

**תרומת ההון-האנושי לצמיחה ולפריון
במגזר העסקי בישראל, 1970 עד 1999¹**

אריה ברגמן אריה מרום

סדרת מאמרים לדיון 2005.14
דצמבר 2005

¹ תודתנו נתונה לצבי הרקוביץ, לצבי זוסמן, לרן שהרבני ולחברי מחלקת המחקר על הערותיהם המועילות.
מחלקת המחקר, בנק ישראל <http://www.boi.gov.il>

הדעות המובאות במאמר זה אינן משקפות בהכרח את עמדת בנק ישראל

ת ק צ י ר

המחקר מצביע על התפקיד המרכזי של ההון האנושי בקביעת הפריזון והתוצר בישראל; למספר הממוצע של שנות לימוד משקל מכריע בהון האנושי, אך גם לסוג הלימודים יש השפעה חשובה: כך למשל לשנת לימוד אקדמית נמדדה תשואה גבוהה יותר מזו שנמדדה לשנה של השכלה תיכונית ומקצועית. ואולם, מובן שהתרומה של העובדים בעלי ההשכלה הגבוהה לפריזון מושפעת הן מההשכלה שנרכשה בשלבים מוקדמים יותר והן מהיכולות הטבעיות שלהם. מצאנו שהעובדים הלא-מקצועיים והעובדים הזרים הם משלימים לבעלי ההון האנושי הגבוה. תוספת של שנת לימוד אחת בממוצע לכל העובדים הביאה בתקופה הנחקרת לגידול ישיר של כ-7 אחוזים בתוצר ובפריזון – שיעור דומה, לתרומתה של שנת לימוד (בממוצע) במדינה אירופית טיפוסית.

התוצאות מלמדות על השפעה שלילית על הפריזון, ככל הנראה, לשיעור הצעירים חסרי הניסיון בעלי ותק נמוך, לשיעור המבוגרים-יחסית, לשיעור מעוטי ההשכלה ולשיעור העובדים מאזורי פיתוח מכלל העובדים.

מהאומדנים עולה כי התשואות של ההון האנושי והון המו"פ (המייצג את הגורם הטכנולוגי), גבוהות יותר מאלו של ההון הפיזי והון המניות. העלייה בהון האנושי הכולל, בתקופה הנחקרת, תרמה לתוצר כ-45 אחוזים, בממוצע לאומדנים השונים – שיעור המתקרב לפריזון של המגזר העסקי.

המסקנה המרכזית של עבודה זו לגבי המדיניות הציבורית היא, בדומה לממצאים האחרונים בעולם, כי להון האנושי יש חשיבות רבה לצמיחה בטווח הארוך. לממשלות תפקיד מפתח בהרחבת מלאי ההון האנושי ובהכוונת ההשקעות בו. במסגרת קבלת ההחלטות הממשלתיות רצוי להתחשב גם בתרומה הגדולה יחסית של החינוך האקדמי הגבוה – במיוחד לתארים הגבוהים יותר (מעל 16 שנות לימוד) – אם כי ברור שהרחבתו תלויה גם בשיפור הבסיס של החינוך הקודם לו. פגיעה בהתפתחות ההון האנושי עלולה לפגוע משמעותית בפריזון ובצמיחה של המשק בעתיד.

The contribution of human capital to growth and productivity in Israel's business sector, 1970 to 1999

Arie Bregman and Arie Marom

Abstract

This research indicates the central role played by human capital in determining productivity and GDP in Israel. It was found that the average number of years of study is a decisive factor in human capital, but the type of study is also important. Thus, for example, years of university studies provide a higher return than do years of high school or professional education. It is clear, however, that the contribution to productivity of staff with higher education is also affected by their earlier years of schooling as well as their innate abilities.

The addition of an average of one year of study for all workers in the period reviewed led to a direct rise of about 7 percent in GDP and productivity in Israel, similar to the contribution of one year of study (on average) in a typical European country.

It was found that non-professional and foreign workers complement those with high human capital. The results show the apparent negative effect on productivity of the rate of inexperienced young workers with low seniority, the share of relatively older workers, the share of those with little education, and the share of workers from development areas in the total labor force.

The estimates indicate that the return of human capital and R&D capital (which represents the technology factor) are higher than those of physical capital and share capital. The total rise in human capital in the period studied contributed about 45 percent on average to GDP according to the various estimates—a figure that is close to the productivity of the business sector.

The main conclusion of this research with regard to public policy, in line with the latest research findings abroad, is that human capital is vital for long-term growth. Governments have a key role to play in expanding the stock of human capital and in directing investment towards it. In the framework of government decision-making the relatively great contribution of higher academic education should be taken into consideration, particularly that leading to higher degrees (above 16 years of education), although it is obvious that expansion in that area depends on improving earlier education too. Any adverse effect on the development of human capital is likely to cause significant harm to the economy's productivity and growth in the future.

