

מחלקת המחקר



בנק ישראל

השפעת הגלישה (Spillover) של המחקר והפיתוח  
על הצמיחה והפרייון בתעשייה הישראלית,  
1990 עד 1994

שמחה בר אליעזר\* ואריה ברגמן\*\*  
סדרת מאמרים לדיון 2001.05  
מארס 2001

**הדעות המובאות במאמר זה אינן משקפות בהכרח את עמדת בנק ישראל**

מחלקת המחקר, בנק ישראל ת"ד 780 ירושלים 91007  
Research Department, Bank of Israel, POB 780, 91007 Jerusalem, Israel  
[WWW.BANKISRAEL.GOV.IL](http://WWW.BANKISRAEL.GOV.IL)

## תקציר

מחקר זה<sup>1</sup> מציג את ההשפעות החיצוניות החיוביות (Spillovers) של ההשקעות במחקר ופיתוח בענפי התעשייה בארץ ובחו"ל, ומכמת את גלישת הטכנולוגיה המקומית והמיובאת, דרך מוצרי הביניים ומוצרי ההשקעה, למפעלים שלא עמלו בה. הניתוח מקיף את קשרי הגומלין של משתני הידע והמו"פ - העצמי וזה שגלש ממקומות אחרים - בינם לבין עצמם ועם הפיריון, השכר והיצוא בענף.

כבסיס לאמידה שימשה מערכת נתונים מקיפה במחירים קבועים, ל-77 ענפי משנה מקובצים (3 ספרות) לשנים 1990 עד 1994. מסגרת הניתוח היא פונקצית ייצור מסוג קוב-דאגלס, "מקדמי תשומה-תפוקה" ומודל סימולטני בו התפוקה, הון המו"פ והיצוא נקבעים יחד ומושפעים, בין היתר, על ידי הגלישה.

מצאנו כי בתעשייה בישראל, בדומה למדינות תעשייתיות אחרות, לגלישת המו"פ - המקומי וזה הנעשה במדינות עמן יש לנו קשרי מסחר - השפעה משמעותית ומובהקת על התפוקה והפיריון. לגלישה זו, על סוגיה, השפעה חיובית ניכרת גם על המו"פ העצמי, על השכר בענף ובעקיפין על היצוא. אף לרכישת ידע ופטנטים מענפים אחרים ומחו"ל תרומה חיובית לתוצר ולפיריון הכולל. אין זה מפתיע כי ההשפעה של הגלישה ממוקדת בענפי ההי-טק בהם המו"פ העצמי וההון האנושי גבוהים יחסית.

שיעורי התשואה על ההון הפיזי הגולמי הגיעו בממוצע לכ-14 אחוזים, ועל הון המו"פ (הגולמי) העצמי בענף ל-20 אחוזים. אם נוסיף לה את אומדן התשואה הנובעת מהגלישה, שערכה גבוה יותר, לפי ממצאנו, מההשפעה הישירה של המו"פ העצמי, יגיע שיעור התשואה הכולל (Social rate of return) מההשקעות במו"פ בתעשייה (ישירות ובעקיפין), לכ-40 עד 50 אחוזים לשנה. תוצאה זו מצביעה על הכדאיות היחסית הגבוהה של ההשקעה במו"פ התעשייתי. מנקודת ראות המשק, משתקפת כאן השקעת-חסר בידע, בחדשנות וכנראה גם בהון אנושי – תופעה מובנת כאשר היצרנים מקבלים ישירות כתמורה להשקעותיהם במו"פ פחות ממחצית התשואה, בעוד היתר ניתן במתנה לפירמות האחרות בתעשייה.

---

<sup>1</sup> אנו מודים למנואל טרכטנברג, עובד יושע, רוני פריש וחיים רגב על הערותיהם, ולאדי מושיץ על עזרתו בהכנת הנתונים והאומדנים.

**1. מבוא**

במחקר זה נבחן, לראשונה עבור ישראל, את כלל ההשפעות החיצוניות החיוביות (Spillovers) של ההשקעות במחקר ופיתוח שנעשו בענפי התעשייה בארץ ובחו"ל. ננסה לכמת את השפעות סך מלאי הון הידע, הכולל גלישת הטכנולוגיה המקומית והמיובאת, דרך מוצרי הביניים ומוצרי ההשקעה, על מפעלים שלא עמלו בה. כן נעמוד על הגורמים העיקריים הקובעים את היקף מלאי הון המו"פ העצמי בענפי התעשייה השונים ועל קשרי הגומלין של משתני הידע והמו"פ - העצמי וזה שגלש ממקומות אחרים - בינם לבין עצמם ועם הפיריון, השכר והיצוא בענף.

המסגרת המושגית נעוצה במודלים של צמיחה אנדוגנית והתקדמות טכנולוגית, לפיהן פירמות משקיעות במו"פ ובחדשנות ורוכשות ידע שמגדיל את הפיריון ואת שיעורי התשואה. חלק מידע זה גולש, תורם לתעשייה כולה ופועל כתשואה עולה לגודל על הייצור ועל הצמיחה ארוכת הטווח.<sup>2</sup> קיימת עדות מכריעה לכך שפעילות זו של מחקר, פיתוח, המצאות וחדשנות מילאה תפקיד מרכזי בצמיחה הכלכלית המודרנית.

גריליכס (1979) הגדיר שני סוגים של גלישת טכנולוגיה: הראשון (rent-spillovers) קשור לזרימה של מוצרים בין פירמות, לפיו המחיר של מוצר חדש אינו משקף, בדרך כלל, באופן מלא את הגידול באיכותו כתוצאה מחדשנות, בגלל לחצי התחרות. אם מוצר זה משמש כתשומה בתהליך הייצור של פירמה אחרת, האחרונה תקבל חלק מהחדשנות במוצר במתנה. סוג שני הוגדר כגלישה "טהורה" של ידע (pure knowledge spillovers), המגיעה דרך פטנטים, ניידות של חוקרים וכיוצא באלו. בדרך כלל מניחים כי זרימה זו של ידע טהור מגבירה את הפיריון של המו"פ העצמי. ננסה לבחון בעבודה זו את שתי דרכי ההשפעה האלה במפעלי ענפי התעשייה בישראל. מחקרים רבים בעולם הצביעו בשנים האחרונות על משקלה הגבוה של השפעת הגלישה. מסתבר ממחקרים אמפיריים אלה כי היתרונות החיצוניים אינם נופלים מההשפעה הישירה בפירמות העוסקות במו"פ ואף עולים עליה,<sup>3</sup> או כפי שגריליכס סיכם זאת בספרו<sup>4</sup> :

"R&D spillovers are present, their magnitude may be quite large, and social rates of return remain significantly above private rates. ... Estimates imply ... the elasticity of output with respect to aggregate "outside" R&D, between about half of and double the elasticity of output with respect to private R&D. ... R&D returns can account for up to half of the growth in output per worker and about three-quarters of measured TFP growth..."

<sup>2</sup> ראה למשל: Grossman and Helpman, 1991 וכן Helpman, 1998 ; Griliches, 1998.  
<sup>3</sup> Griliches 1995, 1998. הרבה מהמחקרים האמפיריים בנושא זה נעשו ברמת המדינה ולא ברמת הענף ולכן קשה להשוות ולכמת את ההשפעה של הגלישה המקומית בכל מדינה לעצמה. מחקר כזה, הכולל גם את ישראל בין התצפיות, נעשה על ידי Coe & Helpman, 1995.  
<sup>4</sup> The Search for R&D Spillovers: 11; R&D and Productivity, The Economic Evidence (1998); בפרק 11 (הופיע קודם כמאמר ב-1992).

על אף הקשיים הסטטיסטיים הקיימים במחקר מסוג זה, וההבדלים בין המחקרים בשיטות האמידה, בהגדרות ובמהימנות הנתונים, מצאנו כי גם בתעשייה בישראל השפעה דומה ומשמעותית של גלישת המו"פ על התפוקה והפריון. התוצאות מצביעות על השפעות חיצוניות מובהקות הן של גלישת המו"פ המקומי של ענפים אחרים והן של המו"פ הנעשה במדינות עמן יש לנו קשרי מסחר. כן נראה כי לגלישה זו, על סוגיה, השפעה חיובית ניכרת על המו"פ העצמי, על השכר בענף ובעקיפין על היצוא.

כמקובל, נשתמש לאמידה בפונקצית ייצור מסוג קוב-דאגלס,<sup>5</sup> של התפוקה עם מוצרי ביניים, שעות עבודה, הון פיזי והון ידע בלתי מוחשי כתשומות. תרומת ההתקדמות הטכנולוגית תשתקף באמצעות כמה משתנים: מלאי הון מו"פ עצמי בענפי התעשייה, מדד לגלישה המקומית המשוקללת של מו"פ זה, אינדיקטור לגלישת ידע ומו"פ מחו"ל דרך יבוא מוצרי ביניים, העברת ידע באמצעות ההשקעות במכונות וציוד חדישים וכן דרך המפעלים בענף שרכשו פטנטים ושקנו ידע.

כבסיס לאמידה הכנו, בשלב זה, מערכת נתונים במחירים קבועים, ל-77 ענפי משנה מקובצים (3 ספרות) לשנים 1990 עד 1994. הנתונים עובדו מסקרי התעשייה, המו"פ והחדשנות, מלאי ההון וממקורות אחרים בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.<sup>6</sup> משתני הגלישה התבססו על ערך מלאי-הון המו"פ בענפים השונים והשקלול נעשה בעזרת "מקדמי תשומה-תפוקה" לייצור המקומי וליבוא, לאחר התאמה לענפי המשנה המקובצים, לפי לוח ת"ת לשנת 1992. הנחנו כי ככל שענף קונה יותר מוצרי ביניים מענף עתיר מו"פ, הגלישה אליו תהיה גדולה יותר. כך, לדוגמה, הגלישה לענף שקונה מאחד מענפי האלקטרוניקה תהיה גדולה פי כמה מענף שקונה תשומות בשיעור דומה מענפי הטכסטיל.

**לוח 1 א': התוצר, גורמי הייצור והפריון בתעשייה, 1990 עד 1995  
(השינוי הכמותי הממוצע לשנה, באחוזים)**

7.5	בתוצר
4.7	בשעות העבודה
6.4	בהון הפיזי
6.0	בהון המו"פ
9.0	ביצוא
2.7	בתוצר לשעת עבודה
2.2	בפריון הכולל

<sup>5</sup> כמו בעבודות קודמות על התעשייה הישראלית קיבלנו תוצאות דומות מפונקצית ייצור כללית יותר - ה"טרנסלוג", ראה: Bregman, Fuss & Regev, 1999, 1995, 1991. פונקצית קוב-דאגלס שימשה גם במחקר דומה על מפעלי התעשייה בשוויץ, Arvanitis & Hollenstein, 1998. להלכה ניתן היה גם לאמוד פונקצית עלויות (Cost function), ראה למשל Bernstein & Nadiri, 1988, אולם הנתונים שברשותנו עדיין אינם מספקים.

