

מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם
במדע וטכנולוגיה



מדדים למדע וטכנולוגיה בישראל: תשתית נתונים השוואתית

ד"ר דפנה גץ • האני מנסור • פרופ' דן פלד • מריאן שומאף-תחאוכו

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל



מדדים למדע וטכנולוגיה בישראל: תשתית נתונים השוואתית

ד"ר דפנה גץ
האני מנסור
פרופ' דן פלד
מריאן שומאף-תחאוכו

יולי, 2005

הקדמה

המשאב החשוב ביותר של מדינת ישראל הוא ההון האנושי שלה. עובדה זו ידועה ומודגשת על ידי כל מעצבי המדיניות הכלכלית של מדינת ישראל. עובדה נוספת אשר התחדדה במחקרים כלכליים בשנים האחרונות היא כי ההתקדמות הכלכלית של מדינה תלויה ביכולת לחדשנות בתחום הטכנולוגי-מדעי. במדינת ישראל שוקדים על קידום המו"פ בתחום המדעי-טכנולוגי עוד בטרם קום המדינה, וההישגים ידועים לכל. עם זאת נראה כי הגענו לשלב בו יש צורך לגבש בסיס נתונים רחב כדי לאפשר למקבלי ההחלטות וקובעי המדיניות תשתית ידע מתעדכן, כולל השוואות בינלאומיות וניתוחי מצב, לצורך קבלת החלטות מושכלות.

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה מקיים פעילות ענפה בתחומים אלה. המוסד יזם ומריץ את תכנית STE (Science – Technology – Economy) שהיא תכנית התומכת כספית במחקרים כלכליים בתחום המו"פ התעשייתי. תכנית זאת ותוצריה נחשבת למתקדמת בעולם בתחומה. כמו כן, חבר לאחרונה מוסד נאמן עם משרד המדע לעשות הערכה שוטפת של תכנית התשתיות. בנוסף, חבר מוסד נאמן ברשת אירופאית של מצוינות (Network of Excellence) בשם PRIME, במסגרת התכנית השישית, ושותף פעיל במסגרת זאת במחקר כולל על מדדים במדע וטכנולוגיה. לפיכך, ראינו עצמנו כמתאימים ביותר לתרום למדינת ישראל בהקמת בסיס נתונים כולל, השוואתי, ומתעדכן של מדדים במדע וטכנולוגיה.

מסמך זה הוא הראשון בסדרה. בהמשך נעסוק בניתוחים, השוואות, ופיתוח מדדים חדשים. אני תקווה כי עבודה זו תהווה תשתית נאמנה ותעזור לקבלת החלטות מושכלות בתחום, לטובת מדינת ישראל.

פרופסור נדב לירון,
מנהל מוסד שמואל נאמן

תוכן העניינים

| | |
|--|----|
| פרק 1: מבוא | 5 |
| 1.1 הקדמה כללית | 5 |
| 1.2 נתונים לגיבוש מדיניות מדע וטכנולוגיה | 6 |
| 1.3 מטרות המסמך | 7 |
| 1.4 רקע מתודולוגי | 7 |
| 1.5 תכולת מסמך הביניים | 8 |
| פרק 2: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי | 9 |
| 2.1 מבוא | 9 |
| 2.2 מבט מצרפי | 9 |
| 2.3 הסקטור העסקי | 14 |
| 2.4 סקטור הממשלה | 18 |
| 2.5 סקטור השכלה הגבוהה | 20 |
| פרק 3: הון אנושי במדע וטכנולוגיה | 24 |
| 3.1 מבוא | 24 |
| 3.2 סקטור עסקי | 24 |
| 3.3 השכלה גבוהה | 26 |
| 3.3 נשים במדע וטכנולוגיה | 31 |
| פרק 4: תפוקות במדע וטכנולוגיה | 33 |
| 4.1 מבוא | 33 |
| 4.2 פטנטים | 33 |
| 4.2.1 פטנטים ישראליים | 34 |
| 4.2.2 השוואות בינלאומיות | 37 |
| 4.3 פרסומים מדעיים | 48 |
| 4.3.1 מדדי פריון המחקר | 48 |
| 4.3.2 מדדי איכות המחקר | 52 |
| פרק 5: ביבליוגרפיה | 55 |

רשימת טבלאות

- טבלה 2.1: ההוצאה הלאומית למו"פ, 1996-2002, במיליוני דולרים שוטפים במונחי שווי כוח-קנייה..... 10
- טבלה 2.2: תוצר מקומי גולמי, 1996-2002, במיליוני דולרים שוטפים במונחי שווי כוח-קנייה..... 10
- טבלה 2.3: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי ישראל, לפי סקטור מבצע, 1990-2004, מיליוני ₪ במחירים שוטפים..... 12
- טבלה 2.4: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי ישראל, לפי סקטור מממן, 1991-2001, מיליוני ₪ במחירים שוטפים..... 13
- טבלה 2.5: שיעור (%) המו"פ בביצוע ההשכלה הגבוהה במימון הסקטור העסקי, 1996-2001..... 16
- טבלה 2.6: פילוג ההוצאה למו"פ עסקי לפי ענפים ראשיים (%), 1998-2001..... 16
- טבלה 2.7: הוצאות מו"פ בענפי תעשייה נבחרים בישראל (%), 1995-2001..... 17
- טבלה 2.8: השוואה בינלאומית- הוצאות לביצוע מו"פ בענפי תעשייה נבחרים (%), שנת 2000..... 17
- טבלה 2.9: השיעור (%) שמקצה הממשלה מתקציבה השנתי למו"פ יחסית לתמ"ג, 1996-2002..... 19
- טבלה 2.10: ההוצאה למו"פ בביצוע ההשכלה הגבוהה בישראל, לפי מקורות מימון, 1995-2001, מיליוני ₪ במחירים שוטפים..... 22
- טבלה 3.1: מועסקים בחברות העוסקות במו"פ (משרות מלאות) במגזר העסקי, באלפים, 1996-2001..... 25
- טבלה 3.2: מס' המועסקים במו"פ בישראל בסקטור העסקי לפי קטגוריות, באלפים, 1997-2001..... 26
- טבלה 3.3: מקבלי תואר ראשון מן האוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/1995-2002/2003..... 27
- טבלה 3.4: מקבלי תואר שני מן האוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994-2002..... 28
- טבלה 3.5: מקבלי תואר שלישי מאוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע והנדסה, 1994/1995-2002/2003..... 28
- טבלה 3.6: מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה לאלף אנשים בקבוצת הגיל 25-34*, 1996-2000..... 29
- טבלה 4.1: בקשות לפטנטים בלשכת הפטנטים הישראלית לפי מדינות, 1996-2003..... 35
- טבלה 4.2: בקשות לפטנטים בלשכת הפטנטים הישראלית לפי תחומים, 1997-2003..... 35
- טבלה 4.3: שיעור ההצלחה של פטנטים ישראליים בארה"ב, 1990-1999..... 36
- טבלה 4.4: מס' בקשות לפטנטים ב-EPO למיליון נפש, 1995-2001..... 38
- טבלה 4.5: מס' בקשות לפטנטים ב-USPTO למיליון נפש, 1995-2003..... 39
- טבלה 4.6: מס' בקשות לפטנטים ב-EPO ביחס לסך ההוצאות הלאומיות על מו"פ (מיליוני דולרים של 2000 במונחי PPP), 1995-2001..... 41
- טבלה 4.7: מס' בקשות לפטנטים ב-USPTO ביחס לסך ההוצאות הלאומיות על מו"פ (מיליוני דולרים של 2000 במונחי PPP), 1995-2001..... 42
- טבלה 4.8: השוואה בינלאומית של אחוז הפרסומים בשטחי המדע והטכנולוגיה מכלל הפרסומים במדינה, בין השנים 1999-2003..... 50
- טבלה 4.9: השוואה בינלאומית של אחוז הפרסומים בשטחי המדע והטכנולוגיה במדינות השונות מכלל הפרסומים בשטח בעולם, בין השנים 1999-2003..... 51

| | |
|--|----|
| טבלה 4.10: השוואה בינלאומית של מס' הפרסומים למיליון נפש במדינה, ממוצע שנתי, בין השנים 2003-1999 | 52 |
| טבלה 4.11: השוואה בינלאומית של מס' הציטוטים הממוצע של הפרסומים בשטחי המדע והטכנולוגיה, בין השנים 2003-1999 | 53 |

רשימת איורים

| | |
|---|----|
| איור 2.1: הוצאה לאומית למו"פ אזרחי בישראל, 2004-1990, מיליוני ש"ח במחירי 2000 | 9 |
| איור 2.2: סך ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי יחסית לתמ"ג (באחוזים), 2004-1996 | 10 |
| איור 2.3: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי בישראל, לפי סקטור מבצע, 2004-1990, מיליוני ₪ במחירים שוטפים | 12 |
| איור 2.4: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי בישראל, לפי סקטור מממן, 2000-1991, מיליוני ₪ במחירים שוטפים | 13 |
| איור 2.5: שיעור (%) המו"פ המבוצע ע"י הסקטור העסקי מסך ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי, 2002-1996 | 14 |
| איור 2.6: שיעור (%) המו"פ במימון הסקטור העסקי מסך כל ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי, 2001-1996 | 14 |
| איור 2.7: שיעור (%) המו"פ בביצוע הסקטור העסקי במימון הממשלה, 2001-1996 | 15 |
| איור 2.8: החלק (%) של הוצאות מו"פ ב-ICT מתוך הוצאות המו"פ במגזר העסקי, 2001 | 18 |
| איור 2.9: השיעור (%) שמקצה הממשלה מתקציבה השנתי למו"פ יחסית לתמ"ג, 2002-1996 | 19 |
| איור 2.10: חלוקת הוצאות המו"פ הממשלתיות על פי היעדים השונים, כאחוז מסה"כ הוצאות הממשלה למו"פ אזרחי, 2003-1996 | 20 |
| איור 2.11: חלוקת הוצאות המו"פ הממשלתיות על פי היעדים השונים, השוואה בינלאומית (באחוזים), 2003 | 20 |
| איור 2.12: שיעור (%) המו"פ שמבוצע על ידי ההשכלה הגבוהה מסה"כ ההוצאה למו"פ, 2002-1996 | 21 |
| איור 2.13: ההוצאה למו"פ בביצוע ההשכלה הגבוהה בישראל (%), לפי מקורות מימון, 2001-1995 | 22 |
| איור 3.1: סך המועסקים במו"פ בסקטור העסקי לאלף אנשים המועסקים בסקטור העסקי, 2001-1997 | 25 |
| איור 3.2: שיעור המועסקים במו"פ בסקטור העסקי מסך כל המועסקים במשק, 2001-1997 | 26 |
| איור 3.3: סך הכול סגל הוראה ומחקר, לפי שווי ערך של משרות שלמות, ממוצע חודשי, 2003-1991 | 30 |
| איור 3.4: סך הכול סגל הוראה ומחקר לפי דרגה, לפי שווי ערך של משרות שלמות, ממוצע חודשי, 2003-1991 | 30 |
| איור 3.5: נשים, מקבלות תארים ראשון, שני ושלישי באוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 2002/2003-1994/1995 | 31 |

| | |
|----|---|
| | איור 3.6: אחוז הנשים ממקבלי תואר ראשון, שני ושלישי באוניברסיטאות בתחומי המדע וההנדסה, |
| 31 | 2003-1994 |
| 32 | איור 3.7: שיעור הנשים מסה"כ מקבלי התארים בתחומי המדע וההנדסה, שנת 2000 |
| 32 | 1999 |
| 34 | איור 4.1: בקשות לפטנטים- מקומיות ומחו"ל- בלשכת הפטנטים הישראלית, 2003-1990 |
| 36 | איור 4.2: בקשות לרישום פטנט של ממציאים ישראליים בארץ, באירופה ובארה"ב, 2001-1990 |
| 37 | איור 4.3: שיעור ההצלחה הממוצע של פטנטים שהוגשו בארה"ב בין השנים 1999-1990 |
| 38 | איור 4.4: מס' בקשות לפטנטים ב-EPO למיליון נפש, 2001-1995 |
| 39 | איור 4.5: מס' בקשות לפטנטים ב-USPTO למיליון נפש, 2003-1995 |
| | איור 4.6: מס' בקשות לפטנטים ב-EPO ביחס לסך ההוצאות הלאומיות על מו"פ (מיליוני דולרים של 2000 |
| 41 | במונחי PPP), 2001-1995 |
| | איור 4.7: מס' בקשות לפטנטים ב-USPTO ביחס לסך ההוצאות הלאומיות על מו"פ (מיליוני דולרים של 2000 |
| 42 | במונחי PPP), 2001-1995 |
| 43 | איור 4.8: שיעור העלייה השנתית הממוצע (1995-1991 ו-2001-1996) בבקשות לפטנטים ב-EPO |
| 44 | איור 4.9: שיעור העלייה השנתית הממוצע (1995-1991 ו-2001-1996) בבקשות לפטנטים ב-USPTO |
| 45 | איור 4.10: החלק היחסי של המדינות בסך הבקשות לפטנטים ב-EPO בשנים 1990 ו-2000 |
| 46 | איור 4.11: החלק היחסי של המדינות מסך הבקשות לפטנטים ב-USPTO בשנים 1993 ו-2003 |
| 46 | איור 4.12: אחוז הבקשות לפטנטים בתחום ה-ICT מסך הבקשות לפטנטים ב-EPO, 2001-1999 |
| 47 | איור 4.13: "triadic patent families" למיליון נפש, 2001-1995 |
| 48 | איור 4.14: מס' הפרסומים הישראליים בין השנים 2003-1990 |
| | איור 4.15: 20 המדינות המובילות בעולם במס' הפרסומים למיליון נפש (ממוצע שנתי) בין השנים |
| 49 | 2003-1999 |
| | איור 4.16: היחס בין מס' הציטוטים הממוצע בשטחי המדע והטכנולוגיה בישראל לעומת ממוצע הציטוטים |
| 54 | לתחום בעולם, בין השנים 2003-1999 |

פרק 1: מבוא

1.1 הקדמה כללית

כבר בעת הקמת המדינה היה ברור לקובעי המדיניות כי בהעדר משאבים טבעיים חוסנה הכלכלי של המדינה חייב להישען על ידע מדעי וטכנולוגי. התוצאות לאחר יובל שנים מוכיחות לא רק את נכונות קביעה זו, אלא גם את החשיבות הרבה של מדיניות המעודדת יצירה מדעית-טכנולוגית ומטפחת הון אנושי כתשתית הכרחית לפעילות זו. קידום המו"פ (מחקר ופיתוח) האזרחי/עסקי שקיבל תנופה עם הקמת לשכת המדען הראשי במשרד התעשייה והמסחר בסוף שנות ה-60, תרם ליצירת תשתית מרשימה של ידע. ידע זה תורגם למגוון טכנולוגיות בעלות פוטנציאל כלכלי שפותחו ויושמו בעזרת כוח אדם מיומן. הקמתה של תעשייה המתבססת על ידע מתקדם הובילה את ישראל בשנים 1999-2000 לצמיחה כלכלית מרשימה בשיעור ממוצע של כ- 5% כאשר כ- 30% מגידול זה מקורו בתעשייה עתירת ידע. למרות הנסיגה שחלה בשלוש השנים האחרונות התחזיות מדברות על המשך צמיחה בטווח הבינוני והארוך. הצורך במדיניות לאומית מגובשת בנושאי מחקר מדעי גובר לאור ההשקעות הכבדות הנדרשות לקידום המחקר המדעי והטכנולוגי על היבטיו השונים, והאתגרים הכלכליים והחברתיים הניצבים בפני המדינה. מדיניות כזאת אמורה לשמש כמתווה מכוון לגיוס המשאבים הנדרשים ולהקצאתם בין התחומים המדעיים, גורמי המחקר המדעי על רבדיו היישומיים השונים, ונושאי המחקר עצמם.

גופים רבים עסקו ועוסקים בישראל בקביעת מדיניות מדע וטכנולוגיה ובהוצאתה לפועל של מדיניות זו. גופים אלה מונים בין היתר את ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, המועצה להשכלה גבוהה, פורומים של משרד המדע והמדענים הראשיים, המדען הראשי של משרד התמ"ת, המועצה הלאומית למו"פ (מולמו"פ) ועוד. עם זאת, גובר הצורך בפיתוח גישה שיטתית ומתמשכת לגיבוש המדיניות הלאומית בנושאי מחקר ופיתוח (מו"פ), הנתמכת ע"י בסיס נתונים המאפשר מעקב שוטף אחר מצב המחקר המדעי והתשתיות המדעיות בישראל. בהתאם לגישה זו יש צורך לבנות בסיס נתונים כזה, ולעצב מתודולוגיה אשר תאפשר פעילות רציפה ומתמשכת להכנת ניירות רקע ועדכונים, לשימוש מעצבי מדיניות המו"פ בישראל.

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה מקיים פעילות מחקרית ענפה בנושאים מדעיים שונים ובהשפעתם על החברה והכלכלה בישראל. מסמך זה מהווה צעד ראשון בפעילות מתמשכת שמטרתה לתאר ולנתח את המשאבים המופנים למחקר מדעי בישראל ואת תוצרי השקעות אלה. הכוונה היא ליצור מדדים ברי השוואה, על פני זמן ועל פני מדינות שונות, שיאפשרו לקובעי המדיניות, גופים מתקצבים, חוקרים ומשקיעים בסקטורים עתירי מדע וטכנולוגיה, לקבל תמונת מצב עדכנית על יכולות המחקר המדעי בישראל והישגיו, פריסת הפעילות המחקרית על פני תחומי המדע השונים, ועל התשתיות שעליהן יתבססו פעילויות המחקר המדעי בעתיד.

מסמך זה מופץ במתכונת זמנית, ובטרם הושלמו כל פרקיו, במטרה לעורר את קהל המשתמשים הפוטנציאליים להגיב כבר בשלבים מוקדמים של הפעילות על התכנים הכלולים במסמך ועל המדדים המוצעים לתיאור הפעילות המדעית בישראל. הכותבים יקבלו בברכה כל התייחסות לנושאים אלה.

1.2 נתונים לגיבוש מדיניות מדע וטכנולוגיה

יצירת ידע מדעי וטכנולוגי, הפצתו, והכשרת עובדים וחוקרים בתחומים אלה הוכחה במחקרים רבים כ"מנוע" צמיחה כלכלית אפקטיבי, וכהשקעה ציבורית בעלת תשואה חברתית מהגבוהות ביותר. ההשלכות הכלכליות והחברתיות המשמעותיות של יכולות מחקר מדעי וטכנולוגי מקנות משנה תוקף לצורך במדיניות מדע וטכנולוגיה בישראל. זאת, בנוסף לנימוקים המסורתיים לצורך במדיניות כזו, הנקוטה בכל הארצות המתועשות ומהווה אחד ממוקדי הפעילות העיקריים של האיחוד האירופאי, התקפים גם בישראל.

קיימת הסכמה נרחבת כי תהליכי מחקר מדעי-טכנולוגי סובלים מפוטנציאל גבוה ל"כשלי שוק" בעטיים יתמכו כוחות השוק החופשי ברמה נמוכה מדי של פעילות מחקר מדעי. כשלי שוק כאלה נגרמים כתוצאה מעלויות גבוהות, רמת אי וודאות גבוהה ופרקי זמן ארוכים להשגת תוצאות בעלות חשיבות מסחרית. גורמים אוניברסאליים אלה חשובים עוד יותר במדינה קטנה שמקורותיה, מרחקה מהשווקים הפוטנציאליים שלה, ובידודה הפוליטי היחסי מגבילים את יכולת המימון של פעילות מחקרית מלאה בכל ענפי המדע והטכנולוגיה. חשיבות נוספת למדיניות מדע וטכנולוגיה בישראל נובעת מהרכב האוכלוסייה הקיימת במדינה, ויכולת הקליטה של אוכלוסייה נוספת בעלת רמת השכלה גבוהה המוגדרת כיעד לאומי בישראל.

אנו מצויים כיום באמצעו של תהליך, מבורך לכשעצמו, של צמצום משקל הסקטור הציבורי בפעילות המשק, והקטנת התמיכה הממשלתית בפעילויות רבות. בין הפעילויות בהן חלים שנויים מפליגים וקיצוצים נכבדים באופי התמיכות הציבוריות והיקפן מצויות פעילויות מחקר מדעי-טכנולוגי בסיסי ויישומי, ותמיכה בהכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי. מה יהיו ההשלכות של מדיניות זו על היכולת לשמור על מעמדה המתקדם של המדינה בתחומי מדע וטכנולוגיה שונים? מה יהיו השפעותיה על תחומי הלימוד האקדמיים בהם יבחרו הסטודנטים? מה תהיה השפעת השינויים בתמיכה הממשלתית בפעילות מו"פ על היכולת לגייס הון לצורך השקעות פרטיות בחברות היי-טק בישראל? האם נצליח לשמור על תנאים כלכליים אטרקטיביים וסביבה תומכת במדע וטכנולוגיה בה ימשיכו לשגשג חברות הזנק ומדעני העתיד יראו בה את עתידם? מדיניות מדע וטכנולוגיה לאומית אמורה להתייחס לשאלות אלה.

תנאי בסיסי לעיצוב מדיניות מושכלת הוא תמונת מצב עדכנית ומעקב מתמשך על התפתחות פעילויות המחקר המדעי והטכנולוגי במדינה. מערך נתונים כזה יאפשר לזהות את כיווני המחקר העיקריים במשק, את מהות הגופים הפעילים ביצירת ידע מדעי-טכנולוגי בסיסי ויישומי, את מקורות המימון שלהם, ואת תשתיות כוח האדם והמקורות הנדרשים לעידוד הפעילות בתחומים בהם כשלי השוק מונעים רמה רצויה של פעילות מחקרית. בסיס נתונים עדכני כזה יאפשר לנתב את המשאבים הציבוריים לתחומי הפעילות בהם ישאו את התשואה החברתית הגבוהה ביותר, ייתן למשקיעים ושותפי מחקר פוטנציאליים תמונת מצב נכונה שתעודד אותם להשקיע את משאביהם בצורה מושכלת, ויאפשר למוסדות השכלה הגבוהה ולציבור תלמידיהם תכנון נכון של פיתוח ההון האנושי העתידי במדינה.

מדיניות מו"פ אמורה מחד להתמקד בתחומים המדעיים והטכנולוגיים מנקודת מבט מדעית-מקצועית הנחוצים לקידום תחומים אלה ויישומם בתעשייה. מצד שני, על מנת לבסס את מסמכי המדיניות כאמצעי יעיל לקבלת החלטות ושכנוע קובעי המדיניות, יש להתמקד גם במסמכי רקע בהם יוצגו נתונים כמותיים מצרפיים, אשר יש להם משמעות והשלכות על מדיניות מו"פ. כוונתנו היא להציג תמונת מצב הן של תשומות המו"פ, (במונחים כספיים ובמדדי כוח אדם מועסק), והן של התפוקות, (מאזני מסחר בתחומי היי-טק, מאמרים, פטנטים וזכויות קניין רוחני אחרות), תוך התייחסות למשמעויות של השגת היעדים הישירים של פעילות המחקר והפיתוח, כמו גם של יעדי הפיתוח המדעי במדינה, והאיזון ביניהם.

1.3 מטרת המסמך

מטרת מסמך זה היא לתת בידי קובעי המדיניות ברבדים השונים, (ממשלה, מוסדות מחקר ואקדמיה, והמגזר העסקי), בסיס נתונים המאפשר בחינה שיטתית של הפעילות המדעית-טכנולוגית בישראל. בנוסף, על ידי שימוש באותם נתונים, יפותחו ויישמו מתודולוגיות כמותיות לתיאור ומעקב אחר התשתית המדעית במשק ופעילויות המו"פ המבוצעות בו. הנתונים בגרסה הראשונית הנוכחית של עבודה זו מוצגים בצורה התואמת את המתודות העדכניות ביותר הנקוטות בעולם המערבי, תוך התאמה לתנאים ולמאפיינים המיוחדים של המשק הישראלי. הכוונה היא לאפשר מעקב שוטף על פני זמן על היקפי הפעילות המדעית-טכנולוגית בישראל, תוך פירוט מרכיביה העיקריים, הן בתשומות והן בתפוקות.

מעקב כזה חיוני בהקשרים שונים. ראשית, הוא מאפשר הערכה של המדיניות הממשלתית, המהווה בישראל גורם תמיכה מרכזי במימון הכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי ובמימון המחקר המדעי עצמו. שנית, מיפוי היכולות והחולשות בפעילות המדעית בישראל יכול להצביע על אותם תחומי פעילות והכשרה בהם ניתן להשיג את התמורה המשמעותית ביותר להשקעת משאבים ציבוריים ופרטיים. שלישית, בסיס נתונים שיטתי ומקיף על היכולות המדעיות-טכנולוגיות בישראל וצמיחתן יכול לתרום לשיתופי פעולה מחקריים בתחומים שונים, ולמשוך השקעות זרות בכינון פעילויות מו"פ בישראל. מסמך זה מבוסס מבחינת העקרונות שלו על יישום שיטת ה-benchmarking אשר אומצה באירופה.

1.4 רקע מתודולוגי

על מנת להשיג את המטרות שהוצבו בחרנו לדווח על מדדים מייצגים מתחומים שונים של הפעילות המדעית-טכנולוגית. גישה זו ניתנת לתיאור תחת המעטפה הכללית של שיטת ה-benchmarking שאומצה, כאמור, על ידי האיחוד האירופי. ביסודו של דבר מבוססת השיטה על קביעה של מספר מדדים (אינדקטורים) אשר אותם ניתן לכמת על בסיס מאגרי נתונים מתאימים ומוסכמים, ולבחון את השתנותם על פני זמן ולהשוות אותם למדינות שונות. השוואה בין-לאומית של התפתחות הפעילות המדעית על משאביה והישגיה מהווה כלי להערכת המדיניות הממשלתית ותוצאותיה, ומאפשרת זיהוי גורמים תומכים ומעכבים בצמיחת היקפי פעילות זו. האינדקטורים האלה אינם המוצר הסופי, כי אם נקודת הכניסה לדיון ולסיעור מוחות של מומחים וקובעי מדיניות, וזאת כדי להבין את התהליכים שיושפעו ויוכתבו על ידי אותה מדיניות. האינדקטורים אינם אמורים לשמש כתשובות אלא להוות בסיס לדיון ולבחינה איכותית וכמותית, לצורך כימות התהליך והבנתו וכל זאת מתוך מגמה לגבש מדיניות מושכלת. חלק מההבנה מושגת על ההשוואות על ציר הזמן ובין מדינות שונות. חשוב להדגיש שתהליך מסוג זה צריך להיות מתמשך, כדי לבחון את השינויים שחלים ולהעריך את השפעת המדיניות והצורך בשינויים לאור הצלחתה ולאור שינויים שחלו במדינה ובעולם.

במהלך שנת 2000 החליט האיחוד האירופי לקדם באופן שוטף ומתמשך תהליך תומך לגיבוש של מדיניות מו"פ, וזאת על ידי הפעלת השיטה של benchmarking. מהלך זה היה חלק מהפעילות להגדרת והקמת אזור מחקר אירופי (European Research Area). המהלך נועד לאפשר דיון, השוואה בין מדינות ולימוד הדדי מהניסיון, במגמה לפתח מדיניות אשר תביא בחשבון את המשאבים, הצרכים, המטרות והתרבות המקומית הייחודית של המדינות החברות באיחוד. המסמך של האיחוד האירופי מעודכן על בסיס שנתי, כאשר בכל שנה נותנים דגש על אחד מהמרכיבים שמשפיעים על מדיניות המו"פ.