תרומת ההון-האנושי לצמיחה ולפריון במגזר העסקי בישראל, 1970 עד 1999

תקציר

1. מבוא

המחקר האמפירי על ההון האנושי

מערכת הנתונים והאמדנים

עיקר הממצאים של המחקר ותוכנית המאמר

2. הרקע: הצמיחה ורכיבי ההון האנושי בעשורים האחרונים

3. פונקצית הייצור ורכיבי ההון האנושי

המודל

רכיבי ההון האנושי והשפעתם על התוצר והפריון

4. מדד כולל להון האנושי

ההון האנושי, הרמה הטכנולוגית והפריון

שיעורי התשואה על ההון האנושי, הון המו"פ וההון הפיזי

5. כמה הערות לעניין המדיניות

ביבליוגרפיה

נספחים

א': מיון הענפים לפי הטכנולוגיה שלהם

מאפיינים ענפיים על פי הטכנולוגיה

פונקצית הייצור לטכנולוגיה העילית ולמסורתיים

ב: פונקציית הייצור שנאמדה עם סדרות רכיבי ההון האנושי לשנים נבחרות

ג': אומדנים חלופיים של הגמישויות בפונקצית הייצור של המגזר העסקי

ד': מערכת המשוואות הסימולטניות של פונקצית הייצור, ההון האנושי והון המו"פ

ה': לוח המיתאמים

ו': רשימת המשתנים והגדרתם

1. מבוא

מאז פיתחו שולץ, בקר ומינסר¹, בשנות הששים, את התיאוריה של ההון האנושי, מקובל כי אין להתייחס לעבודה כאל גורם ייצור הומוגני, שכן לאיכות ולמיומנות של העובדים השפעה ישירה על הפרייון והצמיחה הכלכלית. יתר על כן, חלק נכבד מהגידול הבלתי מוסבר של הפרייון, השכר והצמיחה מקורו כפי הנראה בהשקעות בהון האנושי. הוויכוחים הרבים על תרומת ההון האנושי נובעים בעיקר מהקושי להפריד את תרומתו מהתרומה של הידע הטכנולוגי, החדשנות והיכולת הטכנולוגית של המשק.

עם הגלובליזציה וביסוס המשקים המערביים על ידע, גוברת עוד יותר חשיבותו של ההון האנושי. להון האנושי פנים רבות: הוא כולל, מלבד לימוד השכלה וידע, גם תכונות הקשות ביותר למדידה כמותית ברמה הכוללת, כגישה ומוטיבציה. למרות קשיים אלה נעשו ניסיונות לאמוד, לפחות חלקית, את תרומתו לפרייון ולצמיחה. בניגוד לממצאי אומדנים רבים בעבר, מלמדים המחקרים האחרונים על מדינות ה-OECD² כי ההון האנושי הוא אכן גורם חשוב בקביעת הרווחה, התוצר לנפש ופרייון העבודה בטווח הארוך.

במחקרנו נאמץ, בקווים כלליים, את הגדרת OECD להון האנושי³. לפי הגדרה זו הוא מקיף את הידע, המיומנות, היכולות ואת כל האפיונים האחרים הקשורים לפעילות כלכלית אשר גלומים בפרטים שבכוח העבודה. הגדרה זו רחבה יותר מהשימוש הקודם במונח זה, שהתייחס רק לרמת ההשכלה. ההון האנושי הוא נכס לא-מוחשי ולא תמיד סחיר, היכול לשפר את הפרייון, החדשנות ואפשרויות התעסוקה. גם הגורמים היוצרים אותו מגוונים: השכלה פורמלית, הכשרה לא פורמלית בעסקים ועל ידי גופים ציבוריים, ניסיון שנרכש במהלך העבודה, לימוד במסגרות לא פורמליות – במשפחה, באמצעות המדיה, ממערכות אינפורמציה – וכיוצא באלו, למשל כישרונות וקווי אישיות.

מטרת מחקר זה לאמוד את תרומת ההון האנושי לפרייון ולצמיחה של המשק הישראלי בשלושים השנים מאז 1970, בהגדרה הרחבה ביותר שמאפשר בסיס הנתונים. נציג את ההשפעה הכמותית הכוללת ואת ההתפתחות של סך ההון האנושי הגלום בעובדים וכן את רכיביו השונים – מספר שנות לימוד, סוג מוסדות החינוך, הגיל, המין, אזור המגורים, רמת המקצועיות, הניסיון בעבודה, הותק הפוטנציאלי ושיעור העובדים הזרים. הגישה העיקרית לבחינת התרומה הישירה של ההשכלה והרכיבים האחרים של ההון האנושי לתוצר ולפרייון – וכנראה גם היחידה האפשרית בפועל – היא

¹ יעקב מינסר היה, כנראה, הראשון שהכניס את מושג "ההון האנושי" לתחום כלכלת העבודה והשתמש בו להסבר הפרשי שכר (Mincer 1958 ו-1962). להרחבה ופירוט של התפתחות זו ראו גם Becker (1964) Schultz (1971). וכן Becker (1993), OECD (1999), BROWN (2001).

² ראו Coulombe et al. (2004) את סיכום התפתחות המחקר על השפעת ההון האנושי על הצמיחה, וכן את מחקרים אחרים.
³ OECD 1999, (ע' 9): "the knowledge, skills, competences, and other attributes embodied in individuals that are relevant to economic activity".

הכללתם כמשתנים נפרדים באומדן פונקציית הייצור של הפירמות.⁴

נדגיש כי ההתייחסות להון האנושי היא מצד הפירמות בענף, שיכולות לשכור בכל עת עובדים מאזורים שונים, בעלי רמות השכלה שונות, מגדרים שונים וכד' – ולא מנקודת מבט של הפרט, שלגביו יש מאפיינים קבועים, כדוגמת מינו, גילו והמקום שבו הוא מעדיף להתגורר.

ההון האנושי וחשיבותו נבחנים גם בחלוקה של ענפי המשק לפי הטכנולוגיה שלהם – עילית (high tech) או מסורתית (low-tech).

הטענות העיקריות הנשמעות בשנים האחרונות נגד התיאוריה של ההון האנושי⁵ מתרכזות בהתייחסות ה"מכנית", המצומצמת מדי, לנושא, התייחסות הנובעת, ככל הנראה, מקשיי מדידה ומחוסר נתונים. מצד ההיצע התיאוריה מתעלמת מגורמים כהזדהות של העובד עם פעילותו הכלכלית, מוטיבציה במובנה המורחב ויכולת 'ללמוד איך ללמוד' במשך כל החיים – ובכך היא מצמצמת את אפיוני ההון האנושי של העובד לצורך של מיומנויות טכנולוגיות. מצד הביקוש היא מתעלמת מהמורכבות של העולם, המביא בחשבון גם גורמים כשיטות הניהול, היחס לנשים וטיב יחסי העבודה. בעיית המדידה הובילה גם להתעלמות מהתהליך של יצירת המיומנויות, שחשיבותו גדלה עם העלייה בחדשנות ובדרישות הטכנולוגית במשקים המבוססים על הטכנולוגיה העילית.

