיה הרחבה בבריטניה ובגרמניה. בישראל הבסיס להקמת אוניברסיטאות היה אידאולוגי - לשרות התנועה הציונית והישוב היהודי בא"י - עוד טרם הקמת המדינה. האקדמיזציה של מוסדות אלה נוצרה בשלבים הרבה יותר מאוחרים לאחר קום המדינה תוך שמירת העיקרון ההומבולטיאני של אחדות המחקר וההוראה. במקביל הורחבה מערכת ההשכלה הגבוהה בעזרת פתיחת אוניברסיטאות נוספות. חוק המועצה להשכלה גבוהה (1958) הבטיח את עצמאות המועצה להשכלה גבוהה והחופש של כל מוסד לנהל ולפתח את יכולות המחקר וההוראה שלו כראות עיניו. הקמת המכללות בשנות ה-90 הביאה לשיא את הרחבת ההנגשה של ההשכלה הגבוהה בישראל, ובמקביל לקיפאון במספר הסטודנטים לתואר ראשון באוניברסיטאות, ולצמצום או הקפאה בתקציביהן למשך כעשור.

4. שיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה

4.1. תאוריות ומודלים לשיתופי פעולה בין אקדמיה, ממשל ותעשייה

בספרות המקצועית אותרו שלושה גורמים מערכתיים היכולים להביא לפיתוח כלכלי מבוסס ידע: אקדמיה, תעשייה ושלטון. הקשר בין גופים אלו מתואר כקשר סלילים – בהשאלה ממודל ה-DNA, Triple Helix (Etzkowitz and Leydesdorff, 1995). במודל הביולוגי מתואר מבנה סלילי המאפשר רב קישוריות לכל אורך המודל. גם במודל הסלילים החברתי – המוסדות מקושרים ביניהם כך שמתקיימת ביניהם אינטרקציה והפריה הדדית.

גם בישראל ניתן לנתח את השוק על פי מודל זה אך בשל הייחודיות של המשק הישראלי שלושת הסלילים המתוארים לעיל אינם מאפיינים את כלל הגורמים המשמעותיים במערך החדשנות הלאומית. הסלילים הנוספים המאפשרים ניתוח רלוונטי יותר לשוק הישראלי הם **סלילי הביטחון, המגזר הפיננסי, המגזר החברתי והתפוצות**. (גילי דרורי, 2013). **הסליל הביטחוני** הינו משמעותי מאד לכלכלת הידע בישראל בשל היקף התשומות המושקעות בגוף זה וגם בשל התפוקות המשמעותיות השונות: הן ביצירת ידע בתהליכי פיתוח ביטחוניים והכשרת כח אדם והן בקשרי הגומלין של תהליכי המו"פ שנעשים בישראל עבור גופי הביטחון גם עם התעשייה וגם עם האקדמיה הישראלית. קשרי הגומלין של מערכת הביטחון עם האקדמיה ומעבדות מו"פ בתעשייה אינם ייחודיים רק לישראל, גם בארה"ב לדוגמא קיימים גופים המקיימים את קשרי הגומלין הללו, לדוגמא סוכנות הביטחון DARPA האמריקאית;

מבחינת **המגזר הפיננסי**, ישראל הינה אחת המדינות הראשונות להנפיק חברת IT בנאסד"ק עוד בראשית שנות השבעים כאשר מאז ישראל עומדת אך שניה אחרי סין ברשימת המדינות הזרות המנפיקות בנאסד"ק (נכון לשנת 2012). ממשלת ישראל פעילה גם בגיוס הון סיכון למגזר ההיי-טק, (באמצעות תכנית 'יוזמה'), כך שבמשך שנות התשעים גדל שוק ההון סיכון בישראל פי 60. על פי Breznitz (2007), ישראל הינה מרכז ההון סיכון הגדול ביותר מחוץ לארה"ב.

המגזר החברתי מתאפיין ביזמות לא רק טכנולוגית אלא גם בתחומים שונים – פילנטרופיה, תאגידים ללא כוונות רווח וכו', ארגונים אלו עובדים ללא תמיכה ממשלתית לקידום יזמות חברתית וחדשנות; **תפוצות** מדינת ישראל כוללת את התפוצה היהודית והתפוצה הישראלית, כאשר רק כ 35% מכלל היהודים גרים נכון לשנת 2010 בישראל, והפזורה הישראלית מהווה 12.5% מכלל הפזורה היהודית בשנת 2008, מרביתם בארה"ב, (דרורי, 2013). התמיכה היהודית באקדמיה מתמקדת בעיקר בתרומות לאוניברסיטאות, כאשר תרומת הישראלים בתפוצות גלומה גם בקשרים אישיים ובהגירה חוזרת של ישראלים. קשרים אישיים אלו היוו את ראשיתו של תהליך הבאת חברות ענק לישראל (כבר בשנות השבעים הקימה אינטל מרכז מו"פ בישראל). מדינת ישראל מעודדת בצורה מובנית את הקשרים והחזרת מדענים בתוכניות כמו "מדענים חוזרים" ו I-CORE, תכניות ייעודיות שמטרתן החזרת מדענים ישראלים לשוק הישראלי בעזרת מתן הטבות אישיות ומקצועיות בישראל.

מקובל לסווג מספר צורות מרכזיות של שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה:

תמיכה במחקר (Research support) – רמת האינטראקציה הנמוכה ביותר בין שני המגזרים. תמיכה מגופים עסקיים, בתחום מחקר מסוים או במכון מחקר מסוים, שלא בתמורה לזכויות כלשהן בפירות המחקר.

מחקר משותף (joint research) – כולל הסכמים בין מוסדות וארגונים שונים, לשיתופי פעולה במחקר מסוים או לשימוש משותף בתשתיות. הצורה הנפוצה ביותר היא חוזה מחקר של חוקר עם חברה מסוימת על פרויקט

ספציפי. קיימים גם הסדרים קבוצתיים המערבים אינטראקציות תכופות בין קבוצות של אנשי תעשייה לחוקרים מהאקדמיה.

העברת ידע (Knowledge transfer) - כוללת קשרים רשמיים ולא רשמיים בין האקדמיה לתעשייה בשני הכיוונים. מחד גיסא העברת ידע אל התעשייה באמצעות גיוס והעסקה של בוגרי אוניברסיטאות, יעוץ לחברות תעשייה, הניתן על-ידי חברי סגל סטודנטים באופן שיתאימו לעולם התעשייה, On-the-job training, ומאידך גיסא הבאת מורים מן החוץ (מהתעשייה) להרצות בפני סטודנטים. ישנם אף מקרים שבהם הידע עובר בשני הכיוונים למשל באמצעות חברות במאגדים או כתיבה משותפת של מאמרים. בכל דרכי העברת הידע, הדגש הוא לא בהכרח יצירת תוצר יישומי, אלא שיתוף רעיונות, דיון והצגת צרכים בנושאים טכנולוגיים.

העברת טכנולוגיה (Technology transfer) - זו משלבת בין המומחיות של התעשייה ובין המחקר האקדמי בכדי למסחר טכנולוגיה. העברה של טכנולוגיה מתרחשת במספר דרכים, ביניהן: הסכמי ייעוץ מייזמים משותפים של התעשייה והאקדמיה, מתן רישיונות על ידע מסוים שמקורו באקדמיה לחברה בכדי שהידע יהפוך למוצר או שירות.

השכרת שירותי מעבדה ותשתיות - באוניברסיטאות קיים ציוד מעבדתי משוכלל ויקר שלא תמיד מצוי בתעשייה, וכוח אדם שהוכשר לעבודה עם ציוד כזה, (למשל, סוגים מסוימים של מיקרוסקופים אלקטרוניים). במקרים כאלה האקדמיה פועלת כספק חיצוני לשירותי מעבדה ומחקר לתעשייה בחוזים נקודתיים. גם במצבים אלה, בהם לכאורה האקדמיה ממלאת תפקיד פסיבי, השימוש בציוד המשוכלל והאינטראקציה עם עובדי המעבדה האקדמית יוצר סוג מסוים של העברת ידע מהאקדמיה לתעשייה, המתבטאת בהכשרת עובדי תעשייה לאופני השימוש האפשריים בציוד המתקדם, ובמציאת פתרונות לבעיות המתעוררות בתהליך. האקדמיה גם היא יוצאת נשכרת מקשרים כאלה, בהם לומדים החוקרים העובדים במעבדות האקדמיות על צרכים ושימושים פוטנציאליים בציוד המעבדתי שלרשותם לפתרון בעיות המתעוררות בתעשייה.

4.2. מסחור ידע וקניין רוחני

4.2.1. קניין רוחני ממחקר במימון ציבורי

שאלת הבעלות על קניין רוחני אשר נוצר במימון ציבורי, ממענק מחקר מקרן ציבורית או מתקציב האוניברסיטה, כאשר האוניברסיטה ממומנת באופן מלא או חלקי מהקופה הציבורית, העסיקה את הממשלות בארה"ב ובאירופה. הצמיחה המשמעותית ברישום פטנטים ורישיונות להמצאות על-ידי האוניברסיטאות בארה"ב בשני העשורים האחרונים מיוחסת, בין היתר, לחוק Bayh-Dole מ-1980. החוק קובע שהקניין הרוחני שנוצר באוניברסיטאות ממחקרים במימון ציבורי שייך לאוניברסיטה ומאפשר לאוניברסיטאות לרשום פטנטים להמצאות שהן תוצאה של מחקר ממומן ציבורית ולתת רישיון עליהם לתעשייה. כתוצאה הגדילו האוניברסיטאות בארה"ב את הכנסותיהן מפטנטים מ-0.3 אחוז מתקציביהן ב-1963 לכמעט 4 אחוז ב-1999. מדינות רבות כמו אוסטרליה, גרמניה, בריטניה, דנמרק, בלגיה וקוריאה הכירו בחשיבות חקיקה כזאת לעידוד הצמיחה במשק ואימצו חוקים דומים.

על-פי חוק הפטנטים בישראל, (1967), המצאה הנוצרת ע"י עובד במהלך עבודתו, ("המצאת שרות"), שייכת למעסיק. פרוש הדבר שבכל מקרה שבו נרשם פטנט על קניין רוחני באוניברסיטה, (או ע"י איש סגל במסגרת עבודתו באוניברסיטה), ואין חוזה עם גורם חיצוני או תקנון הקובע אחרת, הקניין הרוחני שייך לאוניברסיטה. ברוח חוק Bayh-Dole בארה"ב, קבלה ממשלת ישראל החלטה ב-2004, שכותרתה "קידום

ופיתוח ידע הנוצר במימון מענקי מחקר ממשלתיים", הקובעת כי הבעלות על הקניין הרוחני היא של מוסדות המחקר.

בעבר, משרדי ממשלה אחרים כמו משרד המדע, משרד החקלאות, משרד הביטחון, משרד הבריאות ועוד, נהגו לקבוע בחוזה המחקר שלהם עם האוניברסיטאות כי הבעלות על תוצאות המחקר, כולל הקניין הרוחני, היא של מדינת ישראל. ב-2004 התקבלה החלטת ממשלה הקובעת כי הבעלות על הקניין הרוחני היא של מוסדות המחקר. ההחלטה כוללת סעיפים של חלוקת הכנסות בין החוקר למוסד וסעיף הקובע שכאשר הידע נובע ממחקר אשר מומן על-ידי משרד ממשלתי, תקבל הממשלה 5% מההכנסות (אך לא יותר ממענק המחקר).

4.2.2. דוגמת MIT

על פי האתר הרשמי של MIT⁷⁷, יש לאוניברסיטה שיתופי פעולה עסקיים עם כ-700 חברות בתעשייה. תקציב המו"פ ב MIT הממומן על ידי התעשייה עמד על 128 מיליון דולר בשנת 2013, שהם כ 19% מכלל תקציב המחקר. על פי NSF אוניברסיטה זו ממוקמת במקום הראשון בין האוניברסיטאות האמריקאיות (ללא בתי ספר לרפואה) במימון תעשייתי של מו"פ. בשנת 2013 נרשמו 678 המצאות חדשות, והאוניברסיטה קיבלה הכנסות מרישיונות בשווי של 80 מיליון דולר.

למרות ההכנסות הגבוהות מהתעשייה, ומיקומה המוביל של האוניברסיטה, מדיניות הקניין הרוחני ב MIT מאפשרת ומעודדת מיסחור ידע, אבל הדגש איננו מיקסום ההכנסות אלא מיקסום ההתקשרויות עם התעשייה. ההמצאות שנעשו על ידי עובדי MIT ללא שימוש משמעותי בכספים או במתקנים המנוהלים-MIT ולא נוצרו בחסות מענק לאוניברסיטה, הן בבעלות בלעדית של הממציאים. בדומה, המצאות שנעשו מחוץ להגדרת זמן העבודה של החוקרים תחת מענק מחקר וללא שימוש "משמעותי" במתקנים, עשויות להיות בבעלות הממציאים.

4.3. מסחור ידע בישראל

4.3.1. היבט מצרפי

סקרי מסחור הידע של הלמ"ס בשנים 2010/11 ו 2009/10 מדווחים על כאלף המצאות אוניברסיטאיות. על 700 מתוכן הוחלט להגן בתהליך של רישום פטנט. בשנים 2008-11 נרשמו כ 400 פטנטים לשנה, מחציתן בביו טכנולוגיה ותרופות. על פי דוח מבקר המדינה הפוטנציאל בתחום זה אינו ממוצה, שכן יש מאות המצאות ופטנטים הממתינים למסחור למעלה משנה ממועד הדיווח עליהם (דוח מבקר המדינה א63, 2012).

הכנסות כל חברות היישום ממסחור קניין רוחני בכל שנה בשנים 2008-2010 הסתכמו בכ 1.3 מיליארד ש"ח, 1.5 מיליארד ש"ח ו 1.2 מיליארד ש"ח בהתאמה, (מבקר המדינה 2012, עמוד 195). בשנת 2008, 73% מהכנסות האוניברסיטאות נבעו ממדעי החיים והרפואה, שעור שעלה ל 92% בשנת 2009. מתוך סך התמלוגים בשנת 2008 כ 57% התקבלו מחברות בישראל, 73% בשנת 2009, 64% בשנת 2010 ו 72% בשנת 2011. אחוזים גבוהים אלו של הכנסות מהשוק המקומי עשויים להעיד על ההיכרות של התעשייה עם המחקר באוניברסיטאות ברמה הלאומית מקומית. סך ההכנסות ממכירת קניין רוחני ותמלוגים יחסית להוצאות

⁷⁷ <http://web.mit.edu/facts/industry.html>

המו"פ באוניברסיטאות גבוה יותר בישראל מאשר במדינות כמו קנדה וארה"ב (הלמ"ס, 2012). לוח 4.1 להלן מצביע על ההצלחה היחסית של אוניברסיטאות ישראליות במסחור ידע בהשוואה בינלאומית.

לוח 4.1: השוואה בינלאומית עבור נתוני מסחור ידע, 2011

ארה"ב	בריטניה	אוסטרליה	ישראל	
38,367	4,200	2,623	997	גילויים להמצאות (2010+2011)
12,090	..	1,167	857	בקשות לפטנטים
5,398	..	305	123	הסכמי רישיון
617	134	15	11	חברות הזנק
1,486 ^a	..	791	470	הכנסות* מקניין רוחני (מיליוני \$)

מקור: הלמ"ס סקר חברות מסחור ידע שליד אוניברסיטאות המחקר: 2010-2011, הלמ"ס 2013

^a על פי ה- Association of University Technology Managers (AUTM) סכום ההכנסה מקניין רוחני בשנים 2011 ו-2012 היה כ- 2.5 מיליארד דולר.

4.3.2 הערות מבקר המדינה על מסחור ידע

דוח מבקר המדינה, (מס' 63א, 2012) עסק בנייהול הקניין הרוחני ע"י האוניברסיטאות. הדוח עומד על יתרונות מסחור הידע המתבטאים בהגדלת המשאבים העומדים לרשות האוניברסיטאות ותמרוץ החוקרים, אך גם על הסכנות הטמונות במסחור זה ובמיוחד הטיית מרכז הכובד של המחקר מהאפיק הבסיסי לאפיק היישומי ויצירת חסמים על זרימת ידע. בהקשר זה עומד הדוח על הדילמות העומדות בפני האוניברסיטאות הנובעות מפעילות המסחור. למשל: האם מדיניות המסחור אמורה למקסם רווחים, או להאיץ את העברת הידע מהחוקרים לתעשייה? איך להבטיח את חופש המידע האקדמי ומנוע פגיעה במחקר הבסיסי? מה מידת המעורבות שיש לאפשר לתעשייה בהכשרת סטודנטים לתארים מתקדמים?

חלק ניכר מדוח מבקר המדינה מוקדש להסדרים הקיימים או נעדרים בין אוניברסיטאות המחקר לבין חברי הסגל שלהן בכל הנוגע לזכויות בעלות על קניין רוחני. הנושא נראה סבוך במיוחד בהקשר של שרותי ייעוץ המסופקים ע"י חברי סגל לחברות עסקיות. הדיון בדוח מתמקד בטכניון, אך נראה שהקשיים הנובעים מאופייה העמום של פעילות הייעוץ תקפים גם לגבי מוסדות אחרים. במיוחד קשה מאד להבחין בין הידע אותו מעביר חבר הסגל לגוף המיועץ הנובע מפעילותו במוסד האקדמי לבין ידע הנוצר בצורה "בלתי תלויה" בפעילותו האקדמית. מעבר לכך, באופן טבעי חוששים הגופים המיועצים שדיווחיהם של חברי הסגל למוסדותיהם יפגעו בסודות מסחריים. דוח מבקר המדינה משקף את טענותיהם של חברי הסגל (לא רק בטכניון) שלמדיניות מוסדית קשוחה התובעת זכויות קניין רוחני על תוצאותיהן של עבודות ייעוץ תוצאות שליליות. היא פוגעת בביקוש לשרותי ייעוץ ובכך מקשה על העברת ידע, ובמקביל מקטינה את יכולת המוסד האקדמי למשוך חברי סגל בעלי פוטנציאל ייעוץ גבוה.

דוח מבקר המדינה מבחין בין פעילות העברת הידע בתחומי טכנולוגיה המידע והתקשורת לבין מדעי החיים וביוטכנולוגיה. בדוח טוען שפיתוחים בתחום מדעי החיים דורשים זמן רב ומשאבים ניכרים של המוסד האקדמי, ולכן יש על פניה הצדקה לכך שהאוניברסיטה (באמצעות גוף המסחור שלה) תקבל את כל הזכויות על התגלית או ההמצאה. לעומת זאת, בתחום טכנולוגיית המידע תהליך ההמצאה או הפיתוח הוא בדרך מהיר, אינו כרוך בשימוש מהותי במשאבי המוסד האקדמי ובהשקעות גדולות בתהליך היישום, ולעיתים אף אינו מתאים לרישום פטנט. בהתאם, מדיניות המסחור התואמת המצאות ותגליות בתחום מדעי החיים

עלולה להוות מכשול כאשר מדובר בטכנולוגיות המידע. דוח מבקר המדינה מצביע על מודל חלופי, לפיו תיוותר היזמות בתחום זה בידי חברי הסגל, והאוניברסיטאות תקבלנה את חלקן רק במידה שהיזומה תעלה יפה. ברוח זאת אכן כוננה האוניברסיטה העברית "מסלול ירוק" לעידוד הקמת חברות הזנק, אך מוסדות אחרים בחרו שלא לאמץ מודל זה.

4.3.3. עדויות אישיות

בראיונות עומק שנערכו עם גורמים בישראל באקדמיה, בממשלה ובתעשייה עלו הנקודות המרכזיות הבאות לגבי מסחור ידע ושיתופי פעולה בין המגזרים.⁷⁸

- חברות חוששות להשקיע סכומים גדולים כאשר יש אי וודאות לגבי התוצאות, ומפסיקות לממן פרויקטים תוך כדי המחקר. החוקר האקדמי נאלץ לבטל את הפרוייקט או לשאת בעלויות המשכו ממקורות עצמיים.
- רבות מהחברות הגדולות בישראל הן בינלאומיות עם מרכזי מו"פ משל עצמן ואינן נזקקות לשרותי האקדמיה בארץ.
- היוקרה הבינלאומית של האוניברסיטאות ואיכות כח האדם בישראל מושכות השקעות הון זר והקמת מרכזי מחקר של חברות רב-לאומיות.
- לחברות הקטנות אין תשתית למו"פ ויכולת מוגבלת להגיע לאוניברסיטה כדי להיעזר באופן שיטתי בידע המצוי בהן.
- לחוקרים באקדמיה אין משאבים לפנות לתעשייה. הם מעדיפים קרנות ומענקים מחקריים בהם לא קיימת אי וודאות לגבי יציבות מקור המימון.
- בסוגיית הקניין הרוחני יכול להתעורר קונפליקטים: בין הצורך לפרסם והצורך בשמירת תוצאות המחקר ע"י רישום פטנט, ועל שעור הבעלות של המוסד האקדמי במיזם שיוקם על בסיס הקניין הרוחני.
- מערכת הקידום האקדמי אינה נותנת משקל הולם להישגים יישומיים.

4.3.4. אפיון החברות הנוטות לשתף פעולה עם האוניברסיטאות

על פי סקר המו"פ של הלמ"ס, בשנת 2011 רק 14% מתוך החברות המשקיעות במו"פ משתפות פעולה בדרך כלשהי עם האקדמיה. 83% מחברות אלה מעסיקות עד 250 עובדים. 43% מתוכן הינן מהתעשייה, 23% מענף תכנות ומחשבים ו 32% מענף המו"פ. הטבלה להלן מראה כי שיעור עובדי המו"פ בחברות שלא משתפות פעולה עם האקדמיה כפול מזה בחברת המשתפות פעולה. תופעה זו מצביעה על האפשרות להסתייע בשרותי מו"פ אוניברסיטאיים במיקור חוץ של המו"פ העיסקי. כמו כן, ההוצאות לעובד גדלות כאשר החברה קטנה יותר ולא משתפת פעולה עם האוניברסיטאות. עוד נראה כי הפדיון לעובד גדול יותר בחברות המשתפות פעולה עם האוניברסיטאות.

⁷⁸ ראה רשימת המרואיינים בנספח.

לוח 4.2: מאפייני החברות אשר משתפות פעולה עם אוניברסיטאות

שכר לעובד מו"פ	הוצאות מו"פ לעובד	פדיון לעובד	שיעור עובדי המו"פ	גודל חברה, מספר עובדים	
359	531	945	30%	סה"כ	חברות שלא משתפות פעולה עם אוניברסיטאות
236	399	378	64%	19-1	
302	422	604	47%	20-49	
334	502	797	30%	50-249	
415	632	1,056	22%	250-500	
458	644	1,212	22%	500+	
284	577	1,275	16%	סה"כ	חברות שמשותפות פעולה עם האוניברסיטאות (ללא מרכזי מו"פ של חברות בינ"ל)
93	152	222	69%	19-1	
122	249	693	22%	20-49	
245	440	752	38%	50-249	
295	586	1,278	23%	250-500	
317	667	1,356	12%	500+	

מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתונים מסקר מו"פ 2011 הלמ"ס, התקבל מאביתר קירשברג.

4.4. סיכום

פרק זה עומד על הסביבה המוסדית שהתפתחה בעולם בעקבות שינויי החקיקה בארה"ב, לפיה זכויות הקניין הרוחני הנובע ממחקר במימון ציבורי שייכות למוסד אליו משתייך החוקר. כלל זה הוחל גם בישראל. סביבה זאת מגדילה באופן משמעותי את תמריצי המוסדות לעודד פעילות מחקרית בעלת ערך מסחרי, במיוחד לאור הידלדלות המקורות הכספיים הציבוריים. הפרק מצביע על פעילות ענפה של האוניברסיטאות הישראליות בתחום מסחור הקניין הרוחני.

מבקר המדינה (2012) עמד על הסכנות הטמונות בהסטת מאמצים מחקריים לכיוון המסחרי. המבקר הצביע גם על קשיים ניכרים הנוצרים בעטיו של הקונפליקט הכרוך בחלוקת זכויות הקניין הרוחני בין האוניברסיטאות לחברי הסגל, במיוחד בכל הקשור לעבודות ייעוץ. ראיונות שנערכו במסגרת המחקר עם חברי סגל הצביעו על קשיים נוספים הנובעים במיוחד מהאופק הקצר המאפיין שותפים עסקיים ביחס לזה הנדרש בעבודת המחקר.

5. מדיניות ממשלתית ומקורות תמיכה למחקר אקדמי

5.1 תכניות ממשלתיות בארצות אחרות

קיים פער בין המחקר האוניברסיטאי, גם כשהערך שלו ברור, לבין השלב שבו הוא נעשה אטרקטיבי לתעשייה. פער זה הוא אחד מצווארי הבקבוק בהעברת טכנולוגיה מהאקדמיה לתעשייה, ובמדינות שונות קיימות תוכניות למימון המו"פ המיועד לגשר על פער זה. בדו"ח שהוכן על-ידי ה-OECD מובאות מספר דוגמאות לסיוע ממשלתי להעברת ידע מהאוניברסיטאות לתעשייה:⁷⁹

- סובסידיה להקמת מוסדות להעברה טכנולוגית באוניברסיטאות (יפן, צרפת, בלגיה ודנמרק)
- הקמת מרכזי שירות בתחום הקניין הרוחני ורשתות סיוע לאוניברסיטאות קטנות שאינן יכולות להקים ולהפעיל מוסדות משלהן להעברה טכנולוגית.
- הכרה בהוצאות רישום על פטנטים כהוצאה מוכרת במסגרת מענקי מחקר (כנהוג לגבי מענקי המחקר של האיחוד האירופי ושל ממשלת גרמניה)
- פטור מתשלום אגרות רישום וחידוש פטנט (קיים ביפן)
- מתן אפשרות להגיש 'בקשה זמנית לפטנט' בהליך מקוצר (נהוג בארה"ב מ-1995). הליך זה מקצר את משך הזמן שבו חוקר מנוע מלפרסם את תוצאות מחקריו ונותן לבעל הפטנט (האוניברסיטה) יתרון במצבים שבהם ישנה חשיבות למועד רישום הבקשה.

דוגמאות לתוכניות מוצלחות שיזמו ממשלות במדינות שונות לעידוד שיתופי פעולה אקדמיה-תעשייה:

- ארה"ב- ה-Advanced Technology Program (ATP) בארה"ב היא תוכנית במימון פדרלי שפעלה בשנים 1990-2007. התוכנית אפשרה לתעשייה לזכות בגישה למחקר שהתקיים במעבדות האוניברסיטאות וספקה פלטפורמה לרתימת חברי סגל לתחומי עניין של התעשייה. התוכנית גם אפשרה לאוניברסיטאות להגדיל את תקציב המחקרים שלהן ואת הכנסתן (Frenkel et al, 2012).
- Engineering Research Centers (ERC)⁸⁰ - מרכזים רב-תחומיים במימון פדרלי הממוקמים באוניברסיטאות ברחבי ארה"ב, שלכל אחד מהם שיתוף פעולה הדוק עם התעשייה. כל ERC מספק סביבה שבה האקדמיה והתעשייה יכולים לשתף פעולה ביצירת תעשיות חדשות או שיפורים מהותיים בטכנולוגיות יצור.
- קוריאה- Korea Technology Transfer Center (KTTC) הארגון המרכזי בקוריאה לייעוץ טכנולוגי ומסחור, יצר פלטפורמה שבה טכנולוגיות חדשות הופכות להזדמנויות עסקיות באמצעים כגון חממה טכנולוגית והיה מרכז לזרימת מידע לגבי טכנולוגיות. בנוסף, KTTC מתמקד בהעברה ומסחור של טכנולוגיות על-ידי הפעלת מספר תוכניות מימון להאצת מסחור טכנולוגי בדגש על חברות בתחילת דרכן. הארגון משתמש במגוון רחב של שיטות להעברת טכנולוגיה ומסחור.
- פינלנד- Tekes- הסוכנות הפינית למימון טכנולוגיה וחדשנות (The Finnish Funding Agency for Technology and Innovation) הוא הארגון המימון הציבורי החשוב ביותר למימון מחקר וחדשנות בפינלנד. מטרת הפעילות של Tekes הקמת חברות חדשות, תוך מיקוד בארגונים קטנים ובינוניים (SME) המעוניינים לצמוח ברמה הבינלאומית.

