

חדשנות טכנולוגית בישראל, 1968-1997 : ניתוח השוואתי באמצעות נתוני פטנטים¹

מנואל טרכטנברג

מגזר ההיי-טק בישראל נחשב לחממה של חדשנות בחזית הטכנולוגיה ולמנוע הצמיחה של הכלכלה הישראלית בשנות ה-90. במחקר זה אנו מציגים תמונה עדכנית ומקיפה של החדשנות בישראל בשלושים השנים האחרונות, תוך שימוש במידע מפורט על פטנטים. לצורך זה אנו משתמשים בכל הפטנטים הישראליים שנרשמו בארצות הברית (מעל ל-7,000), וכמו כן בפטנטים של ארצות הברית ושל מדינות אחרות למטרות השוואה. בניתוח תוואי הפטנטים הישראליים לאורך זמן ניתן להבחין בקפיצות גדולות באמצע שנות השמונים ובתחילת שנות התשעים, המשקפות "זעזועים" במדיניות המו"פ ובזמינות של תשומות מו"פ. ישראל נמצאת במקום גבוה במונחים של מספר פטנטים לנפש בהשוואה למדינות ה-G7, ל"נמרים האסייתיים" ולקבוצת מדינות בעלות תוצר לנפש הדומה לזה של ישראל. בפרט, ישראל מאוד דומה לפינלנד, מספר הפטנטים לנפש בטייוואן עלה במהירות רבה והוא משתווה כעת לזה של ישראל, וגם דרום-קוריאה סוגרת את הפער במהירות. ההרכב הטכנולוגי של הפטנטים בישראל משקף היטב מגמות כלל עולמיות. תחום המחשבים והתקשורת, שהגנו בעל שיעור הצמיחה הגבוה ביותר בארצות הברית, צמח בישראל אף מהר יותר. הצד החלש בתמונה הוא הרכב הבעלות על הפטנטים הישראליים: כ-35% בלבד מכלל הפטנטים הללו שייכים לחברות ישראליות, שיעור בעלות נמוך לעומת מרבית המדינות האחרות. חלק ניכר שייך לגופים זרים, לאוניברסיטאות, למוסדות ממשלה ולממציאים פרטיים. מאידך הפטנטים הישראליים הם בעלי "איכות" טובה יחסית במונחים של מספר הציטוטים שקיבלו: הפטנטים של ארצות הברית אמנם מצוטטים יותר בממוצע, אך לא במחשבים ותקשורת ובביטכנולוגיה. כמו כן, הפטנטים הישראליים עולים משמעותית על אלה של מדינות ההשוואה האחרות.

מילות מפתח: פטנטים, ציטוטים, כלכלת ישראל, היי-טק.

J.E.L. Classification: 03, 034, 053, 057

1. עבודה זו הוכנה לפורום ספיר, והוצגה בכנס הפורום בתל אביב, כ"ב-21.1.99. תודתי גם למרכז ספיר, על חמיכתו בעבודה שהולכה למאמר זה. אני מודה לעדי רז, לאבי רובין ולגל שטיינברג על עבודתם המסורה כעוזרי מחקר, וכן לליין עינב על סיוע בשלבים ההתחלתיים של המחקר. גל תרם רבות גם בפיתוח כלי הוכנה לשליפת נתוני פטנטים עדכניים מהאינטרנט.

1. הקדמה

לאחר מלחמת ששת הימים החלה ישראל במסע שאפתני לפיתוח תעשיית הייטק, במטרה לנצל את יתרונה היחסי במשאבים מדעיים ובכוח-אדם מיומן (כנגד דלותה היחסית במשאבים טבעיים). הממשלה נטלה על עצמה לתמוך במחקר ופיתוח תעשייתי המכוון ליצוא, וכן לעזור לצורך זה ברחימת הידע שנצבר בתעשייה הביטחונית המתקדמת. ואכן, שני העשורים האחרונים הראו זינוק ברמת הפעילות בתחום ההייטק בישראל, בקשת רחבה של תחומים כגון תוכנה, ציוד תקשורת, מכשור רפואי וביוטכנולוגיה. כתוצאה מכך, ישראל נחשבת בעולם לאחד ממרכזי הטכנולוגיה הבולטים מחוץ לארצות הברית בנוסח "עמק הסיליקון", והפכה למקור משיכה להשקעות מו"פ של תאגידי ענק.

מטרתה העיקרית של עבודה זו היא לשרטט דיוקן של מגזר ההייטק הישראלי, באמצעות מידע על פטנטים. מידע זה נלקח מתוך כלל הפטנטים בארצות הברית שהוענקו לממציאים ישראלים וכמו כן מפטנטים של מדינות אחרות. אנו נדון בשאלות כגון: היכן נמצאת ישראל, ביחס למדינות אחרות, ברמת הפעילות ההמצאתית? מהו ההרכב הטכנולוגי של החדשנות בישראל? למי שייכות למעשה הזכויות על נכסים אינטלקטואליים אלה ובאיזו מידה צפוי המשק ליהנות מהמצאות שנעשו בידי ממציאים ישראלים? מה "איכותם" של הפטנטים הישראלים יחסית למדינות אחרות, כפי שהדבר משתקף במספר הציטוטים לפטנט? בדיון על נושאים אלה אנו מקווים לא רק לשפוך אור על המקרה הישראלי, אלא גם להדגים את הפוטנציאל הטמון בתחום כאלה בחקר פרטני של שינוי טכנולוגי, ובפרט לצורך בחינה השוואתית של דפוסי הפעילות החדשנית במדינות ובאזורים שונים.

הסיבה להתמקדות בפטנטים של ממציאים ישראלים שנרשמו בארצות הברית ברורה, שהרי החדשנות הטכנולוגית מיועדת מלכתחילה בעיקר ליצוא, ועל כן זכויות הקניין הרוחני במדינות היעד הן החשובות. אמנם ישראל מייצאת נתח חשוב מכלל היצוא שלה לאירופה, אך בדרך כלל ממציאים ישראלים משתדלים לרשום פטנטים בראש ובראשונה בארצות הברית, שבה תנאי רישום פטנטים מחמירים יותר מאשר במרבית מדינות אירופה.² לכן, ניתן ללמוד רבות על טכנולוגיות המכוונות ליצוא מתוך בחינה של הפטנטים הישראליים שנרשמו בארצות הברית. מתחילת שנות ה-60 ועד 1998 רשמו ממציאים ישראלים מעל ל-7,000 פטנטים בארצות הברית. זהו מספר גדול בהחלט, הממקם את ישראל במקום ה-14 ברשימת המדינות הזרות להן ניתנו פטנטים בארצות הברית, אף מעל לכמה מדינות OECD כמו נורווגיה וספרד.

במחקרים קודמים פיתחנו, ביחד עם Adam Jaffe, גישה מתודולוגית המאפשרת לחקור חדשנות טכנולוגית בפירוט רב על סמך שימוש במידע העצום הטמון בפטנטים.³ בפרט, אנו יכולים לחשב לכל פטנט מדדים כמותיים למאפיינים כגון מידת חשיבותו, "כלליותו", ו"מקוריותו", תוך שימוש אינטנסיבי בציטוטים המופיעים בפטנטים עצמם ובמידע מפורט אחר (ראה Trajtenberg, Jaffe and Henderson, 1997). ניתן גם לעקוב אחר "גלישות" של ידע (spillovers) הנובעות מכל פטנט, ולנתח את דפוסי התפשטותן בממד הגיאוגרפי ועל פני זמן (ראה Jaffe, Henderson and Trajtenberg, 1993). יתר על כן, בנינו "בנק" מידע גדול,

המכיל מידע על כל הפטנטים שניתנו בארצות הברית בין השנים 1965-1996,⁴ והוא מאפשר לנו לחשב מדדים כאלה לכל תת-קבוצה של פטנטים. זוהי יכולת בעלת עוצמה רבה, המקדמת מאוד את יכולותינו לחקור תופעות כלכליות בתחום של שינוי טכנולוגי.

עבודה זו בנויה כדלקמן: פרק 2 מציג תיאור המציתי של הנתונים, ובפרקים 3 ו-4 אנו בוחנים את המגמות העיקריות ברישום פטנטים, על ידי ישראל עצמה ובהשוואה לשלוש קבוצות של מדינות: מדינות ה-G7, קבוצת מדינות השוואה בעלות שיעור תוצר לנפש הדומה לזה של ישראל (פינלנד, ספרד, אירלנד ונידלנד), וכן קבוצת "הנמרים האסייניים" (טייוואן, דרום-קוריאה, הונג-קונג, וסינגפור). פרק 5 עוסק בהרכב הטכנולוגי של הפטנטים הישראליים, בהשוואה לאלה של ארצות הברית. בפרק 6 אנו בוחנים בפרוט את התפלגות הבעלות על הפטנטים הישראליים, בניסיון להבהיר מי שולט למעשה על זכויות הקניין הרוחני, ולפיכך מי יכול לצפות להרוויח מפטנטים אלה. לבסוף, פרק 7 מתרכז בבחינת ה"חשיבות" היחסית של פטנטים ישראליים לעומת אלה של מדינות אחרות, במונחים של מספר הציטוטים לפטנט.

2. הנתונים

פטנט הוא מונופול זמני, המוענק לממציאים לצורך שימוש מסחרי בהמצאה. על מנת שפטנט יאושר, על ההמצאה לעמוד בכמה מבחנים: (1) היא אכן צריכה להיות חדשנית; (2) היא צריכה להיות "לא טריוויאלית" כלומר, לא מובנת מאליה לאדם המיומן בתחום הטכנולוגי הרלוונטי; ו-(3) עלייה להיות "שימושית", כלומר צריך להיות לפטנט פוטנציאל מסחרי. עם אישור פטנט, נרשם מסמך רחב ופומבי המתאר אותו. העמוד הראשון במסמך מכיל מידע מפורט על ההמצאה, הממציא, בעל הפטנט וכמו כן פטנטים קודמים הקשורים לו (ראה ציור 1).

אם כן, נתוני הפטנטים מפורטים ועשירים מאוד, אך חלות עליהם שתי מגבלות משמעותיות: ראשית, לא כל ההמצאות ניתנות לרישום בפטנטים; ושנית, רישום פטנט הוא החלטת אסטרטגית ולכן לא כל ההמצאה שניתן לרשום עלייה פטנט אכן נרשמת כך. באשר למגבלה הראשונה, ניתן לחשוב על רצף של תוצרי מו"פ בהתאם למידת "ביסיותם", החל מחידושים יישומיים פשוטים ביותר מצד אחד וכלה בפריצות דרך חשובות ביותר מהצד השני. ברור כי באף קצה של הרצף לא ניתן לרשום פטנטים: לא ניתן לרשום פטנט על משוואות Maxwell (המהוות את הבסיס לתורת החשמל) כי הן אינן מגולמות בדבר מסחרי מסויים (באופן כללי יותר, לא ניתן לרשום פטנט על רעיון). מצד שני גם לא ניתן לרשום פטנט על "שיפור שולי במלכודת עכברים מצויה", משום שעל ההמצאה להיות לא טריוויאלית. מכאן שמדדים המבוססים על פטנטים לא יתפסו התפתחויות טכנולוגיות בעלות אופי מדעי טהור, שאינן ניתנות ליישום מיידי, וגם לא שיפורים טכנולוגיים נדושים.

המגבלה השנייה נובעת מהעובדה שיתכן ועדיף לממציא לא לרשום פטנט על המצאה בשל שיקולים אסטרטגיים, למרות שהיא עומדת בקריטריונים המתאימים. כך, חברות עשויות לבחור בשמירה על סודיות ההמצאה ולא ברישום פטנטים לשם הגנה על זכויותיהן.⁵ האוניברסיטאות

2. ככל מקרה, יש מתאם חזק בין רישום פטנטים בארצות הברית ובאירופה.

3. שותפים אחרים בעבודות אלה הם Rebecca Henderson מ-MIT, Bronwyn Hall מאוניברסיטת ברקלי

ואוקספורד.

4. בסיוע Michael Fogarty וצוותו באוניברסיטת Case Western

5. יש שונות גדולה בין מגזרים בהסתמכות על פטנטים מול סודיות, ראה Levin et al., 1987.

בארצות הברית מספקות דוגמא אחרת: עד 1980 אלה לא יכלו לקבל תמלוגים על שימוש בפטנטים הנובעים ממחקרים שמומנו על ידי הממשל הפדרלי; מגבלה זו הפחיתה בהרבה את התמריץ לרשום פטנטים על תוצאות מחקרים כאלה, המהווים כ-90% מכלל המחקר האוניברסיטאי בארצות הברית. לסיכום, הדרישות המגבילות את ההמצאות הניתנות לרישום כפטנטים כמו גם השיקולים המביאים להימנעות מרישומם, מצרים במידת מה את היכולת לחקור שינוי טכנולוגי באמצעות נתוני פטנטים. הדעה הרווחת היא שמגבלות אלו אינן חמורות, אך הנושא עדיין פתוח מבחינה אמפירית.

הנחת העבודה כאן היא, כי בעוד שמגבלות אלו עשויות להשפיע על ההשוואה של רמת החדשנות בין מגזרים שונים או בין מדינות שונות בנקודת זמן מסוימת, אין הן משפיעות על ניתוח מגמות ושינויים על פני זמן. במילים אחרות, אם נמצא עלייה גדולה באחוז הפטנטים בתחום המחשבים והתקשורת מתוך כלל הפטנטים הישראליים, וירידה מקבילה באחוז הפטנטים בכימיה, קשה להאמין שאלה נובעים משינויים בנטייה היחסית לרשום פטנטים בכל אחד ממגזרים אלה. תחת זאת, ההנחה היא שמגמות אלו משקפות שינוי אמיתי בכמות ההמצאות שנעשו בתחומים הללו.

הנתונים שבהם אנו משתמשים נאספו ממקורות רבים. ראשית, חילצנו מתוך בנק המידע שברשותנו — המכיל כאמור את כל הפטנטים שגרשמו בארצות הברית מ-1965 ועד 1996 — את הנתונים הבאים: (1) כל הפטנטים שהוענקו במהלך התקופה לישראל, ל-4 המדינות שנבחרו לצורכי השוואה (פינלנד, אירלנד, ניו-זילנד וספרד) וכן מדגם של 1/72 מכל הפטנטים שהוענקו לממציאים אמריקאים; (2) לכל הפטנטים הנ"ל (מעל 30,000) הוספנו את הציטוטים שקיבלו במהלך אותה תקופה (מעל 110,000). (3) הפטנטים של שאר המדינות שאיתן ערכנו השוואות (ה-G7, וה"נמרים האסיאתיים"). שנית, הוצאנו מתוך אתר האינטרנט של משרד הפטנטים האמריקאי את כל הפטנטים הישראליים שניתנו בשנים 1997-1998 (עד ל-15 בדצמבר 1998).⁶ שלישית, הוצאנו מתוך אותו אתר מידע על מספר הבקשות לפטנטים מכל המדינות הללו. אחר כך הוספנו מידע על אוכלוסיית ישראל ושאר המדינות, מידע על הוצאות המו"פ של מדינות ה-G7, ומידע מגוון נוסף ממקורות כגון ה-NSF ואחרים.

3. פטנטים ישראליים בארצות הברית: מבט ראשון

ציור 2 מראה את מספר הבקשות הישראליות ה"מוצלחות" לפטנטים שהוגשו בארצות הברית על פני זמן, החל מ-1968.⁷ הגידול במספר הפטנטים לשנה מרשים למדי, החל מכ-50 פטנטים לשנה בסוף שנות ה-60 ועד כ-600 פטנטים לשנה בסוף שנות ה-90 (גידול של פי 12 על פני התקופה כולה). עם זאת, כפי שמראה לוח 1, התהליך לא היה חלק, אלא שאופיין בשינויים גדולים בקצב הגידול. בפרט, התרחשו שתי קפיצות גדולות במחצית השנייה של התקופה: בין 1983 ל-1987 הוכפל מספר הפטנטים (על פני 4 שנים בלבד!), והוא הוכפל שוב בין 1991

6. האתר אינו מיועד לשליפת מידע בהקף גדול, לכן פיתחנו חוכמה מיוחדת לצורך שליפת המידע. תהליך זה התברר כמורכב למדי והצריך מאמצים רבים.
7. יש עוד כ-300 פטנטים קודמים לתקופה זו, אך בחרנו לבצע את הניתוח על התקופה שלאחר מלחמת ששת הימים מאחר והמאמץ המרוכז לפיתוח מגזר ההייטק בישראל החל רק אז.