העבודה אמורה לסקור ארבעה תחומים המהווים אבני יסוד בתהליך של מו"פ וחדשנות טכנולוגית:

- ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי: תחום זה מתמקד בהערכה כספית של היקפי פעילות המו"פ בישראל, תוך הבחנה בין הגורמים המבצעים והגורמים המממנים.
- הון אנושי במדע וטכנולוגיה: תחום זה מתאר את היקפי כוח האדם המדעי-טכנולוגי ומקורותיו.
- תפוקה מדעית וטכנולוגית: תחום זה מתמקד במדדים כמותיים שונים למדידת התפוקות המדעיות-טכנולוגיות, כגון פרסומים מדעיים וציטוטיהם ורישום פטנטים, יצוא טכנולוגי, פריון ומרכיבים שמשפיעים על הצמיחה הכלכלית.
- התמורות וההשפעות הכלכליות לפעילויות מחקר ופיתוח מדעי וטכנולוגי, ומאזן המסחר הטכנולוגי, (technology balance of payment).

בשלב זה, הושלמו שלושת הפרקים הראשונים מתוך ארבעת הפרקים הנ"ל, ומתבצעת עבודת מטה בשיתוף עם גורמים אחרים במשק על גיבוש מתודה ליצירת תשתית נתונים ודיווח לצורך הכנת הפרק הנוסף על ההשפעה הכלכלית של פעילות המחקר במדע וטכנולוגיה.

על מנת לאפשר השוואה בין לאומית של הנתונים והאינדקטורים הקשורים לתחומים שפורטו לעיל, הוגדרו, לראשונה ב-1980, על ידי ה-OECD במדריך פרסקאטי (Frascati), הנחיות לאיסוף נתונים שקשורים לפעילות מו"פ, מדע וטכנולוגיה שאומצו על ידי הלשכות המרכזיות לסטטיסטיקה במדינות רבות, ביניהן גם הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל (למ"ס).

1.5 תכולת מסמך הביניים

כאמור, הגרסה הנוכחית של העבודה אינה גמורה, והיא כוללת רק את פרקי ההשקעה, ההון האנושי והתפוקות הקשורים בפעילות מחקר ופיתוח מדעי-טכנולוגי בישראל, בהשוואה למספר מדינות יעד. חרף זאת, בחרנו לפרסם גרסה חלקית זו מכמה סיבות:

- יש עניין רב בתמונת מצב של היכולות המדעיות בישראל והתפתחותן על פני זמן, מצד גורמים שונים, קובעי מדיניות בממשלה ובכנסת, מוסדות להשכלה גבוהה, משקיעים ושותפים פוטנציאליים.
- תשתית הנתונים וכללי הדיווח לגבי נתונים המתוארים בפרקים הראשונים המובאים כאן כבר קיימת כיום. לעומת זאת, פרקי התמורות הכלכליות ומאזן המסחר הטכנולוגי דורש עדיין עבודת הכנה מתודית נרחבת, ואיסוף נתונים שאינם מצויים במדינת ישראל ברמת זמינות ואמינות המאפשרים לגזור מהם דוחות שוטפים ומעודכנים.

אנו מקווים בעזרת מסמך ביניים זה להאיץ את התנעת התהליך של איסוף מידע ודווח מסודר על נתוני תפוקות של פעילויות מחקר ופיתוח מדעי-טכנולוגי, כדי שנוכל להשלים את התמונה המשווה של ישראל לארצות הייחוס גם במדדים חשובים אלה.

בהתאם, אנו מפרסמים את הדוח הנוכחי על שלושת פרקיו הראשונים. נשמח, כאמור, לקבל כל התייחסות לנושאים ולנתונים הכלולים בו, ולתכנית לפרק המתוכנן בהמשך.

פרק 2: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי

2.1 מבוא

ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי עומדת במרכז של תשתית המדע והטכנולוגיה. מדריך פרסקאטי (Frascati Manual) שהוציא לאור המשרד הסטטיסטי של ה-OECD לראשונה ב-1980, היה המדריך הראשון שהגדיר פעילות מו"פ ונתן הנחיות לאיסוף נתונים סטטיסטיים שקשורים אליה. הגדרות אלה אומצו על ידי משרדים סטטיסטיים שונים בעולם, ביניהם גם הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל. למרות חוסר הגמישות בהגדרות אלה, אימוצם על ידי מספר רב של גורמים בינלאומיים מאפשר ביצוע השוואות נתונים בינלאומיות אשר תורמות להבנת התהליכים השונים בהתפתחות תשתית המחקר, וביצוע ניתוחי מדיניות.

הגדרת מו"פ כפי שהיא מופיעה במדריך פרסקאטי:

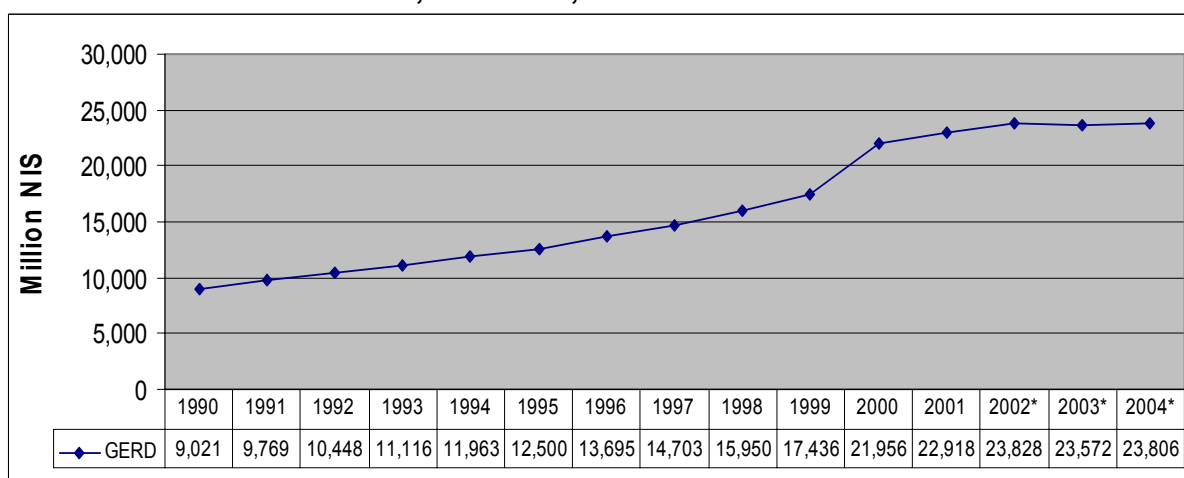
“Research and experimental development (R&D) comprise creative work undertaken on a systematic basis in order to increase the stock of knowledge, including knowledge of man, culture and society and the use of this stock of knowledge to devise new applications”.

ההוצאה הלאומית למו"פ מסווגת בהתאם להמלצות של ה-OECD לפי סקטורים מבצעים וסקטורים מממנים. פרק זה יסקור תחילה את נתוני המו"פ בישראל ברמה המצרפית בשנים 1990-2004 ויצג אינדקטורים ברי השוואה בינלאומית. לאחר מכן נתמקד בצורה מעמיקה בשלושת הסקטורים העיקריים שמבצעים/מממנים מו"פ: הסקטור העסקי, הסקטור הממשלתי וההשכלה הגבוהה. ההשוואה של הנתונים והמגמות בישראל תיעשה ביחס לממוצע 15 מדינות באיחוד האירופי וארה"ב. בנוסף, מצאנו לנכון לערוך השוואה לכמה מדינות ספציפיות שיש להם מאפיינים דומים לישראל, דוגמת פינלנד ואירלנד. במקרים שראינו לנכון להשוות למדינות נוספות עשינו זאת.

2.2 מבט מצרפי

תחילה נתבונן בהוצאה הלאומית למו"פ אזרחי בישראל (Gross Expenditure on R&D) בשנים 1990-2004 שמוצגת באיור 2.1. בשנים אלה נרשמה עלייה של כ-164% בהוצאה הלאומית למו"פ.

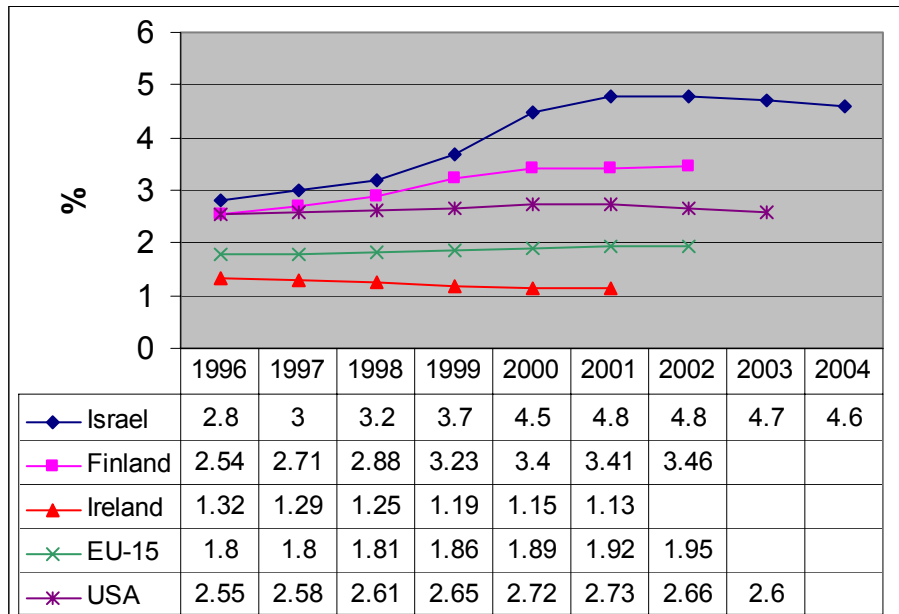
איור 2.1: הוצאה לאומית למו"פ אזרחי בישראל, 1990-2004, מיליוני ש"ח במחירי 2000



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי 1989-2004**, פרסום מספר 1247, ירושלים, 2005.
* נתונים ארעיים

האינדקטור הנפוץ ביותר לצורך השוואה בינלאומית של רמת ההוצאה למו"פ הוא ההוצאה הלאומית למו"פ יחסית לתוצר המקומי הגולמי (תמ"ג), שנקרא גם עצמת המו"פ, (R&D Intensity). באיור 2.2 מוצגים הנתונים עבור אינדקטור זה לישראל, פינלנד, ארה"ב וממוצע 15 המדינות החברות באיחוד האירופי לשנים 2004-1996.

איור 2.2: סך ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי יחסית לתמ"ג (באחוזים), 2004-1996



מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

על מנת להבין את האינדקטור הזה לעומק נציג בטבלה 2.1 וטבלה 2.2 את ההוצאה הלאומית למו"פ בישראל, פינלנד ואירלנד ואת התוצר הלאומי הגולמי במדינות אלה לשנים 2002-1996.

טבלה 2.1: ההוצאה הלאומית למו"פ, 2002-1996, במיליוני דולרים שוטפים במונחי שווי כוח-קנייה

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Israel | 3,000 | 3,410 | 3,762 | 4,515 | 6,064 | 6,709 | 6,765 |
| Finland | 2,588 | 3,028 | 3,452 | 3,950 | 4,461 | 4,673 | 4,779 |
| Ireland | 929 | 1,039 | 1,113 | 1,160 | 1,226 | 1,304 | .. |

מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה. (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

טבלה 2.2: תוצר מקומי גולמי, 2002-1996, במיליוני דולרים שוטפים במונחי שווי כוח-קנייה

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Israel | 108,406 | 113,620 | 118,379 | 123,582 | 136,236 | 140,950 | 139,985 |
| Finland | 101,969 | 111,548 | 119,703 | 122,177 | 131,274 | 137,039 | 138,326 |
| Ireland | 70,346 | 80,652 | 88,832 | 97,095 | 106,744 | 115,709 | 126,741 |

מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה. (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

ההוצאה הלאומית למו"פ בישראל במונחי שווי כוח קניה¹ (זו השיטה המקובלת להמרת נתונים המבוטאים במטבע מקומי למטבע משותף על מנת שאפשר יהיה להשוות בין מדינות) גדלה בין שנת 1996 לשנת 2002 בכ-126% לעומת גידול של 29% בתוצר הגולמי המקומי באותה תקופה. לעומת זאת, ההוצאה למו"פ בפינלנד עלתה בכ-85% באותה תקופה כאשר הגידול בתמ"ג היה כ-36%. אירלנד מציגה מגמה ייחודית, הגידול בהוצאה הלאומית למו"פ בין השנים 1996-2001 הוא כ-40% כאשר הגידול בתמ"ג הוא כ-64%. נתונים אלה באו להדגיש את חשיבות האינדקטור של ההוצאה הלאומית למו"פ ביחס לתמ"ג בישראל.

מדריך פרסקאטי מחלק את ביצוע ההוצאה הלאומית למו"פ לארבעה סקטורים עיקריים:

- עסקי
- ממשלתי
- השכלה גבוהה
- ומוסדות פרטיים ללא כוונת רווח.

לפי הגדרות הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה², הסקטור העסקי כולל מפעלים פרטיים וממשלתיים ויחידות בעלות אופי עסקי בענפי כלכלה שונים. הסקטור הממשלתי כולל את משרדי הממשלה, רשויות מקומיות, מוסדות לאומיים, המוסד לביטוח לאומי וכן מוסדות ללא כוונת רווח, שהממשלה מממנת את רוב הוצאותיהם. סקטור ההשכלה הגבוהה כולל את שבע אוניברסיטאות המחקר ואת מכוני המחקר הקשורים בהם. המלכ"רים הפרטיים כוללים מוסדות פרטיים וחצי פרטיים, שפועלים ללא מטרת רווח, שעיקר מימונם אינו ע"י הממשלה.

טבלה 2.3 ואיור 2.3 מציגים את ההוצאה הלאומית למו"פ לפי סקטור מבצע בשנים 1990-2004 בישראל. ניתן לראות שהגידול שחל בהוצאה הלאומית למו"פ מקורו בעיקר בסקטור העסקי. בסקטור זה אחוז הגידול השנתי הממוצע משנת 1990 עד שנת 2004 עומד על 21%, ובשנים 2000-2004 הוא מבצע כ-75% מההוצאה הכוללת למו"פ. בשאר הסקטורים גם כן חל גידול אך הוא פחות משמעותי. הגידול המשמעותי בסקטור העסקי נובע מכמה סיבות עיקריות כגון: התוכניות הרבות שהופעלו בשנים אלה על ידי גורמים ממשלתיים, בעיקר התוכניות של המדען הראשי במשרד התעשייה והמסחר, התפתחות שוק ההיי-טק, כניסת משקיעים זרים לישראל והתפתחות הגדולה בענף ההון סיכון. לעומת זאת, המו"פ בביצוע מערכת ההשכלה הגבוהה, בתקופה הנדונה, גדל בשיעור שנתי ממוצע של כ-13%. כתוצאה, ירד האחוז שהם מבצעים מסך הכול המו"פ האזרחי מ-29% בשנת 1990 ל-16% בשנת 2004. כלומר המחקר בהשכלה הגבוהה, מבחינת השקעות כספיות, אינו מצליח לעקוב אחרי הגידול המסיבי בהוצאות למו"פ שבעיקר מבוצעות על ידי הסקטור העסקי. גם החלק של הסקטור הממשלתי בהוצאה הלאומית למו"פ ירד בתקופה הנדונה, מ-11% בשנת 1990 ל-5% בשנת 2004.

¹ שווי כוח קניה (PPP) = שיעור המרת מטבע אשר ממיר מדדים כלכליים המבוטאים במטבע מקומי למטבע "מלאכותי" משותף שמשווה את כוח הקניה של מטבעות מקומיים שונים (על פי ההגדרה שמופיעה באתר <http://forum.europa.eu.int/irc/dsis/coded/info/data/coded/en.htm>).

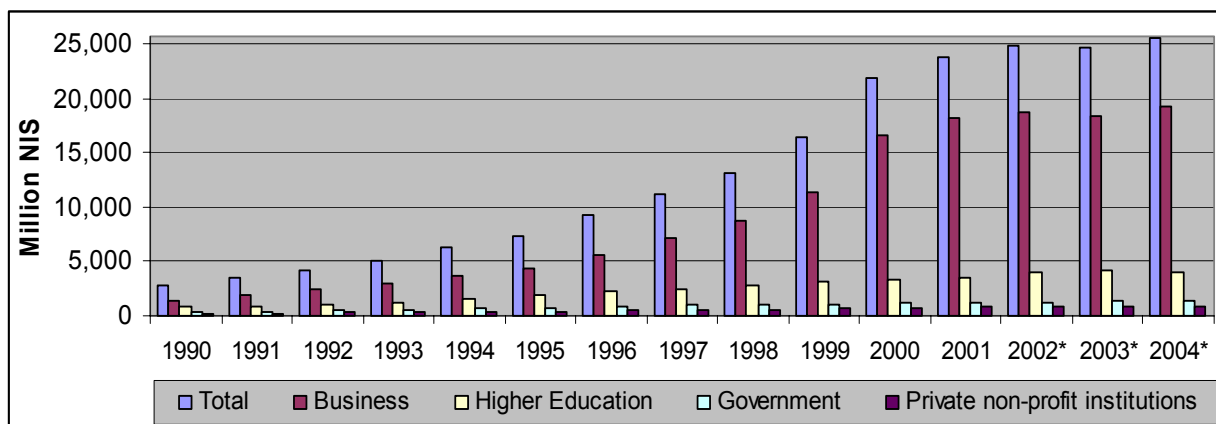
² הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 1989-2004**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005.

טבלה 2.3: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי ישראל, לפי סקטור מבצע, 1990-2004, מיליוני ₪ במחירים שוטפים

| | Business | | Government | | HE | | PNP | | Total | |
|-------|----------|----|------------|----|--------|----|--------|---|--------|-----|
| | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % |
| 1990 | 1,455 | 53 | 293 | 11 | 798 | 29 | 198 | 7 | 2,744 | 100 |
| 1991 | 1,903 | 56 | 368 | 11 | 909 | 27 | 237 | 7 | 3,417 | 100 |
| 1992 | 2,421 | 57 | 459 | 11 | 1,084 | 26 | 267 | 6 | 4,231 | 100 |
| 1993 | 2,964 | 58 | 539 | 11 | 1,270 | 25 | 337 | 7 | 5,110 | 100 |
| 1994 | 3,668 | 59 | 634 | 10 | 1,551 | 25 | 395 | 6 | 6,248 | 100 |
| 1995 | 4,357 | 59 | 736 | 10 | 1,900 | 26 | 429 | 6 | 7,422 | 100 |
| 1996 | 5,571 | 61 | 917 | 10 | 2,223 | 24 | 490 | 5 | 9,201 | 100 |
| 1997 | 7,155 | 64 | 972 | 9 | 2,539 | 23 | 556 | 5 | 11,222 | 100 |
| 1998 | 8,705 | 66 | 1,015 | 8 | 2,772 | 21 | 599 | 5 | 13,091 | 100 |
| 1999 | 11,433 | 70 | 1,106 | 7 | 3,209 | 20 | 688 | 4 | 16,436 | 100 |
| 2000 | 16,685 | 76 | 1,212 | 6 | 3,302 | 15 | 757 | 3 | 21,956 | 100 |
| 2001 | 18,161 | 76 | 1,295 | 5 | 3,497 | 15 | 808 | 3 | 23,761 | 100 |
| 2002* | 18,712 | 75 | 1,309 | 5 | 4,049 | 16 | 868 | 3 | 24,938 | 100 |
| 2003* | 18,329 | 74 | 1,352 | 5 | 4,196 | 17 | 893 | 4 | 24,770 | 100 |
| 2004* | 19,266 | 75 | 1,316 | 5 | 4,077 | 16 | 909 | 4 | 25,568 | 100 |

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 1989-2004**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005.
*נתונים ארעיים.

איור 2.3: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי ישראל, לפי סקטור מבצע, 1990-2004, מיליוני ₪ במחירים שוטפים



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 1989-2004**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005.

לאחר בחינת ההוצאה למו"פ מנקודת הראות של הצד המבצע חשוב לבחון את אותה הוצאה לפי הסקטור המממן. החלוקה לסקטורים דומה לזאת שתיארנו במו"פ לפי סקטור מבצע אך בנוסף ישנה התייחסות למקורות מימון מחו"ל, הכוונה היא לגופים מממנים מחוץ לגבולות המדינה ולגופים זרים שנמצאים במדינה, למעט חברות עסקיות זרות שפועלות בתוך המדינה שנכללות יחד עם הסקטור העסקי. במיון של ההוצאה למו"פ לפי הסקטור המממן נכללים: עלות המו"פ שהסקטור מבצע בעצמו ושמומן ממקורות עצמיים, קניית

מו"פ בארץ, תרומות, מענקים והעברות הון אחרות למגזרים בארץ למימון מו"פ. (לשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הוצאה לאומית למו"פ אזרחי 1989-2004, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2004).

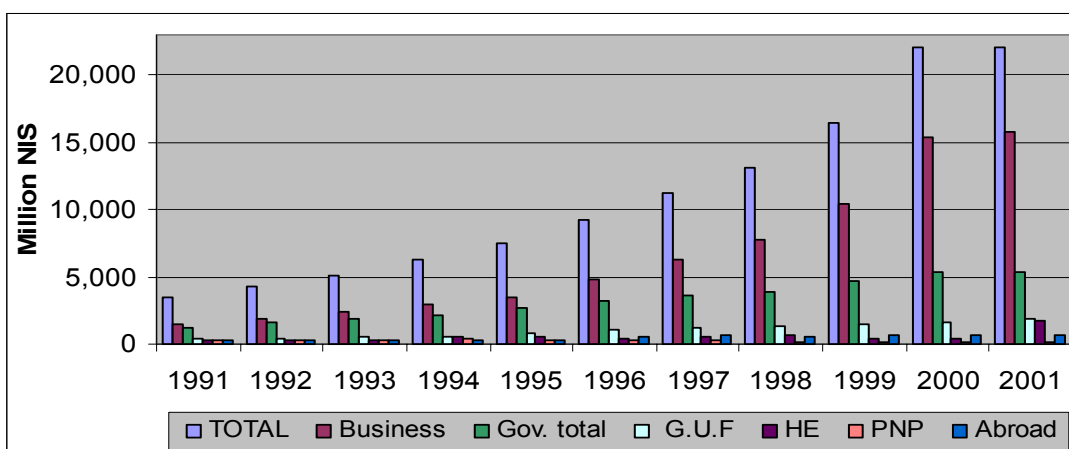
טבלה 2.4 מציגה את ההוצאה הלאומית למו"פ לפי סקטור מממן בישראל בשנים 1991-2001. המימון שהממשלה מעבירה לאוניברסיטאות, באמצעות הוועדה לתכנון ותקצוב של האוניברסיטאות במועצה להשכלה גבוהה, נכלל בתוך המימון הממשלתי אך מוצג גם בסעיף נפרד. המימון על ידי מערכת ההשכלה הגבוהה כולל מו"פ שההשכלה הגבוהה מבצעת בעצמה ושממנת ממקורות עצמיים (שכר לימוד ותרומות לא מיועדות), תרומות, מענקים והעברות הון אחרות.

טבלה 2.4: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי בישראל, לפי סקטור מממן, 1991-2001, מיליוני ₪ במחירים שוטפים

| | Business | | Government (Total) | | Through G.U.F(1) | | HE | | PNP inst. | | Abroad | | TOTAL | |
|------|----------|----|--------------------|----|------------------|----|--------|---|-----------|---|--------|---|--------|-----|
| | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % |
| 1991 | 1,485 | 43 | 1,260 | 37 | 341 | 10 | 244 | 7 | 205 | 6 | 222 | 6 | 3,416 | 100 |
| 1992 | 1,870 | 44 | 1,550 | 37 | 409 | 10 | 252 | 6 | 278 | 7 | 281 | 7 | 4,231 | 100 |
| 1993 | 2,380 | 47 | 1,897 | 37 | 543 | 11 | 209 | 4 | 314 | 6 | 311 | 6 | 5,110 | 100 |
| 1994 | 2,939 | 47 | 2,178 | 35 | 583 | 9 | 486 | 8 | 362 | 6 | 284 | 5 | 6,248 | 100 |
| 1995 | 3,542 | 48 | 2,663 | 36 | 747 | 10 | 570 | 8 | 319 | 4 | 327 | 4 | 7,422 | 100 |
| 1996 | 4,782 | 52 | 3,216 | 35 | 1,026 | 11 | 432 | 5 | 205 | 2 | 567 | 6 | 9,201 | 100 |
| 1997 | 6,230 | 56 | 3,602 | 32 | 1,187 | 11 | 548 | 5 | 227 | 2 | 615 | 5 | 11,222 | 100 |
| 1998 | 7,740 | 59 | 3,927 | 30 | 1,325 | 10 | 707 | 5 | 182 | 1 | 535 | 4 | 13,091 | 100 |
| 1999 | 10,483 | 64 | 4,742 | 29 | 1,437 | 9 | 398 | 2 | 174 | 1 | 639 | 4 | 16,436 | 100 |
| 2000 | 15,394 | 70 | 5,361 | 24 | 1,558 | 7 | 438 | 2 | 160 | 1 | 603 | 3 | 21,956 | 100 |
| 2001 | 15,793 | 66 | 5,319 | 22 | 1,850 | 8 | 1,770 | 7 | 184 | 1 | 695 | 3 | 23,761 | 100 |

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הוצאה לאומית למו"פ אזרחי 1989-2004, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה.
*הוועדה לתכנון ותקצוב של האוניברסיטאות במועצה להשכלה גבוהה (General University Funds)

איור 2.4: ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי בישראל, לפי סקטור מממן, 1991-2001, מיליוני ₪ במחירים שוטפים

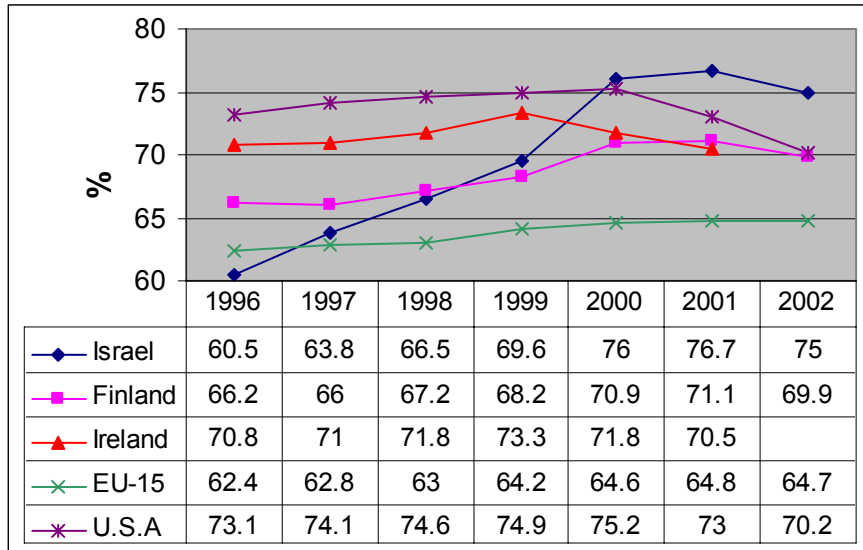


מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הוצאה לאומית למו"פ אזרחי 1989-2004, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה.