⁷⁹ Turning Science into Business: Patenting and Licensing at Public Research Organisations OECD. Published by : OECD Publishing , 2003

⁸⁰ NSF- <http://www.erc-assoc.org/about>

- בלגיה- הסוכנות הממשלתית הבלגית למימון חדשנות- The Flemish government agency for innovation funding- IWT, עוזרת לחברות ולמרכזי מחקר בבלגיה במימוש פרויקטים של מחקר ופיתוח ומציעה להם מימון כספי, ייעוץ ורשת של שותפים פוטנציאליים. מכללות ואוניברסיטאות בבלגיה יכולות לפנות ל קרן TETRA להעברה טכנולוגית על מנת לבקש מימון למחקר שלהם. המטרה להעביר כמה שיותר ידע אקדמי לחברות ולנצל את בסיס הידע של ההשכלה הגבוהה. כדי להאיץ את העברת הידע, הממשלה בבלגיה השיקה בשנת 2010 את הקרן להאצת חדשנות- Transformation and Innovation Acceleration Fund-TINA בעלות של 233 מיליון דולר לתמיכה בפרויקטים משותפים בייצור תעשייתי. שני מרכזי ידע חדשים ומספר מרכזי מצוינות הוקמו לחיזוק יכולות מדע, טכנולוגיה ושיתוף פעולה. בשנת 2011, ניתנה תמיכה לחברות spin-off ממרכזי מחקר אסטרטגיים (IWT, 2008).
- גרמניה – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) תכנית החדשנות המרכזית למפעלים קטנים ובינוניים. (עד 250 עובדים ומכירות של עד 50 מיליון אירו בשנה). התכנית מנוהלת ע"י משרד הכלכלה והאנרגיה הגרמני בהיקפים הנעים בין חצי מיליארד ל-700 מיליון אירו לשנה. התכנית תומכת בפרוייקטים יישומיים הנועדים לפתור בעייה טכנולוגית ספציפית ולקדם את המפעל הנתמך. לתכנית שלושה אפיקים, כאשר אחד מהם נועד לפרוייקטים המוגשים בשיתוף עם מוסד מחקר. סכום התמיכה המקסימלי עומד על 350 אלף אירו לכל אחד מהשותפים.
- דנמרק - קונסורציומים לחדשנות: מאגדים המורכבים לפחות משתי חברות וגוף אקדמי המממנים במשותף פיתוח טכנולוגיות גנריות. הקף התכנית כ-150 מיליון אירו בשנה. תכניתנוספת מיועדת להעברת ידע מגופי מחקר לחברות קטנות ובינוניות, וממנת 25-40% מהעלויות. היקף התכנית הוא כ-22 מיליון אירו בשנה, (Trigger Foresight 2011)

מעבר לתכניות התמיכה השונות הקימו ממשלות אחדות תאגידים לצורך גישור בין המחקר האקדמי ליישומו לצרכים עסקיים וצבוריים. שתי דוגמאות נסקרות להלן.

5.2 תאגידים להעברת ידע

5.2.1 חברת Fraunhofer

חברת Fraunhofer (Fraunhofer Gesellschaft) היא הגוף הגדול ביותר באירופה המספק שרותי מחקר יישומי במגוון רחב של טכנולוגיות מתקדמות. החברה הוקמה בבוואריה זמן קצר לפני כינונה של הרפובליקה הפדראלית של גרמניה ב- 1949. משך כ- 25 שנות קיומה הראשונות נסמכה החברה על מימון ממשלתי ועסקה בעיקר בפרוייקטים בעלי אופי בטחוני. בשנת 1973 שונה מודוס הפעולה של החברה והיא נדרשה למממן את רוב תקציבה ע"י מכירת שירותי מו"פ לסקטור העסקי והצבורי. לצורך זה פיתחה החברה יכולות ניהול המזהות צרכים עתידיים ומפתחת יכולות מחקר בהתאם. כך, למשל, נוספה בשנת 2009 יכולת מחקרית בתחום הפקת אנרגייה מהרוח והים, בהתאם לשינויים שנצפו במדיניות האנרגיה של גרמניה (שאכן הואצו מאד בעקבות אסון פוקושימה ב- 2011 והחלטתה של גרמניה לסגור את כוריה הגרעיניים). כיום מעסיקה חברת Fraunhofer יותר מ- 17,000 עובדים, מתוכם יותר מ- 11,000 מדענים ומהנדסים העוסקים במחקר, ביותר מ- 60 מרכזי מחקר בעלי אוטונומיה חלקית, המאוגדים תחת הנהלה מרכזית. החברת הגדירה שבעה תחומי מחקר (כגון "מיקרואלקטרוניקה" ו"טכנולוגיות מידע ותקשורת"). תקציב החברה עומד על כ- 2 מיליארד אירו, כאשר 1.7 מיליארד מתוכם הם פרי חוזי מחקר עם התעשייה והסקטור הציבורי בגרמניה ובעולם. שאר התקציב ממומן ע"י הממשלה הפדראלית וע"י מדינות המחוז. מימון זה

מובטח לטווח ארוך ומאפשר לחברה להשקיע בפיתוח תחומי המחקר החדשים. בעוד שההנהלה המרכזית עוסקת בהתוויית המדיניות ובזיהוי תחומי המחקר החיוניים למשק, המרכזים הם אלה האחראים על מכירת שרותיהם לתעשייה ולסקטור הציבורי.

חברת Fraunhofer צברה מוניטין בזכות התמקדותה בתחומים בהם יש לגרמניה יתרון איכותי בולט ובזכות הדגש היישומי של עבודתה. מעמדה האיתן נותן לה גם יתרון בולט בגיוס סגל חוקרים. החברה נחשבת כמעסיק בעל עדיפות גבוהה בקרב בוגרי מדעי הטבע, טכנולוגית המידע והתקשורת וההנדסה בגרמניה.

5.2.2 National ICT Australia (NICTA)

NICTA הינו גוף מחקר ציבורי העוסק בישומי ICT בתחומים שונים מרפואה עד תשתיות תחבורה. הוקמה בשנת 2002, ותקציבה ממומן בעיקר ע"י הממשל הפדראלי והמדינות השונות באוסטרליה בהיקף של כ-70 מיליון דולר אוסטרלי בשנה. לאחרונה הודיעה ממשלת אוסטרליה על הפסקת תמיכתה בארגון החל ב-2016. NICTA מעבדות המחקר שלה נמצאות בסידני (שתי מעבדות) בבריזביין, קנברה ומלבורן, בקרבת אוניברסיטאות המספקות מדענים מובילים ותלמידי דוקטורט לסגל המכונים. מטרת מרכז המחקר היא פיתוח, יישום ומסחר של ידע מחקרי אם באמצעות קשר עם התעשייה ואם על ידי שיפור שירותים ותשתיות ציבוריות.

תחומי המחקר ב-NICTA נקבעים בעיקר על ידי החוקרים המובילים, המועסקים ב-NICTA במקביל לעבודתם באוניברסיטאות בהוראה, מחקר והנחייה. החטיבות העסקיות בארגון מחפשות יישומים לטכנולוגיות שמפותחות על ידי קבוצות המחקר. לדוגמא חטיבת תשתיות תחבורה עובדת על יישום של קבוצת מחקר אופטימיזציה, (דבר שהניב חברת הזנק בשנת 2013). קבוצת הנדסה רוחבית בארגון מפתחת מוצרים או שירותים מקרב הפרויקטים של קבוצות המחקר בהם זוהה פוטנציאל מתאים.

צוות המחקר ב-NICTA כולל מדענים בכירים ומאות דוקטורנטים אשר שייכים לאוניברסיטאות הסמוכות לכל מעבדה. סטודנטים אלו ממומנים על ידי האוניברסיטאות ומקבלים השלמת מימון מ-NICTA. לסטודנטים יש יתרון בכך שהם יכולים להשתמש בתשתיות של גוף המחקר (הכוללים בעיקר נתונים מגופים שונים שעובדים עם NICTA – גופים ציבוריים ופרטיים) וכמובן עריכת מחקר עם פוטנציאל תפוקה יישומית. כל המעבדות מנוהלות על ידי צוות ניהול ראשי הנמצא במשרד הראשי בסידני, ונסמך על קבוצות ניהול קטנות מקומיות.

NICTA מעודדת פעילות אקדמית של חוקריה, שיתוף פעולה עם גורמי תעשייה וממשל, ויצירת חברות הזנק בתהליך מובנה הדרגתי.

לאחרונה הודיעה ממשלת אוסטרליה על הפסקת תמיכתה בארגון החל ב-2016, בצפייה שהארגון ימומן ממקורות עצמיים.

5.3. עידוד ממשלתי להעברת ידע מהאקדמיה בישראל

בישראל מוענק מימון ממקורות ממשלתיים לעידוד שיתופי פעולה בין האוניברסיטאות לתעשייה בפיתוח ידע טכנולוגי ולהשבחת מחקרים טרום-תעשייתיים המתבצעים באוניברסיטאות. הגוף העיקרי המעודד את הקשרים בין האקדמיה לתעשייה, הוא לשכת המדען הראשי במשרד הכלכלה.

בשלהי שנות ה-60 הוקם משרד המדען הראשי במשרד הכלכלה (על פי שמו היום) והועמדו לרשותו תקציבים לתמיכה במחקר ופיתוח שהתבצע בתעשייה ותקציבים מעטים בלבד למחקר בעל פוטנציאל יישומי באוניברסיטאות. התעשייה היתה רשאית למסור פרויקטים מחקריים לאוניברסיטאות בהתקשרות משנית, אבל זה קרה בהיקף מצומצם. ב-1992 הושקה תוכנית מגני"ט, שבמסגרתה החל המדען הראשי לממן פרויקטים, שנערכו בשיתוף פעולה בין תעשיות ואוניברסיטאות, לפיתוח טכנולוגיות גנריות שנועדו לשרת את כל התעשיות השותפות לפרויקט. מאגדים אלה היו התוכניות הרציניות המשותפות הראשונות בסדר גודל רב-היקפי בין אוניברסיטאות ותעשיות.

לוח 5.1 מסכם את עיקרי התוכניות הממשלתיות לעידוד מו"פ הפועלות עם כתיבת הדברים (2103) הכוללות בפרט תכניות המעודדות שיתופי הפעולה עם המערכת האקדמית. איור 5.1 מתווה את מיקומן של תוכניות אלה בשרשרת המחקר.

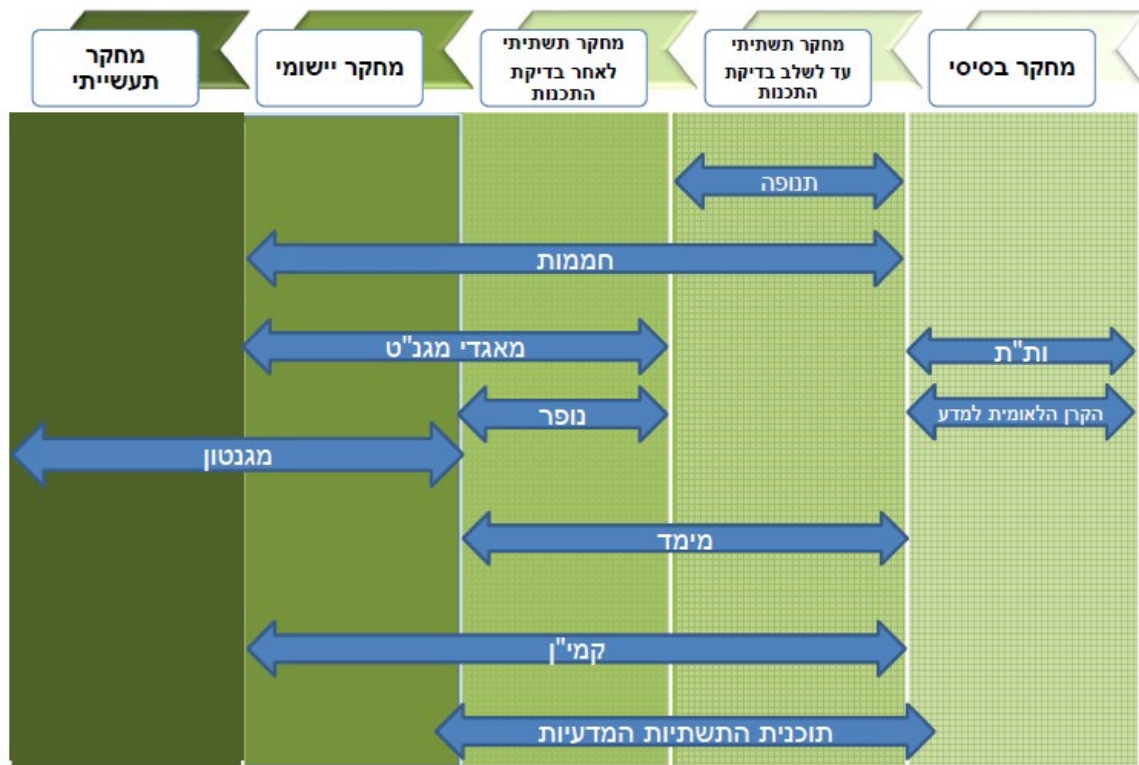
מעבר לעידוד ישיר של פרויקטים מחקריים בתכניות הנסקרות בלוח 5.1, הממשלה משפיעה על המחקר האקדמי גם באמצעות השתתפותה בקרנות מחקר בינלאומיות ובהקמת מרכזי מצויינות מחקריים באוניברסיטאות (i-CORE). סקירה מלאה של ערוצי השפעה אלה בתת-פרק הבא.

בלוח הבא מוצגים נתונים אודות תוכניות ממשלתיות לעידוד מו"פ (לשכת המדען הראשי, משרד הכלכלה, 2012).

לוח 5.1: תכניות ממשלתיות לעידוד העברת ידע ושתופי פעולה אקדמיה-תעשייה

שם התוכנית	שם המסלול	תיאור	שנת התחלה	גוף אחראי	משך התמיכה למיזם	תקציב עבור כל מיזם	תקציב שנתי לשנת 2011
תכנית התשתיות המדעיות	טיפוח כוח-אדם מחקרי (מערך מלגות)	טיפוח כוח-אדם בעל הכשרה מדעית ויכולת מחקרית בתחומי התשתיות הנבחרים.	1995	משרד המדע	מלגה לדוקטורנט: 3 שנים מלגה לפוסט-דוקטורנט: שנתיים	עד 250 אלף ש"ח עד 200 אלף ש"ח	42.2 מיליון ש"ח
	מרכזי-ידע	הקמת מרכזי ידע לצורך מתן שירות לחוקרים באמצעות ציוד מתקדם				3 מיליון ש"ח עבור מרכז-ידע יחיד	
	מגנ"ט: מחקר ופתוח גנרי טכנולוגי	מאגדי מגנ"ט	מסלול זה כולל התאגדות ושיתוף פעולה בין תאגידים תעשייתיים ומוסדות מחקר, לצורך פיתוח של טכנולוגיות גנריות. שיתוף הפעולה בין התעשייה לאקדמיה מנגיש את החברות השותפות במאגד לידע המחקרי המצוי באקדמיה, שלעיתים קרובות מתגלה כמכריע לפיתוח הטכנולוגיה	1993	לשכת המדען הראשי, הכלכלה	3-5 שנים למאגד	
מגנ"ט	מגנטון	מסלול מגנטון מעודד העברת טכנולוגיות מהאקדמיה לתעשייה על מנת לנצל את הישגי המחקר האקדמי ליישום תעשייתי ולפיתוח מוצר בעל פוטנציאל כלכלי באמצעות מחקר התוכנית מתבססת על שת"פ דואלי בין קבוצת מחקר מהאקדמיה לבין חברה תעשייתית: קבוצת מחקר שהוכיחה היתכנות לטכנולוגיה מסוימת מתחברת לחברה הזקוקה לטכנולוגיה כדי לפתח מוצר בעל פוטנציאל נסחר בשוק	2001	לשכת המדען הראשי, הכלכלה	עד שנתיים	41 מיליון ש"ח, מהם השתתפות המדינה בהיקף של 27 מיליון ש"ח	
מגנ"ט	נופר	תוכנית נופר מגשרת בין מחקר בסיסי במדעי החיים שהוכיח היתכנות טכנולוגית לבין מחקר יישומי ראשוני, שאינו בשל דיו לתמיכה בתעשייה או במסגרת מסלול מגנטון. פעילות תכנית נופר מתבצעת באקדמיה, כנדבך משלים למחקר הבסיסי	2002	לשכת המדען הראשי, הכלכלה	שנה	מחקר במסגרת נופר זכאי למענק של עד 90% מהתקציב המאושר. החברה התעשייתית המלווה משתתפת במימון 10% מעלותו	8.4 מיליון ש"ח, מהם השתתפות המדינה בהיקף של 7.6 מיליון ש"ח
מגנ"ט	קמי"ן (קידום מחקר יישומי נבחר)	תוכנית קמי"ן נועדה לעודד ביצוע מחקר יישומי במוסדות המחקר בישראל והבאתו לשלב בו גורמים תעשייתיים יגלו בו עניין להשקעה	2011	לשכת המדען הראשי, הכלכלה	עד שנתיים	ניתן מענק בשיעור של 85%-90% מהתקציב המאושר	18.9 מיליון ש"ח, מהם השתתפות המדינה של 16.2 מיליון ש"ח
מגנ"ט	מימ"ד (מינוף מו"פ דואלי מסחרי וצבאי)	מטרת התוכנית לקדם מחקר ופיתוח צבאי, ביטחוני ומסחרי בעל יישומים דואליים המהווים מצד אחד תרומה לביטחון המדינה ומצד שני בסיס לפוטנציאל כלכלי. לתוכנית רשאיות לפנות חברות קטנות ובינוניות, ובכללן מוסדות מחקר, והיא מלווה ומקדמת אותן עד לשלב של הוכחת היתכנות	2012	המדען הראשי משרד הכלכלה, משרד האוצר ומפא"ת במשרד הביטחון	עד 30 חודשים	התקציב המרבי לפרויקט הוא 5 מיליון ש"ח לכל התקופה	21 מיל יון ש"ח

איור 5.1: מיקומן של תוכניות לעידוד מו"פ בשרשרת המחקר



המקור: הגרף מבוסס על הנתונים המופיעים באתר לשכת המדען הראשי, משרד הכלכלה, 2012

5.4. מקורות מימון למחקר באוניברסיטאות

מכיוון שפעילויות ההוראה והמחקר שזורות זו בזו בצורה הדוקה באוניברסיטאות המחקר, בחרנו להציג ראשית את התקציבים הכוללים של האוניברסיטאות, בלוח הבא, (לוח 5.2). תקציבי שבע אוניברסיטאות המחקר בישראל הסתכמו בתשע"ב בכ-12 מיליארד ש"ח⁸¹. על פי נתון זה, והמספר הכולל של 125,000 סטודנטים (בכל התארים) באוניברסיטאות המחקר, ההוצאה התקציבית הממוצעת לסטודנט באוניברסיטת מחקר ישראלית הייתה כ-96,000 ₪ בתשע"ב, שהם כ-19,000 €. זאת, בהשוואה להוצאה תקציבית ממוצעת לסטודנט באוניברסיטאות מובילות של כ-20,000 € בהולנד, 25,000 € בשוויץ, 20,000 € בשבדיה, 15,000 € בגרמניה, ו-38,000 € באנגליה⁸². להוציא את אנגליה, בה ההוצאה התקציבית לסטודנט גבוהה במיוחד, נראה שמדד זה לתקציבי אוניברסיטאות המחקר בישראל נמצא בטווח הסביר לאוניברסיטאות מובילות במדינות האירופיות.

⁸¹ הסכום הוא משוער, שכן תקציבי האוניברסיטאות אינם מפורסמים. רק התמיכה הממשלתית הישירה באוניברסיטאות באמצעות ות"ת מפורסמת בספרי התקציב של ות"ת.

⁸² חישובי מוסד נאמן מנתונים פומביים של אוניברסיטאות שונות: Netherlands: U. of Amsterdam, Leiden U., Tilburg U., U of Groningen; Switzerland: U. of Basel, U. of Zurich, U. of Bern; Sweden: Uppsala U., Lund U., Stockholm U., Royal Inst. Of Technology; Germany: Humboldt U., Heidelberg U., U. of Bonn, U. of Mannheim, Karlsruhe Inst. Of Technology; England: U. of Oxford, u. of Cambridge, U. College London, U of Manchester

לוח 5.2: תקציבי אוניברסיטאות המחקר בישראל – תשע"ב 2011/2

סעיף ראשי	מיליון ₪	% מסך ההכנסות	מיליון ₪	% מתת הסעיף הראשי
1. השתתפות ות"ת בתקציב האוניברסיטאות	5,800	48%		
2. שכ"ל	1,470	12%		
3. הכנסות אחרות (כולל תרומות, תמלוגים, הכנסה מהשקעות וגרעון)	3,700	30%		
4. מענקי מחקר מקרנות תחרותיות	830	7%		
קרנות עיקריות:				
קרן לאומית למדע			300	36%
האיחוד האירופי			340	41%
5. העברת ידע	370	3%		
מקורות מימון עיקריים להעברת ידע:				
משרד הביטחון			70	19%
משרדי המדע והכלכלה			40	11%
מקורות מימון מחו"ל			170	46%
מגזר פרטי ועיסקי			30	8%
סה"כ	12,170	100%		

מקור: חישובי מוסד נאמן על בסיס נתוני ות"ת ודן אנד ברדסריט.

המחקר המתבצע באוניברסיטאות נעשה ע"י חברי הסגל האקדמי, כחלק מהותי של עבודתם, לצד הוראה והנחייה של סטודנטים לתארים מתקדמים. המקורות הכספיים למימון מחקריהם של חברי הסגל נובעים מארבעה סוגי ערוצים:

1. הקצבות ממשלתיות כלליות למחקר, במסגרת מודל התקצוב של הועדה לתכנון ותקצוב (ות"ת);
2. קרנות מחקר תחרותיות מישראל, מחו"ל ועל בסיס הסכמים בין מדינות;
3. העברת ידע ותמיכה במחקר
4. מימון עצמי של האוניברסיטאות ממקורות פנימיים

הועדה לתכנון ותקצוב מפרסמת נתונים מפורטים על שלושת המקורות הראשונים לעיל, המסוכמים בלוח 5.2. הקרנות הנקראות תחרותיות נבחרו על סמך קריטריונים שונים, הכוללים היקף התמיכה שלהן במחקר ויציבותן, חשיפה בינלאומית, עידוד מצויינות מדעית, וכד'. להלן רשימת הקרנות אשר נמצאות בסל הקרנות התחרותיות:

1. הקרן הלאומית למדע
2. משרד המדע
3. BSF - הקרן הדו-לאומית ארה"ב-ישראל למדע
4. BARD - הקרן הדו-לאומית ארה"ב-ישראל למחקר חקלאי
5. GIF - הקרן הדו-לאומית ישראל-גרמניה למחקר
6. האיחוד האירופי
7. NIH - המכונים הלאומיים לבריאות של ארה"ב
8. IFT האגודה הישראלית לקרנות מחקר וחינוך

9. DIP - תכנית לשת"פ גרמניה-ישראל
 10. משרד הבריאות
 11. DFG – הקרן הגרמנית למדע
 12. HFSP – התוכנית לקידום מדעי האדם
 13. ICRF – הקרן לחקר הסרטן בישראל

לוח 5.3: מקורות מימון מחקר באוניברסיטאות בישראל

ות"ת

תשע"ג	תשע"ב	תשע"א	
4,886.1	4,792.1	4,785.2	השתתפות ישירה בתקציבי האוניברסיטאות (הוראה ומחקר יחד) (מלש"ח)
846.4	732.2	670.2	הקצבות למחקר, מעבר להשתתפות ישירה (מלש"ח)

קרנות תחרותיות והעברת ידע

קרנות תחרותיות (מענקי מחקר, מיליוני \$)	תשע"ב	תשע"א	תש"ע
הקרן הלאומית למדע	80.8	85.1	76.1
משרד המדע	11.7	10.5	9.7
BSF	12.1	10.9	10.0
BARD	2.3	2.6	2.6
GIF	6.6	6.8	6.3
האיחוד האירופי	90.5	80.2	62.3
NIH	7.0	7.5	9.2
האגודה הישראלית לקרנות מחקר וחינוך	0.2	0.1	0.1
DIP	4.4	4.7	4.5
משרד הבריאות	3.0	1.2	3.1
DFG	2.7	2.6	2.3
ICRF	2.0	1.7	1.5
HFSP	1.6	1.6	1.8
סה"כ קרנות התחרותיות	224.8	215.5	189.5
העברת ידע (מענקים ורכישת מחקר, מיליוני \$)	תשע"ב	תשע"א	תש"ע
משרד הביטחון	17.8	21.1	17.8
משרד התמ"ת ומשרד המדע	11.7	16.2	14.2
משרדי ממשלה אחרים	8.9	4.3	5.9
מגזר ציבורי ושלישי – בישראל	6.3	8.2	9.4
מגזר פרטי ועסקי – בישראל	9.3	8.0	11.6
מקורות מימון מחו"ל	45.0	40.6	41.0
סה"כ העברת ידע	99.1	98.3	99.9

מקור: עיבודי מוסד נאמן לנתוני ות"ת.

בלוח 5.3 לעיל נכללה התמיכה הישירה של ות"ת באוניברסיטאות במלואה, כיון שהקצאת סכומים אלה ליעדי האוניברסיטאות השונים נקבעת ע"י כל מוסד באופן אוטונומי. מרשימת המענקים בקרנות תחרותיות מתברר כי הקרן הלאומית למדע והאיחוד האירופאי תורמים יחד קרוב ל-80% ממקורות אלה, וחלקו של האיחוד האירופי כבר עולה בתשע"ב על זה של הקרן הלאומית למדע בישראל.

סעיף העברת ידע משקף את הביקוש מצד המגזר הציבורי והפרטי בארץ ובח"ל למחקר אקדמי באוניברסיטאות הישראליות. כאמור, הכנסות מסעיף זה מהוות כ-3% בלבד מתקציבי אוניברסיטאות המחקר בתשע"ב. הלוח הבא, (5.4), מציג את הערך הכספי של מחקרים מוזמנים ע"י גופים חיצוניים, לפי סוג הגוף המזמין ותחום הידע של המחקר המוזמן. הנתונים, שהתקבלו מות"ת עפ"י דיווחי האוניברסיטאות, כוללים רק פרויקטים מחקריים, שערכם עולה על 20 אלף ₪, (50 אלף ₪ במקצועות רפואיים). מהנתונים שבלוח ומנתונים דומים לשנת תשע"א עולים הממצאים הבאים:

- כ-45% מהכנסות המחקרים המוזמנים, (40% בתשע"א), מקורם בחו"ל, וכ-40% ממקורות ממשלתיים כולל משהב"ט.
- העברת ידע בתחומי הרפואה, מקצועות עזר רפואיים והמדעים הביולוגיים מהווה כ-33% מהסה"כ, והנדסה ואדריכלות כ-30%. העברת ידע בתחומי המדעים הפיסיקליים מהווה כ-15%, ומדעי המחשב כ-6%.
- מתוך המחקר המוזמן מחו"ל, (כ-170 מיליון ₪ בתשע"ב), תחומי הרפואה והמדעים הביולוגיים מהווים כ-44%, הנדסה ואדריכלות כ-16%, מדעים פיסיקליים כ-14%, ומדעי המחשב כ-9%.