ציור 1:
דוגמא לעמוד שער של פטנט

United States Patent 4,203,158

Page 1 of 2

Figure 1



[USPTO] [CNIDR]



(4 of 5)

United States Patent

4,203,158

Frohman-Bentchkowsky, et. al.

May 13, 1980

Electrically programmable and erasable MOS floating gate memory device employing tunneling and method of fabricating same

Inventors: Frohman-Bentchkowsky; Dov (Haifa, IL); Mar; Jerry (Sunnyvale, CA); Perlegos; George (Cupertino, CA); Johnson; William S. (Palo Alto, CA).

Assignee: Intel Corporation (Santa Clara, CA).

Appl. No.: 969,819

Filed: Dec. 15, 1978

Related U.S. Application Data

Continuation-in-part of Ser No. 831,029, Feb. 24, 1978, abandoned.

Intl. Cl.:

G11C 11/40

U.S. Cl.:

365/185; 307/238; 357/41

Current U.S. Class:

365/185.29

Field of Search:

365/185, 189; 307/238; 357/41, 45, 304

References Cited | [Referenced By:]

U.S. Patent Documents			
3,500,142	Mar., 1970	Kahng	365/185
4,051,464	Sept., 1977	Huang	365/185

Primary Examiner: Fears; Terrell W.

Attorney, Agent or Firm: Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman

Abstract

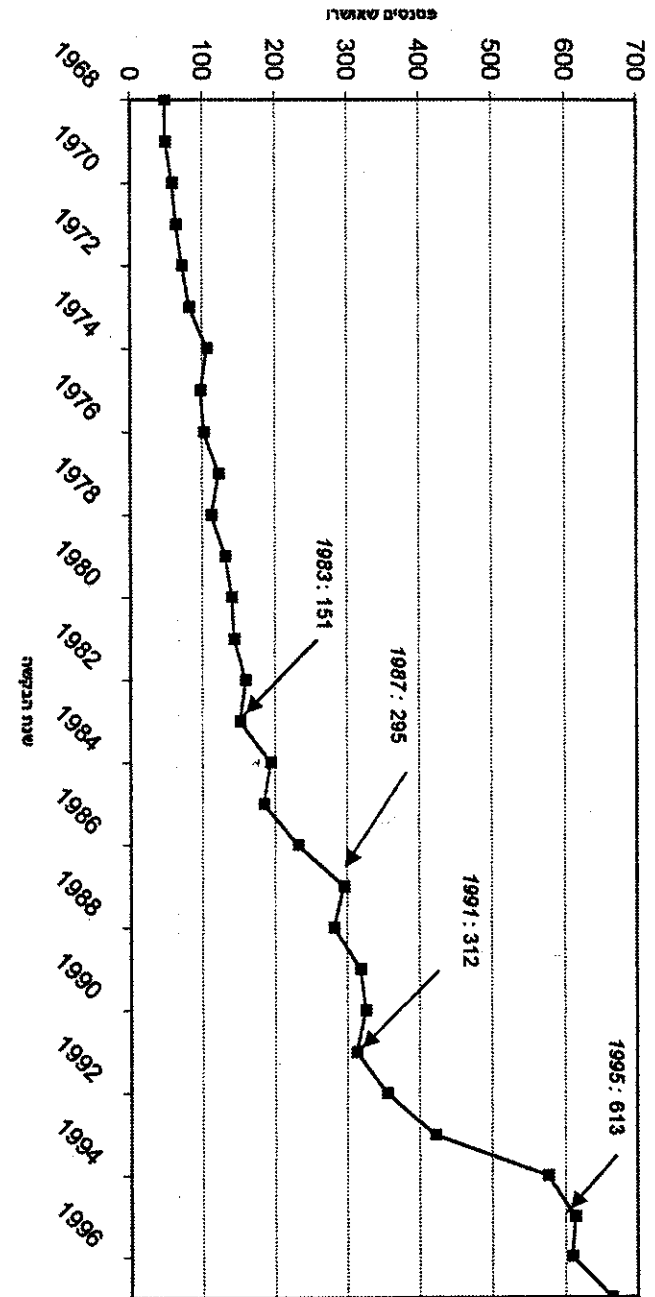
An electrically programmable and electrically erasable MOS memory device suitable for high density integrated circuit memories is disclosed. Carriers are tunneled between a floating conductive gate and a doped region in the substrate to program and erase the device. A minimum area of thin oxide (70 A-200 A) is used to separate this doped region from the floating gate. In one embodiment, a second layer of polysilicon is used to protect the thin oxide region during certain processing steps.

16 Claims, 14 Drawing Figures

לוח 1:
פטנטים ישראליים בארצות הברית – נהונים בסיסים

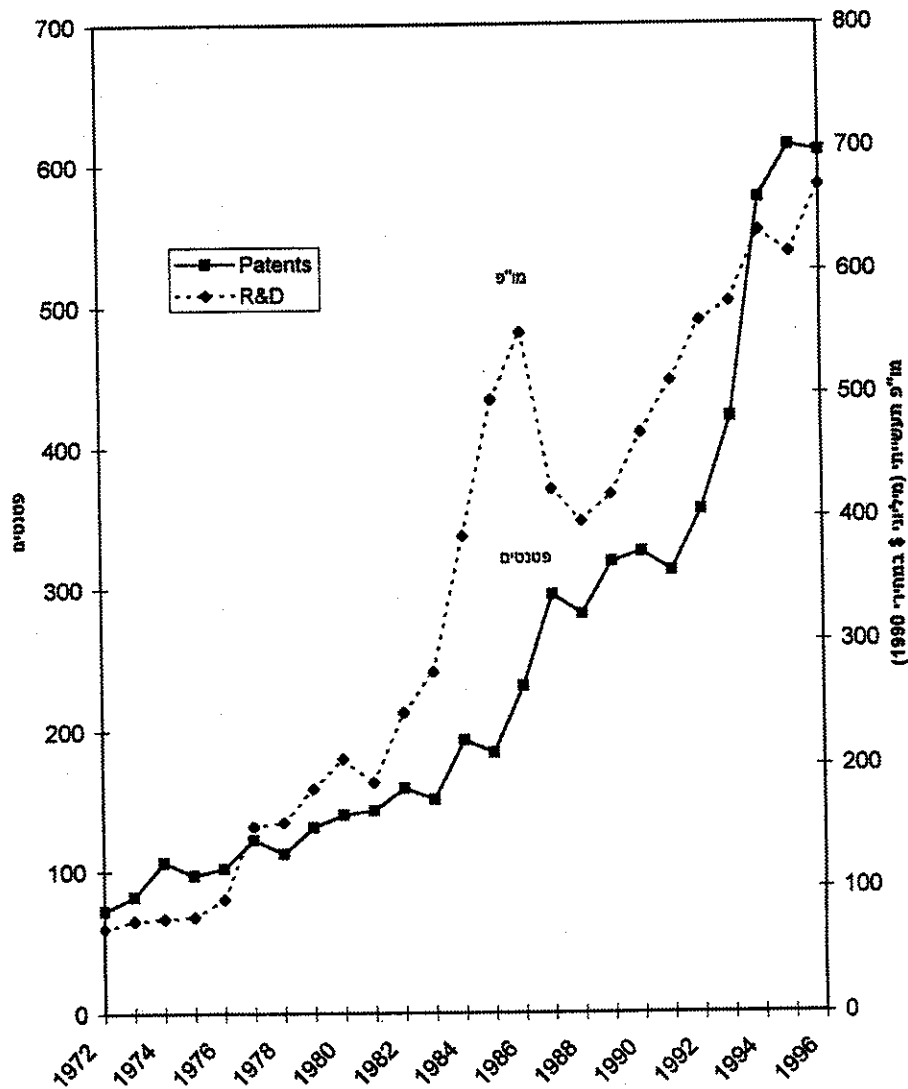
שנה	בקשה "גולמיות" לפי שנה קבלה	פטנטים שאושרו לפי שנה	שיעור ההצלחה	פטנטים שאושרו לפי שנת אישור	שיעור הגידול	מ"פ תעשייתי (דולר 1990)
1967-1960	305	177				
1968	48	38	0.66		29.7	
1969	49	61	0.56		2.1	
1970	58	46	0.64		18.4	
1971	64	54	0.53		10.3	
1972	72	55	0.50		12.5	68.3
1973	82	84	0.53		13.9	74.5
1974	106	89	0.64		29.3	**76.0
1975	97	96	0.61		-8.5	77.5
1976	102	106	0.58		5.2	91.3
1977	122	92	0.59		19.6	150.7
1978	112	99	0.55		-8.2	153.8
1979	131	81	0.56		17.0	181.2
1980	140	113	0.55		6.9	205.8
1981	143	122	0.45		2.1	186.3
1982	159	114	0.50		11.2	242.9
1983	151	110	0.49		-5.0	275.5
1984	193	159	0.51		27.8	**385.0
1985	184	182	0.49		-4.7	495.4
1986	231	187	0.54		25.5	550.3
1987	295	244	0.59		27.7	423.3
1988	281	238	0.57		-4.7	396.6
1989	318	324	0.51		13.2	418.9
1990	325	298	0.53		2.2	468.6
1991	312	304	0.49		-4.0	510.7
1992	355	335	0.46		13.8	559.3
1993	421	314	0.52		18.6	574.7
1994	576	349	0.55		36.8	631.3
1995	*613	384	0.57		6.4	614.4
1996	*609	484	0.58		-0.7	668.6
1997	*664	529	0.56		9.0	
1998		741				
סך הכול	12,962	7,013	0.54	6,432	10.8	

* אומדנים, מבוססים הן על הפיגור הממוצע בין בקשה לאישור והן על שיעור "ההצלחה".
** אומדנים, אינטרפולציה.



ציר 2:
פטנטים ישראליים בארצות הברית 1968-1997
(לפי שנת הבקשה)

ציור 3:
פטנטים ישראלים ומו"פ תעשייתי



אם כן, המתאם בין הסדרות חזק יותר בפיגור של שנתיים-שלוש, וכאשר משתמשים בשיעורי גידול (כלומר, בלוגים) מאשר ברמות. יש לשים לב לגידול בהוצאות על מו"פ מ-1981 עד 1986 (ההוצאות גדלו ביותר מפי שניים בין 1980/81 ו-1984/85), שגור בעקבותיו הכפלה של מספר הפטנטים בין 1983 ל-1987. כאמור, זו התקופה שזרעה את נבטי הצמיחה של מגזר ההיי-טק, והיא משתקפת היטב בשתי הסדרות. בין השנים 1986-1988 אנו רואים ירידה ברמת ההוצאה

ל-1995, בעוד שבין שתי תקופות אלה (1987-1991) זרם הפטנטים השנתי כמעט שלא עלה. באשר לעיתוי יש להדגיש שהגשת בקשה לפטנט משקפת השקעות (מוצלחות) במחקר ופיתוח שנעשו כמובן לפני תאריך ההגשה, כאשר פערי זמן אלה משתנים בין מגזר למגזר. מכאן שאת מספר הפטנטים שהוגשו בשנה מסוימת יש לייחס להשקעות במו"פ שבוצעו לפחות שנה-שנתיים קודם לכן ובמגזרים מסוימים אף יותר מזה.⁸

מה עומד מאחורי תוואי הפטנטים הישראליים על פני זמן כפי שמוצג בציור 2? אנו לא ננסה לערוך כאן ניתוח שיטתי של הגורמים האחראים לתוואי הנצפה, אלא נסתפק בדברים הבאים: (1) ציון התפתחויות כלכליות חשובות, אשר מבחינת זמן התרחשותן עולות בקנה אחד עם נקודות מפנה במגמה של רישום פטנטים ישראליים, ועשויות להסביר לפחות חלקית את התוואי; ו-(2) השוואת תוואי הפטנטים עם תוואי ההוצאות על מו"פ. הקפיצה הגדולה הראשונה במספר הפטנטים (1983-1987) מציינת את תחילת הצמיחה של מגזר ההיי-טק בישראל. צמיחה זו נדחפה, בין השאר, על ידי מדיניות מפורשת ומכוונת לעידוד ותמיכה במו"פ תעשייתי, בעיקר עם הקמת משרד המדען הראשי במשרד התעשייה והמסחר. התקופה ה"יבשה" 1987-1991 (המייצגת פעילות מו"פ שנעשתה בשנים 1985-1989 בקירוב) משקפת כנראה את ההתאמות המאקרו-כלכליות והמיקרו-כלכליות שנעשו במשק בעקבות תכנית הייצוב ב-1985. זו הייתה גם התקופה שבה הופסק פרויקט ה"לביא" של התעשייה האווירית (לפיתוח מטוס קרב מתקדם), ותחילתה של תקופת הצמצום בתעשיות הביטחוניות. שני התהליכים הללו שחררו מספר רב של מדענים, מהנדסים וטכנאים מוכשרים, אשר שיחקו תפקיד חשוב בתקופת הקפיצה הגדולה השנייה של 1991-1995 (המשקפת, שוב, פעילות מו"פ בין 1989-1993). יש לשים לב שהקפיצה הגדולה ביותר קרתה ב-1994, כאשר מספר הפטנטים עלה ב-37% בשנה אחת. כמו כן סביר שהגידול החד בפטנטים ב-1991-1994 משקף, בין השאר, את השפעת העלייה הגדולה מברית המועצות לשעבר.

ציור 3 מראה את ההוצאות על מו"פ תעשייתי בישראל (בדולרים של 1990) לצד פטנטים (ראו גם לוח 1).⁹ שתי הסדרות נעות יחדיו (המו"פ בפיגור כמובן), כפי שניתן לראות בבירור במקדמי המתאם הבאים:

מו"פ	מו"פ (-1)	מו"פ (-2)	מו"פ (-3)
פטנטים	0.850	0.884	0.883
לוג (פטנטים) עם לוג (מו"פ)	0.890	0.922	0.928

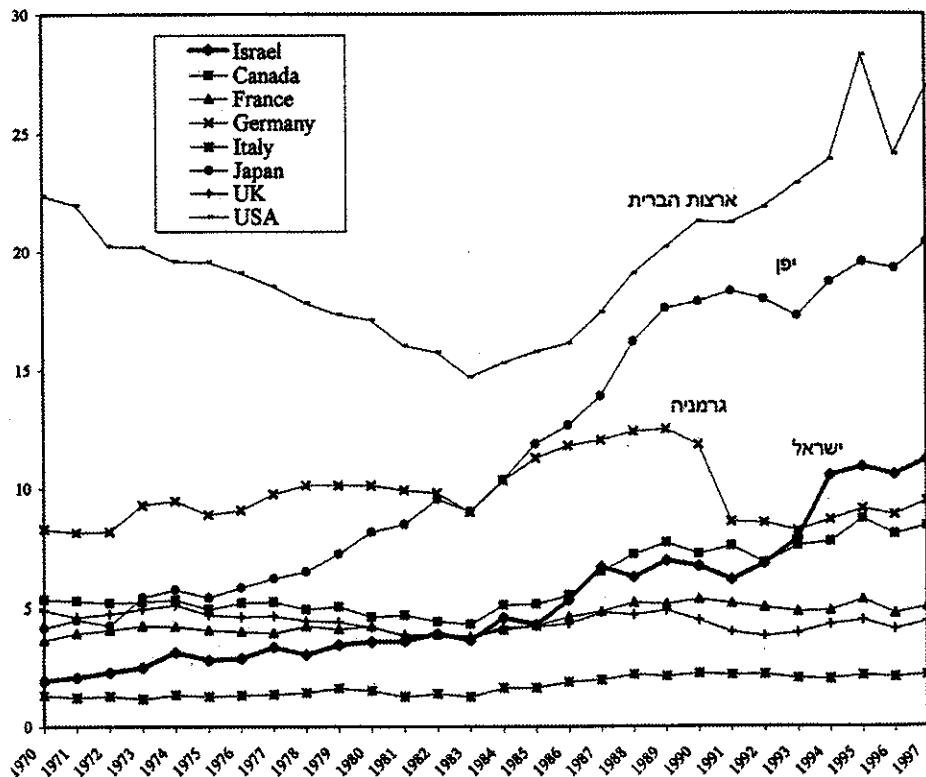
8. ראה למשל את המספרים עבור אמצע שנות ה-70: מספר הפטנטים עלה משמעותית בשנים 1973-1974, אך לאחר מכן צנח ב-1975 וכמעט שלא גדל ב-1976: זה כמובן משקף את השפעת מלחמת יום כיפור בפיגור של שנתיים.