<sup>6</sup> פירוט מקורות הנתונים וחישוב המשתנים, בסעיף 2. רשימת המשתנים והגדרותיהם – **בנספח ו'.**

במחצית הראשונה של שנות התשעים התאפיינה התעשייה בישראל בצמיחה מהירה מוטת יצוא, עם גידול ריאלי של כ-7.5 אחוזים בממוצע לשנה בתוצר, והתרחבות של כ-9 אחוזים ביצוא, (לוח 1 א'). הייצוא נסמך במידה רבה על מוצרים מתוחכמים עתירי טכנולוגיה, ידע והון אנושי בעיקר מענפי ההי-טק, אך גם ממפעלים חדשניים בענפים המסורתיים (לוח 1 ב'). תהליך זה התבסס על מחקר ופיתוח שבוצע מאז תחילת שנות השמונים בתעשייה עצמה, ועל ידע וחדשנות שנרכשו בחו"ל - הן על ידי יבוא ישיר והן כגלומים במוצרי הביניים ובהשקעות במכונות וציוד. יש לציין כי ההשקעות במו"פ בתעשייה הישראלית גבוהות יחסית למדינות התעשייתיות האחרות ושיעורם מהפדיון (כ-2 אחוזים) נמצא מעל לממוצע של ארצות ה-OECD (לוח 7). גם במספר הפטנטים הישראלים לנפש שאושרו בארה"ב נמצאת ישראל, מאז תחילת שנות התשעים, בחזית המדינות המתקדמות.<sup>7</sup>

רמת ההון האנושי הדרושה לביצוע המו"פ והוצאת הפטנטים גבוהה יחסית, והיא משתקפת במחקר זה בשיעור המהנדסים, האקדמאים והטכנאים בקרב העובדים, שיעור שגדל במהירות בעשור האחרון. יחד עם זאת גדל כוח העבודה כולו בתקופה הנסקרת (1990 עד 1995) ב-5 אחוזים בקירוב לשנה, כאשר בתוכו עולים חדשים רבים שתהליך קליטתם והתאמתם לתעשייה מודרנית רק החל.<sup>8</sup> התפתחויות אלה אמורות להשתקף במשוואות הייצור והפיריון בהם נדון בהמשך בניתוח תוצאות האמידה, בסעיף 4. קודם לכן יוצגו בסיס הנתונים, שיטות האומדן והמסגרת המושגית בסעיפים 2 ו-3 להלן. נחתום את העבודה בכמה הערות למדיניות התעשייתית המתבקשת.

**לוח 1 ב': מאפייני מו"פ והון אנושי בתעשייה (באחוזים)**

1997		1993		
ענפים מסורתיים*	ענפים מתקדמים*	סה"כ	סה"כ	
9.1	31.3	20.3	16.8	שיעור מהנדסים וכד**
				יחס בין הוצאות המו"פ והפדיון***:
0.2	4.9	2.4	1.9	א. כל התעשייה
1.7	8.7	7.7	6.2	ב. במפעלים העוסקים במו"פ
				<b>שיעור מפעלים המשתמשים :</b>
6.8	10.8	8.6	..	א. בפטנטים קנויים
16.7	30.7	23.0	..	ב. בפטנטים מפיתוח עצמי
36.9	43.4	40.0	..	שיעור משתמשים בציוד חדיש
35.1	40.7	37.5	..	שיעור רוכשי ידע מלקוחות וספקים
50.7	60.8	55.4	..	" " " ממקורות אחרים

\* הענפים המתקדמים: כימיה, זיקוק נפט, פלסטיק וגומי, מכונות וציוד, חשמל ואלקטרוניקה, ציוד תקשורת, ציוד מדעי, כלי הובלה. ראה: סקר מבנה כוח אדם, דפוסי עבודה וחדשנות בתעשייה, הלמ"ס (1999), לקט ממצאים סטטיסטיים, מס' 16. \*\* שיעור המהנדסים, האקדמאים והטכנאים בכלל המועסקים. \*\*\* המו"פ כולל השקעות.

<sup>7</sup> טרכטנברג, 1999.

<sup>8</sup> ניתוח רחב של התפתחות התעשייה הישראלית בתקופה זו ניתן למצוא בדוחות בנק ישראל 1994 עד 1997, בפרק ב.

## 2. הנתונים ושיטות האמידה

מערכת הנתונים הבסיסית לאמידה נבנתה על יסוד הגדרות ושיטות אחידות, למפעלי התעשייה המעסיקים 5 עובדים ומעלה והיו פעילים לפחות באחת מהשנים 1990 עד 1994. הנתונים על תפוקה, תוצר, יצוא, תשומות ביניים (מייצור מקומי ומיבוא), שעות עבודה, שכר ומועסקים והשקעות בנכסים קבועים מבוססים על תוצאות סקרי התעשייה לשנים אלו, שנערכו על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. נתוני סקרים אלה סווגו מחדש לפי הסיווג האחד של ענפי כלכלה 1993, ורוכזו עבור מחקר זה ל 77 ענפי משנה (3 ספרות) מקובצים.

כל נתוני הסקרים הוערכו במחירים קבועים של 1990: נתוני התפוקה השוטפים נוכו במדדי מחירי המכירות המקומיות (מדד מחירים סיטוני של תפוקת התעשייה) והמכירות ליצוא - במדד מחירי היצוא בדולרים לפי שע"ח אפקטיבי. נתוני תשומות החומרים נוכו במדד מחירים משוקלל של תשומות מיבוא ותשומות מייצור מקומי, על פי משקלות לוח תשומה-תפוקה 1992. נתוני התוצר במחירי 1990 נתקבלו כהפרש בין נתוני התפוקה לנתוני התשומה במחירים קבועים.

מלאי ההון הפיזי הגולמי נקבע על סמך סקר מלאי ההון שנערך בלשכה לסטטיסטיקה במפעלי התעשייה ל-1.1.92. לשנים האחרות חושב מלאי ההון בענפי המשנה בשיטת "מלאי ההון המתמיד" - כלומר בתוספת השקעות שנתיות ובניכוי גרט.

מלאי הון המו"פ העצמי (R) של הענף, העומד בבסיס עבודה זו, חושב כערך מצטבר של ההשקעות האזרחיות במו"פ, במחירים קבועים, בשבע השנים האחרונות.<sup>9</sup> השקעות אלו, הכוללות הוצאות שוטפות על עבודה וחומרים וכן רכישת ציוד למחקר, מבוססות על סקרי מו"פ שנתיים של הלמ"ס. על מנת למנוע כפילות יש להלכה לנכות הוצאות אלו על מו"פ מסעיפי התשומות המתאימים, כגון משעות העבודה של כל ענף ומקניית החומרים (למעשה, הניכוי לא בוצע בשלב הנוכחי של המחקר).

על יסוד מלאי הון זה חושב גם משתנה הגלישה המקומית (TSO)<sup>10</sup> - ערך המו"פ שגלש מענפים אחרים ובין מפעלים בענף עצמו. משתנה זה לענף i הוא סכום המכפלה של מלאי הון המו"פ של כל ענף בשיעור שבו מוצרי הענף משמשים מוצרי ביניים בייצור בענף i (על בסיס המקדמים הישירים מלוח תשומה-תפוקה 1992, ברמה של 77 ענפים). מכירות הענף לעצמו נכללות במקדמים אלה.

<sup>9</sup> אינו כולל מחקר ופיתוח צבאי שלא בוצע במפעלי תעשייה אזרחיים פעילים. ההנחה לגבי אורך חיים ממוצע למו"פ של כ-7 שנים נבחנה בעבודות קודמות ונמצא שהיא נותנת תוצאות סבירות באמידה של פונקצית הייצור, ובכל אופן אין התוצאות רגישות בדרך כלל לאורך החיים שבסביבות הנחה זו, (ראה, למשל, ברגמן ומרום - 1999).

<sup>10</sup> לדיון מושגי רחב יותר במשתני הגלישה השונים ולניסוח פורמלי, ראה בסעיף 3 הבא.

הגלישה של מו"פ ממדינות אחרות (FSO) מבוססת על מלאי הון מו"פ של מדינות הסחר העיקריות עם ישראל.<sup>11</sup> מלאי זה, לענפי התעשייה הראשיים, חושב על ידינו למדינות השונות בשיטה שבה נקטנו בישראל - סיכום ההשקעות השנתיות במו"פ, ל-7 שנים, במחירים קבועים (ניכוי במחירי תוצר). מלאי המו"פ של כל מדינה בכל ענף הוכפל בשני שיעורים: א) שיעור היבוא של מוצרי ביניים על ידי התעשייה הישראלית מהמדינה הזו מתוך כלל יבוא מוצרי הביניים ו ב) שיעור יבוא מוצרי הביניים של ענף המשנה בישראל מענף המקור (2 ספרות) בחו"ל, מתוך כלל קניית מוצרי ביניים של הענף. (נלקח ממקדמי היבוא בלוח ת"ת הנ"ל). כלומר, אנו מניחים כי ככל שהענף מייבא יותר מוצרי ביניים ממדינה בעלת מחקר מפותח ומענף עתיר מו"פ בחו"ל, הוא נהנה יותר מהידע הגלום והנלווה ליבוא התשומות שלו. אולם, לא עלה בידינו להביא בחשבון את ההבדלים בין ענפי המשנה ביבוא תשומות לפי ארץ המוצא. כן לא נכללה הגלישה של מו"פ באמצעות היבוא של מכונות וציוד מחו"ל ליעדים המקומיים. אי לכך הוספנו משתנה המשקף, לפחות בחלקו, גלישה של ידע וחדשנות מחו"ל, הוא "איכות ההון הפיזי" (QKM) - שיעור המכונות והציוד בענף שנרכש בחמש השנים האחרונות. ציוד מודרני זה מגלם כפי הנראה הרבה מהמו"פ ומהחידושים בתחום המוצרים, החומרים ותהליכי הייצור שבוצעו במדינות המקור. נושא החדשנות נחקר לאחרונה בסקר מיוחד על ידי הלמ"ס (סקר חדשנות בתעשייה, 1997). תוצאות סקר זה, שרוכז ברמה של ענף ראשי בלבד, שימשו כאן לייצוג שני מאפיינים חשובים בתחום - שיעור המפעלים בענף שרכש פטנטים וחידושים ממקורות חיצוניים (PPA), ושיעור המפעלים שרכש ידע (KNOH). הנחנו כי שיעור הרכישה בכל ענף משנה דומה לזה של הענף הראשי בו הוא כלול וכי הנתונים לשנת 1997 משקפים גם את היחסים הממוצעים בין הענפים לשנות התשעים הראשונות. סקר מיוחד על מבנה כוח האדם בתעשייה 1993, שימש לבניית אומדן איכות תשומת העבודה - שיעור המהנדסים, האקדמיים והטכנאים מכלל המועסקים בענף (QLN) ולחישוב שיעור העבודה במשמרות (SHIFT).

### **3. המסגרת המושגית ויישומה**

בהתאם לגישה שהציע גריליכס (1992, 1979) והאחרים שבאו בעקבותיו, נגדיר את הון הידע שגלש לענף (spillover capital) כסכום המשוקלל של הידע הטכנולוגי שהגיע לידי המפעלים בענף מכל המקורות האפשריים. יהא  $R_i$  מלאי הון המו"פ, הקיים בענף  $i$ .  $W_{ij}$  יהא ה"משקל", כלומר החלק האפקטיבי של מלאי הידע בענף  $j$  שעבר לידי ענף  $i$ .

<sup>11</sup> בחרנו ב-9 המדינות הבאות: ארה"ב, גרמניה, יפן, איטליה, אנגליה, הולנד, צרפת, שוודיה וספרד. החשובים נעשו בדולרים של שיוון כוח הקניה (PPP) של שנת 1990. מקור הנתונים על המו"פ השוטף: OECD, 1996.

$$(1) \quad SO_i = \sum_j w_{ij} R_j \quad ; \quad i \neq j \quad : \text{סך הגלישה המקומית, ללא גלישה בין מפעלים בתוך הענף}$$

$$(2) \quad TSO_i = \sum_j w_{ij} R_j \quad ; \quad : \text{הגלישה המקומית, כולל בין מפעלים בענף עצמו}$$

כאשר  $i$  ו-  $j$  הם ענפי המשנה בתעשייה (מ1 עד 77).