מתוך המחקר המוזמן ע"י המגזר הממשלתי, (כ-150 מיליון ₪ בתשע"ב), כ-50% הם בתחומי הנדסה והאדריכלות (מזהה מחצית ממהב"ט), 16% במדעים הפיסיקליים, (למעלה ממחצית ממהב"ט), ו-12% בתחומי הרפואה, מקצועות עזר רפואיים ומדעים ביולוגיים.

לוח 5.4: העברת ידע באוניברסיטאות המחקר תשע"ב לפי מקורות מימון ותחומי ידע תשע"ב, (אלפי דולר ארה"ב)

גורם מממן / תחום ידע	בטחון	כלכלה/מדע / ביולוגיה / בריאות	משרדי ממשלה	מגזר ציבורי ושלישי - ישראל	מגזר פרטי ועסקי - ישראל	חו"ל	סה"כ לפי תחום
מדעי הרוח	-	68	11	433	-	2,165	2,677
חינוך	12	-	33	745	-	538	1,328
מדעי החברה	535	133	487	1,027	124	2,651	4,956
עסקים ומדעי הניהול	53	-	53	87	25	30	247
משפטים	-	-	-	68	-	470	538
רפואה	95	985	65	287	787	4,051	6,270
מקצועות עזר רפואיים	95	965	11	357	1,080	1,118	3,626
מתמטיקה סטטיסטיקה ומדעי המחשב	990	915	536	110	232	3,410	6,193
המדעים הפיסיקליים	3,742	2,191	466	606	1,883	6,541	15,429
המדעים הביולוגיים	1,222	1,052	622	825	2,708	16,117	22,547
חקלאות	-	63	537	76	905	472	2,053
הנדסה ואדריכלות	11,027	5,157	6,047	1,414	1,490	6,842	31,977
לימודי המדבר	-	155	53	311	115	612	1,246
סה"כ לפי גורם מממן	17,771	11,684	8,923	6,344	9,350	45,016	99,087

מקור: נתוני ות"ת

5.5. מרכזי מצוינות

מרכזי מצוינות הינם יוזמות ממשלתיות אשר מאגדים חוקרים מובילים בתחומם, הבאים מקרב אנשי סגל וחוקרים במוסדות להשכלה גבוהה ובמוסדות מחקר.

5.5.1. מרכזי מצוינות בעולם: דוגמאות

- בדנמרק מרכזי מצוינות פועלים מ-1993, אז הוקמו 88 מרכזים במגוון תחומים 48 מהם ממשיכים לפעול. עד 2014 נוסדו ב-4 גלים 132 מרכזים למחקר בסיסי ויישומי (ב-2006 – 36 מרכזים מהם שרדו 32, ב-2009 – 4 מרכזים שפועלים עד היום וכך גם ב-2010). הסוכנויות הדניות לקידום המחקר העבירו למרכזים הנ"ל 7,356 מיליון קרונות, כאשר תקופת המימון לכל מרכז נעה בין 5 ל-10 שנים. מרכזי המצוינות ממומנים ע"י האוניברסיטאות וע"י לפחות שני גופים פרטיים⁸³.

- ממשלת ניו זילנד ממנת מרכזי מצוינות החל מ-2001⁸⁴ כדי לקדם מצוינות במחקר אקדמאי שיתופי ע"י הכוונה אסטרטגית הכוללת פעילות העברת ידע משמעותית. במסגרת תכנית המימון פועלים 5 מרכזים. ב-2015 יוקמו 6 מרכזים חדשים שימומנו עד 2020. במודל הניו זילנדי המדינה ממנת את מרכזי המצוינות רק לתקופה מוגבלת (עד 5 שנים) כאשר המטרה היא התנתות תהליך מחקרי במימון עצמאי.

בחינת מרכזי המצוינות⁸⁵ שבוצעה בהזמנת משרד החינוך המקומי ב-2013, מצביעה על ההשפעה החיובית של המרכזים על איכות המחקר, מספר הפרסומים, שיתוף פעולה בין החוקרים בניו זילנד, גידול במספר סטודנטים לתארים גבוהים המועסקים בתחום המחקר וגם על יישומים של תוצאות המחקרים במשק הניו-זילנדי.

- תכנית דומה פועלת גם באוסטרליה בשם ARC⁸⁶. המרכזים הראשונים הוקמו ב-2005. ב-2014 החלה פעילותם של 12 מרכזים במימון כולל של כ-285 מיליון דולר אוסטרלי. היעדים שמנסה לקדם ממשלת אוסטרליה ע"י הפעלת מרכזי המצוינות הינם קידום מחקר, השבחת הון אנושי אקדמי אוסטרלי ועידוד שיתוף פעולה בין המוסדות האקדמיים.

- המחלקה לביטחון המולדת בארה"ב הקימה 12 מרכזי מצוינות העוסקים בנושאים שונים הקשורים לפעילותה. חוק ביטחון המולדת 2002 מציינ כי מטרת הקמתם "לייסד מערכת מותאמת ומבוססת מחקר אקדמי שתגביר את הביטחון הלאומי"⁸⁷.

- "יוזמת המצוינות" בגרמניה. ממשלת גרמניה כוננה מרכזי מצוינות במטרה לעודד מחקר מתקדם ולפתח אפשרויות מחקר לחוקרים צעירים מצטיינים. היוזמה נועדה לקדם את מעמדן של האוניברסיטאות הצבוריות בגרמניה שבתוקף החוק מוגבלות ביכולתן לקדם עצמן כמוסדות עילית. לתכנית מספר אפיקי פעילות: הקמת 40 בתי ספר ללימודים מתקדמים, במימון של מיליון אירו לשנה כ"א לחמש שנים, והקמת 30 קבוצות מצוינות המאגדות מספר אוניברסיטאות או מרכזי מחקר עם גופים עסקיים. כל קבוצת מצוינות ממומנת בהיקף של 6.5 מיליון אירו לשנה, לחמש שנים. האפיק החשוב הוא זה המגדיר 11 אוניברסיטאות נבחרות כמצטיינות. אוניברסיטאות אלה זוכות למימון מיוחד למשך חמש שנים. התכנית כולה תוקצבה ב 2.6 מיליארד אירו לחמש שנים.

⁸³ See " [Promoting Research Excellence](#)", OECD, 2014, p. 136

⁸⁴ See "Centres of Research Excellence" [homepage \(http://www.tec.govt.nz/Funding/Fund-finder/CoREs\)](http://www.tec.govt.nz/Funding/Fund-finder/CoREs)

⁸⁵ Warren Smart at all " [CoREs and effect](#)", New Zealand Government, 2013

⁸⁶ See "ARC Centres of Excellence" [homepage \(http://www.arc.gov.au/ncgp/ce/ce_default.htm\)](http://www.arc.gov.au/ncgp/ce/ce_default.htm)

⁸⁷ See The [Department of Homeland Security \(DHS\) Science & Technology Directorate \(S&T\) Centers of Excellence \(COE\) page \(http://www.dhs.gov/st-centers-excellence\)](http://www.dhs.gov/st-centers-excellence)

5.5.2. מרכזי מצוינות בישראל

מרכזי המצוינות בישראל הוקמו ב-2011 כדי לקדם מחקר מעמיק, פורץ דרך וחדשני בתחומים המוגדרים ע"י התוכנית, ליצירת מסה קריטית ולהעצים את היתרונות היחסיים בתחומי מחקר נבחרים במוסדות השונים. בנוסף אמורים מרכזים אלה לתת מענה ל"זליגת המוחות" ע"י יצירת מקומות עבודה לחוקרים הנמצאים כעת בחו"ל ועידוד שיתופי פעולה מחקרי בין האוניברסיטאות.

מרכזי המצוינות החלו את פעילותם בשני גלים, כאשר בכל גל נערכו מכרזים בין האוניברסיטאות על הקמת המרכזים וניהולם. היקף התמיכה הממשלתית הכולל (באמצעות ות"ת) לתקופה 2011-2018 נקבע ל-450 מיליון ש"ח, כאשר התמיכה השנתית משתנה משנה לשנה בהתאם לצורך ולהתפתחות המרכזים. בשנת 2011 היקף התמיכה בארבעת המרכזים הראשונים שהוקמו עמד על 30.7 מיליון שקלים. סכום זה גדל בכל שנה, בהתאם למספר המרכזים הפועלים. תמיכת הממשלה אמורה להוות 1/3 מכלל המימון. שליש נוסף משקיעות האוניברסיטאות שמשותפות בהקמת המרכזים והשליש הנותר, לפי התכנון המקורי, אמור להיות מגויס ממשקיעים חיצוניים.

במסגרת הגל הראשון, באוקטובר 2011 הוקמו 4 מרכזים. עוד 12 מרכזים הוקמו בגל השני, במאי 2013. סה"כ קיימים היום 16 מרכזים: 6 מרכזים המתמחים במחקר במדעי החיים והרפואה, 5 – במדעים מדויקים והנדסה, 3 - במדעי החברה והמשפטים ו-2 נוספים – במחקר במדעי הרוח. תוכנית הקמת עוד 14 מרכזים נוספים הוקפאה.

5.5.3. הישגים:

- עד מאי 2014 נקלטו במרכזי המצוינות כ- 60 חוקרים צעירים. חלק ניכר מהם עבד קודם בחו"ל.
- החל שיתוף פעולה עם מרכזי מחקר בקטלוגיה, פעילות משותפת עם Simons Institute for Computing at Berkeley ועם מספר גופים בארץ.

עד כה מרכזי המצוינות לא הצליחו לגייס הון חיצוני למימון פעילותם. תקציב ות"ת נטו בשנת 2013-14 לכלל התכנית עמד על 87.9 מיליון שקלים (סכום זה מהווה כאחוז אחד מסך תקציב ות"ת להשכלה הגבוהה באותה שנה)⁸⁸. נראה שתקציב בסדר גודל כזה אינו מאפשר יצירת מסה קריטית בתחומי המחקר השונים ובהתאם מקשה על השגת המטרות שהוגדרו. חוסר ההצלחה בגיוס משקיעים חיצוניים נראה אך הגיוני מכיוון שאף לא אחת ממטרות מרכזי המצוינות מתייחסת לקשר עם התעשייה. גם צוות וועדת ההיגוי של תכנית מרכזי המצוינות אינו כולל ולו נציג אחד של התעשייה.

⁸⁸ תקציב זה איננו כולל תקציב מטה של ות"ת לטובת ייזום וניהול התכנית.

5.6 סיכום

ממשלות רבות מעורבות בתהליכי מו"פ בארצותיהם במגוון של תכניות. בהשוואה לישראל בולטת מעורבותן באמצעות מכוני מחקר, אם בבעלות ישירה של הממשלה ואם כתאגידים עצמאיים שהוקמו וממומנים (לפחות חלקית) ע"י הממשלה (כאשר הבולט בהם הוא חברת Fraunhofer בגרמניה). ממשלת ישראל, לעומת זאת, פתחה מגוון רחב של תכניות הנועדו לתמוך בפעילות מו"פ עסקית. חלק מהתכניות מיועד לעידוד שת"פ בין האקדמיה לתעשייה, בפרט בשלבים מוקדמים של פיתוח יישום עסקי לתגלית או המצאה אקדמית.

תקציב אוניברסיטאות המחקר בישראל עומד על 12 מיליארד ₪. כמחציתו ממומנת ע"י הממשלה (באמצעות ות"ת). המקורות המחקריים הישירים אותם ניתן לזהות בנתונים תורמים כ – 10% מהתקציב. כ – 7% נובעים ממענקי מחקר של קרנות תחרותיות ו – 3% נוספים ממחקר מוזמן, כאשר קרוב למחציתו נובע מהזמנות חו"ל.

בשנים האחרונות נוסה בישראל מודל מרכזי המצויינות הקיים גם במדינות אחרות. לאור ההצלחה החלקית, במיוחד בכל הקשור לגיוס משאבים מגופים חיצוניים, הושעתה הרחבה מתוכננת של התכנית.

העיסוק בהתפתחויות אלה הוא נושא חדש, (National Research Council 2014b). רק עתה מתחילים לעסוק בהשלכותיהם של השילובים הרב-תחומיים על תפקוד האוניברסיטאות ועל אופי שיתוף הפעולה שלהן עם התעשייה. גם כאן כל ניסיון להעריך את השפעתם על אוניברסיטאות המחקר בישראל הוא ספקולטיבי ביותר.

על כל הגופים העוסקים במדיניות ההשכלה הגבוהה בישראל לעקוב אחר התפתחויות עתידיות אלה, וללמוד מהנעשה בתחומים אלה בחו"ל. במיוחד, ראוי שהמולמו"פ יקים צוות מעקב שיבחן את השלכותיהן של התפתחויות אלה על מיקומן של אוניברסיטאות המחקר במערך המו"פ הלאומי בישראל.

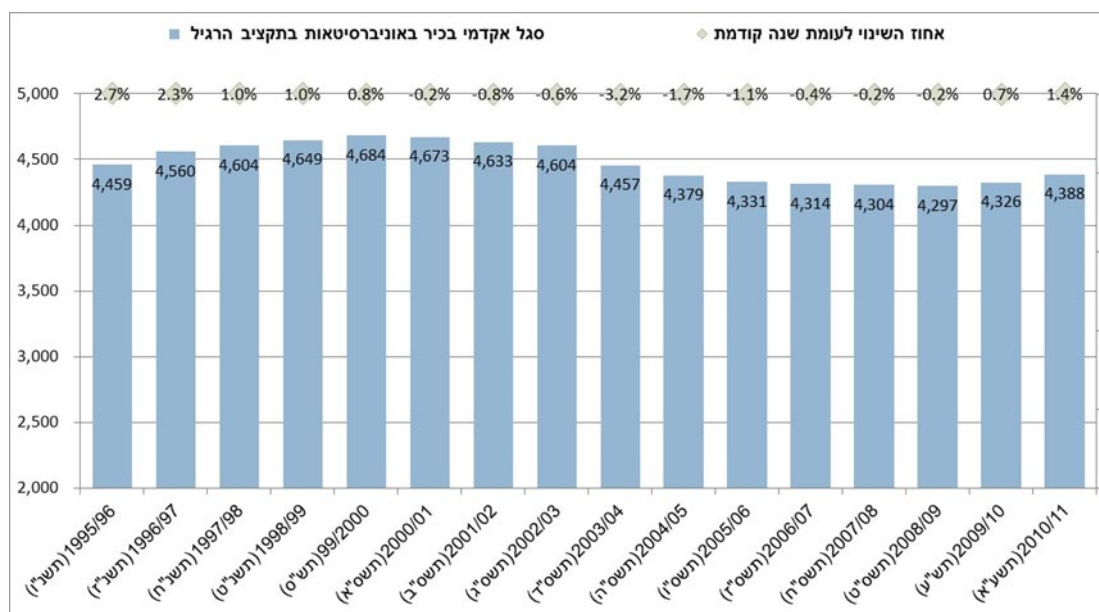
6. סגל ובוגרים באוניברסיטאות

6.1. סגל הוראה באוניברסיטאות

האיור הבא מציג את סך חברי הסגל האקדמי הבכיר באוניברסיטאות, משנת 1995/96 ועד שנת 2010/11 לפי שווי ערך של משרות שלמות (ממוצע חודשי).

בשנת הלימודים 2010/11 היו 4,388 משרות של סגל אקדמי בכיר. ניתן לראות שמשנת 1995/96 עד שנת 2010/11 לא חלו שינויים משמעותיים במספר הסגל האקדמי הבכיר בתקציב הרגיל באוניברסיטאות. מספר הסטודנטים באוניברסיטאות עלה בתקופה זו בכ-20%, תוך שמירה על יציבות בעשר השנים האחרונות.

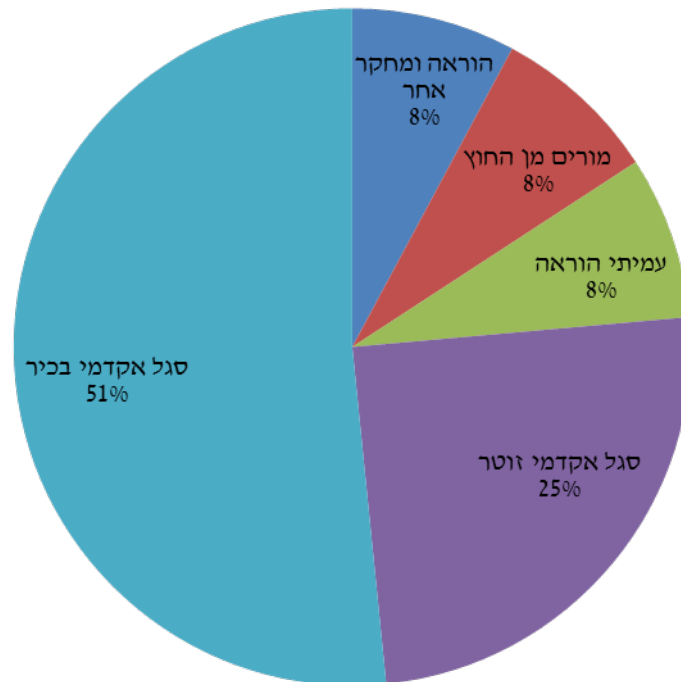
איור 6.1: סגל אקדמי בכיר באוניברסיטאות בתקציב הרגיל, לפי שווי ערך משרות שלמות, 2010/11-1995/96



מקור: גץ, ד' ואחרים. (2013). מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית (חוברת רביעית בסדרה). חיפה: מוסד שמואל נאמן

איור 6.2 מציג את הרכב סגל ההוראה באוניברסיטאות בשנת 2011/12. הרכב זה יציב על פני עשר השנים האחרונות, ומצביע על כך שכמחצית מטלות ההוראה מבוצעות ע"י תלמידי תארים מתקדמים או סגל שבדרך כלל אינו עוסק במחקר.

איור 6.2: הרכב סגל ההוראה באוניברסיטאות, 2011/12



מקור: סוגיית המורים מן החוץ במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, מרכז המידע של הכנסת, 2013

6.1.1. יחס סטודנטים לסגל:

הטבלה להלן מציגה את יחס הסטודנטים לסגל בישראל ובכמה מדינות נבחרות בעולם. כדי ליצור תאימות מקסימלית להגדרות האירופאיות (על פי נתוני Education at a Glance) חישבנו את היחס בישראל על פי מספר הסטודנטים הרשומים באוניברסיטאות (לכל התארים) ובמספר חברי הסגל כללנו את חברי הסגל הבכיר וגם את המורים מן החוץ ועמיתי ההוראה, (ללא תלמידי תארים מתקדמים – סגל זוטור). יש לציין שלפי חישובי ות"ת היחס בישראל התייצב בשנים האחרונות על כ-24 סטודנטים לחבר סגל. ההבדל מהחישוב בטבלה הבאה נובע כנראה מכך שות"ת מתייחסת לסגל בכיר בלבד, בעוד שחישובי UCU מתחשבים גם במרצים שאינם חברי סגל בכיר. למרות ההגדרה המורחבת של חברי הסגל, ישראל עדיין נמצאת מאחור ביחס סטודנטים-סגל לעומת המדינות המובאות כאן לצורך השוואה, והרבה מעל לממוצע ה-OECD.

לוח 6.1: יחס סטודנטים לסגל אקדמאי מורחב באוניברסיטאות

2009/10	2008/09	2007/08	2006/07	2005/06	2004/05	2003/04	2002/03	2001/02	
19.6	19.4	19.3	19.9	20.4	20.5	20.3	19.1	18.5	ישראל*
15.8	15.7	16.2	16.6	17.0	17.3	17.8	17.6	17.9	צרפת
11.6	11.9	11.5	12.1	12.4	12.2	12.7	12.5	12.6	גרמניה
n/a	10.1	10.4	10.6	10.8	11.0	11.0	11.0	11.2	יפן
18.5	16.5	16.9	17.6	16.4	18.2	17.8	18.2	18.3	בריטניה
16.2	15.3	15.0	15.1	15.1	15.7	15.8	15.2	17.1	ארה"ב
15.5	14.9	15.8	15.3	15.3	15.8	15.5	14.9	15.4	ממוצע OECD

מקור לנתונים עולמיים: University and College Union, UCU, London, מקור לנתונים ישראליים: מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל 2013 לקט נתונים, מיכל אופיר, מרכזת בתחום תכנון ומידע, הלמ"ס.
הסתייגויות: על פי מקור UCU, נתוני הסטודנטים מחושבים לפי FTE, ואילו בישראל נתוני הלמ"ס מתייחסים לסטודנטים רשומים במוסדות להשכלה גבוהה. הסטודנטים על פי מקור UCU כוללים סטודנטים במוסדות השכלה גבוהה מסוג B-A, כלומר גם סטודנטים במכללות ובמסלולי הכשרה מעשיים.
* הסגל המורחב בישראל כולל סגל בכיר, מורים מן החוץ ועמיתי ההוראה

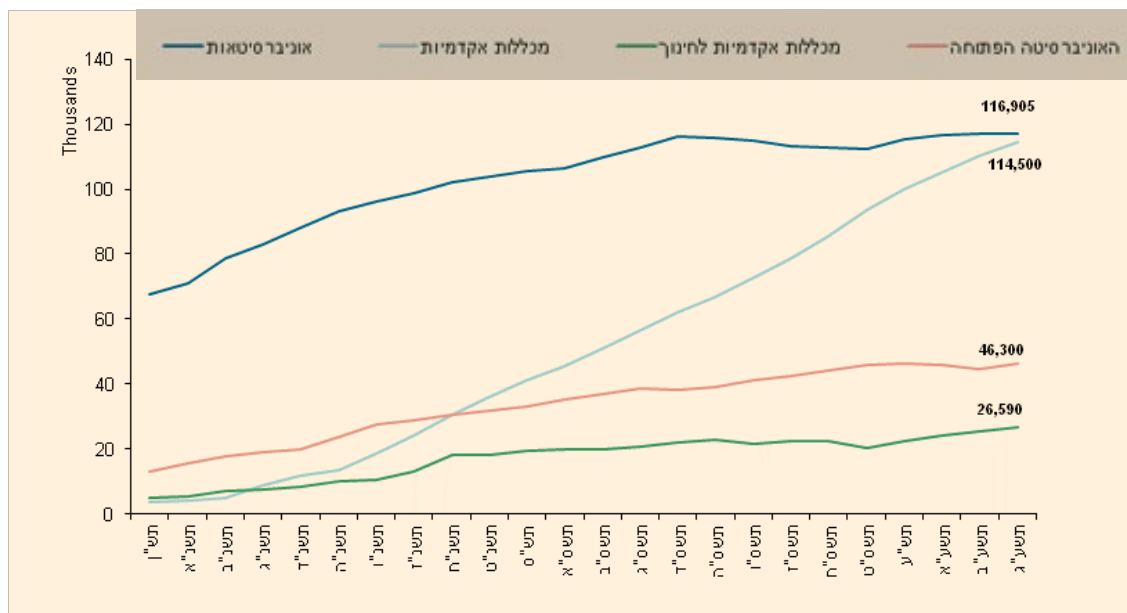
6.2. בוגרי האוניברסיטאות לפי תארים ותחומי לימוד מדעיים וטכנולוגיים

מדריך קנברה של ה-OECD, המשמש להגדרת כללים למדידת כוח אדם בתחומי המדע והטכנולוגיה, מגדיר שבעה תחומי לימוד הנוגעים למדע וטכנולוגיה: מדעי החיים, הנדסה, רפואה, חקלאות, מדעי החברה, מדעי הרוח ואחרים. חמשת הראשונים הם הגרעין של ההון האנושי במדע וטכנולוגיה. הפרסומים של ה-OECD ושל האיחוד האירופי מתייחסים לבוגרים בתחומי המדע וההנדסה (Science & Engineering) בלבד כמאגר ההון האנושי למו"פ. תחומים אלה כוללים: מדעי החיים, מדעים פסיקליים, מתמטיקה, סטטיסטיקה, מחשבים, הנדסה, תעשייה וניהול וארכיטקטורה ובינוי.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל ממינת את תחומי הלימוד במדע והנדסה לשתי קטגוריות: מתמטיקה ומדעי טבע (כולל מתמטיקה, סטטיסטיקה, מדעי המחשב, מדעים פסיקליים ומדעים ביולוגיים), והנדסה ואדריכלות. ההגדרות של ה-OECD ושל הלמ"ס דומות וניתן לבצע השוואה בינלאומית ברמה סבירה של ביטחון לגבי הנתונים.

יש לציין כי עד שנת תש"ן (1990) הייתה מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל מושתתת כמעט בלעדית על האוניברסיטאות. במהלך שנות התשעים חלה תמורה במערכת ההשכלה הגבוהה, כאשר למוסדות ההשכלה הגבוהה נוספו מכללות רבות שהגדילו את הנגישות להשכלה גבוהה לקבוצות חדשות באוכלוסייה. ניתן לראות שמספר הסטודנטים באוניברסיטאות המחקר איננו צומח באופן משמעותי לאורך השנים אך לעומת זאת במכללות הצמיחה היא משמעותית. עתה מספרם של הסטודנטים במכללות האקדמיות, באוניברסיטה הפתוחה ובמכללות האקדמיות לחינוך עולה על אלו של האוניברסיטאות.

איור 6.3: מספר הסטודנטים במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל



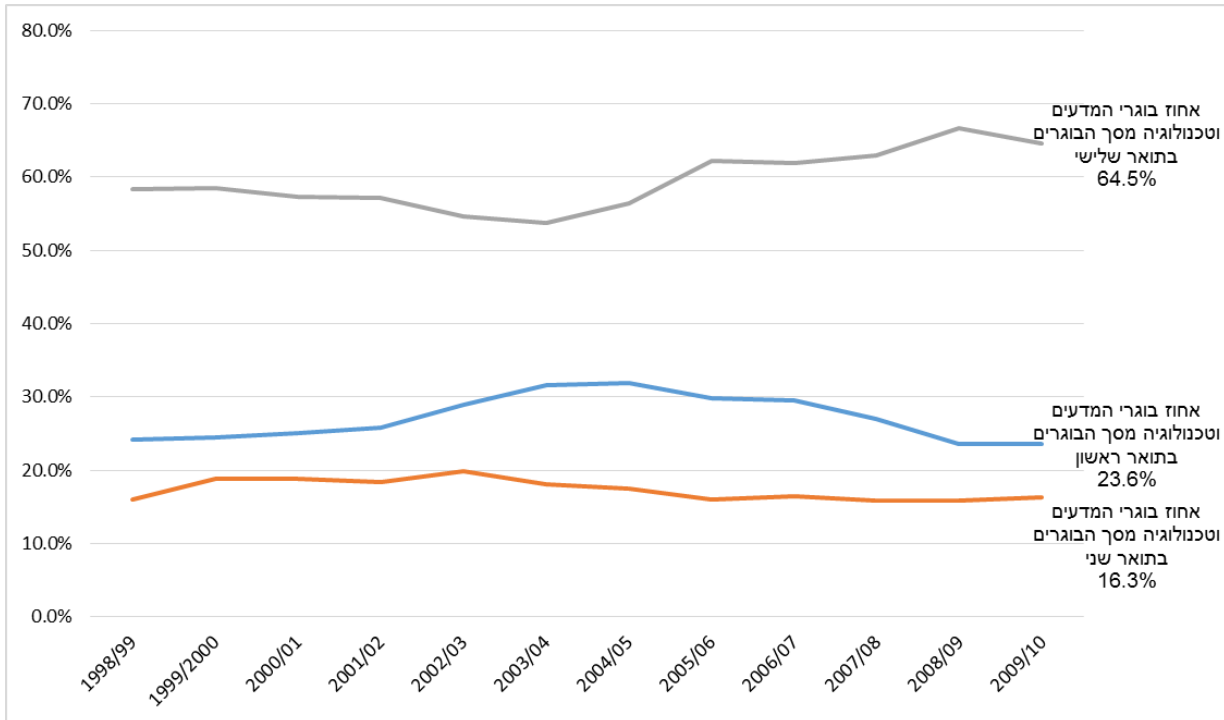
מקור: מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל 2013 לקט נתונים, הלמ"ס.