9. הנתונים על מו"פ נלקחו מ-Griliches and Regev, 1999, לוח 1. מאחר שמספרים אלה מתייחסים להוצאות מו"פ בתעשייה, ייתכן והיה עדיף ליחסם לפטנטים ישראליים של חברות בלבד (ראו חלק 4 מטה) מאשר לכלל הפטנטים. למעשה, שתי סדרות הפטנטים נעות יחדיו, כך שהמתאם של ההוצאות על מו"פ עם כל אחת מהן כמעט זהה.

כלומר, כוח קנייה). יש לשים לב כי פרט לספרד, שאר המדינות האלו דומות לישראל גם בגודל האוכלוסייה.

נספח 1 מכיל נתונים מפורטים על הפטנטים של מדינות ההשוואה, וציונים 4-6 מראים את מספר הפטנטים לנפש בכל מדינה על פני זמן מול מספר הפטנטים לנפש בישראל. בחרנו לנרמל את מספר הפטנטים לפי גודל האוכלוסייה מפני שזהו נתון סטטיסטי זמין ומדויק שמספק קנה מידה עקבי ואמין. נורמליזציה מתבקשת אחרת הנה לפי ההוצאה על מו"פ, אך פרט ל-G7, ברוב המדינות האחרות אין נתונים עקביים וברי השוואה על מו"פ לכל אורך התקופה. ציור 4 מראה שישראל החלה בתחתית מדינות ה-G7 (יחד עם איטליה), אך ב-1987 היא עברה את איטליה, בריטניה וצרפת, והגיעה לשוויון עם קנדה. בתחילת שנות ה-90 היא עברה גם את קנדה וגרמניה (המאוחדת),¹¹ והגיעה למקום השלישי אחרי יפן וארצות הברית. שימוש

ציור 4:
פטנטים לנפש: ישראל לעומת G7
(פטנטים ל-100,000 תושבים)



11. אם היינו משווים לגרמניה המערבית בלבד, ישראל הייתה מגיעה לשוויון איתה רק ב-1998-1999.

למו"פ, המלווה בהתייזבות במספר הפטנטים בין השנים 1987-1991. ושוב, בתחילת ובאמצע שנות התשעים יש עלייה מתמשכת בהוצאות על מו"פ שמקדימה את הקפיצה הגדולה השנייה במספר הפטנטים. ברור אם כן שההוצאות על מו"פ קשורות מאוד (ובפיגור מתקבל על הדעת) למספר הפטנטים, אך על מנת להבין את הדינמיקה המשותפת, יש צורך במחקר נוסף והרבה יותר מקיף של הנושא.

הדיון לעיל מציב סימן אזהרה (או לפחות סימן שאלה נוקב) לעתיד. בהינתן קצב ההתיישנות המהיר של "הון הידע" (Knowledge Capital, K), המאפיין את מגזר ההיי-טק, נדרשת זרימה מתמדת של חידושים (כאן בצורה של זרימה שנתי של פטנטים, P_t) רק כדי לשמור על הרמה הנוכחית של K_t . קצב התיישנות מהיר יותר (כפי שקורה בתחומים מסוימים של מחשבים ותקשורת) מצריך רמה הולכת וגדלה של P_t , וכך גם אם נרצה לראות עלייה מתמשכת ב- K_t . כפי שראינו, הקפיצות הגדולות ב- P_t נבעו, במידה משמעותית, מ"זעזועים" גדולים במערכת (במדינות, בזמנות של תשומות רלוונטיות וכדומה), כולל כמובן הקפיצות הגדולות בהשקעות במו"פ. השאלה היא כיצד להביא לעלייה עקבית ב- P_t בעתיד, בלי להזדקק לזעזועים (חיוכיים) נוספים מסוג זה. יתכן שהשגת "מסה קריטית" בכמה היבטים של מגזר ההיי-טק תביא מאליה לעלייה מתמשכת בעתיד, אך דבר זה עדיין מוטל בספק.

לוח 1 מראה את סך הבקשות ה"גולמיות" של ממציאים ישראלים לפטנטים בארצות הברית. מתוכן, אושרו רק הפטנטים הנמצאים ברשימה "פטנטים שניתנו, לפי שנת הגשת הפטנט" (זה הנתון שבו נשתמש בהמשך). האחרים לא עברו את המבחנים המחמירים למדי של משרד הפטנטים האמריקאי (חדשנות, שימושיות וכו'). שיעור ההצלחה הממוצע לכל התקופה עומד על 54%, ללא מגמה כלשהי על פני זמן (פרט לכך שהשיעור היה גבוה יותר באופן ברור בעשור הראשון 1968-1977). נחזור לנתון הזה בעת ההשוואה הבינלאומית, אך ראוי לציין כבר עתה כי שיעור הצלחה של 54% מצביע על אפשרות שיפור אפילו בהקשר (המצומצם) הנוכחי. כלומר, קרוב למחצית מההמצאות, שהיו טובות דיון להצדיק הוצאת סכום ניכר להגשת פטנט לאישור במשרד הפטנטים האמריקאי,¹⁰ לא נשאו פרי, במובן שלא היו ראויות לפטנט בארצות הברית. יתכן שיש מקום לצעדי מדיניות, בעלות נמוכה, שינסו לכון את 46 האחוזים הלא מוצלחים לכיוונים פוריים יותר.

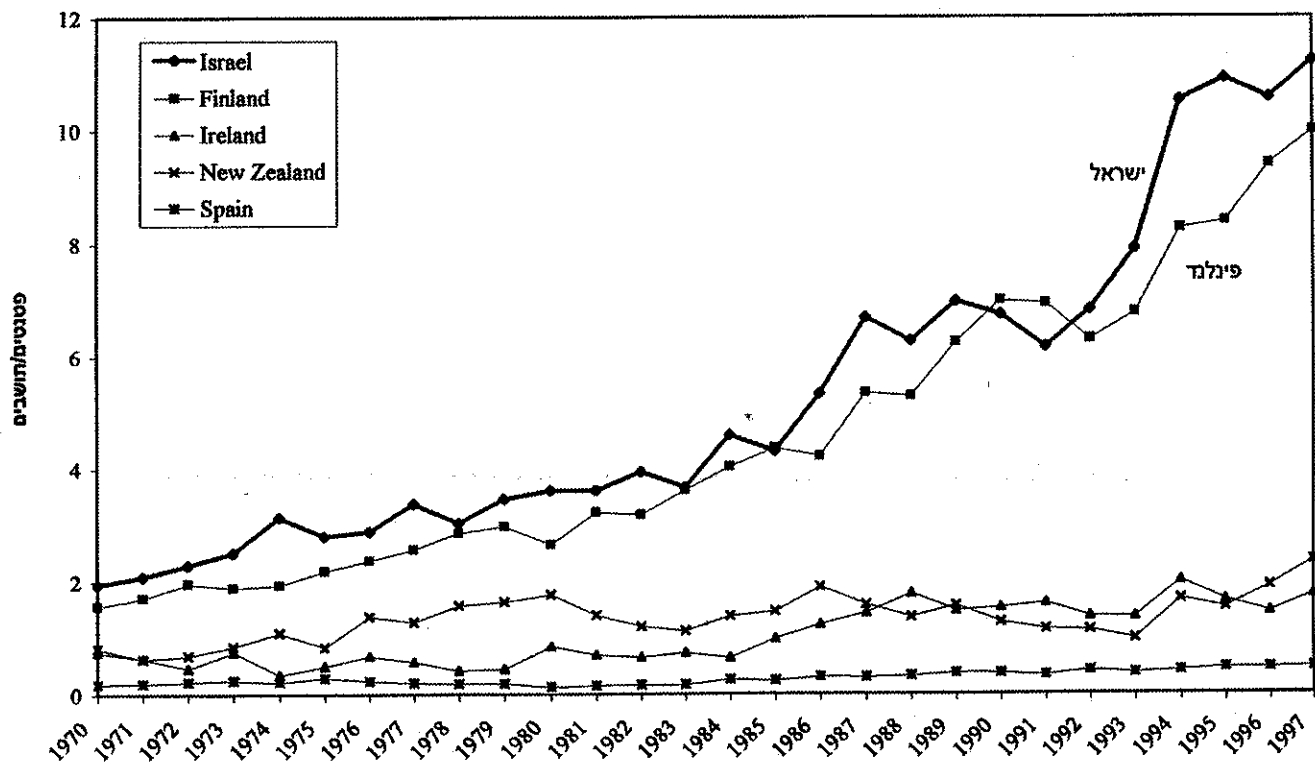
4. השוואות בינלאומיות

הגם שניתן ללמוד רבות מניתוח הפטנטים הישראליים כשהם לעצמם (כפי שנראה בהמשך), השוואה של המגמות לאורך זמן של הפטנטים הישראליים ביחס לארצות אחרות תסייע לקבל פרספקטיבה רחבה יותר. לצורך כך בחרנו בשלוש קבוצות שונות של מדינות:

1. קבוצת מדינות ה-G7: קנדה, צרפת, גרמניה, איטליה, יפן, בריטניה וארצות הברית.
 2. קבוצת מדינות דומות לישראל (שנכנה "קבוצת ביקורת"): פינלנד, אירלנד, גירזילנד וספרד.
 3. "הנמרים האסייתיים": הונג קונג, סינגפור, דרום קוריאה וטייוואן.
- קבוצת הביקורת נבחרה לפי שיעור התוצר לנפש בתחילת שנות ה-90: בחרנו בארבע המדינות שהיו באותו זמן הקרובות ביותר לישראל מבחינת התוצר לנפש (במונחי "ppp",

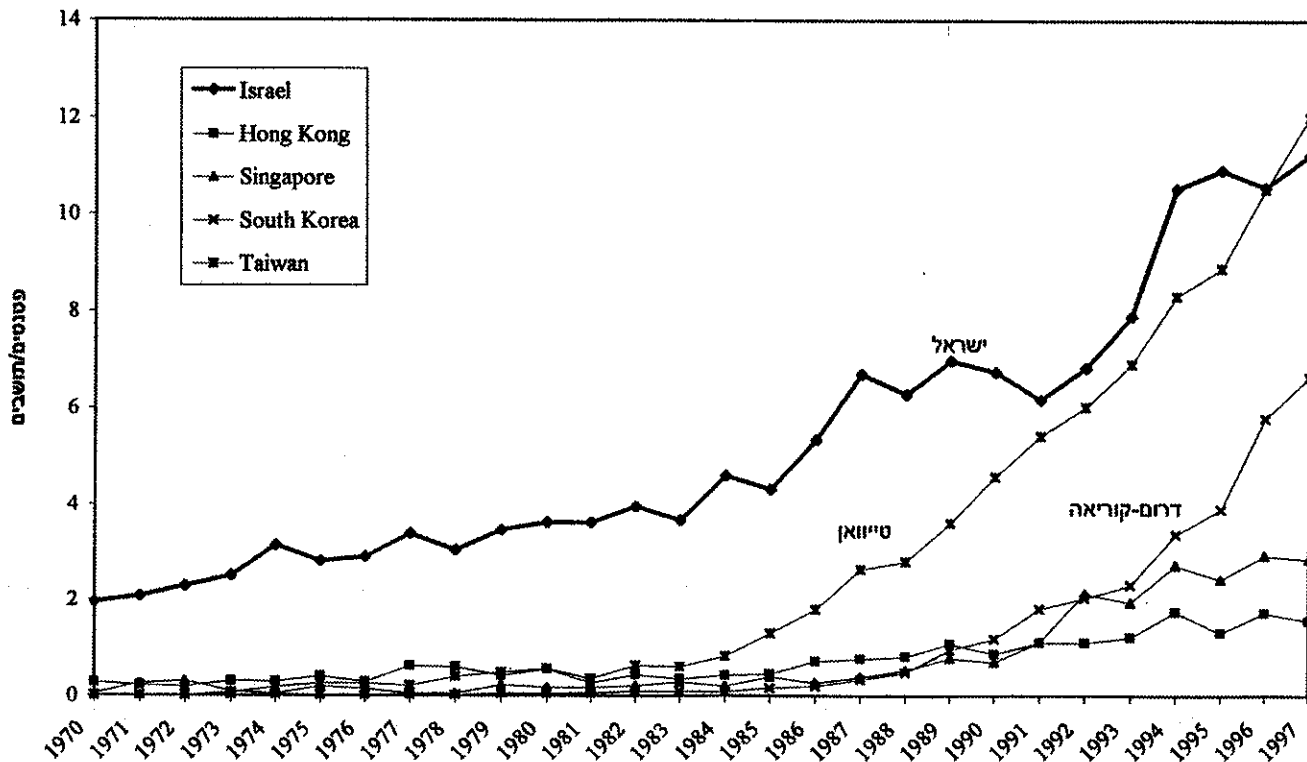
10. זה כשלעצמו מהווה סטנדרט גבוה למדי.

ציור 5 : פטנטים לנפש: ישראל לעומת קבוצת ההתייחסות (פטנטים ל-100,000 תושבים)



ציור 6 :

פטנטים לנפש: ישראל לעומת "הנמרים האסייתיים" (פטנטים ל-100,000 תושבים)



לוח 2:

סטטיסטיקות לפי ארצות: ממוצעים לפי תקופות של 5 ו-30 שנה

ארץ	פטנטים לשנה		פטנטים לנפש		שיעור ההצלחה		שיעור גידול שנתי	
	1968-97	1992-97	1968-97	1992-97	1968-97	1992-97	1968-97	1992-97
ישראל	234	577	5.3	10.2	54%	56%	10.10%	13.30%
G7								
קנדה	1,525	2,401	6.1	8.1	56%	55%	3.40%	5.50%
צרפת	2,423	2,896	4.5	5.0	66%	63%	1.90%	0.50%
גרמניה	6,338	7,250	9.8	8.9	65%	63%	2.30%	2.40%
איטליה	937	1,197	1.7	2.1	59%	58%	2.80%	-0.40%
יפן	13,226	23,847	11.5	19.0	65%	61%	8.40%	2.80%
בריטניה	2,547	2,494	4.4	4.3	55%	51%	-0.20%	3.10%
ארצות הברית	46,913	66,325	19.8	25.2	62%	59%	1.60%	5.30%
קבוצת התייחסות								
פינלנד	214	438	4.5	8.6	57%	58%	8.60%	10.00%
אירלנד	35	60	1.0	1.7	49%	48%	6.80%	5.50%
נידלנד	42	61	1.3	1.7	42%	42%	4.90%	16.90%
ספרד	105	173	0.3	0.4	49%	50%	4.20%	3.10%
"נמרים אסייתיים"								
הונג קונג	39	95	0.7	1.5	49%	46%	12.50%	9.60%
סינגפור	22	83	0.8	2.6	55%	52%	16.50%	10.30%
דרום קוריאה	443	1,989	1.1	4.4	61%	62%	27.70%	27.90%
טייוואן	554	2,006	2.8	9.3	44%	47%	33.80%	15.70%

כישורים מדעיים וטכניים, ניסיון ניהולי בטכנולוגיות מתקדמות, מתקני ניסוי, ערוצי שיווק ותקשורת, מוסדות פיננסיים ועוד. כמו כן, ברור כי גלישת ידע (spillover), ובפרט גלישת ידע אזורית-מקומית חשובה להזנת תהליך הצמיחה של מגזר זה. שוב, היכולת להצמיח spillovers והיכולת לקלוט גלישת ידע חיצונית היא פונקציה של גודל מוחלט ולא יחסי. אם ניקח את המספר המוחלט של פטנטים כאינדיקטור לגודלו המוחלט של המגזר החדשני, הרי שלישאר נותרה עוד דרך ארוכה: היא ניצבת הרחק מאחורי כל מדינות ה-G7 וגודלה הוא כרבע מגודלן של טיוואן ודרום-קוריאה. כדי להגיע לסדרי הגודל של הנמוכות מבין מדינות ה-G7 (קנדה, צרפת ובריטניה) וה"נמרים האסייתיים" המובילים, שיעור הצמיחה של הפטנטים בישראל צריך לעמוד על כ-30% לשנה במשך חמש השנים הבאות! בקצב הגידול הנוכחי (13.3% לשנה) תדרשנה כ-10 שנים לעשות זאת, תקופה ארוכה מדי לכל הדעות.