המשקל ( $W_{ij}$ ) נקבע לפי ה"קרבה" שבין הענפים השונים. כאן אנו מניחים שהיא תהיה פרופורציונית ליחסי "תשומה-תפוקה" ביניהם, כלומר לאחוז הקניות של כל ענף ממשנהו. שיעורים אלה נמדדו באמצעות המקדמים הישירים של קניות מוצרי ביניים מקומיים<sup>12</sup>. גישה זו מייצגת במידה רבה את ה"rent spillover" שהוזכר לעיל, אולם מהווה גם אינדיקטור לגלישה "הטהורה" מענפים אחרים. כל אלה חידושים ושיפורים טכנולוגיים שלא נוצלו במלואם על ידי יצרניהם.<sup>13</sup>

נוסיף את הגלישה של מו"פ מחו"ל דרך יבוא מוצרי הביניים. יהא RFS מלאי הון מו"פ בענפי התעשייה במדינות הסחר עם ישראל, ו  $V_i$  שיעור היבוא של ענף  $i$  מענף  $s$  במדינות הנ"ל:

$$(3) \quad FSO_i = \sum_s V_{is} RF_s \quad : \quad \text{סך הגלישה מהון המו"פ מענפי התעשייה בחו"ל}$$

ניתן לראות, אפוא, מושגית את הון הידע והמו"פ שגלש כמוצר ציבורי חופשי שלכל הפירמות יש גישה אליו. אולם, להלכה יש להביא בחשבון גם את ההבדלים בין הפירמות ברמת הפתיחות שלהן - במידה שהן מאפשרות לידע הפרטי ולחדשנות שיצרו לגלוש החוצה ללא תמורה.<sup>14</sup> הדבר תלוי בין היתר באפקטיביות של ההגנה שיש למפעל על הפטנטים, בשמירת סודיות, ובטיב הידע ומורכבות החידושים. מצד שני נדרש כושר קליטה טכנולוגי - כמו ידע בסיסי והון אנושי מתאים - בפירמות שמקבלות את הגלישה. חלק מהטרונגניות זו של הפירמות נבלע, במחקר שלנו, בממוצע הענפי וחלק נוכל להביא בחשבון במדידה האמפירית בעזרת שני משתנים נוספים לפונקצית הייצור: שיעור המפעלים בענף שקנו ידע ושיעור אלה שרכשו פטנטים מהחוץ.

נניח מודל פשוט בו המפעלים בענף מיצרים תפוקה ( $Q$ ) כשהם משתמשים במוצרי ביניים ( $M$ ), בתשומת עבודה ( $L$ ), בהון פיזי ( $K$ ) ובהון מו"פ עצמי ( $R$ ). הון הידע שגלש מענפים אחרים ( $TSO, SO$ ) ומחו"ל ( $FSO$ ), יהיה

<sup>12</sup> נדגיש כי מקדמים אלה משמשים אך ורק לשקלול מלאי הון המו"פ בענפים השונים מהם קונה ענף  $i$ . להתפלגות הענפית של מוצרי הביניים כשלעצמם, או לשונות שלהם, אין כלל השפעה על התפוקה והפרייון, כפי שבדקנו למעשה לגבי הרגרסיות בלוח 2 להלן.

<sup>13</sup> כפי שיפורט להלן, הוספנו שני משתנים שמיצגים העברה ישירה של ידע מענפים אחרים בארץ ובחו"ל.

<sup>14</sup> ראה רשימת מאמרים שדנים בנושא זה אצל Arvanitis & Hollenstein, 1998.



משתנה נוסף. כן תלויה התפוקה כנראה במצב הטכנולוגי הכללי בענף - איכויות ההון הפיזי והעבודה, שיעור העבודה במשמרות, גודל הענף, שיעור היצוא ושיעור הקנייה של ידע ופטנטים. נניח, בשלב זה, כי לתעשייה הישראלית מתאימה פונקצית ייצור מסוג קוב-דאגלס, כפי שהוכח בכמה מחקרים קודמים. (רשימה מלאה של המשתנים מובאת בסוף הנספח).  
משוואת התפוקה תהיה:

$$(4) \quad Q_i = AM_i^\alpha L_i^\beta K_i^\gamma R_i^\delta SO_i^\lambda FSO_i^\phi QKM_i^\mu \sum_s Z_{is}^{\theta_s}$$

ומשוואת התוצר בהתאם:

$$(5) \quad Y_i = AL_i^\beta K_i^\gamma R_i^\delta SO_i^\lambda FSO_i^\phi QKM_i^\mu \sum_s Z_{is}^{\theta_s}$$

כאשר  $Z_s$  הינו כל יתר המשתנים שהוזכרו לעיל – איכות העבודה (QLN), שיעור נצילות ההון הפיזי (SHIFT), שיעור הקנייה של ידע (KNOH) ופטנטים (PPA), שיעור העולים (OLIM) וכו'. בצורתם הלוגריתמית נציג את הפונקציות באותיות קטנות, המייצגות לוגים, ונשמיט את סימן הענף.

$$(6) \quad q = a + \alpha m + \beta l + \gamma k + \delta r + \lambda so + \phi FSO + \mu QKM + \sum_s \theta_s z_s$$

משוואת פרויון העבודה - התפוקה לשעת עבודה - תתקבל על ידי הפחתת הלוג של L משני צדי משוואה (6):

$$(7) \quad q - l = a + \alpha(m - l) + \gamma(k - l) + \delta(r - l) + \lambda so + \phi FSO + \mu QKM + \sum_s \theta_s z_s$$

תשואה קבועה לגודל הוגדרה כאן כ  $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$ ; השערה זו תבחן על ידי הוספת 1 למשוואה (7) כמשתנה נפרד.

הפריון הכולל (Total Factor Productivity) מוגדר כאן בדרך המקובלת - כלומר בהנחה של תשואה קבועה לגודל לגורמי הייצור הראשוניים, עבודה והון פיזי בלבד.<sup>15</sup>

$$(8) \quad TFP = y - (Se) l - (1-Se) k = a + \lambda r + \delta so + \phi FSO + \mu QKM + \theta_s \sum_s z_s ;$$

כאשר Se: הוא חלקה של התמורה לעבודה (סך השכר ששולם) בתוצר התעשייתי. כלומר, התפוקה של שני ענפים המשתמשים בכמויות שוות של הון פיזי ועבודה תהיה שונה בעיקר בגלל הבדלים בהון המו"פ, בגלישה לענפים אלו ובאיכויות העבודה וההון - הבדלים המוגדרים כפריון כולל.

משוואת הטרנסלוג היא קירוב מסדר שני לכל פונקציות הייצור, והתאמתה לתעשייה הישראלית נבדקה במחקרים שהוזכרו בהערה 4. היא מנוסחת כדלקמן:

$$(9) \quad q = a + \sum_i^4 b_i x_i + 1/2 \sum_i^4 b_i (x_i)^2 + \sum_i^4 \sum_k^4 b_{ik} x_i x_k + \sum_s c_s v_s \quad ;$$

כאשר  $x_i$  : m, l, k, r  $v_s$  : so, fso, qkm, z

תוצאות האמידה וחישוב הגמישויות של גורמי הייצור מפונקציה זו מובאים בנספח ב'.

על מנת לבחון את השפעת הגלישה על המו"פ העצמי ולקבל תמונה מקיפה יותר של יתר הגורמים הקובעים את גודל מלאי הון המו"פ בענף, אמדנו "משוואת מו"פ". מאחר שמלאי הון מו"פ הוגדר כמצרף של השקעות שנתיות במו"פ ב-7 השנים האחרונות, תשקף משוואה זו את הגורמים הקובעים השקעות אלו, גורמים שההגיון הכלכלי המכתיב את השתתפותם אינו דורש הסבר נוסף. נניח, בעקבות כמה ניסויים אמפיריים, שהמשוואה מעריכית וצורתה:

$$(10) \quad R_i = A \cdot QLN^\alpha EXR \cdot KL^\beta SO^\delta FSO^\lambda RR \cdot PPA^\gamma QKM^\phi OLIM^\psi EMP^\eta$$

נאמוד אותה ישירות (על ידי הלוגים) וכן במסגרת מודל סימולטני, שבו מלאי הון המו"פ נקבע יחד עם התפוקה וכן עם השכר, או היצוא. המשוואות הסימולטניות נבנו בהנחה שהתפוקה-הפרייון, המו"פ והיצוא (או השכר) הם משתנים אנדוגניים, כאשר משתני הגלישה, למשל, משפיעים הן על התפוקה והפרייון והן על הון המו"פ, על השכר ועל היצוא. (הסבר מורחב יובא בהמשך עם ניתוח תוצאות האמידה).

#### 4. תוצאות האמידה

התוצאות העיקריות של שלב זה בעבודה מוצגות בלוחות 2 עד 6, בהם משוואות תפוקה, תוצר, פרייון; ומשוואות מו"פ, שכר ויצוא. כבר בראיה ראשונה בולטת היציבות הניכרת של התוצאות. המקדמים של תשומות חומרי הביניים, העבודה וההון (R ו K) במשוואות הייצור, בכל הרגרסיות האלטרנטיביות, מובהקים ובסדרי גודל מקובלים ממחקרים אחרים על התעשייה בארץ ובחו"ל.<sup>16</sup> גמישות מוצרי הביניים, כאשר התפוקה היא המשתנה התלוי, מגיעה לכ-0.75, מקדם העבודה לכ-0.14, מקדם ההון הפיזי - לכ-0.09, והון המו"פ העצמי - לכ-0.03.<sup>17</sup>

<sup>15</sup> ובהנחה הרגילה שכל גורם ייצור מקבל בתמורה את ערך תפוקתו השולית.

<sup>16</sup> למשל, המחקרים שהוזכרו בהערות 4 ו 19, בהם מובאים גם תוצאות מחקרים אחרים לשם השוואה.

<sup>17</sup> שהם כ-0.54 לעבודה, כ-0.35 להון הפיזי ו-0.12 להון המו"פ, מהתוצר (כלומר, כאשר מנכים מהתפוקה את מוצרי הביניים). מקדם הון המו"פ במדידה ישירה של משוואת התוצר, לפי רגרסיה (1) בנספח א' 2, הוא 0.10.

(לוח 2 משוואה 1). כמעט כל התוצאות מעידות, פחות או יותר, על ייצור בתנאים של תשואה קבועה לגודל - לחומרים, לעבודה, להון הפיזי ולהון המו"פ העצמי (כלומר,  $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$ ).

במוקד העניין במחקר זה עומדת ההשפעה של משתני המו"פ - העצמי (R) והחיצוני שגלש מענפים ומפעלים אחרים בארץ (TSO) וממדינות הסחר עם ישראל (FSO). התמונה הכללית המצטיירת מהרגרסיות בלוח 2 ומהמודל הסימולטני בלוחות 5 ו-6, היא שלגלישת המו"פ השפעה משמעותית ומובהקת על התפוקה והפרייון, בנוסף להשפעתו המקומית הישירה בענף בו הוא נעשה. גם לרכישת ידע ופטנטים מענפים אחרים ומחוי"ל השפעה חיובית מובהקת על התוצר והפרייון הכולל (לוח 2, חלק שני). בסך הכל יש, כפי הנראה, למו"פ ולידע החיצוניים תרומה משמעותית לצמיחה התעשייתית בישראל, הגבוהה מתרומתו הישירה. כן מעידים הממצאים על הקשרים וכנראה גם התלות, של המחקר והפיתוח העצמי בזה הנעשה במקומות אחרים בארץ ומחוצה לה.

תוצאות סבירות התקבלו גם לגבי ההשפעות של משתנים אחרים - כמו המקדם החיובי המובהק של שיעור היצוא ושל איכות העבודה ב"הסבר" המו"פ העצמי, והמקדם השלילי המובהק של שיעור העולים החדשים בפונקציות הייצור. פירוט וניתוח מלאים יותר של הממצאים מובאים בהמשך.