6.3. בוגרי מדע וטכנולוגיה מסך הבוגרים בשלושת התארים

לאורך העשור האחרון אחוז מקבלי התארים במדעים וטכנולוגיה מסך מקבלי התארים נשאר קבוע למדי בכל תואר ועמד על כ-24% בשנת 2009/10 בתואר ראשון, כ-16% בתואר שני, ו-65% עבור דוקטורנטים.

ניתן לראות כי מעטים ממשיכים לתואר שני במדעים וטכנולוגיה, אך בקרב מקבלי התואר השלישי, כשני שליש הם במדעים וטכנולוגיה.

איור 6.4: אחוז מסיימי מדע וטכנולוגיה (שלושת התארים) מסך מסיימי שלושת התארים בהשכלה הגבוהה בישראל



מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס, לוחות 4.8, 4.9 מדדי חינוך והשכלה להכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי בישראל תשנ"ח-תש"ע

לוח 6.2: מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי במוסדות להשכלה הגבוהה, לפי תחומים

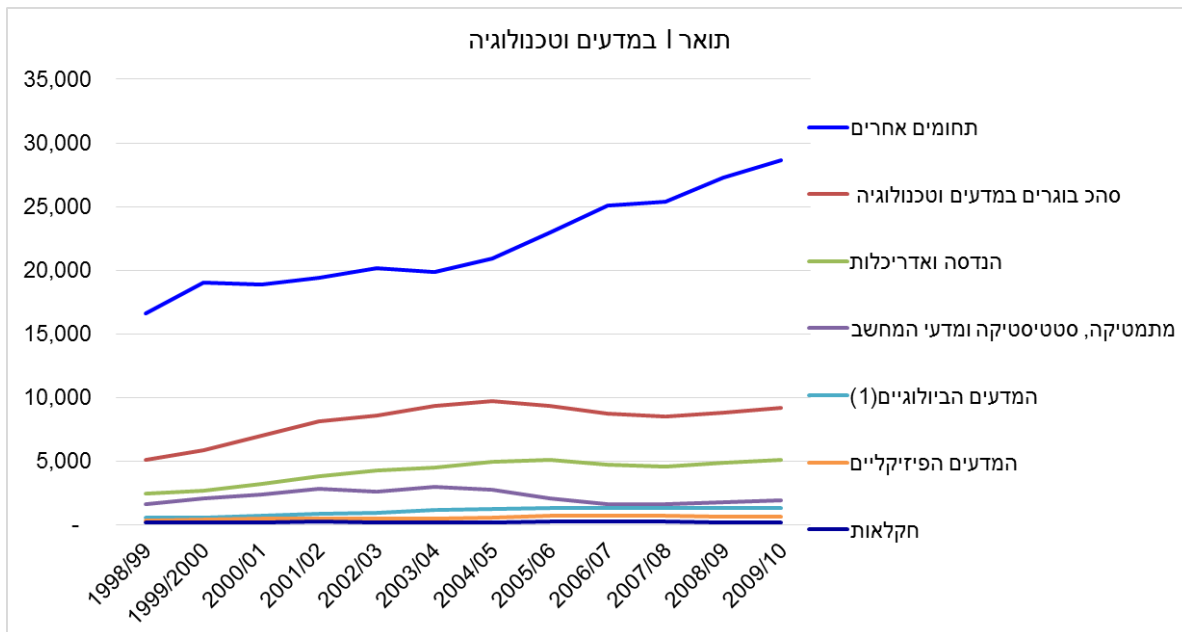
מדעים וטכנולוגיה כל התארים

שנה	בוגרי כל התארים בתחומים אחרים	סה"כ בוגרים במדעים וטכנולוגיה בכל התארים	מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב	המדעים הפיזיקליים	המדעים הביולוגיים (1)	חקלאות	הנדסה ואדריכלות
1998/99	22,862	6,744	1,828	608	1,122	265	2,921
1999/00	25,644	7,624	2,335	678	1,205	254	3,152
2000/01	25,610	8,721	2,660	770	1,364	277	3,650
2001/02	26,780	10,069	3,099	752	1,556	348	4,314
2002/03	28,711	10,728	2,937	843	1,784	300	4,864
2003/04	29,098	11,803	3,409	874	2,075	306	5,139
2004/05	30,969	12,444	3,149	1,009	2,242	318	5,726
2005/06	33,310	12,440	2,547	1,144	2,429	370	5,950
2006/07	36,465	11,877	2,178	1,213	2,530	388	5,568
2007/08	36,890	11,819	2,153	1,250	2,479	406	5,531
2008/09	38,884	12,200	2,298	1,165	2,510	312	5,915
2009/10	42,095	12,485	2,462	1,166	2,478	328	6,051

מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס, לוחות 4.8, 4.9 מדדי חינוך והשכלה להכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי בישראל תשנ"ח-תש"ע. (1) כולל לימודי רפואה ופרמקולוגיה במסלול של MA ו-PhD (לא כולל לימודים ל MD ו-DMD).

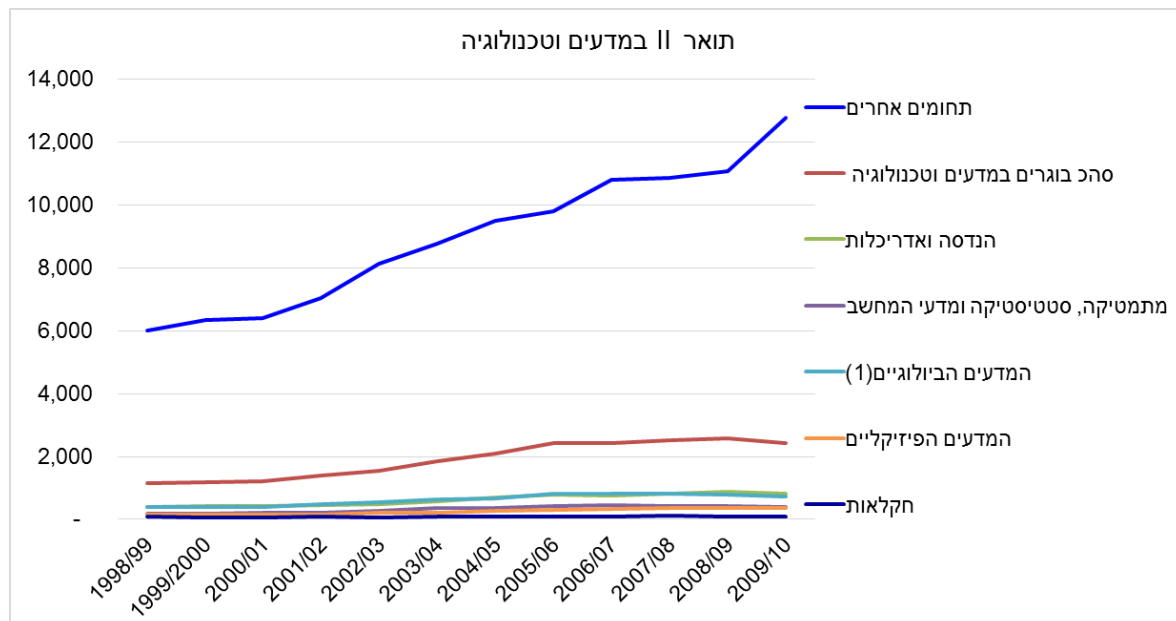
מאז 1998/99 כמעט הוכפל מספרם של מסיימי כל התארים, כולל במדעים וטכנולוגיה. בתוך מדעים וטכנולוגיה, רוב הבוגרים הם בתחום הנדסה ואדריכלות כאשר הגידול הגבוה ביותר הוא בתחום המדעים הביולוגיים. בתחום המתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב הצמיחה היתה הקטנה ביותר. חשוב לציין שאלו נתונים אודות כלל מערכת ההשכלה הגבוהה ולא רק בוגרי האוניברסיטאות.

איור 6.5: בוגרים במדעים וטכנולוגיה (תת קטגוריות) ושאר הבוגרים במוסדות להשכלה הגבוהה – תואר ראשון



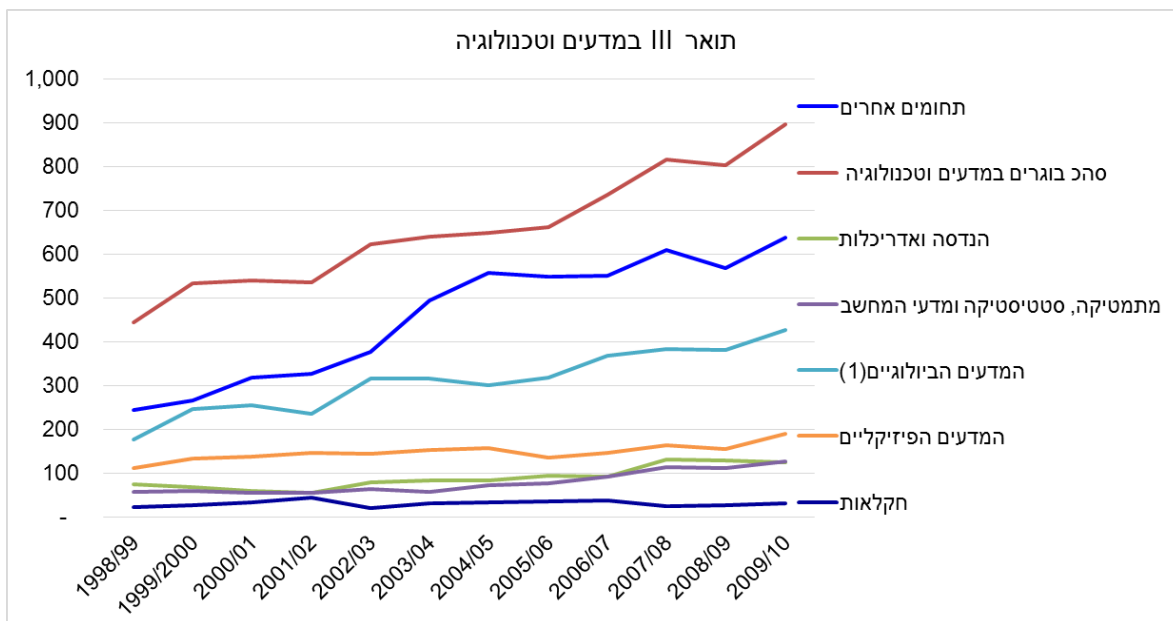
מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס, לוחות 4.9, 4.8 מדדי חינוך והשכלה להכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי בישראל תשנ"ח-תש"ע. (1) כולל לימודי רפואה ופרמקולוגיה במסלול של MA ו-PhD (לא כולל לימודים ל MD ו DMD).

איור 6.6: בוגרים במדעים וטכנולוגיה (תת קטגוריות) ושאר הבוגרים במוסדות להשכלה הגבוהה – תואר שני



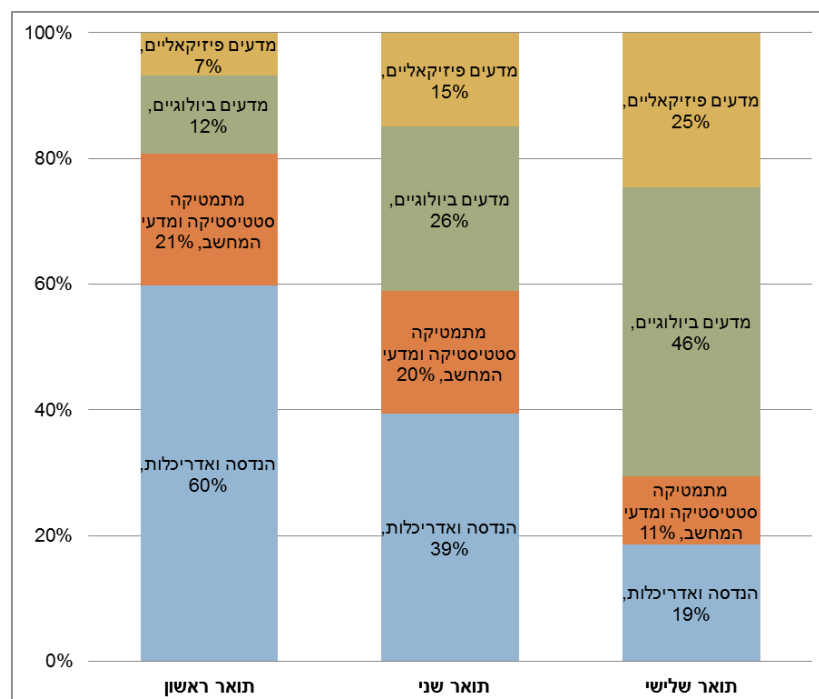
מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס, לוחות 4.9, 4.8 מדדי חינוך והשכלה להכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי בישראל תשנ"ח-תש"ע. (1) כולל לימודי רפואה ופרמקולוגיה במסלול של MA ו-PhD (לא כולל לימודים ל MD ו DMD).

איור 6.7: בוגרים במדעים וטכנולוגיה (תת קטגוריות) ושאר הבוגרים במוסדות להשכלה הגבוהה – תואר שלישי



מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס, לוחות 4.8, 4.9 מדדי חינוך והשכלה להכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי בישראל תשנ"ח-תש"ע. (1) כולל לימודי רפואה ופרמקולוגיה במסלול של MA ו-PhD (לא כולל לימודים ל MD ו DMD).

איור 6.8: התפלגות מקבלי תארים ממוסדות להשכלה גבוהה בישראל, בתחומי המדע וההנדסה, לפי תואר, 2010/11



מקור: גץ, ד' ואחרים. (2013). מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית, מוסד שמואל נאמן. איור 6.8 מבהיר את ההבדל בין ההתמחויות לפי תחומים בתארים השונים

6.4. חלקן של המכללות בהנדסה ומדעי המחשב

לוחות 6.3 – 6.6 מתארים את מצב מסיימי שלושת התארים באוניברסיטאות ובמכללות על פני השנים האחרונות במדעי המחשב סטטיסטיקה ומתמטיקה⁸⁹, הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, מחשבים, תקשורת

⁸⁹ בתואר הראשון כוללים הנתונים בוגרים בכשלושת התחומים. בשאר התארים מדובר במדעי המחשב בלבד. לשם הנוחות מכאן ואילך נשתמש במינוח "מדעי המחשב".

ותוכנה, הנדסה ביו רפואית הנדסת ביוטכנולוגיה ומזון. ניתן לראות כי חלקן של המכללות בתחומי ההנדסות ומדעי המחשב גדל בשנים האחרונות בצורה משמעותית. יתכן שמגמה זאת משקפת את הביקוש של התעשייה לאנשי מקצוע בעלי הכשרה יישומית בתחומים אלה.

על פי נתוני הלמ"ס קטן מספר הבוגרים במדעי המחשב באוניברסיטאות באופן משמעותי בעשור האחרון. במכללות האקדמיות מסתמנת מגמה דומה. בהנדסת חשמל המכללות כמעט הכפילו את מספר הבוגרים שלהם, אך לעומתן האוניברסיטאות הגדילו רק בכ 23% את מספר בוגריהן. בהנדסת ביוטכנולוגיה ומזון מספר בוגרי התואר הראשון גדל ב 76% באוניברסיטאות, אך במכללות הוא גדל יותר מפי שלושה בעשור האחרון. גם פה משתקף הביקוש לבוגרים ואת תגובת המכללות לביקוש זה.

למרות הדומיננטיות ההולכת וגדלה של המכללות בהכשרת סטודנטים בהנדסות הנסקרות להלן, בשנת הלימודים 2013-14 כמחצית מהבוגרים בתחומי הנדסה הינם בוגרי אוניברסיטאות, לעומת רק 34% מכלל אוכלוסיית הסטודנטים אשר לומדים באוניברסיטאות. (66% לומדים במכללות, ות"ת 2013).

לפי מודל תקצוב האוניברסיטאות, קובעת ות"ת מכסות סטודנטים עבורם מקבלות האוניברסיטאות השתתפות בשכר הלימוד. יש להניח שהקפאת מספר הסטודנטים באוניברסיטאות בתחומי הנדסה משקף את מדיניות ות"ת, אך יתכן גם שהקשחת תנאי הקבלה בתחומי לימוד אלה תרם להתחזקותן של המכללות.

לוח 6.3: בוגרים במדעי המחשב*

תשע"ב	תשע"א	תש"ע	תשס"ט	תשס"ח	תשס"ז	תשס"ו	תשס"ה	תשס"ד	תשס"ג	תשס"ב	
1136	1190	1186	1142	1204	1215	1429	1648	1669	1805	1782	אוניברסיטאות תואר ראשון
913	754	630	527	364	408	595	973	1193	1047	981	מכללות אקדמיות תואר ראשון
2049	1944	1816	1669	1568	1623	2024	2621	2862	2852	2763	סה"כ מקבלי תואר ראשון
219	232	215	241	254	276	221	201	234	160	152	תואר שני
63	61	86	81	75	61	45	55	30	37	31	תואר שלישי

מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס, * מספר מקבלי תואר ראשון כולל את הסטודנטים למתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב.

לוח 6.4: בוגרים בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה, מחשבים, תקשורת ותוכנה

תשע"ב	תשע"א	תש"ע	תשס"ט	תשס"ח	תשס"ז	תשס"ו	תשס"ה	תשס"ד	תשס"ג	תשס"ב	
1165	1075	1049	950	905	989	1083	997	989	1015	948	אוניברסיטאות תואר ראשון
1134	1085	1168	1086	943	982	1296	1393	1129	992	686	מכללות אקדמיות תואר ראשון
2299	2160	2217	2036	1848	1971	2379	2390	2118	2007	1634	סה"כ מקבלי תארים
243	244	199	242	256	218	204	197	133	114	126	תואר שני
37	39	32	31	38	30	28	22	23	19	17	תואר שלישי

מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס, .

לוח 6.5: בוגרים הנדסה ביו רפואית

תשע"ב	תשע"א	תש"ע	תשס"ט	תשס"ח	תשס"ז	תשס"ו	תשס"ה	תשס"ד	תשס"ג	תשס"ב	
116	153	142	140	129	138	144	29	21	0	0	אוניברסיטאות תואר ראשון
19	31	24	19	22	8	0	0	0	0	0	מכללות אקדמיות תואר ראשון
135	184	166	159	151	146	144	29	21	0	0	סה"כ מקבלי תארים
63	56	59	40	50	57	66	54	45	31	20	תואר שני
9	19	5	7	10	2	5	7	6	5	6	תואר שלישי

מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס,

לוח 6.6: בוגרים בהנדסת ביוטכנולוגיה ומזון

תשע"ב	תשע"א	תש"ע	תשס"ט	תשס"ח	תשס"ז	תשס"ו	תשס"ה	תשס"ד	תשס"ג	תשס"ב	
92	135	131	140	136	154	127	152	122	56	52	אוניברסיטאות תואר ראשון
116	137	150	131	140	107	96	103	68	59	35	מכללות אקדמיות תואר ראשון
208	272	281	271	276	261	223	255	190	115	87	סה"כ מקבלי תארים
19	29	27	48	27	21	34	24	7	16	9	תואר שני
8	10	13	14	8	2	5	11	5	4	4	תואר שלישי

מקור: עיבוד מוסד נאמן לנתוני הלמ"ס,

6.5. סיכום

מספר חברי האקדמי הבכיר באוניברסיטאות לא השתנה במשך למעלה מעשור, ורק בשנתיים האחרונות חל בו גידול. מספר הסטודנטים באוניברסיטאות המחקר (בכל התארים) התייצב על כ-120,000. יחס סטודנטים-סגל (כולל מורים נספחים) גם הוא יציב בעשור האחרון ועומד על כ-20, לעומת כ-16 בממוצע ב-OECD, (אך שם מדובר במספר סטודנטים שווי ערך זמן מלא). חברי הסגל הבכיר מספקים כ-50% משרותי ההוראה באוניברסיטאות המחקר. שאר שרותי ההוראה מסופקים ע"י עוזרי הוראה ומורים נספחים שבדרך כלל אינם עוסקים במחקר. עפ"י נתונים אלה, מודל האחדות בין הוראה ומחקר מיושם רק באופן חלקי באוניברסיטאות המחקר.

בעשור האחרון גדל מאד מספר הסטודנטים בתחומי מדעי טבע ומתמטיקה ובתחום ההנדסה והאדריכלות. מספר הלומדים במכללות בתחומי הנדסה ואדריכלות עמד על כ-18,000 לעומת כ-15,000 באוניברסיטאות בשנה האקדמית 2011/12. במדעי הטבע והמתמטיקה מספר הסטודנטים היווה כשליש מהמספר הכולל: במכללות 11,273 באוניברסיטאות 6,539 באותה שנה (לוח 8.55 שנתון מסי' 64 2013).

בתחומי ה-ICT מסתמנות שתי מגמות. מעבר סטודנטים מהתחומים בעלי הגוון התאורטי של מדעי מחשב ומתמטיקה לתחומים הישומיים יותר של הנדסות הקשורות ב-ICT. המגמה השנייה היא עליה משמעותית בהכשרת בעלי מקצועות הנדסה בתחומי ה-ICT במכללות. יתכן שמגמות אלה משקפות את הצורך הגובר בהכשרה מעשית בתחומי ה-ICT.

7. תפוקות מחקר: פרסומים

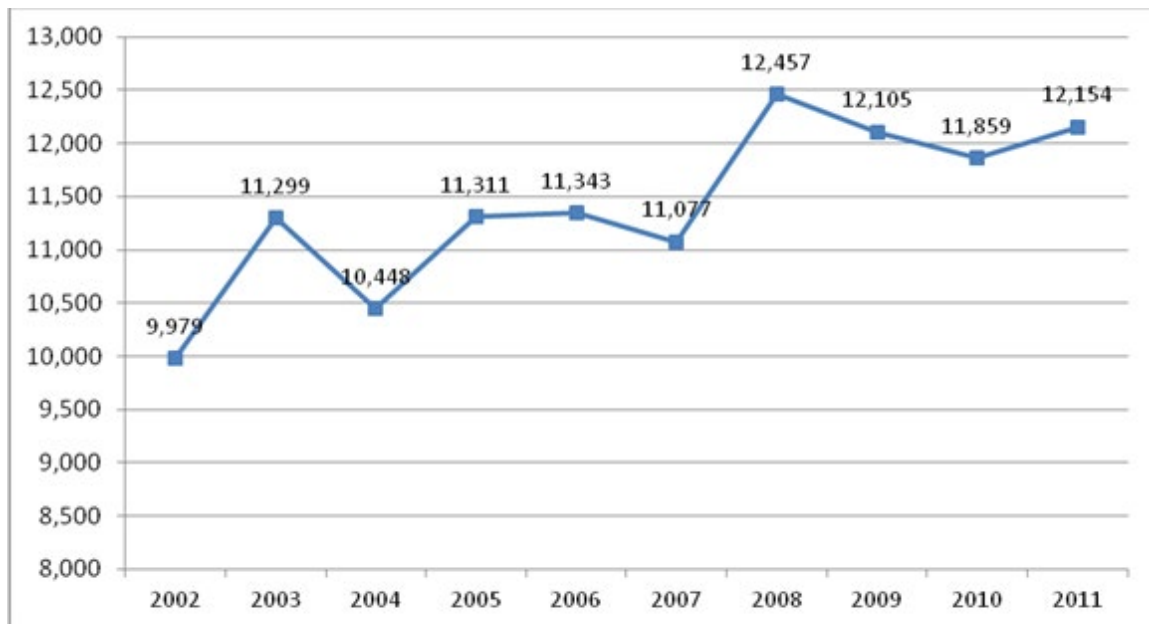
פרק זה מדווח על פרסומים מדעיים כמדד לתפוקות אקדמאית, לאור העובדה שרובם הגדול של המאמרים נובע מהסקטור האקדמאי (בשונה מתפוקות אחרות כגון פטנטים). בנוסף, המדד הינו אחיד

ברמה בינלאומית וניתן ללמוד על ביצועי ישראל ביחס לעולם, בתחומי מחקר שונים ועל פני זמן. לא מצאנו לנכון להשוות פרסומים מדעיים של חוקרים ישראלים עם אלה של חוקרים מאוניברסיטאות מובילות בארצות אחרות. בפרט, על פי הגדרה אוניברסיטאות מובילות מזוהות על פי מספר הפרסומים שלהן ואיכותם, כך שהשוואה כזאת הייתה נגועה במידה מסוימת של טאוטולוגיה.

7.1. מספר כולל של פרסומים מדעיים

הפרסומים הנכללים במאגר Thomson Reuters מסווגים ל-22 תחומי מחקר ראשיים, על פי תוכנם. בפרק זה מוצגים מספר הפרסומים הישראלים בתחומי המחקר השונים, שיעורם מכלל פרסומי ישראל ואיכותם, כפי שבאה לידי ביטוי במדד הציטוטים, בהשוואה בינלאומית. פרסום ישראלי מוגדר לצורך עבודה זו כפרסום אשר כתובת המוסד של חוקר אחד או יותר מבין מחבריו הינה כתובת ישראלית. איור 7.1 מתווה את מספר הפרסומים של ישראל בעשור האחרון (בכל התחומים⁹⁰). בתקופה זו לא ניכרו שינויים משמעותיים במספר הפרסומים ובשנים האחרונות אף ניכרת מגמת ירידה או רוויה, עם שיפור קל בשנת 2011.⁹¹

איור 7.1: מספר פרסומים בישראל על פני השנים 2002 - 2011



עיבוד של מוסד שמואל נאמן לנתוני Thomson Reuters

המקור: גץ, ד' ואחרים. (2013), תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2011-1990

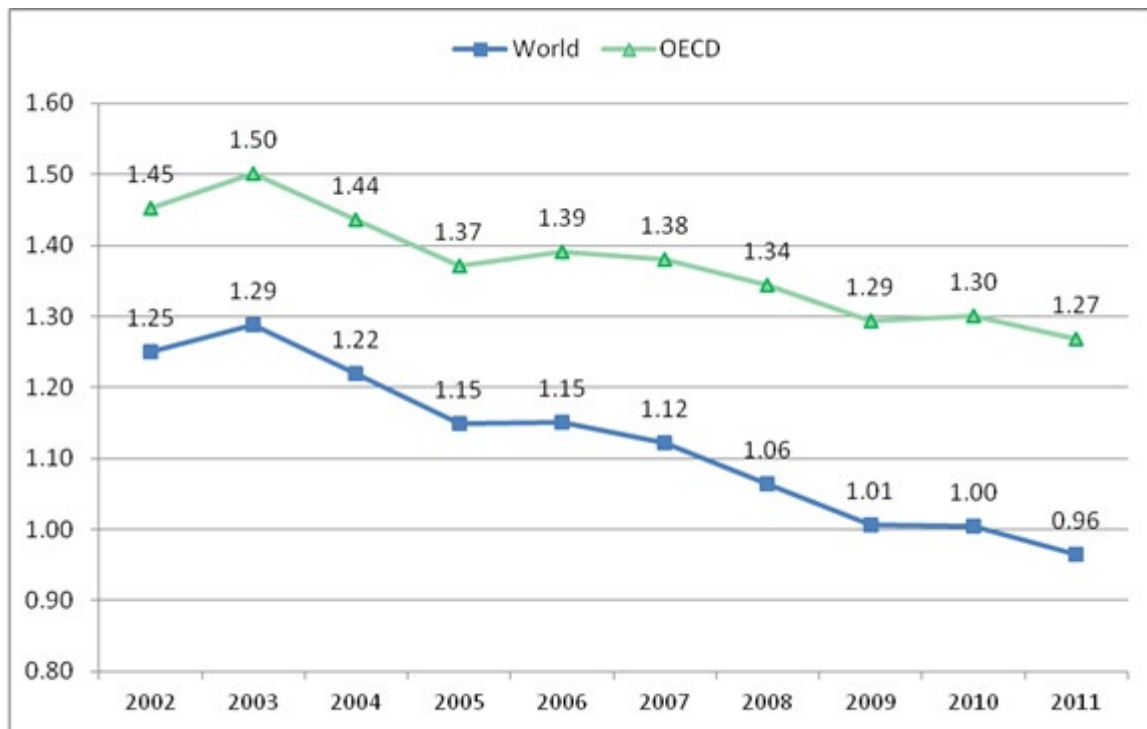
התרומה היחסית של ישראל לפרסומי העולם נמצאת במגמת ירידה מזה מספר שנים: בשנת 2002 שיעור הפרסומים הישראלים מכלל פרסומי העולם עמד על 1.3%, בשנת 2010 - 1.0% מפרסומי העולם, בשנת 2011 שיעור זה עמד על כאחוז בלבד. יש לזכור שתרומת הפרסומים של ישראל למדע עדיין גבוהה בהשוואה למספר התושבים בישראל שמהווים כ-0.1% בלבד מאוכלוסיית העולם. תרומת איכות המחקר הישראלי, כפי שיוצג בהמשך, גבוהה במדדים שונים ביחס לעולם.