בהוצאה הלאומית על מו"פ אזרחי לצורך נירמול (במקום באוכלוסייה) מניב תוצאות דומות. אם כן, אין ספק שישראל זינקה והציבה עצמה בחזית המדינות המתקדמות, לפחות במונחים של מספר פטנטים לנפש או לדולר מו"פ. ראוי לציין כי המדינה הנוספת היחידה שצמחה לאורך כל התקופה מאז 1970, פרט לישראל, היא יפן. האחרות נותרו במקומן או ירדו (כפי שקרה לארצות הברית) עד תחילת שנות ה-80. העובדה כי 1983 היא נקודת מפנה עבור כל המדינות הגדולות (ארצות הברית, יפן, גרמניה ובמידה פחותה גם קנדה) מעניינת כשלעצמה, וראויה לבחינה מעמיקה נפרדת.

ההשוואה לקבוצת מדינות הביקורת מראה תמונה ברורה למדי: המדינה היחידה המהווה "תחרות" אמיתית לישראל היא פינלנד. תוואי הפטנטים לנפש של פינלנד זהה כמעט לחלוטין לזה של ישראל הן מבחינת הרמה והן מבחינת עיתוי התנועות (הדמיון הרב מצריך בדיקה קפדנית נוספת, ראה בהמשך). שלוש המדינות האחרות נמצאות הרבה מאחור, ללא שינוי משמעותי על פני זמן. הפתעה מסוימת היא אירלנד, אשר נקטה במדיניות פעילה למשיכת השקעות זרות במגזרים מתקדמים, אך ללא תוצאות מרשימות, לפחות לא במונחים של פטנטים. באשר ל"נמרים האסייתיים", ניתן לראות כי טיוואן צמחה באופן מהיר להפליא מאז תחילת שנות ה-80, כשהיא עוברת למעשה את ישראל ב-1997.¹² אכן, טיוואן נחשבת היום לחממה של היי-טק, לאחר שזוהתה במשך שנים עם טכנולוגיות נחותות הניזונות מחיקוי. כמו כן נראה כי דרום-קוריאה הולכת בעקבות טיוואן ונמצאת בשלב של האצה. לעומת זאת הונג קונג וסינגפור נותרו הרבה מאחור.

לוח 2 מסכם את הנתונים העיקריים של המדינות הללו, כולל שיעור ה"הצלחה" ושיעור הגידול במספר הפטנטים על פני כל התקופה (1968-1997) ול 5 השנים האחרונות. יש לשים לב כי בחמש השנים האחרונות ישראל ניצבת במקום השלישי מול כל 15 המדינות (לאחר ארצות הברית ויפן) במונחים של מספר פטנטים לנפש, ואילו במונחים של שיעור גידול היא ניצבת במקום הרביעי אחרי דרום-קוריאה, טיוואן ונידלנד (האחרונה איננה שחקן חשוב בתחום זה). דבר זה מהווה ללא ספק הישג כביר. התמונה פחות מחמיאה במונחים של שיעור ההצלחה: ישראל ממוקמת במקום השמיני אחרי מדינות ה-G7, פינלנד ודרום-קוריאה. הממוצע עבור מדינות אלו הוא 61%; אם ישראל תגיע לשיעור זה של הצלחה (לעומת השיעור הנוכחי של 56%) הוא יגרום עלייה של כ-10% במספר הפטנטים השנתי המוענק לישראל. הדבר שקול לעלייה בשיעור דומה ב"פריון" של מו"פ. באשר לשיעורי הגידול, ישראל צמחה מהר יותר מאשר מדינות ה-G7 וקבוצת הביקורת על פני כל התקופה, עם תנועות גדולות בשיעור הצמיחה על פני זמן. "הנמרים האסייתיים" מציגים שיעורי גידול גבוהים בהרבה, אך יש לזכור שהם החלו מרמה נמוכה מאוד, ולכן ניתן לראות שיעורי צמיחה אלה במידה רבה כסגירת פער.

לבסוף, חשוב לציין כי בהקשר הנוכחי, מספר הפטנטים המוחלט נשאר המפתח (ברומה לרמה המוחלטת של הוצאות על מו"פ, ולא שיעורן ביחס לתוצר). על מנת לפתח מגזר היי-טק המקיים את עצמו, המשק צריך להגיע למסה קריטית במונחים של תשתיות מתאימות, פיתוח

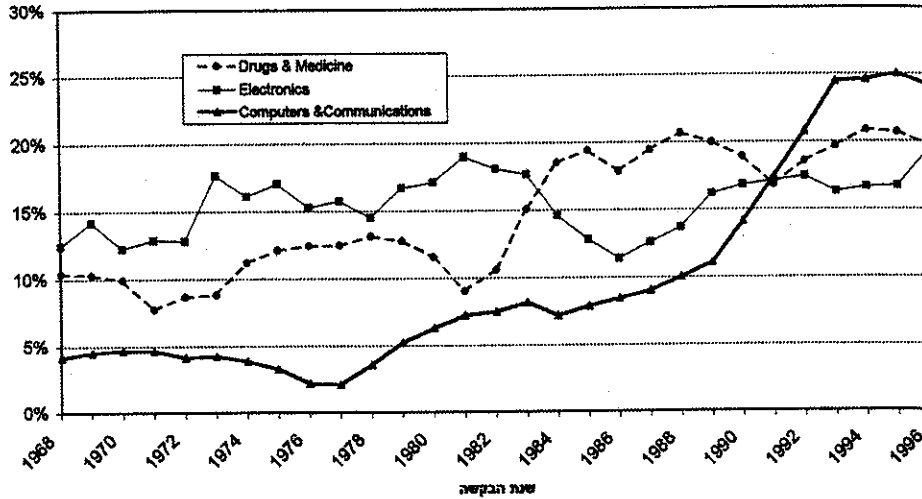
12. מספר הפטנטים שהוענקו לטייוואן ב-1998 מגיע ל-4,045, כמעט כפול מזה שנרשם ב-1997 (מספר זה לא שולב בסטטיסטיקה שלנו) ולכן ברור כי המגמה היא של האצה. אולם, ראה בלוח 3 את הרכב בעלי הפטנטים ויצא הדופן שקיים בטייוואן.

5. ההרכב הטכנולוגי של הפטנטים הישראליים

משרד הפטנטים האמריקאי פיתח עם השנים שיטת סיווג מפורטת מאוד, אשר באמצעותה הם ממיינים את הפטנטים לפי תחומים טכנולוגיים. השיטה כוללת יותר מ-400 קטגוריות עיקריות (main patent classes) ומעל ל-150,000 קטגוריות משניות. 400 הקטגוריות העיקריות קובצו באופן מסורתי ל-4 תחומים: כימיה, מכניקה, חשמל ושונות. באחרונה פיתחנו צירוף אחר לפיו אנו משייכים את 400 הקטגוריות המקוריות ל-35 תת-תחומים, ואת אלה שייכנו ל-6 תחומים עיקריים: כימיה, מכניקה, אלקטרוניקה וחשמל, מחשבים ותקשורת, תרופות ורפואה ושונות. ציורים 8 ו-8ב מראים את הרכב הפטנטים הישראליים לפי ששת התחומים העיקריים הללו (באחוזים) על פני זמן. ציור 7 נועד להשוואה ומראה את ההתפלגות לפי תחומים ארצות הברית.¹³ נתחיל באחרון, שאמור לשקף מגמות כלל עולמיות עיקריות בהתפתחות הטכנולוגיה. החל מ-1968 ועד 1980 לערך כל הסדרות שטותות למדי, כלומר החלק היחסי

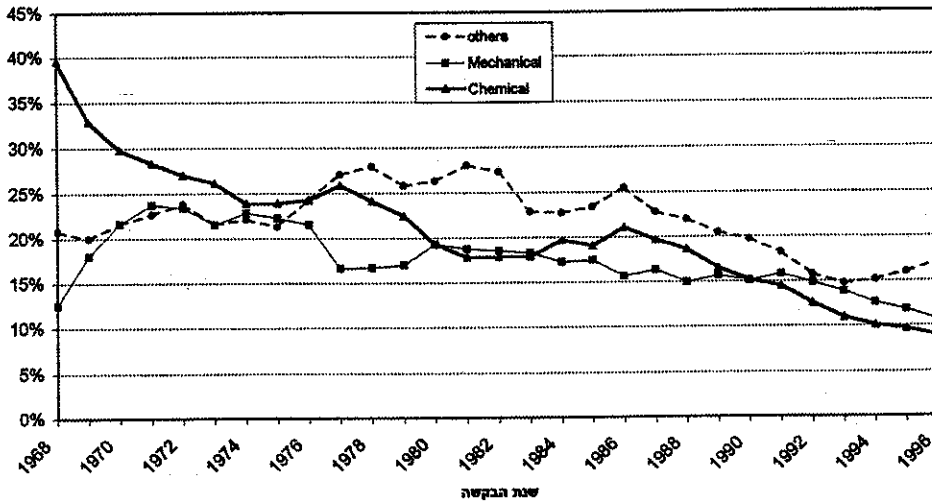
ציור 8א:

פטנטים ישראליים לפי תחומים טכנולוגיים: תחומים עולים (ממוצעים נעים של 3 שנים)



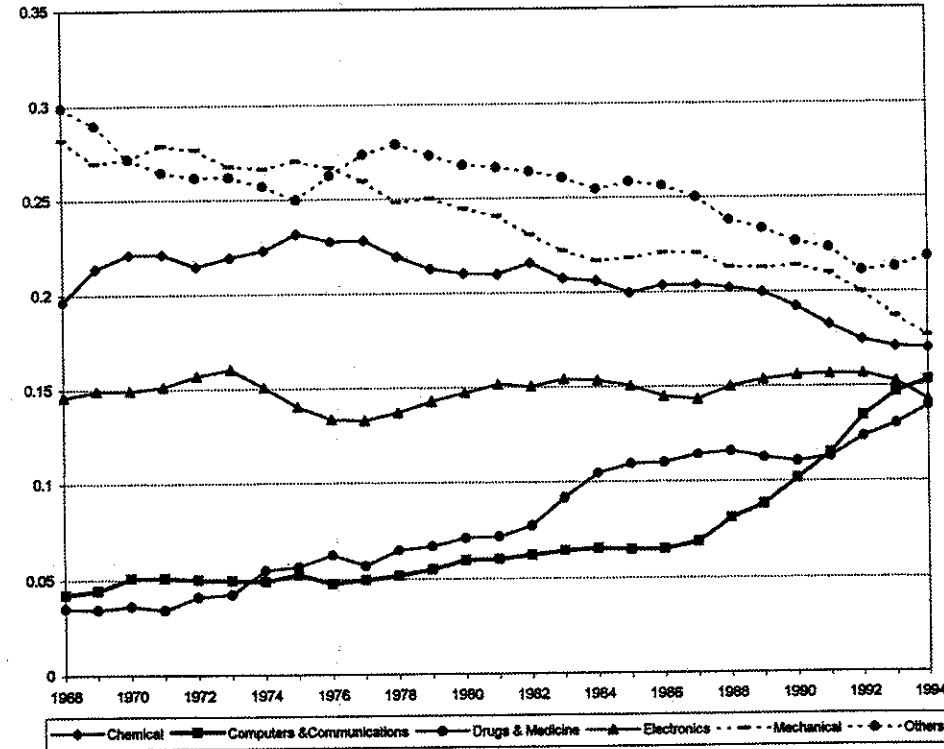
ציור 8ב:

פטנטים ישראליים לפי תחומים טכנולוגיים: תחומים יורדים (ממוצעים נעים של 3 שנים)



ציור 7:

התפלגות פטנטים אמריקאיים לפי תחומים טכנולוגיים



13. התפלגות זו מבוססת כאמור על מדגם בגודל 1/72 של הפטנטים האמריקאיים (מעל ל-20,000 בטה"כ).

של כל תחום נותר קבוע על פני התקופה. החלק של מכניקה ושונות היה הגדול ביותר (יותר מרבע כל אחד), אחריו כימיה (21-23%) ובהמשך אלקטרוניקה וחשמל (15%). מחשבים ותקשורת ותרופות ורפואה היוו יחדיו חלק ועיר מהעוגה כולה, כ-5% כל אחד. החל מ-1980 התמונה הסטטית הזאת משתנה: שלושת התחומים המובילים יורדים (מכניקה יורדת יותר מכולם), חלקו היחסי של תחום האלקטרוניקה והחשמל אינו משתנה, ולעומתם עולים בצורה חדה מחשבים ותקשורת ותרופות ורפואה, כאשר תחום המחשבים והתקשורת מגיע ליותר מ-15% ב-1994.

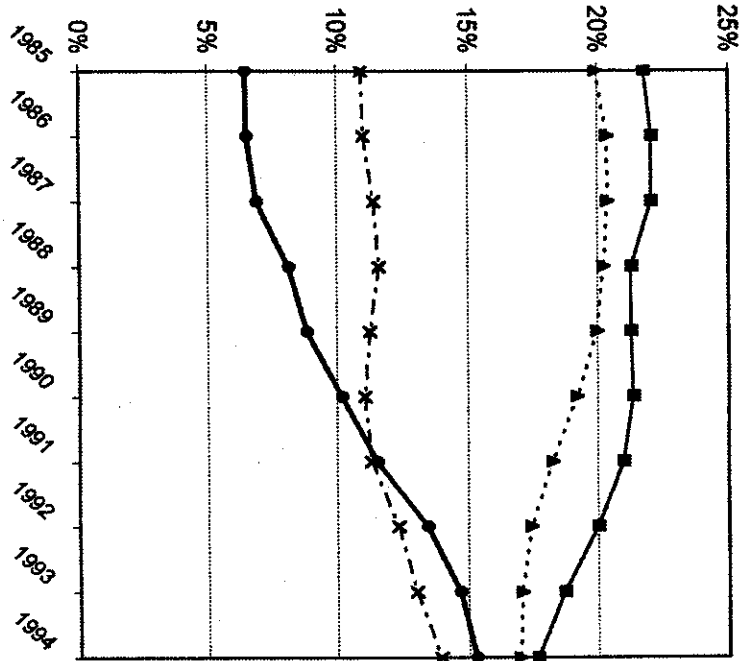
כפי שמראה ציור 9, התמונה בישראל דומה, אלא שהשינויים חדים בהרבה (וגם רמות ההתחלה שונות למדי). ההתפתחות הבולטת ביותר לעין היא הצמיחה של תחום המחשבים והתקשורת מ-5% ב-1970 (כמו בארצות הברית) ל-25% ויותר ב-1994. באופן דומה, תחום התרופות והרפואה הכפיל את חלקו מ-10% ל-20%. תחום האלקטרוניקה והחשמל נע סביב 15% (כמו בארצות הברית) ועלה לאחרונה ל-20%. מאידך גיסא, ניתן להבחין בירידה גדולה בהרבה של התחומים המסורתיים, כאשר תחום הכימיה מראה את הירידה החדה ביותר: מ-40% בתחילת התקופה לפחות מ-10% ב-1996. אם כן, הדבר הבולט בישראל הוא הגידול המהיר כל כך במחשבים ותקשורת ובתרופות ורפואה (בקצב הגדול משמעותית מזה שבארצות הברית), והירידה החדה בכימיה. מכאן שהרכב הפטנטים הישראליים השתנה באופן דרמטי ונראה שהשתנה בכיוון הרצוי, במובן זה שאנו מתואמים עם שינויים כלל עולמיים בטכנולוגיה, אך חווים אותם בקצב מואץ. לבסוף, נספח 2 מציג את מספר הפטנטים בפועל בכל תחום, ממוינים לפי מספרם ב-5 השנים האחרונות.