#### א. משוואות הייצור והפרייון

נעיר כי המקדמים של המשתנים - פרט לחומרים, עבודה והון - אמורים לשקף לא רק את ההשפעה על התפוקה, או התוצר, אלא גם את ההשפעה הישירה על הפרייון ועל יעילות הייצור. כל תוספת תוצר מעל לזו הנובעת מגורמי הייצור הראשוניים מוגדרת כאן, כמקובל, כתוספת לפרייון. נוכל, אפוא, לפרש את המקדם החיובי של שיעור הציוד החדש למשל, בכל פונקציות התפוקה (בלוגים, לוח 2) בדרך הבאה: בממוצע לתעשייה, כל גידול של כ 10 אחוזים באיכות ההון בענף יכול להביא, *Ceteris Paribus*, לגידול של כ-0.3 אחוז בתפוקה (השווה לאחוז אחד בקירוב בתוצר) וכולו תוספת ריאלית לפרייון הענף.<sup>18</sup>

מלאי הון המו"פ בעבודה זו, כאמור לעיל, נאמד כסך ההשקעות השנתיות במו"פ, במחירים קבועים, בשבע השנים האחרונות.<sup>19</sup> הניסיון ממחקרים קודמים<sup>20</sup> מלמד כי שימוש בהנחות אלטרנטיביות, במיוחד לגבי אורך החיים של ההשקעות במו"פ, אינו משנה משמעותית את המסקנות העיקריות. הרגרסיות בלוח 2 ובנספח א' וכן

<sup>18</sup> מאחר שמערכת הנתונים לפיה נאמדו משוואות הייצור היא בעיקרה חתך רוחב, מדובר כאן על הפרש באיכויות ההון בין הענפים שמסביר הפרשי תפוקה ופרייון.

<sup>19</sup> למעשה, בשלב זה של העבודה, השתמשנו בערך "שירותי הון מו"פ" כמשתנה בפונקצית הייצור. אין בכך כדי להשפיע על הגמישות מאחר ששירותי ההון הם (בקירוב) כפולה של מלאי הון המו"פ הגולמי ( $R \cdot 0.171 = SR$ ).

<sup>20</sup> ברגמן ומרום (1998); Bregman, Fuss & Regev, (1991, 1999); Griliches (1984); Raut (1994).

משוואות Q בלוחות 5, 6, מראות את השפעתו הישירה של מלאי הון זה על התפוקה וההשפעה המשותפת של המו"פ העצמי עם השפעת הגלישה מהארץ ומחו"ל.

לוח 2: השפעות ישירות ועקיפות (Spillover) של המו"פ התעשייתי על הצמיחה והפרייון, ענפי משנה, לשנים 1990-1994. (פונקצית ייצור מסוג קוב-דאגלס. אומדני LS)

(4)		(3)		(2)		(1)		המשתנה התלוי: "המסבירים"
התפוקה (Q)		התפוקה (Q)		התפוקה (Q)		התפוקה (Q)		
Coeffi.	t	Coeffi.	t	Coeffi.	t	Coeffi.	t	
0.076	0.5	0.540	5.1	0.536	4.5	-0.491	-4.9	קבוע
0.769	58.8	0.779	67.6	0.756	59.5	0.748	54.3	מוצרי ביניים
0.137	11.7	0.137	13.8	0.146	12.9	0.142	11.5	עבודה
0.090	8.2	0.072	7.5	0.082	7.5	0.091	7.7	הון פיזי
		0.015	4.3	0.016	3.7	0.031	9.2	הון מו"פ
				0.027	4.1			גלישה TSO*
0.027	4.9	0.018	3.6					- SO
0.011	1.9	0.010	2.2					גלישה מחו"ל
0.074	2.3							רכישת ידע
0.020	2.0	0.017	2.1	0.024	2.6	0.031	3.1	איכות הציוד
-0.058	-5.1	-0.055	-5.8	-0.045	-4.3			אחוז עולים
0.189	8.2	0.176	8.4					RESW
0.992		0.994		0.992		0.991		A.R-square
0.084		0.071		0.081		0.089		S.E. of R.
231		231		231		231		N

(\* TSO-הגלישה המקומית כולל בין מפעלים בענף עצמו.

הערה: כל המשתנים, פרט לשארית של פונקצית השכר (RESW- אינדיקציה לרמת ההון האנושי) הם בלוגים. התצפיות הן ל-77 ענפי משנה (3 ספרות) מקובצים. כאשר  $N=231$  הרגרסיה היא לנתוני שלוש השנים 1990,92,94.

לוח 2: (המשך) השפעות ישירות ועקיפות של המו"פ התעשייתי על הצמיחה והפריון, ענפי משנה, לשנים 1990-1994. (המשך נוסף ללוח 2 בנספח א' 1)

(8)		(7)		(6)		(5)		המשתנה התלוי:
פריון כולל (TFP)		תוצר (Y)		תוצר (Y)		תפוקה (Q)		
Coeffi.	t	Coeffi.	t	Coeffi.	t	Coeffi.	t	"המסבירים"
3.016	15.4	-2.059	-5.6	-0.360	-0.9	0.352	3.2	קבוע
						0.754	57.9	מוצרי ביניים
		0.539	10.8	0.539	16.8	0.148	12.8	עבודה
		0.375	8.4	0.357	12.3	0.087	7.8	הון פיזי
0.063	4.1	0.064	3.4	0.059	4.2	0.010	2.1	הון מו"פ
0.088	3.5			0.050	2.4	0.025	3.3	גלישה מ. TSO
		0.055	2.1					גלישה מ. SO
		0.106	2.4	0.147	5.2	0.027	2.8	איכות הציוד
						0.401	2.8	איכות העבודה
0.070	1.8	0.056	1.2	0.061	2.1			קניית פטנטים
								רכישת ידע
1.128	3.7							משמרות
-0.169	-4.1			-0.122	-3.7			אחוז עולים
0.660	7.1							RESW
0.516		0.937		0.924		0.992		A. R-squared
0.323		0.230		0.259		0.083		S.E. of R.
231		77		231		231		N

הערה: כל המשתנים, פרט לשיעור העבודה במשמרות ולמשתנים בהרגסיה של TFP (מס. 8), הם בלוגים. התצפיות הן 77 ענפי משנה (3 ספרות) מקובצים. כאשר  $N=231$  הרגרסיה היא לנתוני השנים 1990, 92, 94. כאשר  $N=77$  הנתונים הם ממוצעים לענף לשנים 1990, 91, 92, 94. (תוצאות נוספות בנספחים א' 2, 1).

נמחיש את היקף ההשפעה על ידי הדוגמא הבאה: אם נגדיל את מלאי הון המו"פ ב-10 אחוזים בכל ענפי התעשייה, יגדל התוצר בכ-1.1 עד 1.4 אחוזים (צמיחה שכאמור כולה מוגדרת כגידול בפריון הכולל). זאת כתוצאה ישירה מהמו"פ העצמי בענף ומגלישתו מענפי תעשייה אחרים. ההשפעה העקיפה של המו"פ שנעשה בענפי תעשייה אחרים, ובמפעלים אחרים בענף עצמו (TSO)<sup>21</sup>, גבוהה לפי רוב הרגרסיות (עד כדי פי שתיים ויותר) מזו של המו"פ העצמי בענף (R), כאשר שתי ההשפעות פועלות ונמדדות יחד. לעומת זאת ההשפעה של המו"פ שנעשה בענפי התעשייה בחו"ל (FSO), כפי שנאמדה כאן רק דרך מוצרי הביניים, אמנם מובהקת אך קטנה יותר.<sup>22</sup> לזה יש להוסיף את השפעת יבוא הציוד החדש. מסתבר אפוא כי גם אם הענף אינו משקיע בעצמו במחקר ופיתוח הוא יכול ליהנות במידה רבה מזה המתבצע בענפים אחרים ובמדינות אחרות. כך מראה רגרסיה 12 בהמשך לוח 2 בנספח א' כי, בממוצע, הכפלת מאמצי הענף ברכישת מוצרי ביניים עתירי מו"פ ומכונות וציוד חדישים, עשויה להגדיל את התוצר לשעת עבודה (פריון העבודה) ברבע לערך.

קיים קושי רב להשוות את התוצאות שלנו למחקרים אמפיריים אחרים בעולם, בגלל הבדלים ניכרים בהגדרות, בשיטות החישוב ובנתונים הקיימים. כך רוב העבודות על הגלישה הטכנולוגית מחו"ל נעשו ברמת המדינה ולא ברמת הפירמה או הענף. בכל זאת נעיר כי בדרך כלל הראו מחקרים אלה שגמישויות התפוקה של הגלישה ממדינות אחרות גבוהות יותר מאלו של המו"פ המקומי.<sup>23</sup> אצלנו לכאורה אין המצב כך לפי המדד של FSO, אולם יש להוסיף למדד זה את השפעת הגלישה דרך יבוא הציוד החדש. מכל מקום אנו אומדים פרט למו"פ העצמי גם את הגלישה ממפעלים או מענפים אחרים – גלישה שאינה נחקרת לחוד ברמת המדינה.

נציין כי מקדמי הגלישה, המקומית והזרה, והידע, מובהקים בכל צורות הפונקציה שהוצגו כאן - לתפוקה (כולל חומרים), לתוצר ולפריון - בצירופים שונים של משתני הבקרה (Control variables). עם זאת ברור כי הקשרים החזקים בין כמה מהמשתנים<sup>24</sup> מונע בעדינו להכניס את כולם יחד למשוואה אחת. במיוחד נדגיש את המתאמים וההשפעות ההדדיות בין משתני המו"פ והגלישה השונים. דוגמה לכך יכולה לשמש ההשפעה המשמעותית והמובהקת של המו"פ המיובא מחו"ל (שגלום ב FSO ובחלק מ QKM) על המו"פ המקומי, כפי שמציג לוח 4, עליו נרחיב את הדיבור בהמשך.

<sup>21</sup> ממחקר שפורסם לאחרונה על מפעלי תעשייה בכמה ענפי הי-טק בארה"ב עולה כי עיקר הגלישה בענף משנה 3) ספרות) נובעת ממפעלים אחרים באותו ענף ולא מחוצה לו (ORLANDO, 2000). בהתאם לכך שמנו את הדגש במחקרנו על TSO, אך אנו מציגים גם את התוצאות ל SO.  
<sup>22</sup> רגרסיות 3, 10 ו-12 בלוח 2 (גם בנספח א' 1), וכן נספח ב'. כאשר משווים את גודל המקדמים ברגרסיות השונות יש להביא בחשבון את ההבדלים במשתנה התלוי - ערך התוצר הוא בין רבע לשליש מזה של התפוקה.  
<sup>23</sup> Coe & Helpman, 1995. תוצאה זו מתייחסת למדינות הקטנות, בעוד שבגדולות (ה-G-7) השפעות המו"פ העצמי עולות, כצפוי, על הבינלאומיות.

בהקשר זה ניתן לדון גם בהעדרה הבולט של השפעת איכות העבודה (המיוצגת ע"י שיעור המהנדסים, הטכנאים והאקדמאים בקרב העובדים) מרוב משוואות הייצור, אף כי אין ספק בתרומתה החשובה לצמיחה ולפריון. משתקפת כאן העובדה שתרומה זו עקיפה בחלקה, בעיקר דרך המו"פ המקומי, אך תרומתה קשורה גם למו"פ המיובא וליצוא. כוח אדם מקצועי ברמה גבוהה דרוש לביצוע המו"פ בענף וגם לקליטת חידושים המיובאים מהחוץ. קיים מתאם גבוה בין רמת המקצועיות של העובדים לבין רמת הביצוע והקליטה של החדשנות בענף. איכות העבודה כפי שהיא נמדדת כאן מייצגת אפוא בחלקה את המו"פ, וכך מראה גם המודל הסימולטני בו יש לאיכות זו השפעה מובהקת ומשמעותית על המו"פ ורק דרכו על הפריון.