⁹⁰ סך פרסומי ישראל והמדינות בפרק זה כוללים את כלל הפרסומים שסווגו לתתי תחומים על ידי Thomson Reuters. באופן חישוב זה יתכן שפרסום יופיע בכמה תתי-נושאים ובהתאם יספר יותר מפעם אחת.

⁹¹ ראה "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית", "מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון, על פי מדדים כמותיים", מוסד שמואל נאמן, 2011

יש לציין שמגמת הירידה בתפוקה היחסית של הפרסומים מאפיינת את כלל מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (OECD) המונה כיום 34 מדינות מפותחות, ראה איור 3.2. לאורך שנות השמונים והתשעים, פרסומי מדינות ה-OECD היו למעלה מ-85% מפרסומי העולם. בשנים האחרונות, לאור הגידול במספר הפרסומים שמקורם במדינות המתפתחות, ניכרת מגמה ברורה של ירידה בשיעור הפרסומים של מדינות ה-OECD מפרסומי העולם (87% בשנת 2001 לעומת 76% בשנת 2011). כזכור, ישראל הצטרפה לארגון בשנת 2010.

איור 7.2: שיעור הפרסומים של ישראל מכלל פרסומי העולם ומכלל פרסומי ה-OECD, 2002 – 2011

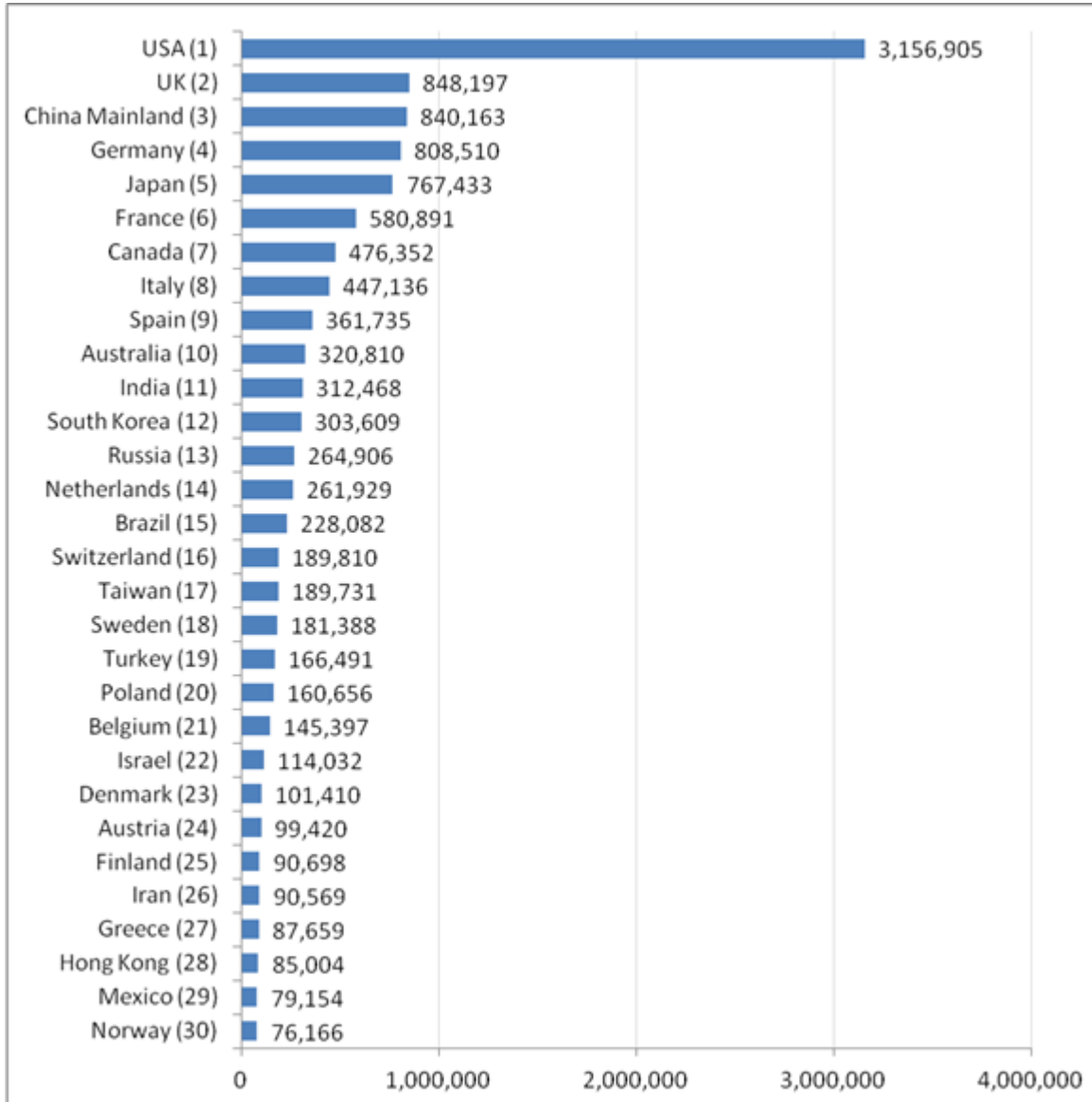


עיבוד של מוסד שמואל נאמן לנתוני Thomson Reuters

המקור: גץ, ד' ואחרים. (2013), תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 1990-2011

באיור 7.3 מוצגים סך הפרסומים המדעיים של המדינות המובילות בעולם בתקופה בת עשר שנים (2002-2011). ניתן לראות כי בין המדינות המובילות במספר פרסומים נמצאות כמה מדינות מהמזרח הרחוק שהתחזקו בתקופה הנדונה, כמו למשל סין, הודו, דרום קוריאה, טיוואן, וכן ברזיל, טורקיה, המדרגות בשנת 2011 במקום גבוה מישראל. נתוני 2011 מציגים את המשך מגמת הירידה של ישראל במדד זה.

איור 7.3: סך כל מספר הפרסומים לשנים 2011-2002 לפי מדינות



המקור: גץ, ד' ואחרים. (2013), תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2011-1990

לוח 7.1 : אחוז הפרסומים בתחומי מחקר שונים, מתוך סך הפרסומים העולמיים בין השנים 2013 - 2003

תחום מחקר	יחס הפרסומים בישראל מנורמל לעולם בתחום מסוים	יחס הפרסומים בתחום בעולם מתוך סך הפרסומים בעולם	יחס הפרסומים בתחום בישראל מתוך סך הפרסומים בישראל	פרסומים עולמיים	פרסומים בישראל
Clinic. Medicine	1.1	21.0%	23.8%	2,263,797	27,176
Physics	1.3	9.0%	11.9%	969,167	13,561
Chemistry	0.6	11.8%	7.6%	1,273,683	8,624
Engineering	0.8	8.5%	6.6%	919,038	7,486
Biol. & Biochem.	1.1	5.3%	5.6%	565,717	6,419
Social Sciences	1.1	4.9%	5.4%	530,760	6,160
Mathematics	1.7	2.7%	4.6%	291,067	5,278
Psychiat./Psychol.	1.7	2.5%	4.1%	266,124	4,729
Plant & Animal Sci.	0.8	5.4%	4.1%	582,200	4,693
Computer Science	1.5	2.7%	4.0%	286,841	4,616
Neurosci. & Behav.	1.4	2.9%	4.0%	311,421	4,530
Mol. Biol. & Genet.	1.3	2.8%	3.7%	303,060	4,214
Materials Science	0.5	4.7%	2.2%	509,542	2,521
Environ./Ecology	0.7	2.8%	2.1%	305,214	2,348
Geosciences	0.6	2.9%	1.8%	312,400	2,046
Econ. & Business	1.0	1.7%	1.7%	187,982	1,973
Space Science	1.4	1.2%	1.6%	127,185	1,817
Immunology	1.2	1.2%	1.5%	128,309	1,659
Microbiology	0.9	1.7%	1.4%	180,941	1,624
Pharma. & Toxic.	0.6	1.9%	1.2%	206,774	1,325
Agric. Sciences	0.5	2.2%	1.0%	231,589	1,157
Multidisciplinary	1.1	0.2%	0.2%	17,933	215

המקור קירש (2013), הערכת התפתחות המחקר באוניברסיטאות ישראל על פי מדדים כמותיים. נתוני 2013 חלקיים.

לוח 7.1 מתאר את התפלגות מספרי הפרסומים בישראל ובעולם לפי תחומי ידע. הנתונים מתייחסים לשנים 2013 – 2003 ומראים כי שבעת התחומים המובילים בישראל באחוז הפרסומים שלה בעולם הם מתמטיקה, פסיכיאטריה/ פסיכולוגיה, מדעי המחשב, חקר החלל, פיסיקה, מדעי המח וההתנהגות, ומדעי החיים.

וביולוגיה מולקולרית וגנטיקה. ניתן לראות בטבלה כי בתחומי מחקר אלו שעור הפרסומים בישראל
בנרמול לעולם, גבוה בערך פי אחד וחצי משעורם בכלל הפרסומים בעולם (קירש, 2013).

בהשוואה על פני זמן בין התקופות 2005 – 2001 ו 2010 – 2006 בכל התחומים פרט לאחד (מדעי החלל),
ירדה תרומתה של ישראל לפרסומים העולמיים. הירידות החדות ביותר: מדעי החקלאות (כ-34%); מדעי
החי והצומח (כ-27%); הנדסה (כ-19%); כימיה (כ-18%); מדעי הסביבה/אקולוגיה (כ-17%); פיזיקה (כ-
17%); מתמטיקה (כ-16%); כלכלה ומנהל עסקים (כ-16%); רפואה קלינית (כ-16%) (גץ, 2013).

7.2 מספר פרסומים לנפש

לוח 7.2 מציג את מספר הפרסומים לנפש בישראל בתחומים השונים בשנים 1990, 2000, 2005, ו- 2011.
בשנים אלה אוכלוסיית ישראל גדלה באופן משמעותי, מ- 4.86 עבור ב- 6.29, 6.93 וכלה ב- 7.84 מיליון
בתקופה האחרונה.

לוח 7.2 : מספר הפרסומים לנפש (למאה אלף איש) בישראל לפי תחומים

201 1	200 5	200 0	199 0	FIELD
35.7	38.1	38.5	32.8	Clinical Medicine
17.2	19.6	19.8	15.2	Physics
11.1	12.8	12.6	11.1	Chemistry
9.9	10.6	10.4	8.4	Engineering
9.0	7.2	6.1	6.0	Social Sciences, general
8.0	9.7	8.9	11.5	Biology & Biochemistry
7.8	6.9	7.4	6.5	Mathematics
7.2	6.0	5.3	5.6	Psychiatry/Psychology
5.8	5.8	5.2	4.1	Molecular Biology & Genetics
5.6	6.2	4.9	4.3	Neuroscience & Behavior
5.6	6.9	8.0	9.7	Plant & Animal Science
5.0	8.2	4.5	3.5	Computer Science
3.6	3.8	3.8	2.7	Materials Science
3.3	3.0	3.4	2.6	Environment/Ecology
3.1	2.7	2.3	2.4	Geosciences
2.6	2.3	2.2	1.4	Space Science
2.5	2.4	2.4	3.5	Economics & Business
1.8	2.4	2.5	3.2	Immunology
1.8	2.1	1.6	2.5	Microbiology
1.7	1.7	1.9	1.7	Agricultural Sciences
1.7	1.5	2.0	1.7	Pharmacology & Toxicology

המקור: גץ ואחרים, (2013), תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2011-1990

ככלל מצביע לוח 7.2 על יציבות מפתיעה למרות הגידול החד במספר התושבים. עם זאת, ההשוואה בין
שנת 2000 לעומת 1990, תקופת העלייה ההמונית ממדינות ברה"מ, מצביעה על גידול מספר הפרסומים
לנפש ב-14 תחומים. בשלושה תחומים ניכרת עליה רצופה בכל השנים שנבדקו: ביולוגיה מולקולרית

וגנטיקה, מדעי החברה ומדעי החלל. לעומתם, ניכרת ירידה רצופה בכל השנים שנבדקו בתחומי האימונולוגיה ומדעי החי והצומח. בשנת 2011 ירד מספר הפרסומים לנפש ב-11 תחומים (מתוך 21 תחומים הראשיים שנבדקו) לעומת שנת 2005.

למרות היציבות המקומית במספר הפרסומים לנפש, ביחס לעולם חלה ירידה. בשנת 2011 ישראל נמצאה במקום ה-13 במדרג המדינות במספר הפרסומים לנפש, בעוד שבמשך שנים רבות ישראל הייתה מבין המדינות המובילות במדד זה: בשנת 1991 היתה ישראל במקום הראשון בעולם. בכל אחת מהשנים 1992 עד 1995 ישראל נמצאה במקום השני ומשנת 1996 ועד 2003 ישראל נמצאה במקום השלישי. ירידה ניכרת החלה בשנים 2004-2006 – אז דורגה ישראל במקום 5, בשנת 2007 מקום 6, בשנת 2008 מקום 8, בשנת 2009 נמצאה ישראל במקום העשירי, ב-2010 ירדה למקום 11 וב-2011, כאמור, במקום ה-13.

7.3 פילוג פרסומים על פי תחומי מחקר

לוח 7.3 מציג את שיעורי הפרסומים הישראליים מכלל הפרסומים הישראליים על פי תחומים על פני שלוש תקופות.

לוח 7.3: התפלגות פרסומים על פי תחומי מחקר בישראל בתקופות 2001 – 1997, 2006 – 2002, 2011 – 2007.

תחום מחקר	% מכלל הפרסומים הישראליים, 2001-1997	% מכלל הפרסומים הישראליים, 2006-2002	% מכלל הפרסומים הישראליים, 2011-2007
Clinical Medicine	23.0	23.5	23.1
Physics	13.0	12.0	11.4
Chemistry	8.0	7.8	7.2
Engineering	7.2	6.7	6.4
Social Sciences, general	4.0	4.3	5.8
Biology & Biochemistry	6.2	6.1	5.4
Mathematics	4.7	4.4	4.7
Psychiatry/Psychology	3.4	3.6	4.3
Neuroscience & Behavior	3.6	3.8	3.9
Plant & Animal Science	5.4	4.4	3.9
Molecular Biology & Genetics	3.3	3.4	3.7
Computer Science	2.9	4.7	3.4
Materials Science	2.6	2.1	2.3
Environment/Ecology	1.8	1.9	2.0
Geosciences	1.5	1.7	1.8
Economics & Business	1.6	1.6	1.8
Space Science	1.2	1.4	1.5
Immunology	1.6	1.6	1.4
Microbiology	1.2	1.4	1.4
Pharmacology & Toxicology	1.0	1.0	1.2
Agricultural Sciences	1.0	1.0	1.0

המקור: גץ ואחרים, (2013), תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 1990-2011.

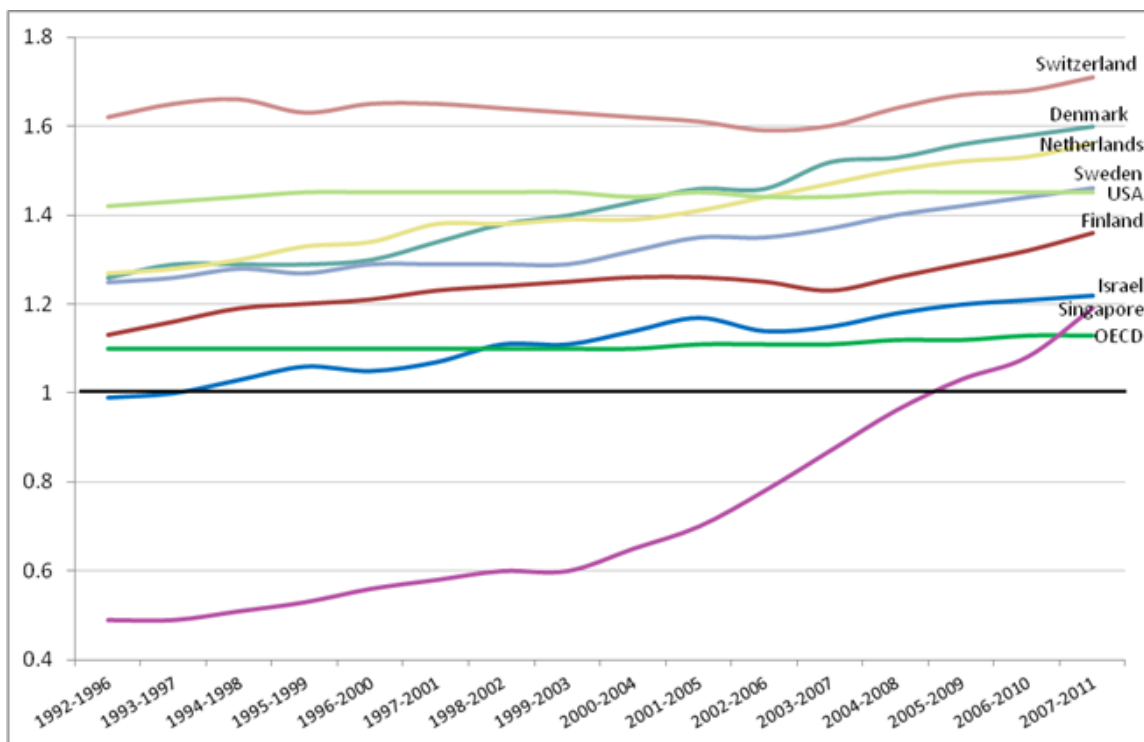
התחום בעל שכיחות הפרסומים הגבוהה ביותר בשנים אלו הוא הרפואה הקלינית - קרוב לרבע מהפרסומים הישראלים. מצב זה דומה לאורך כל התקופות שנבדקו. אחריו נמצאת הפיזיקה, בו חלה ירידה של כנקודת אחוז וחצי מאז 1997-2001. במקום השלישי נמצאת הכימיה, וגם בו חלה מגמה של ירידה בתקופות האחרונות.

התחומים בהם חלה עליה מתמדת בשכיחות הפרסומים היחסית הם: מדעי החלל, מדעי הסביבה, מדעי כדור הארץ, מיקרוביולוגיה, ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה, מדעי המוח, פסיכולוגיה/פסיכיאטריה ומדעי החברה. התחומים בהם חלה ירידה מתמדת הם: ביולוגיה וביוכימיה, כימיה, אימונולוגיה, פיזיקה, הנדסה ומדעי החי והצומח. בבדיקת התפלגויות התחומים בין ישראל והעולם מצאנו כי ההתפלגות המוצגת בלוח 7.3 דומה מאוד להתפלגות תחומי המחקר העולמיים. וכי קיים מתאם גבוה (0.9) ביניהם. עובדה זו מצביעה על הקשר ההדוק בין המחקר האקדמי בישראל ותחומי המחקר העולמי.

7.4. ציטוטים

איכות המחקר נמדדת על ידי מספר הציטוטים הממוצע לפרסום המחושב מתוך כלל הציטוטים שנצברו בכל תקופה בתחום, בתקופה נתונה. כדי לנטרל תרבויות ציטוטים שונות בין התחומים השונים נהוג לנרמל את מספר הציטוטים הממוצע לפרסום של המדינה אותה בודקים לממוצע הציטוטים לפרסום בעולם באותו תחום. איור 7.4 מציג את מספר הציטוטים המנורמלים הממוצע במדינות שונות על פני זמן. ניתן לראות באיור כי החל ממחצית שנות התשעים, ממוצע הציטוטים לפרסום של ישראל גבוה מממוצע הציטוטים לפרסום בעולם, ומתחילת שנות האלפיים גם גבוה מממוצע הציטוטים לפרסום של מדינות ה-OECD. במרבית התקופות מדד זה של ישראל היה במגמת עליה, אם כי בחלק מהמדינות שנבדקו ניכרת עליה גדולה עוד יותר.

איור 7.4 : ממוצע ציטוטים לפרסום, ישראל, OECD, ומדינות מובילות ביחס לממוצע העולמי, 1992-2011



המקור: גץ ואחרים, (2013), תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2011-1990

בלוח 7.4 ניתן לראות כי בשנים 2007-2011 ממוצע הציטוטים לפרסום ישראלי בתחום מדעי החומרים היה גבוה ב-59% מהממוצע העולמי וב-31% ממוצע מדינות ה-OECD. במדעי החלל הממוצע היה גבוה ב-53% מהממוצע העולמי וב-37% ממדינות ה-OECD. בתחומי הסביבה/אקולוגיה, מדעי המחשב, מתמטיקה ומדעי החברה ממוצע הציטוטים לפרסום נמוך מהממוצע העולמי. ביחס לממוצע מדינות ה-OECD, ישראל נמצאת מתחת לממוצע בשמונה תחומים.

לוח 7.4 : ממוצע הציטוטים לפרסום ישראלי ביחס לממוצע העולמי ולממוצע מדינות ה-OECD, לפי תחומים

תחום	2007-2011	2007-2011	2002-2006	2002-2006
	ממוצע הציטוטים לפרסום ביחס לממוצע העולמי	ממוצע הציטוטים לפרסום ביחס לממוצע ה-OECD	ממוצע הציטוטים לפרסום ביחס לממוצע העולמי	ממוצע הציטוטים לפרסום ביחס לממוצע ה-OECD
Materials Science	1.6	1.3	1.7	1.4
Space Science	1.5	1.4	1.6	1.4
Plant & Animal Science	1.5	1.3	1.4	1.2
Physics	1.4	1.2	1.5	1.3
Geosciences	1.3	1.1	1.2	1.0
Agricultural Sciences	1.3	1.1	1.4	1.3
Molecular Biology & Genetics	1.3	1.2	1.2	1.1
Chemistry	1.3	1.1	1.4	1.1
Microbiology	1.3	1.1	1.0	0.9
Biology & Biochemistry	1.2	1.1	1.1	1.0
Pharmacology & Toxicology	1.2	1.0	1.2	1.2
Clinical Medicine	1.1	1.0	0.9	0.9
Economics & Business	1.1	1.1	1.1	1.0
Immunology	1.1	1.0	0.9	0.8
Neuroscience & Behavior	1.1	1.0	1.0	1.0
Engineering	1.0	1.0	1.2	1.1
Psychiatry/Psychology	1.0	1.0	0.9	0.9
Environment/Ecology	1.0	0.9	1.0	0.9
Computer Science	1.0	0.9	1.7	1.6
Mathematics	1.0	0.9	1.1	1.0
Social Sciences, general	0.9	0.9	0.7	0.7

המקור: גץ ואחרים, (2013), תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2011-1990

מאגר הפרסומים המצוטטים ביותר של חברת תומסון רויטרס נשען על נתוני מאגר הציטוטים ESI (Essential Science Indicators). המאגר כלל בין 2001 ל-2011 כ-100,000 פרסומים ב-22 תחומי מדע שונים שהם המצוטטים ביותר. מאמרים שנכנסו לדירוג עברו סף חסימה של 1% מהמאמרים המצוטטים ביותר בכל תחום ושנה. מתוך הפרסומים הללו 1,592 היו פרסומים מישראל, שהם 1.6%⁹² התחומים בהם

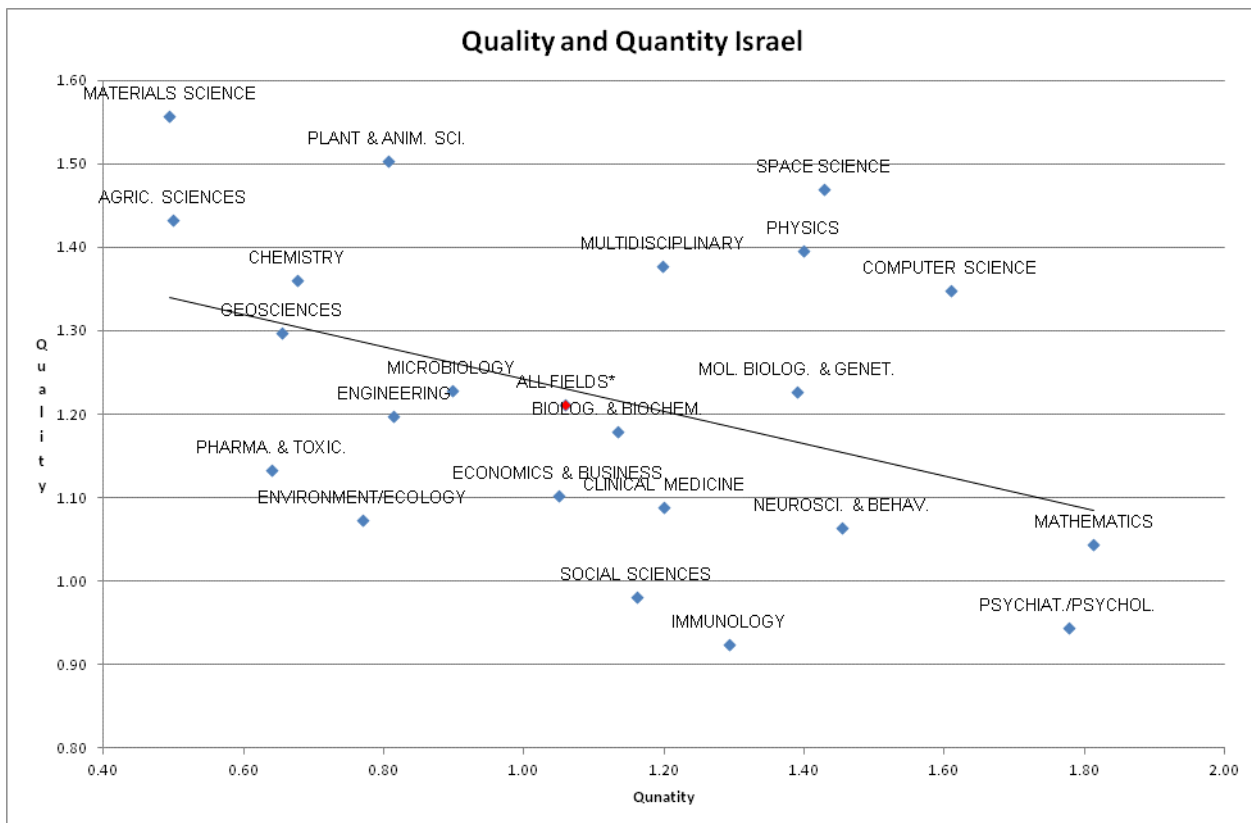
⁹² הנתונים עובדו ממאגר הפרסומים המצוטטים ביותר של תומסון רויטרס, המכיל את הפרסומים המצוטטים ביותר בכל שנה, בכל אחד מהשטחים הראשיים, לאורך תקופה בת כ-10 שנים (החל מינואר 2001). הפרסומים הנכללים עברו סף גבוה של ציטוטים, הנקבע עבור כל תחום בכל שנה בנפרד. המאגר כולל מאמרים מכתבי עת (articles), סקירות (reviews), הערות

חלקה של ישראל במאגר הפרסומים המצוטטים הוא הגדול ביותר הם מדעי החלל (3.8% מהפרסומים המצוינים בתחום); ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה (2.6%) ומדעי המחשב (2.5%).