6. הרכב הבעלות על הפטנטים הישראליים

תחילה עלינו לזהות ולהגדיר את "השחקנים" השונים הקשורים לכל פטנט. ראשית ישנם הממציאים, כלומר הפרטים שאחראים אישית לחידוש הגלום בפטנט. שנית, ישנו בעל הפטנט (ה-assignee), כלומר הישות המשפטית (חברה, מוסד ממלתי, אוניברסיטה וכו') בעלת זכויות הקניין על הפטנט, אשר הוענקו לה בידי הממציאים. יש ממציאים שלא העניקו את זכויות הקניין לישות משפטית כלשהי בזמן הוצאת הפטנט – פטנט שכזה מסווג כ"אינו משויך" (או כ"פרטי").¹⁴ ברוב המקרים הממציאים הם עובדים שכירים בפירמה, ובמקרה זה המעסיק הוא בעל הפטנט.

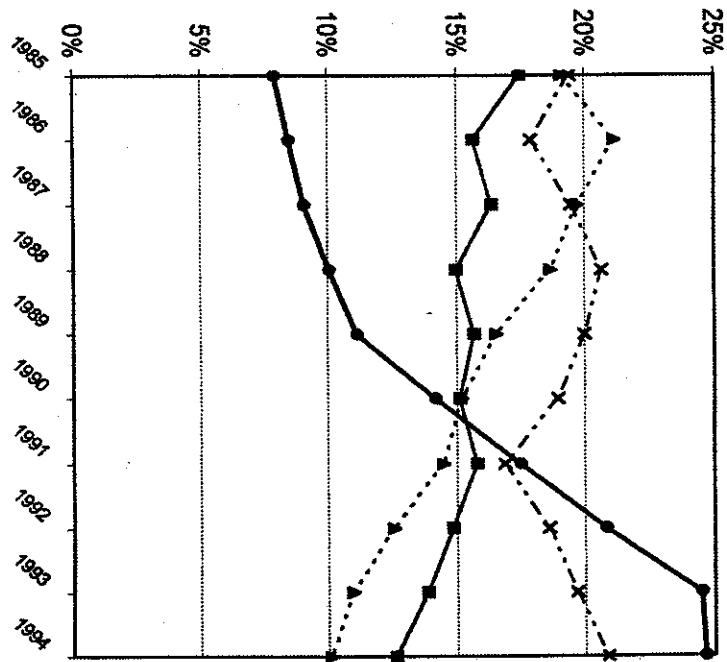
על פי המוסכמות של משרד הפטנטים האמריקאי, "לאום" הפטנט נקבע לפי כתובתו (בזמן הגשת הבקשה לאישור הפטנט) של הממציא הראשון מבין רשימת הממציאים.¹⁵ כלומר אם ישנם כמה ממציאים המתגוררים במדינות שונות, כתובתו של הממציא הראשון קובעת לאיזו מדינה משויך הפטנט. באופן דומה, אם בעל הפטנט ממוקם במדינה שונה משל הממציא הראשון, אזי עדיין מיקומו של הממציא הראשון קובע את "לאום" הפטנט. כך, אנו רואים בפטנט בציור 1, כי לשלושה מתוך ארבעת הממציאים יש כתובת בארצות הברית, ובעלת הפטנט היא חברת אינטל מ-Santa Clara, CA אך מכיוון שלממציא הראשון יש כתובת בישראל הפטנט מסווג כ"ישראלי".¹⁶

14. הממציא עצמו עשוי להופיע בתוך הישות המשפטית בעלת הזכויות על הפטנט, או שה-assignee אינו מוגדר.
 15. סדר ההופעה ברשימת הממציאים אמור לשקף את חשיבות התרומה היחסית של כל ממציא (ובפרט של הראשון), אך אין אנו יודעים באיזו מידה כך הדבר במציאות.
 16. אין למוסכמה זו כל חשיבות פרט לאופן חישוב סטטיסטיקות על פעילות פטנטים בינלאומית.



התפלגות של ארצות הברית

ציור 9: ארצות הברית לעומת ישראל 1968-1994



התפלגות של ישראל

תמונה 9: התפלגות הפטנטים בישראל, 1970-1994. מקור: מחקר של המחבר.

נכסים אינטלקטואליים, ויש להניח שזו מתואמת עם הבעלות על פטנטים. עם זאת, איננו נדרשים לנקוט עמדה פסקנית בשאלה זו, אלא די לציין כי אבחנה זו כוללת מידע באשר לערך הפוטנציאלי הנובע למדינה מהפטנטים שלה.

אבחנה נוספת לגבי בעלי פטנט, בין אם ישראלים או זרים, נעשית לפי "סוג" הבעלים. בהקשר הזה אנו מבחינים בין 3 קטגוריות (אם כי למעשה הפעלנו בנתונים אבחנה מפורטת יותר): חברות עסקיות, ממשלה ואוניברסיטאות (כולל בתי חולים ומוסדות מחקר). הנחת העבודה היא שהסיכוי ליישום מסחרי של פטנט גבוה יותר אם הוא שייך לחברה עסקית ונמוך יותר אם הוא בבעלות ממשלה או אוניברסיטה.

ציור 10 מראה את התפלגות הפטנטים הישראליים בין סוגי הבעלים השונים בכל התקופה, בשתי רמות צירוף. רק כמחצית מהפטנטים הישראליים שהתקבלו ב-30 השנים האחרונות שייכים לבעלים ישראלים. כמעט שליש אינו משוייך ושאר 17% שייכים לבעלים זרים. מתוך 53% השייכים לישראלים, שליש שייך לאוניברסיטאות ולמוסדות ממשלתיים, בעיקר מוסדות הקשורים למגזר הביטחוני (בפרט לרפא"ל ולתע"ש). מכאן שהאחוז השייך לבעלים שהם חברות ישראליות מסתכם במעט יותר משליש: $0.53 \times 0.67 = 0.355$. אחוז זה נמוך מאוד בהשוואה למדינות אחרות (ראה בהמשך), ופירושו כי רק כשליש מסך הפטנטים שנוצרו בידי ממצאים ישראלים, הם בעלי סיכוי גבוה להניב פירות כלכליים למשק הישראלי. כמובן, יש להניח שחלק מהפטנטים השייכים לאוניברסיטאות, לרפא"ל, או לבעלים פרטיים הובילו (או יובילו בעתיד) לחידושים מסחריים מוצלחים בחברות ישראליות. וככל זאת, סביר כי בממוצע, התשואה המקומית הצפויה מפטנטים לא משוייכים, פטנטים השייכים לבעלים זרים או לאוניברסיטאות ולממשלה נמוכה יותר מהתשואה הצפויה מפטנטים השייכים לחברות ישראליות. הלוח הבא מספק השוואה בינלאומית ראשונית (ראה בהמשך השוואה מפורטת יותר):

התפלגות סוגי הבעלות¹

ארצות הברית 1993-1963	כל המדינות האחרות 1993-1963	ישראל 1997-1968
חברות	84% ²	43%
לא שוייך	15%	37%
ממשלה	1%	6%
אוניברסיטאות	na	16%

מקור: National Science Foundation, Science and Engineering Indicators, 1996, appendix table 6-7, p. 275, in addition to our data.

1. אחוזים מתוך המספר הכולל של פטנטים שנרשמו לבעלים או ליחידים מארץ נתונה, ולכן לא נכללו אלה שנרשמו בשם בעלים זרים.
2. כולל אוניברסיטאות, אבל מדובר כמובן באחוז זניח.

ובכן, קיים פער עצום בין ישראל לארצות הברית ולשאר המדינות: לישראל יש אחוז גבוה בהרבה בשלוש הקטגוריות התחתונות — לא משוייכים, אוניברסיטאות וממשלה, בייתור באוניברסיטאות. כתוצאה מכך, אחוז הפטנטים של חברות — שהם בעלי הסיכוי הגבוה ביותר

הנתונים שהצגנו עד כה (מספר הפטנטים לכל מדינה) חושבו בהתאם למוסכמה זו: פטנטים ישראלים הם אלה שכתובת הממציא הראשון שלהם היא בישראל, ללא כל התחשבות בזהות או בכתובת של בעלי הפטנט או הממציאים האחרים (אם ישנם כאלה) וכך גם לגבי שאר המדינות. השאלה החשובה שצריכה להישאל — מעבר לעניין השייך הרשמי של הפטנטים — היא למי שייכות זכויות הקניין עליהם למעשה? במילים אחרות, איזו ישות, מסחרית או אחרת, עשויה בסופו של דבר לקטוף את הפרות הכלכליים מההמצאות שמדענים ומהנדסים ישראלים תרמו להן תרומה חשובה או מכרעת?^{17, 18}

באופן עקרוני יתכנו 3 מקרים עיקריים: (1) לפטנט אין עדיין בעלים (כלומר, הממציא עצמו מחזיק בזכויות על הפטנט), ולכן לא ברור אם ומתי הפטנט ינוצל מסחרית; (2) בעל הפטנט הוא ישראלי, כלומר מיקומה של הישות המחזיקה בפטנט הוא בישראל; (3) בעל הפטנט הוא זר. אולם, אפילו האבחנה החדה כביכול בין אפשרויות (2) ו-(3) אינה כה ברורה. מצד אחד, ישנן חברות ישראליות שהקימו חברות בנות או חברות הקשורות אליהן באופן אחר במדינות אחרות. חברות אלה עשויות לבחור לשייך את הפטנט (שהומצא בישראל) לאחת מהחברות הבנות "הזרות" שלהן (אך למעשה, היה עלינו להתייחס לפטנטים אלה כאל ישראליים לכל דבר). מאידך גיסא, ישנן חברות בינלאומיות שהקימו חברות בנות בישראל. חלקן עשויות לשייך פטנט שהומצא בישראל לחברה הבת הישראלית, למרות שהחברה הבינלאומית מחזיקה למעשה בזכויות על הפטנט. עשינו כמיטב יכולתנו כדי לטפל בקושי הראשון, על ידי בחינת שמות בעלי הפטנט, ואיתור אלה ששוייכו לבעלים זרים אך בעצם הם חברות ישראליות (למשל: אלסינט ארצות הברית או אורמת). לעומת זאת, לא טיפלנו בקושי השני, אלא קיבלנו את כתובת בעלי הפטנט כפי שהיא, כלומר "מוטורולה הרצליה" תיחשב בעלים ישראליים בעוד ש"מוטורולה ארצות הברית" תחשב בעלים זרים.

האבחנה בין שלוש הקטגוריות — לא-משוייכים, ישראלים (מקומיים) חרים, אמורה לעזור בבחינת הסיכוי שמדינה תהנה מהפטנטים "שלה". מובן שקיימת אפשרות שפטנטים לא משוייכים ימצאו דרכם ליישום מסחרי (ורבים אכן עושים זאת), אך לרוב הם ניצבים בפני רמת אי-ודאות גבוהה יותר מאשר פטנטים של חברה שהיא מלכתחילה בעלת הזכויות על הפטנט שהמציאו עובדיה. יתר על כן, חברות נמצאות בעמדה טובה יותר להפנים "גלישות ידע" שמקורן בהמצאות הללו. לכן, ככל שאחוז הפטנטים הלא-משוייכים במלאי הפטנטים גדול יותר, הפוטנציאל הכלכלי שלו קטן יותר. האבחנה בין פטנט מקומי לזר אמורה לספק מידע על הסיכוי שהכלכלה המקומית תהיה הנהנית העיקרית מהידע החדש שטמון בפטנט. יש כמובן מקרים שבהם בעלות זרה עשויה לתרום לא פחות מבעלות מקומית (כך, בעלות זרה עשויה לאפשר צינורות שיווק להמצאה, שלא היו נגישים אם הבעלים היה מקומי, וכדומה). אולם, בכמה תחומים טכנולוגיים אשר חשיבותם הולכת וגדלה, הנכס העיקרי הוא השליטה בפועל על

17. נחעלם לעת עתה מהאפשרות לרבי-לאומיות של ממצאים, כלומר נניח שכל הממציאים (ולא רק הראשון) של פטנט "ישראלי" אכן נמצאים בישראל ובאופן דומה לפטנטים ממדינות אחרות.

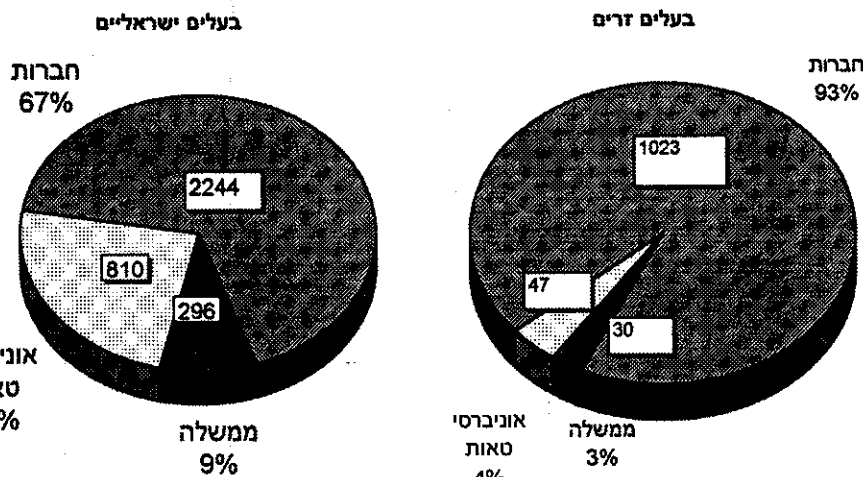
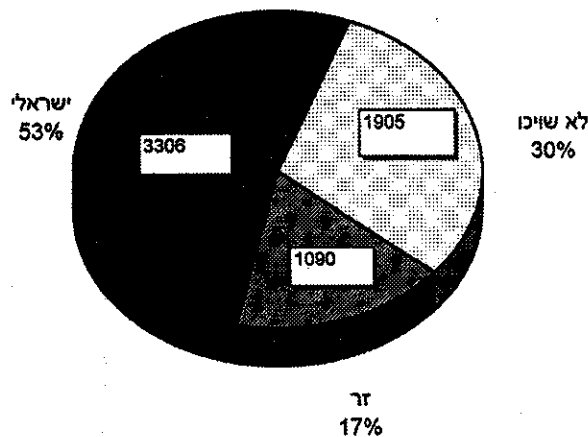
18. כדי לחוש את מידת מורכבות העניין, חשבו על המקרה הבא: נניח שמדען ישראלי יוצא לשנת שבתון ב-MIT, Cambridge, MA. שם הוא מבצע פרוייקט במעבדה וכתוצאה מכך מוציא פטנט (ישנם לא מעט כאלו בנתונים). פטנט כזה יסווג כישראלי, אך הבעלים יהיה MIT. והנה, ההמצאה התאפשרה לא רק בזכות הרעיונות והמאמצים של המדען הישראלי, אלא גם בשל המתקנים — פיזיים ואחרים — של המוסד המארז. התוצאה, ללא ספק, היא פונקציה של שניהם.

