

מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה



נתונים ואינדיקטורים לתחומי הנדסת
חלל, ענפי טכנולוגיות המידע (ICT)
וביוטכנולוגיה בישראל

ורד סגל • מריאן תחאוכו • הנחייה: ד"ר דפנה גץ

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל



מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה



**נתונים ואינדיקטורים לתחומי הנדסת חלל,
ענפי טכנולוגיות המידע (ICT) וביוטכנולוגיה בישראל**

ורד סגל

מריאן תחאוכו

הנחייה: ד"ר דפנה גץ

תודה ליאיר אבן זוהר ממוסד נאמן על תרומתו בנתונים וניתוחים ביבליומטריים

מאי 2007

Data and Indicators on Aerospace Engineering, ICT and Biotechnology in Israel

Dr. Daphne Getz • Vered Segal • Marian Tehawkho

מוסד שמואל נאמן

למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

הטכניון, חיפה 32000

טלפון: 04-8292329, פקס: 04-8231889

<http://www.neaman.org.il>

© כל הזכויות האקדמיות לפרסום זה שמורות לחוקרים ולמוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה.

למען הסר ספק, מודגש בזאת כי החוקרים ו/או מוסד נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה לא יהיו אחראים לכל נזק ו/או להוצאה ו/או להפסד מכל מין וסוג אשר יגרמו ל/או עלולים להיגרם לכם או למי מטעמכם עקב דו"ח זה, או בהקשר אליו.

אין להעתיק, לצלם או לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות בכתב ומראש מבעלי הזכויות.

תודה להנהלת הטכניון
ולפרופ' אביב רוזן,
המשנה הבכיר לנשיא הטכניון,
על הסיוע במימון הדו"ח

תוכן העניינים

7	1. מבוא
9	2. נתונים ואינדיקטורים לתחום הנדסת וחלל
12	א. הישגי תוכנית החלל בישראל
13	ב. הגופים העוסקים בחלל בישראל
15	ג. הפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה וחלל בטכניון
16	ד. נתונים ביבליומטריים לשטח הנדסת אווירונאוטיקה וחלל
16	ה. היבטים כלכליים, חברתיים וצבאיים בתוכנית החלל
18	ו. ביבליוגרפיה
21	3. נתונים ואינדיקטורים לתחום ICT
23	א. הגדרה
23	ב. מקבלי תארים
24	ג. חברי סגל
25	ד. ICT בטכניון
25	ה. נתונים ביבליומטריים
27	ו. מועסקים בענפי ה-ICT
28	ז. תמ"ג בענפי ה-ICT
29	ח. יצוא בענפי ה-ICT
29	ט. פטנטים בתחום ה-ICT
31	י. השוואות בינלאומיות
33	יא. סיכום
33	יב. ביבליוגרפיה
35	4. נתונים ואינדיקטורים לתחום ביוטכנולוגיה
37	א. הגדרה
37	ב. מקבלי תארים
38	ג. חברי סגל
39	ד. ביוטכנולוגיה בטכניון
39	ה. חברות העוסקות בביוטכנולוגיה
39	ו. מועסקים בביוטכנולוגיה
40	ז. נתונים כספיים
41	ח. פטנטים
42	ט. השוואות בינלאומיות
44	י. סיכום
44	יא. ביבליוגרפיה

רשימת טבלאות

נתונים ואינדיקטורים לתחום ביוטכנולוגיה

- טבלה 1: מועסקים בביוטכנולוגיה, לפי תחום עיסוק ורמת השכלה, 2002..... 40
- טבלה 2: עלות עבודה, הוצאות, הכנסות ויצוא בחברות העוסקות בביוטכנולוגיה לפי ענף כלכלי, 2002..... 41

רשימת איורים

נתונים ואינדיקטורים לתחום הנדסת חלל

- איור 1: ההשקעה הציבורית במגזר החלל במדינות נבחרות במיליוני דולרים, 2002..... 11
- איור 2: מקבלי תואר ראשון ושני בהנדסה אווירונאוטית, 2003/4-1996/97..... 15

נתונים ואינדיקטורים לתחום ICT

- איור 1: שיעור האקדמאים בתחום ה-ICT מסך מקבלי התארים בישראל, 2003/4-1996/7..... 24
- איור 2: מספר מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי בתחום ה-ICT, 2003/4-1996/7..... 24
- איור 3: שיעור המועסקים בענפי ה-ICT מכלל המועסקים במגזר העסקי ומכלל המועסקים, 2004-1997..... 27
- איור 4: תמורה לעבודה בענפי ה-ICT כאחוז מהתמורה לעבודה במגזר העסקי ובכלל המשק, 2004-1997..... 27
- איור 5: תמורה לעבודה למועסק בענפי ה-ICT, 2004-1997..... 28
- איור 6: תמ"ג ICT מסה"כ תמ"ג המגזר העסקי ותמ"ג המשק, 2004-1997..... 28
- איור 7: תמ"ג למועסק ב-ICT, 2004-1997..... 29
- איור 8: יצוא בענפי ה-ICT ויצוא ICT מסך היצוא במשק, 2004-1997..... 29
- איור 9: הבקשות הישראליות לפטנטים בענפי ה-ICT ב-EPO וחלקן מסך הבקשות הישראליות לפטנטים, 2002-1995..... 30

- איור 10: פטנטים ישראלים שנרשמו ב-USPTO בתחום ה-ICT וחלקם בסך הפטנטים הישראלים..... 30
- איור 11: מועסקים בענפי ה-ICT, כאחוז מכלל המועסקים במגזר העסקי, 2001..... 31
- איור 12: הוצאות למו"פ בענפי ה-ICT כאחוז מההוצאה למו"פ במגזר התעשייתי, 2002..... 31
- איור 13: אחוז הבקשות לרישום פטנטים בתחום ה-ICT מתוך כל הבקשות ב-EPO, 2002..... 32
- איור 14: אחוז הפטנטים שהוענקו בתחום ה-ICT מתוך כל הפטנטים שהוענקו על ידי ה-USPTO, 1999..... 33

נתונים ואינדיקטורים לתחום ביוטכנולוגיה

- איור 1: שיעור מקבלי התארים במקצועות הביוטכנולוגיה מסך מקבלי התארים, 2003/4-1996/7..... 38
- איור 2: מספר מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי במקצועות הביוטכנולוגיה, 2003/4-1996/7..... 38
- איור 3: התפלגות החברות העוסקות בביוטכנולוגיה לפי ענף כלכלי, 2002..... 39
- איור 4: התפלגות המועסקים בביוטכנולוגיה לפי ענף כלכלי, 2002..... 40
- איור 5: הבקשות הישראליות לפטנטים בתחום הביוטכנולוגיה ב-EPO וחלקן מסך הבקשות הישראליות לפטנטים, 2002-1995..... 41
- איור 6: מספר הפטנטים הישראלים בתחום הביוטכנולוגיה שנרשמו ב-USPTO וחלקם בסך הפטנטים הישראלים, 1999-1992..... 42
- איור 7: אחוז הבקשות לרישום פטנטים בתחום הביוטכנולוגיה מתוך סך הבקשות ב-EPO, 2002..... 43
- איור 8: אחוז הפטנטים שהוענקו על-ידי ה-USPTO בתחום הביוטכנולוגיה מתוך כל הפטנטים, 1999..... 43

1. מבוא

פרסום זה הינו חלק מעבודה שבוצעה במוסד שמואל נאמן בהזמנת הנהלת הטכניון, בה נבחנה רמת המחקר ההנדסי בטכניון ובאוניברסיטאות בישראל בהשוואה לעולם על סמך נתונים ביבליומטריים. העבודה כוללת שלושה חלקים שמופיעים בפרסומים נפרדים. הפרסום הנוכחי הינו החלק השלישי של העבודה ובו מוצגים נתונים ואינדיקטורים בשלושה תחומי ידע: הנדסת חלל, ענפי טכנולוגיות המידע (ICT) וביוטכנולוגיה. בתחום הנדסת החלל נסקרו הישגי תוכניות החלל בישראל, הגופים המרכזיים העוסקים בחלל בישראל, הכשרת בוגרים ובעלי תארים מתקדמים בתחום, נתונים ביבליומטריים, והיבטים צבאיים, כלכליים וחברתיים שונים של תוכנית החלל בישראל. בתחומי ה-ICT והביוטכנולוגיה מוצגת סקירה של התפתחותם בשנים האחרונות, נבחנו מגמות בכמות מקבלי התארים וחברי הסגל המכשירים כוח אדם לתחומים אלה, נתונים ביבליומטריים, ואינדיקטורים מרכזיים נוספים כגון תעסוקה, תמ"ג, ייצוא ופטנטים. בנוסף, מוצגות השוואות בינלאומיות למדינות ה-OECD.

בחלקה הראשון של העבודה הוצגה סקירת ספרות לבחינת הקריטריונים להערכת מחקר הנדסי/יישומי ומחקר מדעי/בסיסי והשיטות הנפוצות בעולם להערכתם, וסקירה של השיטות שבשימוש כיום להערכת ההשפעה של המחקר על הכלכלה, התעשייה והחברה. בחלקה השני, נערך ניתוח ביבליומטרי על בסיס מאגרי המידע של ה-Thomson ISI במטרה להשוות את התפוקה המדעית של ישראל ביחס למדינות נבחרות בעולם, ואת התפוקה המדעית של הטכניון ביחס למוסדות אחרים בארץ ובעולם.

ריכוז הנתונים המובא בדו"ח זה הוא תוצר לוואי של העבודה הביבליומטרית שהוצגה בשני חלקי העבודה הקודמים ומטרתה להפנות זרקור לשלושה תחומים שבהם יש לישראל פעילות מחקרית ופעילות פיתוח מרשימה כמו גם פעילות תעשייתית וכלכלית מפותחת. ההתמקדות בתחום הפעילות בחלל הביאה למחקר המשך המתבצע בימים אלה במוסד נאמן בנושא "הערכת ההשפעה של תעשיית החלל על כלכלת ישראל".

עבודות מחקר רבות מבוצעות בעולם בתחומים אלה, אנו תקווה כי מקצת הנתונים המובאים בדו"ח זה ישמשו תמריץ לביצוע עבודות שינתחו היבטים שונים של הפעילות המחקרית, התעשייתית והכלכלית בתחומים אלה בישראל.

נתונים ואינדיקטורים לתחום הנדסת חלל

2. נתונים ואינדיקטורים לתחום הנדסת חלל

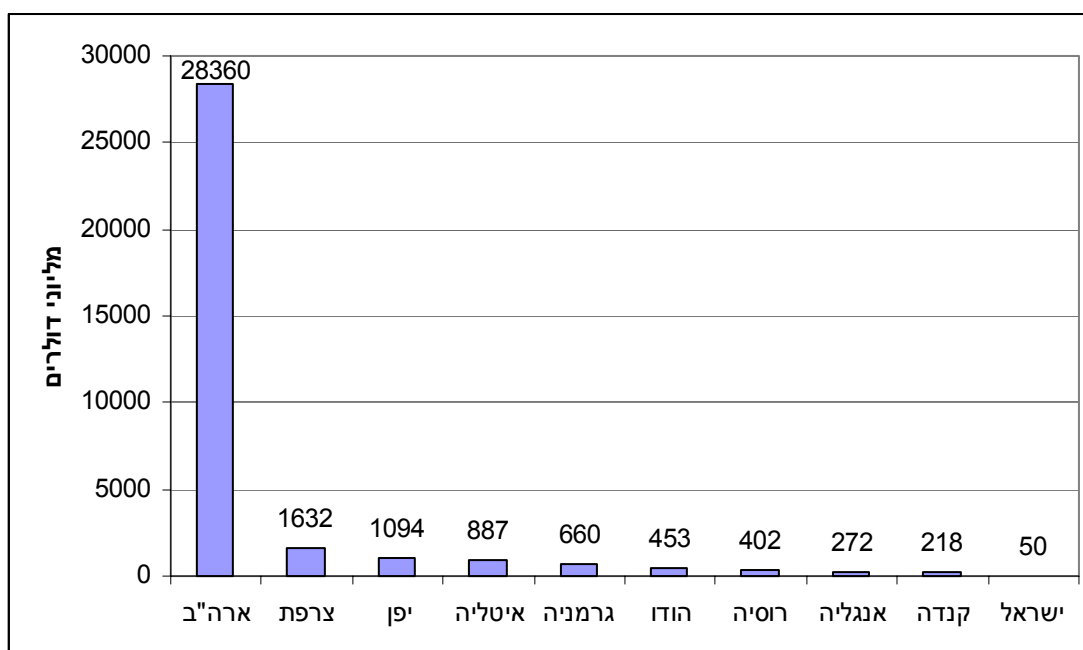
ההקמה של תוכנית חלל עצמאית במדינה קטנה כמו ישראל דורשת חזון והשקעה. ישראל היא אחת מעשר המדינות בעולם המפתחות ומשגרות לוויינים לחלל, ומומחיותה הינה בלוויינים לצרכי מודיעין ותקשורת.

איכות ההון האנושי הגבוהה בישראל, בשילוב עם התשתית של התעשיות הביטחוניות המתקדמות והחתימה המתמדת להצטיינות בתחומי ההגנה, מקנים לישראל יתרון תחרותי בתחום חקר החלל.

לצמיחת תעשיית החלל יש גם השפעה רצויה על הכלכלה. הגידול בכלכלה המודרנית מסתמך באופן ניכר על הון אנושי ועל המידה שבה החברה והכלכלה שלה מבוססים על ניצול ההתקדמות בתחומים השונים של המדע. פיתוח טכנולוגית חלל תורם באופן ישיר למרכיבים אלה ועוזר לישראל לשמור על המדענים והמהנדסים הטובים ביותר¹.

את החשיבות המיוחסת לתחום ניתן לראות בהשקעה הכספית העצומה שנעשתה בשנים האחרונות בעולם (איור 1).

איור 1: ההשקעה הציבורית במגזר החלל במדינות נבחרות במיליוני דולרים²:



על פי מקורות זרים, מערכת הביטחון משקיעה בין 50 ל-60 מיליון דולר בשנה בתוכנית החלל הישראלית³. תוכנית החלל הישראלית נוצרה בשנות ה-80 בעיקר לצרכי מודיעין צבאי. בשל מגבלות גודל ומשאבים, ישראל בחרה להתמקד בשתי טכנולוגיות חלל: מודיעין ותקשורת.