7.5. איכות המאמרים וכמותם

לבסוף, אנו מנסים לעמוד על הקשר בין כמות הפרסומים לאיכותם. באיור 3.6 אנו מציגים את הקשר בין כמות הפרסומים הישראלים בתחומים השונים ביחס לעולם, למספר הציטוטים ביחס לעולם בשנים 2013 – 2003. הנירמולים מנטרלים את ההבדלים הקיימים בין תחומי מחקר שונים בכל הקשור לתרבות הפרסום והציטוט. הציר האופקי מייצג את כמות הפרסומים בתחום בישראל יחסית למספר הפרסומים העולמי בתחום. הציר האנכי מייצג את מספר הציטוטים למאמר ישראלי יחסית למספר הציטוטים הממוצע העולמי למאמר באותו תחום. יתכן שהמגמה השלילית המצטיירת משקפת את מערך התמרוץ האקדמי בתוך האוניברסיטאות, המדגיש את מספר הפרסומים של החוקר ומתקשה להעריך את איכותם.

איור 7.5: הקשר בין איכות וכמות הפרסומים, בתחומי מחקר שונים בישראל



המקור: עיבוד נתוני קירש (2013), הערכת התפתחות המחקר באוניברסיטאות ישראל על פי מדדים כמותיים

7.6. תחומי מחקר "חמים"

ההנחה הבסיסית בעולם המדע היא שפרסומים שחוקרים נוטים לצטט במחקריהם קשורים באופן ישיר או עקיף לתחום מחקרם. חברת תומסון רויטרס פיתחה תוכנה פשוטה זו לכדי שיטה שמטרתה להתחקות אחר התפתחות כיווני מחקר בולטים ומשמעותיים, באמצעות זיהוי קבוצות של פרסומים המצוטטים

(notes) וכן מאמרים מכנסים (proceedings). נכללים כתבי עת ומקורות אחרים המכוסים על ידי מאגרי המידע של תומסון רויטרס. הפרסומים מסווגים לשטחים בהתאם לתחומים אליהם סווגו כתבי העת (כל כתב עת מסווג לשטח אחד בלבד). פרסום המשוך למדינה הוא פרסום בו מופיעה המדינה בפרטי כתובת של מחבר אחד לפחות מכלל כתובות המחברים של הפרסום

לעתים קרובות יחדיו. כשקבוצת פרסומים שכזו חוצה סף מסוים של ציטוטים בפרק זמן מוגדר, מגדירה החברה את התחום ככזה הנמצא "בחזית המחקר". ניתוח הקשרים בין המצטטים עשוי לחשוף נושאים רב תחומיים, המעניינים חוקרים מתחומים שונים (למשל, מתמטיקה, מדעי המחשב והנדסה), וייתכן כי בעתיד יתגבשו לכדי תחום מחקר בפני עצמו.

בדו"ח של תומסון רויטרס, שפורסם באפריל 2013, מפורטים 100 תחומים שהוגדרו כ"חזית המחקר" בעשרה תחומים רחבים של המדעים ומדעי החברה. בדו"ח מובא ניתוח – ברמת החוקר הבודד, הפרסום, המוסד והמדינה – של התחום הבולט ביותר בכל אחד מעשרת תחומי מחקר אלה ומפורטות בו חמש המדינות שהיו שותפות למרבית הפרסומים המהווים את ליבת התחום ולמרבית הפרסומים המצטטים אותם, וכן המוסדות שהיו שותפים לכתיבת פרסומים אלה (פרסומי הליבה והפרסומים המצטטים אותם).

בתחום החקלאות ומדעי החי והצומח, לדוגמה, נמצא כי השפעת שינויי האקלים על יבולי מזון זוהתה כתחום החם ביותר מבין התחומים שבחזית המחקר (עם 32 פרסומים המהווים את ליבת התחום, 1,537 ציטוטים, השנה הממוצעת של הפרסומים היא 2010).

יש לציין שלפחות לאחרונה ישראל אינה מדורגת ולו גם פעם אחת בכל התחומים החמים שזוהו ונותחו בדו"ח.

7.7. סיכום

בפרק זה הצגנו את תפוקות המחקר והפיתוח בישראל הבאות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים. נעזרנו במקורות ביבליומטריים כדי לאפיין את הישגי המדינה בתחומי מחקר שונים בהשוואה בינלאומית על פני מספר שנים. הצגנו נתוני כמות ונתוני איכות המוגדרים על פי מספר הציטוטים של המאמרים הישראליים כמדדים לתפוקות מו"פ המאפיין בעיקר את האקדמיה.

הממצאים מראים כי מספר הפרסומים של ישראל בשני העשורים האחרונים נמצא במגמת עליה, ותרומת הפרסומים של ישראל למדע עדיין גבוהה בהשוואה למספר התושבים בישראל. עם זאת, חלקם של הפרסומים הישראליים בסך הפרסומים העולמיים קטן עם השנים. חשוב לציין כי מגמת הירידה מאפיינת את כלל מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (OECD) הנובעת מעליית תרומתן של המדינות המתפתחות.

במדד איכות המחקר – הנמדד על ידי מספר הציטוטים הממוצע לפרסום – נמצא כי איכות המחקר הישראלי גבוהה במדדים שונים ביחס לעולם, אך מצאנו גם כי הכמות נוטה לבוא על חשבון האיכות במחקר בישראל. ישראל ממוקמת בעשיריה הראשונה ביחס למדינות ה-OECD בממוצע הציטוטים לפרסום בתחומים: מדעי החלל, מדעי החומר, ביולוגיה וביוכימיה, מדעי החי והצומח, כלכלה ועסקים, כימיה, ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה ומתוך 21 תחומי מחקר, ממוצע הציטוטים לפרסום בישראל גבוה מממוצע ה-OECD ב-14 תחומים.

במדד המצוינות – המבוסס על הדירוג של רויטרס על פי נתוני מאגר הציטוטים (ESI Essential Science Indicators) בין 2011 – 2001 מתוך סך המאמרים המצוטטים ביותר שעברו סף חסימה של 1% בכל תחום ושנה, 1,592 היו פרסומים מישראל, שהם 1.6%.

ההישגים הנאים מועמים מעט לאור העובדה שלפחות בשנים האחרונות ישראל אינה מדורגת ולו גם פעם אחת בכל "התחומים החמים" שזוהו ונותחו בדו"ח.

8. מדדים לתפוקות האוניברסיטאות: פטנטים

כאמור במבוא, האוניברסיטאות בישראל היו משוחררות זמן רב מלחצים ציבוריים בהכוונת תחומי המחקר. למרות שהמיון בא ממקורות ציבוריים בדרך כלל האוניברסיטאות לא נדרשו להפיק תוצרי מחקר "רלוונטיים". מצב זה השתנה לפני כשני עשורים. עקב הפחתת התקציבים הציבוריים החלו האוניברסיטאות לחפש מקורות מימון חליפיים. במקביל צמחה בישראל תעשיית טכנולוגית העילית, שיצרה ביקושים לתוצרי מחקר. התפתחויות אלה יצרו תמריצים, הן ברמה המוסדית והן ברמה האישית, למסחר ידע. אחת הדרכים לעשות זאת היא רישום פטנטים. הסקירה להלן מתעדת את מגמתה של פעילות זאת על פני זמן, ומשווה בין התחומים בהם נרשמו פטנטים אוניברסיטאיים לאלה של הסקטור העסקי בסקטורים השונים.

הפרק זה סוקר את פעילותן של האוניברסיטאות הישראליות ברישום פטנטים בהשוואה בינלאומית. מדינות הייחוס שנבחרו הן שוויצריה, בלגיה, הולנד וקוריאה שנבחרו כיון שהן בינוניות בגדלן. בחלק הראשון של הפרק מובאים נתונים על רישומי פטנטים של הסקטור האוניברסיטאי ביחס לכלל רישומי הפטנטים בכל אחת מהמדינות הללו (ובנוסף גם בארה"ב). הנתונים מצביעים על כך שהיקף פעילות היחסית של האוניברסיטאות בישראל בכל הקשור לרישום פטנטים גבוה משמעותית מהמקובל בעולם.

החלק השני בוחן את תחומי הפעילות של האוניברסיטאות ברישום פטנטים בישראל ובכל אחת ממדינות הייחוס ביחס לתחומי הפעילות של הסקטור העסקי. חלק זה מצביע על עלייה משמעותית במתאם בין פעילות הסקטור העסקי ופעילות האוניברסיטאות בישראל שחלה בעשור האחרון. עם זאת, המתאם המתקבל בישראל עדין נמוך מזה הקיים בשוויצריה, ובמיוחד בקוריאה. לבסוף נעשה ניסיון לבדוק את הדינמיקה של ההשפעה ההדדית בין רישום הפטנטים של האוניברסיטאות ושל הסקטור העסקי בישראל על פי תחומי הפעילות הכלכלית.

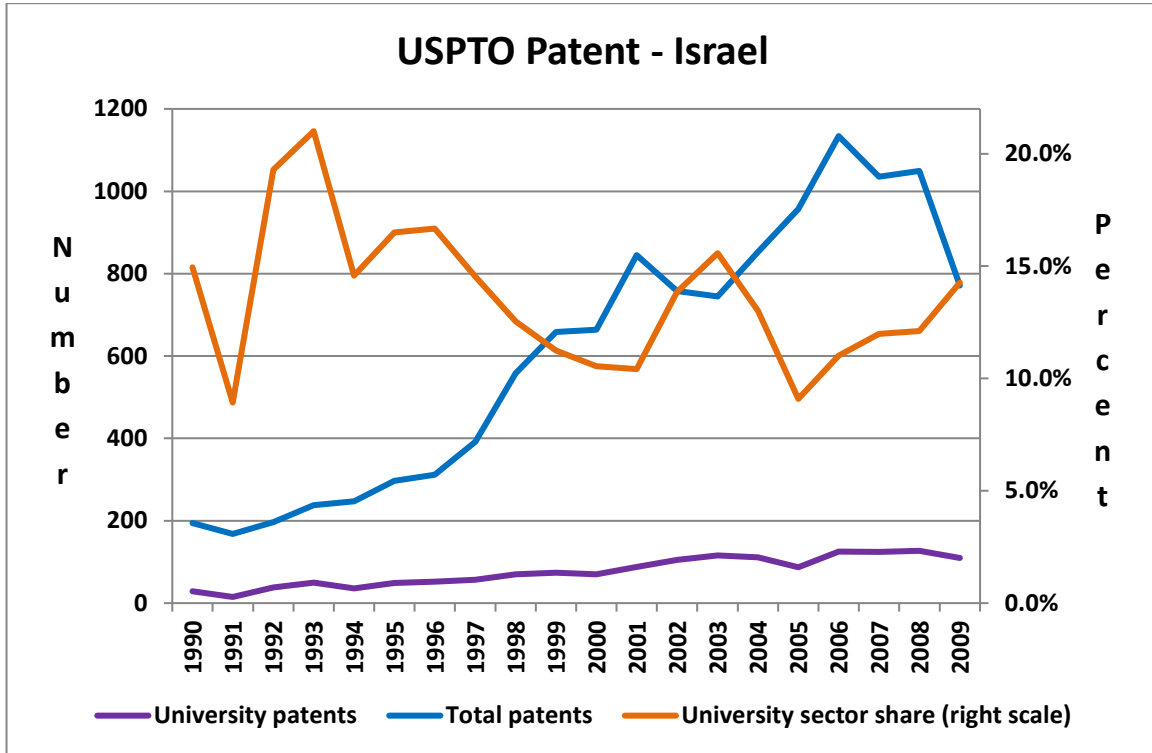
8.1 היקף הפעילות

נתוני ה-PATSTAT מאפשרים לזהות את לאומיותם של מגישי פטנטים לרישום ואת שיוכם המוסדי. בהתאם נאספו נתונים הולמים על בקשות לרישום פטנטים של ישראל, שוויצריה, בלגיה, הולנד וקוריאה על פי קריטריוני הזיהוי הנ"ל.

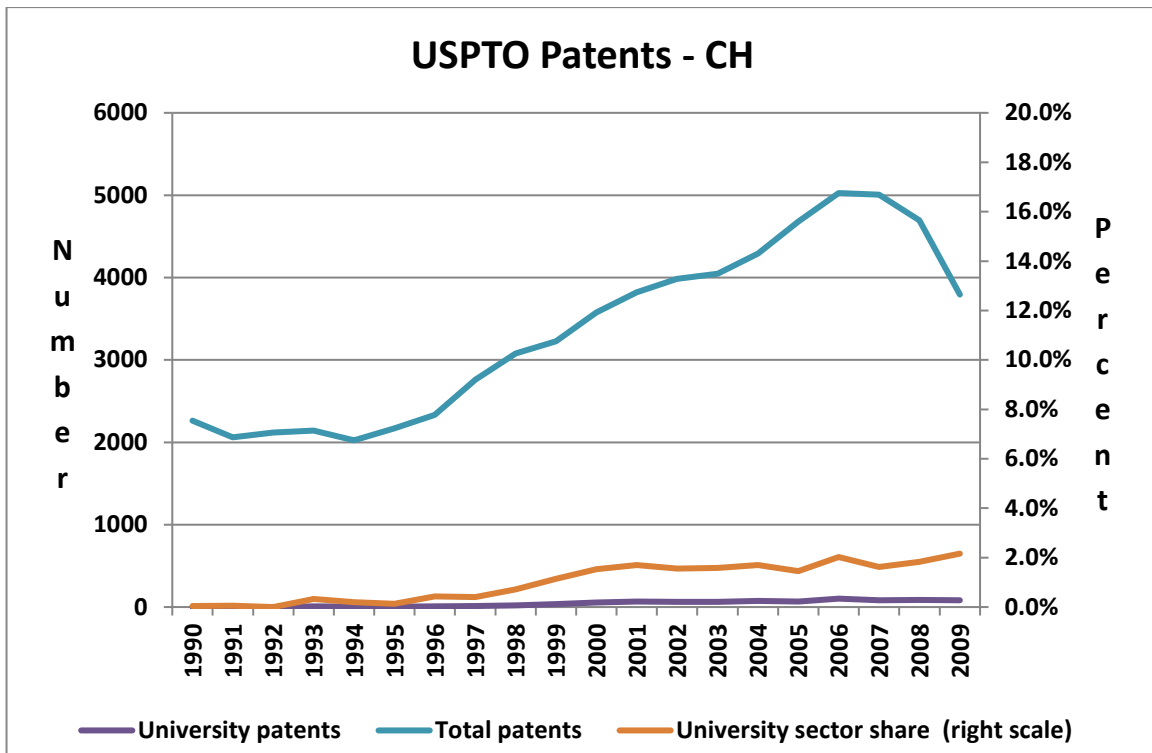
האיורים הבאים מתייחסים לפטנטים שאושרו במשרד רישום הפטנטים בארה"ב, ה-USPTO. בנוסף למספר הפטנטים האוניברסיטאיים ביחס לכלל הפטנטים במדינות ההשוואה, ערכנו גם בדיקה של הפרישה הענפית של פטנטים באוניברסיטאות הישראליות ובמגזר העסקי ב-USPTO ובמקבילו האירופאי, ה-EPO, ונמצא מתאם כמעט מושלם בין נתוני הפטנטים בשני המשרדים.

האיורים הבאים כוללים עבור כל אחת מהמדינות את סך הפטנטים של המדינה הנסקרת ב-USPTO, הפטנטים בהם המגיש הראשי הוא אוניברסיטה, ואת שיעור הבקשות האוניברסיטאיות מתוך כלל הבקשות עבור השנים 1991-2009. איור 8.1 מציג את נתונה של ישראל, איור 8.2 מתייחס לשוויצריה, איור 8.3 לבלגיה, איור 8.4 להולנד ואיור 8.5 לקוריאה.

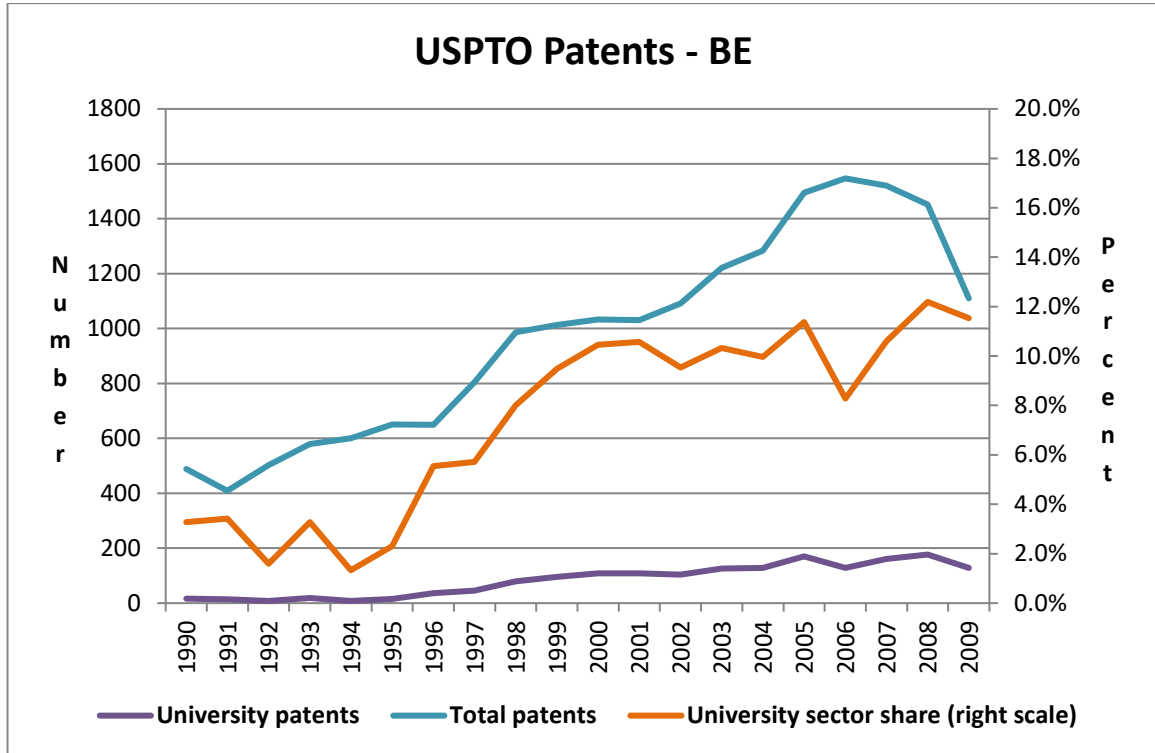
איור 8.1: פטנטים של ישראל



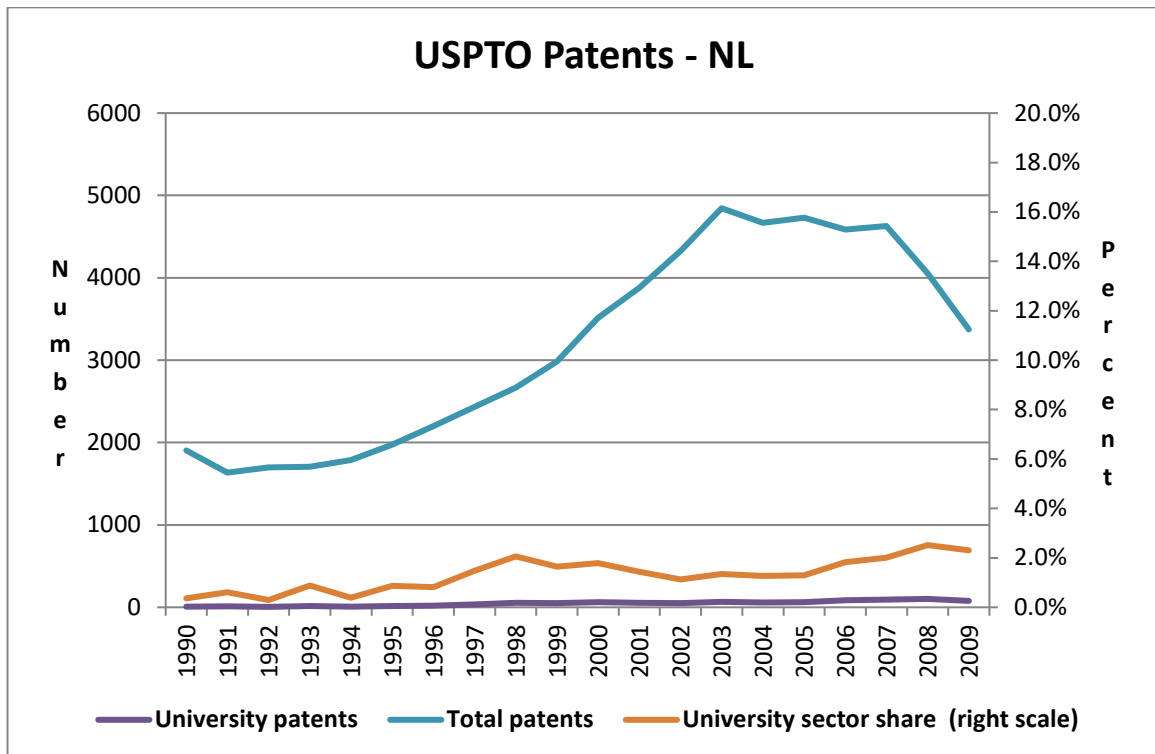
איור 8.2: פטנטים של שווייץ



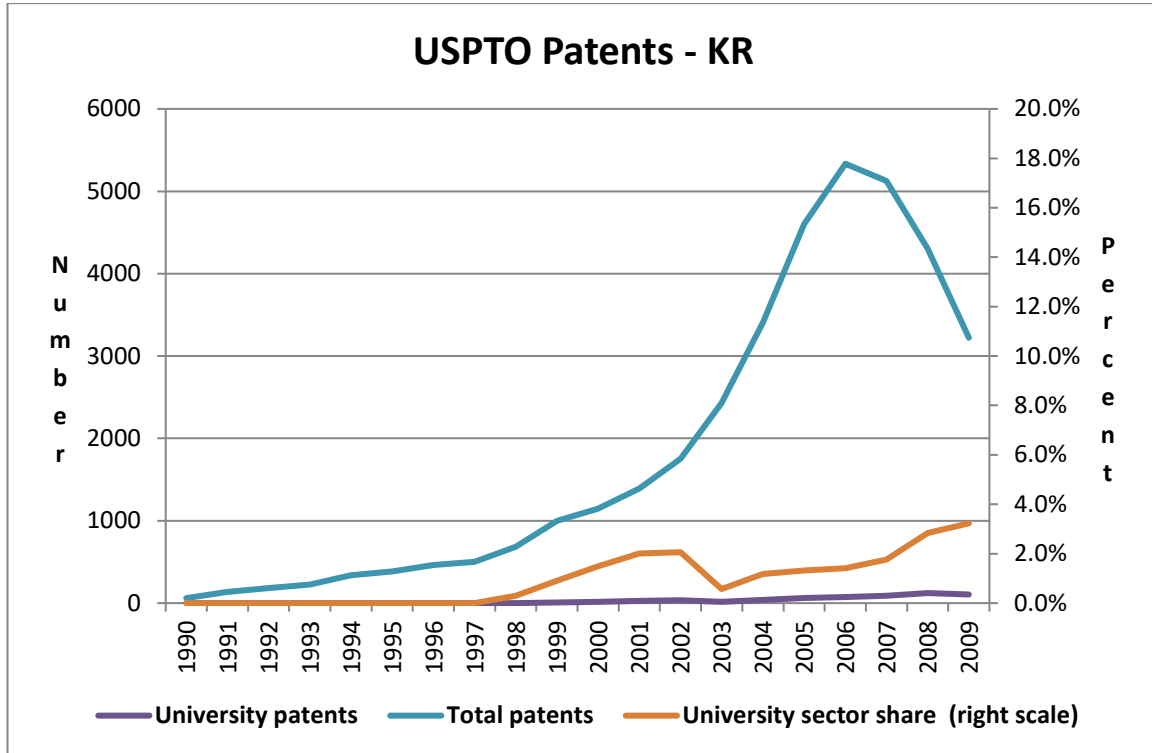
איור 8.3: פטנטים של בלגיה



איור 8.4: פטנטים של הולנד



איור 8.5: פטנטים של קוריאה



איורים אלה מצביעים על חלקן הנמוך מאד של האוניברסיטאות בפטנטים, המגיע לכל היות ל 2-3%, ברישום פטנטים בשוויצריה, הולנד וקוריאה. ישראל, בה השיעור הממוצע הוא כ- 12%, דומה רק לבלגיה. אך בניגוד לבלגיה, בה הגיע שיעור רישום הפטנטים האוניברסיטאיים לרמה זאת רק בעשור האחרון, בישראל היה חלקן של האוניברסיטאות גבוה לאורך כל התקופה הנסקרת.⁹³ כדי להשלים את ההשוואה, אנו מביאים בפרק זה גם את נתונייה של ארה"ב. איור 8.6 מציג את הנתונים.