המחקר האמפירי על ההון האנושי

מחקרים בלתי תלויים שנערכו לאחרונה באירופה וב-OECD הראו כי ההון האנושי הוא אחד הגורמים העיקריים הקובעים את הצמיחה: תוספת של שנת לימוד אחת יכולה להגדיל את הפריץ הכולל במדינה אירופית טיפוסית בכ-6 אחוזים. להון האנושי תשואה נכבדה גם עבור הפרט – עלייה של 8 עד 10 אחוזים בשכר עבור שנה נוספת (בממוצע) של לימוד או הכשרה מקצועית.⁶ הרווחיות של השקעות בהון האנושי, ברוב מדינות אירופה, גבוהה משל השקעות בנכסים אחרים – ים או פיננסיים.

עד לשנים האחרונות היה המחקר האמפירי בעולם מבוסס ברובו על נתוני שנות הלימוד לבדם כמייצגים את ההשכלה של העובדים ואף את ההון האנושי כולו.⁷ ברור כי ייצוג זה מבוסס על הנחות פשטניות⁸, ונעשו מאמצים לשכלל אותו ולהשלימו בעזרת אינדיקטורים אחרים להשקעות בהון אנושי. במחקרים שונים על השפעות ההון האנושי ותרומתו להכנסות נוספו נתונים חלקיים, בהתאם לסטטיסטיקה המצויה בכל מדינה – ההוצאות על הכשרה במקום העבודה, משך ההכשרה בשעות,

⁴ ראו, למשל, Griliches, 1996, וכן Soderbom & Teal, 2003.

⁵ ראו במיוחד את הפרק הראשון ב-Brown, 2001, בסעיף: What's wrong with human capital theory?

⁶ מתוך תמצית העבודות שהוגשו לכנס של ה-European Commission & European Investment Bank ב-19.9.2003 בנושא: Human Capital, Employment, Productivity and Growth. ראו גם Fuente and Ciccone (2002).

⁷ OECD, 1999. בדוח זה ניתן למצוא פירוט נרחב והשוואה בין-לאומית של הסטטיסטיקות המצויות והמחקרים שבוצעו בתחום ההשקעות בהון אנושי. גם במחקר חתך בין-לאומי שפורסם לאחרונה (Soderbom & Teal, 2003) נבדקה, אמנם בלא הצלחה רבה, השפעת ההון האנושי על הפריץ באמצעות נתונים על שנות לימוד בלבד.

⁸ למשל בדבר תרומה אחידה של כל שנת לימוד מכל סוג של חינוך למיומנות העובד.

ההוצאות הציבוריות להכשרת עובדים ומובטלים, ההוצאות הציבוריות על חינוך כאחוז מהתמ"ג וכדומה. במחקרים שנעשו בארה"ב ובקנדה הוסיפו גם שנות ניסיון בעבודה (הערכה מקורבת על בסיס הגיל) וכן הובאו בחשבון נתוני רקע כגיל, מין והשכלת ההורים. בקנדה פותחה לאחרונה שיטה חדשה למדידה מיומנות הבנויה על ראיונות אישיים עם עובדים ועל מבחנים ליכולת הביצוע של משימות מסוימות (קולומב ואחרים, 2004). לא מצאנו עוד מחקרים המשתמשים בנתונים המורחבים החדשים של מלאי ההון האנושי שהוזכרו לעיל, מעבר לנתון שנות הלימוד.

הממצאים לגבי השפעות ההשקעה בהון אנושי, שסוכם בדוח ה-OECD (1999), אמנם מורים באופן כללי על תרומה חיובית לצמיחה, אולם בגלל מגבלות הנתונים הם מתרכזים בהשכלה הפורמלית, וכן אינם מבהירים את המכניזם שיצר תרומה זו ואת סוגי ההשקעה האפקטיביים ביותר, למשל השכלה תיכונית לעומת אקדמית.

רוב העבודות האמפיריות על ההון האנושי והצמיחה הכלכלית **בישראל** נסמך גם הוא עד כה על נתוני ההשכלה הפורמלית (מספר שנות הלימוד). אמנם נעשה שימוש במשתנה שכונה "איכות העבודה"⁹, אך הוא הצטמצם לשיעור המהנדסים, הטכנאים והאקדמאים האחרים מתוך סך העובדים במפעל או בענף. במחקרים אלה נמצאה השפעה חיובית מובהקת של משתנה זה על הפרייון והתוצר בתעשייה, בנוסף על השפעת המחקר והפיתוח (העתיר ב"איכות" העובדים) כשלעצמו.

הקשר האמפירי שבין ההשכלה הפורמלית, הצמיחה והשינויים המבניים בישראל נדון במחקרים של יוטב (2001); פלוג-קסיר-ריבון (2000); ומעלם-פריש (1999). העבודה של מעלם ופריש על עליית התשואה להשכלה בישראל בשנים 1976 עד 1997 דנה בפערי השכר בין עובדים משכילים ללא משכילים, ומצאה כי גידול פרייון הענפים המעסיקים שיעור גבוה של עובדים מיומנים גדול יותר – גידול היכול להסביר את התרחבות פערי השכר בין קבוצות עובדים אלה במהלך שנות השמונים והתשעים. התרחבות אי-השוויון בשכר בין ובתוך הקבוצות הדמוגרפיות היא נושא מרכזי גם במחקרה של יוטב, וההבדלים בהתפתחות השכר משקפים את השפעת ההתפתחות הטכנולוגית. בעבודתן של פלוג, קסיר וריבון על אבטלה והשכלה בישראל, נמצא, בין היתר, כי השינויים הטכנולוגיים תרמו תרומה מרכזית לשינוי הרכב התעסוקה – הגדלת משקלם של בעלי ההשכלה הגבוהה. התוצאות שהתקבלו במחקר מתיישבות עם קיומה של השלמה בין הון אנושי לטכנולוגיה. מחקר נוסף שערך לאחרונה נבון (2004), בוחן את השפעת הטרוגניות ההשכלה על השכר בתעשייה. הוא מוצא כי בעלי תארים אקדמאיים גבוהים משתכרים שכר גבוה הרבה יותר מבעלי תואר ראשון.