¹ Shain, Y., Ben Israel, I., Paikowsky, D., Eshed, C., & Pedatzur, R. (2005). Israel in space. Paper presented at Tel Aviv workshop for Science Technology and Security.

² Space 2030: Exploring the Future of Space Application. (2004). OECD Publication Service. Paris.

³ פייקובסקי דגנית. (2005). ישראל בחלל: תרומתה של תוכנית החלל לביטחון הלאומי של מדינת ישראל, נייר עמדה. אוניברסיטת תל-אביב.

א. הישגי תוכנית החלל בישראל⁴:

- ב- 1988 שוגר הלוויין הישראלי הראשון, לווין הניסוי "אופק 1", באמצעות משגר הישראלי "שביט".
- ב- 1989 שוגר "אופק 2", לווין ניסוי מתקדם.
- ב- 1995 שוגר הלוויין המבצעי הראשון - "אופק 3". זהו לווין אלקטרו-אופטי שפעל בחלל במשך חמש וחצי שנים.
- ב- 1996 שוגר לווין התקשורת "עמוס 1". לווין התקשורת המתקדם "עמוס 2", שוגר ב-2003. "עמוס 3", שפיתוחו החל ב-2005, ישוגר ב-2007 ויחליף את 'עמוס 1' שיסיים את חייו לאחר למעלה מעשור. במקביל אליו יפעל "עמוס 2" עד 2016, ובעוד כארבע שנים יצטרף אליהם במיקום אחר בחלל "עמוס 4".
- ב- 1998 שוגר לווין הטכניון "TechSat".
- בניית לווין חישה מרחוק במסגרת פרויקט דוד (Multi Spectral High Resolution) MSRS, שת"פ בין סוכנות החלל הישראלית, אלאופ, חברת OHB וסוכנות החלל הגרמנית DLR לבניית לווין קטן קל משקל למטרות חישה מרחוק, ניטור שינויים אקולוגיים, חקלאות מדויקת, התראה מפני אסונות טבע, תכנון אורבאני, חקר יערות ומקורות מים ועוד. התנעת התכנית (פאזה B) נעשתה ב-1998 כחלק מתכנית המו"פ הרביעית של הקהילייה האירופית.
- חטיבת מנו"ר בחברת רפאל פיתחה את מערכות ההנעה של הלוויין הקובייתי SLOSHSAT המיועד לחקר התופעה של שכשוך נוזלים בחלל. הלוויין מפותח בשיתוף פעולה עם סוכנות החלל ההולנדית, חברת FOKKER-SPACE וסוכנות החלל האירופאית.
- ב- 2000 שיגרה חברת אימג'סאט אינטרנשיונל (ISI), שנמצאת בבעלות חלקית של התעשייה האווירית, את "EROS A", לווין צילום אלקטרו-אופטי אזרחי, וב- 2006 את "EROS B", לווין התצפית המסחרי הקל ביותר בעולם שמיועד לצילומים ברזולוציה גבוהה של כדור הארץ. לווין זה תוכנן לספק שירותי צילום דיגיטליים באיכות גבוהה למגוון רחב של יישומים צבאיים ומסחריים. לווני ארוס נבנו ונבדקו על ידי מפעל מבת של התעשייה האווירית, הטלסקופ נבנה על ידי אלאופ.
- ב- 2002 שוגר "אופק 5", לווין צילום צבאי אלקטרואופטי. "אופק 5" שייך לקטגוריה של הלוויינים הקלים והקטנים. משקלו בשיגור היה כ- 300 ק"ג. "אופק 5" החליף בחלל את "אופק 3" שסיים את תפקידו.
- לווין הצילום האלקטרו-אופטי מדור שני "אופק 6", הוביל לפיתוח "אופק 7", מודל טכנולוגי של רדאר לווני מדור שלישי.
- ב- 2003 המריא לחלל אלוף משנה אילן רמון, האסטרונאוט הישראלי הראשון, במעבורת "קולומביה". זמן קצר לפני מועד הנחיתה המתוכנן התפוצצה המעבורת. שבעת אנשי הצוות, ובהם אלוף משנה אילן רמון, נספו.

⁴ Shain et al. (2005), בלסברג, א., אילן-ליפובסקי, י., נסים, י., פולק, ד., צפריר, נ., ורוזנפלד, ע. (2006). מקומה של ישראל בחלל. דברים מתוך פאנל תעשיות כנס חלל ומדע בישראל על שם אלימ אילן רמון 2006. הידען-מדור חלל: ישראל בחלל 1 – לוויינים. <http://www.hayadan.org.il/israelsat.html>

- הטלסקופ הישראלי TAUVEEX (Tel Aviv University Ultraviolet Explorer) פותח ויוצר ע"י חברת אלאופ, בהנחיה ובאחריות מדעית של מדעני אוניברסיטת תל אביב. במהלך פעולתו של הטלסקופ בחלל הוא מבצע תצפיות אסטרונומיות מדעיות בעלות חשיבות רבה להכרת היקום ולהבנת התופעות המתרחשות בו. ה-TAUVEEX אמור להיות משוגר בלויין רוסי במסגרת תכנית רב לאומית לתצפיות אסטרונומיות.
- ישראל הייתה מעורבת בפרויקט Meidex, ששיאו היה בניסויים שביצע אילן רמון, וכן בפרויקטים טכנולוגיים-מדעיים דוגמת הפרויקט הישראלי-צרפתי Venus (לויין זעיר) במסגרתו ישראל אחראית לפיתוח, לייצור, לשליטה ולבקרה על הלויין, וצרפת אחראית על השיגור ועל הקמת מרכז לעיבוד תמונות בטלור.

ב. הגופים המרכזיים העוסקים בחלל בישראל:

1. סוכנות החלל הישראלית (סל"ה) - סוכנות החלל הוקמה בשנת 1983 לפי החלטת ממשלה על הקמת סוכנות חלל ישראלית ליד משרד המדע. כיום סל"ה מהווה גוף ממלכתי הפועל במסגרת משרד המדע והטכנולוגיה. יעודה של סל"ה לגבש תכניות ודרכי פעולה לקידום המטרות הלאומיות האזרחיות של ישראל בתחום החלל ולהוציאן לפועל במסגרת המשאבים המוקצים לכך.

2. חיל האוויר הישראלי - לפני מספר שנים הוקם בלהק-ציוד של חיל-האוויר ענף החלל, וביוני 2005 שונה שם החיל ל"זרוע האוויר והחלל"⁵. הענף החדש מרכז בתוכו שלושה תחומים עיקריים: איסוף מודיעיני, תקשורת לוויינים וטכנולוגיות חלל. אנשי ענף החלל בחיל עובדים על אפיון לוויין התקשורת הצבאי, לוויין שיעניק יכולות תקשורת מתקדמות ומאובטחות ליחידות צה"ל השונות בכלל ולטייסות חיל-האוויר בפרט. הלויין יהיה נדבך מרכזי במערכת התקשורת המתקדמת של מטוס הסופה ובשלב מאוחר יותר ישולב גם בפעילות מטוסי הקרב האחרים. בהיותו מפקד חיל האוויר, ציין רב-אלוף דן חלוץ, בראיון לביטאון חיל האוויר, כי "חייבים להסתכל לטווח ארוך קדימה כדי להבין שלא ניתן לנתק את החלל מהאוויר".

3. מכון אשר לחקר החלל בטכניון (Asher Space Research Institute- ASRI) - מכון אשר הוקם ב-1984 ומטרתו לקדם את החינוך, המדע, הטכנולוגיה וההנדסה בכל התחומים הקשורים לחלל. למכון אשר ראייה לאומית, הוא מקדם עבודה רב-תחומית ושיתופי פעולה של חוקרים מאוניברסיטאות שונות, מסוכנויות ומהתעשייה, ועבודה משותפת עם ארצות אחרות. החברים בו נמנים על סגל של חמש פקולטות בטכניון (פיסיקה, חלל, הנדסה מכאנית, הנדסת אלקטרוניקה וחשמל ומדעי המחשב). צוות המכון מעורב במחקר ובפיתוח של לוויינים קטנים, במקביל לפעילויות פיתוח של מערכות במגוון תחומים הקשורים לחלל.

4. מכון פישר - מכון פישר למחקר אסטרטגי בנושאי אוויר וחלל נוסד ע"י עמותת חיל האוויר, המאגדת את פורשי שרות הקבע של חיל האוויר הישראלי, במטרה לפתח את החשיבה ואת השיח הציבורי במדינת ישראל בתחומי התעופה והחלל. הפעילויות העיקריות של המכון כוללות ארגון כנסים וימי עיון, ביצוע מחקרים, פרסום, והפעלת מרכז מידע בתחומי התעופה והחלל. המכון מורכב ממרכזי מחקר בתחומים שונים, שניים מהם כבר פעילים, מרכז לחקר בטיחות טיסה ומרכז לחקר החלל, והיתר נמצאים בשלבי הכנה והתארגנות ויפתחו בעתיד.

⁵ ליאור רן ובריינר יהושע, "עכשיו זה רשמי: זרוע האוויר והחלל יוצאת לדרך". במחנה. 1.7.2005.
<http://www1.idf.il/DOVER/site/mainpage.asp?clr=1&sl=HE&id=7&docid=42000>

תעשיות חלל:

- 1. התעשייה האווירית -** קבוצת הטילים והחלל בתעשייה האווירית אחראית על פיתוח, אינטגרציה, ניסוי ובקרה של לוויינים, משגרים, תחנות מעקב ובקרה ותתי מערכות של לוויינים ושל ציוד לבדיקת לוויינים.
- 2. מפעל מב"ת של התעשייה האווירית** מפתח את לווייני התקשורת מסדרת עמוס, לווייני התצפית מסדרת אופק וכיום נכנס לתחום המיקרו לוויינים. כל שבעת הלוויינים שפותחו במפעל נכנסו למסלול ותיפקדו כИАות. בימים אלה המפעל מפתח עוד לוויין תקשורת צבאי מסדרת עמוס. בשנת 1995 שוגר לוויין תצפית מבצעי מהדור הראשון- אופק 3. על בסיסו פותח הלוויין האזרחי ארוס A, אשר מספק שירותי צילום מסחריים באמצעות חברת **ISI (אימאג'סאט)**, חברה ישראלית המפעילה את לווייני ארוס ומהווה אחת מארבע החברות היחידות בעולם המוכרות שירותי צילום מלוויין.
- 3. מפעל מל"מ של התעשייה האווירית** פיתח את המשגר שביט המאפשר שיגור לוויינים קטנים ובינוניים. השביט אחראי לשיגורם של שלושת לווייני אופק.
- 4. אלתא -** חברת בת של התעשייה האווירית שפתחה מערכת מכ"מ SAR לוויינית. המערכת ייחודית ופותחה תוך התמקדות בנושא מטעדים קטנים וחדשניים.
- 5. מיקרו-סאט -** חברה חדשה (בהקמה) בבעלות התע"א ורפא"ל. החברה תתמקד בפיתוח משותף ובמכירות של לוויינים שמשקלם ינוע בין 10 ק"ג ל-120 ק"ג. הפרויקט הראשון שבו תעסוק החברה המשותפת יהיה פרויקט "ונוס", מיקרו לוויין שיפותח עבור סוכנויות החלל הישראלית והצרפתית.
- 6. רפא"ל -** הרשות לפיתוח אמצעי לחימה שותפה בתוכנית החלל הישראלית מראשיתה. רפא"ל מפתחת ומייצרת מערכות הנעה שלמות ללוויינים קטנים ומובילה פיתוח בתחום מיקרולוויינים.
- 7. אלאופ -** מקבוצת אלביט מערכות מפתחת מטעדים חזותיים ללווייני תצפית צבאיים ואזרחיים. אלאופ מפתחת מטעדי צילום ברזולוציה גבוהה, מטעדים בתחום האינפרא-אדום ומטעדים מולטי-ספקטראליים. לאחרונה נכנסה אלאופ לתחום המטעדים ההיפר-ספקטראליים, המבוססים על זיהוי אובייקטים באמצעות חתימות התדר שלהם ובכונתה לפתח מטעדים המשלבים ראיית יום וראיית לילה וכן מטעדים עבור מיקרו-לוויינים.
- 8. אלישרא -** פיתוח תקשורת לוויינית וסלולארית, עיבוד תמונה, ניטור למטרות ביטחון ועוד.
- 9. גילת רשתות לוויין -** החברה עוסקת בפיתוח, ייצור, שיווק והתקנה של תחנות לוויין זעירות לתקשורת.
- 10. התעשייה הצבאית -** שותפה בתוכנית החלל הישראלית ובתכנית ההגנה נגד טילים. התעשייה הצבאית מפתחת ומייצרת מנועי טילים המונעים בדלק מוצק. כמו כן, אחראית על פיתוח המנועים (שלב 1 ו-2) של משגר הלוויינים שביט.

ג. הפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה וחלל בטכניון

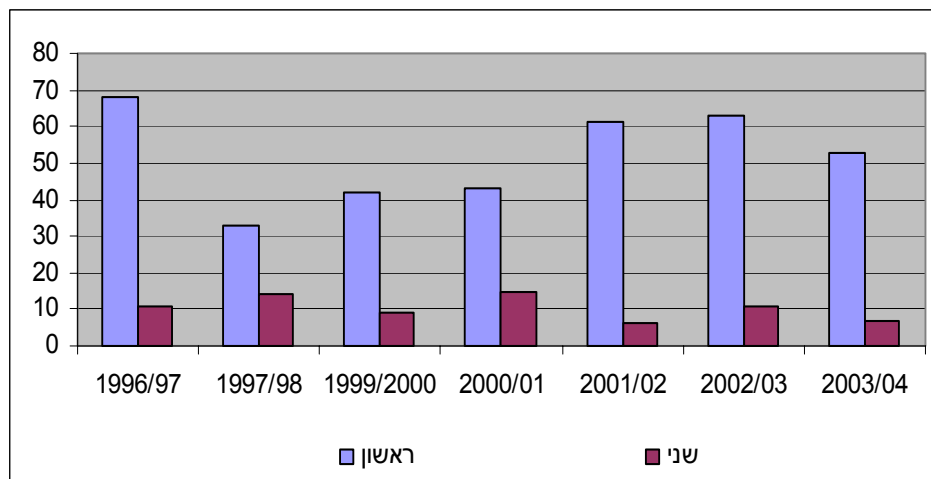
עם תחילת פרויקט החלל הישראלי הובן הצורך בפיתוח מערך אקדמי שיספק תמיכה מחקרית ומדעית. הפעילות העיקרית הוטמעה בפקולטה לאווירונאוטיקה בטכניון ששמה הוחלף בהמשך להנדסת אווירונאוטיקה וחלל. הפקולטה בטכניון הינה הפקולטה היחידה כיום להנדסת חלל בארץ. הפקולטה החלה לפעול ב-1954 ופעילותה קבלה תנופה אחרי 1968 כשהתפתחות תעשיית המטוסים בישראל הביאה לגידול בדרישה למהנדסי אווירונאוטיקה. במהלך השנים יותר מ-1600 מהנדסי אווירונאוטיקה קבלו תואר BSc בפקולטה בטכניון. בוגרי הפקולטה עוסקים בתכנון, בפיתוח, בייצור ובהפעלת מגוון גדול של מערכות תעופה.