### הגלישה וענפי הטכנולוגיה העילית

מעניין לבדוק את השפעת הגלישה המקומית בשתי קבוצות ענפים - מתקדמים (הי-טק) ומסורתיים. אם נגדיר את המתקדמים כענפים בהם ערך איכות העבודה (שיעור העובדים המקצועיים - QLN) גבוה מהחציון, נמצא כי רק בקבוצה זו יש לגלישה המקומית השפעה משמעותית ומובהקת. הענפים המסורתיים, שברובם גם אינם עוסקים במו"פ במידה ניכרת, אינם יכולים כנראה לקלוט כראוי את שפע הידע הבא מבחוץ, (לוח 3, טורים 1 ו-2). תוצאה דומה מתקבלת אם נרחיב את הקריטריון של הטכנולוגיה העילית כך שיכלול רק ענפים בהם גם שירותי המו"פ גבוהים יחסית (לוח 3, טורים 3 ו-4). תוצאה זו מצביעה על ההשקעות במו"פ ועל קליטת ידע ממפעלים אחרים כדרך בה הגדילו ענפי ההי-טק באופן משמעותי את הצמיחה והפריון בעשור האחרון. השפעה חיובית ומובהקת על התוצר והפריון יש גם לרכישת ידע ולקניית פטנטים, כפי שניתן לראות ברגרסיות 4, 6, 8 בלוח 2. קניית פטנטים על ידי הפירמות בענף מגבירה את המחקר והפיתוח (רגרסיה 2 בלוח 4 וכן לוח 6). הקשרים ההדדיים מוצאים לעתים רק ביטוי חלקי במשוואות - ככל ששיעור היצוא בענף גבוה יותר, גדולה בו יותר ההשקעה המצטברת במו"פ. מלאי הון מו"פ תורם, כאמור, מצדו לצמיחה ולפריון. קשר חיובי קיים גם בין שיעור היצוא בענף לבין גלישת המו"פ מענפים אחרים ומחולל, דבר המעיד כנראה על פתיחות ועל התלות ההדדית בין היבוא והיצוא בענפי ההי-טק, הענפים המאופיינים בעתירות מו"פ גבוהה, המזינים זה את זה במוצרי ביניים רוויי חדשנות.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> ראה גם לוח המתאמים בנספח ג.

<sup>25</sup> מפעלי היצוא נוטים אפוא יותר לחדשנות ממפעלים המייצרים לשוק המקומי, כך שכנראה הם בעלי כושר לימוד וקליטת ידע גדולים יותר. ראה גם Geroski, 1995.

לוח 3: השפעות ישירות ועקיפות של המו"פ התעשייתי על הצמיחה והפרייון, ענפי משנה מתקדמים (הי-טק) ומסורתיים, 1990-1994.

(4) מסורתיים (Low-Tec)**		(3) מתקדמים (High-Tec)**		(2) מסורתיים (Low-Tec)*		(1) מתקדמים (High-Tec)*		המשתנה התלוי: תפוקה
Coeffi.	t	Coeffi.	t	Coeffi.	t	Coeffi.	t	"המסבירים"
0.554	3.3	0.391	2.1	0.590	3.4	0.460	2.8	קבוע
0.772	38.5	0.734	38.9	0.779	41.7	0.746	42.8	מוצרי ביניים
0.114	5.3	0.165	9.7	0.098	5.1	0.177	11.2	עבודה
0.086	5.1	0.095	6.4	0.089	5.3	0.085	6.2	הון פיזי
0.009	1.0	0.019	2.0	0.015	2.2	0.007	1.1	הון מו"פ
0.006	0.5	0.028	2.5	0.003	0.3	0.031	3.0	גלישה מקומית
0.052	2.9	0.014	1.1	0.041	2.7	0.019	1.5	איכות הציוד
-0.051	-2.1	-0.023	-1.5	-0.078	-3.2	-0.027	-2.3	אחוז עולים
0.993		0.991		0.993		0.993		A. R-squared
0.081		0.077		0.081		0.076		S.E. of R.
104		111		116		115		N

הערה: כל המשתנים הם בלוגים. התצפיות הן ל-77 ענפי משנה (3 ספרות) מקובצים. הרגרסיה היא לנתוני השנים 1990, 92, 94.  
 \* מוגדר לפי ערך איכות העבודה (QLN) - ענפי ההי-טק הם אלה בהם QLN גדול מהחציון, 1.047.  
 \*\* מוגדר לפי שני אינדיקטורים - איכות העבודה (QLN) והון המו"פ (R).

**שיעור העולים בקרב העובדים**, שהגיע בסוף התקופה הנחקרת לכ-22 אחוזים, משפיע שלילית ובאופן מובהק על הפרייון והיעילות בכל פונקציות הייצור שנבדקו.<sup>26</sup> הדבר משקף כנראה שתי תופעות: הראשונה קשורה לתהליך הקליטה הקשה והממושך לעתים של עולים חדשים בכלל וכאלו עם ניסיון והשכלה שונים מאלה הנדרשים



בתעשייה מתקדמת יחסית לזו של ארצות מוצאם, בפרט. השנייה קשורה בהשפעה של עבודה בלתי מקצועית, יחסית לזו עם הון אנושי גבוה. במשוואות שלנו אין ייצוג הולם לאיכות העבודה כולה, וכאמור לעיל, המשתנה הקרוב ביותר לרמת ההון האנושי הוא שיעור המהנדסים והטכנאים, אולם הוא מתואם עם משתנה המו"פ ולא נכנס ישירות לרוב המשוואות. אנו משערים כי שיעור העולים מייצג גם את ההבדלים בין הענפים בשיעור העובדים הבלתי מקצועיים בכלל, וככזה הוא מדד אלטרנטיבי לאיכות העבודה המופיעה בפונקצית הייצור כשעות עבודה הומוגניות.

### ב. קביעת מלאי הון המו"פ העצמי בענף

היקף ההשקעה במו"פ תלוי בראש ובראשונה בהיצע ההון האנושי המתאים, ככל ששיעור המהנדסים, האקדמאים והטכנאים גבוה יותר כן גדול יותר מלאי הון המו"פ. מצד שני, שיעור גבוה של עובדים בלתי מקצועיים בענף אינו מאפשר כנראה מחקר ופיתוח, (לוחות 4 ו-5). כמו כן קיים קשר חיובי מובהק בין פתיחות הענף לסחר חוץ לבין מלאי הון המו"פ העצמי. במיוחד בולט הקשר עם היצוא - ענפים עם שיעור יצוא גבוה משקיעים הרבה במוצרים חדשים, בייעול ובחידוש תהליכי ייצור כך שיוכלו להמשיך ולהתחרות בשוקי חוץ. סביר שהקשר דו-סטרי והשקעות במו"פ מגבירות את שיעור היצוא ברוב המוצרים להם שוק מקומי מוגבל. כצפוי קיים קשר חיובי מובהק בין המו"פ העצמי בענף לבין גלישתו מענפים אחרים ומחוו"ל. נראה כי גלישה גדולה יותר מאפשרת יותר מו"פ עצמי, וקיימת נטייה ניכרת של היזון הדדי ויצירת אווירה כללית של חדשנות ואגירת ידע בענף. גם רכישת פטנטים הולכת בד בבד עם המו"פ המקומי העצמי. ממצאים נוספים מהרגרסיות בלוחות 4 ו-6, מצביעים על התלות של הון המו"פ בהון הפיזי ובאיכותו. ככל שעתירות ההון הפיזי (מלאי הון לשעת עבודה) גבוהה יותר כן מתאפשרת השקעה רבה יותר במחקר ובפיתוח. ברור שאיכות הון גבוהה יותר פועלת באותו כיוון בהתאם לדיון לעיל על השפעות הציוד החדש.

<sup>26</sup> ראה גם את מאמרם של הרקוביץ, לביא ומלניק (1999) הדן בהשפעת גורמים שונים על הפריזון בסקטור העסקי וביניהם בעולים החדשים בקרב המועסקים.

לוח 4: הגורמים הקובעים את מלאי הון המו"פ בענפי התעשייה, 1990-1994

(2)		(1)		המשתנה התלוי:
מלאי הון מו"פ		מלאי הון מו"פ		
Coeffi.	t	Coeffi.	t	"המסבירים"
-7.168	-9.0	-8.020	-12.0	קבוע
9.443	4.8			איכות העבודה
2.372	5.9	3.479	8.7	שיעור היצוא
0.666	5.0	0.814	6.3	עתירות ההון (K/L)
0.188	2.3	0.359	4.5	גלישה מקומית (SO)
0.247	3.5	0.412	5.8	גלישה מחו"ל
0.101	5.1	0.113	5.6	מועסקים
0.319	2.4			קניית פטנטים
1.910	3.8			שיעור תשואה (RRK)
		0.356	2.6	איכות הציוד
0.702		0.643		A. R-squared
1.131		1.237		S.E. of R.
231		231		N

הערה: כל המשתנים, פרט לאחוז היצוא ולשיעור התשואה, הם בלוגים. התצפיות הן ל-77 ענפי משנה (3 ספרות) מקובצים. כאשר  $N=231$  הרגרסיה היא לנתוני השנים 1990, 92, 94.

יש לציין כי במשוואות המו"פ האלה אין כדי ל"הסביר" באופן מלא את היצע הון המו"פ כפי שגם מסתבר ממקדם ההסבר ( $R^2$ ) הנמוך יחסית (0.64 עד 0.70). ואכן ניתן לחשוב על גורמים נוספים הקובעים מלאי הון זה ואינם מופיעים כאן, כגון שיעור התמיכה הציבורית במו"פ בענף.<sup>27</sup> חיזוק להשערה זו נמצא במקדם החיובי

<sup>27</sup> בנושא זה ראה את דוח המחקר של צבי גריליכס וחיים רגב, (1999), על התמיכות הממשלתיות במו"פ והפריון בתעשייה הישראלית.

והמובהק של שיעור התשואה על ההון הפיזי, המשקף את שיעור הרווחיות בענף, ברגרסיה 2 בלוח 4. אין ספק שההשקעה במו"פ תלויה באפשרויות המימון, כמו כל השקעה אחרת.

ג. המודל הסימולטני - מו"פ, תפוקה ושכר

הצגת מערכת מצומצמת זו של שלוש משוואות באה להדגיש את הקשרים בין המו"פ, הפריץ והשכר. במיוחד נבחן, פעם נוספת במסגרת זו, את ההשפעות הישירות והעקיפות של גלישת המו"פ מענפים אחרים ומחוו"ל (לוח 5). האמידה בשיטת 3SLS עם משתני עזר מכוונת למנוע הטיות העשויות לנבוע ממתאם בין המשתנים הבלתי תלויים לבין השאריות ולחזק את תקפות התוצאות הקודמות.

לוח 5: תפוקה, מו"פ ושכר - המודל הסימולטני System: SYSEXR90 (231 Observations)

Estimation Method: Iterative Three-Stage Least Squares \*  
Sample: 2 619 IF ANAF>99 AND YEAR<93 AND YEAR<91

	Coefficient	t-Statistic
<b>Eq. QL:</b> C - קבוע	1.171	11.1
ML - מוצרי ביניים	0.758	68.8
L - עבודה	0.002	0.4
KL - הון פיזי	0.070	6.6
RL - הון מו"פ	0.027	3.1
TSO- גלישה מקומית	0.019	1.8
QKM- איכות ציוד	0.018	2.0
OLIM- אחוז עולים	-0.042	4.2
<b>Eq. RL:</b> C- קבוע	-12.341	-9.3
QLN - איכות עבודה	4.795	2.3
EXR- שיעור יצוא	2.827	7.6
RRk- שיעור תשואה	0.853	1.9
QL- פריץ עבודה	1.552	6.3
SO- גלישה מקומית	0.230	3.0
FSO- גלישה מחוו"ל	0.341	5.0
EMP- מועסקים	-0.047	-2.4
<b>Eq. WL:</b> C- קבוע	1.745	4.7
QLN- איכות עבודה	0.580	1.2
TSO- גלישה מקומית	0.031	1.2
QL- פריץ עבודה	0.334	6.3
QKM- איכות ציוד	-0.071	-2.8
OLIM- אחוז עולים	-0.182	-5.0
RL- עתירות מו"פ	0.069	2.7

\* לפירוט נוסף של משתני העזר והסטטיסטיים ראה נספח ה'.