2.3 הסקטור העסקי

חלקו של הסקטור העסקי בביצוע ההוצאה הלאומית למו"פ היה 60.5% בשנת 1996 והוא גדל לשיעור של 75% בשנת 2002, כלומר גידול של כ-15%. איור 2.5 מציג את האחוז שמבצע המגזר העסקי בישראל, פינלנד, אירלנד, ממוצע 15 מדינות מהאיחוד האירופי וארה"ב בשנים 2002-1996.

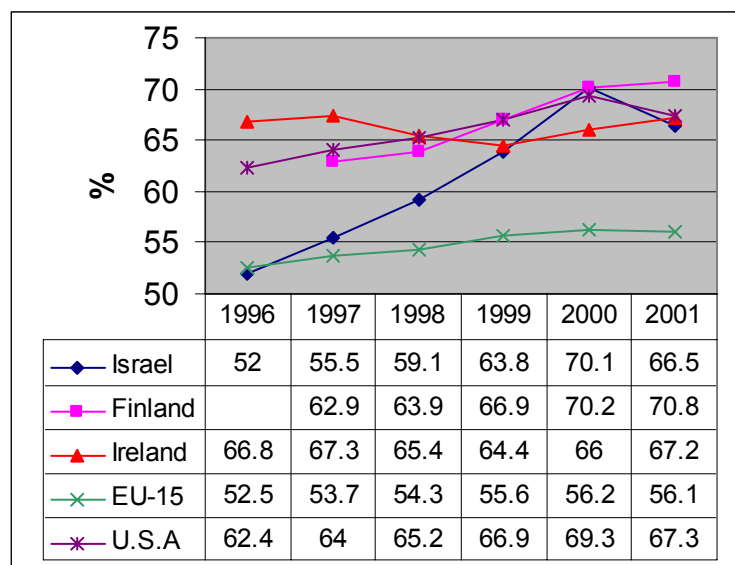
איור 2.5: שיעור (%) המו"פ המבוצע ע"י הסקטור העסקי מסך ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי, 2002-1996



מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. (2) OECD, **Main Science & Technology Indicators**, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

כעת, נשווה את אחוז המו"פ שמממן הסקטור העסקי בישראל לעומת אחוז המימון של הסקטור העסקי במדינות אחרות בשנים 2001-1996. המימון ברובו עצמי אך חלק ממנו מופנה גם לסקטור ההשכלה הגבוה כפי שיוצג בהמשך.

איור 2.6: שיעור (%) המו"פ במימון הסקטור העסקי מסך כל ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי, 2001-1996

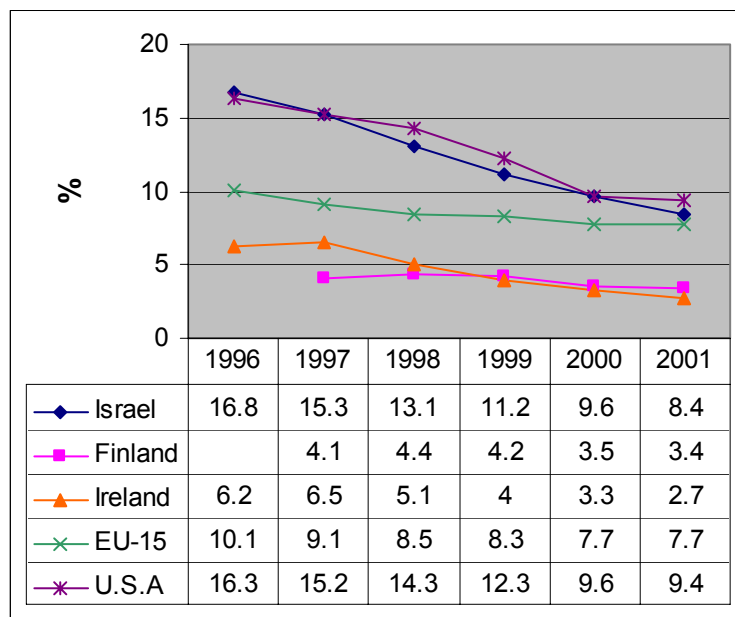


מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה. (2) OECD, **Main Science & Technology Indicators**, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

רוב המימון של הסקטור העסקי למו"פ מיועד לביצוע עצמי. על מנת לראות את התמונה בכללותה נציג שני מדדים נוספים. הראשון, אחוז המו"פ שמבצע הסקטור העסקי במימון הממשלה והשני אחוז המו"פ שמבצע סקטור ההשכלה הגבוהה במימון הסקטור העסקי.

המגזר העסקי קיבל בעשור האחרון תמיכה רחבה מהממשלה, במיוחד דרך תוכניות עידוד המו"פ שהופעלו על ידי המדען הראשי במשרד התעשייה והמסחר. איור 2.7 מציג את השיעור שמימנה הממשלה מסך ההוצאה למו"פ שבוצעה על ידי הסקטור העסקי בישראל, פינלנד, אירלנד, ממוצע 15 מדינות מהאיחוד האירופי וארה"ב בשנים 1996-2001.

איור 2.7: שיעור המו"פ בביצוע הסקטור העסקי במימון הממשלה, 2001-1996



מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 1989-2004**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה.

(2) OECD, **Main Science & Technology Indicators**, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

צריך להדגיש שבהעברות הממשלה לסקטור העסקי כלולה התמיכה הישירה והגולמית³ (ברוטו) בלבד. תמיכות עקיפות כגון הנחות במס או תביעה של פחת מואץ אינן נכללות כאן. לכאורה, ניתן להגיד שהמימון הממשלתי ירד בצורה חזקה בשנים אלה. קביעה זאת אינה מדויקת, הסתכלות על הנתונים מראה שהמימון הממשלתי גדל בתקופה זאת, אבל היקף המו"פ שמבוצע על ידי הסקטור העסקי במימון עצמי גדל ומכאן הירידה הניכרת באחוז המוצג. את הירידה הזאת רואים גם בפינלנד וארה"ב אבל בצורה פחות חדה מזאת שבישראל.

על מנת לראות את השינויים שחלו ברמת שיתוף הפעולה בין האקדמיה לבין הסקטור העסקי, נסתכל על שיעור המו"פ המבוצע באוניברסיטאות במימון הסקטור העסקי. בטבלה 2.5 רואים שכמעט ולא חל שינוי בשיעור זה בישראל בשנים 1996-2001 והוא נמוך מכל הארצות בטבלה, למעט יפן. גרמניה וקנדה בולטות בשיעור הגבוה ביותר באינדקטור זה.

³ ללא ניכוי הכנסות מתמלוגים.

טבלה 2.5: שיעור (%) המו"פ בביצוע ההשכלה הגבוהה במימון הסקטור העסקי, 2001-1996

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| Israel | 4.1 | 4.3 | 3.6 | 4.1 | 3.7 | 4.9 |
| Finland | .. | 5.2 | 4.5 | 4.7 | 5.6 | 6.7 |
| Ireland | 6.4 | 6.5 | 6.6 | 5.9 | 5.3 | |
| Germany | 9.2 | 9.7 | 10.5 | 11.3 | 11.6 | 12.2 |
| UK | 6.7 | 7.1 | 7.3 | 7.3 | 7.1 | 6.2 |
| Canada | 9.1 | 9.8 | 9.4 | 9.1 | 9.5 | 9.3 |
| Japan | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 2.5 | 2.3 |
| U.S.A | 5.7 | 6 | 6.1 | 6.1 | 6 | 5.5 |

מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989*, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה.
 (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

עד כה, התייחסנו להוצאה למו"פ של הסקטור העסקי ברמה מצרפית, הטבלה הבאה מציגה את פילוג ההוצאה למו"פ עסקי לשתי קטגוריות עיקריות: הראשונה מכילה את ענף המחקר ופיתוח וענף שירותי המחשב והשנייה את כל ענפי התעשייה. לאחר מכן נבחן את הפילוג בתוך ענפי תעשייה נבחרים.

טבלה 2.6: פילוג ההוצאה למו"פ עסקי לפי ענפים ראשיים (%), 2001-1998

| | Total business sector | Industry* | Computer and related services and Research and development** |
|------|-----------------------|-----------|--|
| 1998 | 100 | 50.0 | 50.0 |
| 1999 | 100 | 47.7 | 52.3 |
| 2000 | 100 | 41.4 | 58.6 |
| 2001 | 100 | 40.0 | 60.0 |

מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *סקר מחקר ופיתוח בסקטור העסקי 1999*, ירושלים, 2002.
 (2) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *מחקר ופיתוח עסקי 2001-2000*, ירושלים, 2003.
 * ענפי התעשייה כוללים ענפים 13-39 לפי הסיווג האחד של ענפי הכלכלה 1993.
 ** שירותי מחשב- ענף 72, מחקר ופיתוח- ענף 73

טבלה 2.7 מציגה את פילוג המו"פ בענפי התעשייה בישראל בשנים 2001-1995. בולטת המגמה לריכוז המו"פ בתחום של תעשיות התקשורת והאלקטרוניקה עוד משנת 1995, מגמה זאת ממשיכה עד לשנת 2001 שבה רמת הריכוזיות גדולה יותר ומגיעה ל- 78% מסך הוצאות המו"פ בענפי התעשייה.

טבלה 2.7: הוצאות מו"פ בענפי תעשייה נבחרים בישראל⁴ (%), 2001-1995

| | Total industry | Electronic equipment | Chemical products | Metal products | Machinery and transport equipment | Electrical equipment | Other activities |
|------|----------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|
| 1995 | 100 | 66 | 14 | 3 | 8 | 4 | 5 |
| 1996 | 100 | 75 | 11 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| 1997 | 100 | 78 | 11 | 1 | 5 | 2 | 3 |
| 1998 | 100 | 78 | 9 | 1 | 6 | 2 | 3 |
| 1999 | 100 | 81 | 6 | 1 | 6 | 3 | 3 |
| 2000 | 100 | 79 | 7 | 1 | 8 | 3 | 2 |
| 2001 | 100 | 78 | 9 | 1 | 8 | 2 | 2 |

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *מחקר ופיתוח עסקי 2001-2000*, ירושלים, 2003. (לוח 32, עמ' 96)

נציג כעת את החלוקה לפי ענפי תעשייה נבחרים במדינות נוספות: פינלנד, אירלנד, קנדה, יפן וקוריאה הדרומית, בשנת 2000.

טבלה 2.8: השוואה בינלאומית- הוצאות לביצוע מו"פ בענפי תעשייה נבחרים (%), שנת 2000

| | Total industry | Electronic equipment | Chemical products | Metal products | Machinery and transport equipment | Electrical equipment | Other activities |
|----------|----------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|
| Israel | 100 | 79 | 7 | 1 | 8 | 3 | 2 |
| Finland | 100 | 62 | 10 | 1 | 17 | .. | 10 |
| Ireland | 100 | 41 | 20 | 0 | 19 | 6 | 14 |
| Canada | 100 | 43 | 12 | 2 | 33 | 2 | 8 |
| Japan | 100 | 28 | 20 | 3 | 29 | 11 | 9 |
| S. Korea | 100 | 44 | 11 | 2 | 36 | 2 | 5 |

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה⁵, *מחקר ופיתוח עסקי 2001-2000*, ירושלים, 2003. (לוח 33, עמ' 97)

בעשור האחרון חלה התפתחות רבה בענפי טכנולוגיות המידע, ICT, בעולם בכלל ובישראל בפרט (Information and Communications Technology)⁶. תמ"ג ענפים אלו במשק הישראלי גדל בין השנים 1990-2000 פי 4.5 (במחירי 1995), שיעור גידול שנתי ממוצע של כ-16%, לעומת גידול של כ-6% בכלל תמ"ג המגזר העסקי במשק. יצוא ענפי ה-ICT בשנת 2000 היה 30% מכלל יצוא הסחורות והשירותים, לעומת 14% בלבד בשנת 1990⁷.

⁴ לפי הסיווג האחד של ענפי כלכלה 1993, משנת 1995 ענף מכונות וציוד כולל את ענף כלי הובלה.

⁵ הנתונים לכל הארצות, למעט ישראל, מקורם בפרסום: Basic science and technology statistics, Paris, 2002.

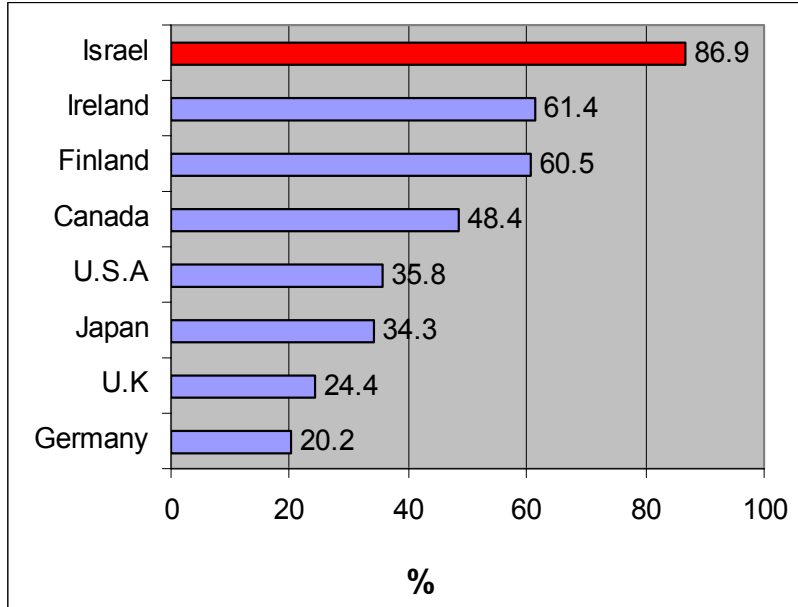
⁶ על פי הגדרות ארגון ה-OECD ה-ICT כולל את הענפים הבאים: תעשיית מכונות למשרד, לחשבונאות ומחשבים; תעשיית רכיבים אלקטרוניים; ציוד התקשורת וציוד תעשייתי לבקרה; שרותי מחשוב ושירותי מו"פ הכולל את חברות ההזנק.

⁷ מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, ענפי טכנולוגיות המידע (ICT) 1990-2000, פרסום מס' 1164, ירושלים, 2001.

להלן השוואה בינלאומית של החלק (%) של הוצאות מו"פ ב-ICT מתוך הוצאות המו"פ במגזר העסקי

בשנת 2001:

איור 2.8: החלק (%) של הוצאות מו"פ ב-ICT מתוך הוצאות המו"פ במגזר העסקי, 2001



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה⁸, *שנתון סטטיסטי לישראל 2004*, www.cbs.gov.il (לוח 28.15)

2.4 סקטור הממשלה

הממשלה ביצעה בשנת 2001 כ-5% מסך כל המו"פ האזרחי וחלקה במימון ההוצאה למו"פ היה כ-22% באותה שנה. ניתן לומר, שהאחוז שמקצה הממשלה מתקציבה השנתי למו"פ משקף את החשיבות היחסית שניתנת לו מתוך מכלול הוצאות הממשלה והתחייבויותיה. למדינה תפקיד חשוב בהקצאת המשאבים בין הסקטורים השונים, ולאופן בו מתבצעת החלוקה בתוך כל סקטור. המדיניות בה נוקטת הממשלה להקצאת משאבים למו"פ משפיעה על התפוקה המדעית ומשמשת כתמריץ כלכלי לסקטור העסקי. ניתוח תקציב הממשלה אינו עניין פשוט, והוא נהייה מורכב יותר כאשר מבצעים השוואות בינלאומיות בגלל השוני באופן עריכת התקציבים במדינות שונות. מדריך פרסקאטי פרסם הנחיות שאמורות לסייע לאוספי הנתונים לחלץ מתוך תקציבי הממשלה את הסעיפים בתקציב שעונים על הגדרה אחידה של פעילות מו"פ. גם אם נתונים אלה אינם מדויקים הם נותנים תחושה לגבי המתרחש במדינות השונות ברמת המקור. הנתונים המוצגים כאן עובדו בהתאם להנחיות אלה. חשוב לציין שמדובר בתקציבים בלבד ולא בביצוע או מימון בפועל של מו"פ, וכפי שהוזכר לפני כן, לפי הנחיות אלה נמדדים רק התמריצים והתמיכות הישירות למו"פ. תמיכות עקיפות, כגון הנחות מס או ויתור על מס, אינן באות לידי ביטוי בנתונים אלה.

טבלה 2.9 ואיור 2.9 מציגים את מדד ההקצאה למו"פ בתקציב הממשלתי השנתי יחסית לתמ"ג בישראל ובכמה מדינות נבחרות אחרות לתקופה 1996-2002:

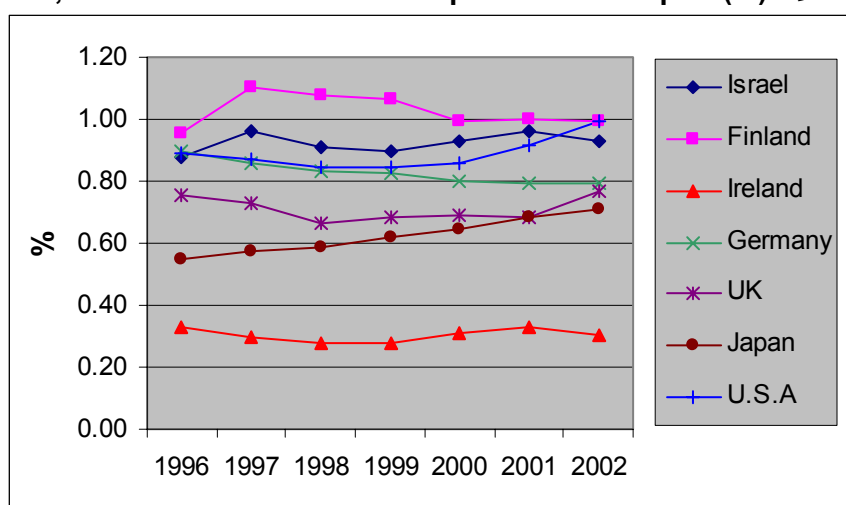
⁸ המקור של הלמ"ס הוא ה-OECD, נתונים מקדימים לפרסום Information Technology Outlook 2004.

טבלה 2.9: השיעור (%) שמקצה הממשלה מתקציבה השנתי למו"פ יחסית לתמ"ג, 2002-1996

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| Israel | 0.88 | 0.96 | 0.91 | 0.90 | 0.93 | 0.96 | 0.93 |
| Finland | 0.95 | 1.11 | 1.07 | 1.06 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| Ireland | 0.33 | 0.29 | 0.27 | 0.28 | 0.31 | 0.33 | 0.30 |
| Germany | 0.90 | 0.86 | 0.83 | 0.82 | 0.80 | 0.79 | 0.79 |
| UK | 0.75 | 0.73 | 0.66 | 0.69 | 0.69 | 0.68 | 0.77 |
| Japan | 0.55 | 0.58 | 0.59 | 0.62 | 0.64 | 0.69 | 0.71 |
| U.S.A | 0.89 | 0.87 | 0.84 | 0.84 | 0.86 | 0.91 | 0.99 |

מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

איור 2.9: השיעור (%) שמקצה הממשלה מתקציבה השנתי למו"פ יחסית לתמ"ג, 2002-1996



מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

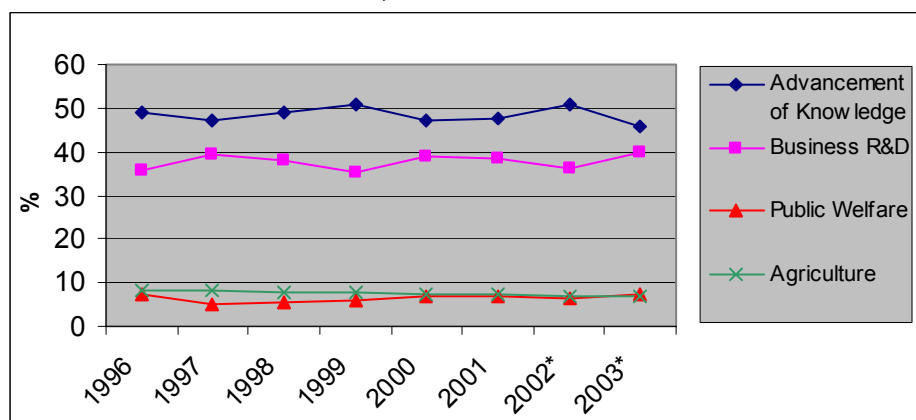
המדינה שמציגה באופן עקבי את השיעור הכי גבוה של הקצאות ממשלתיות למו"פ ביחס לתמ"ג היא פינלנד, כ-1% בממוצע, בעוד שהממשלות בישראל וארה"ב, הקצו בממוצע כ-0.93% וכ-0.99% (בהתאמה) מתקציבן למו"פ ביחס לתמ"ג בשנים 2002-1996. אירלנד לעומת זאת מציגה אחוז מאוד נמוך בקטגוריה זאת, כ-0.3%. על מנת להבין יותר לעומק את משמעותו של אינדקס זה דרוש ניתוח מעמיק למדיניות שנקטה בכל מדינה וליעדים אליהם הוקצו תקציבים אלה.

ניתן לחלק את ההוצאה הממשלתית למו"פ אזרחי, על פי ארבע קטגוריות עיקריות:

- מו"פ עסקי/תעשייתי: בעיקר השקעות המו"פ במסגרת פעילותו של המדען הראשי של משרד התעשייה והמסחר
- תשתית ידע ומחקר: התקציב למחקר במסגרת ות"ת ומשרד המדע
- חקלאות: תקציב המחקר של משרד החקלאות
- רווחת הציבור: התקציב של שאר משרדי הממשלה בעיקר: תחבורה ותקשורת, תכנון עירוני וכפרי, חינוך, פיקוח וטיפול סביבתי, בריאות ושירותים סוציאליים.

איור 2.10 מציג את ההתפלגות של ההוצאות הממשלתיות לפי היעדים הנ"ל בשנים 1996-2003:

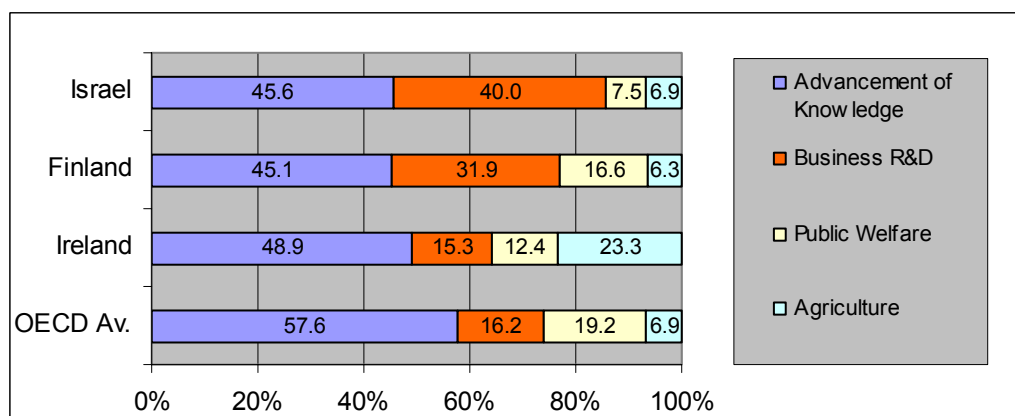
איור 2.10: חלוקת הוצאות הממשלה על פי היעדים השונים, כאחוז מסה"כ הוצאות הממשלה למו"פ אזרחי, 2003-1996



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. (לוח ג, עמ' 13) *נתונים ארעיים.

איור 2.11 מציג את היעדים הנ"ל בהשוואה לאירלנד, פינלנד ומדינות ה-OECD בשנת 2003:

איור 2.11: חלוקת הוצאות הממשלה על פי היעדים השונים, השוואה בינלאומית (באחוזים), 2003



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה⁹, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. (לוח 23, עמ' 77)

ישראל מתאפיינת באחוז גבוה שמקצה הממשלה למו"פ עסקי ולמחקר אוניברסיטאי, אבל בולט דווקא האחוז הנמוך שמושקע ברווחת הציבור בהשוואה למדינות כמו פינלנד ואירלנד.

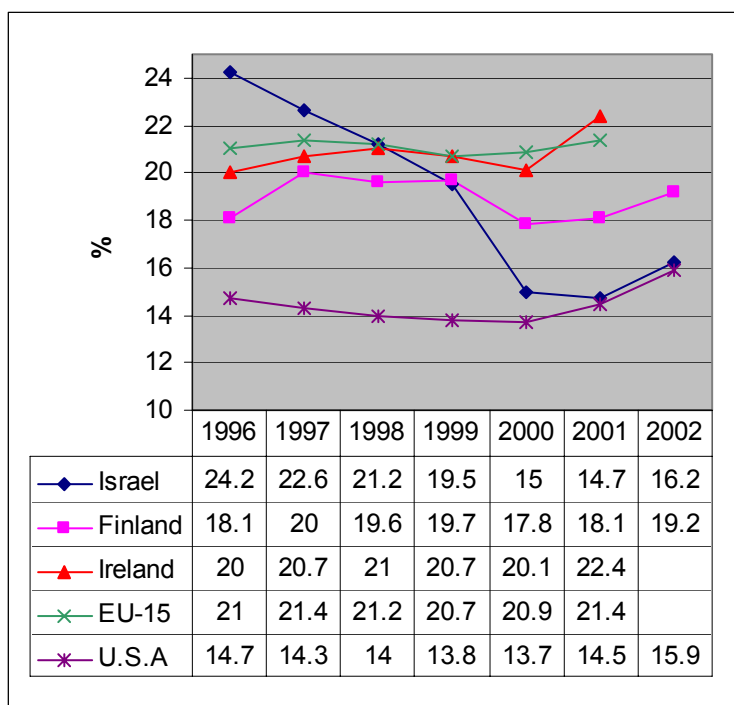
2.5 סקטור ההשכלה הגבוהה

מערכת ההשכלה הגבוהה מהווה מקור חשוב הן ליצירת ידע וחדשנות והן לטיפוח מאגר ההון האנושי במדינה. עיקר הפעילות באוניברסיטאות, במיוחד באוניברסיטאות המחקריות, ממונת על ידי גופים ממשלתיים ועל ידי קרנות מקומיות ובינלאומיות. העשור האחרון התאפיין בשיתוף פעולה שהולך וגדל, כאן ובעולם, בין

⁹ הנתונים לכל הארצות, למעט ישראל, מקורם בפרסום: OECD, Paris, 2004, Basic science and technology statistics.