בשנת 1984 הוקם מכון אשר לחקר החלל בטכניון, במסגרתו חברי סגל מפקולטות שונות מבצעים מחקרים ומקיימים קשרים הדוקים עם התעשייה. הליווינים שבנה ושיגר הטכניון נעשו במסגרתו.

מקבלי תארים בהנדסה אווירונאוטיקה וחלל

באיור 2 מוצג מספר מקבלי תואר ראשון ושני בהנדסה אווירונאוטית⁶ בשנים 1996/7-2003/4:

איור 2: מקבלי תואר ראשון ושני בהנדסה אווירונאוטית בשנים 1996/7-2003/4⁷



חברי סגל

מספר חברי הסגל בפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה וחלל בטכניון בשנת 2006 עמד על 28. מספר חברי הסגל בכל הפקולטות בכל האוניברסיטאות בארץ בשנת 2005 היה 9,116. היחס בין מספר חברי הסגל למספר מקבלי תואר ראשון ושני בטכניון בפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה וחלל (60 בשנת 2003/4) הוא כשני מקבלי תארים על כל חבר סגל. מבדיקה שערכנו לגבי יחס זה בתחומים נוספים בפקולטות המכשירות סטודנטים לתחומי ה-ICT מתקבל יחס של כשלושה מקבלי תארים לכל חבר סגל, ובתחום הביוטכנולוגיה כארבעה מקבלי תארים לכל חבר סגל.

⁶ בפרסומים של הלמ"ס לא מופיעים נתונים לגבי בוגרי תואר שלישי בהנדסה אווירונאוטית, יתכן שהסיבה היא כי הלמ"ס מפרסם רק מקצועות שבהם נתנו לפחות שלושה תארים בשנה, דבר שאינו מתקיים במקרה זה.
⁷ מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (1998-2005) מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומן המוסדות האחרים להשכלה גבוהה של השנים תשנ"ז-תשס"ד, ירושלים.

ד. נתונים ביבליומטריים

הנתונים הביבליומטריים המופיעים להלן מספקים תמונה על היקף ואיכות הפרסומים בשטח "הנדסת אווירונאוטיקה וחלל" (Aerospace Engineering), כפי שהוגדר על ידי חברת Thomson ISI, החברה המובילה בתחום מאגרי המידע הביבליומטריים. החברה משייכת את הפרסומים לתחומי המחקר השונים בהתאם לכתבי העת בהם פורסמו. השטח "הנדסת אווירונאוטיקה וחלל" מכסה את הפעילות ההנדסית העוסקת בפיתוח כלי טיס, לוויינים, חלליות והמערכות הייחודיות להם. היקף הפעילות המחקרית בנושאי "הנדסת חלל" מהווה כ-20% מהפעילות בשטח זה. עקב כך שבמאגר לא מופיעה קטגוריה המשקפת רק את הפעילות המחקרית בנושאי "הנדסת חלל", הנתונים המוצגים בפרק זה משקפים את הפעילות המחקרית בתחום הרחב יותר של "הנדסת אווירונאוטיקה וחלל". עקב מגבלות המאגר, לא ניתן בו כיסוי הולם לתפוקה המחקרית שבאה לידי ביטוי בפרסומים בכתבי עת שאינם אקדמיים (Non refereed journals), בפרסומים המוצגים אך ורק בכנסים מקצועיים (Proceedings) או בפטנטים, ולכן תרומתם המחקרית אינה באה לרוב לידי ביטוי בנתונים שיוצגו להלן.

מספר החוקרים והפרסומים: בין השנים 2001-2005 פורסמו 163 מאמרים ישראליים בשטח הנדסת חלל ואווירונאוטיקה, לעומת 122 פרסומים בשנים 1981-1985. מאמרים אלה פורסמו על ידי 160 חוקרים, מרביתם מהטכניון, אוניברסיטת תל-אביב, רפא"ל ואוניברסיטת בן-גוריון.

אחוז פרסומי ישראל מכלל הפרסומים בשטח: בשנים 2001-2005 היוו פרסומי ישראל בהנדסת חלל ואווירונאוטיקה 2% מכלל הפרסומים בשטח בעולם, והיא מדורגת במקום ה-13.

מספר הפרסומים לנפש: ישראל מדורגת במקום הראשון במספר הפרסומים לנפש בהנדסת חלל ואווירונאוטיקה בהפרש ניכר (פי שניים) מהמדורגות אחריה: הולנד, סינגפור וארה"ב.

קדימות השטח הנדסת חלל ואווירונאוטיקה: במדד קדימות תת השטח, בין מדינות העולם מדורגת ישראל בשנים 2001-2005 במקום הראשון, אחריה מדורגות רוסיה וארה"ב. מדד הקדימות משקף את היקף הפרסומים בתחום יחסית לכלל הפרסומים במדינה בתקופה הנבדקת. בתקופות האחרונות ניכרת בישראל ירידה בקדימות תת השטח.

איכות הפרסומים ומידת ציטוטם: בשנים האחרונות ניכרת עליה ברמת המחקרים בהנדסת חלל ואווירונאוטיקה בישראל. מדד האיכות, המשקף את מספר הציטוטים ביחס למספר הפרסומים בתקופה הנבדקת, עמד בין השנים 2001-2005 על 1.30, והציב את ישראל במקום החמישי באיכות הפרסומים, אחרי ארה"ב וסינגפור.

שיתופי פעולה מחקריים: כשליש מהפרסומים הישראליים בתחום נעשו בשיתוף פעולה עם חוקרים מתירסר מדינות אחרות. שיתוף הפעולה הפורה ביותר נעשה עם ארה"ב, איתה פורסמו רבע מהמאמרים הישראליים בהנדסת חלל ואווירונאוטיקה.

ה. היבטים כלכליים, חברתיים וצבאיים בתוכנית החלל

היבטים כלכליים:

מדינת ישראל פעילה בחלל כ-25 שנים, כ-20 חברות ישראליות מעורבות כיום (במישרין או בעקיפין) בתחום החלל, הגדולה בהן היא התעשייה האווירית. פעילויות ישראל בחלל הזרימו למשק הון ממשקיעים זרים, יצרו מקומות עבודה, הביאו הזמנות לתעשייה וסייעו בשדרוג הידע הטכנולוגי וביצירת מוקדי איכות להכשרת כוח אדם. לאורך שנות תוכנית החלל בארץ, לפי תא"ל (מיל.) פרופ' חיים אשד, העומד בראש תוכניות החלל הישראליות במשרד הביטחון, על כל דולר שמדינת ישראל השקיעה בטכנולוגיות ומערכות חלל, היא קיבלה בתמורה 1.7 דולר בכספים שנכנסו ממדינות אחרות, בתמורה להזמנת לוווינים או תת מערכות חלל. צבר ההזמנות של תעשיית החלל בארץ עומד על קרוב למיליארד דולר⁸. תוכנית חלל היא פרויקט יקר למדינה קטנה שיש לה קשיים תקציביים כמו ישראל. הפיתרון נמצא בשיתוף פעולה עם מדינות ידידותיות המעוניינות אף הן בטכנולוגיה כזו.

בעשור הראשון לתוכנית החלל הישראלית הגיע התקציב ממקור חיצוני. לפי פרסום של זאב שיף ב-1995, עלות הפיתוח לא נפלה כלל על ישראל: "על פי פרסומים זרים השקיע המשטר הקודם של דרום אפריקה בפיתוח. צה"ל לא השקיע בלוויין פרוטה אחת"⁹. לדברי פרופ' אשד, הפיתרון לשאלת המימון נמצא בשיווק מערכות חלל ובשיתופי פעולה עם מדינות אחרות. היכולות המוכחות של ישראל בחלל הינן בסיס לשיתוף פעולה עם מדינות המפתחות את היכולות הטכנולוגיות שלהן והמעוניינות בהחלפת ידע ובפיתוח משותף. קיים גם כוח משיכה למדינות שאינן בעלות יכולות עצמאיות אך מעוניינות ברכישת טכנולוגית חלל. התוצאה הינה חיזוק הקשרים עם מדינות שונות המשקיעות בישראל ורוכשות טכנולוגיות. בשנים האחרונות דווח על מיזמי חלל משותפים עם מדינות כמו הודו, תורכיה, סינגפור, צרפת וגרמניה. מיזמים משותפים אלה מעודדים השקעות מקומיות וזרות בתעשיות בישראל.

דוגמאות לקשרים ושיתופי פעולה בתחום החלל בין ישראל למדינות אחרות שהתפרסמו בתקשורת¹⁰:

- ב-2004 הודו פנתה לישראל בבקשה לרכוש תצלומים של אזור קשמיר שבוצעו על-ידי לוויין הצילום האזרחי "ארוס" שבבעלות התעשייה האווירית.
- ב-3 ביולי 2000 פורסם בכתב העת Jane's Defense Weekly כי ישראל וסינגפור עתידות לחתום הסכם בשווי מיליארד דולר לשיתוף פעולה בפיתוח לווויני איסוף ופיקוח מודיעיניים. בהסכם זה עתידה ישראל לספק את הטכנולוגיה וסינגפור את המימון. הפרויקט כלל פיתוח של ארבעה עד חמישה לוווינים שיהיו בעלי יכולות גבוהות מאלה אשר בהם עושה ישראל שימוש כעת. שיתוף פעולה זה מסייע לשני הצדדים. ההסכם מסייע לישראל להמשיך ולפתח את תוכנית החלל שלה גם במסגרת קיצוץ במשאבים, ואילו סינגפור מעוניינת להחזיק ביכולות מודיעיניות מהחלל מבלי להידרש לפיתוח תוכנית חלל עצמאית. בדו"ח מאזן הכוחות של "מרכז יפה למחקרים אסטרטגיים" המעודכן ל-13 באפריל 2004, נכתב כי על פי מקורות זרים בשנת 2001 הועבר לסינגפור לווויין מודיעין.

⁸ אשד, ח., (2006). החלל כקטר מדעי טכנולוגי וכלכלי. הוצג בכנס חלל ומדע בישראל על שם אלימ אילן רמון, 2006.
⁹ שיף, ז. (18 באפריל 1995). שיפור לטווחים ארוכים. הארץ. ב. 11
¹⁰ פייקובסקי ד. (2005).

- בדו"ח מאזן הכוחות מצוטטים גם מקורות זרים לפיהם ישראל מכרה לקוריאה ציוד של לווני מודיעין.

המומחיות של ישראל הינה בשני התחומים הפופולאריים, מודיעין ותקשורת, ומכאן הפוטנציאל להיכנס לשוק העולמי. בנוסף, טכנולוגיות מתקדמות שפותחו לתחום החלל הן בסיס לפיתוח טכנולוגיות מתקדמות נוספות, שעשויות לתרום לפיתוחה ולכלכלתה של ישראל. ההשקעות במחקר ופיתוח בתחום החלל תורם גם ליצירת מקומות עבודה למהנדסים ומדענים מהרמה הגבוהה ביותר.

בשנת 2002 עבדו ברחבי העולם כ-250,000 אנשים בתעשיית החלל. ההכנסות של תעשייה זו הסתכמו ב-105 מיליארד דולר, או 420,000 דולר לעובד (כפול מהמוצע לעובד בתעשיות היי-טק). אם נתייחס גם למעגל מועסקים נוסף, אשר מספק שירותים לתעשיית החלל, נקבל כי כחצי מיליון משקי בית הרוויחו את מחיתם מתעשיית החלל. היקף הסכום המושקע בתעשיית החלל הישראלית עומד על כ-150 מיליון דולר בשנה, ולכן גם בישראל יש אלפי משקי בית הנתמכים על-ידי תעשייה זו.

היבטים חברתיים:

הצבא והכלכלה חוברים ליצירת חוזק חברתי המוביל לפיתוח של חברה הנשענת על ידע מתקדם ותחרותי. פיתוח יכולות חלל והדרישה לעובדים בתחום זה מובילים להקמתם של תשתיות טכנולוגיות, מדעיות, ואקדמיות שמוסיפים ליוקרה הבינלאומית של ישראל ומפתחים ושומרים על ההון האנושי. השקעה בתוכניות בתחום חלל יוצרת משרות ומעודדת כוח עבודה איכותי להישאר בארץ.

היבטים צבאיים:

הנוכחות בחלל מגבירה את העומק האסטרטגי של ישראל ומאפשרת לה איסוף מודיעין על מדינות מרוחקות כמו אירן מבלי להפר את הריבונות של מדינות אחרות ומבלי לסכן חיים.

שהות עצמאית בחלל מאפשרת מודיעין עצמאי, שמשמעו החלטה על יעדים, הגנה על מקורות מידע וקבלת מידע עדכני ואמין בלא צורך להסתמך על כוחות חיצוניים.

שיגור הלוויינים מצביע על יכולות אסטרטגיות. מדינות עוינות לישראל יודעות שיש לה יכולות בחלל ושלווויינים ישראליים נעים במסלולים בחלל, אך אינן יודעות בוודאות איזה חומר נאסף ומשמש את ישראל.