מסגרת המודל **מניחה** כי פיריון העבודה נקבע סימולטנית עם המו"פ והשכר לשעת עבודה, כלומר  $WL$ ,  $RL$ ,  $QL$  הם משתנים אנדוגניים. להלכה, מאפשר הגידול בתפוקה לשעת עבודה להגדיל את המו"פ והשכר, המו"פ מגדיל את הפיריון והתפוקה ומשפיע על השכר. השכר מצדו יכול להשפיע על המו"פ והתפוקה. למעשה, כפי שראינו קודם, יש למו"פ המתבצע בענפים אחרים בתעשייה (הגלישה) השפעה חיובית מובהקת על המו"פ המבוצע בענף עצמו ועל הפיריון. משוואות הפיריון והמו"פ במודל זה דומות אפוא לאילו שהוצגו לעיל. משוואת השכר לשעת עבודה מראה, כי ככל שגלישת המו"פ גדולה יותר כן גבוה יותר השכר הריאלי הממוצע לשעת עבודה בענף. הדבר יכול היה לנבוע מפיריון גבוה יותר כתוצאה מהגלישה, אולם פיריון העבודה ( $QL$ ) כבר מופיע בנפרד במשוואת השכר עם השפעה חיובית מובהקת. משתמע אפוא כי לגלישת המו"פ, באמצעות קניית מוצרי ביניים, השפעה ישירה נוספת על השכר. יתכן שמוצרי ביניים מתוחכמים וחדשניים דורשים טיפול מקצועי יותר על ידי העובדים, כלומר צריכים איכות עבודה גבוהה יותר. כבר ציינו לעיל שאיכות העבודה אינה נמדדת כאן במלואה ע"י שיעור המהנדסים וגוי, והיא מוצאת בעקיפין ביטוי גם דרך גלישת המו"פ. הגלישה ממדינות אחרות, דרך היבוא של מוצרי הביניים, משפיעה באופן משמעותי, אך בעקיפין, על הפיריון והשכר. הצינור העיקרי הוא כנראה דרך המו"פ המקומי.

ההשפעה השלילית המובהקת של משקל העולים החדשים על השכר הממוצע בענף מובנת לאור הטענה לעיל שהם מיצגים במידת מה גם את משקל העבודה הבלתי מקצועית. לעומת זאת אין בידנו הסבר כלכלי מניח את הדעת לסימן השלילי המובהק של משתנה איכות ההון בפונקצית השכר.

#### ד. המודל הסימולטני – מו"פ, תפוקה ויצוא

בלוח 6 אמדנו סימולטנית את משוואות התפוקה, המו"פ והיצוא, כאשר הנתונים גם כאן הם ל-3 שנים (1990, 1992, 1994). התוצאות לגבי התפוקה והמו"פ דומות במידה רבה לאלו שקבלנו קודם:

לוח 6: תפוקה, מו"פ ויצוא - מודל סימולטני. System: SYSEXR, TABLE 6.  
 Estimation Method: Iterative Three-Stage Least Squares \*  
 Sample: 2 619 IF ANAF>99 AND YEAR<93 AND YEAR<91  
 Convergence achieved after 7 iterations (תצפיות) 231)

	Coefficient	t-Statistic
<b>Eq. Q: C</b> - קבוע	0.629	3.9
M- מוצרי ביניים	0.760	64.2
L - עבודה	0.158	14.5
K - הון פיזי	0.069	6.2
R - הון מו"פ	0.022	2.3
גלישה מקומית-TSO	0.027	2.5
איכות ציוד-QKM	0.015	1.8
עולים-OLIM	-0.041	-4.1
<b>Eq. R: C</b> - קבוע	-7,064	-8.6
EXR- שיעור יצוא	6.569	5.5
RRk- שיעור תשואה	3.322	7.0
KL- עתירות הון	0.644	4.1
FSO- גלישה מחו"ל	0.289	3.9
RESW- "הון אנושי"	0.656	1.7
PPA- קניית פטנטים	0.240	1.6
EMP - מועסקים	0.129	6.0
<b>Eq. EXR: C</b> - קבוע	-1.800	-9.1
KL- עתירות הון	0.001	3.3
SO- גלישה מקומית	0.022	2.1
QLN- איכות עבודה	1.556	7.5
KNOH- קניית ידע	0.005	2.8
OLIM- עולים	0.005	2.7
RESW- "הון אנושי"	0.115	2.2

\* לפירוט נוסף של משתני העזר והסטטיסטיים ראה נספח ה'.

התפוקה והפריזון מושפעים מהגלישה המקומית לא פחות מאשר מהמו"פ עצמו. הידע, המו"פ והפטנטים שגלשו מחו"ל משפיעים על הפריזון בעיקר בעקיפין, דרך המו"פ העצמי. יש להעיר כי בפונקציות המו"פ והיצוא השתמשנו בתחליף למשתנה איכות העבודה והוא השארית בפונקציית השכר (RESW). אנו מניחים כי שארית זו משקפת את רמת ההון האנושי והמקצועיות של העובדים שלא נמדדה היטב על ידי המשתנים האחרים, כמוסבר לעיל. ואכן נראה כי היא מהווה תחליף ראוי.

תוצאות האמידה מראות גם כי שיעור היצוא בענף גבוה יותר ככל שעתירות ההון הפיזי גבוהה יותר, ככל ששיעור המהנדסים והטכנאים גבוה יותר, נרכש יותר ידע וגלש יותר מו"פ מענפים אחרים. ההשפעה החיובית של העולים על שיעור היצוא עולה בקנה אחד עם הקשר השלילי במשוואת השכר במודל הקודם. ככל ששיעור העולים גבוה יותר, השכר הממוצע שמשלם הענף נמוך ויותר ממוצרי הענף יכולים להתחרות בשוקי העולם.

### ה. שיעורי התשואה על ההון בתעשייה

שיעורי התשואה, על ההון הפיזי והון המו"פ, לפרט ולמשק כולו, חושבו באמצעות הגמישויות המתאימות בפונקצית הייצור.<sup>28</sup> נדגיש כי החישוב תלוי גם בגודל הממוצע המוחלט של התפוקה (או התוצר) וההון, והוא רגיש במיוחד למהימנות הנתונים ושיטות החישוב של מלאי הון המו"פ – כמו ההנחה לגבי אורך החיים של ההשקעה השנתית במו"פ. מסתבר אפוא כי מהימנות הגמישויות גבוהה מזו של שיעורי התשואה, שכן התברר שהן רגישות פחות לבחירת אורך החיים. למרות הסתייגות זו נראה לנו כי תוצאות המחקר מצביעות על שיעורי תשואה גבוהים יותר משמעותית על הון המו"פ העצמי מאלו של ההון הפיזי. בממוצע, בניסוחים השונים של פונקצית הייצור, קבלנו שיעורי תשואה של כ-14 אחוזים על ההון הפיזי הגולמי, וכ-20 אחוזים על הון המו"פ (הגולמי) העצמי בענף. (ראה לוח נספח ד). לכך יש להוסיף את התשואה הנובעת מהגלישה של המו"פ מענפים אחרים, שכאמור לעיל אף עולה על ההשפעה הישירה של המו"פ העצמי.<sup>29</sup> מסתבר אפוא כי בסך הכול מגיע שיעור התשואה הכולל (Social rate of return) מההשקעות במו"פ בתעשייה הישראלית (ישירות ובעקיפין), לכ-40 עד 50 אחוזים לשנה. תוצאה זו מצביעה באופן ברור על הכדאיות הגבוהה למשק של ההשקעה במו"פ התעשייתי, יחסית להשקעות בנכסים קבועים.<sup>30</sup> הדבר מבטא, מנקודת ראות המשק, השקעות-חסר בידע, חדשנות וכנראה גם בהון אנושי, במשך המחצית השניה של שנות השמונים והראשונה של התשעים. אין זה מפליא לאור העובדה שהיצרנים קיבלו ישירות כתמורה להשקעותיהם בתחום זה פחות ממחצית התשואה, בעוד היתר ניתן במתנה לפירמות האחרות בתעשייה.

### 5. כמה הערות למדיניות תעשייתית

ההנמקה המרכזית, וכפי הנראה ההצדקה היחידה, לקיומה של מדיניות ציבורית למו"פ הם כשלי השוק של הסקטור הפרטי בביצוע השקעות "אופטימליות" במו"פ.<sup>31</sup> כשלי השוק בתעשייה קשורים בדרך כלל ביתרונות החיצוניים – בגלישת הידע (Spillovers) – שהם, כאמור לעיל, יתרונות של ידע טכנולוגי שלא נוצלו על ידי הפירמה

<sup>28</sup> שיעור זה (RR) משקף את תוספת התוצר הנובעת מהוספת יחידת הון אחת. נוכל למדוד אותו הן ממשוואות התפוקה והן ממשוואות התוצר, על ידי מכפלת הגמישויות המתאימה ביחס שבין התפוקה וההון הממוצעים:

$$RR_k = \frac{\partial Q}{\partial K} = \gamma_k \frac{\bar{Q}}{\bar{K}} \quad \text{להון הפיזי, ובהתאם} \quad RR_r = \gamma_r \frac{\bar{Q}}{\bar{R}} \quad \text{להון המו"פ.}$$

<sup>29</sup> הגמישויות של משתנה הגלישה (TSO) גבוהות ברוב המקרים מאלו של המו"פ העצמי (R).  
<sup>30</sup> מחקרים אחרים בעולם הראו תוצאות דומות ואף מהם הסיקו כי שיעור התשואה הכולל למשק גבוה משמעותית משיעור התשואה הפרטי על ההשקעות במו"פ. ראה למשל, (1988) Bernstein & Nadiri וכן (1998) Griliches.  
<sup>31</sup> Tasse, (1998).

לוח 7: השוואות בינלאומיות של שיעור המו"פ התעשייתי ומימונו (באחוזים)

המדינה	שיעור המו"פ בתפוקה (1993 – 1995)*	שיעור המימון הממשלתי של המו"פ בסקטור העסקי, 1995**	
1 שבדיה	3.77	10.3	(9) - (דירוג)
2 יפן	2.13	1.6	(18)
3 ארה"ב	2.08	18.4	(2)
4 פינלנד	2.07	6.1	(14)
5 גרמניה	1.99	9.0	(11)
6 צרפת	1.95	13.0	(5)
7 ישראל	<b>1.90</b>	<b>25.2</b>	<b>(1)</b>
8 אנגליה	1.87	11.9	(7)
9 דנמרק	1.63	5.8	(15)
10 קנדה	1.37	9.7	(10)
11 נורבגיה	1.34	16.0	(3)
12 בלגיה	1.33	7.2	(13)
13 הולנד	1.28	8.4	(12)
14 אירלנד	1.22	4.5	(16)
15 אוסטרליה	0.82	3.0	(17)
16 איטליה	0.79	12.2	(6)
17 איסלנד	0.70	14.4	(4)
18 ספרד	0.52	10.6	(8)
<b>ממוצע OECD</b>	<b>1.73</b>	<b>9.0</b>	

\* המקור למדינות ה OECD : OECD, 1977- 2, p.25 Main science and technology indicators.  
לישראל – סקרי מחקר ופיתוח בתעשייה, הלמ"ס. כולל הוצאות שוטפות והשקעות בנכסים קבועים.  
\*\* המקור : ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי 1989-1997, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מס. 1086, 1998, עמ' 81.

שיצרה אותן. ידע זה הגולש במקרים רבים ללא תמורה לבעליו, עלול לגרום לצמצום בהשקעות במו"פ. כשלי השוק מונעים הערכה נכונה של התמורה לסיכון בהשקעות אלה במו"פ, או מקטינים את התמורה ליחידת סיכון. הסיכון הגבוה במיוחד בהשקעות אלה במו"פ, בהעדר ביטוח לתוצאות, מצדיק אפוא עקרונית התערבות ממשלתית.