לוח 3:
התפלגות סוגי הבעלות – השוואה בינלאומית – 1998-1976

מקומי*	אחוזים			מספר הפטנטים			ארץ
	לא שוייך	לא שוייך	סך הכל	מקומי	זר	לא שוייך	
49% (52%)	26%	26%	7,065	3,443	1,807	1,815	ישראל
G7							
46% (50%)	19%	35%	45,545	21,175	8,614	15,756	קנדה
76% (75%)	14%	10%	64,950	49,500	8,883	6,567	צרפת
80% (77%)	12%	9%	147,867	117,660	17,060	13,147	גרמניה
71% (72%)	14%	15%	27,154	19,293	3,904	3,957	איטליה
96% (95%)	2%	3%	357,807	341,854	6,950	9,003	יפן
64% (לא זמין)	27%	10%	59,203	37,693	15,698	5,812	בריטניה
74% (76%)	2%	25%	1,203,045	887,308	19,546	296,191	ארה"ב
קבוצת התייחסות							
79% (81%)	7%	14%	5,995	4,739	422	834	פינלנד
33% (32%)	44%	22%	1,156	385	512	259	אירלנד
45% (52%)	15%	40%	1,523	685	224	614	נירזילנד
45% (51%)	24%	31%	3,335	1,503	784	1,048	ספרד
"נמרים אסייתיים"							
56% (55%)	23%	21%	3,272	1,824	760	688	הונג-קונג
31% (43%)	56%	13%	872	274	488	110	סינגפור
86% (92%)	4%	9%	12,351	10,666	531	1,154	ד. קוריאה
31% (44%)	5%	64%	20,649	6,362	991	13,296	טייוואן

* מספרים בסוגריים: האחוזים ל-1998.

ציור 10:
התפלגות פטנטים ישראליים לפי סוגי בעלות (סה"כ)



להגיע ליישום מסחרי – הוא רק 43% (כמחצית מזה של שאר המדינות), וב-40% נמוך יותר מזה של ארצות הברית. מספרים אלו משקפים היטב את התפלגות ההוצאות על מו"פ לפי מגזרים: ב-1995 כ-45% מההוצאה הלאומית על מו"פ אודחי בישראל הוצאו בידי המגזר העיסקי, כאשר בארצות הברית האחוז עומד על 72%, והוא – 62% בממוצע במדינות ה-OECD (הלמ"ס, 1998, לוח 17).

אם כן, מספר הפטנטים הישראליים שבבעלות חברות אלו עלה מהר מאוד, מפחות מ-10 פטנטים לשנה לפני 1990 לכ-70 באמצע שנות ה-90, בעוד שבמהלך תקופה זו מספר הפטנטים הישראליים בשנה הוכפל בקושי.

כפי שכבר ציינו, עלינו להיות זהירים מאוד בכרואנו להעריך תופעה זו. מצד אחד, הנוכחות הבולטת של חברות רב-לאומיות אלו בישראל חשובה מאוד במונחי השפעות חיזויות חיוביות שהן מקרינות, כמו גם בפתיחת שווקים זרים לטכנולוגיה ישראלית. מצד שני הן עשויות להתחרות על משאב המפתח שיש לישראל — כשרון מדעי-טכנולוגי בתחומים מתקדמים (ראה בהמשך). זהו הכשרון שהן מחפשות כאשר הן פותחות כאן מרכזי מחקר ופיתוח, ובתוך כך הן רוכשות שליטה על הנכסים האינטלקטואליים שמיצרים בהם. כך או כך, חיוני להכיר היטב את העובדות בהקשר הזה, כמו שניסינו לעשות כאן.²⁰

מגמות בהתפלגות בעלי הפטנטים

התבוננו עד כה בהתפלגות בעלי הפטנטים עבור כל הפטנטים הישראליים ב-30 השנים האחרונות, והתמונה שהתקבלה בעייתית למדי. התמונה מתבהרת במידת מה כאשר בוחנים מגמות על פני זמן. ציור 11 מראה את ההתפלגות על פני זמן של אחוזי הבעלות בקטגוריות השונות (לא-משויכים, מקומיים, זרים): יש עלייה איטית באחוז הבעלים הישראליים, המגיע כעת ל-60% (מכ-45% בשנות ה-70), ירידה חדה באחוז הפטנטים הלא משויכים (מכ-40% בשנות ה-70 ל-20% באמצע שנות ה-90), אך גם עלייה משמעותית באחוז הפטנטים הזרים מכ-10% בשנות ה-80 ליותר מ-20% בשנות ה-90. הירידה החדה והעקבית באחוז הפטנטים הלא-משויכים היא בגדר חדשות טובות מאוד (במובן זה אנו נמצאים עתה ברמה של ארצות הברית), השאלה הנותרת (והפתוחה לעת עתה) היא ההתייחסות לעלייה באחוז הפטנטים הזרים.

ציור 12 מראה את התפלגות הבעלים הישראליים בין פירמות, אוניברסיטאות וממשלה. כאן המגמה העיקרית מעודדת ביותר: החלק של פטנטים בבעלות של חברות ישראליות עלה באופן עקבי משפל של 30% בתחילת התקופה לשיא של 83% ב-1997. עלייה זו משקפת גם את הירידה הדרמטית באחוז הפטנטים של האוניברסיטאות: משיא של כמחצית מסך הפטנטים בתחילת התקופה ל-12% ב-1997. החלק של הממשלה נע סביב 10%, אך נראה שהוא יורד בעקביות מתחילת שנות ה-90 (ל-6% ב-1997). עדיין, שיעור של 18% מהפטנטים השייך לאוניברסיטאות ולממשלה ביהד הוא שיעור גבוה מאוד ביחס לשאר המדינות, ואנו מצפים כי שיעור זה יוסיף לרדת עד לרמות הבינלאומיות המקובלות של פחות מ-10%.

ציור 13 מסכם את המגמות למספר יחיד — אחוז הפטנטים השייכים לחברות ישראליות מתוך סך הפטנטים הישראליים. כפי שכבר צוין, אלה הם הפטנטים בעלי התמורה הצפורה הגבוהה ביותר לכלכלה הישראלית, ובשל כך אנו מתרכזים בהם. שוב, המגמה הכללית כאן מעודדת: חלקם של הפטנטים בבעלות חברות ישראליות עלה מ-15% בתחילת התקופה

לוח 3 מציג תמונה מפורטת על החלק העליון של "העוגה" שבציור 10, כלומר את ההתפלגות בין פטנטים לא-משויכים, פטנטים השייכים לבעלים מקומיים וזרים.¹⁹ כפי שניתן לראות, אחוז הבעלים המקומיים בישראל נמוך בהרבה מזה של מדינות ה-G7 (פרט לקנדה). כאשר למדינות בקבוצת הביקורת, לפינלנד יש אחוז גבוה בהרבה של בעלים מקומיים, ובשלוש המדינות האחרות (שלהן מעט פטנטים) יש אחוז נמוך יותר. במקרה של "הנמרים האסיאתיים" שתי המדינות המובילות ניצבות משני עברי המתרס: לטייוואן יש אחוז נמוך מאוד של בעלים מקומיים (בגלל אחוז גבוה מאוד של פטנטים לא משויכים — 64%), בעוד שבדרום-קוריאה האחוז זה גבוה מאוד (היא ניצבת רק אחרי יפן). הברזיל אלה קשורים לארגון התעשייתי של מדינות אלו (בטייוואן יש מספר גדול מאוד של חברות קטנות ושיעור התחלופה שלהן גבוה, בעוד שדרום-קוריאה נשלטת על ידי מספר קטן של תאגידים ענקיים, ה-Chaebol), אך זה נושא הראוי לבדיקה מעמיקה יותר. השוואת הנתונים עבור 1998 לעומת אלה לכל התקופה (98-1976) מראה כי מדינות ה-G7 יציבות, בעוד שמרבית המדינות האחרות הגדילו את שיעור הבעלות המקומית, אחדות באופן חד כמו טייוואן, סינגפור, נירזילנד וספרד; כלומר, המגמה העולמית היא לכיוון של גידול באחוז הבעלות המקומית. מה שמאפיין את ישראל מול מדינות אחרות הוא שגם אחוז הפטנטים הלא משויכים וגם אחוז הבעלות הזרה גבוהים יחסית (שאר המדינות בהן הדבר נכון, הן כולן שהקניות משנה: נירזילנד, ספרד והונג-קונג).

בעלים זרים — מבט נוסף

ההתייחסו בהרחבה לעובדה שבישראל קיים אחוז גבוה של בעלות זרה על פטנטים בהשוואה לשאר המדינות. מי הם אותם בעלים זרים? הגופים הזרים המחזיקים במספר הרב ביותר של פטנטים ישראליים הם: מוטורולה (112 פטנטים), אינטל (95), IBM (75) ו-National Semiconductors (57). כמובן, אלה הם השמות המוכרזים, שלהם נוכחות חזקה בישראל מזה זמן מה. הטבלה הבאה מראה את מספר הפטנטים הישראליים השנתי שבבעלות חברות אלו:

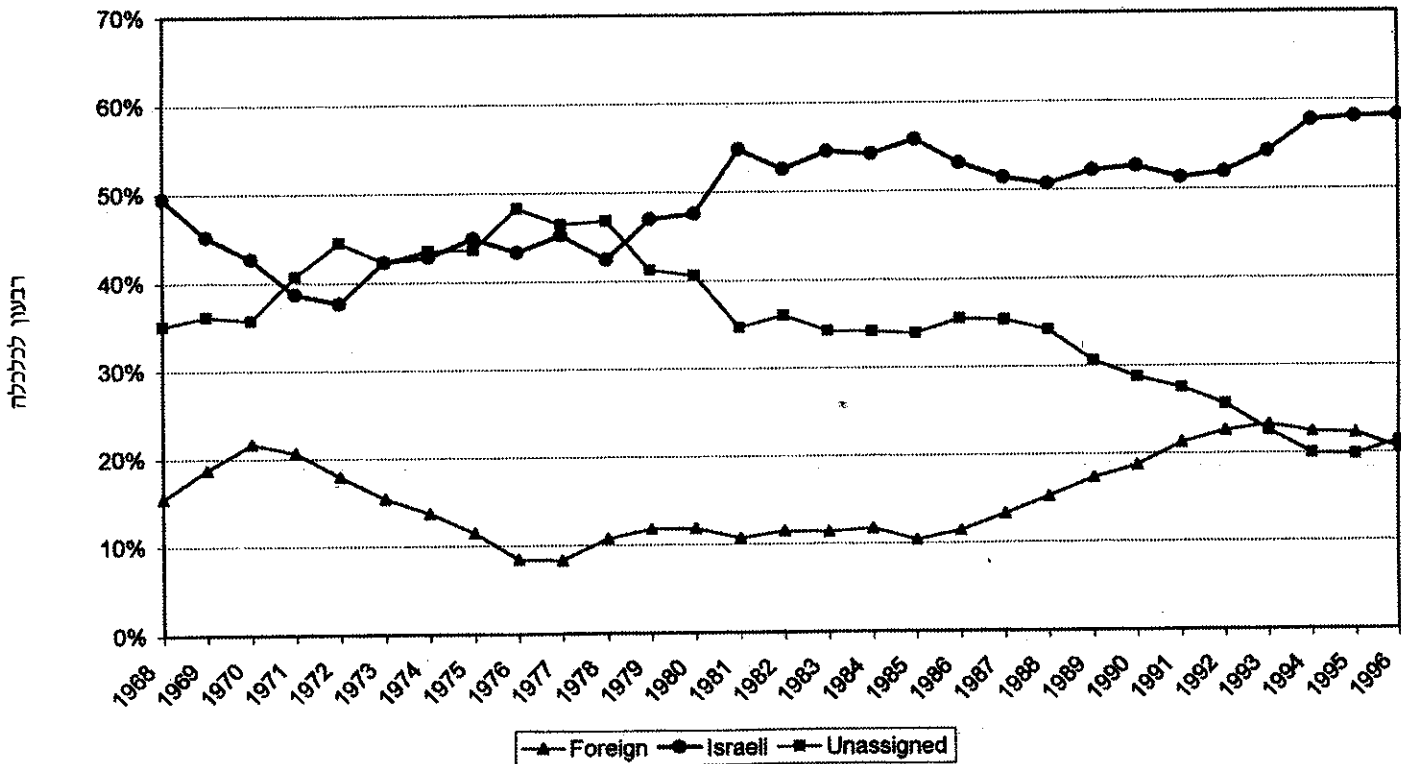
פטנטים ישראליים בבעלות חברות זרות גדולות

תקופת זמן	מספר פטנטים שנתי ממוצע
1986-1968	2
1989-1987	6
1991-1990	18
1993-1992	36
1995-1994	70

19. נתונים אלה אינם בני השוואה לאלה שהוצגו עד עתה, מהסיבות הבאות: (1) מספר הפטנטים השייכים למדינה בלוח 3 כולל את כל הפטנטים שבהם לפחות אחד הממציאים הוא מאותה מדינה. (2) התקופה המכוסה בלוח 3 היא 1998-1976 עבור פטנטים שהוענקו, בניגוד לתקופה 1997-1968 עבור פטנטים שהוגשו בשאר הלוחות. שניהם נובעים ממגבלות החיפוש באתר האינטרנט של משרד הפטנטים האמריקאי.

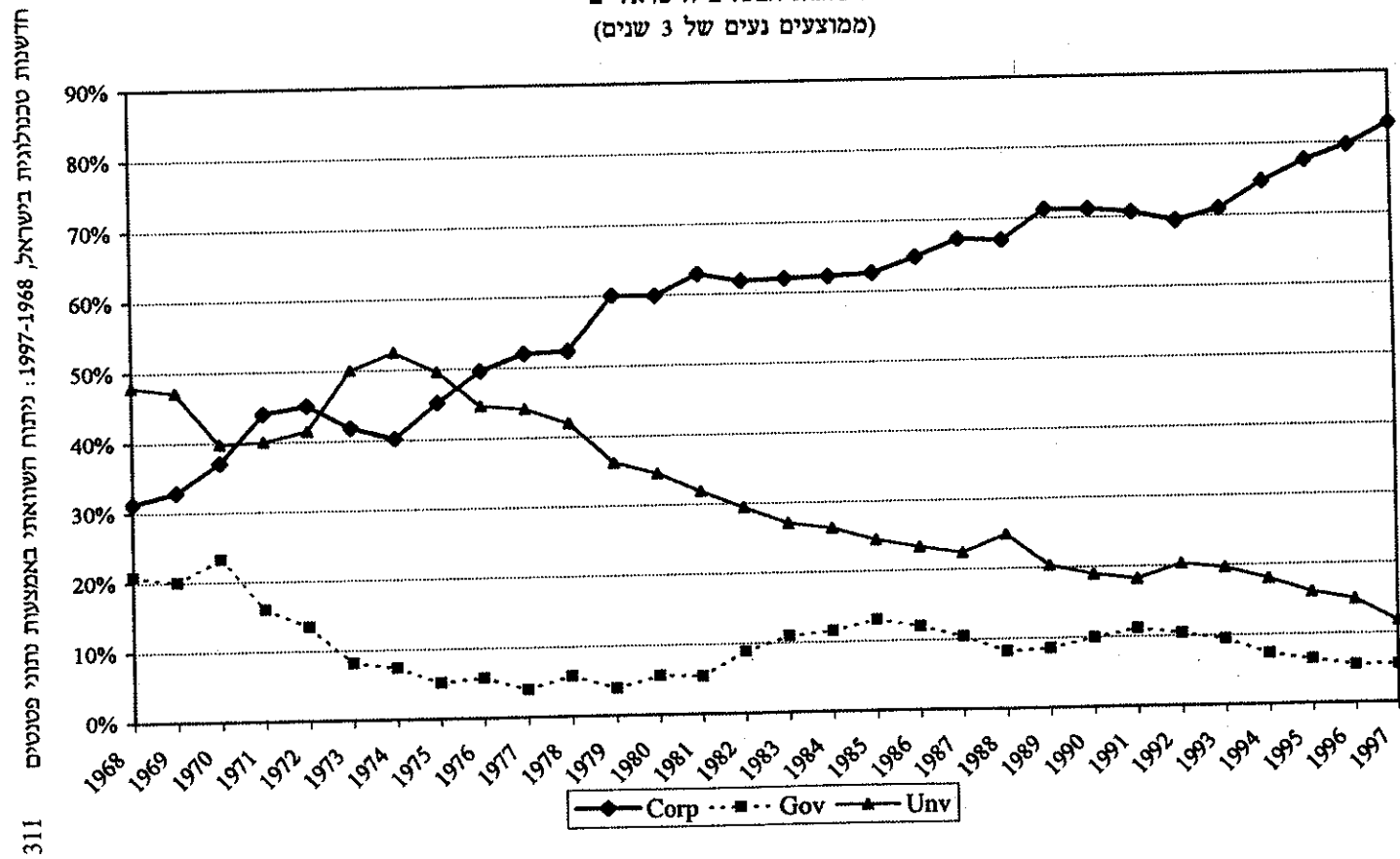
20. הנושא הרחב יותר (שאינו מטופל כאן) הוא איך לנסח מדיניות בנושא מחקר ופיתוח בעידן הגלובליזציה, בו "מוחות" ו"גילשות יע" זורמים די בחופשיות ממדינה למדינה. המספרים המוצגים כאן מספקים הוכחה חלקית לזרימה זו.