מערכת הנתונים והאומדנים

לצורכי האמידה בנינו בסיס נתונים ייחודי. הייחודיות שלו היא בשילוב ותיאום של נתונים מתוך סקרי כוח האדם, החשבונאות הלאומיים, סקרי התעשייה, סקרי מו"פ, מערכת מלאי ההון, מערכות

⁹ בעבודות על התעשייה הישראלית של ברגמן ומרום (1993, 1999); ברגמן פס ורגב (1991, 1995, 1999); גריליכס ורגב (1995).

תשומה-תפוקה וכד'. מקור הנתונים בלמ"ס במחלקת המחקר של בנק ישראל, וחלק מהם מאומדנים שנערכו במיוחד לצורך מחקר זה¹⁰.

האמידה וניתוח התוצאות נסבים על המגזר העסקי בישראל, אשר מחולק ל-32 ענפים המותאמים, פחות או יותר, לסיווג האחד של ענפי הכלכלה, ששימש בלמ"ס ומסתמך על הסיווג הבין-לאומי המקובל. השינויים שהוכנסו בו בעולם ובארץ במשך תקופת המחקר (1970 עד 1999), ובעקבותיהם השינויים בסיווג ובהגדרת הענפים בסקרי כוח האדם¹¹, שהם המקור העיקרי לנתוני ההון האנושי, אילצו אותנו לאחד מספר ענפים וענפי משנה כך שתישמר אחידות ההגדרה על פני הזמן. לנתוני ההון האנושי לפי ענף (שעות עבודה, משתני ההשכלה, גיל, מגדר, אזור מגורים, ושיעור העולים) התאמנו מערכת מקבילה של נתוני ייצור במחירים קבועים: תוצר, תשומות הון פיזי והון מו"פ, הון תשתית ליחידת הון עסקי ונתונים משלימים (שיעור העובדים הזרים, ניצולת ההון הפיזי ואיכותו). יש לציין כי המהימנות הסטטיסטית של חלק מהאומדנים לפי שנה וענף נמוכה (במיוחד של חלקים מנתוני התוצר, ההון הפיזי ושיעור ניצולו, הון המו"פ, שיעור העובדים הזרים, וכמובן, הפיריון הכולל הנגזר מהם), ודבר זה יובא בחשבון בניתוח התוצאות והסקת המסקנות. מכל מקום, התאמנו כמה נתונים חריגים, יוצאי דופן במיוחד^{12,13}.

עיקר הממצאים של המחקר ותכנית המאמר

המחקר מצביע על התפקיד המרכזי של ההון האנושי בקביעת הפיריון; למספר הממוצע של שנות הלימוד משקל מכריע בהון האנושי, אך גם לסוג הלימודים יש השפעה חשובה, ושנת לימוד אקדמית תורמת לפיריון יותר משנה של השכלה תיכונית ומקצועית. חשוב לציין, כי תרומה זו של ההשכלה האקדמית משקפת גם יכולות גבוהות יותר של העובדים, שלא נוכו בדרך של בקרה סטטיסטית. כן מצאנו כי העובדים הבלתי מקצועיים והעובדים הזרים הם, כפי הנראה, משלימים לבעלי ההון האנושי הגבוה. לעומת זאת לשיעור העובדים באזורי פיתוח, לשיעור הצעירים חסרי הניסיון בעלי ותק פוטנציאלי נמוך, לשיעור המבוגרים יחסית ולשיעור מעוטי ההשכלה, יש כנראה השפעה שלילית על הפיריון.

מהאומדנים עולה כי להון האנושי ולהון המו"פ (המייצג את הגורם הטכנולוגי) יש שיעור תשואה גבוה מאלו של ההון הפיזי ולתשואה הריאלית של מניות.

השפעת ההון האנושי על הפיריון בענפי הטכנולוגיה העילית גבוהה הרבה יותר מאשר ביתר הענפים. נראה שבענפי הטכנולוגיה העילית יש שילוב טוב יותר בין ההון האנושי לבין הגורמים הטכנולוגיים.

¹⁰ סיכום של ההגדרות ושיטות האומדן יוצג בנספח ו'. המעוניינים בהגדרות מפורטות של המערכת המקבילה (נתוני ייצור במחירים קבועים) מופנים גם לנספחים בעבודותינו הקודמות - ברגמן ומרום 1993, 1999.

¹¹ הנתונים מסקרי כוח האדם עובדו ממאגרים מפורטים שנתקבלו בשנים האחרונות מהלמ"ס.

¹² כעשרה נתונים חריגים מתוך המערכת של 960 התצפיות, כולם חשודים בשגיאות הנובעות מהתאמת הסיווגים, מחולשה בסיסית של שיטות האומדן בתקופות של אינפלציה מהירה ומטעויות שונות שנפלו במקור הנתונים.

¹³ בחנו את אופי הסדרות שבידינו ומצאנו, כצפוי, שרמת הסדרות אינה סטציונרית, וכי השינוי בהן הוא סטציונרי, משמע שהסדרות הן מסדר I(1). והסטטיסטי הממוצע שהתקבל להרצות המשתנים השונים על פני הענפים גבוה משמעותית מהערך הקריטי של מקינן באחוז אחד של מובהקות. דחינו אפוא את השערת האפס שלשינוי בסדרות יש שורש יחידות.

הגידול בהון האנושי תרם לתוצר בתקופה הנחקרת, על פי המקדמים שנאמדו למשוואות בניסוחים החלופיים, כ-30 עד 60 נקודות אחוז – שיעור הדומה, בממוצע, לפיריון הכולל של המגזר העסקי.