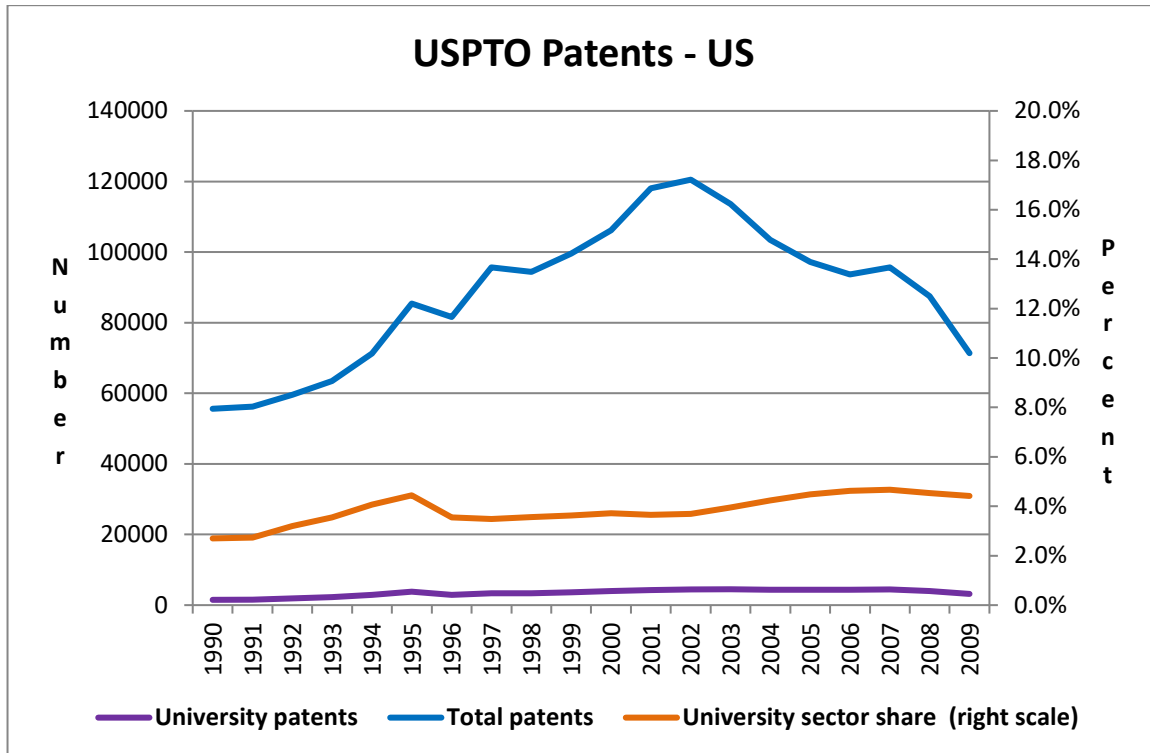
⁹³ החריגה בבלגיה מוסברת ע"י EUROSTAT כדלקמן:

The high share for Belgium is to a large extent due to the technological activities of IMEC, a research institute in the field of micro- and nanoelectronics, which originates out — and is governed by — Flemish universities. IMEC has developed a pro-active stance towards the creation of IP, enabling the formation of R&D partnerships on a global scale.

ראה הערה 24 בעמ' 56, בפרסום:

, 2011. Patent Statistics at Eurostat: Methods for Regionalisation, Sector Allocation and Name Harmonisation

איור 8.6: פטנטים של ארה"ב



כפי שניתן לראות, גם בארה"ב חלקן של האוניברסיטאות ברישום פטנטים נמוך מאד ביחס לשעור בישראל. בדומה לנתונייהם של כל המדינות שנסקרו, בניגוד לסקטור העסקי פעילות האוניברסיטאות לא ירדה בעקבות המשבר של 2008, ולכן נמצא שיעור הפטנטים של האוניברסיטאות האמריקאיות בכלל הפטנטים האמריקאיים בשיא של כ-4.5%.

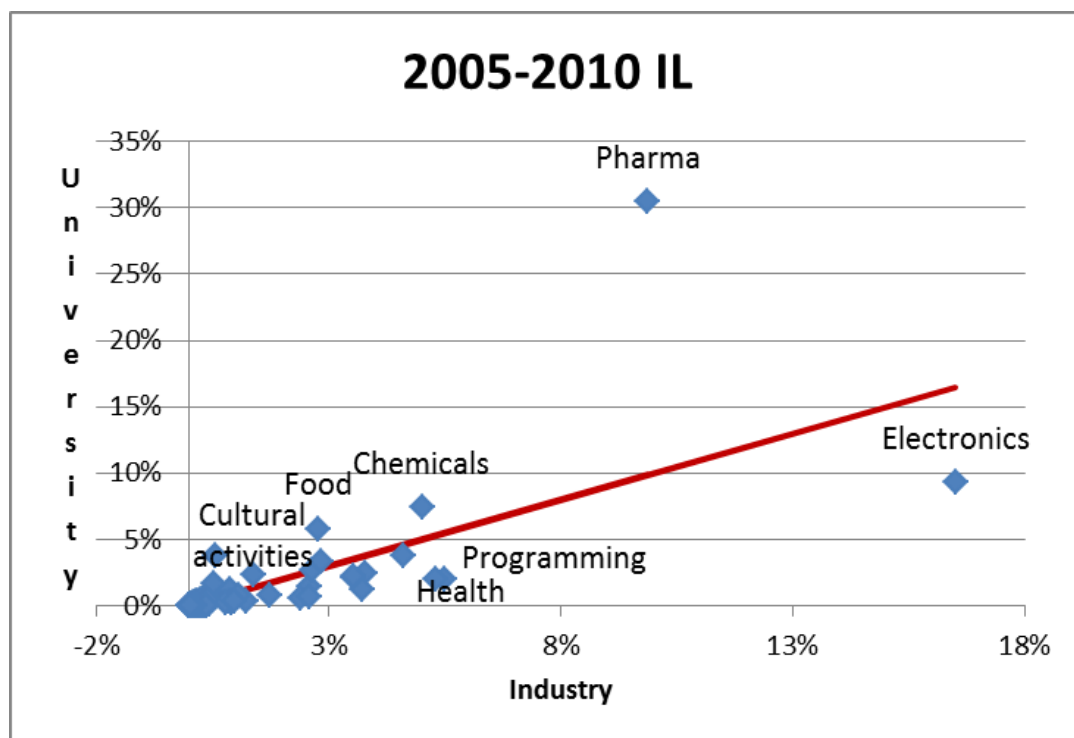
8.2 תחומי פעילות

כידוע, פטנטים מסווגים על פי קודים טכנולוגיים (IPC – International Patent Classification). נתונים כלכליים, לעומת זאת, מסווגים על פי תחומי פעילות כלכלית (ISIC – International Standard Industrial Classification). בהתאם, מחקר המבקש לקשור חידושים טכנולוגיים תוך שימוש בנתוני פטנטים לפעילות כלכלית (תפוקה, יצוא, פרוץ עבודה וכ"ב) חייב להסתייע במתאימות (concordance). בספרות הכלכלית קיימים מספר מתאימונים. באופן טיפוסי נעשית ההתאמה באופן ידני ע"י מומחים המתבקשים לציין את השימוש הטיפוסי של המצאות על פי סיווגי ה-IPC שלהן. מעבר למגבלה זאת הסתפקו המתאימונים בתחומי פעילות תעשייתיים (Manufacturing) ובכך החטאו ענפים שחשיבותם הולכת ועולה המסווגים באופן אחר (למשל: תיכנות ושירותים אחרים). לאחרונה התפרסם מתאימן חדש של Lybbert and Zolas (2012). המחברים פיתחו אלגוריתם טקסטואלי מתוחכם המזהה מילות מפתח המתארות פטנטים מחד גיסא, ומילות מפתח המתארות פעילות כלכלית מאידך גיסא. התאמות של מילות המפתח מאפשרות לבנות טבלת שכיחויות מהן ניתן לחשב את ההסתברות שפטנט בעל סיווג נתון ישתייך לפעילות כלכלית כזאת או אחרת. מטריצת ההסתברויות מאפשרת להמיר וקטור של מספר הפטנטים על

פי סיווגיהם הטכנולוגיים לווקטור של מספר הפטנטים המקושר לכל אחד מהענפים הכלכליים. יש לציין במיוחד שהמתאימו של Lybbert and Zolas מתייחס לכל ענפי המשק, ולא רק לאלה המסווגים כ"יצור". הנתונים המוצגים להלן מושתתים על רישומי הפטנטים בהתאם לסיווגם הטכנולוגי והמרתם לענפי משק ברמה של "שתי ספרות". למשל: ענף מס' 20 מוגדר כ: Manufacture of chemicals and chemical products, ענף מס' 21 הוא Manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations ואילו ענף 72 הוא Scientific research and development (לרשימת כל הענפים ברמה של שתי ספרות ראה נספח סיווג תעשיות בשתי ספרות לפי ISIC). הנתונים מפולגים בהתאם לזהות הגורם הרושם, אוניברסיטאות לעומת סקטור עסקי, ומאפשרים לבחון באיזו מידה פעילות הפטנטים באוניברסיטאות על פני ענפי המשק תואמת את זאת של הסקטור העסקי.

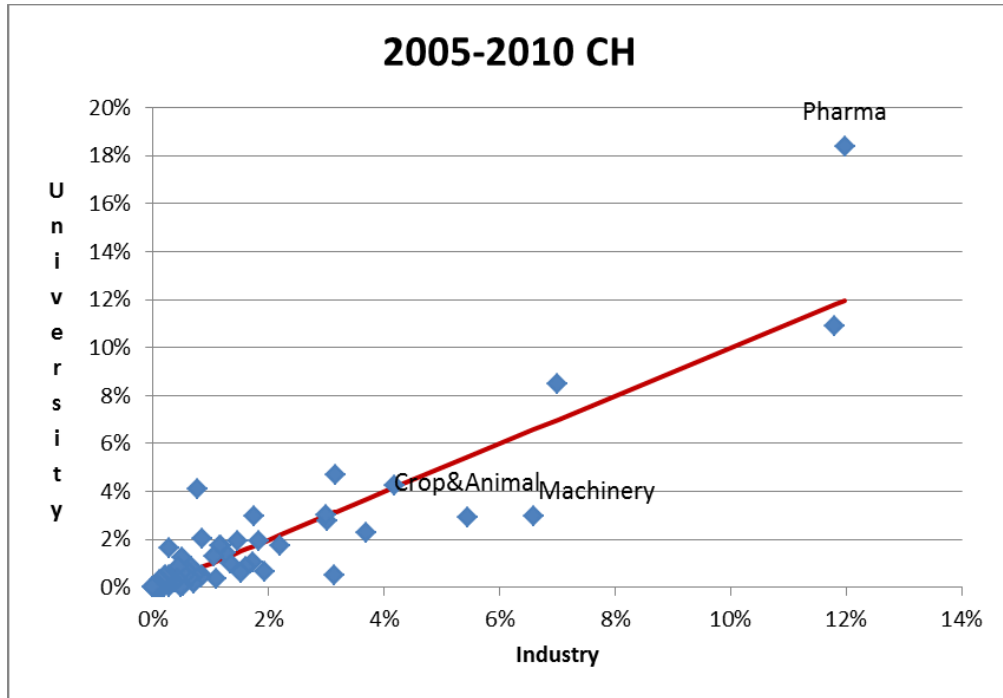
איורים 8.7-8.11 מציגים את תוצאות החישובים עבור ישראל ומדינות הייחוס עבור בקשות פטנטים בשנים 2005-2010 ב-USPTO. כל נקודה באיורים מייצגת אחד מענפי המשק, ומצביעה על שיעור הפטנטים המיוחסים לאותו ענף שנרשמו ע"י הסקטור העסקי לעומת חלקו היחסי בקרב הפטנטים האוניברסיטאיים. כמו כן מותווה בכל איור קו 45° המשקף שיעור שווה של פטנטים בכל ענף הנרשמים ע"י הסקטור העסקי והאוניברסיטאות. בהתאם, כל נקודה מתחת לקו זה משקפת מצב בו חלקו של הענף ברישומי הסקטור העסקי גבוה מזה של האוניברסיטאות, וכל נקודה מעל לקו משקפת מצב הפוך. הענפים בהם החריגה בולטת במיוחד מצוינים בשמותיהם ליד הנקודות המתאימות.

איור 8.7: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בישראל



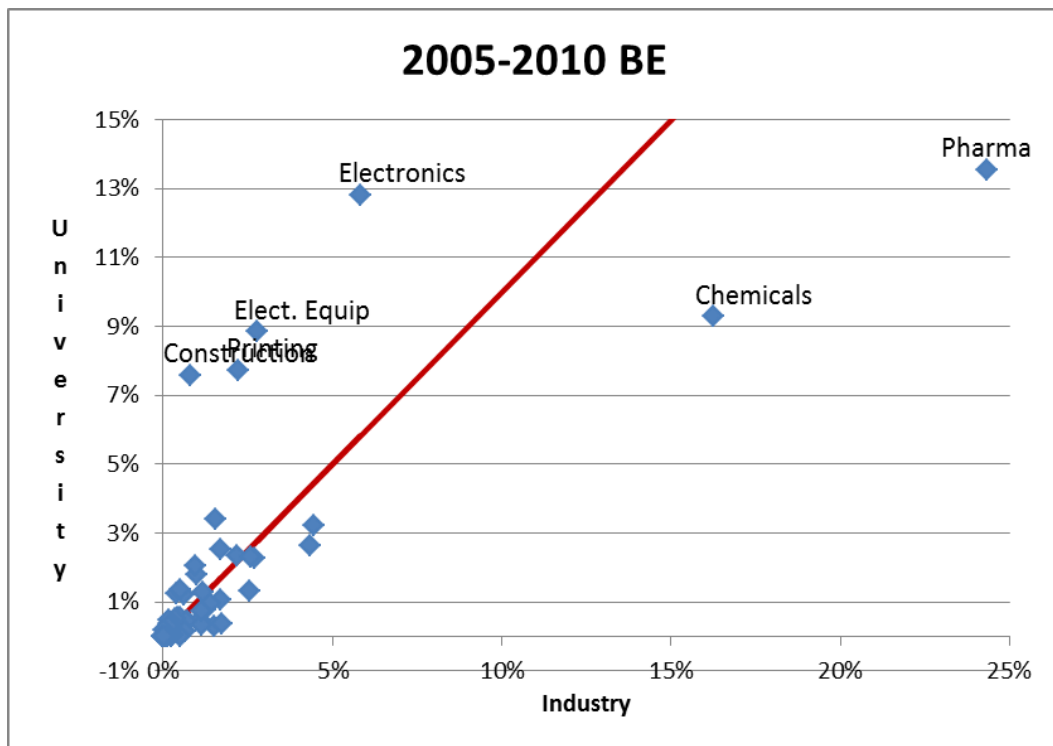
יש לציין שנתוני הפטנטים של הסקטור העסקי אינם כוללים את אלה של מרכזי מחקר בבעלות זרה. החריגה הבולטת באיור זה היא של ענף התרופות. שיעור הפטנטים האוניברסיטאיים בתחום זה גדול פי שלושה משיעורם בקרב הפטנטים של המגזר העסקי. לעומת זאת, המגזר העסקי פעיל יותר בתעשיית האלקטרוניקה. המתאם בין פעילות המגזר העסקי והאוניברסיטאות הוא 0.7 (ראה גם להלן).

איור 8.8: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בשוויצריה



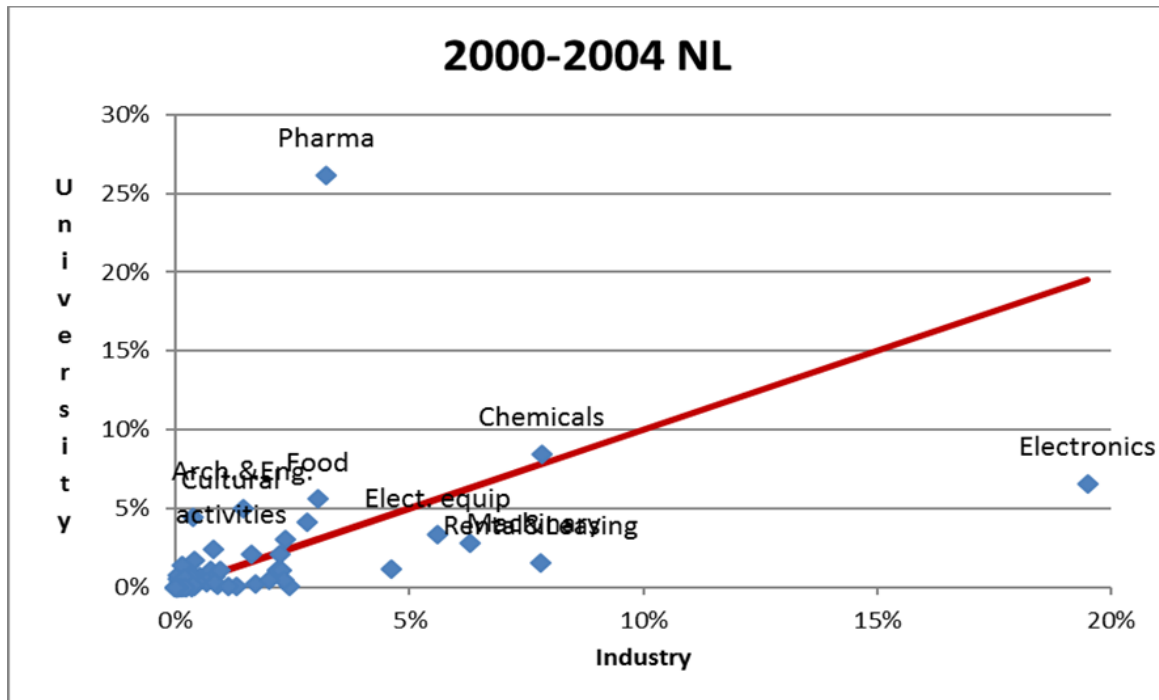
הנתונים השוויצריים מצביעים על מתאם גבוה יותר בין פעילות הסקטור העסקי וזה האוניברסיטאי (מקדם המתאם הוא 0.91). גם בשוויצריה תחום התרופות חריג באותו כיוון כמו בישראל.

איור 8.9: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בבלגיה



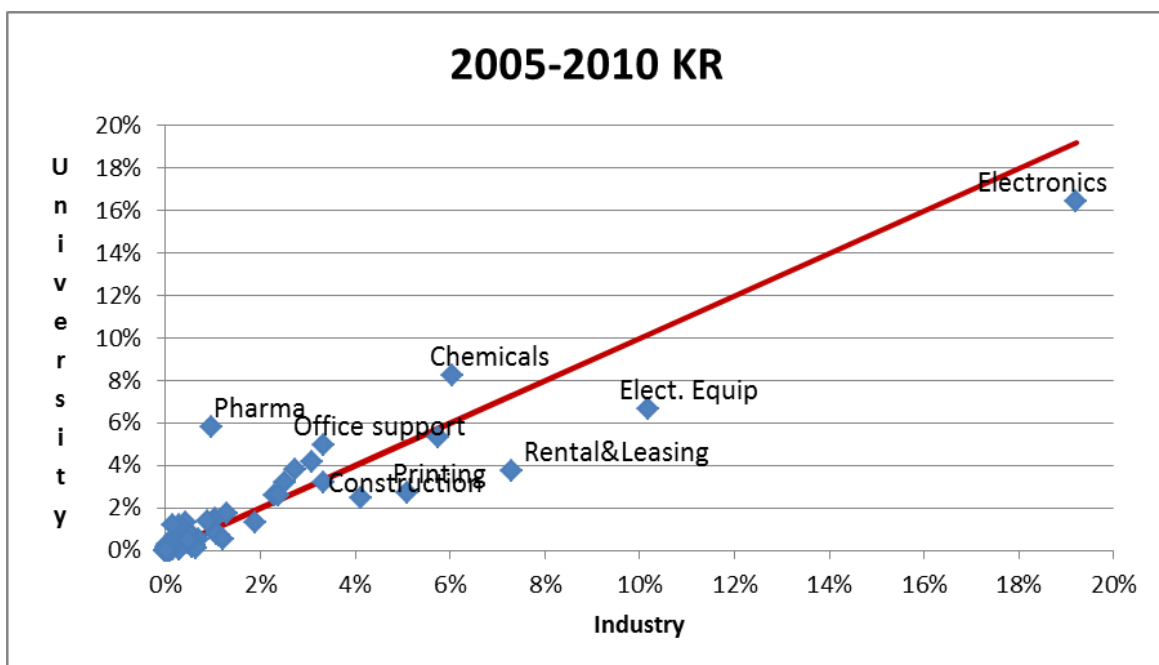
המתאם בין שני הסקטורים בבלגיה דומה לזה של ישראל (0.78). יש לשים לב לכך שבבלגיה הפעילות בתחום התרופות מתרכזת דווקא בסקטור העסקי.

איור 8.10: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בהולנד



הפעילות בין שני הסקטורים בהולנד אינה מאד מתואמת (קורלציה של 0.56). שתי החריגות הבולטות של ענפי התרופות והאלקטרוניקה דומות לאלה של ישראל. לבסוף, להלן נתוני המשק הקוריאני:

איור 8.11: רישום פטנטים על פי ענפי משק וסקטור רושם בקוריאה

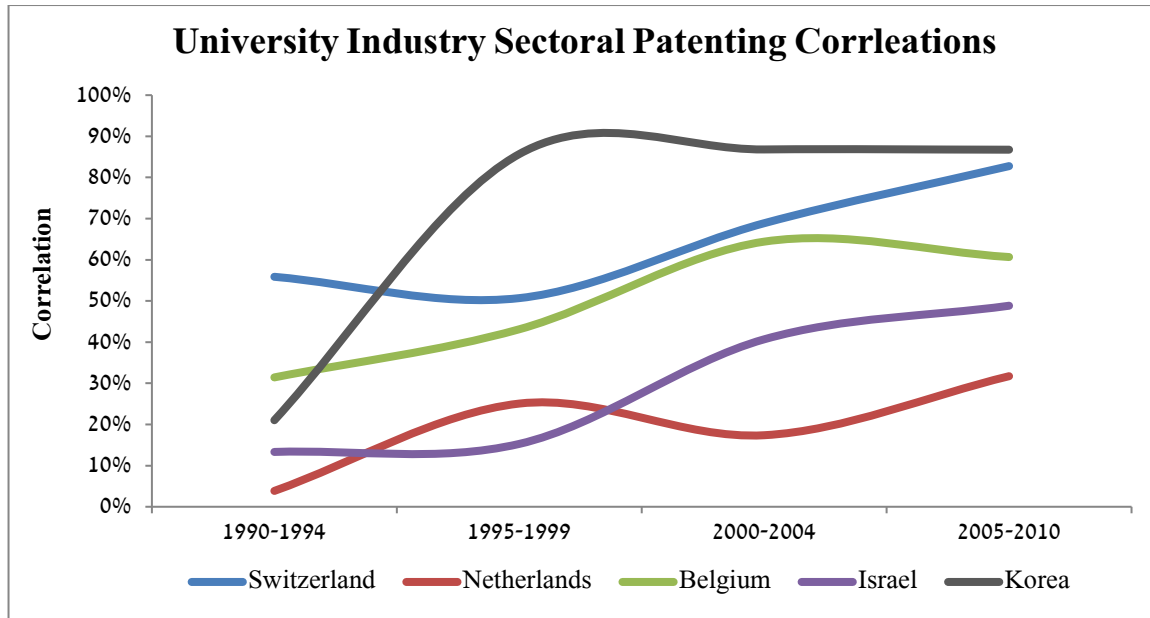


נתונים אלה מסודרים באופן הדוק סביב קו האלכסון, כפי שהדבר מתבטא במקדם הקורלציה (0.95). נראה, אם כן, שבקוריאה פעילות האוניברסיטאות משרתת במידה רבה את הסקטור העסקי.

8.3 דינמיקה

המתאם בין פעילות הסקטור העסקי והאוניברסיטאי אינו קבוע, ונוטה לעלות עם הזמן בכל המדינות. איור 8.12 מצביע על שינויים אלה על פני שני עשורים (בחלוקה לתקופות בנות חמש שנים). יש לציין במיוחד את העלייה המתמדת במתאם בין פעילות שני הסקטורים בישראל.

איור 8.12: קורלציות של פטנטים על פני ענפים בין הסקטור העסקי והאוניברסיטאי



8.4 "סיבתיות"

8.4.1 הערה מתודולוגית

כלכלנים עסקו רבות בשאלה האם העובדה שההיסטוריה של משתנה אחד משפיעה על משתנה אחר מעידה על כך שהמשתנה הראשון "גורם" את השני, או, כפי שהספרות מכנה זאת, "סיבתית" (causal) ביחס לאחר. התורה האקונומטרית הקשורה לשאלה זאת פותחה בשנות ה-70 ע"י Sims ו-Granger, ושניהם זכו להכרה על עבודתם בפרס ע"ש אלפרד נובל בכלכלה. במיוחד Sims עסק במהות הכלכלית של מבחנים אלה בהקשר המאקרו-כלכלי. בעבודתו הוא התייחס לשאלה האם העובדה שנתוני העבר על כמות הכסף משפיעים אמפירית על רמת התוצר הלאומי בהווה אכן מצביעה על האפשרות שעושה המדיניות יכול להשפיע על רמת הפעילות הכלכלית במשק ע"י שליטה בכמות הכסף. במילים אחרות – השאלה היא באילו תנאים קורלציות היסטוריות מצביעות על קשר "סיבתית".

במסגרת המחקר הנוכחי השתמשנו במודל Granger כדי לבחון את הקשר ה"סיבתית" בין רישומי הפטנטים בתעשייה לבין פעילות הפטנטים של האוניברסיטאות בענפי התעשייה השונים במטרה לבחון האם קיים יחס של "הובלה" של הסקטור האחד ביחס לשני בהקשר זה. תשובה לשאלה זו יכולה לתת לנו כיוון מחשבה לגבי תפקידן של האוניברסיטאות בהכוונת תחומי המחקר במו"פ העסקי בישראל או להיפך.

כדי להבין את מהות התשובה על שאלה זאת נתייחס בצורה כללית יותר לקשר בין שתי סדרות עיתיות של משתנים X ו- Y . כצעד ראשון לבדיקת מהותו של הקשר בין שתי הסדרות אנו בוחנים באם, בהינתן ההיסטוריה של Y , הכללת נתונים היסטוריים של הסדרה X כגורמים מסבירים ברגסיה עוזרת לנבא

את ערכו של משתנה Y בתקופה הנוכחית. במידה שהתשובה היא "כן", אנו אומרים ש"משתנה X סיבתית ל- Y " (וכמובן גם להיפך). אין לטעות במונח "סיבתית" בהקשר זה – מדובר כאן במונח סטטיסטי, לא פיזי. בצעד הבא אנו מעוניינים לדעת האם יש קשר "מבני" שבעטיו העבר של המשתנה X משפיע על Y . פרוש כזה לקשר בין שני המשתנים תקף רק במידה שמשתנה X "אקסוגני" ל- Y (בדוגמה של מחקרו של Sims דלעיל משתנה X הוא "כמות הכסף" ומשתנה Y הוא "התוצר הלאומי"). במלים אחרות, כדי שנוכל לתת פרוש מבני למקדמי ההשפעה של העבר של X על Y עלינו לוודא שמקדמי ההשפעה של נתוני העבר של X משפיעים על Y אינם נובעים מגורמים אקראיים המשפיעים על שתי הסדרות. כלומר, עלינו לוודא שאין קשר הדדי בין הגורמים האקראיים המשפיעים על X לאלה המשפיעים על Y . דרישה זאת מתקיימת (בהנחות מסוימות) אם מתברר שבמבחן "סיבתיות" אנו מוצאים שמשתנה Y אינו "סיבתית" למשתנה X . במלים אחרות: אם העבר של משתנה X אכן עוזר לנבא את ערכו של משתנה Y , אך לעבר של משתנה Y אין כושר ניבוי לגבי משתנה X (לאחר שכבר כוללים את ההיסטוריה של X כגורם המנבא את X בהווה), ניתן לתת פרוש "מבני" להשפעתו של X על Y . כלומר: ההשפעה של X על Y היא "אמיתית" ואינה משקפת גורמים אקראיים המשפיעים בעת ובעונה אחת על שתי הסדרות.