ציר 11:
התפלגות הבעלים – כל הפטנטים הישראליים
(ממוצעים נעים של 3 שנים)

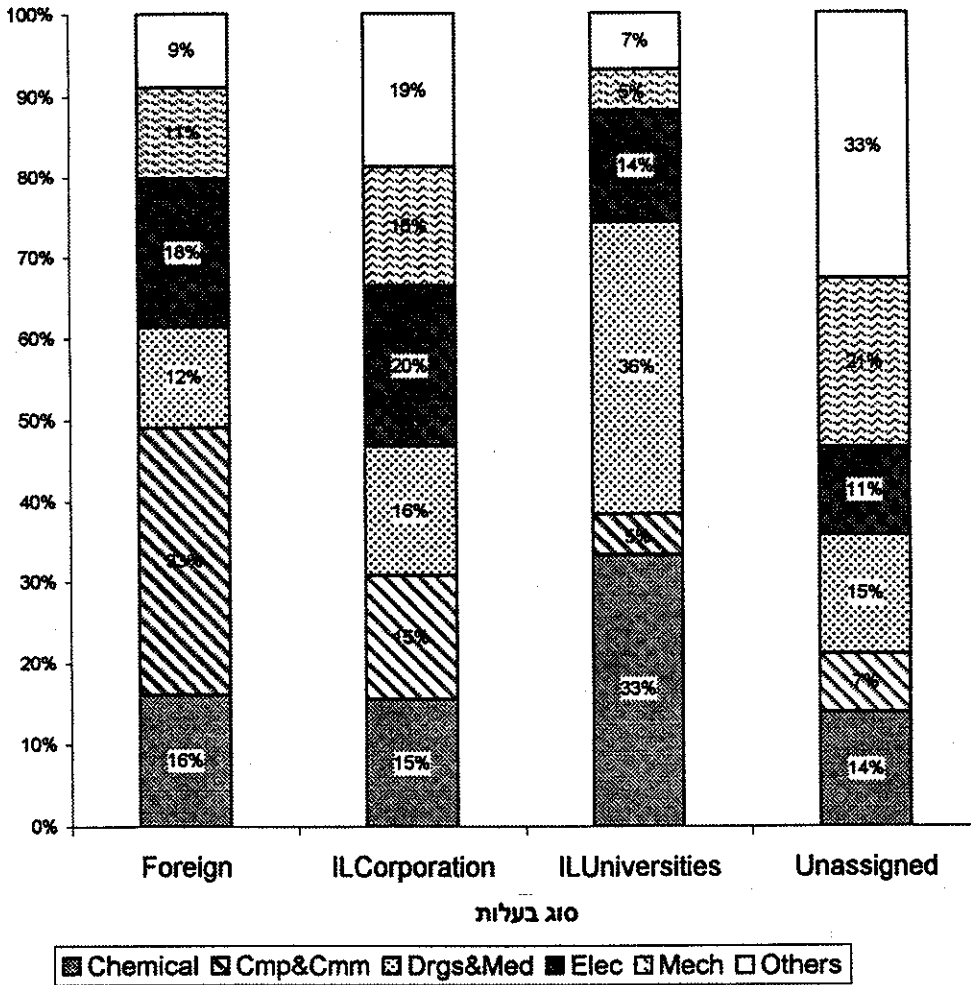


ציר 12:

התפלגות הבעלים הישראליים
(ממוצעים נעים של 3 שנים)

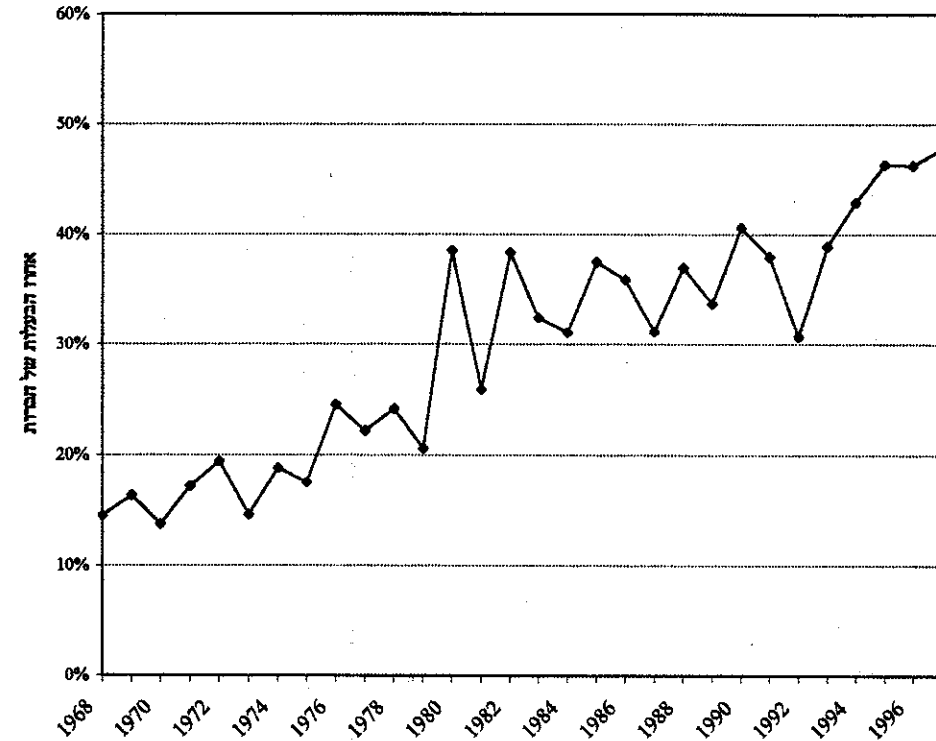


ציור 14: התפלגות הפטנטים לפי סוגי בעלות ולפי תחומים



במובן זה, ויתרה מזאת, חברות זרות פעילות הרבה יותר מהמקומיות בתחום המחשבים והתקשורת (אחוז הפטנטים בבעלות החברות הזרות בתחום זה הוא 33, לעומת 15% בלבד בבעלות חברות מקומיות). כלומר, הדמיון בפריסה על פני תחומים פירושו שחברות מקומיות זרות אכן מתחרות על אותו מלאי של הון אנושי, בפרט בתחום המוביל – מחשבים ותקשורת. מאידך גיסא, אוניברסיטאות וממציאים פרטיים פועלים לרוב בתחומי טכנולוגיה שונים מאלה של החברות: אוניברסיטאות מתרכזות בעיקר בתחום הכימיה ובתחום הרפואה והתרופות, וממציאים פרטיים מתרכזים במכניקה ובשונות.

ציור 13: אחוז הבעלות על פטנטים של חברות בישראל (מתוך סך כל הפטנטים הישראליים)



לכחצי (48%) מסך הפטנטים הישראליים בסופה. כפי שניתן לראות העלייה לא הייתה מונרת, ובשנות ה-80 האחוז סבב למעשה סביב 35%. רק מאז 1992 האחוז עלה בעקביות עד לרמה הנוכחית. כמובן שיש עוד דרך ארוכה: כדי שמדינת ישראל תוכל לנצל טוב יותר את הפוטנציאל הטמון בחדשנות הטכנולוגית של תושביה, אחוז זה צריך להמשיך ולעלות בהתמדה (לרמה בינלאומית מקובלת של 70-80%). כדי לממש זאת יש צורך בהפניה גוברת של משאבי מו"פ למגזר העסקי המקומי, שכרוכה בין היתר בדילול יחסי של משאבים אלה במגזרים המתחרים.

האם קיימת תחרות על משאבי חדשנות?

כאמור, זהות בעלי הפטנטים עשויה להצביע לא רק על בעלי הקניין הרוחני אלא גם על מי שמתחרים על המלאי המוגבל של כשרונות מדעיים וטכנולוגיים, ועל היזמות הטכנולוגית שיש בישראל. דרך אחת לבחון זאת היא באמצעות נתוני ציור 14, קרי התפלגות הפטנטים לפי תחומים טכנולוגיים, לכל אחד מסוגי הבעלים. החברות הישראליות והזרות מראות דמיון רב

Number of obs = 37313
 F(7, 37272) = 196.21
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.1330
 Adj R-squared = 0.1321
 Root MSE = 5.0211

ncites	Coef.	Std. Err.	t	P> t
usa	.6954136	.0793592	8.763	0.000
refer	-.6985195	.0855526	-8.165	0.000
chemical	.335095	.0773475	4.332	0.000
cmpcmm	2.372321	.1090868	21.747	0.000
drgsmed	1.61299	.107602	14.990	0.000
elec	.3790388	.0845855	4.481	0.000
mech	-.2321834	.0745865	-3.113	0.002
_cons	2.988059	.0842784	35.455	0.000

gyear	F(33, 37272) =		142.390	0.000
(34 categories)				

חסינים באופן עקרוני למגבלת ה"קטיעה" (מאתר שהמקדמים של משתני הדמי למדינות יהיו באחוזים).²² ברגרסיות הבאות אנו משווים בצורה זו את "איכותם" היחסית של הפטנטים הישראליים ב-10 השנים האחרונות כנגד 20 השנים הקודמות (הרגרסיות כוללות משתני דמי לתחומי הטכנולוגיה השונים, אך אין הם מופיעים כאן) – ראה להלן בעמוד הבא. אם כן, בעוד שבתקופה שלפני 1986 הפטנטים האמריקאיים זכו לכ-19% יותר ציטוטים מהישראליים, אחרי 1986 היתרון קטן מעט (ל-17%). המיקום היחסי של הפטנטים הישראליים מול אלה של מדינות הביקורת לא השתנה. ערכנו רגרסיות דומות לכל התקופה כאשר משתני הדמי של ארצות הברית ושל קבוצת מדינות הביקורת משתנים על פני זמן, והתוצאות שהתקבלו דומות למדי, אם כי מובהקות התוצאות הנה גבולית.²³ המסקנה היא אם כן שאיכות הפטנטים הישראליים יחסית למדינות אחרות לא השתנתה על פני זמן, ויתכן אף שעלתה מעט ביחס לארצות הברית. בכל מקרה ברור כי ההפך אינו נכון, כלומר, ניתן לדחות את השערת האפס שאיכות הפטנטים הישראליים ירדה על פני זמן, בעקבות הגידול המהיר בכמותם.

22. הקושי היחיד שנותר הוא בנוגע לתצפיות עם אפס ציטוטים (דבר זה נכון בשליש מכלל הפטנטים). יש כמה דרכים מקובלות לטפל בכך. אנו בחרנו במקרה זה לתת את הערך 0.1 לתצפיות חסרות ציטוטים, אך התוצאות דומות למדי אם נשתמש בדרכים אחרות.
 23. המקדם של (time × USA) הנו שלילי אך מובהקותו גבולית, ובנוסף לכך, מובהקות המקדם חלופי באופן בו אנו מתייחסים לתצפיות חסרות ציטוטים.

7. "החשיבות" היחסית של הפטנטים הישראליים

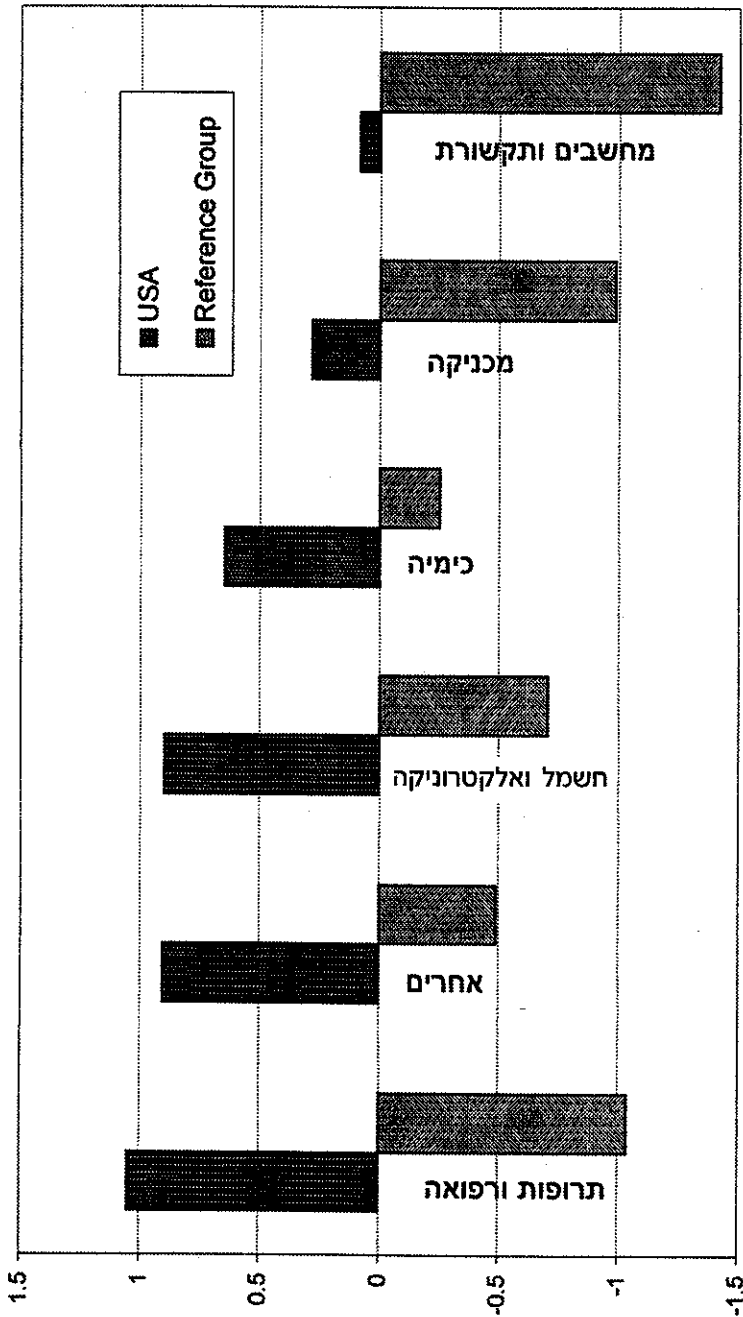
ספירה פשוטה של פטנטים יכולה להיחשב לכל היותר כמדד חלקי מאוד לפעילות המצאתית, כיוון שקיימת שונות גדולה מאוד במידת החשיבות או ה"ערך" הכלכלי והטכנולוגי של פטנטים, וההתפלגות של "ערכים" אלה מאוד לא סימטרית (skewed). המחקר שנעשה באחרונה בתחום זה מראה כי ציטוטי פטנטים יכולים לשמש כקירובים טובים (proxies) לרמת "החשיבות" של פטנטים וכן ככלי לאיתור "גלישת ידע" (ראה טרכטנברג, 1990, ג'פה וטרכטנברג, 1996 והנדרסון, ג'פה וטרכטנברג, 1998). בציטוטי פטנטים אנו מתכוונים להפניות לפטנטים קודמים שמופיעות בעמוד הראשון של כל פטנט (ראה ציור 1).