היכולות בחלל משפרות גם את יכולות ההתקפה וההגנה. לישראל מערכת טילי חץ המספקת הגנה כנגד טילי קרקע-קרקע. הנוכחות בחלל מסייעת בשימוש בשימוש מונחה מדויק (Precision guided weapon). במלחמת עיראק ב-2003 האמריקאים עשו שימוש נרחב בנשק מסוג זה.

1. ביבליוגרפיה

- אייזנברג, א. (23 במאי 2002). התעשייה האווירית תנפיק את אימג'סט בארה"ב 450 מיליון דולר. מעריב.
- אשד, ח. (2006). החלל כקטר מדעי טכנולוגי וכלכלי, הוצג בכנס חלל ומדע בישראל על שם אל"מ אילן רמון 2006.
- בלסברג, א. אילן-ליפובסקי י., נסים, י., פולק, ד., צפריר, נ., ורוזנפלד, ע. (2006). מקומה של ישראל בחלל. דברים מתוך פאנל תעשיות כנס חלל ומדע בישראל על שם אל"מ אילן רמון, 2006.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (1998-2005). מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומן המוסדות האחרים להשכלה גבוהה של השנים תשנ"ז-תשס"ד, ירושלים.
- פייקובסקי, ד. (2005). ישראל בחלל: תרומתה של תוכנית החלל לביטחון הלאומי של מדינת ישראל, נייר עמדה. אוניברסיטת תל-אביב.
- שיף, ז. (18 באפריל 1995). שיפור לטווחים ארוכים. הארץ. ב1.
- Shain, Y., Ben Israel, I., Paikowsky, D., Eshed, C., & Pedatzur, R. (2005). Israel in Space. Paper presented at Tel Aviv workshop for Science Technology and Security.
- Space 2030: Exploring the Future of Space Application. (2004). OECD Publication Service. Paris.
- Thomson ISI (2004). Topical Citation Report.
- Thomson ISI (2004). National Citation Report.

נתונים ואינדיקטורים לענפי טכנולוגיות המידע

**ICT – Information and Communications
Technologies**

3. נתונים ואינדיקטורים לענפי טכנולוגיות המידע-

Information & Communications Technologies

בחלק זה מוצגת סקירה של התפתחות ענפי טכנולוגיות המידע (ICT – Information & Communications Technologies) בשנים האחרונות. מטרת הסקירה לבחון מגמות לאורך השנים, הבאות לידי ביטוי במספר מקבלי התארים וחברי הסגל במקצועות הלימוד המכשירים כוח אדם ל-ICT, בתפוקת הפרסומים המדעיים בתחומי ה-ICT, ובמדדים כלכליים הקשורים לתחום, כגון: מועסקים, תמ"ג, ייצוא ופטנטים. בנוסף, מוצגות השוואות בינלאומיות למדינות OECD. הסקירה מבוססת על הגדרת ענפי טכנולוגיות המידע על-ידי ארגון ה-OECD¹¹.

א. הגדרה

ענפי טכנולוגיות המידע כוללים פעילות של תעשיות המייצרות חמרה ותעשיות וחברות העוסקות בתוכנה, בשידור ובהצגת המידע. הענפים הכלולים בהגדרה זו סווגו לקבוצות הראשיות הבאות:

- **ענפי תעשייה** הכוללים את תעשיית מכונות למשרד, לחשבונאות ומחשבים; תעשיית רכיבים אלקטרוניים; ציוד התקשורת וציוד תעשייתי לבקרה (ללא תעשיית ציוד רפואי).

- **ענף שירותי תקשורת**

- **ענפי שירותים אחרים** הכוללים שירותי מחשוב (תוכנה); שירותי מו"פ (כולל חלק מחברות ההזנק) וחברות הזנק.

ב. מקבלי תארים

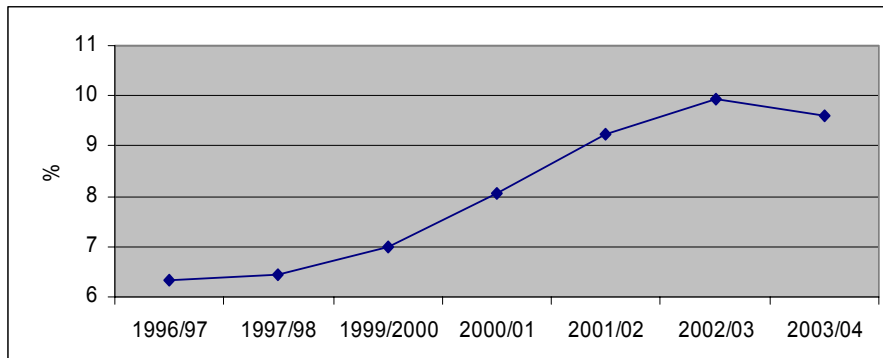
אין הגדרה פורמאלית של מקצועות הלימוד המכשירים כוח אדם ל-ICT. לצורך עבודה זו המקצועות הנכללים ב-ICT הם¹²: **הנדסת מחשבים ומדעי המחשב; הנדסת חשמל ואלקטרוניקה; הנדסת מערכות תקשורת; הנדסת מערכות מידע.**

באזור 1 מוצג השינוי בשיעור מקבלי התארים (ראשון שני ושלישי) בתחום ה-ICT מסך מקבלי התארים בארץ בשנים 1996/7-2003/4:

¹¹ OECD (2002) Reviewing the ICT Sector Definition. Working Party on Indicators for the Information Society.

¹² רשימת מקצועות הלימוד הרלוונטיים ל-ICT נלקחה מעבודתם של הרשקוביץ, ש. ומורדוך, ס. (2002). פרופילים של סטודנטים ומקבלי תארים במקצועות בעלי אוריינטציה תעשייתית. המועצה להשכלה גבוהה, הועדה לתכנון ולתקצוב.

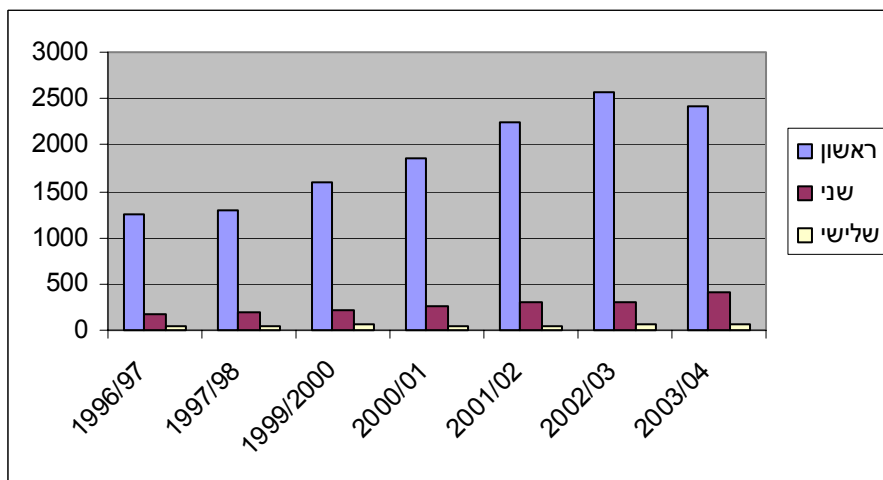
איור 1: שיעור האקדמאים בתחום ה-ICT מסך מקבלי התארים בישראל בשנים 1996/7-2003/4¹³:



כפי שניתן לראות, שיעור מקבלי התארים ב-ICT מסך מקבלי התארים בישראל עלה מ-6.3% ב-1996/7 ל-9.94% ב-2002/3 וירד ל-9.6% בשנה האחרונה.

באיור 2 מוצג מספר מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי בתחום ה-ICT בשנים 1996/7-2003/4:

איור 2: מספר מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי בתחום ה-ICT בשנים 1996/7-2003/4¹⁴



ג. חברי סגל

מספר חברי הסגל בשנת 2005/2006 בפקולטות המכשירות סטודנטים ל-ICT הוא 411 והם המהווים 4.5% מכלל חברי הסגל (9,116) בכל התחומים בכל האוניברסיטאות בארץ¹⁵. היחס בין מספר חברי הסגל (9,116) למספר הסטודנטים מקבלי תואר ראשון ותארים מתקדמים בפקולטות המכשירות סטודנטים ל-ICT (2,900) הוא כשלושה מקבלי תארים לכל חבר סגל.

¹³ מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (1998-2005) מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומן המוסדות האחרים להשכלה גבוהה של השנים תשנ"ז-תשס"ד, ירושלים.

¹⁴ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (1998-2005)

¹⁵ המקור: אתרי האינטרנט של האוניברסיטאות.

ד. ICT בטכניון

בפקולטות המכשירות סטודנטים לתחום ה-ICT באוניברסיטאות בארץ למדו בשנת 2003/4 2,427 סטודנטים לתואר ראשון, מתוכם 711 סטודנטים (29.3%) בטכניון¹⁶. מספר חברי הסגל בפקולטות אלה בטכניון הוא 118 המהווים 29% מסך כל חברי הסגל בפקולטות המכשירות ל-ICT באוניברסיטאות בארץ (411). היחס בין מספר חברי הסגל (118) למספר הסטודנטים מקבלי תואר ראשון ותארים מתקדמים בפקולטות המכשירות סטודנטים ל-ICT בטכניון (884) הוא כשבעה מקבלי תארים לכל חבר סגל.

ה. נתונים ביבליומטריים

בחלק זה יוצגו נתונים ביבליומטריים של שלושה תתי שטחים המשייכים לתחום ה-ICT: טכנולוגיות מידע ומערכות תקשורת, הנדסת מחשבים והנדסת חשמל ואלקטרוניקה.

טכנולוגיות מידע ומערכות תקשורת - Information Technologies & communication Systems

מספר הפרסומים: בשנים 1999-2003 היו לישראל 390 פרסומים בשטח זה, והיא דורגה במקום ה-12 בדירוג העולמי. מספר הפרסומים למיליון נפש הוא 12.73, נתון גבוה המדרג את ישראל במקום השני אחרי סינגפור. כל פרסומי ישראל בשנים אלה מקורם באוניברסיטאות: 43% מהטכניון, 33% מאוניברסיטת תל-אביב, 11% מאוניברסיטת בן-גוריון, 5.9% ממכון וייצמן, 4.6% מהאוניברסיטה העברית ו-3% מאוניברסיטת בר-אילן. מבין 82 מוסדות עם יותר משה פרסומים בשנה בשטח, הטכניון מדורג תשיעי בעולם, אוניברסיטת תל-אביב במקום 18 ואוניברסיטת בן-גוריון במקום 60.

מדד הציטוטים בישראל הוא 1.9, גבוה מהמדד העולמי לאורך כל התקופה שבין 1981-2003, ובחמש השנים האחרונות, 2003-1999, ישראל מדורגת רביעית בעולם.

מאה הפרסומים הישראליים המצוטטים ביותר בשטח, בשנים 1995-2002, היו משני מוסדות: שני שלישי מהטכניון ושליש מאוניברסיטת תל-אביב.

הנדסת מחשבים - Computer Science & Engineering

מספר הפרסומים: בשנים 1999-2003 היו לישראל 685 פרסומים בהנדסת מחשבים.

מדד מספר הפרסומים לנפש בשטח בשנים אלה הוא 2.53. במדד זה מובילות ישראל וסינגפור ומקדימות בפער עצום את המדינות הבאות אחריהן.

כמעט כל פרסומי ישראל בשטח זה מקורם באוניברסיטאות: 34% מהטכניון, 30% מאוניברסיטת תל-אביב, 14% מהאוניברסיטה העברית, 13% ממכון וייצמן, כ-8% מאוניברסיטת בן-גוריון ו-4% מאוניברסיטת בר-אילן ומאוניברסיטת חיפה. מתוך 125 המוסדות בעולם עם יותר משה פרסומים בשנה בשטח, הטכניון מדורג במקום ה-12, אוניברסיטת תל-אביב במקום 14, האוניברסיטה העברית 42, מכון וייצמן 50 ואוניברסיטת בן-גוריון במקום 92.

¹⁶ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (1998-2005)

מדד הציטוטים: בשנים 2003-1981 רמת פרסומי ישראל בהנדסת מחשבים תמיד הייתה מעל הממוצע העולמי, ובשנים 2003-1999 היא מדורגת תשיעית בדירוג העולמי.

במדד הציטוטים מכון וייצמן מדורג במקום 13 מתוך 125 מוסדות בעולם שפרסמו מעל ששה פרסומים לשנה בשטח, בשנים 2003-1999, האוניברסיטה העברית במקום 24, אוניברסיטת בן-גוריון 37, הטכניון 63, ואוניברסיטת תל-אביב במקום 64.

מבין מאה הפרסומים הישראליים המצוטטים ביותר בשטח, בשנים 1995-2002, 28 היו מהטכניון, 28 מאוניברסיטת תל-אביב, 21 ממכון וייצמן, 14 מהאוניברסיטה העברית, 7 מאוניברסיטת בן-גוריון ו-2 מאוניברסיטאות חיפה ובר-אילן.

הנדסת חשמל ואלקטרוניקה - Electrical & Electronic Engineering

מספר פרסומים: בשנים 2003-1999 היו לישראל 471 פרסומים בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה, והיא מדורגת במקום ה-25 בדירוג העולמי.

במדד מספר פרסומים למיליון נפש מובילה סינגפור בשנים האחרונות בפער גדול מאוד על פני המדינות הבאות אחריה, ישראל מדורגת במקום ה-11 (15.38).

77% מפרסומי ישראל בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה בשנים 2003-1999 מקורם באוניברסיטאות: 26% מאוניברסיטת תל-אביב, 25% מהטכניון, 20% מאוניברסיטת בן-גוריון וכ-3%-2% בכל אחד מיתר האוניברסיטאות.

מתוך 132 מוסדות בעולם עם יותר משה פרסומים בשנה בשטח, בשנים 2003-1999, אוניברסיטת תל-אביב מדורגת במקום 60, הטכניון 62 ואוניברסיטת בן-גוריון 78.

מדד הציטוטים: לאורך כל התקופה שבין 2003-1981 מדד הציטוטים בישראל (1.59) היה דומה לעולם ובשנים האחרונות ישראל מדורגת במקום ה-12.