האקדמיה לסקטור העסקי, בתחומי המדע והטכנולוגיה. ההשכלה הגבוהה כפי שהוגדרה בתחילתו של הפרק כוללת את שבע האוניברסיטאות המחקריות ואת מכוני המחקר הקשורים בהם. במיין ההוצאה למו"פ לפי סקטור מבצע נרשמו ההוצאות הישירות של הסקטור על ביצוע מו"פ, ללא התחשבות במקור המימון. במיין לפי סקטור מממן, נכללים המו"פ שההשכלה הגבוהה מבצעת בעצמה ושממנת ממקורות עצמיים, תרומות, מענקים והעברות הון אחרות. המימון שהממשלה מעבירה לאוניברסיטאות, באמצעות ות"ת מוצג בנפרד. אחוז המו"פ שמבוצע על ידי ההשכלה הגבוהה בישראל מסה"כ ההוצאה הלאומית למו"פ ירד בצורה חזקה במשך השנים, בעיקר בגלל הגידול בהיקף המו"פ הכולל. מגמה זאת של גידול בהיקף המו"פ הכולל שמקורו בגידול הפעילות המחקרית בסקטור העסקי אפיינה גם מדינות אחרות בעולם כגון פינלנד. למרות זאת, הצליחה מערכת ההשכלה הגבוהה בפינלנד להגדיל את ההוצאה שלה למו"פ ולכן החלק שלה מהסך הכללי נשאר באותה רמה. המשמעות היא שהאוניברסיטאות בישראל לא הגדילו את פעילות המו"פ שמבוצעת על ידן כך שתדביק את העלייה הגדולה שהייתה בפעילות המו"פ בסקטור העסקי. איור 2.12 מציג את המגמה שתוארה לעיל בהשוואה לפינלנד, אירלנד, ארה"ב וממוצע 15 מדינות מהאיחוד האירופי:

איור 2.12: שיעור (%) המו"פ שמבוצע על ידי ההשכלה הגבוהה מסה"כ ההוצאה למו"פ, 2002-1996



מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום 1247, ירושלים, 2005. (2) OECD, **Main Science & Technology Indicators**, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

לפני ביצוע השוואות בינלאומיות נוספות, נרצה לבחון את המקורות והיקף המימון שזרם לאוניברסיטאות לצורך ההוצאה למו"פ בשנים 2001-1996. פעילות המו"פ מהווה חלק אינטגרלי מהפעילות של אוניברסיטאות המחקר ומבחינה תקציבית אינה מופרדת מפעילות ההוראה, לכן הלמ"ס מבצע אמידה להוצאה למו"פ שממומנת דרך התקציב השוטף של

האוניברסיטה¹⁰. יש לציין שלפי המלצות מדריך פרסקאטי שכר לימוד ששולם לאוניברסיטה ותרומות שאינן מיועדות למחקרים ספציפיים נחשבים למימון עצמי של האוניברסיטה. לצורך הבנת סעיף המימון העצמי של האוניברסיטאות (עמודה רביעית בטבלה 2.10) נציין שמספר הסטודנטים הכולל, בכל האוניברסיטאות (לא כולל מכללות) בשנת הלימודים תשנ"ה (1995/1994) היה 97,250 סטודנט, לעומת 113,750 סטודנט בשנת הלימודים תשס"א (2001/2000). אחוז הגידול השנתי הממוצע במספר הסטודנטים עומד על סך של כ-5.5% בתקופה זו¹¹.

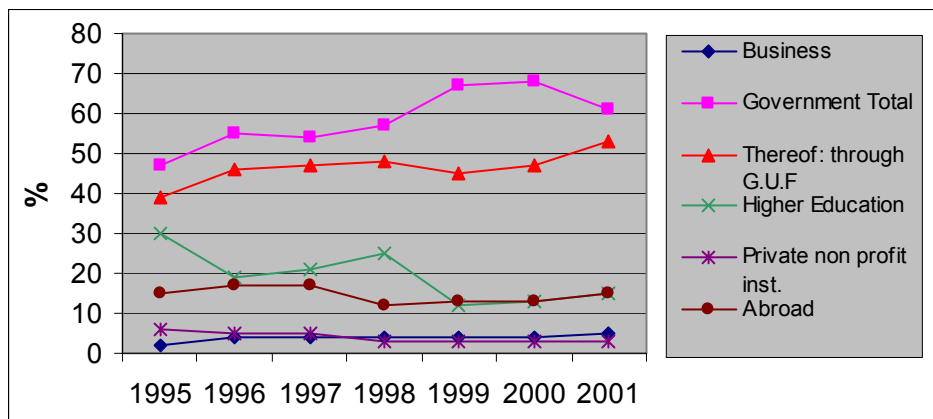
טבלה 2.10: ההוצאה למו"פ בביצוע ההשכלה הגבוהה בישראל, לפי מקורות מימון, 2001-1995, מיליוני ₪ במחירים שוטפים

| | Business | | Government Total | | Thereof: through G.U.F | | Higher Education | | Private non profit inst | | Abroad | | Total | |
|------|----------|---|------------------|----|------------------------|----|------------------|----|-------------------------|---|--------|----|--------|-----|
| | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % | M. NIS | % |
| 1995 | 43 | 2 | 899 | 47 | 747 | 39 | 565 | 30 | 111 | 6 | 282 | 15 | 1,900 | 100 |
| 1996 | 91 | 4 | 1,218 | 55 | 1,026 | 46 | 422 | 19 | 104 | 5 | 389 | 17 | 2,223 | 100 |
| 1997 | 110 | 4 | 1,358 | 54 | 1,187 | 47 | 537 | 21 | 114 | 5 | 420 | 17 | 2,539 | 100 |
| 1998 | 100 | 4 | 1,568 | 57 | 1,325 | 48 | 687 | 25 | 73 | 3 | 344 | 12 | 2,772 | 100 |
| 1999 | 132 | 4 | 2,166 | 67 | 1,437 | 45 | 391 | 12 | 93 | 3 | 427 | 13 | 3,209 | 100 |
| 2000 | 122 | 4 | 2,235 | 68 | 1,558 | 47 | 429 | 13 | 93 | 3 | 423 | 13 | 3,302 | 100 |
| 2001 | 170 | 5 | 2,137 | 61 | 1,850 | 53 | 541 | 15 | 116 | 3 | 533 | 15 | 3,497 | 100 |

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה.

איור 2.13 מציג את המגמות שתוארו בטבלה:

איור 2.13: ההוצאה למו"פ בביצוע ההשכלה הגבוהה בישראל (%), לפי מקורות מימון, 2001-1995



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. כולל עדכונים שהתקבלו מהלשכה.

¹⁰ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 2004-1989**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005. (עמ' 20)

¹¹ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **סטודנטים באוניברסיטאות ובמוסדות אחרים להשכלה גבוהה תשס"א**, ירושלים, 2002. (לוח א', עמ' 23)

כפי שמוצג בנתונים, בשנת 2001 המימון שמקורו מהות"ת גדל בצורה משמעותית והוא מהווה כ- 53% מסך מקורות המימון שעומדים לרשות האוניברסיטאות לביצוע מו"פ. לעומת זאת, כפי שכבר הזכרנו בטבלה 2.10 האחוז שמממן הסקטור העסקי לפעילות המחקר באוניברסיטאות נשאר נמוך וללא שינוי משמעותי במשך התקופה הנדונה. בולטת גם מגמת הירידה באחוז של המימון העצמי של האוניברסיטאות שמורכב בעיקר משכר לימוד ומתרומות שהמוסדות מקבלים. חשוב להדגיש שוב את העובדה שבתקופה 1990-2001 גדל המו"פ הריאלי בביצוע הסקטור העסקי בשיעור של כ- 255% (מ-4,946 מליון ₪ במחירי 2000 בשנת 1990 ל-17,575 ₪ בשנת 2001) לעומת 15.8% בלבד באוניברסיטאות (מ-2,884 בשנת 1990 ל-3,339 בשנת 2001)¹². המשמעות המיידית היא שכל המו"פ העסקי מבוצע בתוך החברות עצמן וכמעט ואינו מועבר לאוניברסיטאות. מגמות אלה אמורות לעורר שאלות לגבי עתיד המחקר האקדמי ותפקידה של הממשלה בחלוקת המשאבים שעומדים לרשותה למו"פ וקביעת מדיניות אשר תעודד שיתוף פעולה בין הסקטור העסקי לזה של האוניברסיטאות. ניתוח מדיניות מעמיק במדינות כמו פינלנד ואירלנד בהם שיתוף הפעולה הזה מתקיים בצורה נרחבת עשוי לסייע בקביעת מדיניות מתאימה לישראל.

¹² הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *הוצאה לאומית למו"פ אזרחי 1989-2004*, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005.

פרק 3: הון אנושי במדע וטכנולוגיה

3.1 מבוא

מאגר ההון האנושי הוא מרכיב חשוב אשר משפיע על פעילות המחקר והפיתוח במדינה ומהווה גורם מכריע לביסוס מעמדה במחקר מדעי ומנוע מרכזי המוביל את כלכלתה. הון אנושי שמעורב בפעילות מדע וטכנולוגיה נמדד דרך האנשים שמועסקים במקצועות הקשורים למדע וטכנולוגיה, ודרך בוגרי האוניברסיטאות בתחומים אלה ורמת השכלתם. פרק זה ינתח כמה אינדקטורים על הון אנושי ברי השוואה בינלאומית. אינדקטורים אלה כוללים: מספר החוקרים בסקטור העסקי, בוגרי אוניברסיטאות בתחומי מדע וטכנולוגיה (הדגש יינתן על בוגרי תואר שלישי) וחלקן של הנשים בשני תחומים אלה.

תחילה נסקור בקצרה את ההגדרות של הון אנושי לפי מדריך פרסקאטי¹³, על פיהם נבנו הנתונים שמוצגים בפרק זה. כוח האדם העוסק במו"פ כולל את כל המועסקים ישירות במו"פ, ואת אלה שנותנים שירותים ישירים למו"פ כגון מנהלי מו"פ ועובדים מנהליים. נפריד כאן בין שלוש קבוצות עיקריות:

- **אקדמאים חוקרים:** מועסקים המעורבים בייצור ידע חדש, פיתוח מוצרים ותהליכים חדשים, פיתוח מערכות וניהול פרויקטי מו"פ. בפרט, נכללים כאן אנשים בעלי השכלה אקדמית או סטודנטים שטרם השלימו את לימודיהם האקדמיים, אך מועסקים במשרות המחייבות תואר אקדמי.
- **טכנאים:** כולל אנשים בעלי רקע ומיומנות טכניים באחד מתחומי ההנדסה או מדעים מדויקים. המועסקים בקטגוריה זו הם בעלי תעודת הנדסאי/טכנאי או בעלי הכשרה מקבילה.
- **אחרים:** כולל כל העובדים המנהליים הקשורים ישירות לפרויקטים של מחקר ופיתוח.

המועסקים במו"פ נספרים בשתי שיטות: ספירת ראשים וספירה לפי מספר משרות מלאות, ההשוואה הבינלאומית תיעשה לפי מספר המשרות המלאות ולא לפי ספירת ראשים על מנת לקזז עובדי מו"פ במשרה חלקית.

3.2 סקטור עסקי

הסקטור העסקי כולל את ענפי התעשייה השונים (39-10), את ענף שירותי מחשוב (72) וענף מחקר ופיתוח (73)¹⁴. הטבלה הבאה מציגה את סך המועסקים במו"פ, במשרות מלאות, בסקטור העסקי בשנים 1996-2001.

¹³ OECD, *Frascati Manual proposed standard practice for surveys on research and experimental development*, Paris, 2002.

¹⁴ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *הסיווג האחד של ענפי הכלכלה 1993*, פרסום טכני מס' 63, ירושלים, 1993.

טבלה 3.1: מועסקים בחברות העוסקות במו"פ (משרות מלאות) במגזר העסקי, באלפים, 2001-1996

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Israel | .. | 24.4 | 28.2 | 31.0 | 40.9 | 39.0 |
| Finland | 20.8 | 22.3 | 25.0 | 27.8 | 29.4 | 30.1 |
| Ireland | 6.3 | 7.0 | 7.6 | 8.3 | 8.7 | 9.1 |
| Spain | 29.4 | 30.0 | 34.7 | 38.3 | 47.1 | 46.5 |
| Germany | 276.8 | 286.3 | 288.1 | 306.7 | 312.5 | 307.3 |

מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר מחקר ופיתוח בסקטור העסקי 1998, ירושלים, 2001.

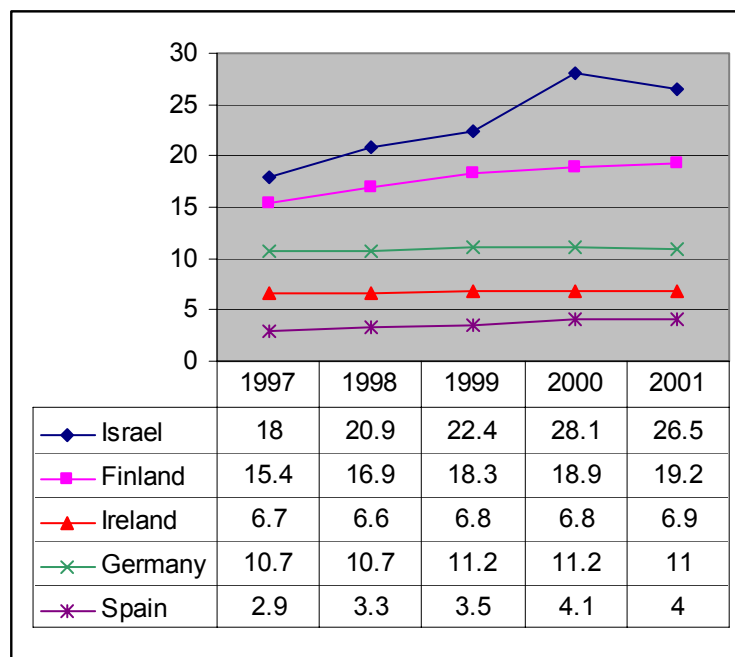
(2) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר מחקר ופיתוח בסקטור העסקי 1999, ירושלים, 2002.

(3) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מחקר ופיתוח עסקי 2001-2000, ירושלים, 2003.

(4) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

על מנת לנטרל את השפעת הגודל של המדינות נציג באיור 3.1 את סך המועסקים במו"פ בסקטור העסקי לאלף אנשים המועסקים בסקטור העסקי.

איור 3.1: סך המועסקים במו"פ בסקטור העסקי לאלף אנשים המועסקים בסקטור העסקי, 2001-1997



מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

ישראל מציגה באופן עקבי את השיעור הכי גבוה במדד זה, בממוצע כ-2.3% מהמועסקים בסקטור

העסקי בישראל מועסקים בתחום המו"פ, בעוד שבפינלנד וגרמניה בממוצע כ-1.8% וכ-1.1% (בהתאמה)

מהמועסקים בסקטור העסקי עוסקים במו"פ. אירלנד וספרד לעומת זאת מציגות אחוזים הרבה יותר נמוכים

בקטגוריה זו, כ-0.7% וכ-0.4% (בהתאמה).

נציג בנוסף, את מספר המועסקים במו"פ בישראל לפי שלוש הקטגוריות שהוצגו בתחילת הפרק.

בטבלה 3.2 מוצגים נתונים אלה בשנים 2001-1997 לפי ספירת ראשים. ניתן לראות שהחוקרים האקדמאים

מהווים בממוצע כ-75% מסך המועסקים במו"פ בסקטור העסקי.

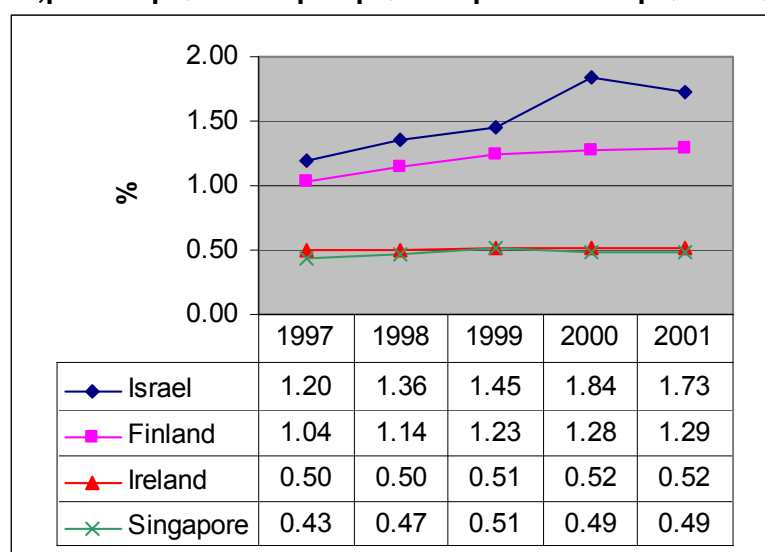
טבלה 3.2: מס' המועסקים במו"פ בישראל בסקטור העסקי לפי קטגוריות, באלפים, 2001-1997

| | Employed persons engaged in R&D | | Professionals | | Technicians | | Others | |
|------|---------------------------------|-----|---------------|----|-------------|----|-----------|---|
| | Thousands | % | Thousands | % | Thousands | % | Thousands | % |
| 1997 | 28.4 | 100 | 20.6 | 73 | 5.8 | 20 | 2 | 7 |
| 1998 | 30.9 | 100 | 22.6 | 73 | 5.7 | 19 | 2.6 | 8 |
| 1999 | 36.3 | 100 | 27.4 | 75 | 6.4 | 18 | 2.5 | 7 |
| 2000 | 47 | 100 | 36 | 77 | 7.4 | 16 | 3.6 | 8 |
| 2001 | 44.7 | 100 | 34.4 | 77 | 7.5 | 17 | 2.8 | 6 |

מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר מחקר ופיתוח בסקטור העסקי 1998, ירושלים, 2001. (לוח 2)
 (2) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר מחקר ופיתוח בסקטור העסקי 1999, ירושלים, 2002. (לוח 3)
 (3) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מחקר ופיתוח עסקי 2001-2000, ירושלים, 2003. (לוח 3)

איור 3.2 מציג את היחס של סך המועסקים במו"פ בישראל בסקטור העסקי מסך כל המועסקים במשק בשנים 1997-2001 בהשוואה בינלאומית לפינלנד, אירלנד וסינגפור. ישראל ניצבת ראשונה באינדקס זה שעולה בהתמדה עד שנת 2000. ב-2001, בעקבות המשבר בענף ההיי-טק, חווה המשק ירידה בשיעור המועסקים במו"פ, אך אינו חוזר לרמות של לפני 2000 ונשאר מעל פינלנד.

איור 3.2: שיעור המועסקים במו"פ בסקטור העסקי מסך כל המועסקים במשק, 2001-1997



מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

3.3 השכלה גבוהה

בבואנו לבחון את ההתפתחות של מקבלי תארים באוניברסיטאות בישראל נרצה להתמקד בבוגרים של מקצועות מדע וטכנולוגיה. מדריך קנבירה¹⁵ מגדיר שבעה תחומי לימוד הנוגעים למדע וטכנולוגיה: מדעי החיים, הנדסה, רפואה, חקלאות, מדעי החברה, מדעי הרוח ואחרים. חמשת הראשונים הם הגרעין של ההון האנושי

¹⁵ OECD, *Manual on the measurement of human resources devoted to S&T "Canberra Manual"*, Paris, 1995, p. 21.

במדע וטכנולוגיה. הנתונים של ה-OECD והאיחוד האירופי¹⁶ מתייחסים לבוגרים בתחומי המדע וההנדסה (Science & Engineering) בלבד כמאגר ההון האנושי למו"פ. זה כולל: מדעי החיים, מדעים פיסיקליים, מתמטיקה, סטטיסטיקה, מחשבים, הנדסה, תעשייה ועיבוד וארכיטקטורה ובינוי.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל ממיינת את תחומי הלימוד במדע והנדסה לקטגוריות הבאות: מתמטיקה ומדעי טבע (כולל מתמטיקה, סטטיסטיקה, מדעי המחשב, מדעים פיסיקליים ומדעים ביולוגיים) והנדסה ואדריכלות. המסקנה היא שההגדרות דומות וניתן לבצע השוואה בינלאומית ברמה סבירה של ביטחון. נציג תחילה את בוגרי התואר הראשון, השני והשלישי, אשר מהווים את מאגר ההון האנושי למו"פ.

טבלאות 3.3, 3.4 ו-3.5 מציגות את מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי בתחומי המדע וההנדסה בשנים 1994/1995 עד 2002/2003 בישראל:

טבלה 3.3: מקבלי תואר ראשון מן האוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 2002/2003-1994/1995

| | Mathematics, Statistics and Computer Science | Physical Sciences | Biological Sciences | Engineering and Architecture | Total |
|----------------|--|-------------------|---------------------|------------------------------|--------------|
| 1994/95 | 826 | 566 | 559 | 1759 | 3,710 |
| 1995/96 | 1,029 | 468 | 510 | 1,948 | 3,955 |
| 1996/97 | 1,110 | 446 | 540 | 2,003 | 4099 |
| 1997/98 | 1,132 | 386 | 482 | 1,785 | 3785 |
| 1998/99 | 1,227 | 367 | 506 | 1,764 | 3864 |
| 1999/00 | 1,437 | 365 | 509 | 1,869 | 4180 |
| 2000/01 | 1,540 | 444 | 663 | 2,157 | 4804 |
| 2001/02 | 1,647 | 434 | 764 | 2,448 | 5293 |
| 2002/03 | 1,594 | 492 | 830 | 2,520 | 5436 |

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *שנתון סטטיסטי לישראל* של השנים 1996-2004 <http://www.cbs.gov.il>

ממוצע הגידול השנתי של מקבלי תואר ראשון בכל תחומי המדעים וההנדסה עומד על כ-5% בלבד. הסתכלות בתוך התחומים מראה שהעלייה הגדולה ביותר במספר מקבלי תואר ראשון הייתה בתחום המתמטיקה ומדעי המחשב. גם תחומי ההנדסה והמדעים הביולוגיים גדלו באותה תקופה.

¹⁶ European Commission, *Third European Report on S&T Indicators 2003*, Brussels, 2003, p. 435.

טבלה 3.4: מקבלי תואר שני מן האוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994-2002

| | Mathematics, Statistics and Computer Science | Physical Sciences | Biological Sciences | Engineering and Architecture | Total |
|---------|--|-------------------|---------------------|------------------------------|-------|
| 1994/95 | 158 | 213 | 275 | 467 | 1,113 |
| 1995/96 | 121 | 227 | 327 | 532 | 1,207 |
| 1996/97 | 139 | 200 | 319 | 630 | 1,288 |
| 1997/98 | 162 | 184 | 293 | 439 | 1,078 |
| 1998/99 | 175 | 169 | 331 | 405 | 1,080 |
| 1999/00 | 172 | 160 | 329 | 432 | 1,093 |
| 2000/01 | 190 | 159 | 330 | 434 | 1,113 |
| 2001/02 | 216 | 146 | 431 | 468 | 1,261 |
| 2002/03 | 253 | 206 | 454 | 555 | 1,468 |

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *שנתון סטטיסטי לישראל* של השנים 1996-2004 <http://www.cbs.gov.il>

הסתכלות על סך מקבלי תואר שני בתחומי המדע וההנדסה מראה שלא חל שינוי משמעותי בתקופה הנדונה, ממוצע הגידול השנתי עומד על כ-3%. אם נבחן את המגמות בתחומים הספציפיים נראה שעיקר הגידול במספר מקבלי תואר שני הוא בתחומי המתמטיקה ומדעי המחשב והמדעים הביולוגיים, לעומת ירידה במספר מקבלי התארים במדעים פיסיקליים. בתחומי ההנדסה והאדריכלות הייתה ירידה עד שנת 2001/2002, ובשנת 2002/2003 חלה עלייה משמעותית.

טבלה 3.5: מקבלי תואר שלישי מאוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/1995-2002/2003

| | Mathematics, Statistics and Computer Science | Physical Sciences | Biological Sciences | Engineering and Architecture | Total |
|---------|--|-------------------|---------------------|------------------------------|-------|
| 1994/95 | 42 | 102 | 157 | 75 | 376 |
| 1995/96 | 52 | 131 | 163 | 69 | 415 |
| 1996/97 | 47 | 128 | 148 | 76 | 399 |
| 1997/98 | 51 | 144 | 163 | 103 | 461 |
| 1998/99 | 58 | 129 | 142 | 77 | 406 |
| 1999/00 | 60 | 133 | 198 | 70 | 461 |
| 2000/01 | 56 | 137 | 216 | 60 | 469 |
| 2001/02 | 54 | 146 | 191 | 55 | 446 |
| 2002/03 | 63 | 145 | 269 | 80 | 557 |

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *שנתון סטטיסטי לישראל* של השנים 1996-2004 <http://www.cbs.gov.il>

בקרב מקבלי תואר שלישי בולטת העלייה במדעים הביולוגיים. בשונה ממקבלי התואר השני גם בתחום המדעים הפיסיקליים נרשמה עלייה במספר המקבלים. לעומת זאת תחומי הנדסה והאדריכלות רשמו עליה של 7% בלבד.

על מנת להשוות את מספר מקבלי תואר שלישי בתחומי המדע וההנדסה בין מדינות שונות נסתכל על המספר של מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה ביחס לאוכלוסייה בקבוצת הגיל המתאימה. אינדקטור זה במדינות ה-OECD מחושב ביחס לאוכלוסייה בגילאים 25-34 מתוך מחשבה שטווח כזה של גילאים מאפיין את מרבית מקבלי התואר השלישי. בארץ המצב שונה, מנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה¹⁷ עולה כי קרוב ל-40% ממקבלי תואר שלישי במקצועות המדע וההנדסה הם בני 35 ומעלה ולכן על מנת לשקף בצורה יותר נכונה את המצב בישראל נבחרה קבוצת גיל אחרת, 30-39, אשר מכילה את מרבית מקבלי התואר השלישי. טבלה 3.6 מציגה את הערך של אינדקטור זה בשנים 1996-2001 לכמה מדינות נבחרות.

טבלה 3.6: מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה לאלף אנשים בקבוצת הגיל 25-34*, 1996-2000

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---------|------|------|------|------|------|
| Israel* | 0.55 | 0.53 | 0.61 | 0.52 | 0.58 |
| Finland | 0.55 | 0.61 | 0.99 | 0.97 | 1.09 |
| Ireland | 0.55 | 0.55 | 0.51 | 0.53 | 0.5 |
| Sweden | 0.99 | 1.04 | 1.08 | 1.17 | 1.24 |
| EU-15 | 0.52 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.56 |

מקורות: (1) מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *שנתון סטטיסטי לישראל* של השנים 1998-2004 <http://www.cbs.gov.il>
 (2) ERA-Scoreboard: <http://www.cordis.lu/indicators/scoreboard.htm>
 *בישראל קבוצת הגיל היא 30-39.