לציטוטי פטנטים תפקיד משפטי חשוב, שכן הם מצמצמים את מרחב הזכויות המשפטי שמעניק הפטנט. כך, אם פטנט 2 מצטט את פטנט 1, הציטוט פירושו שפטנט 1 מכיל ידע או חדשנות קודמים עליהם פטנט 2 מסתמך, ולפטנט 2 אין חזקה עליהם. המציא חייב על פי החוק לגלות לרשם הפטנטים כל מידע על פטנטים הראויים לציטוט מהסוג הנ"ל, אך ההחלטה הסופית אילו פטנטים לצטט היא בידי בוחן הפטנט, שאמור להיות מומחה בתחום, ולכן הוא מסוגל לאתר ידע קודם שמגיש הפטנט לא זיהה או הסתיר.²¹

אנו משתמשים בנתונים על ציטוטי פטנטים כדי לבחון את "איכות" הפטנטים הישראליים לעומת פטנטים אמריקאיים, ולעומת קבוצת מדינות הביקורת. כלומר, נשאל באיזו מידה פטנטים ישראליים מצוטטים בתכיפות פחותה או רבה יותר מאלה של שאר המדינות, כאשר "מחזיקים" ללא שינוי שורה של גורמים אחרים. בנוסף על כך, ננתח כיצד משתנים ההבדלים בין מדינות בתכיפות הציטוטים בין תחומי טכנולוגיה שונים ועל פני זמן. לצורך זה הרצנו רגרסיות של מספר הציטוטים שהתקבלו על ידי כל פטנט (incites), על משתני בקרה (משתני דמי לחמשת התחומים הטכנולוגיים, וכן לשנות אישור הפטנט), משתנה דמי לארצות הברית ומשתנה נוסף עבור קבוצת הביקורת. המקדמים של שני המשתנים האחרונים אמורים לשקף באיזו מידה פטנטים ישראליים מקבלים בממוצע פחות או יותר ציטוטים משאר המדינות, בהתחשב בהרכב הטכנולוגי ובגיל הפטנטים. תוצאות הרגרסיה הבסיסית הן אלו המופיעים להלן בראש העמוד הבא.

כפי שניתן לראות, פטנטים אמריקאיים "טובים" מהישראליים בכ-25% (המקדם 0.695 ל-USA מחולק בקבוע 2.98), אך הפטנטים הישראליים עולים על אלה של קבוצת מדינות הביקורת (REFER) בסדר גודל דומה. נשאלת השאלה מה קורה להבדלים אלה על פני זמן, כלומר, האם פטנטים ישראליים משתפרים בהשוואה למדינות אחרות? השוואה פשוטה של המקדמים הרלוונטיים ברגרסיה הנ"ל על פני זמן אינה מועילה, משום שכאשר אנו מתקדמים בציד הזמן מספר הציטוטים שמתקבל לכל פטנט יורד בהכרח (כלומר, ככל שאנו מתקרבים להווה, מחמירה הבעיה של ה-"truncation"), ולכן ההפרשים האבסולוטיים יקטנו גם הם. דרך אחת לעקוף בעיה זו היא להגדיר את המשתנה התלוי בלוגריתמים, שאמורים להיות

21. בשל תפקידו של בוחן הפטנטים והחשיבות המשפטית של ציטוטי פטנטים, יש להניח כי ציטוטי פטנטים טובים הרבה פחות מטובי קטיבות לעומת נתונים ביכלוגרפיים אחרים כגון ציטוטים בספרות מדעית (Van Raan, 1998; Weingart et al., 1998). בנוסף, מידע ביכלומטרי הנו מוגבל למדי באיתור ההשפעה הכלכלית של חידושים מדעיים, מאחר והוא אינו קשור להחלטות של שחקנים כלכליים.



ציור 15: האנחה של סטטיסטיקה "מחשבים" (המשוואה טואצטוס)

grant year<1986

Number of obs = 20287
 F(7, 20257) = 54.69
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.0859
 Adj R-squared = 0.0846

Incite01	Coef.	Std. Err.	t	P> t
usa	.1928575	.0384885	5.011	0.000
refer	-.2633523	.0427346	-6.163	0.000
_cons	.5544518	.0402906	13.761	0.000
gyear			F(22,20257) = 76.064	0.000
(23 categories)				

Grant year > 1986

Number of obs = 17026
 F(7, 17008) = 128.21
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.3667
 Adj R-squared = 0.3661

Incite01	Coef.	Std. Err.	t	P> t
usa	.1751703	.029623	5.913	0.000
refer	-.266625	.031084	-8.578	0.000
_cons	-.4513321	.032458	-13.905	0.000
gyear			F(10,17008) = 935.922	0.000
(11 categories)				

בציור 15 ניתן לראות באופן גרפי את תוצאות הניתוח לכל תחום טכנולוגי. העמודות מייצגות את הערך למשתני הדמי המתאימים, לדוגמה: המקדם של ארצות הברית ברגרסיה (נפרדת) לרפואה ותרופות הוא 1.01, בעוד שהמקדם של קבוצת מדינות ההשוואה באותה רגרסיה הוא -1.06, וכך הלאה.²⁴ מהציור עולה כי הפטנטים הישראליים טובים במיוחד בתחום

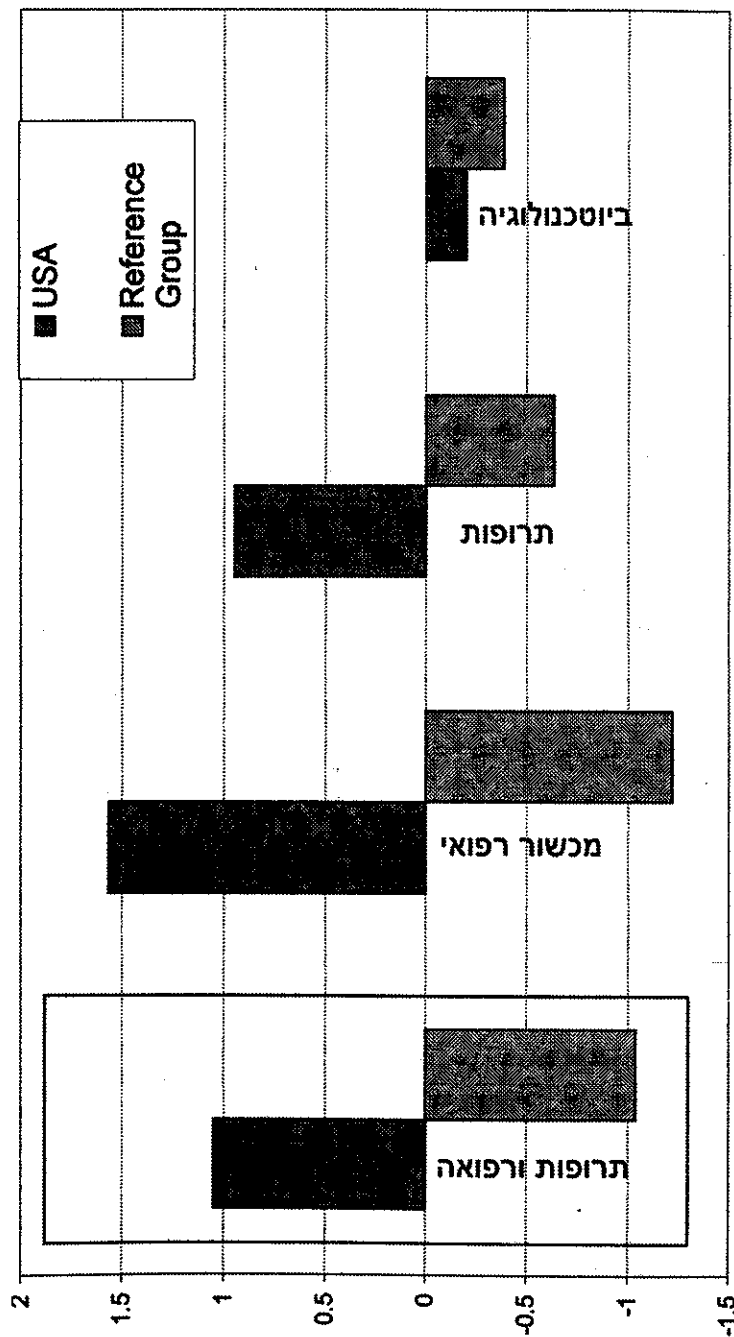
24. איננו מראים כאן את ערכי ה-t: מרבית המקדמים מובהקים, ועל כן התרשים משקף נאמנה את התוצאות האיכותיות.

המחשבים והתקשורת (בתחום זה אנו שווים לארצות הברית וטובים בהרבה מקבוצת מדינות הביקורת), בעוד שהנחיתות הגדולה ביותר שלנו מול ארצות הברית מתגלה בתחום הרפואה והתרופות.

בציור 16 אנו כותנים את תחום הרפואה והתרופות ביתר פירוט, והתמונה המתקבלת היא זו: אנו נמצאים בעמדה נחותה מאוד מול ארצות הברית במכשור הרפואי ובתרופות, אך אנו למעשה ביתרון קל בתחום הביוטכנולוגיה והביולוגיה המולקולרית. הסיבה לנחיתות בתרופות ברורה: תעשיית התרופות הישראלית התרכזה לרוב בתחום הגנרי, אשר בהגדרתו אינו עוסק בפריצות דרך ולכן אינו מקבל ציטוטים רבים, בעוד שתעשיית התרופות בארצות הברית היא המתקדמת ביותר בעולם. הנחיתות בתחום המכשור הרפואי מעוררת תהיה ומצריכה בדיקה קפדנית נוספת, בהתחשב בסטנדרטים הגבוהים יחסית שמקובלים במגזר זה בישראל. החדשות הטובות באות מתחום הביוטכנולוגיה, שבו הפטנטים הישראליים מצוטטים אף יותר מאלה של ארצות הברית.²⁵

הפטנטים הישראליים משתווים אם כן לאמריקאים במונחי "איכות" בשני התחומים הניצבים בחזית הטכנולוגיה העולמית, מחשבים ותקשורת וביוטכנולוגיה. הראשון הוא גם התחום בעל שיעור הצמיחה הגבוה ביותר בישראל, השני עדיין קטן מאוד אך נראה כי עלה על תוואי גידול סביר. זהו ממצא מעורר ביותר, המצביע על הפוטנציאל הגדול הטמון במגזר ההיי-טק בישראל.

25. אך עלינו לזכור כי באופן יחסי יש מעט פטנטים ישראלים בביוטכנולוגיה (ראה נספח 2) — רק 196 בכל התקופה.



טאבלו 9: ניתוח השוואתי של פטנטים בישראל ובארצות הברית (נתונים מ-1968 עד 1997)

מקורות

Central Bureau of Statistics, State of Israel, 'National Expenditure on Civilian Research and Development 1989-1997'. Publication No. 1086, May 1998.

Griliches, Zvi and Haim Regev, 'R&D, Government Support and Productivity in Manufacturing in Israel, 1975-1994'. Mimeo, presented at the Forum Sapir Conference, January 1999.

Henderson, R., Jaffe, A. and M. Trajtenberg, 'Universities as a Source of Commercial Technology: A Detailed Analysis of University Patenting 1965-1988'. *Review of Economics and Statistics*, February 1998, Vol LXXX (1), pp. 119-127.

Jaffe, A., Henderson, R. and M. Trajtenberg, 'Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations'. *Quarterly Journal of Economics*, August 1993, pp. 577-598.

Jaffe, A. and M. Trajtenberg, 'Modeling the Flows of Knowledge Spillovers'. *Proceedings of the US National Academy of Sciences*, November 1996, Vol. 93, 99. 12671-12677.

Levin, R., A. Klevorick, R.R. Nelson, and S.G. Winter, 'Appropriating the Returns from Industrial Research and Development', *Brookings Papers on Economic Activity*, 1987, 3, 783-820.

National Science Foundation, *Science and Technology Data Book*, Washington D.C. NSF 1996.

Trajtenberg, M. 'A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations'. *The Rand Journal of Economics*, Spring 1990, 21(1), 172-187.

Trajtenberg, M., Henderson H. and Jaffe, A. and, 'University versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention'. *Economics of Innovation and New Technology*, 1997, 5(1), pp. 19-50.

נספח 1

נספח פטנטים של ארצות נבחרות 1997-1968
(לפי שנת הבקשה)

מדינה	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	87-1983	82-1978	77-1973	72-1968	ישראל
668	609	613	576	421	355	312	325	318	281	211	137	102	58		
2,555	2,419	2,583	2,270	2,180	1,955	2,049	1,933	2,029	1,876	1,345	1,147	1,180	1,106	קנדה	
2,957	2,787	3,107	2,832	2,795	2,885	2,968	3,044	2,925	2,940	2,397	2,199	2,164	1,929	צרפת	
7,772	7,278	7,469	7,063	6,669	6,909	6,880	7,487	7,759	7,621	6,660	6,167	5,745	4,874	גרמניה	
1,237	1,204	1,242	1,159	1,141	1,260	1,249	1,282	1,232	1,267	971	819	718	660	איטליה	
25,637	24,252	24,474	23,357	21,515	22,342	22,701	22,072	21,650	19,866	13,979	9,359	6,385	4,062	יפן	
2,600	2,421	2,628	2,517	2,305	2,227	2,320	2,584	2,811	2,704	2,429	2,357	2,709	2,764	בריטניה	
72,144	64,026	74,249	62,216	58,990	55,741	53,451	53,130	50,190	46,968	37,990	38,222	41,894	45,150	ארצות הברית	
513	482	429	421	344	318	349	349	310	262	212	143	103	70	קובצת החייחוסות	
64	53	60	72	49	49	57	54	52	63	36	21	18	20	פולנד	
85	70	55	59	34	39	39	43	52	45	49	47	33	17	ארצות הברית	
190	184	183	162	146	163	133	146	146	124	99	63	87	67	ניו זילנד	
103	111	81	106	72	65	64	50	62	46	30	23	17	11	ספרד	
98	99	81	80	56	60	31	19	21	14	8	4	2	4	הונג קונג	
3,049	2,632	1,747	1,497	1,019	892	787	509	409	205	74	20	9	4	סונפור	
2,607	2,262	1,924	1,778	1,460	1,256	1,116	931	725	557	279	87	33	1	דרום קוריאה	
														טייוואן	

"נמרים אסיאתיים"

הנתונים לארבע הקופות של המשנים בין 1968 ל-1997 הם ממוצעים שנתיים.

נספח 2

מספר פטנטים לפי תת-קטגוריות טכנולוגיות*

תת-קטגוריה	5 שנים (1994-1990)	סך הכול (1997-1968)
תקשורת	198	417
מחשבים + חומרה	197	409
תרופות	140	391
מכשור רפואי	135	424
שונות - כימיה	104	389
שונות - אחרים	102	362
מערכות כוח	86	266
ביוטכנולוגיה	77	196
עיבוד חומרים	76	238
מידה ובדיקה	63	230
שונות - מכניקה	56	187
רהיטים, מתקנים ביתיים	55	168
גרעין ורנטגן	54	158
תרכובות אורגניות	50	244
אופטיקה	46	116
מתקנים חשמליים	43	125
שונות - חשמל	41	111
טפטוף, הקטרה ופיזור	41	175
תחבורה	40	100
טיהור והפרדת נוזלים	40	162
הקלאות, בעלי חיים ומוזן	37	150
חומרים פלסטיים	32	125
שונות - תרופות ורפואה	26	90
כימום	26	109
מוליכים למחצה	23	58
תאורת חשמל	22	69
קירור	20	76
מתקני בידור	20	101
מנועים, מכוונות וחלקיהם	20	110
מחשבים - ציוד הקפי	18	40
קבלים	17	60
העברה נוזלים	17	91
אגירת מידע	16	55
הלבשה וטקסטיל	15	57
עיבוד מחכות	10	50
צינורות ואבזרים	9	38
הקלאות, מוזן, טקסטיל	7	47
עיבוד קרקע, בארות	6	57
ציפוי	5	41
גז	3	11
סך הכול	1993	6,304

* מדין לפי סכומי 5 השנים האחרונות.