במדרג האיכות בו מופיעים 132 מוסדות אשר היו להם מעל ששה פרסומים בשנה בשטח, בשנים 2003-1999, הטכניון מדורג במקום 57, אוניברסיטת תל-אביב במקום 93 ואוניברסיטת בן-גוריון במקום 129.

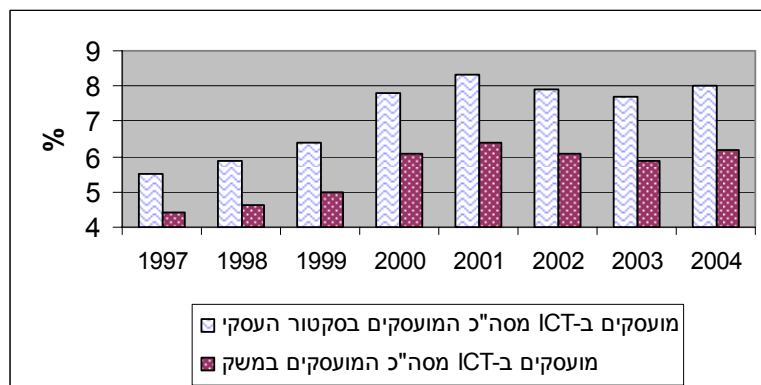
מתוך 100 הפרסומים הישראליים המצוטטים ביותר בשטח, בשנים 1995-2002, 32 היו מאוניברסיטת תל-אביב, 25 מהטכניון, 18 מאוניברסיטת בן-גוריון ו-5 מהאוניברסיטה העברית.

1. מועסקים בענפי ה-ICT¹⁷

התעסוקה בענפי ה-ICT גדלה מ-98,800 ל-163,200 מועסקים בשנים 2004-1997. שיעור המועסקים בענפי ה-ICT מכלל המועסקים במגזר העסקי עלה מ-5.5% ל-8% ושיעורם מתוך כלל התעסוקה במשק עלה מ-4.4% ל-6.2%. באיור 3 מוצג שיעור המועסקים ב-ICT מכלל המועסקים בסקטור העסקי ומכלל המועסקים בכל המשק:

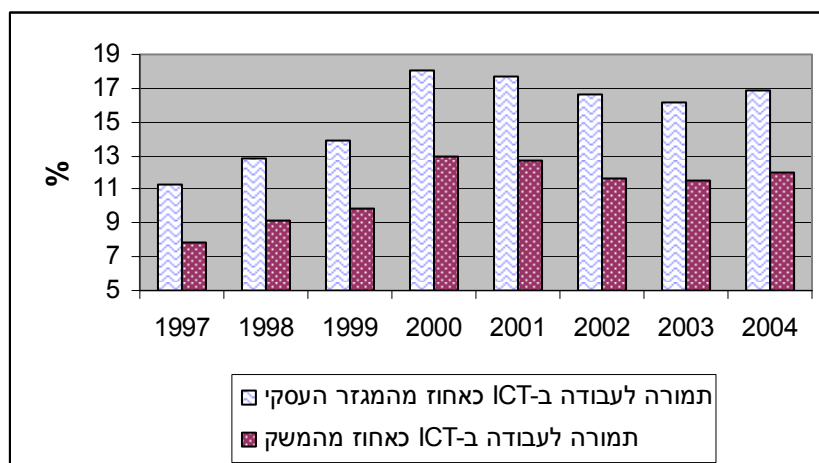
¹⁷ המקור לנתונים בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל 2005.

איור 3: שיעור המועסקים בענפי ה-ICT מכלל המועסקים במגזר העסקי ומכלל המועסקים במשק, בשנים 2004-1997



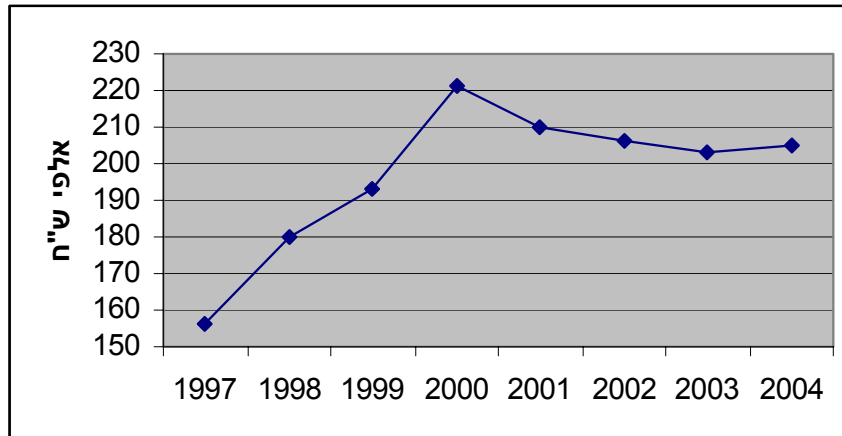
התמורה לעבודה בענפי ה-ICT הגיעה ל-33,433 מיליון ש"ח בשנת 2004 המהווים 16.9% מסך התמורה לעבודה במגזר העסקי ו-12% מסך התמורה לעבודה במשק. השיא היה בשנת 2000, בה התמורה לעבודה בענפי ה-ICT הגיעה ל-18% מהתמורה לעבודה במגזר העסקי ול-13% מהתמורה לעבודה במשק. באיור 4 מוצגת התמורה לעבודה בענפי ה-ICT כאחוז מהתמורה לעבודה במגזר העסקי ובכלל המשק, בשנים 1997-2004.

איור 4: התמורה לעבודה בענפי ה-ICT כאחוז מהתמורה לעבודה במגזר העסקי ובכלל המשק, בשנים 2004-1997



התמורה לעבודה למועסק בענפי ה-ICT הסתכמה בכ-205 אלף ש"ח בשנת 2004. השיא היה בשנת 2000, בה התמורה לעבודה למועסק בענפי ה-ICT הייתה 221 אלף ש"ח, לעומת 89 אלף ש"ח בלבד במגזר העסקי. באיור 5 מוצגת התמורה השנתית לעבודה למועסק בענפי ה-ICT בשנים 2004-1997.

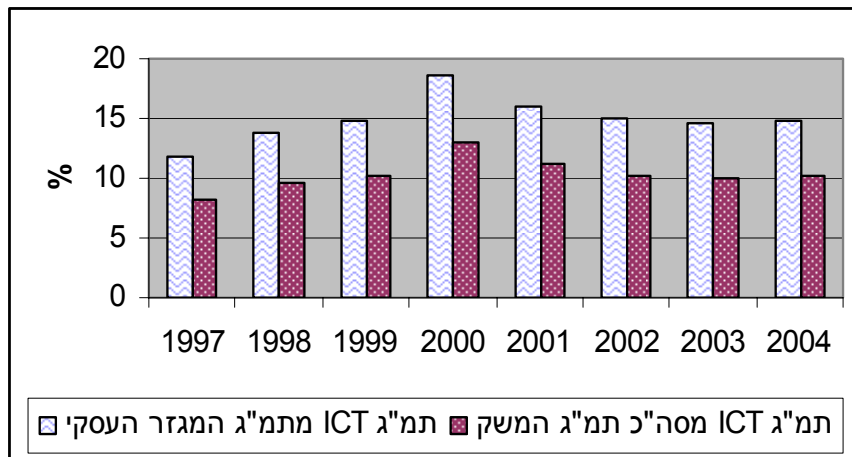
איור 5: תמורה לעבודה למועסק בענפי ה-ICT, בשנים 1997-2004, אלפי ש"ח, מחירים שוטפים



ז. תמ"ג בענפי ה-ICT

חלקו של תמ"ג ענפי ה-ICT מתמ"ג המגזר העסקי במחירי 2000 עלה מ-11.9% ב-1997 ל-18.6% ב-2000 וירד ל-14.8% ב-2004. חלקו של תמ"ג ICT מתמ"ג המשק עלה מ-8.2% ב-1997 ל-13.1% בשנת 2000 וירד בשנת 2004 ל-10.3%. תרומת ה-ICT לצמיחת התמ"ג¹⁸ בין השנים 1997-2004 היה כ-19%, כלומר, 19% מהגידול בתוצר על פני שנים אלה מקורו בסקטור ה-ICT. באיור 6 מוצג תמ"ג ICT מסה"כ תמ"ג המגזר העסקי ותמ"ג המשק בשנים 1997-2004:

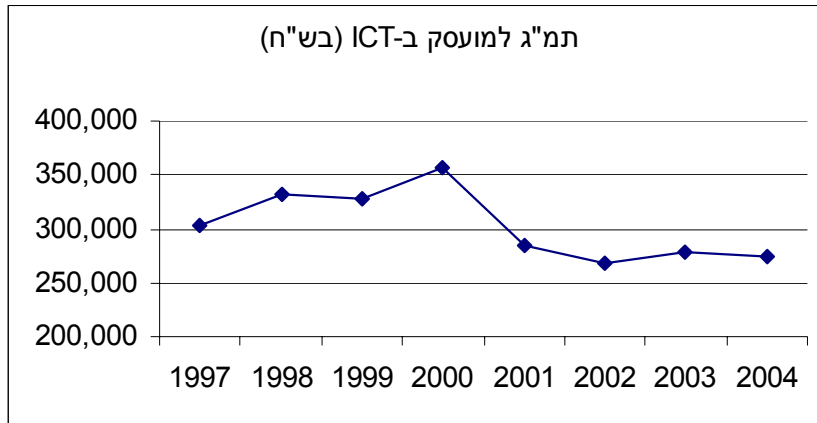
איור 6: תמ"ג ICT מסה"כ תמ"ג המגזר העסקי ותמ"ג המשק בשנים 1997-2004



באיור 7 מוצג התמ"ג למועסק ב-ICT בשנים 1997-2004:

¹⁸ % התרומה של סקטור ה-ICT לצמיחת התמ"ג בין השנים t ו-t-1 = $(ICT_t - ICT_{t-1}) / (ICT_t - ICT_{t-1})$

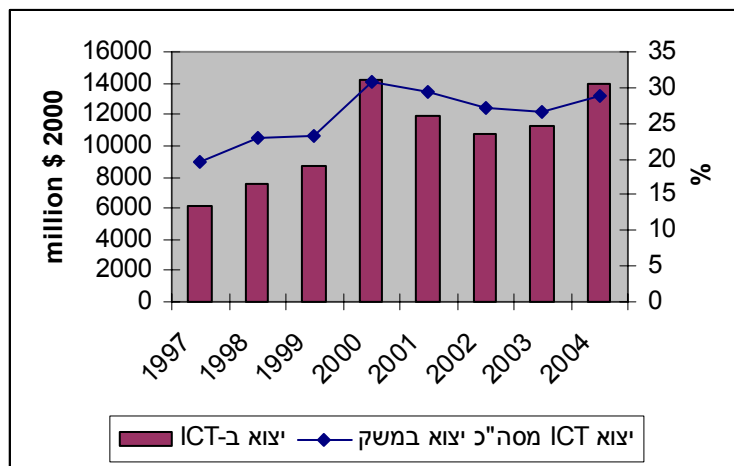
איור 7: תמ"ג למועסק ב- ICT בשנים 1997-2004



ח. יצוא בענפי ה-ICT

הייצוא של ענפי ה-ICT גדל פי 2.3 מ-6,126 מיליון דולר בשנת 1997 ל-13,980 מיליון דולר ב-2004 (הנתונים במחירי שנת 2000). חלקו של ה-ICT בסך הייצוא גדל מ-19.5% ב-1997 ל-30.9% בשנת 2000 וירד ל-28.9% בשנת 2004. נתונים אלה מוצגים באיור 8:

איור 8: יצוא בענפי ה-ICT (מיליוני דולרים במחירי שנת 2000) ויצוא ICT מסך היצוא במשק, בשנים 1997-2004

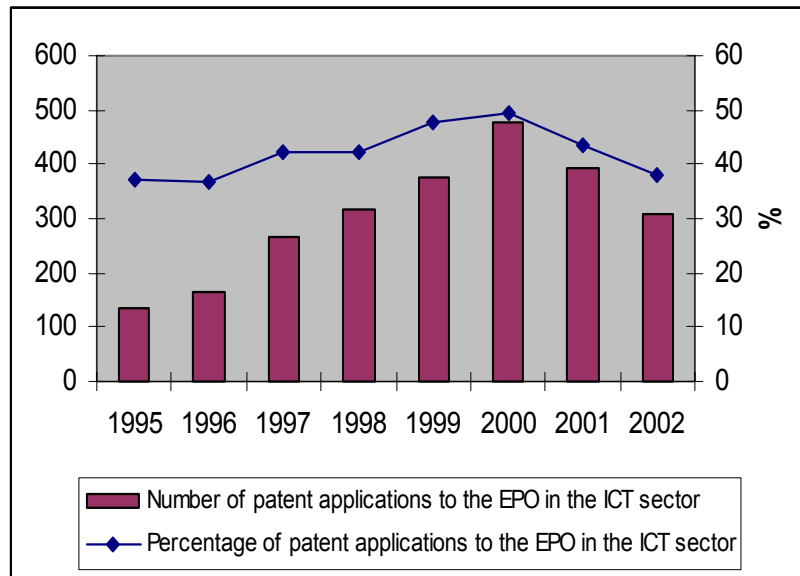


ט. פטנטים בתחום ה-ICT¹⁹

בקשות לפטנטים ישראלים באירופה: בשנים 1995-2002 חלה עלייה של 230% במספר הבקשות הישראליות לרישום פטנטים בתחום ה-ICT במשרד הפטנטים האירופי (EPO), מ-134 בקשות ב-1995 ל-307 בקשות ב-2002, השיא היה בשנת 2000 בה הוגשו 479 בקשות. שיעור הבקשות לפטנטים בתחום ה-ICT מסך הבקשות הישראליות עלה מ-37% ב-1995 ל-49.6% ב-2000 וירד ל-38% ב-2002.