לאחר הצגת הרקע הכלכלי הכללי בתקופת המחקר והמסגרת המושגית של פונקצית הייצור, מוצגים השפעת רכיבי ההון האנושי על התוצר, המדד הכולל של ההון האנושי, מדדי הרמה הטכנולוגית ותפקודם בפונקציית הייצור. בסיום העבודה מוצגים שיעורי התשואה לרכיבי ההון השונים ומספר הערות למדיניות המתבקשת.

2. הצמיחה והתפתחות רכיבי ההון האנושי בשלושת העשורים האחרונים (רקע כללי)

כרקע לניתוח נציג את ההתפתחויות של התוצר הגולמי והתשומות – שעות העבודה, ההון הפיזי הגולמי, הון המו"פ, הון התשתית, ההון האנושי על רכיביו – את פיריון העבודה ואת הפיריון הכולל במגזר העסקי (לוח 1). החלוקה לחומשים בלוח זה היא שרירותית, ונובעת מהצורך להחליק תנודות במערכת הנתונים.

מבט כללי על ההתפתחויות העיקריות במגזר העסקי לאורך התקופה הנסקרת מצביע בדרך כלל על גידול מואץ של התוצר ותשומת העבודה, ולאחרונה – גם של ההון ה. לעומת זאת הולכים ומצטמצמים שיעורי הגידול של פיריון העבודה, שפחת מאוד בחומש האחרון, יחד עם הפיריון הכולל. עד לחומש זה פוחת גם קצב גידולו של המדד לסך ההון האנושי H, המשקף, בין היתר, את קצב הגידול של מספר שנות הלימוד הממוצע ושל אחוז בוגרי בתי הספר המקצועיים והתיכוניים (כפי שיוסבר בהמשך). נציין כי ההאטה בקצב הגידול של ההון האנושי בחומש 1990-1994 נובעת משינויים מנוגדים ברכיביו – ההאצה במספר שנות הלימוד הממוצעות עקב העלייה מרוסיה, וירידה במשקל העובדים הזרים והבלתי מקצועיים. העלייה במדד זה בחומש האחרון נובעת, במידה רבה,

לוח 1: התוצר, התשומות והפיריון במגזר העסקי (1970–1999)

גידול שנתי ממוצע חומש לעומת קודמו (ב-%)

1995-99	1990-94	1985-89	1980-84	1975-79	1995-1999	
לעומת	לעומת	לעומת	לעומת	לעומת	לעומת	
1990-94	1985-89	1980-84	1975-79	1970-75	1970-75	
7.1	5.1	3.2	3.4	4.4	4.6	התוצר Y
6.4	3.4	1.4	1.5	1.0	2.7	שעות העבודה L
7.2	3.2	3.0	3.9	6.8	4.8	ההון הפיזי K
6.0	2.7	12.2	11.3	12.1	8.8	הון המו"פ R
-0.6	1.6	0.0	0.7	-0.4	0.2	תשתית להון עסקי I/K
1.6	1.0	1.2	1.8	2.2	1.6	ההון האנושי* H
0.7	1.7	1.8	1.9	3.4	1.9	פיריון עבודה Y/L
0.6	1.8	1.4	1.3	2.0	1.4	הפיריון הכולל** TFP

table1

by year.xls

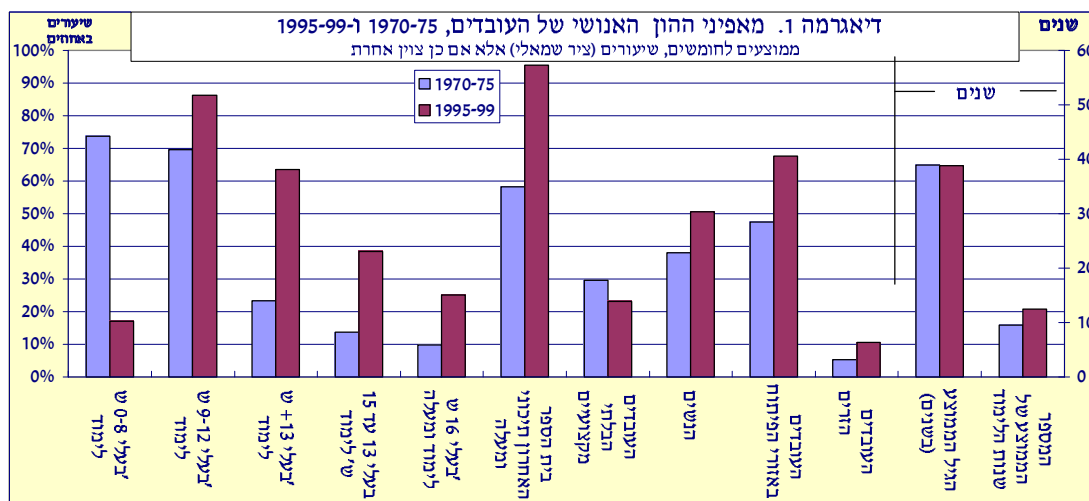
לוח 2: המאפיינים הממוצעים של העובדים (השיעורים באחוזים)

ממוצעים לחומשים						
-1995	-1990	-1985	-1980	-1975	-1970	
99	94	89	84	79	75	
אמזן בשנים						
12.4	12.0	11.4	10.9	10.2	9.5	SY שנות לימוד ממוצעות
18	19	19	19	20	21	VTM "וותק" הגברים
39	40	40	40	39	39	AG הגיל הממוצע
שיעורים באחוזים						
10	16	22	29	36	44	SY1 בעלי 0-8 ש' לימוד
52	53	53	50	46	42	SY2 בעלי 9-12 ש' לימוד
23	18	15	12	10	8	SY3 בעלי 13 עד 15 ש' לימוד
15	13	10	9	7	6	SY4 בעלי 16 ש' לימוד ומעלה
57	52	48	43	38	35	LS1 בית ספר אחרון תיכוני ומעלה*
14	14	15	15	17	18	OCF העובדים הבלתי מקצועיים
30	28	26	25	25	23	GN הנשים
41	38	36	33	30	28	DA העובדים באזורי פיתוח
1.9	2.3	2.5	2.8	2.8	2.8	VTH הגברים העובדים שגילם +70
* שיעור בעלי השכלה תיכונית או שלמדו בבית ספר מקצועי.						
by year.xls		table1b				

מהעלייה של משקל העובדים בעלי ההשכלה האקדמית (13 שנות לימוד ויותר), מירידה חריפה במשקלם של חסרי ההשכלה, אך גם מהעלייה במשקל העובדים הזרים, שיש להם מאפייני הון אנושי מיוחדים. (ראו להלן).