לכאורה יש כאן מקום לתמיכה ממשלתית נוספת בהשקעות אלו, ישירה או על ידי פטור ממס, שתביא את היקפם לאופטימום. אולם יש לציין כי כיום מסובסדות ההשקעות במו"פ בתעשייה בישראל הן ישירות (מענקים בגובה של 50 אחוזים מהשקעה במוצר חדש ועד 66 אחוזים בסטארט-אפ) והן על ידי השתתפות הממשלה בתוכניות של מחקר גנרי טכנולוגי טרום תחרותי (תוכניות משותפות לכמה מפעלי תעשייה ולאקדמיה), במימון

חממות טכנולוגיות ובמחקר בסיסי של האוניברסיטאות ומכוני המחקר. בהשוואה בינלאומית של שיעור הוצאות מו"פ בתפוקה התעשייתית נמצאה ישראל בשליש העליון של 24 מדינות ה OECD (בממוצע לשנים 1993-1995). אך גם הייתה הראשונה, בין המדינות שנתוניהן פורסמו, בשיעור המימון הממשלתי של סך ההוצאה למו"פ בסקטור העסקי - כ-25 אחוזים בממוצע (לוח 7). קיומן של השקעות-חסר על אף מעורבות ממשלתית כבדה יחסית, יכול להעיד על יעילות נמוכה של שיטות הסבסוד, התומכות כפי הנראה, בין היתר, בהשקעות שהיו מתבצעות ממילא גם ללא המימון הממשלתי. בפועל האבחנה בין סבסוד ההון הפיזי לסבסוד המו"פ מטושטשת. כפי שהוצג לעיל, הגלישה של ידע נעשית גם באמצעות הציוד החדש שפירמות רוכשות, וציוד זה מסובסד בחלקו. כך משמשים המענקים במסגרת החוק לעידוד השקעות הון, למעשה, גם לעידוד מחקר ופיתוח והעברות ידע. נושא התמיכה חורג ממסגרת עבודה זו, הוא נדון לאחרונה בפורום ספיר למדיניות כלכלית.<sup>32</sup> יתכן שקיים קשר בין גודל המפעלים שקיבלו תמיכה לבין האפקטיביות שלה, נושא זה ואחרים אפשר לבדוק רק במחקר מפעלי מקיף.

---

<sup>32</sup> "רבעון לכלכלה" 46, נובמבר 1999. (במיוחד מאמרו של מוריס תובל : אסטרטגיית מו"פ לישראל ומאמרם של צבי גריליכס וחיים רגב).



## ביבליוגרפיה

- בנק ישראל, דין-וחשבון לשנת 1994 וכן לשנים 1995, 96, 97, ירושלים.
- גריליכס צ. ו. ח. רגב, (1999). "מחקר ופיתוח, תמיכה ממשלתית ופריון מפעלי התעשייה בישראל, 1975 - 1994". רבעון לכלכלה, 46, (נובמבר), עמ' 335 - 358.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקרי התעשייה, סקרי המו"פ, סקר מלאי ההון בתעשייה (1992), סקר החדשנות בתעשייה (1997), סקר כוח אדם מקצועי בתעשייה (1993). ירושלים.
- טרכטנברג מ., (1999). "חדשנות טכנולוגית בישראל, 1968 - 1997; ניתוח השוואתי באמצעות נתוני פטנטים", רבעון לכלכלה, 46, (נובמבר), עמ' 285 - 322.
- תובל מ., (1999). "אסטרטגיית מו"פ לישראל", רבעון לכלכלה, 46, (נובמבר), עמ' 359 - 383.
- Arvanitis, S. and H. Hollenstein (1998), "The Impact of Innovation and Technological Spillovers on Firm Performance: Evidence for Swiss Manufacturing," Swiss Institute for Business Cycle Research.
- Bernstein, J. and I. Nadiri (1988), "Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-Tech Industries," *A.E.R. - Papers and Proceedings*, 429-434.
- Bregman, A., M. Fuss, and H. Regev (1991), "High-Tech and Productivity: Evidence from Israeli Industrial Firms," *European Economic Review*, 35, 1199-1221.
- \_\_\_\_\_ (1995), "The Production and Cost Structure of Israeli Industry: Evidence from Individual Firm Data," *Journal of Econometrics*, 65, 45-81.
- \_\_\_\_\_ (1999), "Effects of Capital Subsidization on Productivity in Israeli Industry," *Bank of Israel Economic Review*, 72, 77-101.
- Bregman A., and A. Marom (1999), "Productivity Factors in Israel's Manufacturing Industry," *Bank of Israel Economic Review*, 72, 51-75
- Coe, D.T. and E. Helpman (1995), "International R&D Spillovers," *European Economic Review*, Vol. 39, 859-887.
- Geroski, P. A., (1995), "Innovation and Competitive Advantage," *OECD Working Paper*, Paris.

- Griliches, Z. (1998), *R&D and Productivity, The Economic Evidence*, The University of Chicago Press.
- \_\_\_\_\_ (1995), "R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues," in: P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.
- \_\_\_\_\_ (1979), "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth," *Bell Journal of Economics*, 10, 92-116.
- Griliches, Z. and H. Regev (1999), R&D, Government Support and Firm Productivity in Israeli Industry, 1975-1994, (forthcoming).
- Grossman, G. M., and E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, Mass, MIT Press.
- Helpman, E. (1998), "R&D and Productivity: The International Connection," *Working Paper no. 10-98*, Tel Aviv University, The Eitan Berglas School of Economics.
- Hercowitz, Z., Y. Lavi, and R. Melnick (1999), "The Impact of Macroeconomic Factors on Productivity in Israel, 1960-1996," *Bank of Israel Economic Review*, 72, 103-124.
- OECD, (1996), *Research and Development Expenditure in Industry*.
- OECD, (1997), *Main Science and Technology Indicators*.
- Orlando, M. J. (2000), "On The Importance of Geographic and Technological Proximity for R&D Spillovers: An Empirical Investigation", Federal Reserve Bank of Kansas City, *Research Working Papers, RWP 00-02* (July).
- Raut, L.K. (1995), "R&D Spillover and productivity growth: Evidence from Indian private firms," *Journal of Development Economics*, Vol. 48, 1-23.
- Scherer, F. M. (1982), "Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 64, 627-634.
- Tassey, G. (1998), *The Economics of R&D Policy*. QUORUM BOOKS. Westport, London.

נספחים:

נספח א' 1

השפעות ישירות ועקיפות (Spillover) של המו"פ התעשייתי על הצמיחה והפריון  
(המשך לוח 2)

(12)		(11)		(10)		(9)		המשתנה התלוי:
תוצר לשעת עבודה (YL)		תוצר (Y)		פריון עבודה (QL)		תפוקה (Q)		
Coeffi.	t	Coeffi.	t	Coeffi.	t	Coeffi.	t	"המסבירים"
-1.904	-5.3	-1.585	-3.7	0.235	2.1	0.111	0.8	קבוע
				0.750	38.6	0.744	38.8	מוצרי ביניים
-0.027	-0.9	0.541	11.5	-0.002	-0.2	0.146	9.1	עבודה
0.394	9.6	0.358	8.5	0.085	5.2	0.090	5.6	הון פיזי
0.063	3.3	0.054	2.8	0.022	3.9	0.015	2.5	הון מו"פ
0.069	2.3	0.066	2.1			0.028	2.9	גלישה מקומית TSO
				0.015	1.9			גלישה מחו"ל
0.134	3.3	0.107	2.6			0.024	1.8	איכות הציוד
		-0.134	-2.7	-0.069	-4.2	-0.048	-3.1	אחוז עולים
0.758		0.944		0.978		0.995		A. R-squared
0.214		0.216		0.070		0.066		S.E. of R.
77		77		77		77		N

הערה: כל המשתנים הם בלוגים. התצפיות הן ל-77 ענפי משנה (3 ספרות) מקובצים. כאשר  $N = 77$  הנתונים הם ממוצעים לענף לשנים 1990,91,92,94. כאשר המשתנה התלוי הוא התפוקה, או התוצר, ליחידת עבודה (YL, QL) אף משתני ההון הם ליחידת עבודה (RL, KL) ומשתנה העבודה (L) מודד את התשואה לגודל.

נספח א' 2

השפעות ישירות ועקיפות (SPILLOVER) של המו"פ התעשייתי על התוצר והפרייון, ענפי משנה בתעשייה, (פונקצית ייצור מסוג קוב-דאגלס. אומדני LS) 1990-1994.

(3)		(2)		(1)		המשתנה התלוי: "המסבירים"
תוצר (Y)		תוצר (Y)		תוצר (Y)		
Coeffi.	t	Coeffi	t	Coeffi.	t	
-0.360	-0.9	-3.509	-12.3	-4.227	-15.5	C – קבוע
0.539	16.8	0.521	16.3	0.559	16.2	L – עבודה
0.357	12.3	0.359	12.3	0.352	11.2	K- הון פיזי
0.059	4.2	0.088	8.8	0.100	9.2	R- הון מו"פ
0.147	5.2	0.155	5.4			QKM-איכות הציוד
-0.122	-3.7	-0.146	-4.4			OLIM-עולים
0.050	2.4					TSO גלישה מ.
						SO - " -
0.061	2.1					PPA-פטנטים
0.924		0.921		0.904		A.R-square
0.259		0.263		0.291		S.E. of R.
231		231		231		N

הערה: כל המשתנים, הם בלוגים. התצפיות הן ל-77 ענפי משנה (3 ספרות) מקובצים. כאשר  $N=231$  הרגרסיה היא לנתוני שלוש השנים 1990,92,94.

LS // Dependent Variable is LQ

**TRANSLOG** - APP. B :נספח ב'

Sample(adjusted): 158 618 IF ANAF&gt;99 AND YEAR&lt;95 AND YEAR&lt;&gt;93 AND YEAR&lt;&gt;91

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
קבוע- C	3.914	1.079	3.6	0.000
LM	1.188	0.196	6.1	0.000
LL	0.570	0.291	2.0	0.052
LK	-0.733	0.214	-3.4	0.001
LR	0.005	0.052	0.1	0.915
MM	0.100	0.037	2.7	0.007
LL2	0.089	0.037	2.4	0.018
KK	0.100	0.024	4.2	0.000
RR2	0.003	0.003	1.2	0.239
M2L	-0.046	0.026	-1.8	0.075
MK	-0.072	0.026	-2.7	0.007
MR	-0.025	0.007	-3.6	0.000
L2K	-0.026	0.029	-0.9	0.374
L2R	0.018	0.007	2.5	0.013
KR	0.009	0.005	1.9	0.056
גלישה מקומית-TSO	0.021	0.006	3.3	0.001
גלישה מחו"ל-FSO	0.017	0.005	3.3	0.001
איכות ציוד-QKM	0.020	0.008	2.4	0.016
שיעור עולים-OLIM	-0.034	0.012	-2.9	0.004
הון אנושי-RESW	0.176	0.020	8.7	0.000

Adjusted R-squared 0.995

S.E. of regression 0.065

Included observations: 231

**XM=0.768**    **XK=0.073**    **XL=0.147**    **XR=0.009**

XR=C(5)+C(9)\*@MEAN(LR)+C(12)\*@MEAN(LM)+C(14)\*@MEAN(LL)+C(15)\*@MEAN(LK)

XK=C(4)+C(8)\*@MEAN(LK)+C(11)\*@MEAN(LM)+C(13)\*@MEAN(LL)+C(15)\*@MEAN(LR)

XM=C(2)+C(6)\*@MEAN(LM)+C(10)\*@MEAN(LL)+C(11)\*@MEAN(LK)+C(12)\*@MEAN(LR)

XL=C(3)+C(7)\*@MEAN(LL)+C(10)\*@MEAN(LM)+C(13)\*@MEAN(LK)+C(14)\*@MEAN(LR)