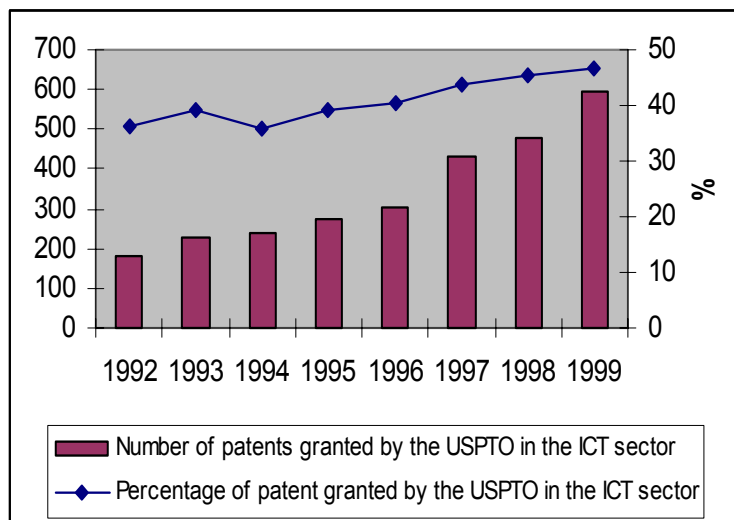
¹⁹ מקור: OECD (2005), Main Science & Technology Indicators

איור 9: מספר הבקשות הישראליות לפטנטים בתחום ה-ICT ב- EPO והחלק שלהן מסך הבקשות הישראליות לפטנטים ב- EPO, בשנים 1995-2002



פטנטים ישראלים שנרשמו בארה"ב: בשנים 1992-1999 חלה עליה של 230% במספר הפטנטים הישראלים שנרשמו במשרד הפטנטים האמריקאי (USPTO) בתחום ה-ICT, מ-180 פטנטים ב-1992 ל-594 פטנטים ב-1999. שיעור (%) הפטנטים שניתנו בתחום ה-ICT בארה"ב מסך הפטנטים הישראלים עלה מ-36% ב-1992 ל-47% בשנת 1999.

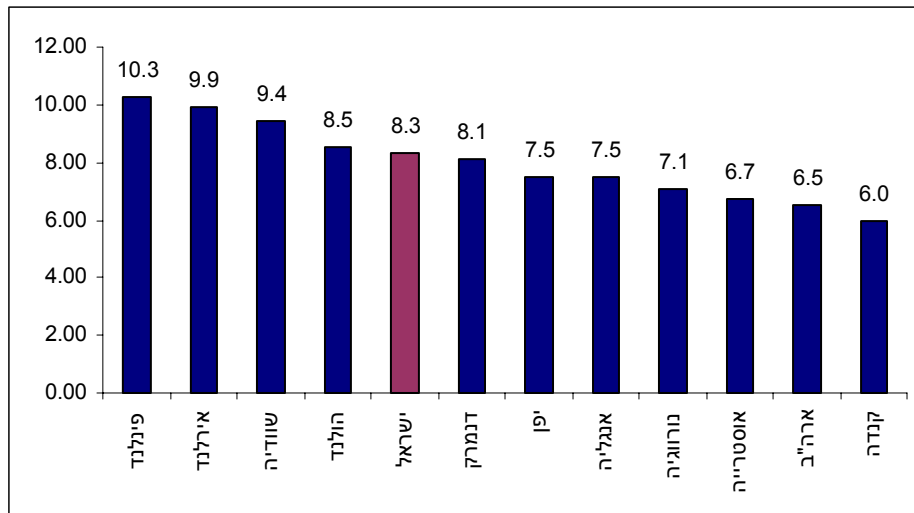
איור 10: מספר פטנטים ישראלים שנרשמו ב- USPTO בתחום ה-ICT והחלק שלהם מסך הפטנטים הישראלים שנרשמו ב- USPTO, בשנים 1992-1999



י. השוואות בינלאומיות

באיור 11 מוצג שיעור המועסקים בענפי ה-ICT מכלל המועסקים במגזר העסקי, עבור מדינות נבחרות בשנת 2001:

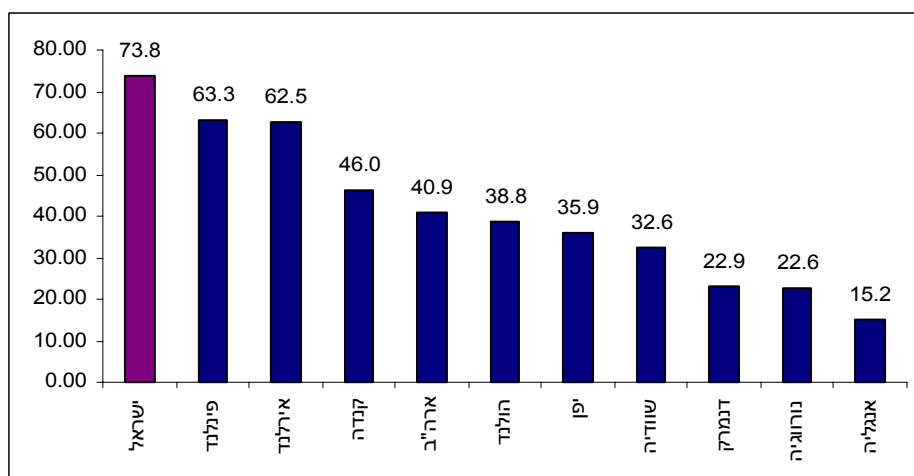
איור 11: מועסקים בענפי ICT, כאחוז מכלל המועסקים במגזר העסקי בשנת 2001²⁰



המדינות בהן אחוז התעסוקה בענפי ICT מתוך המגזר העסקי הוא הגבוה ביותר הן פינלנד, אירלנד ושוודיה, הולנד, ישראל ודנמרק (מעל 8%).

באיור 12 מוצגת השוואה בינלאומית של ההוצאה למו"פ בענפי ה-ICT מסך ההוצאה למו"פ בענפי התעשייה בשנת 2002:

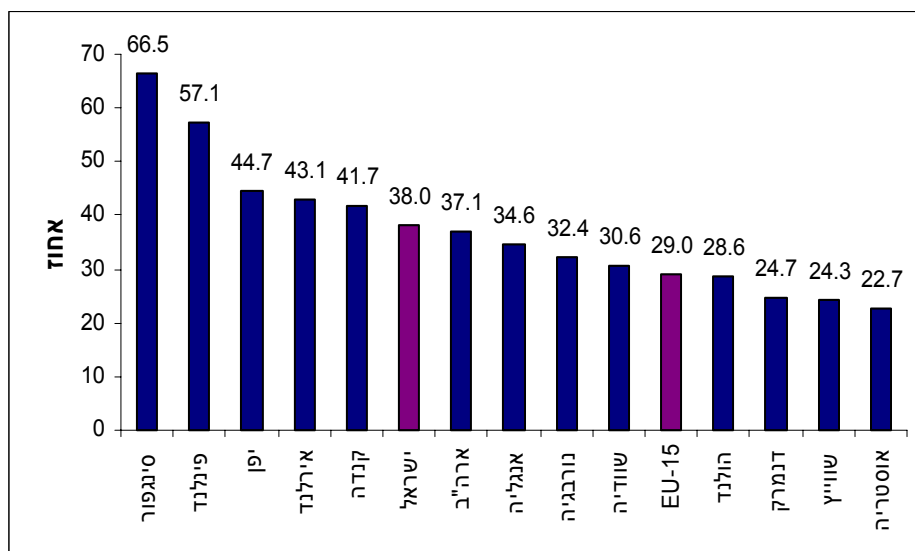
איור 12: הוצאות למו"פ בענפי תעשייה ICT כאחוז מההוצאה למו"פ במגזר התעשייתי 2002²¹



²⁰ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2005). אינדיקטורים למדע, טכנולוגיה וחדשנות.
²¹ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל, 2005.

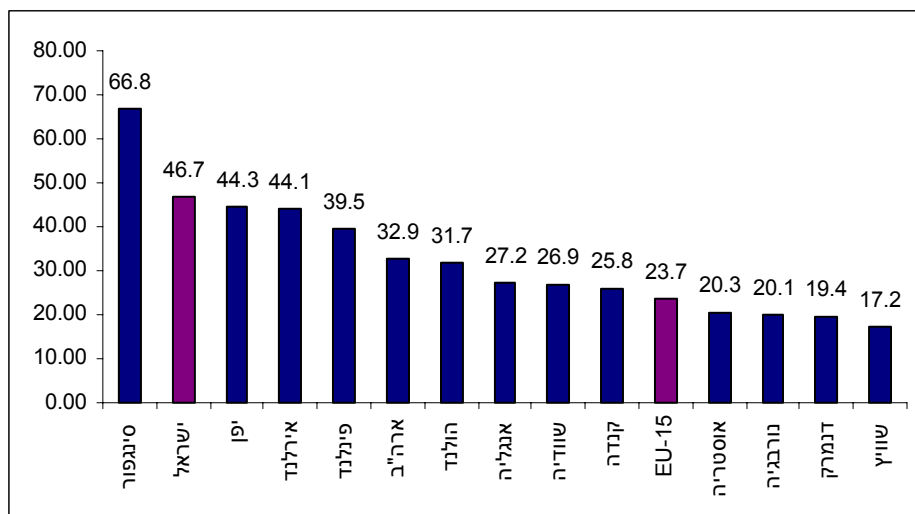
בישראל היחס של אחוז ההוצאה למו"פ בענפי ה-ICT מכלל ההוצאה למו"פ במגזר התעשייתי גבוה מהיחס במדינות ה-OECD. פינלנד הינה המובילה בתחום זה מבין מדינות OECD (63%). ברוב מדינות OECD אחוז ההוצאה למו"פ בענפי ה-ICT מהמו"פ התעשייתי נע בין 20%-40%. באיור 13 מוצג שיעור הבקשות לרישום פטנטים בתחום ה-ICT מסך הבקשות לרישום פטנטים ב-EPO בשנת 2002:

איור 13: אחוז הבקשות לרישום פטנטים ב-ICT מתוך כל הבקשות לרישום פטנטים ב-EPO, 2002²²



סינגפור מובילה במדד זה עם 66.5% בקשות לרישום פטנטים בתחום ה-ICT מתוך כל הבקשות לרישום פטנטים ב-EPO, אחריה פינלנד עם 57% שהיא המובילה מבין מדינות OECD, אירלנד עם 43% ואחריה ישראל עם שיעור של 38%.

איור 14: אחוז הפטנטים שהוענקו על-ידי ה-USPTO בתחום ה-ICT מתוך כל הפטנטים שהוענקו על ידי ה-USPTO בשנת 1999²³



OECD (2005)²²
OECD (2005)²³

מבחינת שיעור הפטנטים שהוענקו על-ידי ה-USPTO בתחום ה-ICT מכלל הפטנטים שהוענקו על ידה, ישראל מופיעה במקום גבוה עם שיעור של 47%, לאחר סינגפור 66.8%.

יא. סיכום

בכל המדדים הכלכליים הקשורים לתחום ה-ICT ניכרת מגמת עלייה בין השנים 1997 עד 2000/2001 ולאחר מכן ירידה מתונה ועליה מסוימת בשנת 2004. מבחינת מספר מקבלי התארים הייתה מגמה תואמת. יתכן שההצלחה הכלכלית בתחום, ששיאה היה בשנים 2000/2001, הביאה להרשמה מוגברת למקצועות המכשירים לתחום ה-ICT בשנים אלה ולעלייה במספר הבוגרים בשנים שלאחר מכן.

יב. ביבליוגרפיה

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל, 2005.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2005). אינדיקטורים למדע, טכנולוגיה וחדשנות.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (1998-2005) מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומן המוסדות האחרים להשכלה גבוהה של השנים תשנ"ז-תשס"ד, ירושלים.

הרשקוביץ, ש. ומורדוך, ס. (2002). פרופילים של סטודנטים ומקבלי תארים במקצועות בעלי אוריינטציה תעשייתית. המועצה להשכלה גבוהה, הועדה לתכנון ולתקצוב.

OECD (2002). Reviewing the ICT Sector Definition. Working Party on Indicators for the Information Society.

OECD (2005). Main Science & Technology Indicators.

Thomson ISI (2004). Topical Citation Report.

Thomson ISI (2004). National Citation Report

נתונים ואינדיקטורים לתחום ביוטכנולוגיה

4. נתונים ואינדיקטורים לתחום ביוטכנולוגיה

בחלק זה מוצגת סקירה של התפתחות תחום הביוטכנולוגיה בשנים האחרונות. מטרת הסקירה לבחון מגמות לאורך השנים מבחינת מקבלי התארים וחברי הסגל במקצועות הלימוד המכשירים כוח אדם לביוטכנולוגיה, מבחינת תפוקת הפרסומים המדעיים בתחום הביוטכנולוגיה, ומבחינת אינדיקטורים מרכזיים על פי סקר חברות ביוטכנולוגיה שנערך על-ידי הלמ"ס ב-2002. בנוסף מוצגות השוואות בינלאומיות למדינות OECD. הסקירה מבוססת על הגדרת הביוטכנולוגיה על-ידי ארגון ה-OECD.

א. הגדרה

ביוטכנולוגיה הינה יישום של מדע וטכנולוגיה באורגניזמים חיים (כמו גם בחלקי אורגניזמים, מוצרי אורגניזמים, מודלים וכו') על מנת לפתח, לייצר ו/או לשנות חומרים חיים וחומרים שאינם חיים, לצורך ייצור של ידע, סחורות או שירותים (OECD). ההגדרה מתייחסת לטכנולוגיות חדשניות בלבד, כגון: הנדסה גנטית, גורמי צמיחה, הנדסת רקמות וכו'.

ענף ביוטכנולוגיה לא קיים הן בסיווג הישראלי האחיד של ענפי הכלכלה והן בזה הבינלאומי, וגם לא קיים מזהה מוסכם אחר אשר באמצעותו ניתן לזהות בוודאות את החברות העוסקות בביוטכנולוגיה או המשתמשות בביוטכנולוגיה. מה גם שבשל מורכבותו של תחום הביוטכנולוגיה, ניתן למצוא יישומים/שימושים של ביו טכנולוגיה בענפים ובתחומי פעילות שונים²⁴.

בשנת 2002 פעלו במשק 148 חברות שפעילותן הוגדרה כשייכת לתחום הביוטכנולוגיה. החברות סווגו לחמישה ענפים: חקלאות, תעשיית מוצרי מזון, תעשיית תרופות לבני אדם ולשימוש וטרינרי, תעשיית מכשור רפואי וכירורגי ומחקר ופיתוח. לענף מחקר ופיתוח שייכים מכוני מחקר, חממות טכנולוגיות, וחברות הזנק שעדיין לא מייצרים מוצרי ביוטכנולוגיה, אך נמצאים בשלבי פיתוח מוצר.