בעשור האחרון בולטת ירידה חדה בשיעורי הצמיחה המהירה, שאפיינה את מלאי הון המו"פ בעשורים הקודמים כאשר תהליך הפיתוח הטכנולוגי היה בראשיתו. התמונה הכללית היא אפוא האטה לאורך הזמן של הגידול בהון המו"פ ובסך ההון האנושי, אף כי לא בכל רכיביו. האטה זו תרמה לירידה בשיעורי הפרייון.

אחת התופעות הבולטות בהתפתחות ההון האנושי (בלוחות 1 עד 3, בדיאגרמה 1 ובלוחות הנספח) היא העלייה המתמדת ברמת ההשכלה של העובדים במגזר העסקי במשך כל התקופה. שיעור העובדים שלמדו במוסדות אקדמיים (לפי סוג בית הספר האחרון, לא לפי שנות לימוד) עלה מכ-9-



אחוזים בתחילת שנות השבעים ל-23 אחוזים בסוף שנות התשעים. במקביל ירד שיעור העובדים שלא קיבלו חינוך תיכוני או מקצועי מעל ליסודי מכ-47 אחוזים בתחילת התקופה ל-16 אחוזים בסופה – ירידה שמשקפת גם את הצטמצמות הקבוצה של חסרי כל השכלה פורמלית, שאינם יודעים קרוא וכתוב (מ-4.3 ל-0.8 אחוזים).

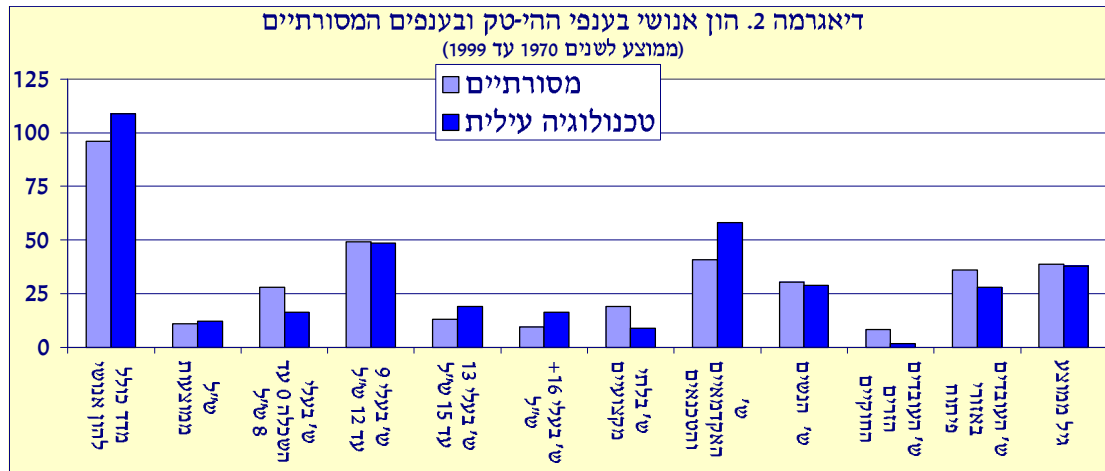
נראה כי בכמה ממאפייני ההון האנושי לא היו שינויים מהפכניים, אלא התקדמות מתמדת לאורך כל התקופה. כך, למשל גדל מספרן של שנות הלימוד, בממוצע, בקצב של שנה אחת לעשור. לעומת זאת יש מאפיינים שלא השתנו כלל, כגון הגיל הממוצע של העובדים.

לוח 3: הון אנושי בענפי ההי-טק ובענפים המסורתיים¹ (ממוצע ענפי משוקלל, 1970-1999)					
ממוצע לתקופה כולה		ממוצע לחומש האחרון			
כל הענפים	הי-טק	מסורתיים	כל הענפים	הי-טק	מסורתיים
102	111	99	121	127	119
11.2	12.1	10.9	12.7	13.4	12.4
38	38	39	38	38	38
שיעור באחוזים					
25.3	16.3	28.1	9.2	4.7	10.6
49.0	48.5	49.1	50.3	43.3	52.5
14.5	19.0	13.2	23.6	29.3	21.7
11.1	16.2	9.6	16.9	22.7	15.1
16.8	8.9	19.2	15.1	7.1	17.6
45.0	58.3	41.0	57.3	68.2	53.8
30.2	29	30	35.1	34	35
6.8	1.7	8.4	9.5	2.5	11.7
34.0	28	36	38.3	34	40
1. ראו נספח א' להגדרת ענפי ההי-טק בעלי טכנולוגיה העילית ולענפים המסורתיים. הנתונים הענפיים בשתי קבוצות אלה שוקללו לפי התוצר הממוצע בתקופה כולה. לכן הנתונים אינם זהים לנתוני לוח 2.					
sicum_anaf.xls table3					

בסך הכול עלה המספר הממוצע של שנות הלימוד מ-9.3 ב-1970 ל-12.7 ב-1999. באותו זמן גדל שיעור הנשים בקרב העובדים מ-22 אחוזים ל-30, שיעור המתגוררים באזורי פיתוח, בהתאם להגדרתנו הרחבה (הערה 19), מ-28 ל-40 אחוזים, ואחוז העובדים הזרים ה"חוקיים" – מ-3 ל-7. הגיל הממוצע של העובדים לא השתנה, כאמור, אך היו שינויים מקוזים בקבוצות הגיל השונות (גבוה ונמוך יחסית) – ומכאן כנראה גם בותק – וכן בגיל הממוצע של גברים ונשים בכוח העבודה.