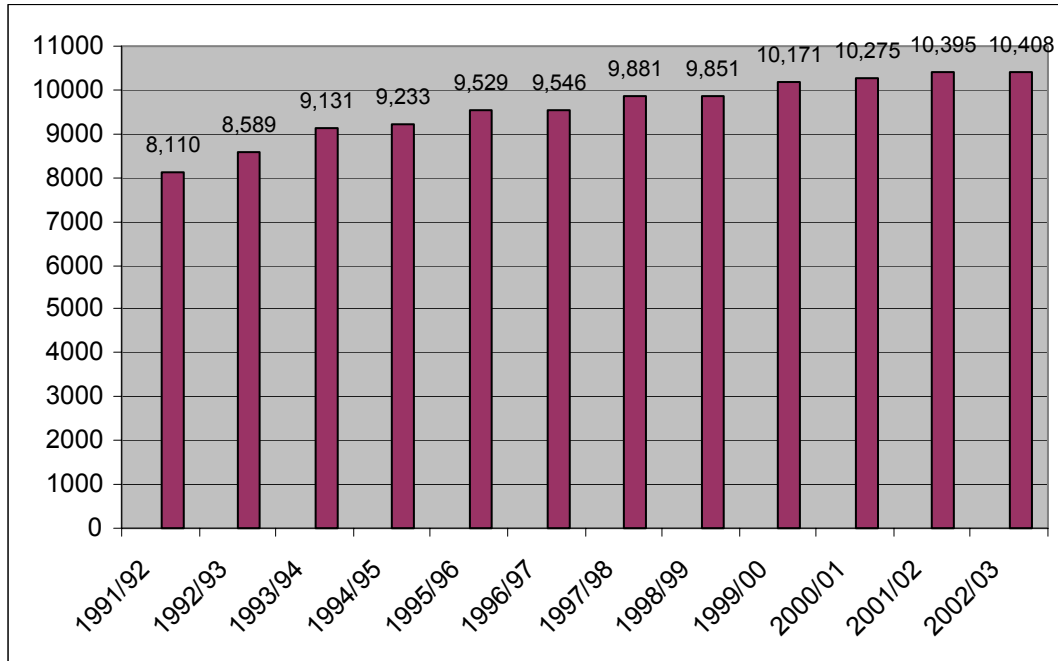
טבלה 3.6 מראה שישראל, שניצבת בראש רוב האינדקטורים שקשורים להשקעה במו"פ, נמצאת כאן קרובה לממוצע של מדינות האיחוד, הרבה מתחת למדינות עם מאפיינים דומים לישראל, דוגמת פינלנד ושוודיה. ברור לנו, שאינדקטור זה מתעלם מבוגרי תואר שלישי אשר סיימו את לימודיהם בחו"ל וחזרו ארצה אבל יש להניח שהם לא יעלו בצורה ניכרת את האחוז המוצג לעיל. חשוב לשים לב שאין גם שינוי באינדקטור זה בישראל במשך השנים, לעומת מגמת עלייה שמראות פינלנד ושוודיה. מכאן עשויות לעלות סוגיות שונות: האם יש קשר בין ההשקעה במו"פ בהשכלה הגבוהה לבין מקבלי התואר השלישי? מה מיוחד במערכת ההשכלה הגבוהה בפינלנד או שוודיה? האם על הממשלה לעודד סטודנטים מתאימים להשלים תארים גבוהים? מה היעדים אליהם ירצה לשאוף המשק הישראלי? האם מאגר ההון האנושי יעמוד בקצב של התפתחות שוק המו"פ? מהו אחוז הדוקטורים שעוזבים את הארץ לחו"ל? האם יש לנקוט במדיניות מכוונת על מנת למשוך אותם להישאר/לחזור? אלה ועוד סוגיות רבות הם רק דוגמאות לניתוחים שנדרשים בתחום ההון האנושי לצורך עיצוב מדיניות שתתאים למטרות שהמדינה מציבה לעצמה.

הסגל באוניברסיטאות מהווה אף הוא גורם חשוב ואף אולי מכריע לקידום המחקר האוניברסיטאי, הוא גם אחראי על איכות תוכניות הלימודים, שמכשירות את הסטודנטים שמהווים, כאמור, את מאגר ההון האנושי של המדינה. סגל ההוראה והמחקר באוניברסיטאות מחולק לפי דרגות כדלהלן: (1) סגל אקדמי בכיר, שכולל פרופסור מן המניין, פרופסור חבר, מרצה בכיר ומרצה. (2) סגל אקדמי זוט, שכולל מדריך (דוקטורנט), אסיסטנט ועוזרי הוראה ומחקר. (3) סגל אקדמי אחר, שכולל בעיקר מורים חיצוניים. איור 3.3 מציג את הסגל

¹⁷ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. *שנתון סטטיסטי לישראל 2004*, פרסום מס' 55, ירושלים, 2004. (עמ' 8-66)

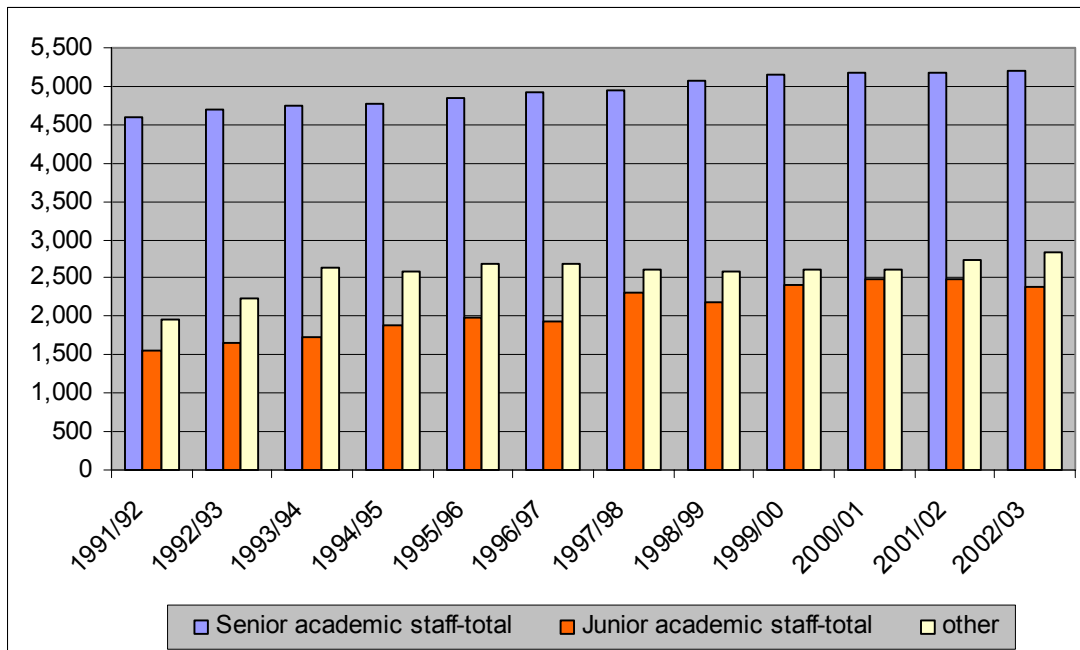
באוניברסיטאות בשנים 1991/1992 ועד 2002/2003 לפי שווי ערך של משרות שלמות (ממוצע חודשי), ואיור 3.4 מציג את החלוקה לפי דרגות, כפי שפורטו לעיל:

איור 3.3: סך הכול סגל הוראה ומחקר, לפי שווי ערך של משרות שלמות, ממוצע חודשי, 2003-1991



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *שנתון סטטיסטי לישראל* בין השנים 1997-2004 <http://www.cbs.gov.il>

איור 3.4: סך הכול סגל הוראה ומחקר לפי דרגה, לפי שווי ערך של משרות שלמות, ממוצע חודשי, 2003-1991



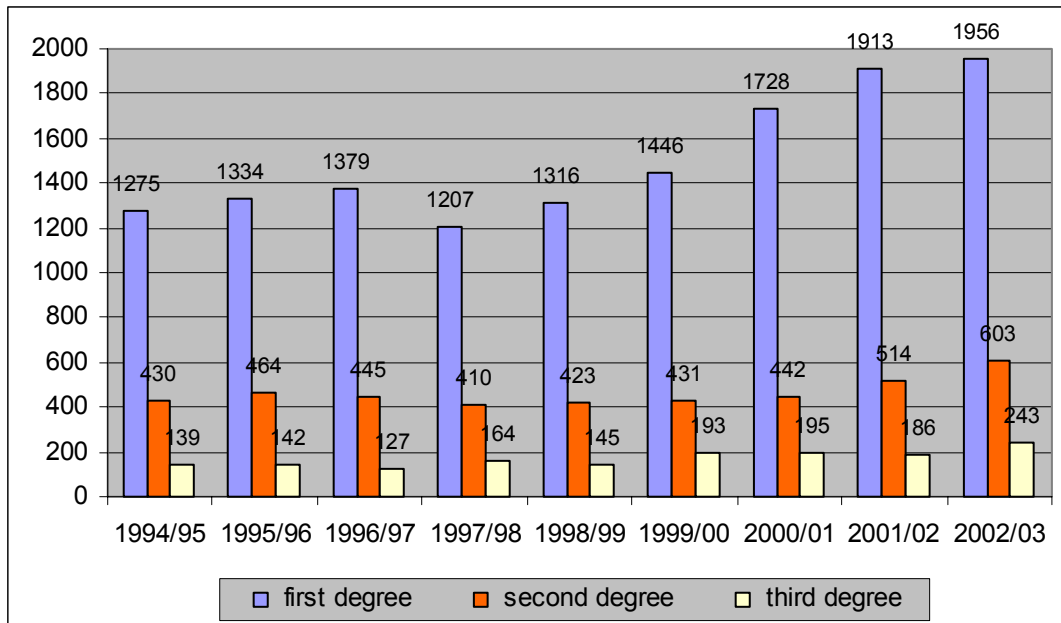
מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, *שנתון סטטיסטי לישראל* בין השנים 1997-2004 <http://www.cbs.gov.il>

3.3 נשים במדע וטכנולוגיה

השתתפות הנשים ביצירת תשתית הידע היא אינדקטור חשוב ומאפיין את מידת ניצול הפוטנציאל של ההון האנושי במדינה. איתור פערים בין השתתפות הנשים לגברים יכולה להיות נקודת התחלה לבחינת חלופות מדיניות שמטרתן ניצול גדול יותר של ההון האנושי המעורב בפעילות מדע וטכנולוגיה.

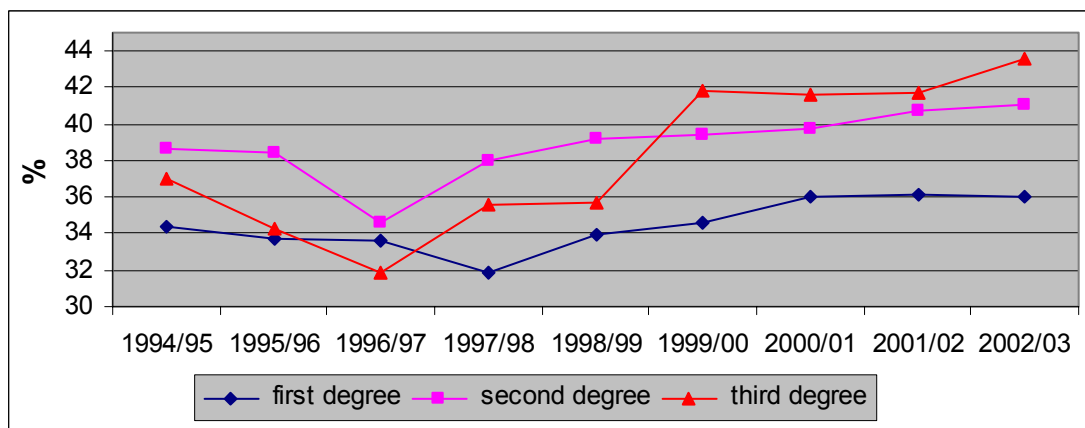
איור 3.5 מציג את מספר בוגרות האוניברסיטאות לפי תארים בתחומי המדע וההנדסה בין שנים 1994/1995-2002/2003 בישראל. על מנת להבין את המגמה ביחס לבוגרים הגברים, מוצגת באיור 3.6 התפתחות המגמה של בוגרות האוניברסיטאות כשהיא מוצגת כאחוז מסך הבוגרים בשנים אלה:

איור 3.5: נשים, מקבלות תארים ראשון, שני ושלישי באוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/1995-2002/2003



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומהמוסדות האחרים להשכלה גבוהה תשנ"ה-תשס"ג**, ירושלים, בין השנים 1997-2004. (לוח 4)

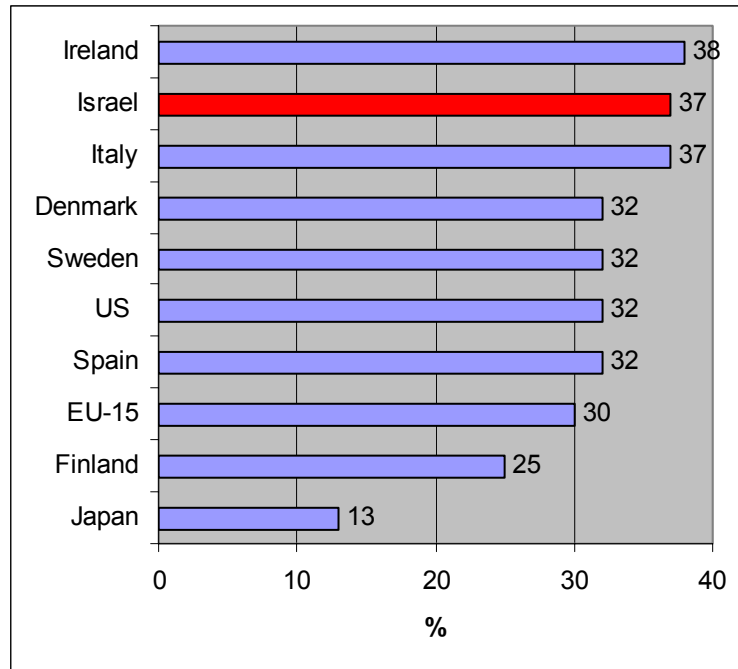
איור 3.6: אחוז הנשים ממקבלי תואר ראשון, שני ושלישי באוניברסיטאות בתחומי המדע וההנדסה, 1994-2003



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומהמוסדות האחרים להשכלה גבוהה תשנ"ה-תשס"ג**, ירושלים, בין השנים 1997-2004. (לוח 4)

לצורך השוואה עם מדינות אחרות, חישבנו את שיעור הנשים מסך מקבלי התארים ראשון, שני ושלישי בתחומי המדע וההנדסה בשנת 2000. כמוצג באיור 3.7 שיעור הנשים באינדקטור זה בישראל הוא מבין הגבוהים ביותר ועומד על 37% לעומת 38% באירלנד, 25% בפינלנד ו- 13% בלבד ביפן:

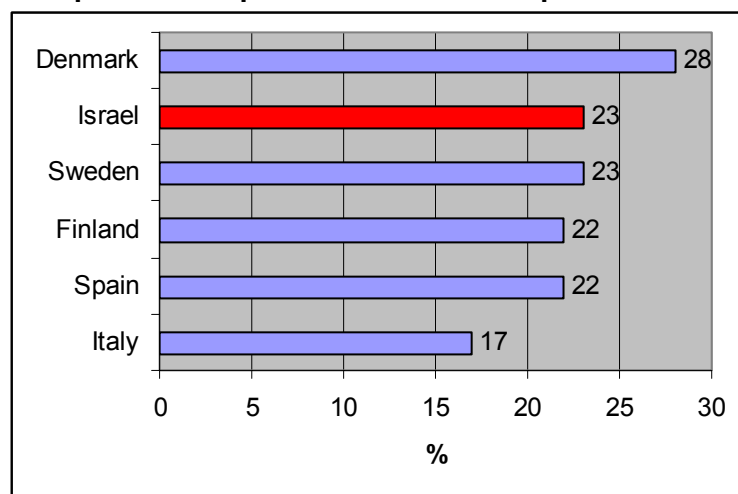
איור 3.7: שיעור הנשים מסה"כ מקבלי התארים בתחומי המדע וההנדסה, שנת 2000



מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומהמוסדות האחרים להשכלה גבוהה תש"ס-תשס"א**, ירושלים, 2002. (לוח 4)
 European Commission, **Third European Report on S&T Indicators 2003**, Brussels, 2003 (2)

נבחן עכשיו את שיעור הנשים שמועסקות במו"פ במגזר העסקי. שיעור הנשים המועסקות במו"פ היה בשנת 1999 23.4% מסה"כ המועסקים במו"פ. השוואה עם מדינות אחרות כמוצג באיור 3.8 בשנת 1999 מעלה כי דנמרק ניצבת כאן עם השיעור הגבוה ביותר:

איור 3.8: אחוז הנשים המועסקות במו"פ מסה"כ המועסקים במו"פ בסקטור העסקי, 1999



מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **מחקר ופיתוח עסקי 2001-2000**, ירושלים, 2003. (לוח 3, עמ' 61)
 European Commission, **Third European Report on S&T Indicators 2003**, Brussels, 2003 (2)

פרק 4: תפוקות במדע וטכנולוגיה

4.1 מבוא

מדידת התפוקה של מחקר מדעי וטכנולוגי הינה משימה לא קלה. קשה להגדיר את התפוקות הנמדדות, וחלק מהפירות מבשיל רק שנים לאחר שבוצעה עבודת המחקר. חרף זאת פותחו מספר אינדקטורים מקובלים למדידת חלק מתפוקות המחקר המדעי וטכנולוגי, והנפוצים ביותר הם:

- מספר הפטנטים.
 - מספר הפרסומים המדעיים ומידת ציטוטם כמדד לאיכות המחקר.
- פרסומים מדעיים משמשים כמדד לידע שנוצר בעיקר באקדמיה, בעוד שפטנטים מעידים על הישגים טכנולוגיים בעלי פוטנציאל כלכלי.

4.2 פטנטים

פטנט הוא זכות חוקית לבעלות על קניין רוחני המונפק לממציאים ע"י גופים מוסמכים בכל מדינה. תוקף הפטנט הוא בדרך כלל 20 שנה מיום רישום הבקשה, אם כי יש צורך בחידוש הרישום מדי תקופה לפי כללי המדינה בהם נרשם הפטנט. חוקי הפטנטים בעולם מעניקים לממציא מונופול בהמצאה במטרה לעודד יוזמה פרטית לפיתוח המצאות תוך השקעת משאבים כלכליים ואינטלקטואליים. בקשה לפטנט צריכה לכלול פרטים על המבקש (שמו ומענו), על הזכויות בהמצאה (לרבות שותפים, זכויות מעביד, וכו'), ופרטים על ההמצאה (שם ההמצאה, תיאור ושרטוטים, דרכי ביצוע ותביעות המגדירות את ההמצאה). כמו כן, כוללת הבקשה את הידע הרלבנטי הקודם אשר פורסם בעבר. על מנת שפטנט יאושר, על המצאה לעמוד בכמה מבחנים: היא צריכה להיות חדשנית; היא צריכה להיות לא טריוויאלית, כלומר לא מובנת מאליה לאדם המיומן בתחום הטכנולוגי הרלוונטי; ועליה להיות "שימושית", כלומר צריך להיות לפטנט פוטנציאל מסחרי. רישום פטנט הוא טריטוריאלי, לכן הגנת הפטנט חלה רק במדינות בהן הוא נרשם. ההגנה ברוב המדינות כוללת הגנה בפני פיתוח, ייצור, וגם ייבוא של מוצרים המבוססים על רעיון זהה לזה שאושר כפטנט.

פטנטים יכולים לשמש כמדד למדידת התפוקה והפריון של מחקר ופיתוח, ולהתפתחותם של ענפי טכנולוגיה ותעשייה. כיוון שפטנטים מספקים מידע על המצאות חדשות, הם מסייעים גם בהפצת ידע. מבין המדדים המועטים הקיימים למדידת תפוקה טכנולוגית, מדד הפטנטים הוא השיכי ביותר. עם זאת יש לשים לב שמדדי הפטנטים מחושבים בצורה שאיננה אחידה על פני המדינות השונות, לכן יש להיזהר בשימוש בהם לצורכי השוואה בינלאומית של תפוקות מדע וטכנולוגיה.

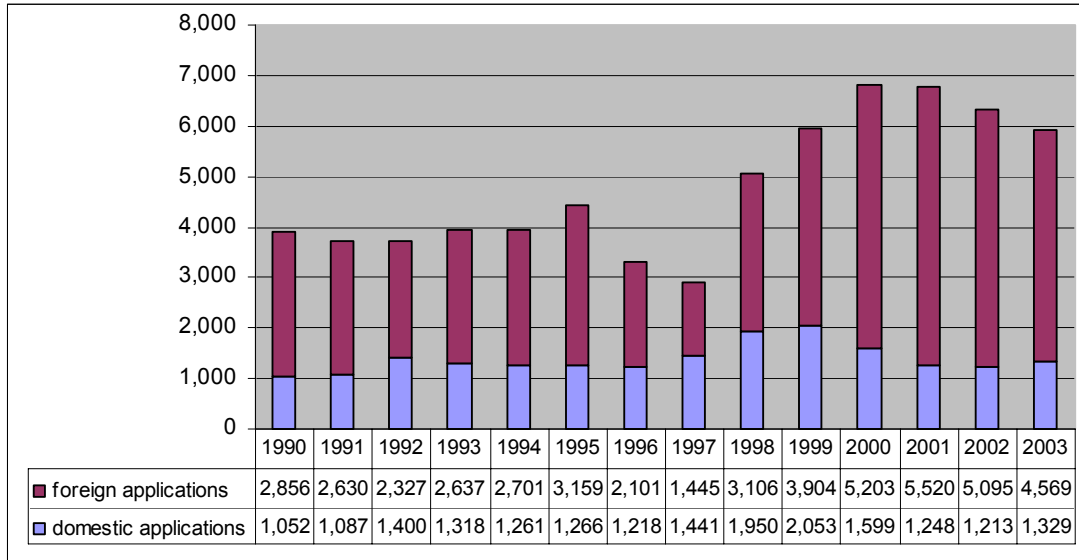
בפרק זה נציג נתונים מלשכת הפטנטים בארץ, ממשד הפטנטים האירופי (EPO) וממשד הפטנטים האמריקאי (USPTO). באופן כללי, הנתונים מלשכת הפטנטים הישראלית ומה-USPTO חושבו לפי מקום המגורים של הממציא (Inventor) ותאריך הבקשה באותה מדינה, והנתונים מה-EPO חושבו לפי מקום המגורים של הממציא והתאריך הראשוני (Priority date)¹⁸.

¹⁸ התאריך הראשון בו נרשמה בקשה לפטנט, במקום כלשהו בעולם, על מנת לזכות בהגנה על ההמצאה.

4.2.1 פטנטים ישראליים

תחילה נציג נתונים מלשכת הפטנטים הישראלית על מנת לראות את תמונת המצב בארץ. האיור הבא מציג את מספר הבקשות לפטנטים- מקומיים ומחו"ל- בלשכת הפטנטים הישראלית, בין השנים 1990-2003:

איור 4.1: בקשות לפטנטים- מקומיות ומחו"ל- בלשכת הפטנטים הישראלית, 2003-1990



מקורות: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **שנתון סטטיסטי לישראל 2001**, פרסום מס' 52, ירושלים, 2001.
 (2) אגף הפטנטים, המדגמים וסימני המסחר במשרד המשפטים: <http://www.justice.gov.il>

בשנת 2003 נרשמו בלשכת הפטנטים הישראלית בסך הכול 5,898 בקשות, עלייה של כ-50% ביחס לשנת 1990, בשנים אלו מספר הבקשות המקומיות עלה בכ-26%, ושעורו הממוצע מסך הבקשות בישראל הוא כ-31%.

החל מתחילת יוני 1996 אמנת ה-PCT¹⁹ תקפה בישראל, וזו הסיבה לירידה החדה במספר הבקשות הזרות לפטנטים בשנים 1996 ו-1997. במקום להגיש בקשה ישירות ללשכת הפטנטים הישראלית, חלק מהממציאים הזרים העדיפו להגיש בקשות PCT כאשר ישראל מופיעה בהם כאחת ממדינות היעד. בקשות אלה נכנסו לשלב הלאומי בארץ לאחר שנה וחצי עד 30 חודשים מיום הגשת הבקשה הבינלאומית, ואכן ניתן לראות כי בשנת 1998 הוכפל מספר הבקשות הזרות מ-1,445 ל-3,106.

טבלאות 4.1 ו-4.2 מציגות את החלוקה של הבקשות לפטנטים לפי מדינות בין השנים 1999-2003, ולפי תחומים בין השנים 1997-2003:

¹⁹ אמנת ה-PCT (The Patent Cooperation Treaty) היא אמנה בינלאומית בדבר שיתוף פעולה בענייני פטנטים, אשר מטרתה ליצור מנגנון אחיד לרישום פטנטים במספר מדינות, על סמך בקשה בינלאומית אחת, וזאת, בעיקר, על מנת להתגבר על בעיית אי האחידות בתנאי הפרוצדורה הקיימים במדינות העולם השונות. עד היום הצטרפו לאמנה 124 מדינות.

טבלה 4.1: בקשות לפטנטים בלשכת הפטנטים הישראלית לפי מדינות, 1996-2003

| | ישראל | | ארה"ב | | גרמניה | | צרפת | | בריטניה | | יפן | | אחרים | | סה"כ | |
|------|-------|----|-------|----|--------|---|------|---|---------|---|------|---|-------|----|-------|-----|
| | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % |
| 1996 | 1,218 | 37 | 1,116 | 34 | 232 | 7 | 124 | 4 | 101 | 3 | 92 | 3 | 436 | 13 | 3,319 | 100 |
| 1997 | 1,441 | 50 | 939 | 33 | 101 | 3 | 75 | 3 | 91 | 3 | 61 | 2 | 178 | 6 | 2,886 | 100 |
| 1998 | 1,950 | 39 | 1,954 | 39 | 299 | 6 | 184 | 4 | 144 | 3 | 145 | 3 | 380 | 8 | 5,056 | 100 |
| 1999 | 2,053 | 34 | 2,343 | 39 | 324 | 5 | 207 | 3 | 264 | 4 | 125 | 2 | 641 | 11 | 5,957 | 100 |
| 2000 | 1,599 | 24 | 2,982 | 44 | 480 | 7 | 246 | 4 | 449 | 7 | 199 | 3 | 847 | 12 | 6,802 | 100 |
| 2001 | 1,248 | 18 | 3,062 | 45 | 521 | 8 | 249 | 4 | 452 | 7 | 223 | 3 | 1,013 | 15 | 6,768 | 100 |
| 2002 | 1,213 | 19 | 2,495 | 40 | 539 | 9 | 246 | 4 | 463 | 7 | 177 | 3 | 1,175 | 19 | 6,308 | 100 |
| 2003 | 1,329 | 23 | 2,205 | 37 | 466 | 8 | 214 | 4 | 395 | 7 | 170 | 3 | 1,119 | 19 | 5,898 | 100 |

מקור: לשכת הפטנטים, *בקשות לפטנט לפי מדינות*, ירושלים: אגף הפטנטים, 2004. הממונה על הבחנים. (פקס).

החלק של הבקשות האמריקאיות מהווה במוצע כ-39% מסך הבקשות בארץ לעומת 31% לכל שאר המדינות הזרות ביחד, וניתן לראות כי משנת 1999 הוא אף גדול מהחלק של הבקשות המקומיות.