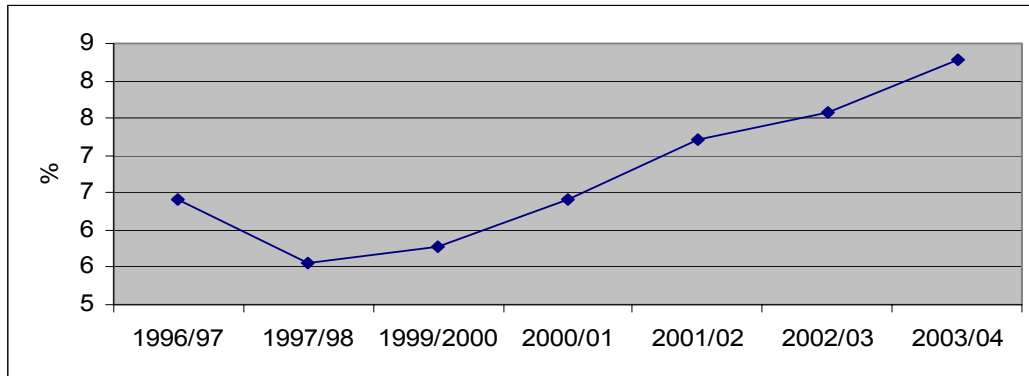
ב. מקבלי תארים

אין הגדרה פורמאלית של מקצועות הלימוד המכשירים כוח אדם לביוטכנולוגיה. לצורך עבודה זו המקצועות הנכללים בביוטכנולוגיה הם: המדעים הביולוגיים; הנדסת מזון וביוטכנולוגיה; חקלאות; רוקחות; ומדעי הרפואה המעבדתית.

באזור 1 מוצג השינוי בשיעור מקבלי התארים במקצועות הרלוונטיים לביוטכנולוגיה מסך מקבלי התארים בארץ בשנים 1996/7-2003/4:

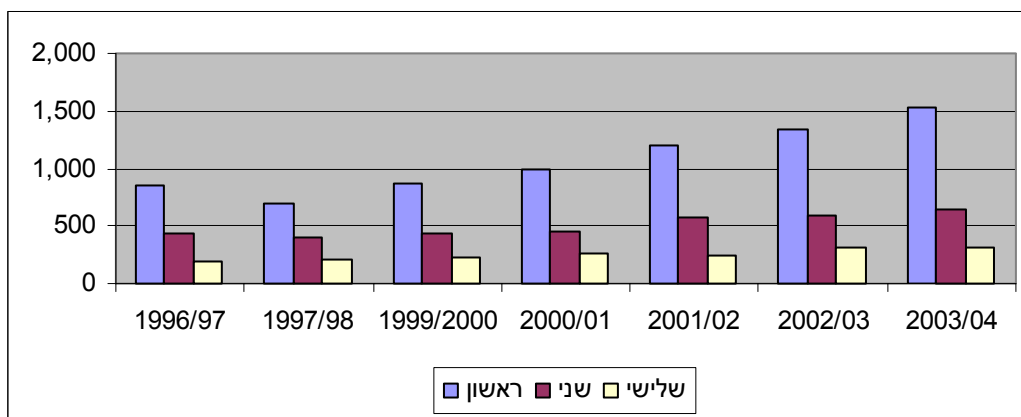
²⁴ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. סקר חברות ביוטכנולוגיה בישראל 2002.

איור 1: שיעור מקבלי התארים במקצועות הרלוונטיים לביוטכנולוגיה מסך מקבלי התארים בארץ בשנים 1996/7-2003/4²⁵



באיור 2 מוצג מספר מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי במקצועות הביוטכנולוגיה בשנים 1996/7-2003/4:

איור 2: מספר מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי במקצועות הביוטכנולוגיה בשנים 1996/7-2003/4



מכיוון שתהליכים של בניית מסלולים להכשרת סטודנטים בביוטכנולוגיה באוניברסיטאות ערכו זמן, נכנסו לתחום זה המכללות והכשירו בוגרים בתחומים המולטי-דיסציפלינאריים המיוחדים שהשוק דרש.

ג. חברי סגל

בתחילת 2006 מספר חברי הסגל בפקולטות המכשירות סטודנטים בביוטכנולוגיה היה כ-566 והיווה 6.2% מכלל חברי הסגל (9,116) בכל התחומים בכל האוניברסיטאות בארץ²⁶. מספר חברי הסגל במכללות²⁷ עמד על 74. היחס בין מספר חברי הסגל (9,116) למספר הסטודנטים מקבלי תואר ראשון ותארים מתקדמים

²⁵ מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (1998-2005). מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומן המוסדות האחרים להשכלה גבוהה של השנים תשנ"ז-תשס"ד, ירושלים.

²⁶ המקור: אתרי האינטרנט של היחידות האקדמיות באוניברסיטאות. טכניון: <http://www2.technion.ac.il/biotech>; האוניברסיטה העברית: http://www.huji.ac.il/huji/eng/unit_faculty_e.htm; אוניברסיטת בן-גוריון: <http://www.bgu.ac.il>; אוניברסיטת תל-אביב: <http://www.tau.ac.il/units-heb.html>; אוניברסיטת בר-אילן: <http://www.biu.ac.il>

²⁷ מכללת תל-חי (28 חברי סגל), מכללת אורט בראודה כרמיאל (18), המכללה האקדמית הדסה ירושלים (15), והמכללה האקדמית יהודה ושומרון באריאל (13).

בביוטכנולוגיה באוניברסיטאות בארץ (2,501) הוא כארבעה מקבלי תארים לכל חבר סגל.

ד. ביוטכנולוגיה בטכניון

בטכניון פועלת פקולטה משותפת לביוטכנולוגיה והנדסת מזון שהינה יחידה מסוגה בארץ המכשירה מהנדסים לתעשיות הביוטכנולוגיה והמזון בארץ. כמו כן קיימים מסלולים לתואר משותף עם הפקולטות לביוטכנולוגיה וכימיה. לבוגרי הפקולטה רקע נרחב בהנדסה וטכנולוגיה ובתחומי הביולוגיה והביוטכנולוגיה המאפשר להם להיות מועסקים במגוון רחב של משרות או להמשיך לימודים לתארים מתקדמים במגוון שטחים.

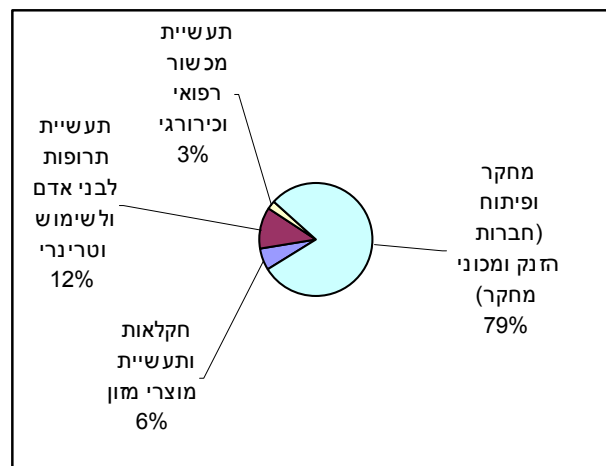
מספר הסטודנטים מקבלי התארים בטכניון בשנת 2003/4 הוא 186 המהווים 7.4 אחוזים מכלל מקבלי התארים בפקולטות המכשירות סטודנטים לביוטכנולוגיה באוניברסיטאות בארץ.

ה. חברות העוסקות בביוטכנולוגיה

בשנת 2002 פעלו במשק הישראלי כ-148 חברות אשר עסקו בביוטכנולוגיה, מתוכן 117 חברות הזנק או מכוני מחקר אשר עיקר פעילותם היא מחקר ופיתוח (מו"פ), וחלקם עדיין לא הגיעו לשלב מכירות או שיווק.

באזור 3 מוצגת התפלגות החברות העוסקות בביוטכנולוגיה לפי ענף כלכלי בשנת 2002:

איור 3: התפלגות החברות העוסקות בביוטכנולוגיה לפי ענף כלכלי, 2002²⁸

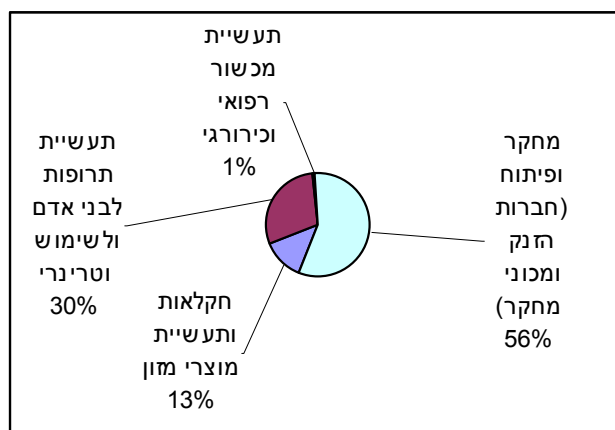


ו. מועסקים בביוטכנולוגיה

בחברות אלה הועסקו 3.9 אלף מועסקים, מתוכם 3.4 אלף הועסקו בתחום הביוטכנולוגיה, בעיקר בענפים מו"פ ותעשיית תרופות, כפי שניתן לראות באיור 4:

²⁸ מקור: לשכה מרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל 2005.

איור 4: התפלגות המועסקים בביוטכנולוגיה לפי ענף כלכלי, 2002²⁹



בטבלה 1 מוצג מספר המועסקים בביוטכנולוגיה לפי תחום עיסוק ורמת השכלה בשנת 2002:

טבלה 1: מועסקים בביוטכנולוגיה, לפי תחום עיסוק ורמת השכלה, 2002

%	תחום עיסוק				תואר אקדמי
	מנהלה	שיווק	ייצור	מו"פ	
43.3	219	80	400	784	ראשון ושני (כולל מהנדסים)
24.6	79	30	94	641	שלישי
32.2	266	30	628	178	הנדסאים וטכנאים אחרים
100	16.5	4.1	32.7	46.8	אחוזים (%)

ז. נתונים כספיים

עלות השכר ל-3.4 אלף המועסקים בחברות בתחום הביוטכנולוגיה הסתכמה ב- 612 מיליון ש"ח בשנת 2002. עלות ממוצעת של 180,000 ש"ח לשנה למועסק.

ההכנסות של החברות מפעילות בתחום הביוטכנולוגיה הסתכמו בשנת 2002 ב-1,259 מיליון ש"ח. כמחצית מההכנסות הן של חברות הפועלות בענף תעשיית התרופות לבני אדם ולשימוש וטרינרי, כ-22% הן של חברות העוסקות במחקר, וכ-29% הן של חברות בענף החקלאות ותעשיית מוצרי מזון.

הייצוא של מוצרי ביוטכנולוגיה הסתכם בשנת 2002 ב- 950 מיליון ש"ח, שהם 0.5% מתוך סך כל הייצוא של סחורות ושירותים במשק. החלק הארי של הייצוא- 64%, הוא למדינות אירופה, 24% למדינות צפון אמריקה, ו- 8% לאסיה. סה"כ הוצאות על מו"פ של כל החברות הסתכם ב-953 מיליון ש"ח, כ-4% מההוצאה הלאומית למו"פ.

²⁹ מקור: הלשכה מרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל 2005.

נתונים אלה מוצגים בטבלה הבאה:

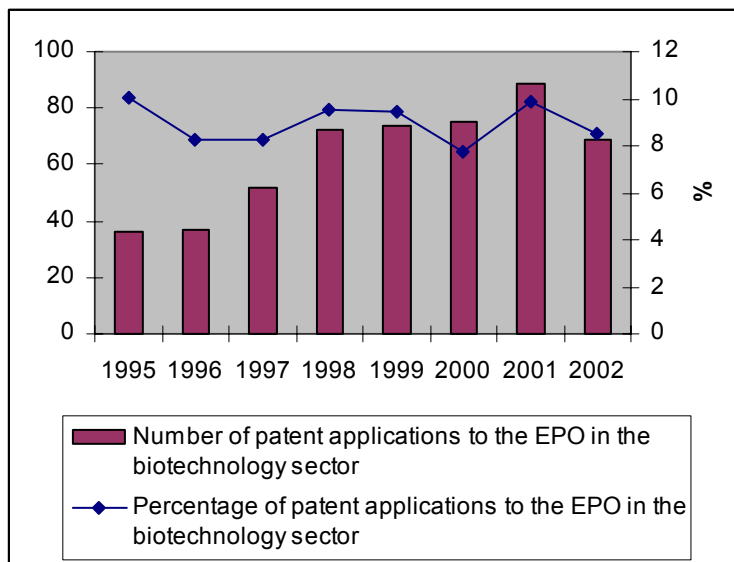
טבלה 2: סה"כ עלות עבודה, הוצאות, הכנסות ויצוא בחברות העוסקות בביוטכנולוגיה (במיליוני ₪) והתפלגות (%) לפי ענף כלכלי, 2002³⁰

סה"כ- מיליוני ש"ח	מחקר ופיתוח (חברות הזנק ומכוני מחקר)	תעשיית מכשור רפואי וכירורגי	תעשיית תרופות לבני אדם ולשימוש וטרינרי	חקלאות ותעשיית מוצרי מזון	
612.4	63.2%	1.0%	29.4%	7.4%	עלות עבודה
953.3	73.2%	1.7%	19.1%	6.0%	הוצאות על מו"פ בתחום הביוטכנולוגיה
1259.5	20.9%	0.3%	49.9%	28.9%	הכנסות בתחום ביוטכנולוגיה
950.9	25.2%	0.3%	43.0%	31.5%	יצוא ביוטכנולוגיה

ח. פטנטים

בקשות לפטנטים ישראלים באירופה: בשנים 1995-2002 חלה עלייה של 190% במספר הבקשות הישראליות לרישום פטנטים בתחום הביוטכנולוגיה במשרד הפטנטים האירופי (EPO), מ-36 בקשות ב-1995 ל-69 בקשות ב-2002, השיא היה בשנת 2001 בה הוגשו 89 בקשות. מבחינת שיעור הבקשות לפטנטים בתחום ה-ICT מסך הבקשות הישראליות הייתה מגמה מעורבת, כפי שניתן לראות באיור 5:

איור 5: מספר הבקשות הישראליות לפטנטים בתחום הביוטכנולוגיה ב- EPO והחלק שלהן מסך הבקשות הישראליות לפטנטים ב- EPO, בשנים 1995-2002³¹

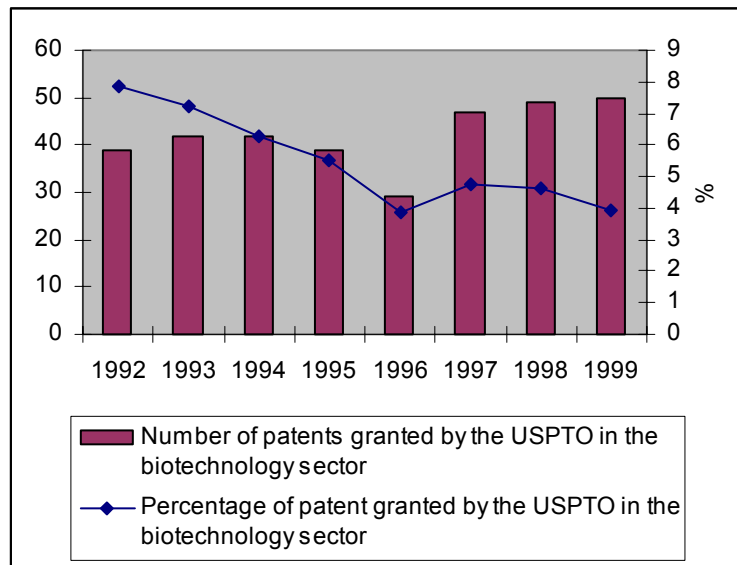


פטנטים ישראלים שנרשמו בארה"ב: בשנים 1992-1996 חלה ירידה במספר הפטנטים הישראלים שנרשמו במשרד הפטנטים האמריקאי (USPTO) בתחום הביוטכנולוגיה, מ-39 פטנטים ב-1992 ל-29 פטנטים ב-1996. לאחר מכן חלה עלייה עד שנת 1999 ל-50 פטנטים. שיעור הפטנטים שניתנו בתחום הביוטכנולוגיה בארה"ב מסך הפטנטים הישראלים ירד מ-7.9% ב-1992 ל-3.9% בשנת 1999.

³⁰ מקור: לשכה מרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל 2005.

³¹ מקור: OECD, Main Science & Technology Indicators, 2005.

איור 6: מס' פטנטים ישראלים שנרשמו ב-USPTO בתחום הביוטכנולוגיה, והחלק שלהם מסך הפטנטים הישראלים שנרשמו ב-USPTO, בשנים 1992-1999

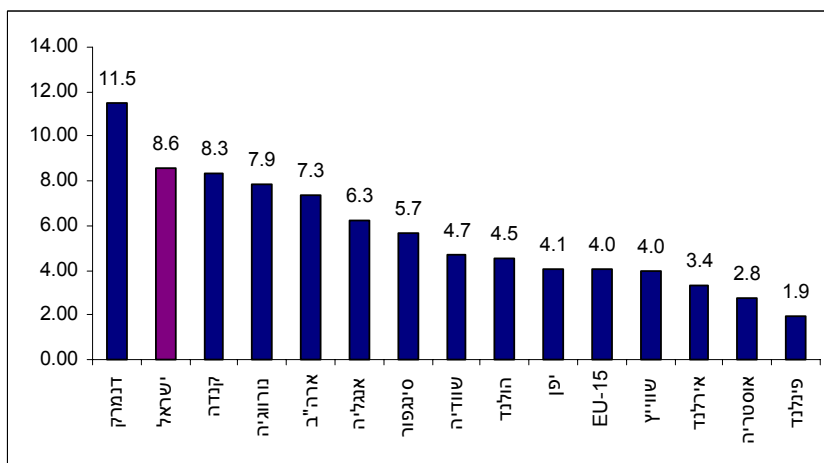


טרכטנברג³² מציג את הנתון לפיו בשנים 1968-1997 ישראל רשמה בהצלחה 196 פטנטים בארה"ב בתחום הביוטכנולוגיה. הפטנטים הישראליים בתחום הביוטכנולוגיה מצוטטים במידה רבה.

ט. השוואות בינלאומיות

ישראל ממוקמת גבוה מבחינת שיעור הבקשות לרישום פטנטים בביוטכנולוגיה ב-EPO מתוך כל הבקשות הישראליות לרישום פטנטים ב-EPO, כפי שניתן לראות באיור הבא:

איור 7: אחוז הבקשות לרישום פטנטים בתחום הביוטכנולוגיה מתוך סך הבקשות לרישום פטנטים ב-EPO בשנת 2002³³



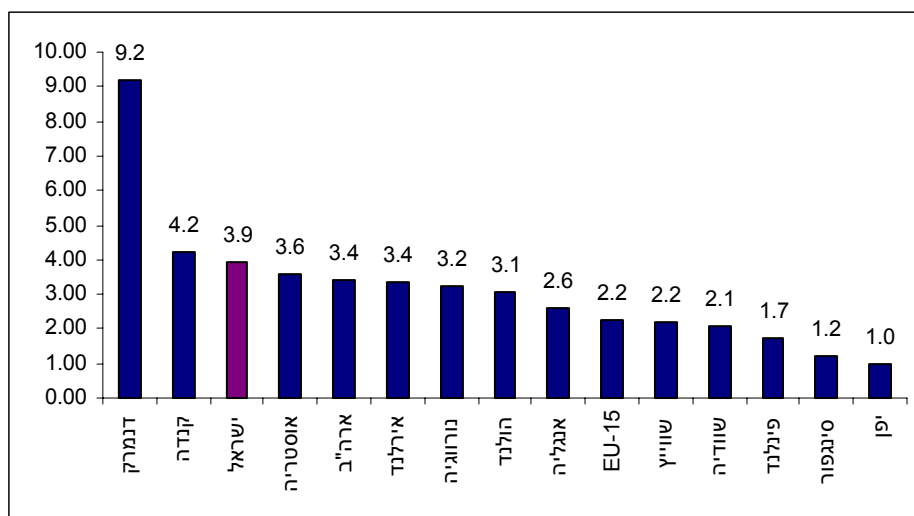
³² Trajtenberg, M. (2001). Innovation in Israel 1968-1997: a comparative analysis using patent data. Research Policy, 30, 363-389.

³³ מקור: OECD, Main Science & Technology Indicators, 2005.
35

מבחינת שיעור הפטנטים בתחום הביוטכנולוגיה שהוענקו על-ידי ה-USPTO מסך הפטנטים שהוענקו על-ידי USPTO בשנת 1999, דנמרק בולטת במיקומה הגבוה עם 9.2%. ישראל ממקמת גבוה יחסית עם 3.9%. במקום הנמוך ביותר נמצאת יפן עם אחוז אחד של פטנטים בביוטכנולוגיה שהוענקו על-ידי ה-USPTO מתוך כל הפטנטים שהוענקו ליפן על-ידי ה-USPTO בשנת 1999.

באיור 8 מוצגת השוואה בינלאומית של שיעור הפטנטים שהוענקו על ידי ה-USPTO בתחום הביוטכנולוגיה מסך הפטנטים שהוענקו על-ידי ה-USPTO בשנת 1999:

איור 8: אחוז הפטנטים שהוענקו על-ידי ה-USPTO בתחום הביוטכנולוגיה מתוך כל הפטנטים שהוענקו על ידי ה-USPTO בשנת 1999



1. סיכום:

רוב החברות בתחום הביוטכנולוגיה (80%) הן חברות הזנק ומכוני מחקר המעסיקים 56% מסך המועסקים בביוטכנולוגיה.

קיים אחוז מועסקים גבוה בתחום הביוטכנולוגיה שהינם בעלי תואר שלישי (25%).

נתח משמעותי של הייצוא וההכנסות בביוטכנולוגיה הינו בתעשיית התרופות (ייצוא-43%, הכנסות 40.9%).

יא. ביבליוגרפיה

אתרי האינטרנט של היחידות האקדמיות באוניברסיטאות:

טכניון: <http://www2.technion.ac.il/biotech> ;

האוניברסיטה העברית: http://www.huji.ac.il/huji/eng/unit_faculty_e.htm ;

אוניברסיטת בן-גוריון: <http://www.bgu.ac.il> ;

אוניברסיטת תל-אביב: <http://www.tau.ac.il/units-heb.html> ;

אוניברסיטת בר-אילן: <http://www.biu.ac.il>

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל, 2005.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מקבלי תארים מן האוניברסיטאות ומן המוסדות האחרים להשכלה גבוהה של השנים תשנ"ז-תשס"ד, ירושלים, 1998-2005.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. סקר חברות ביוטכנולוגיה בישראל, 2002.

OECD, *Main Science & Technology Indicators, 2005*, <http://new.sourceoecd.org>

Trajtenberg, M. (2001). Innovation in Israel 1968-1997: a comparative analysis using patent data. *Research Policy*, 30, 363-389.

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

① מבוא

מוסד נאמן הוקם בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל נאמן. מטרת המוסד ודרך פעולתו פורטו במסמכי ההקמה: "מוסד נאמן מוקם לסייע בחיפוש פתרונות לבעיות הלאומיות בתחום הפיתוח הכלכלי, המדעי והחברתי במדינת ישראל"; "בחירת נושאי הפעילות תותנה על ידי השאיפה לעידוד בפתרון בעיות המדינה לטווח בינוני וארוך, תוך ניצול מאגר כוח האדם המדעי והטכנולוגי הנמצא בטכניון וגיוס צוותות המורכבים מאנשי הטכניון ומחוצה לו לתקופות מוגבלות אשר ירכזו מאמציהם בנושאים שנקבעו".

להשגת יעדים אלה מקדם מוסד נאמן מחקרי מדיניות ומדיניות מו"פ מתוך כוונה לגבש על בסיסם ניירות עמדה ומסמכי מדיניות, אשר יובאו לפני הציבור המקצועי והציבור של קובעי המדיניות, ויצונו לפניהם חלופות שונות לקבלת החלטות.

② ייעוד והיקף פעולה

הדגש העיקרי בפעילות המקצועית במוסד נאמן היא באותם תחומים שהם בפן הביניים, שבין מדע וטכנולוגיה ובין כלכלה וחברה. הפעילות בתחומי ביניים אלה הינה חשובה כיום יותר מאשר אי פעם בעבר, וזאת משום שבתקופתנו המדע והטכנולוגיה הם הכוח המניע לקידום ושגשוג כלכלי ויש להם השפעה מהותית על איכות החיים ועל מגוון של היבטים חברתיים. זה הייחוד של מוסד נאמן כמכון למחקרי מדיניות. היבט חשוב נוסף לפעילות בתחומי ביניים אלה אמור להיות האימפקט שלהם על המחקר המדעי והטכנולוגי ועל קביעת סדרי עדיפויות בתחומים אלה. קשרי הגומלין ההדוקים בין מדע וטכנולוגיה ובין כלכלה ובין חברה יוצרים מערכת מורכבת של היוזנים הדדיים וכתוצאה מכך ההתפתחות המדעית והטכנולוגית כיום אינה מתנהלת בדרך עצמאית לחלוטין כפי שהיה בעבר הלא רחוק. היא מושפעת בצורה גוברת והולכת על ידי צרכים כלכליים וחברתיים. לפיכך, ההבנה של קשרי גומלין אלה הינה אלמנט חשוב נוסף בקביעת מדיניות מחקר ותחומי מחקר באוניברסיטאות ובמכוני מחקר.

③ מבנה ודרך פעולה

מוסד נאמן ממוקם בתוך קמפוס הטכניון ונהנה מהתשתית של מוסד זה. יחד עם זאת מוסד נאמן הינו גוף עצמאי מבחינה משפטית ומנהלית. מבנה זה מאפשר לו פעולה יעילה למילוי ייעודיו בכל הקשור לגמישות בהרכבת צוותי חוקרים ומומחים, הכוללים גם נציגים מאוניברסיטאות וגופים מחוץ לטכניון, הדרושים לפעילות הבין-תחומית.

④ פעילות מקצועית

סקירות של פרויקטים שונים, שבוצעו במוסד נאמן מוצגות בדיווחים השנתיים המופצים בציבור. חומר זה ופרסומים אחרים מוצגים באתר האינטרנט של המוסד www.neaman.org.il.

תחום מחקרי מדיניות לאומית הקשורים במדע וטכנולוגיה הנו גרעין הפעולה של מוסד נאמן. הוא משתלב בפעילויות יישום ופעולות משלימות נוספות, שעיקרן הוא יצירת קשר עם השטח, בכל הקשור לנתונים הנדרשים למחקרי מדיניות, שמטרתן ליצור תודעה בציבור המקצועי ובציבור מקבלי החלטות כדי ליישם את מחקרי המדיניות. הפעילות במחקרי מדיניות מקיפה ארבעה תחומים עיקריים: מדע-טכנולוגיה-כלכלה; סביבה תשתית ותכנון לאומי; טכנולוגיה וחברה; חינוך אוניברסיטאי, הון אנושי והתפתחויות מדעיות. פעילויות היישום כוללות, בין השאר, ייזום וניהול של השותפים האקדמיים בקונסורציה שבמסגרת מגנט ומאגרי מידע לשימוש החוקרים והציבור הרחב.

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@technion.ac.il



ורד סגל, עוזרת מחקר במוסד שמואל נאמן.

M.Sc. במדעי ההתנהגות וניהול, מהפקולטה להנדסת תעשייה וניהול בטכניון.

נושאי המחקר במוסד נאמן: הערכת פרויקט לימודים לתעסוקה לעולים, הערכת ההשפעה של

תעשיית החלל על כלכלת ישראל.

vered@sni.technion.ac.il



מריאן תחאוכו, עוזרת מחקר במוסד שמואל נאמן.

משתלמת למאסטר בכלכלה, תוכנית משותפת בכלכלה, אוניברסיטת חיפה והטכניון.

נושאי המחקר במוסד נאמן: הוצאה לאומית למו"פ, הון אנושי במדע וטכנולוגיה, פטנטים, פרסומים

מדעיים.

marian@tx.technion.ac.il



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889

קרית הטכניון, חיפה 32000

www.neaman.org.il