מלוח 3 ומדיאגרמה 2 מתקבלת תמונה ברורה של קשר בין רמת ההשכלה לבין הרמה הטכנולוגית. הקשר ההדוק בין רמת ההון האנושי לבין הרמה הטכנולוגית נובע בעיקר מכך, שפעילות של מחקר ופיתוח וייצור עתיר ידע דורשים שיעור גבוה של עבודה מקצועית והשכלה גבוהה. כך נראה, למשל, כי שיעור בעלי ההשכלה הגבוהה יחסית בענפי הטכנולוגיה העילית הגיע בחומש האחרון ליותר

ממחצית העובדים, לעומת כשליש בענפים המסורתיים. מתברר אפוא שההון האנושי והרמה הטכנולוגית הם גורמי ייצור המשלימים זה את זה¹⁴.



3. פונקציית הייצור ורכיבי ההון האנושי

המודל

נניח מודל שבו המפעלים בענף מייצרים את התוצר (Y) באמצעות תשומת העבודה (לפי שעות – L), ההון הפיזי (K), הון המו"פ העצמי (R) וההון האנושי (H) – המשקף את איכות העבודה, ונאמד כסיכום משוקלל של מספר רכיבים – הון התשתית של המשק (מחולק בסך-כול ההון העסקי, I), איכות ההון (QK) והגורמים האחרים Z_i .

נניח כי למגזר העסקי מתאימה פונקציית ייצור מסוג קוב-דאגלס, כפי שהוכח בכמה מחקרים קודמים¹⁵.

משוואת התוצר תוגדר:

$$(1) Y_i = AL_i^\beta K_i^\gamma R_i^\delta H_i^\lambda I_i^\phi QK^\mu \sum_s Z_{is}^{\alpha_s}$$

כאשר i מסמן תצפית, כלומר ענף (מתוך 32 הענפים) ושנה (מתוך 30 השנים הנחקרות); Z_s מסמן את יתר המשתנים העשויים להשפיע על התוצר – שיעור נצילות ההון הפיזי (CU), שיעור העולים (OLE), אומדן לגלישת המו"פ והידע בין הענפים השונים (MOP), שיעור הפתיחות של המשק וכד'.

נציג את הפונקציה בלוגים, המסומנים באותיות קטנות, ונשמיט את סימן הענף:

$$(2) y = a + \beta l + \gamma k + \delta r + \lambda h + \phi i + \mu qk + \sum_s \theta_s z_s$$

¹⁴ מסקנה דומה נמצאת, למשל, במחקרם של פלוג, קסיר וריבון (2000).
¹⁵ ראו הערה 9 לעיל.

בהצגה חלופית ניתן להגדיר את תשומת העבודה הכוללת (שעות העבודה וההון האנושי) והון פיזי כולל (ההון, הניצולת שלו וממדד לאיכותו), על ידי כפיית גמישויות אחידות לרכיבי ההון האנושי ולרכיבי ההון ה:

$$(2') \quad y = a + \beta(l + h) + \lambda(k + cu + qk) + \delta r + \varphi i + \sum_s \theta_s z_s$$

התשואה הקבועה לגודל לגורמי הייצור הראשוניים, עבודה, הון ומו"פ תוגדר: $\beta + \gamma + \delta = 1$ ¹⁶.
הפריון הכולל (total factor productivity) מוגדר מסורתית בהנחה של תשואה קבועה לגודל לגורמי הייצור הראשוניים בלבד – שעות העבודה וההון ה, $\beta + \gamma = 1$:

$$(3) \quad TFP = y - (S_l) l - (1 - S_l) k = a' + \delta' h + \mu' qk + \lambda' r + \varphi' i + \sum_s \theta_s' z_s$$

כאשר S_l הוא חלקה של התמורה לעבודה (סך השכר ששולם) בתוצר. משמע, שהתפוקות של שני ענפים המשתמשים בכמויות שוות של הון ושעות עבודה יהיו שוות בעיקר בגלל הבדלים בהון המו"פ, בהון האנושי ובאיכות ההון הפיזי – הבדלים המוגדרים כפריון כולל.

כן אמדנו מודל של משוואות סימולטניות, המורכב ממשוואת התוצר (מס' 2), ממשוואת ההון האנושי וממשוואת המו"פ כפונקציה של ההון האנושי (נספח ד'). מודל זה ממחיש את הקשרים המיוחדים בין המשתנים האנדוגניים-בחלקם: התוצר, ההון האנושי והון המו"פ.

רכיבי ההון האנושי והשפעתם על התוצר והפריון

בחנו בנפרד את המשתנים הקובעים, להשערתנו, את רמתו הכוללת של ההון האנושי מנקודת הראות של הפירמה. היא יכולה לשכור עובדים בעלי השכלה שונה, מאזורים שונים, ממגדר וגיל שונים, זרים או מקומיים, מקצועיים או בלתי מקצועיים וכד'. החלטות הפירמה קובעות את רמת ההון האנושי המועסק אצלה, והשינויים בו מדי שנה. הבדיקה נעשתה על ידי הוספת משתנים אלה לגורמי הייצור הראשוניים בפונקצית הייצור – העבודה (בשעות) וההון הפיזי המנוצל (המתקן עבור נצילות ההון, $K*CU$). ראו לוח 4 ונספח ג'-1.

משתנים אלה נבחרו, על פי המקובל בתיאוריה הכלכלית, כמייצגים את ההון האנושי מתוך הנתונים המצויים על פני כל התקופה הנחקרת בסקרי כוח האדם, ועל פי הקשר המובהק שיש להם עם התוצר והפריון. פונקצית הייצור הורצה על 960 תצפיות – פנל של 32 ענפים במהלך 30 שנה. את מאפייני בסיס הנתונים תיארו במבוא, ורשימה מלאה של 32 הענפים מוצגת בלוח נספח א' I. תוצאות הרגרסיות

¹⁶ ובהנחה הרגילה שכל גורם ייצור מקבל בתמורה את ערך תפוקתו השולית.