**CORRELATION MATRIX**    **לוח נספח ג' : לוח המתאמים**

	Y	Q	M	L	K	R	W90	EXR	EMP	QKM	RR
Y	1.00	0.86	0.68	0.79	0.83	0.70	0.96	0.33	0.76	0.00	-0.07
Q	0.86	1.00	0.96	0.70	0.86	0.48	0.78	0.19	0.68	0.09	-0.09
M	0.68	0.96	1.00	0.57	0.78	0.30	0.59	0.10	0.56	0.13	-0.08
L	0.79	0.70	0.57	1.00	0.63	0.34	0.78	0.11	0.99	-0.08	-0.17
K	0.83	0.86	0.78	0.63	1.00	0.45	0.72	0.36	0.61	-0.08	-0.22
R	0.70	0.48	0.30	0.34	0.45	1.00	0.68	0.51	0.32	-0.04	0.08
W90	0.96	0.78	0.59	0.78	0.72	0.68	1.00	0.31	0.76	-0.07	-0.16
EXR	0.33	0.19	0.10	0.11	0.36	0.51	0.31	1.00	0.11	-0.12	-0.01
EMP	0.76	0.68	0.56	0.99	0.61	0.32	0.76	0.11	1.00	-0.08	-0.16
QKM	0.00	0.09	0.13	-0.08	-0.08	-0.04	-0.07	-0.12	-0.08	1.00	0.39
QLN	0.60	0.44	0.31	0.22	0.46	0.77	0.61	0.59	0.20	0.01	0.04
RR	-0.07	-0.09	-0.08	-0.17	-0.22	0.08	-0.16	-0.01	-0.16	0.39	1.00
TSO	0.46	0.29	0.16	0.16	0.29	0.77	0.45	0.57	0.15	-0.04	0.09
SO	0.40	0.24	0.12	0.13	0.25	0.72	0.41	0.57	0.12	-0.04	0.09
FSO	0.41	0.23	0.11	0.13	0.22	0.69	0.41	0.55	0.11	-0.03	0.16
SHFT	-0.08	-0.02	0.02	-0.13	0.10	-0.14	-0.14	-0.08	-0.15	0.18	-0.02
OLIM	-0.43	-0.39	-0.33	-0.24	-0.38	-0.39	-0.43	-0.17	-0.23	-0.04	0.01
PPA	0.17	0.16	0.14	-0.06	0.17	0.18	0.15	0.34	-0.08	-0.04	0.10
KNO	0.18	0.13	0.10	-0.06	0.15	0.32	0.12	0.45	-0.07	0.00	0.19
PY	-0.03	0.07	0.11	0.08	0.04	-0.04	-0.05	-0.11	0.07	0.08	-0.07
PQ	0.07	0.09	0.09	0.11	0.08	0.05	0.05	-0.01	0.10	0.04	-0.06
PM	0.12	0.09	0.07	0.10	0.09	0.11	0.11	0.03	0.09	-0.04	-0.06
RESw	0.09	-0.08	-0.15	-0.02	-0.04	0.02	-0.13	0.04	-0.03	0.05	-0.07

  

	TSO	SO	FSO	SHIFT	OLIM	PPA	KNOH	PY	PQ	PM
Y	0.46	0.40	0.41	-0.08	-0.43	0.17	0.18	-0.03	0.07	0.12
Q	0.29	0.24	0.23	-0.02	-0.39	0.16	0.13	0.07	0.09	0.09
M	0.16	0.12	0.11	0.02	-0.33	0.14	0.10	0.11	0.09	0.07
L	0.16	0.13	0.13	-0.13	-0.24	-0.06	-0.06	0.08	0.11	0.10
K	0.29	0.25	0.22	0.10	-0.38	0.17	0.15	0.04	0.08	0.09
R	0.77	0.72	0.69	-0.14	-0.39	0.18	0.32	-0.04	0.05	0.11
W90	0.45	0.41	0.41	-0.14	-0.43	0.15	0.12	-0.05	0.05	0.11
EXR	0.57	0.57	0.55	-0.08	-0.17	0.34	0.45	-0.11	-0.01	0.03
EMP	0.15	0.12	0.11	-0.15	-0.23	-0.08	-0.07	0.07	0.10	0.09
QKM	-0.04	-0.04	-0.03	0.18	-0.04	-0.04	0.00	0.08	0.04	-0.04
QLN	0.76	0.73	0.80	-0.10	-0.46	0.36	0.50	-0.02	-0.01	-0.01
RR	0.09	0.08	0.16	-0.02	0.01	0.10	0.19	-0.07	-0.06	-0.06
TSO	1.00	0.90	0.70	-0.18	-0.36	0.23	0.36	-0.06	0.06	0.14
SO	0.90	1.00	0.73	-0.18	-0.32	0.17	0.32	-0.07	0.05	0.13
FSO	0.70	0.73	1.00	-0.18	-0.18	0.29	0.54	0.06	0.04	0.03
SHIFT	-0.18	-0.18	-0.18	1.00	0.24	0.13	0.02	0.06	-0.02	-0.09
OLIM	-0.36	-0.32	-0.18	0.24	1.00	-0.13	-0.12	0.10	0.07	0.06
PPA	0.23	0.17	0.29	0.13	-0.13	1.00	0.64	-0.03	0.00	-0.05
KNOH	0.36	0.32	0.54	0.02	-0.12	0.64	1.00	-0.06	-0.05	-0.08
PY	-0.06	-0.07	0.06	0.06	0.10	-0.03	-0.06	1.00	0.82	0.54
PQ	0.06	0.05	0.04	-0.02	0.07	0.00	-0.05	0.82	1.00	0.88
PM	0.14	0.13	0.03	-0.09	0.06	-0.05	-0.08	0.54	0.88	1.00
RESW	0.03	0.03	-0.03	-0.03	0.02	0.12	0.04	-0.41	-0.00	0.24

לוח נספח ד': שיעורי תשואה על ההון הפיזי והון המו"פ (באחוזים).

הון פיזי (גולמי)	הון מו"פ (גולמי)	הון מו"פ (נקי)	
14.1	20.5	34.2	ממוצע :
			מפונקצית ייצור-נתונים ממוצעים :
13.2	16.0	26.7	-תפוקה
18.2	18.1	30.2	-תוצר
			מפונקצית ייצור של 3 שנים :
12.0	16.4	27.3	-תפוקה
18.2	22.6	37.7	-תוצר
			מודל סימולטני :
10.0	15.5	25.9	עם W - תפוקה
8.8	19.9	33.1	עם EXR – תפוקה
			רגרסיה בלי גלישה (בלי TSO) :
14.0	26.8	44.6	- תפוקה
18.2	29.0	48.3	- תוצר

1) החישוב נעשה בעזרת מקדמי ההון מתוך רגרסיות הכוללות את משתנה הגלישה (TSO), פרט לשתי האחרונות.

לוח 5: תפוקה, מו"פ ושכר - המודל הסימולטני (פירוט)

$$\text{Equation: } LQL = C(1) + C(2) * LML + C(3) * LL + C(4) * LKL + C(5) * LRL + C(6) * LTSO4 + C(7) * LQKM + C(8) * LOLIM$$

Observations: 231

R-squared	0.972	4.512
Adjusted R-squared	0.971	0.485
S.E. of regression	0.083	1.527

Equation:

$$\text{LRL} = C(10) + C(11) * LQLN + C(12) * EXR + C(13) * RR + C(14) * LQL + C(15) * LFSON + C(16) * LSO4 + C(18) * EMP$$

Observations: 231

R-squared	0.684	-1.008
Adjusted R-squared	0.674	1.949
S.E. of regression	1.113	276.400

$$\text{Equation: } LWL = C(20) + C(21) * LQLN + C(22) * LTSO4 + C(23) * LQL + C(24) * LQKM + C(26) * LOLIM + C(27) * LRL$$

Observations: 231

R-squared	0.657	2.986
Adjusted R-squared	0.648	0.409
S.E. of regression	0.242	13.172

המודל:

$LQL = C(1) + C(2) * LML + C(3) * LL + C(4) * LKL + C(5) * LRL + C(6) * LTSO4 + C(7) * LQKM + C(8) * LOLIM$  @  
LML LL LKL LTSO4 LQKM LOLIM LPPA PY LKNOH LFSON C

$LRL = C(10) + C(11) * LQLN + C(12) * EXR + C(13) * RR + C(14) * LQL + C(15) * LFSON + C(16) * LSO4 + C(18) * EMP$   
P @ LQLN EXR RR LFSON LSO4 LPPA PY EMP LKNOH RESW LKL C

$LWL = C(20) + C(21) * LQLN + C(22) * LTSO4 + C(23) * LQL + C(24) * LQKM + C(26) * LOLIM + C(27) * LRL$  @  
LQLN LTSO4 LQKM LOLIM LKNOH EXR LKL PQ LFSON C

לוח 6: תפוקה, מו"פ ויצוא - מודל סימולטני (פירוט).



Equation:  $LQ=C(1)+C(2)*LM+C(3)*LL+C(4)*LK+C(5)*LR$   
 $+C(6)*LTSO4+C(7)*LQKM+C(8)*LOLIM @ LM LL LK LTSO4$   
 $LQKM LOLIM LPPA PY LKNOH LFSON QLN C$

---

R-squared	0.992	Mean dependent var	6.267
Adjusted R-squared	0.992	S.D. dependent var	0.927
S.E. of regression	0.083	Sum squared resid	1.520

---

Equation:  $LR=C(10)+C(11)*RESW+C(12)*EXR+C(13)*RR$   
 $+C(14)*LKL+C(15)*LFSON+C(17)*LPPA$   
 $+C(18)*EMP @ RR LKL LFSON RESW LPPA PY EMP$   
 $LKNOH C$

---

R-squared	0.546	Mean dependent var	0.747
Adjusted R-squared	0.532	S.D. dependent var	2.071
S.E. of regression	1.417	Sum squared resid	447.855

---

Equation:  $EXR=C(30)+C(31)*KL+C(32)*TSO4+C(33)*QLN$   
 $+C(34)*KNOH+C(36)*OLIM+C(37)*RESW @ KL TSO4 QLN$   
 $KNOH QKM OLIM RESW PPA EMP PQ C$

---

R-squared	0.409	Mean dependent var	0.264
Adjusted R-squared	0.393	S.D. dependent var	0.237
S.E. of regression	0.184	Sum squared resid	7.616

---

**רשימת המשתנים - נספח ו'**

- Y	תוצר
- Q	תפוקה
- M	תשומת מוצרי ביניים
- L	תשומת עבודה (שעות עבודה)
- K	ההון הפיזי (מבנים, מכונות וציוד וכלי רכב)
- R	מלאי הון המו"פ
- W	שכר העבודה
- EXR	שיעור היצוא
- EMP	המועסקים
- QKM	איכות ההון הפיזי (אחוז ההשקעה בחמש השנים האחרונות ממלאי המכונות והציוד)
- QLN	איכות העבודה (שיעור המהנדסים, האקדמאים והטכנאים בקרב המועסקים)
- TSO	ערך המו"פ שגלש (SPILLOVER) מענפים אחרים ובין מפעלים בענף עצמו
- SO	ערך המו"פ שגלש מענפים אחרים בלבד
- FSO	גלישת מו"פ ממדינות אחרות
- PPA	שיעור המפעלים בענף שרכשו פטנטים וחידושים
- KNOH	שיעור המפעלים בענף שרכשו ידע
- SHIFT	שיעור השעות של עבודה במשמרת שנייה ושלישית
- RRk	שיעור התשואה על ההון הפיזי (רווחים כאחוז מההון הפיזי)
- OLIM	שיעור העולים החדשים בקרב המועסקים
- PY	מדד מחירי התוצר
- PQ	מדד מחירי התפוקה
- TFP	הפרייון הכולל (Total Factor Productivity) - התוצר בניכוי התשומה המשוקללת של עבודה והון פיזי.
- RESW	השארית בפונקציית השכר - מייצגת איכות עבודה (הון אנושי) שלא נתפסה במלואה ע"י משתנים אחרים.