טבלה 4.2: בקשות לפטנטים בלשכת הפטנטים הישראלית לפי תחומים, 1997-2003

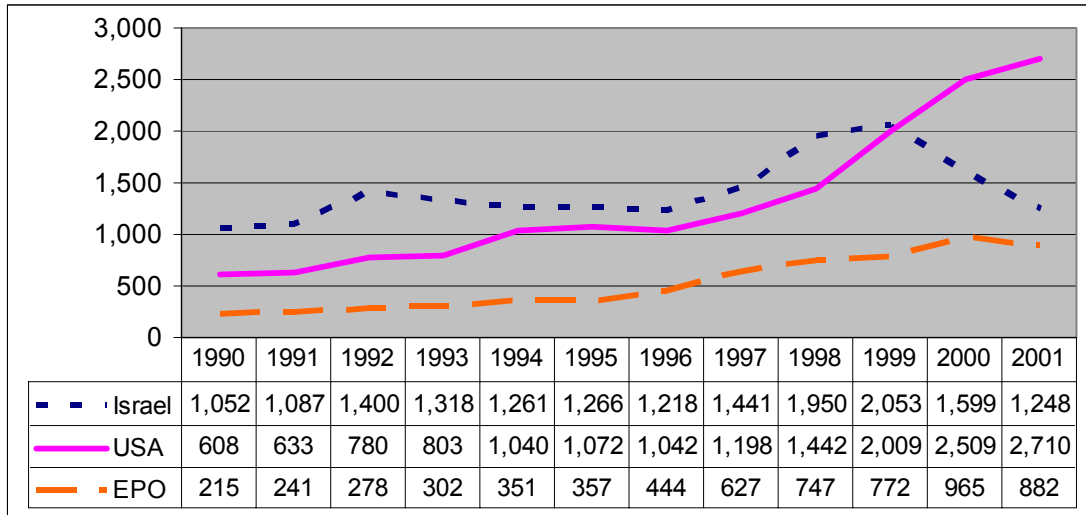
| | כימיה אורגנית | | מכאניקה | | ביוטכנולוגיה | | תקשורת | | מחשבים | | כימיה תעשייתית | | אלקטרוניקה | | סה"כ | |
|------|---------------|----|---------|----|--------------|----|--------|----|--------|---|----------------|----|------------|---|-------|-----|
| | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % | סה"כ | % |
| 1997 | 769 | 27 | 900 | 31 | 348 | 12 | 376 | 13 | 171 | 6 | 297 | 10 | 25 | 1 | 2,886 | 100 |
| 1998 | 1,697 | 34 | 1,827 | 36 | 439 | 9 | 488 | 10 | 270 | 5 | 291 | 6 | 44 | 1 | 5,056 | 100 |
| 1999 | 2,086 | 35 | 2,372 | 40 | 427 | 7 | 435 | 7 | 316 | 5 | 286 | 5 | 35 | 1 | 5,957 | 100 |
| 2000 | 2,352 | 35 | 2,805 | 41 | 501 | 7 | 486 | 7 | 345 | 5 | 276 | 4 | 37 | 1 | 6,802 | 100 |
| 2001 | 2,303 | 34 | 2,530 | 37 | 541 | 8 | 507 | 7 | 404 | 6 | 405 | 6 | 78 | 1 | 6,768 | 100 |
| 2002 | 2,214 | 35 | 2,295 | 36 | 478 | 8 | 489 | 8 | 343 | 5 | 391 | 6 | 98 | 2 | 6,308 | 100 |
| 2003 | 1,787 | 30 | 2,296 | 39 | 843 | 14 | 353 | 6 | 297 | 5 | 259 | 4 | 63 | 1 | 5,898 | 100 |

מקור: לשכת הפטנטים, *בקשות לפטנט לפי מדינות*, ירושלים: אגף הפטנטים, 2004. הממונה על הבחנים. (פקס).

תחומי המכאניקה והכימיה האורגנית מהווים כ-70% במוצע מסך הבקשות לפטנטים בארץ, ותחום ה-ICT שכולל בתוכו את התקשורת, מחשבים ואלקטרוניקה מהווה כ-14% במוצע מסך הבקשות. כידוע פטנט מקבלים רק במדינה בה נרשם הפטנט, ובמדינה כמו ישראל שבה החדשנות הטכנולוגית מיועדת מלכתחילה בעיקר לייצוא נצפה לראות כי מרבית הממציאים יעדיפו לרשום את הפטנטים שלהם במדינות היעד, שהן ארה"ב ואירופה.

איור 4.2 מציג את מספר הבקשות של ממציאים ישראלים לפטנטים בארץ, בארה"ב ובאירופה, כאשר הנתונים מלשכת הפטנטים בארץ ומשרד הפטנטים האמריקאי הם לפי תאריך הרישום, ובמשרד הפטנטים האירופי לפי התאריך הראשוני.

איור 4.2: בקשות לרישום פטנט של ממציאים ישראליים בארץ, באירופה ובארה"ב, 1990-2001



מקורות: (1) אגף הפטנטים, המדגמים וסימני המסחר במשרד המשפטים: <http://www.justice.gov.il>
 (2) משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>
 (3) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

ניתן לראות כי מרבית הממציאים הישראלים הרושמים את הפטנטים שלהם בחו"ל מעדיפים את ארה"ב על אירופה. בשנת 1999 מס' הבקשות לפטנטים של ממציאים ישראליים בלשכת הפטנטים הישראלית החלה לרדת באופן משמעותי, ומגמה זו ממשיכה גם בשנים שלאחר מכן, אך אין זה מעיד על ירידה בכושר ההמצאה של הישראלים כיוון שמס' הבקשות ל-USPTO ממשיכה לעלות בצורה חדה והוא אף עולה על מס' הבקשות המוגשות בארץ.

כעת נבדוק את "שיעור ההצלחה"²⁰ של בקשות לפטנטים ישראליים אשר הוגשו למשרד הפטנטים האמריקאי (USPTO), שבו תנאי רישום פטנטים מחמירים יותר מאשר במרבית מדינות אירופה.

טבלה 4.3: שיעור ההצלחה של פטנטים ישראליים בארה"ב, 1990-1999

| שנה | מס' בקשות | מתוכם אושרו | שיעור ההצלחה (%) |
|------|-----------|-------------|------------------|
| 1990 | 608 | 326 | 54 |
| 1991 | 633 | 319 | 50 |
| 1992 | 780 | 362 | 46 |
| 1993 | 803 | 432 | 54 |
| 1994 | 1,040 | 600 | 58 |
| 1995 | 1,072 | 692 | 65 |
| 1996 | 1,042 | 682 | 65 |
| 1997 | 1,198 | 829 | 69 |
| 1998 | 1,442 | 905 | 63 |
| 1999 | 2,009 | 1,100 | 55 |

מקור: משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>

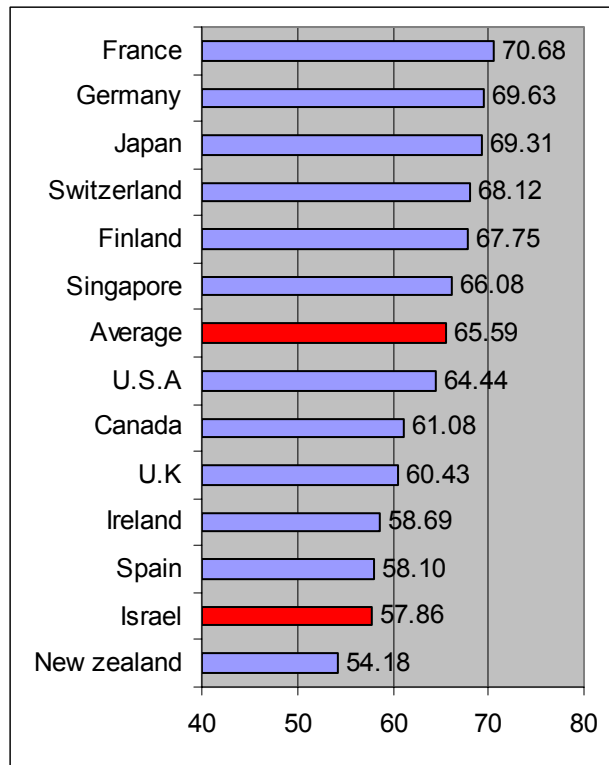
²⁰ שיעור ההצלחה = אחוז הפטנטים שאושרו מסך כל הפטנטים שהוגשו בשנה מסוימת.

בממוצע מתוך כל הבקשות לפטנטים של ממצאים ישראלים אשר הוגשו בארה"ב בין השנים 1999-1990 כ-58% מהם נרשמו כפטנט²¹.

4.2.2 השוואות בינלאומיות

כעת נציג את שיעור ההצלחה הממוצע של פטנטים שהוגשו בארה"ב בין השנים 1999-1990 עבור מדינות נבחרות, לפי סדר יורד.

איור 4.3: שיעור ההצלחה הממוצע של פטנטים שהוגשו בארה"ב בין השנים 1999-1990



מקור: משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>

לפי איור 4.3 ניתן לראות שישראל נמצאת בתחתית הרשימה לפני ניו זילנד מבין המדינות המוצגות כאן, כאשר ממוצע ההצלחה של כל הפטנטים המוגשים בארה"ב הינו כ-66%.

כאשר מבצעים השוואות בינלאומיות יש לקחת בחשבון את ההבדל בגודל בין המדינות השונות. חשוב לנרמל את מספר הבקשות לגודל המדינה. באיורים הבאים מוצגות הבקשות לפטנטים ב-EPO וב-USPTO של ישראל ומדינות נבחרות מכל העולם, עם שני סוגים של נורמליזציה: מס' בקשות ביחס לגודל האוכלוסייה ומס' בקשות ביחס לסך ההוצאות על מו"פ.

טבלה 4.4 ואיור 4.4 מציגים את מס' הבקשות לפטנטים ב-EPO ביחס למיליון נפש במדינה, עבור מדינות נבחרות²², בין השנים 1995-2001. וטבלה 4.5 ואיור 4.5 מציגים את מס' הבקשות לפטנטים של אותן מדינות ב-USPTO ביחס למיליון נפש במדינה, בין השנים 1995-2003.

²¹ לצורך חישוב שיעור זה התייחסנו לעובדה שרישום פטנט לוקח בממוצע כ-5 שנים מיום הגשת הבקשה ולכן התייחסנו לבקשות שהוגשו עד שנת 1999.

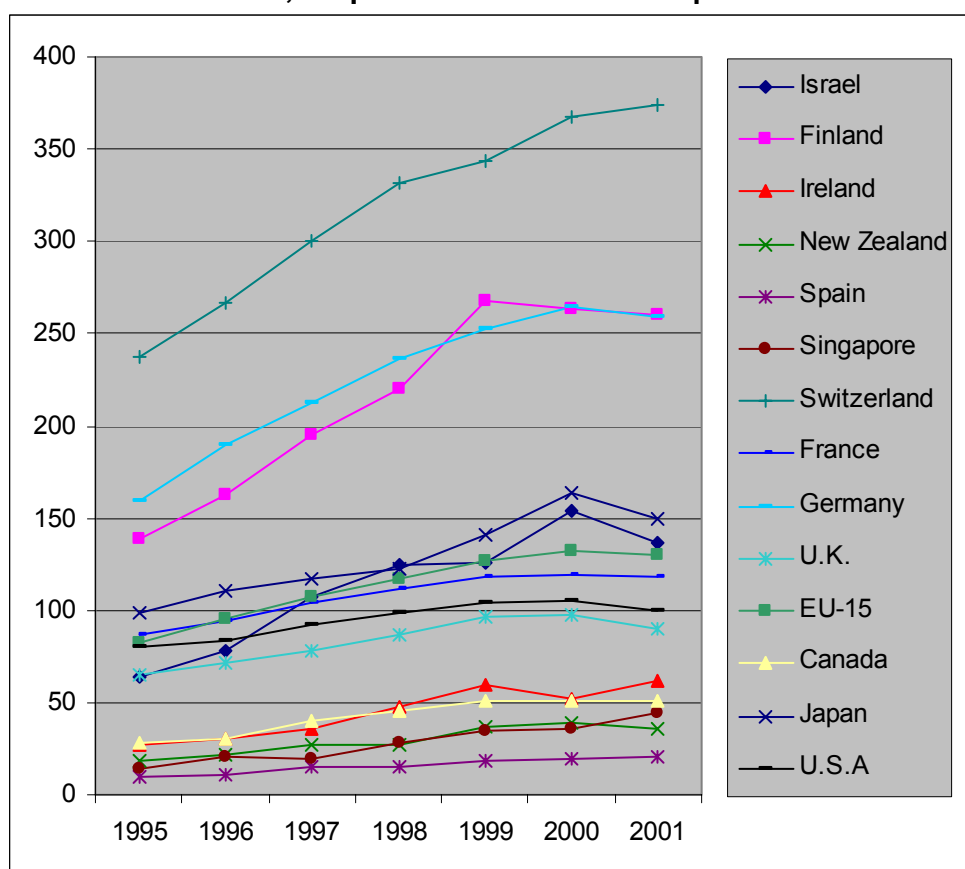
²² ראינו לנכון להוסיף עוד מדינות להשוואה הבינלאומית בנושא הפטנטים על מנת לראות תמונה רחבה יותר.

טבלה 4.4: מס' בקשות לפטנטים ב-EPO למיליון נפש, 2001-1995

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Israel | 64.4 | 78.1 | 107.6 | 125.1 | 126.0 | 153.4 | 137.0 |
| Finland | 139.0 | 162.9 | 195.3 | 219.7 | 268.2 | 262.9 | 260.0 |
| Ireland | 27.5 | 30.3 | 35.8 | 47.2 | 59.7 | 51.6 | 61.9 |
| New Zealand | 18.1 | 22.1 | 26.8 | 27.4 | 36.4 | 39.5 | 35.3 |
| Spain | 9.9 | 10.9 | 14.9 | 15.7 | 18.3 | 19.6 | 21.1 |
| Singapore | 13.6 | 20.2 | 19.0 | 28.6 | 34.4 | 35.8 | 44.5 |
| Switzerland | 237.5 | 266.3 | 300.2 | 331.2 | 343.2 | 367.2 | 373.7 |
| France | 86.3 | 93.9 | 103.8 | 111.9 | 118.1 | 118.7 | 117.6 |
| Germany | 159.1 | 189.6 | 212.0 | 236.8 | 252.2 | 264.9 | 259.2 |
| U.K. | 65.4 | 72.0 | 77.9 | 87.2 | 96.2 | 97.9 | 90.3 |
| EU-15 | 82.9 | 95.9 | 107.6 | 117.4 | 127.2 | 132.6 | 130.2 |
| Canada | 27.7 | 30.8 | 40.3 | 45.5 | 50.4 | 50.6 | 50.8 |
| Japan | 98.9 | 111.0 | 117.3 | 122.2 | 141.2 | 163.3 | 149.4 |
| U.S.A | 80.1 | 83.9 | 92.0 | 98.4 | 103.8 | 104.7 | 99.4 |

OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org> מקור:

איור 4.4: מס' בקשות לפטנטים ב-EPO למיליון נפש, 2001-1995



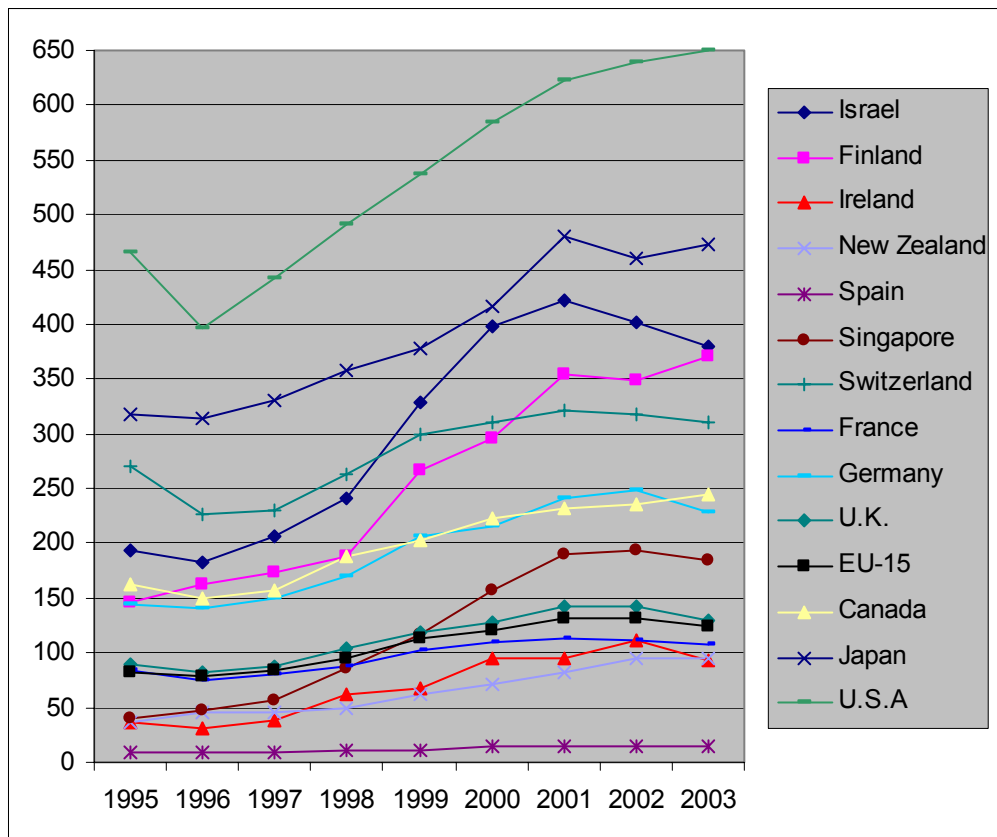
OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org> מקור:

טבלה 4.5: מס' בקשות לפטנטים ב-USPTO למיליון נפש, 2003-1995

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Israel | 193.3 | 183.3 | 205.5 | 241.5 | 328.0 | 398.9 | 420.9 | 402.6 | 379.5 |
| Finland | 145.8 | 163.1 | 173.3 | 188.2 | 266.4 | 295.6 | 354.7 | 348.2 | 371.2 |
| Ireland | 36.4 | 31.4 | 37.7 | 61.4 | 67.2 | 95.3 | 94.8 | 112.1 | 92.2 |
| New Zealand | 37.0 | 46.2 | 45.8 | 48.8 | 62.3 | 72.0 | 81.3 | 94.3 | 95.8 |
| Spain | 9.1 | 9.1 | 9.4 | 10.4 | 11.7 | 13.7 | 14.9 | 13.9 | 14.8 |
| Singapore | 40.8 | 48.0 | 56.1 | 85.7 | 116.4 | 157.3 | 190.3 | 193.5 | 184.2 |
| Switzerland | 270.7 | 226.5 | 230.1 | 262.9 | 299.1 | 309.8 | 321.9 | 318.2 | 310.2 |
| France | 84.2 | 75.2 | 79.5 | 87.4 | 103.1 | 109.3 | 112.5 | 111.5 | 107.3 |
| Germany | 145.1 | 141.0 | 150.3 | 169.3 | 206.8 | 215.5 | 241.7 | 247.5 | 228.9 |
| U.K. | 89.8 | 82.5 | 88.5 | 104.8 | 118.8 | 128.3 | 141.7 | 141.7 | 129.7 |
| EU-15 | 82.6 | 78.4 | 84.4 | 95.8 | 112.8 | 119.8 | 131.6 | 131.5 | 123.4 |
| Canada | 161.9 | 150.0 | 157.0 | 188.6 | 202.2 | 221.9 | 232.8 | 235.2 | 245.0 |
| Japan | 317.5 | 313.9 | 331.0 | 357.8 | 377.5 | 416.7 | 481.1 | 460.9 | 472.9 |
| U.S.A | 465.0 | 396.3 | 441.3 | 490.6 | 536.4 | 583.5 | 622.1 | 639.2 | 649.1 |

מקורות: (1) משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>; (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

איור 4.5: מס' בקשות לפטנטים ב-USPTO למיליון נפש, 2003-1995



מקורות: (1) משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>; (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

במדד מס' בקשות לפטנטים ב-EPO למיליון נפש (איור 4.4) הייתה ישראל מתחת לארה"ב, צרפת וממוצע 15 מדינות מהאיחוד האירופי ב-1995 עם 64 בקשות לפטנטים למיליון נפש במדינה. ב-1997 היא עברה את ארה"ב וצרפת, ומ-1999 היא נמצאת גם מעל האיחוד האירופי. בממוצע ממציאים ישראלים הגישו 113 בקשות לפטנט ב-EPO למיליון נפש בין השנים 1995-2001. שוויצריה מראה באינדקס זה את הערך הגבוה ביותר מבין כל המדינות המוצגות כאן עם ממוצע של 317 בקשות לפטנטים למיליון נפש, אחריה גרמניה עם ממוצע של 225, גם פינלנד ממראה ערכים גבוהים במדד זה והיא במקום השלישי עם ממוצע של 215 פטנטים למיליון נפש. ספרד, סינגפור וניו זילנד מראות את הערכים הנמוכים ביותר במדד זה מבין המדינות שנבדקו.

ראינו באיור 4.2 כי במספרים גולמיים יש יותר בקשות ישראליות לפטנטים בארה"ב מאשר באירופה, ואכן ניתן לראות באיור 4.5 שמספר הבקשות ב-USPTO ביחס לאוכלוסיית המדינה של המבקש גבוה יותר בישראל מאשר בשוויצריה, פינלנד וגרמניה, עם ממוצע של 282 בקשות לפטנטים למיליון נפש. שתי המדינות היחידות שנמצאות מעל ישראל הן יפן וארה"ב, כאשר לאחרונה יתרון בולט על פני כולם "במגרש הביתי" שלה, עם ממוצע של 505 בקשות לפטנטים למיליון נפש. וכמו באיור הקודם גם פה ספרד וניו זילנד נמצאות במקומות האחרונים.

יש לשים לב כי בשנים האחרונות ישראל מראה מגמת ירידה במספר הבקשות לפטנטים לנפש. ב-EPO מגמת הירידה מתחילה בשנת 2001, וב-USPTO בשנת 2002.

כעת נציג את מדד מס' הבקשות לפטנטים ביחס להשקעה במו"פ. מדד זה מבטא את היחס בין תפוקות לתשומות ויכול לשמש אינדיקציה ליעילות מערכת המו"פ במדינה. טבלה 4.6 ואיור 4.6 מציגים את מס' הבקשות לפטנטים של אותן מדינות שהצגנו לפני כן²³ ב-EPO ביחס למיליון דולר (במחירי 2000 במונחי PPP) השקעה במו"פ, בין השנים 1995-2001.

טבלה 4.7 ואיור 4.7 מציגים את מס' הבקשות לפטנטים של אותן מדינות ב-USPTO ביחס למיליון דולר (במחירי 2000 במונחי PPP) השקעה במו"פ, בין השנים 1995-2001. במדד זה (בקשות לפטנטים ביחס להשקעה במו"פ) העקומות מראות תנודות גדולות יותר עבור כל המדינות בהשוואה למדד הקודם (בקשות לפטנטים ביחס לגודל האוכלוסייה), כיוון שגודל האוכלוסייה גדל בקצב פחות או יותר אחיד, בעוד שהתנודות בשינויים בהשקעה במו"פ גדולות יותר.

בממוצע, ממציאים ישראלים הגישו 0.16 בקשות לפטנטים ב-EPO לכל מיליון דולר שהושקע במו"פ, לעומת 0.38 ב-USPTO.

בהשוואה בין המדינות, ב-EPO שוויצריה במקום הראשון עם ממוצע של 0.42 בקשות לפטנטים למיליון דולר השקעה במו"פ, אחריה פינלנד וצרפת עם ממוצע של 0.31 ו-0.20 בהתאמה וישראל במקום השמיני בלבד. לעומת זאת ב-USPTO ישראל שומרת על מקום מכובד, רביעי אחרי ארה"ב (ממוצע 0.59) יפן (ממוצע 0.50) וקנדה (ממוצע 0.39). יש לזכור כי מדד זה מהווה אינדיקציה עקיפה ביותר לפריון פעילויות מו"פ, שכן איננו מביא בחשבון הבדלי עלויות של פעילויות אלה במדינות השונות. כמו כן, מדד זה מושפע משיקולים אסטרטגיים וכלכליים של הממציאים שאין להם כל קשר לפריון פעילויות המו"פ.

²³ בניו זילנד ושוויצריה לא היו נתונים על ההוצאה למו"פ עבור כל השנים שבין 1995-2003 ולכן מדינות אלה לא מופיעות

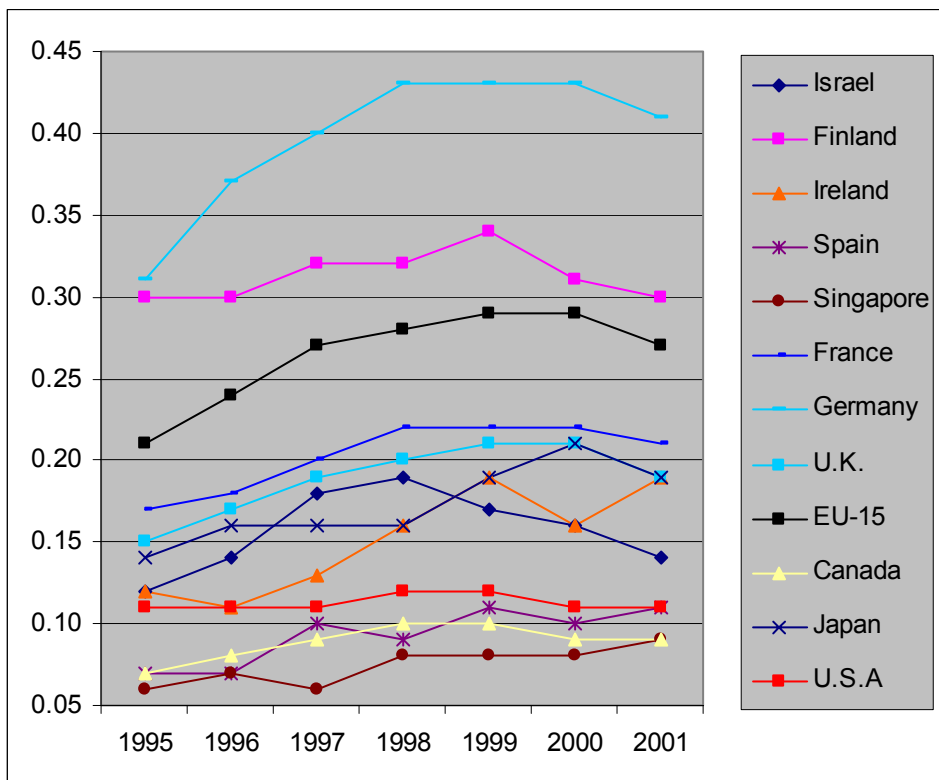
באיורים אלא רק בטבלאות בלי הנתונים החסרים.