8.4.2. יישום לנתוני הפטנטים

כדי לבחון האם קיים קשר סיבתי בין הפטנטים בסקטורים השונים, השתמשנו בנתוני הפטנטים המומרים מהתחומים הטכנולוגיים (IPC – International Patent Classification) לקודים כלכליים (ISIC – International Standard Industrial Classification), כפי שהסברנו בחלק 8.1.2 בסיוע מתאימון (concordance). נתונים אלה נבחנו במודלי רגרסיה שכללו פיגור של שנתיים לצורך בדיקת ה"סיבתיות". פעם נבחנה השאלה האם ההיסטוריה של רישום פטנטים של התעשייה בענף תעשייתי נתון עוזרת לנבא את רישום הפטנטים של האוניברסיטאות מעבר לניבוי המתקבל ע"י הכללת ההיסטוריה של רישום הפטנטים ע"י האוניברסיטאות, ופעם נבחנה השאלה ההפוכה. הלוח הבא מסכם את התוצאות:

לוח 8.1 : סיכום מבחני הסיבתיות

הפיגור המשפיע	האם הפטנטים בתעשייה משפיעים על הפטנטים באוני'	האם הפטנטים באוני' משפיעים על הפטנטים בתעשייה	ענף כלכלי
	לא	לא	תעשיית ייצור מחשבים ואלקטרוניקה
שנתיים	לא	כן	תעשיית התרופות
שנתיים	כן	לא	בריאות
	לא	לא	התעשייה הכימית
	לא	לא	תעשיית מכונות
שנה	כן	לא	תעשיית תכנות מחשבים
אין הבחנה מובהקת	כן	לא	תעשיית מוצרים חקלאיים
שנה	כן	לא	תעשיית מוצרי מזון
	לא	לא	תעשיית ארכיטקטורה והנדסה
אין הבחנה מובהקת	כן	לא	ייצור מוצרי חשמל
	לא	לא	תעשיית ייצור מוצרי שינוע

כפי שניתן לראות, במידה שקיימים קשרי "סיבתיות" הם תמיד חד-כיווניים ולכן ניתן להסיק שהקשרים המתגלים הם "מבניים". יש לציין שכל ההשפעות שהתגלו הן בכיוון החיובי.

מצאנו כי קיימת רק תעשייה אחת בה הקשר הוא בכיוון השפעת האוניברסיטאות על התעשייה והיא בענף התרופות מכאן אנו יכולים להסיק שבענף זה פטנטים באוניברסיטאות הם אכן "אקסוגניים" ברגרסיה בה פעילות התעשייה היא "מוסברת". במילים אחרות, אין קשר הדדי בין הגורמים האקראיים המשפיעים על פעילות הפטנטים של האוניברסיטאות לאלה המשפיעים על פעילות הפטנטים של התעשייה לכן, יתכן שהקשר שהתגלה הוא "מבני" ופעילות הפטנטים של האוניברסיטאות בתחום התרופות אכן משפיעה ומובילה את זאת של התעשייה וזאת בפיגור של שנתיים.

בכיוון השני, בתשובה לשאלה האם הפטנטים בתעשייה הינם "סיבתיים" לפטנטים באוניברסיטאות מצאנו כי קיים קשר חד-כיווני בו פעילות התעשייה הינה "סיבתית" לזאת של האוניברסיטאות (אך לא להיפך) במספר ענפים: בריאות, תכנות מחשבים, מוצרים חקלאיים, מוצרי מזון וייצור מוצרי חשמל. אם כן, בכל התעשיות הללו השפעתה של התעשייה על פעילות הפטנטים של האוניברסיטאות יכולה להיות מבנית. בתחום הבריאות ההשפעה נוצרת בפיגור של שנתיים, בעוד שבתכנות מחשבים ומוצרי מזון ההשפעה היא מהירה יותר עם פיגור של שנה אחת בלבד. בשני הענפים הנותרים לא ניתן להבחין במהירות ההשפעה. בפרוש מרחיק לכת של תוצאה זאת ניתן אולי להגיד שבסקטורים הללו האוניברסיטאות מבחינות במתרחש בתחום רישום הפטנטים של התעשייה ומנסות להפיק רווחים ע"י הגברת פעילות ברישום הפטנטים בהתאם.

בסקטורים הנותרים אין השפעות הדדיות של התעשייה והאוניברסיטאות ברישום פטנטים.

8.5 סיכום

בפרק זה הצגנו את תפוקות המחקר והפיתוח בישראל המתבטאות ברישום פטנטים וזאת בהשוואה בינלאומית. מדינות הייחוס הן שוויצריה, בלגיה, הולנד וקוריאה שנבחרו כיון שהן בינוניות בגדלן. מאגר הנתונים שבו השתמשנו הינו מאגר בינלאומי PATSTAT המאפשר לחוקר לזהות את לאומיותם של מגישי פטנטים לרישום ואת שיוכם המוסדי. יחידת המדידה הינה בקשה לפטנט.

ראשית בחנו את רישומי פטנטים של הסקטור האוניברסיטאי ביחס לכלל רישומי הפטנטים בכל אחת מהמדינות הללו, ולאחר מכן השתמשנו במתאימון הקושר סיווג טכנולוגי של פטנטים לתחומי פעילות כלכלית כדי ליצר התפלגות פטנטים על פי תחומי פעילות אלה. התוצאה שימשה לבחינת את תחומי הפעילות של האוניברסיטאות ברישום פטנטים בהשוואה לתחומי הפעילות של הסקטור העסקי הן בישראל והן בכל אחת ממדינות הייחוס.

היקף פעילותן היחסית של האוניברסיטאות בישראל בכל הקשור לרישום פטנטים גבוה משמעותית מהמקובל בעולם. בנוסף, מצאנו עדות לעלייה משמעותית בעשור האחרון במתאם בין פעילות הסקטור העסקי ופעילות האוניברסיטאות בישראל. עלייה זאת יכולה לנבוע מהתגברות הלחץ הכלכלי על האוניברסיטאות, שהיטה את מאמצי המחקר לכיוונים בעלי השלכות מסחריות הרלוונטיות למשק הישראלי. יש לציין שהמתאם המתקבל בישראל עדין נמוך מזה הקיים בשוויצריה, ועוד יותר מזה של קוריאה. עובדה זאת עקבית עם מידת המעורבות הגבוהה בהכוונת המחקר האוניברסיטאי לטובת הסקטור העסקי במדינות אלה בהשוואה למדינות בישראל. יתכן שחלק מהעלייה של המתאם בפעילות שני המגזרים בישראל היא פרי מדיניות ממשלתית המעודדת שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה.

הקורלציות המתחזקות בין המחקר האוניברסיטאי לעסקי אינן מעידות בהכרח על סיבתיות. לפיכך ערכנו מבחנים המנסים לעמוד על כיווני ההשפעה בין האוניברסיטאות לסקטור העסקי בענפי התעשייה השונים. מבחנים אלה העלו שבתעשיית התרופות "מובילות" האוניברסיטאות את הסקטור הפרטי ברישום פטנטים. לעומת זאת מקדימה התעשייה את האוניברסיטאות בענפי הבריאות, תכנות מחשבים, מוצרים חקלאיים, מוצרי מזון וייצור מוצרי חשמל. יתכן שממצא זה משקף את העובדה שבענף התרופות המחקר האקדמי ותוצאותיו חייב להקדים את היישום המסחרי. בענפים אחרים הקדמת המחקר האקדמי אינה קריטית באוצה מידה.

9. תובנות והמלצות

"תכליתן העיקרית של אוניברסיטאות המחקר הוא יצירת ידע והפצתו באמצעות אנשיה המוכשרים ביותר של האומה." (National Research Council, 2014a). להערכתנו, פועלות אוניברסיטאות המחקר בישראל בצורה מרשימה להגשמת תכלית זאת. הן מייצרות ידע בחזית המדע העולמי ומייצרות כח אדם מדעי והנדסי באיכות גבוהה ביותר. אין זה מקרה שחברות רב-לאומיות חשובות מקימות מרכזי מו"פ בישראל.

✓ **המלצה 1:** יש לשמר את הקיים ולחזקו, ובשום מקרה לא להפריע לאוניברסיטאות לעשות את מה שהן עושות היטב. לצורך זה יש להבטיח אופק מספק ויציב של משאבים, שיאפשר גיוס סגל איכותי ופיתוח אקדמי לטווח ארוך, תוך שמירת עצמאותן האקדמית של האוניברסיטאות.

הגדרת התכלית דלעיל אינה כוללת בין תפקידיה של אוניברסיטת המחקר את העברת הידע הישירה מהאקדמיה לתעשייה. עם זאת, זה התחום העיקרי בו מוצא הדוח הבדלים ניכרים בין המצוי בישראל לקיים בעולם.

9.1 קשרי אקדמיה-תעשייה

א. סיוע לתעשייה

במדינות שונות קיימים מנגנונים נרחבים המאפשרים לתעשייה לפנות לחוקרים באקדמיה כדי לפתור בעיות רלוונטיות ברמות שונות כגון:

- מכוני מחקר המצויים בחזית הידע ומהווים גשר בין האקדמיה לתעשייה בפתרון בעיות יישומיות (כמו חברת Fraunhofer בגרמניה ו NICTA באוסטרליה).
- תכניות תמיכה ממשלתיות המאפשרות לחברות קטנות ובינוניות לפנות לחוקרים באקדמיה ולהסתייע בהם לצורך קידומן הטכנולוגי (כדוגמת תכנית ZIM הגרמנית).

מנגנונים מעין אלה לא קיימים בישראל.

ב. פיתוח ידע אקדמי והעברתו

- מימושן של המצאות או תגליות הנעשות באקדמיה נתקל פעמים רבות בכשלים טכנולוגיים הקשורים בשלב ה"תרגום" של רעיון מדעי למוצר עסקי, ובכשלים מימוניים (תופעה הקרויה בספרות valley of death). זאת בעייה כלל-עולמית ואין לה פתרון מוסדי ברור. למשל, תכניות נופר וקמי"ן הישראליות מספקות פתרון חלקי בלבד – מתוך הגדרה, הן עוסקות בתוצרים של מחקר מדעי מתקדם להם פוטנציאל של יישום תעשייתי. פתרון חלקי אחר קיים בארה"ב, בה הקרן הלאומית למדע (NSF) מממנת את שלב המסחור המיועדת באופן בלעדי לתוצרי מחקרים שממומנו ע"י הקרן בשלב המחקר הבסיסי. במקביל, יש ל- NIH מספר תכניות המיועדות למימון המסחור של תוצרי מחקרים אותם היא מימנה.

✓ **המלצה 2:** מוצע לכונן מנגנון במסגרת הקרן הלאומית למדע שישתתף במימון המשך פיתוח של מחקרים שמומנו ע"י הקרן, ותוצאותיהם מעוררות ענין מצד שותפים מהמגזר העסקי.

• בכיוון ההפוך, ניתן לעודד את התעשייה לעשות שימוש בידע האקדמי. למשל, תכנית ה-IUCRP בקליפורניה (Industry University Cooperative Research Program) הוקמה בשנת 1996 ופעלה במשך 13 שנים. התכנית הציעה מימון חלקי בהקבלה (matching) לשיתופי פעולה מחקריים בין גורם עסקי וחוקרים מהאקדמיה, בהיקף שנתי של כ-20 מיליון דולר. הוגדרו תחומי מחקר מועדפים בהם מומנו פרויקטים בהיקפים שבין עשרות אלפים למיליוני דולר לפרוייקט, לתקופה של עד שלוש שנים

✓ **המלצה 3:** מוצע לשקול מינוף קשרי מחקר בין גורמים עסקיים ואקדמיים באמצעות השתתפות ממשלתית בעלות התקשרויות אלה.

ג. מעורבות התעשייה במחקר אקדמי

קיימים מספר מודלים לשיתוף פעולה תעשייתי במחקר אקדמי:

- מכוני מחקר או מעבדות מחקר הממומנים חלקית ע"י חברות תעשייתיות גדולות. מכוניים כאלה פועלים במסגרת האוניברסיטאית כחלק ממתקניה, ומתבצע בהם מחקר בסיסי בתחומים טכנולוגיים הקשורים לתחומי הפעילות של החברה העסקית. המכוניים מעסיקים חברי סגל אקדמי, ולעיתים גם חוקרים מהתעשייה. הפעילות המחקרית בהם משמשת גם להתמחות של דוקטורנטים ופוסט-דוקטורנטים. באופן טבעי קיימות ההשפעות הדדיות של האקדמיה והתעשייה על כיווני המחקר. כדוגמה למודל זה ראה את מעבדת המחקר ⁹⁴CaRLa של חברת BASF ואוניברסיטת היידלברג, שיתופי פעולה מחקריים עם חברות מובילות ב-MIT⁹⁵ ודוגמאות נוספות ב- Science | Business Innovation Board (2012). הסכמי שיתוף פעולה אלה מוגבלים בזמן ומתחדשים על פי הצורך והענין.
- "מכוני מחקר נסמכים" הפועלים כישויות משפטיות נפרדות ליד האוניברסיטאות, ומיועדים למחקר ישומי בתחומים יעודיים. מאות מכוניים כאלה קיימים, למשל, בגרמניה בקטגוריה הנקראת An-Institute. המכוניים מממנים את עצמם ע"י הזמנת עבודות מחקר מהתעשייה, ומעסיקים כמה עשרות חוקרים מהאוניברסיטה ומשתלמים לתארים מתקדמים.
- מימון משרות אקדמיות וקתדרות באקדמיה.

מודלים כגון אלה לא קיימים כרגע בישראל. עם זאת החל לאחרונה משרד המדע בבדיקת האפשרות להקים מכוני מחקר לאומיים למחקר יישומי במסגרת אוניברסיטאות המחקר.

✓ **המלצה 4:** מומלץ להמשיך בבדיקת מודלים למכוני מחקר יישומי ליד האוניברסיטאות. רצוי שמכוניים אלה יהיו גופים עצמאיים, הפועלים בסמוך לאוניברסיטאות, למשך תקופה קצובה, ויעסיקו בעקר חוקרים מקרב חברי הסגל האקדמי ותלמידי תארים מתקדמים.

ד. שילוב התעשייה בהוראה

- בתואר הראשון: חלק מהאוניברסיטאות היישומיות בגרמניה מאפשרות "לימודים דואליים" המתחלקים בין הוראה תיאורטית באוניברסיטאות והכשרה פרקטית בתעשייה.
- בתארים מתקדמים: בגרמניה ובדנמרק יכולים דוקטורנטים לבצע את מחקריהם במסגרות תעשייתיות.

⁹⁴ מעבדת CaRLa עוסקת בחקר אנזימים, ראה: <http://www.carla-hd.com/>.

⁹⁵ חברות ששיתפו פעולה במחקר האקדמי ב-MIT כוללות בין היתר את Ford, Merrill Lynch ו-Du Pont, Microsoft.

מודלים כאלה לא קיימים בישראל.

ה. סייגים

כאמור לעיל, הקשר הישיר עם התעשייה איננו משתייך לתפקידי הליבה של אוניברסיטת מחקר. קיים תמיד חשש שהידוק הקשר עם התעשייה יטה את כיווני המחקר ויפגום בתהליך יצירת הידע. כנגד עומד הפוטנציאל העסקי הטמון בתגליות והמצאות והיכולת של חברי סגל לסייע ולקדם את הסקטור התעשייתי לרווחתם המיידית של אזרחי המדינה. זאת דילמה עליה מצביעים רבים, כולל מבקר המדינה (2012). הדוח הנוכחי אינו מתיימר לספק תשובה לדילמה זאת.

9.2 מאגר מידע על השקעות לאומיות במדע וטכנולוגיה

בניסיון שנעשה בעבודה זו להעריך בצורה כמותית את תרומת האוניברסיטאות למערך המו"פ הלאומי נאלצנו להסתפק במידע חלקי, שנאסף ממקורות שונים, והוצג בצורות שונות, שלא אפשרו יצירת תמונה כוללת מבוססת-נתונים של השפעת האוניברסיטאות. קשיים אלה אינם ייחודיים לישראל, ונובעים מכמה סיבות: (1) אופי ההשפעה של אוניברסיטאות המחקר על המו"פ הוא מורכב, ארוך טווח וקשה לכימות; (2) האוניברסיטאות שונות זו מזו בתמהיל תחומי המחקר שלהן ובאופי שיתופי הפעולה שלהן עם המגזרים העסקי והממשלתי; (3) כמעט ואין נתונים באוניברסיטאות הישראליות על פעילות המחקר של הסגל האקדמי, זולת אלה הנדרשים ע"י הות"ת להפעלת מודל תקצוב המחקר, ומספר זעום של סקרים הנערכים ע"י הלמ"ס באופן לא סדיר על היבט זה או אחר של הפעילות המחקרית באוניברסיטאות.

בארה"ב כוננה בשנת 2010 תכנית מקיפה לאיסוף נתונים להערכת ההשפעה של מדע וחדשנות במימון פדרלי על המשק הלאומי, בשם STAR METRICS.⁹⁶ מטרת התכנית היא לתעד תוצרים ותועלת ציבורית הנובעת מהשקעות לאומיות במחקר מדעי והנדסי. בשלב זה מתמקד הפרויקט בהשפעת המימון הפדרלי על יצירת מקומות עבודה. השלב הבא, שטרם החל, ירחיב בצורה משמעותית את הנתונים שיאספו שיאפשרו חקירה מקיפה של אפיקי ההשפעה של המדע על המשק הלאומי. התכנית אמורה לספק בסיס נתונים אחיד שיאפשר מתן דין וחשבון עדכני לגופים המממנים. תכניות דומות מתגבשות ביפן, אוסטרליה ובאיחוד האירופאי. יתכן שבעתיד ייווצר חיבור בינלאומי בין בסיסי הנתונים במדינות השונות.

כינון בסיס נתונים דומה בישראל יכול לסייע בהערכת התמורה להשקעות במדע וטכנולוגיה בישראל, להערכת התרומות של אוניברסיטאות המחקר בישראל למערך המו"פ הלאומי ולשמש בסיס להשוואות בינלאומיות.

✓ **המלצה 5:** מומלץ לייצר מאגר מידע שיאגם מידע הקיים בלמ"ס ובות"ת, ויאסוף מידע חדש מהאוניברסיטאות וממקורות אחרים. המידע יכלול נתונים על חברי הסגל ותחומי פעילותם, ועל סטודנטים ובוגרים לפי תארים ותחומים. כמו כן יכלול המאגר נתונים על תפוקות המחקר השונות: מאמרים, מחקרי דוקטורט, פטנטים, מחקרים ממומנים ע"י קרנות לאומיות ובין-לאומיות, שתופי פעולה עם אוניברסיטאות מחו"ל, מחקרים משותפים לאקדמיה ולתעשייה, מידע על המשתתפים בתכניות ממשלתיות לשיתופי פעולה אקדמיה-תעשייה, מידע מחברות יישום באוניברסיטאות, וכד'.

⁹⁶ Science and Technology for America's Reinvestment: Measuring the Effect of Research on Innovation, Competitiveness and Science. See: <https://www.starmetrics.nih.gov/>

מיזוגו של מאגר כזה עם בסיסי מידע אחרים על פרטים ועסקים, (למשל: מרשות המיסים, הביטוח הלאומי, רשם החברות, רשם הפטנטים), יאפשר מעקב מתמשך אחרי השפעותיהם של תחומי המחקר השונים ועל אפיקי התעסוקה וההישגים של בוגרי האוניברסיטאות. כמו כן יאפשר המיזוג, בין היתר, לזהות את צרכי כוח האדם המחקרי במשק ולבצע הערכות של אפקטיביות תכניות התמיכה הממשלתית השונות במחקר ובעידוד שותפויות אקדמיה-תעשייה.

9.3. התפתחויות עתידיות

הדוח אינו עוסק בהשלכותיהן של התפתחויות חשובות העומדות להתרחש בשנים הבאות. עם זאת, מצאנו לנכון להצביע על שתי התפתחויות להן יכולה להיות השפעה מהותית על תפקידן של אוניברסיטאות המחקר במערך המו"פ הלאומי של ישראל.

א. הוראה מרחוק

מודל ההוראה מרחוק תופס תאוצה. מרצים מבריקים מאוניברסיטאות מובילות מעבירים קורסים מקוונים במגוון נושאים. אוניברסיטאות מרכזיות מנהיגות תכניות לימודים לתואר בהוראה מרחוק. התפתחויות אלה מהוות אתגר למודל בן מאות השנים של הוראה פרונטלית ומגע ישיר של סטודנטים ומרצים. הוא גם מטיל בספק את המודל ההומבולדטיאני של "אחדות ההוראה והמחקר".

השלכותיה של התפתחות זאת על אוניברסיטאות המחקר יכולות להיות מרחיקות לכת. אם מטלות ההוראה תפחתנה, האם יפחת גם מספר חברי הסגל ובהתאם המחקר האקדמי? האם האוניברסיטאות תתקשינה במילוי תפקידן בהכשרת חוקרים והפצת הידע באמצעותם? בשלב זה, כל תשובה לשאלות אלה תהיה ספקולטיבית ביותר.

ב. שילובים רב-תחומיים במחקר

חשיבותם של שילובים רב-תחומיים במחקר האקדמי הולכת וגדלה. שילובים אלה יצריכו שינויים עתידיים בצורת הפעילות של האוניברסיטאות. המבנה הדיסציפלינרי של היחידות האקדמיות יצטרך להתרכך;⁹⁷ האוניברסיטאות תאלצנה להכין קורסים חדשים ותכניות לימוד המשלבות תחומי ידע שונים; מנגנוני הקידום והתמרוץ לחברי הסגל המבוססים כיום על קריטריונים דיסציפלינריים יעברו שינוי מהותי תוך התאמתם לגישה הרב-תחומית; מנגנוני השיפוט של מחקרים תחרותיים ומימונם יסתגלו לשילובים רב-תחומיים.

העיסוק בהתפתחויות אלה הוא נושא חדש, (National Research Council 2014b). רק עתה מתחילים לעסוק בהשלכותיהם של השילובים הרב-תחומיים על תפקוד האוניברסיטאות ועל אופי שיתוף הפעולה שלהן עם התעשייה. גם כאן כל נסיון להעריך את השפעתם על אוניברסיטאות המחקר בישראל הוא ספקולטיבי ביותר.

✓ **המלצה 6: על כל הגופים העוסקים במדיניות ההשכלה הגבוהה בישראל לעקוב אחר התפתחויות עתידיות אלה, וללמוד מהנעשה בתחומים אלה בחו"ל. במיוחד, ראוי שהמולמו"פ יקים צוות מעקב שיבחן את השלכותיהן של התפתחויות אלה על מקומן של אוניברסיטאות המחקר במערך המו"פ הלאומי בישראל.**

⁹⁷ בלא שמוותרים על בסיס דיסציפלינרי איתן, במיוחד בתואר הראשון.

10. נספח לפרק 4: רשימת מרואיינים

- פרופ' יהודה אסרף, הפקולטה לביוולוגיה, טכניון
- מר גיל בירן, מנכ"ל פזקר
- מר מישל בן וייס, מנכ"ל קבוצת כתר פלסטיק
- ד"ר רון בן יוסף, סמנכ"ל המחקר והפיתוח, ביופט, מעברות
- פרופ' אשרף בריק, מהמחלקה לכימיה ומרכז אדמונד ג'. ספרא לעיצוב ותכנון ביו-פולימרים פונקציונאליים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
- פרופ' משה גוטליב, מהמחלקה להנדסה כימית, אוניברסיטת בן-גוריון
- גברת נטע גרנות, מנהלת מו"פ מטרנה, מעברות
- פרופ' עוזי דה-האן, פקולטה להנדסת תעשייה וניהול, טכניון
- ד"ר דורית דור, סמנכ"לית מוצרים בצ'ק פוינט
- מר גיל דנקנר, דור כימיקלים
- מר אבי חסון, מדען ראשי משרד הכלכלה
- פרופ' ישעיהו טלמון, הפקולטה להנדסה כימית, טכניון
- מר יורם יעקבי, מנכ"ל מיקרוסופט ישראל
- מר יעקב מור, מנהל מעבדות מחקר ופיתוח, טמבור
- פרופ' שלמה מיטל, על יום עיון בנושא "ביצי זהב ממחקר אקדמי בסיסי: העברת טכנולוגיה ומסחור בטכניון ובאוניברסיטאות אחרות בארץ ובחו"ל", קיסריה 2012.
- מר בני סופר, חברת מסחור ידע טכניון T3
- פרופ' רפי סימיאט, הפקולטה להנדסה כימית, טכניון
- ד"ר אהוד קרנין, מוביל טכנולוגיה ואסטרטגיה IBM
- מר חיים רוסו, אלביט מערכות, ויו"ר הועדה לקשרי אקדמיה-תעשייה במולמו"פ
- מר פרננדו שבד, מנהל יחידת המו"פ ומר יוסי פלד מנכ"ל חברת גלעם – קיבוץ מענית
- פרופ' יובל שוהם, פקולטה להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, הטכניון
- פרופ' אלי שמעוני, סמנכ"ל טכנולוגיות בקבוצת שטראוס

11. ביבליוגרפיה

- גץ, ד' ואחרים, 2011, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון, על פי מדדים כמותיים", מוסד שמואל נאמן.
- גץ, ד' ואחרים, 2013, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2011-1990", מוסד נאמן.
- דרורי, ג. ואחרים, 2013, "מודל הסלילים לחדשנות בישראל: המערך המוסדי של כלכלת החדשנות בישראל".
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה 2012, סקר חברות מסחור ידע שליד אוניברסיטאות המחקר: 2009-2008.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה 2013, סקר חברות מסחור ידע שליד אוניברסיטאות המחקר: 2010-2011.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה 2012, סקר מו"פ 2011.
- מבקר המדינה, 2012, דוח ביקורת שנתית 63 א.
- קירש, א., 2010 "מדיניות ההשכלה הגבוהה בישראל – נגישות, איכות ומצויינות במשאבים מוגבלים", מוסד שמואל נאמן.
- קירש, א., 2014 "התפתחות האוניברסיטאות המחקר בישראל", מוסד שמואל נאמן.
- קירשברג, א., 2012, "דמוגרפיה של עסקים ותנועת עובדים בענף מחקר ופיתוח", הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סדרת ניירות עבודה מס' 72.
- תדמור, ז. 2011, "המדיניות הלאומית במדע וטכנולוגיה של מדינת ישראל", מוסד שמואל נאמן.
- Trigger Foresight, 2011, סיוע בחיזוק תהליכי העברת הידע מהאקדמיה לתעשייה, מסקנות והמלצות.
- Altbach, P.G., 2011, "The Past, Present, and Future of the Research University," African Higher Education Research Online.
- Breznitz, Dan., 2007, Industrial R&D as a National Policy: Horizontal Technology Policies and Industry-State Co-Evolution in the Growth of the Israeli Software Industry." Research Policy, 36(9): 1465-1482.
- Essential Science Indicators, Thomson Reuters, 2013, 1.1.2003 – 28.2.2013. Thomson Reuters, ISI Web of Science.
- Etzkowitz, Henry and Loet Leydesdorff, 1995, The Triple Helix university–industry–government relations: a laboratory for knowledge-based economic development, EASST Review, 14: 14–19.
- kel, F. and Shefer, D., 2012, University–industry technology transfer: fostering and hindering factors and programs in Frenkel, F., Nijkamp, P.

Massachusetts Institute of Technology, 2003, MIT's Industrial Partnership, Report of the ad hoc Committee on Industrial Partnership Review

National Research Council, 2012, Research Universities and the Future of America: Ten Breakthrough Actions Vital to Our Nation's Prosperity and Security. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

National Research Council, 2014a, *Furthering America's Research Enterprise*. R.F. Celeste, A. Griswold, and M.L. Straf, (Eds.), Committee on Assessing the Value of Research in Advancing National Goals, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council, 2014b, *Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond*. Washington, DC: The National Academies Press.

OECD (2013), *Education at a Glance 2013: OECD Indicators*, OECD Publishing.
<http://dx.doi.org/10.1787/eag-2013-en>

Salmi J. 2011 (eds.), *The Road to Academic Excellence: The Making of World-class Research Universities*, World Bank Publications, pp 11-32.

Science | Business Innovation Board, 2012, *Making Industry-University Partnerships Work: Lessons from Successful Collaborations*

<http://sciencebusiness.net/sites/default/files/archive/Assets/94fe6d15-5432-4cf9-a656-633248e63541.pdf>

Universities UK: Submission to the 2010 Spending Review, 2010, ISBN 978-1-84036-247-3