טבלה 4.6: מס' בקשות לפטנטים ב-EPO ביחס לסך ההוצאות הלאומיות על מו"פ (מיליוני דולרים של 2000 במונחי PPP), 1995-2001

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Israel | 0.12 | 0.14 | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.16 | 0.14 |
| Finland | 0.30 | 0.30 | 0.32 | 0.32 | 0.34 | 0.31 | 0.30 |
| Ireland | 0.12 | 0.11 | 0.13 | 0.16 | 0.19 | 0.16 | 0.19 |
| New Zealand | 0.10 | .. | 0.13 | .. | 0.18 | .. | 0.14 |
| Spain | 0.07 | 0.07 | 0.10 | 0.09 | 0.11 | 0.10 | 0.11 |
| Singapore | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.09 |
| Switzerland | .. | 0.36 | .. | .. | .. | 0.48 | .. |
| France | 0.17 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.21 |
| Germany | 0.31 | 0.37 | 0.40 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.41 |
| U.K. | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.20 | 0.21 | 0.21 | 0.19 |
| EU-15 | 0.21 | 0.24 | 0.27 | 0.28 | 0.29 | 0.29 | 0.27 |
| Canada | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.09 |
| Japan | 0.14 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.19 | 0.21 | 0.19 |
| U.S.A | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.11 |

מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

איור 4.6: מס' בקשות לפטנטים ב-EPO ביחס לסך ההוצאות הלאומיות על מו"פ (מיליוני דולרים של 2000 במונחי PPP), 1995-2001



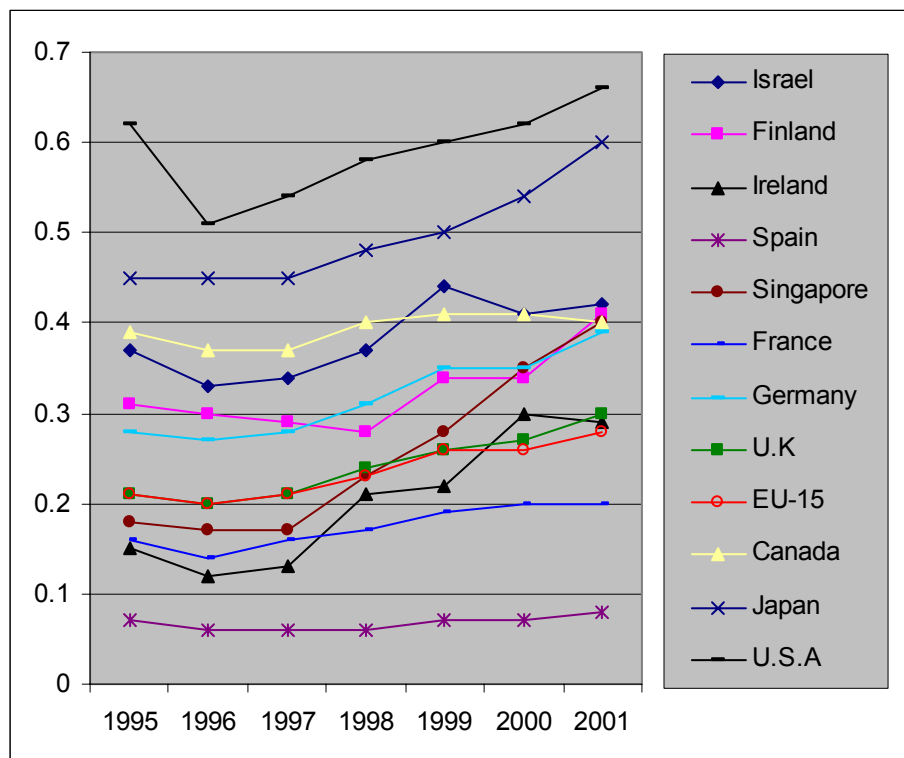
מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

טבלה 4.7: מס' בקשות לפטנטים ב-USPTO ביחס לסך ההוצאות הלאומיות על מו"פ (מיליוני דולרים של 2000 במונחי PPP), 2001-1995

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Israel | 0.37 | 0.33 | 0.34 | 0.37 | 0.44 | 0.41 | 0.42 |
| Finland | 0.31 | 0.3 | 0.29 | 0.28 | 0.34 | 0.34 | 0.41 |
| Ireland | 0.15 | 0.12 | 0.13 | 0.21 | 0.22 | 0.3 | 0.29 |
| New Zealand | 0.2 | .. | 0.22 | .. | 0.31 | .. | 0.33 |
| Spain | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.08 |
| Singapore | 0.18 | 0.17 | 0.17 | 0.23 | 0.28 | 0.35 | 0.4 |
| Switzerland | .. | 0.31 | .. | .. | .. | 0.4 | .. |
| France | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.2 | 0.2 |
| Germany | 0.28 | 0.27 | 0.28 | 0.31 | 0.35 | 0.35 | 0.39 |
| U.K | 0.21 | 0.2 | 0.21 | 0.24 | 0.26 | 0.27 | 0.3 |
| EU-15 | 0.21 | 0.2 | 0.21 | 0.23 | 0.26 | 0.26 | 0.28 |
| Canada | 0.39 | 0.37 | 0.37 | 0.4 | 0.41 | 0.41 | 0.4 |
| Japan | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.48 | 0.5 | 0.54 | 0.6 |
| U.S.A | 0.62 | 0.51 | 0.54 | 0.58 | 0.6 | 0.62 | 0.66 |

מקורות: (1) משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>; (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

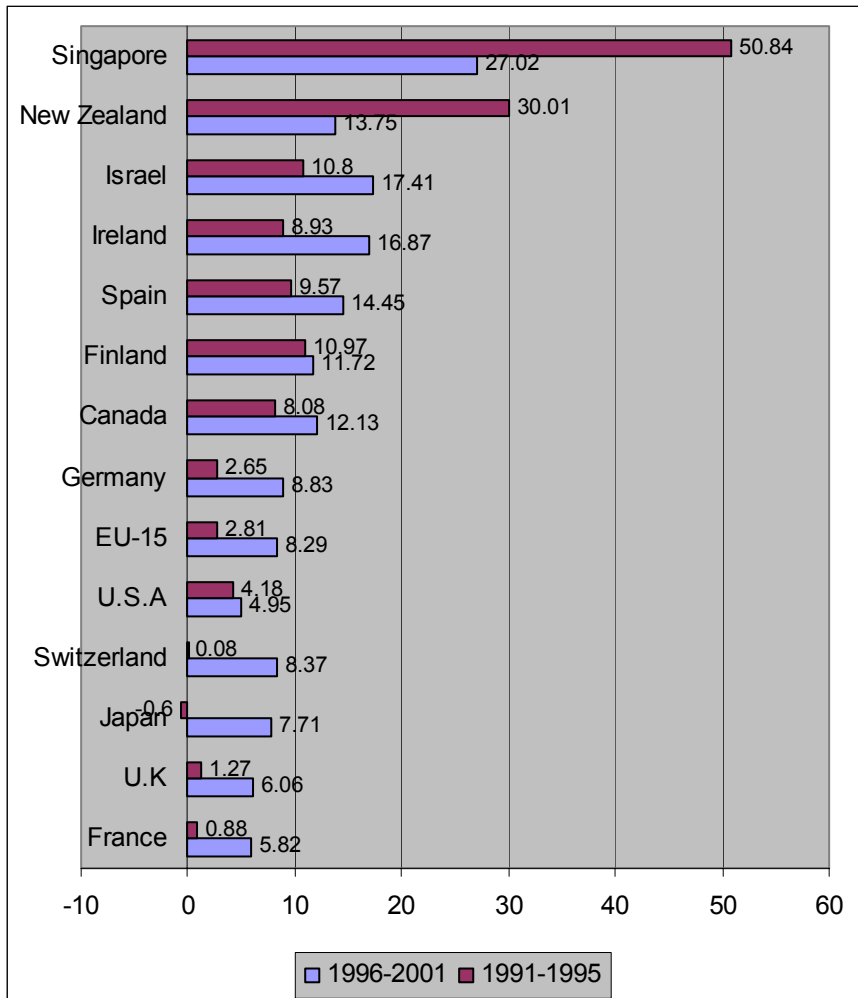
איור 4.7: מס' בקשות לפטנטים ב-USPTO ביחס לסך ההוצאות הלאומיות על מו"פ (מיליוני דולרים של 2000 במונחי PPP), 2001-1995



מקורות: (1) משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>; (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

האיורים הבאים מציגים את שיעור העלייה השנתית הממוצע במספר הבקשות לפטנטים ב-EPO וב-USPTO בין השנים 1995-1991 ו-2001-1996 (סדר יורד לפי שיעור עלייה ממוצע בין 1991-2001).

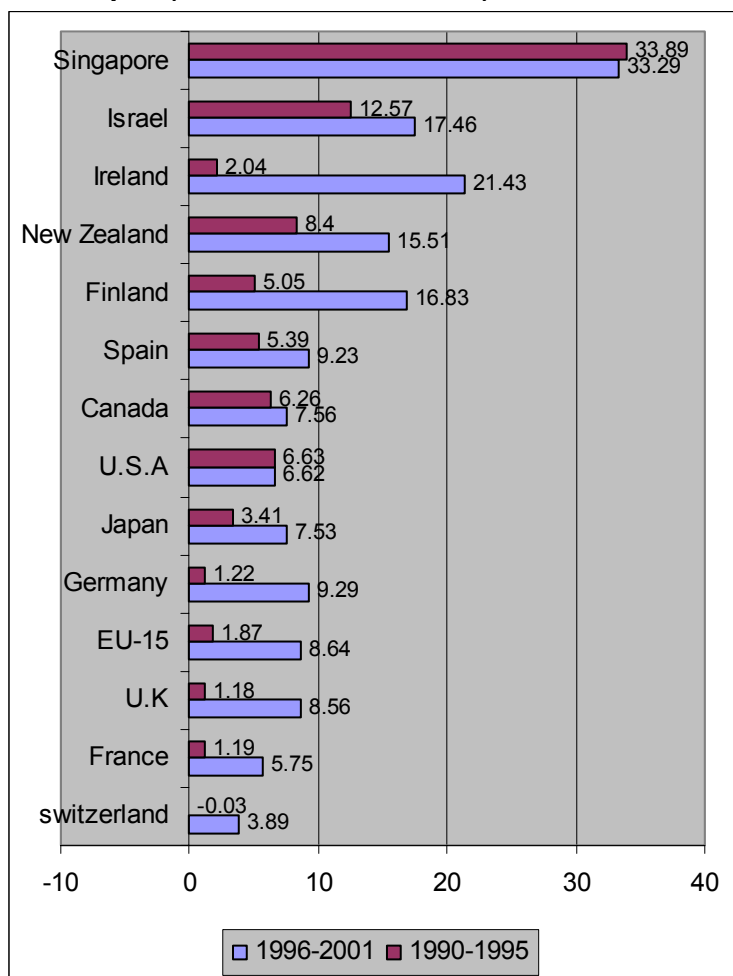
איור 4.8: שיעור העלייה השנתית הממוצע (1995-1991 ו-2001-1996) בבקשות לפטנטים ב-EPO



מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

מלבד סינגפור וניו-זילנד, עבור כל המדינות המוצגות כאן שיעור העלייה הממוצע של הבקשות לפטנטים ב-EPO היה גבוה במחצית השנייה של שנות התשעים בהשוואה למחצית הראשונה, ביפן שיעור העלייה במחצית הראשונה הייתה שלילית. אמנם סינגפור וניו זילנד ממקמות בשני המקומות הראשונים מבחינת שיעור העלייה בבקשות לפטנטים בשנות התשעים, אך יש לשים לב שבמדד מס הבקשות לנפש (איור 4.4) שתיהן נמצאות במקומות האחרונים, ולכן אין משמעות רבה למדד שיעור הצמיחה הממוצע במדינות אלה. ישראל מדורגת במקום השלישי מבין המדינות המוצגות כאן, עם שיעור עלייה ממוצע של 14.41% בין השנים 2001-1991.

איור 4.9: שיעור העלייה השנתי הממוצע (1995-1991 ו-1996-2001) בבקשות לפטנטים ב-USPTO



מקור: משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>

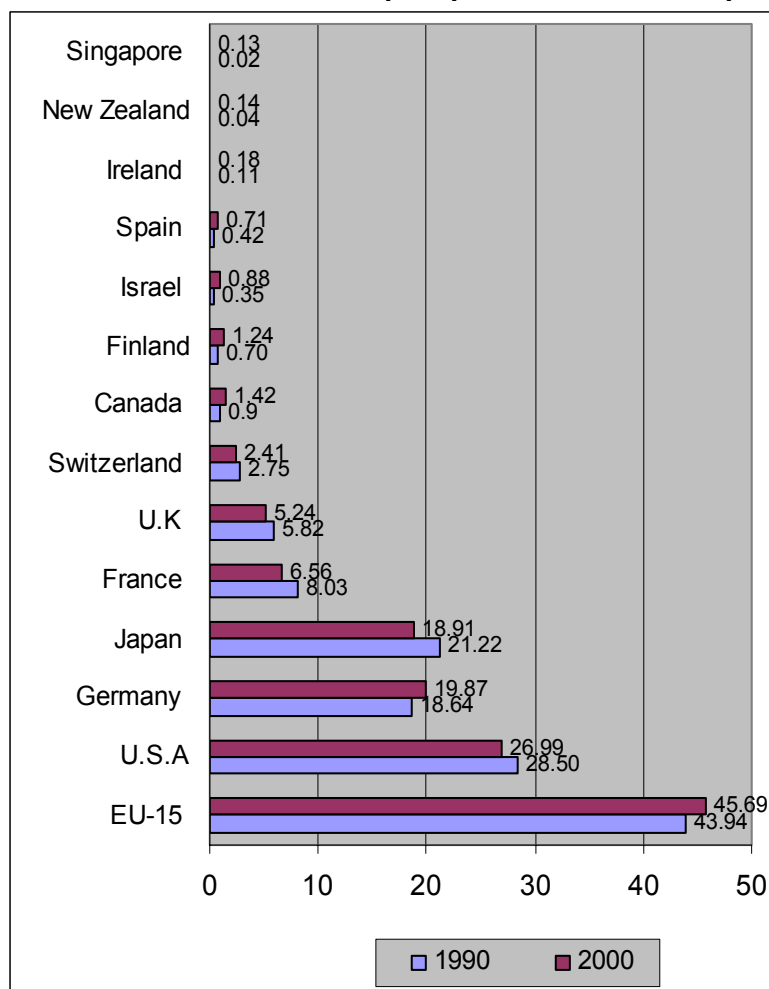
גם ב-USPTO בדומה ל-EPO (איור 4.8) שיעור העלייה הממוצע של מרבית המדינות גבוה יותר במחצית השנייה של שנות התשעים ביחס למחצית הראשונה, מלבד ארה"ב אשר שמרה על הממוצע. אם מתעלמים מסינגפור (שבה מס' הבקשות לפטנטים נמוך מאוד) אירלנד מראה את שיעור העלייה הממוצע הגבוה ביותר במחצית השנייה של שנות התשעים אך אם מסתכלים על שיעור העלייה הממוצע בין 2001-1991 ישראל ניצבת במקום הראשון עם שיעור עליה שנתי ממוצע של 15% לעומת 13% באירלנד.

בשנת 2000, נרשמו ב-EPO כ-109,609 בקשות לפטנטים, עלייה של כ-79% ביחס לשנת 1990.²⁴

איור 4.10 מציג את החלק היחסי של מדינות שונות בסך הבקשות לפטנטים ב-EPO בשנים 1999 ו-2000:

²⁴ OECD, *Compendium of Patent Statistics 2004*, 2004. <http://www.oecd.org/sti/ipr-statistics>

איור 4.10: החלק היחסי של המדינות בסך הבקשות לפטנטים ב-EPO בשנים 1990 ו-2000



OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org> (1) מקורות:
 OECD, *Compendium of Patent Statistics 2004*, 2004. <http://www.oecd.org/sti/ipr-statistics> (2)

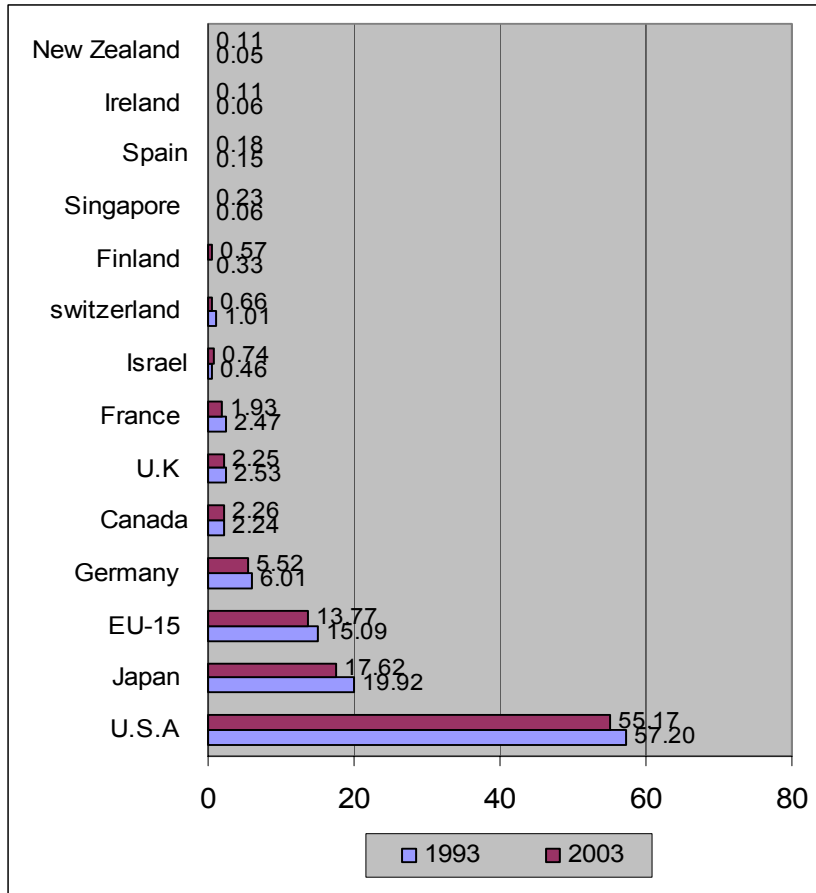
יש לשים לב כי המדינות שחלקן בבקשות לפטנטים קטן יחסית הגדילו את הנתח שלהן ב-2000 בהשוואה ל-1990, וההפך נכון לגבי המדינות שחלקן בבקשות לפטנטים גדול. אם מסתכלים על חלקן של המדינות מסה"כ הבקשות לפטנטים ב-EPO, אזי כצפוי המדינות הגדולות (מבחינת אוכלוסיה ותמ"ג) נמצאות במקומות הראשונים.

בשנת 2003, נרשמו ב-USPTO בסה"כ 342,441 בקשות לפטנטים, עלייה של כ-96% ביחס לשנת 1993.²⁵

איור 4.11 מציג את החלק של אותן מדינות מאיור 4.10 בסך הבקשות לפטנטים ב-USPTO בשנים 1993 ו-2003:

²⁵ מקור: משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>

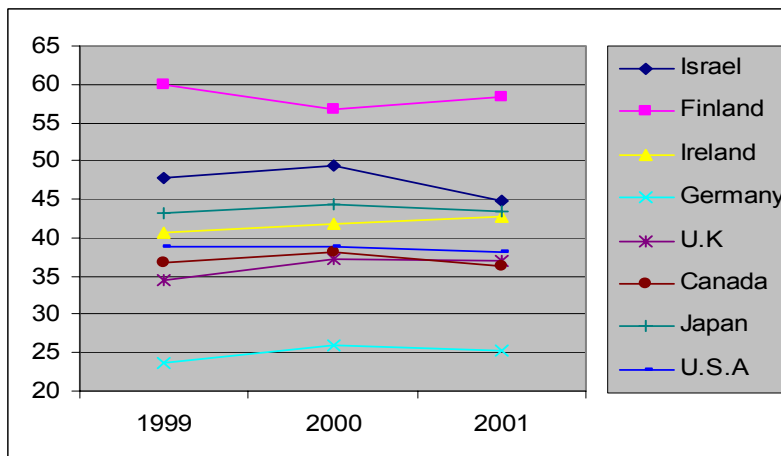
איור 4.11: החלק היחסי של המדינות מסך הבקשות לפטנטים ב-USPTO בשנים 1993 ו-2003



מקור: משרד הפטנטים האמריקאי (USPTO): <http://www.uspto.gov/index.html>

בפרק 2 ראינו כי חלק גדול מההשקעה במו"פ העסקי בישראל (בהשוואה לאירלנד, פינלנד, קנדה, ארה"ב, יפן, בריטניה וגרמניה) מתבצע בתחום ה-ICT שהוא תחום שהולך ומתפתח בעולם כולו, להלן השוואה בינלאומית של שיעור הבקשות לפטנטים מסוג ICT מסך הבקשות לפטנטים ב-EPO, עבור אותן מדינות שהופיעו באיור 2.8, בין השנים 2001-1999:

איור 4.12: אחוז הבקשות לפטנטים בתחום ה-ICT מסך הבקשות לפטנטים ב-EPO, 2001-1999

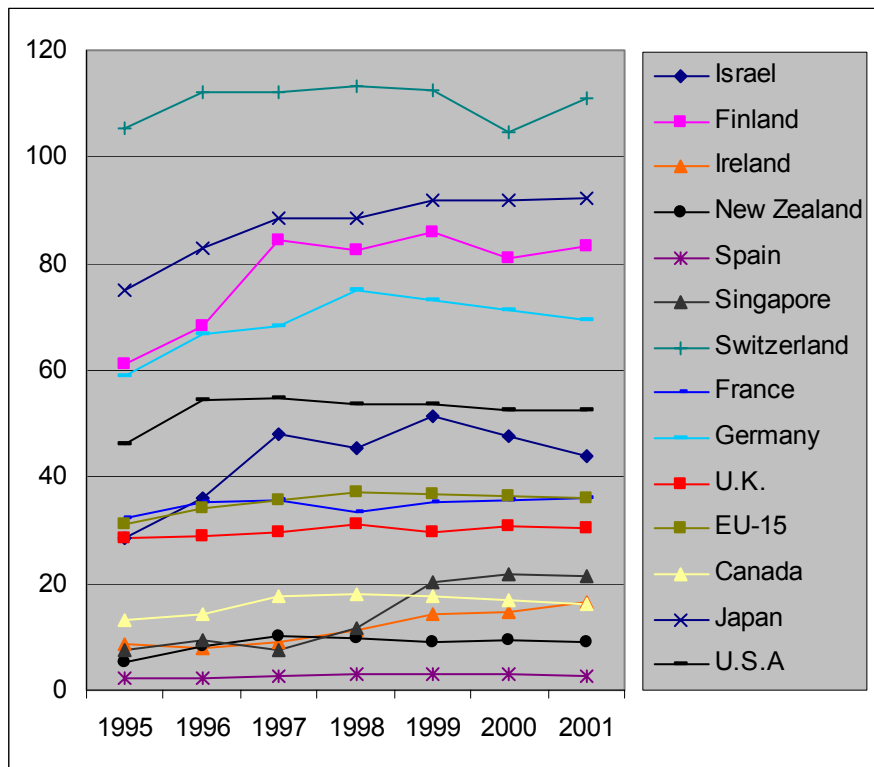


מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

לסיכום נציג מדד נוסף שהוא ה-"triadic patent families" שפותח ע"י ה-OECD להרחבת המשמעות הבינלאומית של מדדי רישום פטנטים. "משפחה" של פטנטים מוגדרת ב-OECD כקבוצה של פטנטים אשר נרשמו ב-EPO, ב-USPTO וב-JPO גם יחד כדי להגן על אותה המצאה. תאריך הרישום של פטנטים מסוג זה מחושב לפי התאריך "הראשוני".

האיור הבא מציג את מדד ה-"triadic patent families" מנורמל לפי גודל האוכלוסייה:

איור 4.13: "TRIADIC PATENT FAMILIES" למיליון נפש, 2001-1995



מקור: OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004. <http://new.sourceoecd.org>

בהשוואה לקצב הצמיחה של מספר הבקשות לפטנטים ב-EPO וב-USPTO, מס' הפטנטים מסוג "triadic patent families" גדל בקצב איטי יותר. מבין המדינות המוצגות כאן שוויץ מראה את המדד הגבוה ביותר עם ממוצע שנתי של 110 פטנטים מסוג "triadic patent families" למיליון נפש בין השנים 2001-1995, ישראל עם ממוצע שנתי של 43 פטנטים ובכך היא עקפה את אירלנד ו-15 המדינות מהאיחוד האירופי, ובמקום האחרון מופיע ספרד עם ממוצע שנתי של כ-3 פטנטים בלבד.

4.3 פרסומים מדעיים

הצורך להעריך את איכות העבודה המדעית קיים כבר שנים רבות ומקורו במורכבות הידע הנדרש להבנת הפרסומים המדעיים בתחומי ידע שונים. לאחרונה הנושא תפס תאוצה ונבחנות שיטות שונות להערכת איכות המחקר. אחת השיטות המקובלות היא להשתמש בפרסומים מדעיים כמדד לפוריות המחקר המדעי, ובציטוטים להם זוכים פרסומים אלה כמדד לאיכות המחקר.

מדדים אלה אינם מושלמים, אך יותר ויותר חוקרים ומומחים מתעניינים בדרך שבה יש למדוד ולהעריך אותם ולשם כך מציאים ומפתחים סוגים שונים ומתחכמים של אינדקטורים. העלייה בחשיבותם ובמהימנותם של אינדקטורים אלה מושכת אליהם יותר ויותר תשומת לב מצד קובעי המדיניות והמדענים, בשל השפעתם של מדדים אלה על הקצאת משאבים למוסדות מחקר ולתחומי ידע שונים.

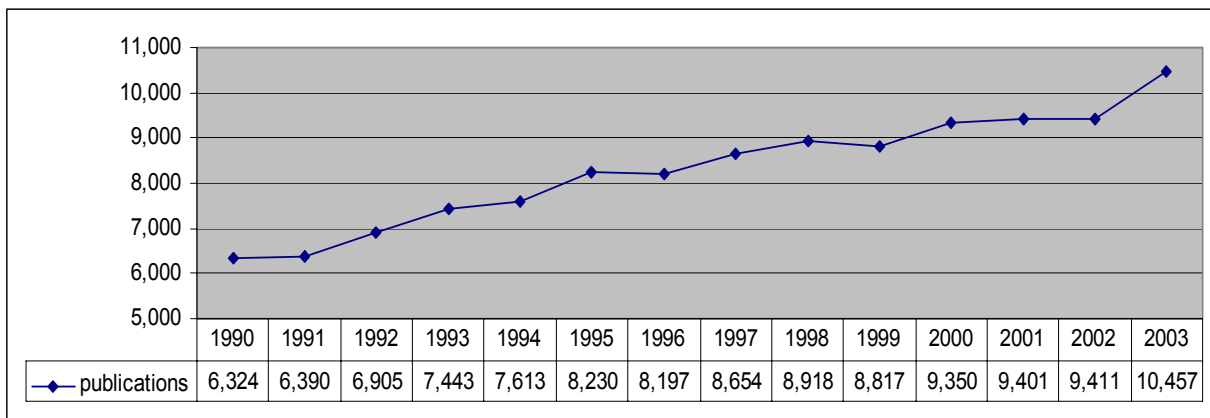
רוב המחקרים הביבליומטריים, אם לא כולם, העוסקים במדידת תפוקה מדעית עושים שימוש במאגרי מידע של ה-ISI (Institute of Science Information), הנמצא בפילדלפיה בארה"ב. מאגרים אלה כוללים את המאמרים המתפרסמים בעיתונות המדעית והטכנולוגית הבינלאומית העיקרית בכל התחומים, ומכילים את כל הפרטים של כל המאמרים, (כותרות, תכנים, שם וכתובת המחבר/המחברות, ציטוטים, שנת פרסום וכו'), המתפרסמים בכ-12,000 "מקורות".

הנתונים הביבליומטריים שמופיעים בפרק זה נלקחו ממאגרי הנתונים של ה-ISI המצויים בידי פרופ' גדעון שפסקי²⁶. תחילה נציג את המצב בארץ ולאחר מכן נערוך השוואות בינלאומיות במדדי פוריות, מדדי קדימות של שטחי מחקר ומדדי איכות הפרסומים.

4.3.1 מדדי פריין המחקר

איור 4.14 מציג את מס' הפרסומים הישראליים בין השנים 1990-2003:

איור 4.14: מס' הפרסומים הישראליים בין השנים 1990-2003



מקור: מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.

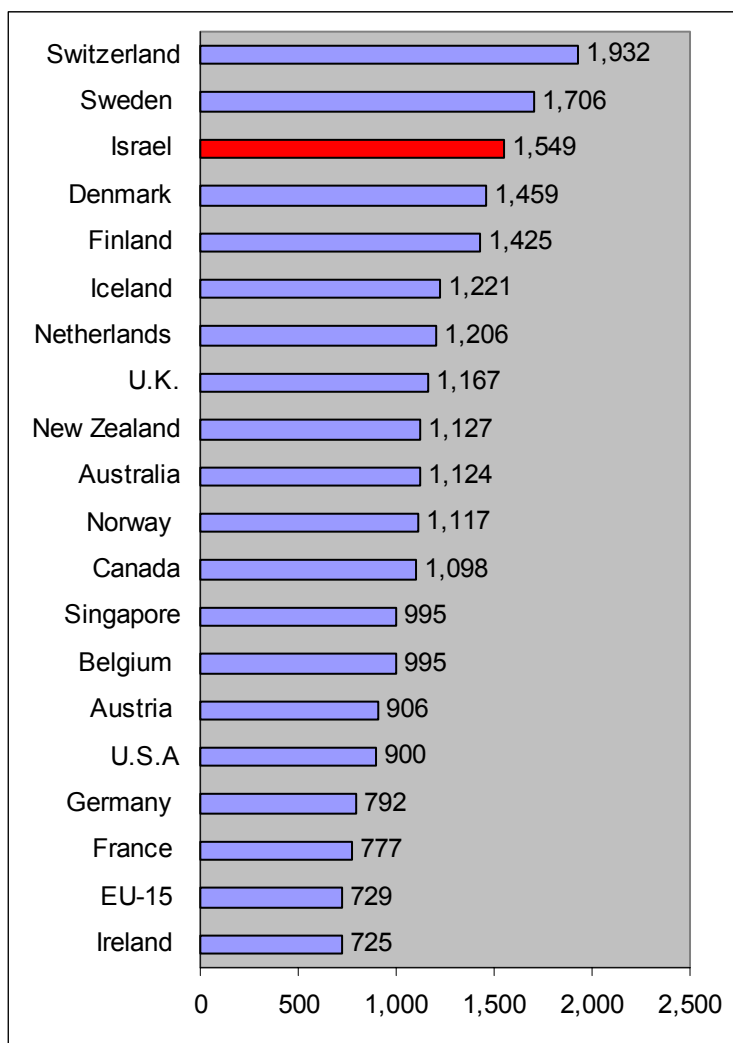
בין השנים 1990-2003 מס' הפרסומים הישראליים עלה בסך הכול בכ-65% עם ממוצע גידול שנתי של

כ-4%.

²⁶ פרופ' גדעון שפסקי כבר בצע בעבר מחקרים בנושא ביבליומטריה במוסד נאמן, ויש לו ניסיון של כעשרים שנה בנושא של כימות תפוקה ורמת המחקר המדעי וההנדסי, המאגרים שבידיו מעודכנים לשנים 1981-2003.

מספר הפרסומים של כל מדינה ומדינה תלוי, בין השאר, בגודל האוכלוסייה, לכן לשם השוואה בין המדינות השונות נהוג לחשב מס' פרסומים לנפש. איור מס' 4.15 מציג את מס' הפרסומים הממוצע בשנה למיליון נפש בין השנים 1999-2003, עבור 20 המדינות המובילות בעולם באותה תקופה.

איור 4.15: 20 המדינות המובילות בעולם במס' הפרסומים למיליון נפש²⁷ (ממוצע שנתי) בין השנים 2003-1999



מקורות: (1) מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.
 (2) OECD, *Main Science & Technology Indicators*, 2004, <http://new.sourceoecd.org>

במונחי מס' פרסומים למיליון נפש ישראל ניצבת במקום נכבד מאוד, עם 1,549 פרסומים בשנה בממוצע למיליון נפש, במקום השלישי בעולם אחרי שוויץ ושבדיה, הרבה מעל ארה"ב, אשר מפרסמת 900 מאמרים בממוצע בשנה למיליון נפש, וממוצע מדינות האיחוד האירופי, עם 729 פרסומים בלבד בשנה למיליון נפש.

²⁷ לחישוב מס' פרסומים שנתי ממוצע למיליון נפש חילקנו את מס' הפרסומים של כל מדינה בחמש השנים 2003-1999 (הנתונים נלקחו ממאגר הנתונים של פרופ' שפסקי) בגודל האוכלוסייה של המדינה בשנת 1999 (הנתונים נלקחו מאתר ה-OECD).

כדי לבחון ולהשוות את פילוג הפעילות המחקרית במדינות שונות על פני שטחי המחקר השונים נציג את אחוז הפרסומים בכל שטח מתוך כלל הפרסומים במדינה. טבלה 4.8 מציגה את אחוז הפרסומים בשטחי המדע והטכנולוגיה בישראל, בעולם, בפינלנד, באירלנד, באיחוד האירופי ובארה"ב, בין השנים 2003-1999.

טבלה 4.8: השוואה בינלאומית של אחוז הפרסומים בשטחי המדע והטכנולוגיה²⁸ מכלל הפרסומים במדינה, בין השנים 2003-1999

| | Israel | World | Finland | Ireland | EU-15 | U.S.A |
|------------------------------|--------|-------|---------|---------|-------|-------|
| Clinical Medicine | 26.96 | 23.97 | 31.22 | 26.75 | 26.61 | 26.19 |
| Physics | 14.79 | 12.45 | 9.73 | 9.69 | 12.49 | 8.94 |
| Chemistry | 9.51 | 13.90 | 9.56 | 9.88 | 13.32 | 8.97 |
| Engineering | 7.30 | 7.99 | 6.26 | 6.80 | 7.10 | 7.26 |
| Biology & Biochemistry | 7.28 | 7.57 | 8.73 | 7.55 | 7.75 | 8.55 |
| Plant & Animal Science | 5.54 | 6.09 | 7.19 | 7.87 | 5.80 | 5.60 |
| Neurosciences & Behavior | 4.51 | 3.91 | 5.41 | 3.56 | 4.21 | 5.03 |
| Mathematics | 4.40 | 2.05 | 1.45 | 2.48 | 2.35 | 1.92 |
| Molecular Biology & Genetics | 3.24 | 2.94 | 3.30 | 2.28 | 3.13 | 4.06 |
| Computer Science | 2.18 | 1.26 | 1.25 | 1.11 | 1.14 | 1.45 |
| Materials Science | 2.18 | 3.86 | 2.90 | 3.10 | 3.26 | 2.28 |
| Ecology/Environment | 1.98 | 2.26 | 5.04 | 2.06 | 2.52 | 2.91 |
| Immunology | 1.93 | 1.71 | 1.84 | 1.72 | 1.88 | 2.32 |
| Microbiology | 1.70 | 2.24 | 2.41 | 3.96 | 2.60 | 2.21 |
| Geosciences | 1.67 | 2.92 | 2.54 | 2.47 | 3.15 | 3.03 |
| Space Science | 1.40 | 1.28 | 1.74 | 1.29 | 1.71 | 1.83 |
| Multidisciplinary | 1.36 | 1.55 | 1.24 | 1.40 | 1.37 | 1.54 |
| Agricultural Sciences | 1.34 | 2.33 | 2.52 | 7.51 | 2.22 | 1.77 |
| Pharmacology | 1.30 | 2.18 | 2.49 | 1.81 | 2.11 | 2.06 |

מקור: מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.

כ-27% מכלל הפרסומים בישראל בין השנים 2003-1999 היו במדעי הרפואה הקלינית, לאחריו באים בהפרשים גדולים תחומי הפיזיקה והכימיה עם 14.8% ו-9.5% בהתאמה. כדי לקבל תמונה ברורה לגבי קדימויות השטחים יש להסתכל על הקדימות של השטח במדינה ביחס לקדימות לה זוכה שטח זה בשאר העולם. למשל, כמו בישראל גם בשאר העולם הפרסומים בתחום מדעי הרפואה הקלינית מהווים חלק נכבד מכלל הפרסומים בכל השטחים. כך גם שטח מדעי החלל מהווה כ-1.4% בלבד מכלל הפרסומים בישראל בדומה לקדימות לה זוכה שטח זה גם בשאר המדינות. מאידך, משקלו היחסי של תחום המתמטיקה גבוה בישראל פי שניים (4.4%) לעומת הממוצע העולמי (2.05%).

²⁸ ישנם מעט פרסומים שנספרים בכמה תחומים, לכן סכום הטורים יכול להיות גדול מ-100%, ויש לשים לב שישנם שטחים נוספים כגון, פסיכולוגיה, משפטים, מנהל עסקים וכו' שלא מופיעים בטבלה, אך נכללים בסך הפרסומים במדינה.

עד כה דיברנו על הקדימות לה זוכים שטחי המחקר השונים במדינה, מדד אשר בעזרתו ניתן לבחון מהן הקדימויות במדינות שונות, אך אינו מעיד על היקף המחקר או על רמת המחקר באותו שטח באותה המדינה. על מנת להשוות את פוריות המחקר בכל אחד משטחי המחקר בין המדינות נהוג להסתכל על החלק של כל מדינה מסך הפרסומים בעולם בכל שטח ו/או על מס' פרסומים בכל שטח למיליון תושבים. באופן דומה ניתן להשוות את איכות הפרסומים בכל אחד מהשטחים לפי מדד הציטוטים (מס' ציטוטים ביחס למס' הפרסומים). טבלה מס' 4.9 מציגה את החלק של אותן מדינות (שהוצגו בטבלה 4.8) בכל שטח מסך הפרסומים בעולם בשטח הנדון:

טבלה 4.9: השוואה בינלאומית של אחוז הפרסומים בשטחי המדע והטכנולוגיה במדינות השונות מכלל הפרסומים בשטח בעולם, בין השנים 2003-1999

| | Israel | Finland | Ireland | EU-15 | U.S.A |
|------------------------------|--------|---------|---------|-------|-------|
| Mathematics | 2.74 | 0.70 | 0.44 | 42.36 | 31.66 |
| Computer Science | 2.22 | 0.98 | 0.32 | 33.48 | 39.12 |
| Physics | 1.52 | 0.77 | 0.28 | 36.99 | 24.30 |
| Neurosciences & Behavior | 1.47 | 1.37 | 0.33 | 39.68 | 43.52 |
| Immunology | 1.44 | 1.07 | 0.37 | 40.50 | 45.88 |
| Clinical Medicine | 1.44 | 1.29 | 0.41 | 40.95 | 36.95 |
| Molecular Biology & Genetics | 1.40 | 1.11 | 0.28 | 39.24 | 46.62 |
| Space Science | 1.40 | 1.35 | 0.37 | 49.40 | 48.40 |
| Biology & Biochemistry | 1.23 | 1.14 | 0.37 | 37.76 | 38.19 |
| Engineering | 1.17 | 0.78 | 0.31 | 32.76 | 30.73 |
| Plant & Animal Science | 1.16 | 1.17 | 0.47 | 35.12 | 31.09 |
| Multidisciplinary | 1.12 | 0.79 | 0.33 | 32.73 | 33.56 |
| Microbiology | 0.97 | 1.06 | 0.65 | 42.85 | 33.43 |
| Ecology/Environment | 0.96 | 1.89 | 0.29 | 35.16 | 37.32 |
| Chemistry | 0.87 | 0.68 | 0.26 | 35.35 | 21.81 |
| Pharmacology | 0.76 | 1.13 | 0.30 | 35.60 | 31.85 |
| Agricultural Sciences | 0.73 | 1.07 | 1.18 | 35.18 | 25.64 |
| Geosciences | 0.73 | 0.86 | 0.31 | 39.72 | 35.02 |
| Materials Science | 0.72 | 0.75 | 0.29 | 31.13 | 20.02 |

מקור: מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.

החלק של פרסומי ישראל בכל השטחים מסך פרסומי העולם בין השנים 2003-1999 הוא 1.28%²⁹, כאשר במקום הראשון מדורג שטח המתמטיקה עם 2.74% ולאחריו באים מדעי המחשב והפיזיקה עם 2.22% ו-1.52% בהתאמה.

במדד זה אין משמעות להשוואה בין המדינות השונות עבור כל שטח כיוון שהחלק של המדינות השונות מסך הפרסומים בעולם תלוי בין היתר בגודל המדינה.

²⁹ מקור: מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.

כדי לראות את הפוריות של כל שטח בנפרד ביחס לשאר המדינות יש לנטרל את השפעת הגודל ולבדוק עבור כל שטח מהו מס' הפרסומים הממוצע לנפש. טבלה 4.10 מציגה את מס' הפרסומים השנתי הממוצע למיליון נפש עבור כל שטח בנפרד במדינות השונות, בין השנים 1999-2003:

טבלה 4.10: השוואה בינלאומית של מס' הפרסומים למיליון נפש במדינה, ממוצע שנתי, בין השנים 2003-1999.

| | Israel | Finland | Ireland | EU-15 | U.S.A |
|------------------------------|--------|---------|---------|--------|--------|
| Clinical Medicine | 417.67 | 444.96 | 194.08 | 194.00 | 235.83 |
| Physics | 229.06 | 138.66 | 70.33 | 91.02 | 80.53 |
| Chemistry | 147.27 | 136.22 | 71.71 | 97.12 | 80.74 |
| Engineering | 113.08 | 89.29 | 49.32 | 51.73 | 65.37 |
| Biology & Biochemistry | 112.82 | 124.38 | 54.81 | 56.50 | 76.99 |
| Plant & Animal Science | 85.81 | 102.46 | 57.10 | 42.26 | 50.40 |
| Neurosciences & Behavior | 69.78 | 77.17 | 25.86 | 30.66 | 45.31 |
| Mathematics | 68.15 | 20.60 | 17.97 | 17.13 | 17.25 |
| Molecular Biology & Genetics | 50.12 | 46.97 | 16.53 | 22.84 | 36.55 |
| Computer Science | 33.80 | 17.77 | 8.05 | 8.31 | 13.09 |
| Materials Science | 33.73 | 41.39 | 22.50 | 23.73 | 20.56 |
| Ecology/Environment | 30.63 | 71.83 | 14.93 | 18.34 | 26.22 |
| Immunology | 29.84 | 26.29 | 12.48 | 13.69 | 20.90 |
| Microbiology | 26.29 | 34.31 | 28.74 | 18.96 | 19.93 |
| Geosciences | 25.83 | 36.17 | 17.92 | 22.93 | 27.24 |
| Space Science | 21.75 | 24.78 | 9.38 | 12.49 | 16.49 |
| Multidisciplinary | 21.09 | 17.70 | 10.18 | 10.00 | 13.82 |
| Agricultural Sciences | 20.73 | 35.93 | 54.49 | 16.19 | 15.90 |
| Pharmacology | 20.21 | 35.47 | 13.12 | 15.35 | 18.51 |

מקור: מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.

במדד זה ישראל מובילה בהפרש גדול ביחס למדינות המופיעות כאן בעיקר בשטחי הפיזיקה, הנדסה, מתמטיקה ומדעי המחשב.

4.3.2 מדדי איכות המחקר

במאגרי המידע של ה-ISI נמצאים כל פרטי הביבליוגרפיה שבמאמרים, כלומר אותם פרסומים שהמאמר מצוטט. כך אפשר לספור ולסכם מתי, היכן וכמה פעמים מאמר צוטט במאמרים אחרים. מס' הפעמים שבו מאמר מסוים מצוטט במאמרים מדעיים אחרים יכול להעיד על ההכרה בה זוכה המאמר בעולם המדע. מקובל לדרג מאמר על פי מספר הציטוטים להם זכה יחסית למספר הציטוטים הממוצע למאמר באותו תחום ידע.

טבלה מס' 4.11 מציגה השוואה בינלאומית של מס' הציטוטים הממוצע לפי שטחי המחקר בתחומי המדע והטכנולוגיה, בין השנים 2003-1999:

טבלה 4.11: השוואה בינלאומית של מס' הציטוטים הממוצע של הפרסומים בשטחי המדע והטכנולוגיה, בין השנים 2003-1999

| | Israel | World | Finland | Ireland | EU-15 | U.S.A |
|------------------------------|--------|-------|---------|---------|-------|-------|
| Molecular Biology & Genetics | 16.80 | 12.66 | 12.47 | 23.16 | 12.40 | 16.82 |
| Space Science | 10.21 | 7.02 | 4.75 | .. | 7.50 | 9.62 |
| Immunology | 9.22 | 10.17 | 8.70 | 11.74 | 9.59 | 12.82 |
| Biology & Biochemistry | 7.41 | 7.26 | 7.85 | 6.11 | 7.24 | 9.92 |
| Neurosciences & Behavior | 7.36 | 7.70 | 7.07 | 7.19 | 7.43 | 9.90 |
| Microbiology | 6.11 | 6.55 | 6.66 | 6.48 | 6.74 | 9.20 |
| Chemistry | 5.11 | 3.85 | 3.74 | 4.33 | 4.34 | 5.83 |
| Multidisciplinary | 5.02 | 3.81 | 3.81 | .. | 4.25 | 6.02 |
| Physics | 4.79 | 3.57 | 4.93 | 3.79 | 4.22 | 5.62 |
| Pharmacology | 4.57 | 4.59 | 4.77 | 4.88 | 5.01 | 6.27 |
| Clinical Medicine | 4.42 | 4.96 | 7.06 | 5.45 | 4.98 | 6.71 |
| Geosciences | 3.74 | 3.41 | 4.17 | 3.45 | 3.83 | 4.81 |
| Materials Science | 3.59 | 2.16 | 2.09 | 2.33 | 2.38 | 3.03 |
| Plant & Animal Science | 3.38 | 2.80 | 2.80 | 2.51 | 3.31 | 3.56 |
| Agricultural Sciences | 2.63 | 2.25 | 3.59 | 3.05 | 2.65 | 2.87 |
| Ecology/Environment | 2.46 | 3.23 | 4.11 | 3.65 | 3.57 | 4.01 |
| Engineering | 1.71 | 1.54 | 1.85 | 1.54 | 1.71 | 2.03 |
| Computer Science | 1.62 | 1.26 | 1.20 | .. | 1.21 | 1.76 |
| Mathematics | 1.45 | 1.29 | 1.41 | 1.27 | 1.42 | 1.69 |

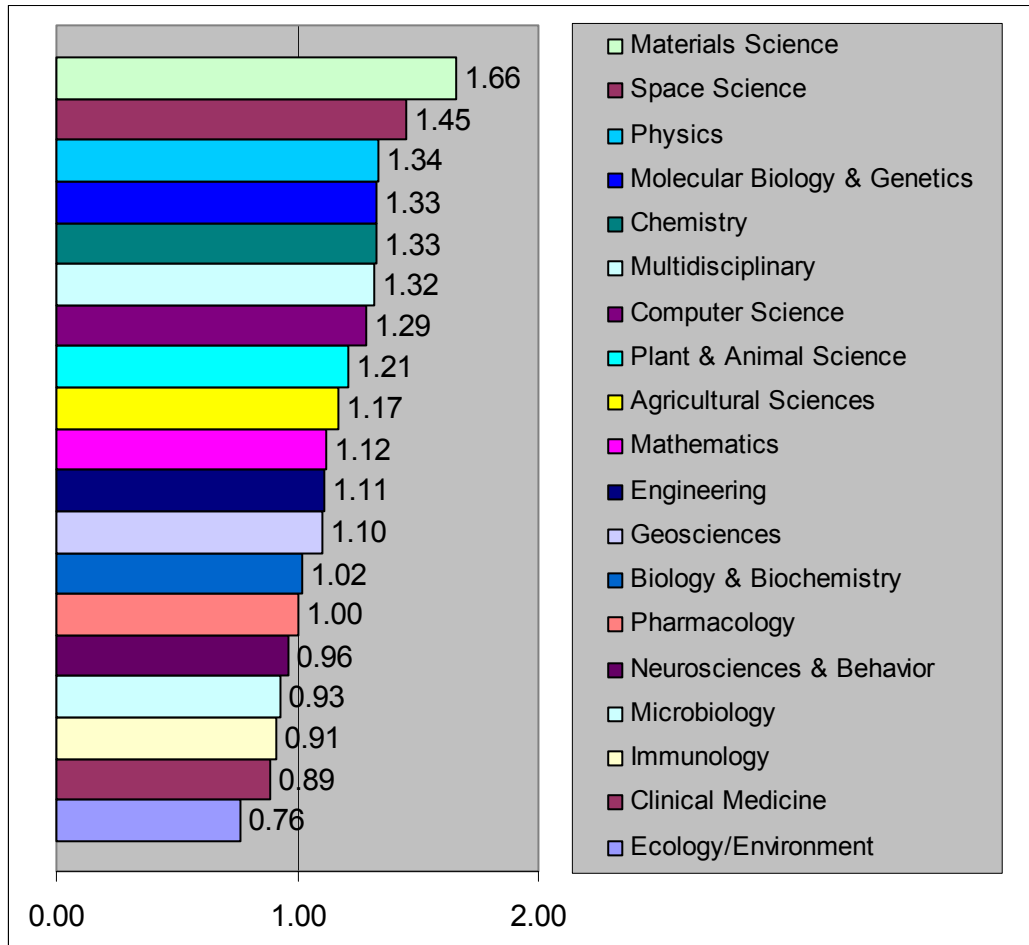
מקור: מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.

הפרסומים המצוטטים ביותר בישראל הם משטח הביולוגיה המולקולארית, מדעי החלל ואימונולוגיה, עם 17, 10 ו-9 ציטוטים בממוצע למאמר בהתאמה. מדד הציטוטים בשטח מדעי החלל גבוה ב-145% מהממוצע העולמי.

באופן כללי ישנם שטחים אשר זוכים ליותר ציטוטים משטחים אחרים, ודרוג זה דומה ברוב המדינות. על מנת לראות את המצב של כל מדינה בכל שטח בנפרד ביחס לעולם, מבחינת איכות הפרסומים, יש לבדוק את היחס בין מדד הציטוטים במדינה לבין הממוצע של מדד הציטוטים העולמי: יחס שווה לאחד משמעותו שהשטח באותה מדינה מצוטט בדיוק באותה מידה כמו בממוצע העולמי, יחס גדול מאחד משמעותו שמדד הציטוטים בשטח באותה מדינה גדול יותר מהממוצע העולמי, ולהפך עבור יחס קטן מאחד.

איור 4.16 מציג את היחס בין מדד הציטוטים בישראל בשטחי המדע והטכנולוגיה לבין מדד הציטוטים בעולם, עבור כל שטח בנפרד, בין השנים 2003-1999:

איור 4.16: היחס בין מס' הציטוטים הממוצע בשטחי המדע והטכנולוגיה בישראל לעומת ממוצע הציטוטים לתחום בעולם, בין השנים 1999-2003



מקור: מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.

ברוב השטחים היחס גדול מאחד, ובשטח מדעי החומרים הפער בין מדד הציטוטים בישראל לבין מדד הציטוטים העולמי מגיע ל-66%! (כלומר הפרסומים הישראליים בשטח מדעי החומרים זוכים ל-66% יותר ציטוטים מאשר מס' הציטוטים הממוצע למאמר בשטח זה). שטחי הרפואה הקלינית והאקולוגיה/מדעי הסביבה, (אשר מהווים 26% ו-2% בהתאמה מסך הפרסומים בישראל, ראה טבלה מס 4.8) זוכים למדד ציטוטים יחסי נמוך ביחס לשאר התחומים.

פרק 5: ביבליוגרפיה

- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **שנתון סטטיסטי לישראל של השנים 1996-2004**, <http://www.cbs.gov.il/>
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי 1989-2004**, פרסום מס' 1247, ירושלים, 2005.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומהמוסדות האחרים להשכלה גבוהה תשנ"ה-תשס"ג**, ירושלים, בין השנים 1997-2004.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **סקר מחקר ופיתוח בסקטור העסקי 1998**, ירושלים, 2001.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **סקר מחקר ופיתוח בסקטור העסקי 1999**, ירושלים, 2002.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **מחקר ופיתוח עסקי 2000-2001**, ירושלים, 2003.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **ענפי טכנולוגיות המידע (ICT) 1990-2000**, פרסום מס' 1164, ירושלים, 2001.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **סטודנטים באוניברסיטאות ובמוסדות אחרים להשכלה גבוהה תשס"א**, ירושלים, 2002.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, **הסיווג האחד של ענפי הכלכלה 1993**, פרסום טכני מס' 63, ירושלים, 1993.
- טרכטנברג מ. **חדשנות טכנולוגית בישראל, 1968-1997: ניתוח השוואתי באמצעות נתוני פטנטים**, רבעון לכלכלה 46, 1999 (עמ' 285-322).
- אגף הפטנטים, המדגמים וסימני המסחר במשרד המשפטים: <http://www.justice.gov.il>
- מאגר נתונים ביבליומטריים, פרופ' גדעון שפסקי.

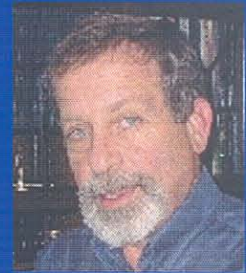
- OECD, **Main Science & Technology Indicators**, 2004, <http://new.sourceoecd.org>
- ERA-Scoreboard: <http://www.cordis.lu/indicators/scoreboard.htm>.
- OECD, **Frascati Manual proposed standard practice for surveys on research and experimental development**, Paris, 2002.
- European Commission, **Third European Report on S&T Indicators 2003**, Brussels, 2003.
- OECD, **Manual on the measurement of human resources devoted to S&T "Canberra Manual"**, Paris, 1995.
- OECD, **Compendium of Patent Statistics 2004**, 2004: <http://www.oecd.org/sti/ipr-statistics>.
- European Commission, **Key Figures 2003-2004 Towards a European Research Area Science, Technology and Innovation**, Belgium, 2003.
- United States Patent and Trademark Office: <http://www.uspto.gov/index.html>.

ד"ר דפנה גץ, עמיתת מחקר בכירה במוסד שמואל נאמן.
D.Sc בכימיה פיסיקלית בטכניון.
נושאי המחקר במוסד נאמן: הערכת מו"פ, ניהול מו"פ, מדיניות מו"פ, קידום
טכנולוגיות חדשות, קשר בין אקדמיה, תעשייה וממשלה.
daphne@tx.technion.ac.il



האני מנסור, M.Sc בכלכלה, בתוכנית המשותפת בכלכלה, אוניברסיטת חיפה
והטכניון.
לומד לתואר שלישי בכלכלה באוניברסיטת קליפורניה, סנטה ברברה.
mansour@econ.ucsb.edu

פרופ' זן פלד, החוג לכלכלה באוניברסיטת חיפה.
משתתף בפעילויות שונות במוסד נאמן בתחומי כלכלה, טכנולוגיה וביטחון לאומי.
תחומי התמחות: כלכלת מחקר ופיתוח, מדיניות מדע וטכנולוגיה וכלכלת ביטחון.
dpeled@econ.haifa.ac.il



מריאן שומאך-תחאוכו, עוזרת מחקר במוסד שמואל נאמן.
משתלמת למאסטר בכלכלה, תוכנית משותפת בכלכלה, אוניברסיטת חיפה
והטכניון.
נושאי המחקר במוסד נאמן: הוצאה לאומית למו"פ, פטנטים, פרסומים מדעיים.
marian@tx.technion.ac.il



מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה
הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889
קרית הטכניון, חיפה 32000
www.neaman.org.il