מוצגות בלוח 4 להלן¹⁷.

כמעט כל התוצאות מובהקות, וכיווני ההשפעה של רוב משתני ההון האנושי מתאימים לצפוי. נראה כי גם המשקל היחסי שהפונקציה נותנת לרכיבים השונים אינו מפתיע. המספר הממוצע של שנות הלימוד הוא האינדיקטור המכריע לרמת ההשכלה ולתרומת ההון האנושי לפרייון, אך השפעה משמעותית נוספת נודעת גם לסוג הלימוד – המתבטא בסוג מוסד ההשכלה האחרון בו למד העובד. תוספת של שנת לימוד אחת בממוצע לכל העובדים הביאה בתקופה הנחקרת במישרין לעלייה של כ- 7 עד 8 אחוזים בתוצר ובפרייון. שיעור זה דומה, פחות או יותר, לתרומתה של שנת לימוד ממוצעת במדינה אירופית טיפוסית (הערה 6). פרט לכך ניתן לשער, שלגידול מספרן של שנות הלימוד יהיו גם השפעות מקרו-כלכליות עקיפות.

לבעלי השכלה אקדמית גבוהה יש כנראה עדיפות מובהקת על בעלי השכלה תיכונית ומקצועית, מעבר להשפעה של תוספת שנות הלימוד. למי שלמדו במוסדות השכלה על-תיכונית מקצועיים וטכניים, יש יתרון משמעותי בהשפעה על התוצר ועל הפרייון, יחסית למי שלמדו במוסדות אחרים – סמינרים, ישיבות וכיוצא באלו.

לוח 4: משוואות התוצר, המוסבר על ידי גורמי היצור הראשוניים ומשתני ההון האנושי*

Fixed Effects						Fesible Generalized Least Squares		
סטטיסטי t	מקדם	סטטיסטי t	מקדם	סטטיסטי t	מקדם	סטטיסטי t	מקדם	
3.7	0.088	4.5	0.108	3.7	0.087	16.6	0.148	kcu הון פיזי מנוצל
10.7	0.377	12.8	0.449	10.4	0.364	74.3	0.789	l שעות עבודה
4.0	0.721	5.75	0.922			4.2	0.712	sy שנות לימוד ממוצעות
-12.4	-0.323			-13.8	-0.341	-3.5	-0.084	(sy1) שיעור בעלי עד 8 שנות לימוד
								(sy2) שיעור בעלי 8 עד 12 ש"ל
				2.0	0.046			(sy3) שיעור בעלי 13 עד 15 ש"ל
		2.4	0.049	4.3	0.077			(sy4) שיעור בעלי 16 ש"ל ומעלה
1.3	0.086			2.2	0.126	10.3	0.579	מקצועיים אקדמיים ¹ (LS1)
		-9.9	-0.363					השכלה "אחרת" ² (LS3)
2.0	0.064	2.5	0.081	1.8	0.059	-9.8	-0.131	gn שיעור הנשים
-3.3	-0.115	-3.8	-0.133	-2.9	-0.097	-7.1	-0.159	da שיעור באזורי פיתוח
0.1	0.000	-1.4	-0.023	-0.6	-0.001	11.1	0.004	ocp שיעור בלתי מקצועיים
0.2	0.003	-0.3	-0.006	0.4	0.008	7.9	0.053	fw שיעור עובדים זרים
0.7	0.119	-0.2	-0.025	-1.2	-0.171	5.5	1.004	ag גיל ממוצע
1.7	0.071					-0.2	-0.007	VTK ותק נמוך
3.6	0.021	3.2	0.019	3.2	0.019	-5.7	-0.042	VTKH ותק גבוה
4.3	3.450	4.9	3.753	9.1	6.145	-4.8	-3.654	קבוע
0.82		0.81		0.82				within R-sq
0.75		0.80		0.72				between
0.73		0.78		0.71				overall

table4 detailed_metukan.els

1. על פי המוסד האחרון בו למד העובד: אקדמי, מקצועי או טכנולוגי.
2. על פי המוסד האחרון בו למד העובד: לא למד, ישיבה או בית ספר "אחר".
* כל המשתנים הם בלוגים פרט לשיעור הלא מקצועיים. 960 תצפיות ב-32 ענפים על פני 30 שנים. (משוואות נוספות ראו בנספח ג').

¹⁷ תוצאות דומות מתקבלות, פחות או יותר, גם בבדיקות חלופיות של פונקצית הייצור עם משתנים אלה. מספר רגרסיות נוספות מוצגות בנספחים ב' עד ד'.

שנת לימוד לתארים הגבוהים יותר (16 שנות לימוד ומעלה) תורמת לתוצר ולפריזון יותר מאשר כל שנת לימוד ברמות הנמוכות. כך עולה משני הטורים השמאליים בלוח 4.

לעומת זאת נראה שלאחוז העובדים מאזורי פיתוח ולשיעור "חסרי ההשכלה", יש השפעה שלילית על הפריזון. אשר לשיעור הצעירים חסרי הניסיון בעלי ותק פוטנציאלי נמוך ולשיעור המבוגרים יחסית (בעלי ותק עצום) התוצאות אינן חד-משמעיות בגרסאות השונות, ותלויות כנראה בקשר ההדוק שבין הותק לגיל.

בין התוצאות שאינן מובנות מאליהן נציין את הסימן החיובי המובהק – אמנם עם מקדם נמוך – של שיעור העובדים הבלתי מקצועיים ושל העובדים הזרים, שנמצא ברבים מהניסוחים (ספציפיקציות) שנבדקו וכן של שיעור הגברים בקרב העובדים. שני הראשונים משקפים, כפי הנראה, את יחסי ההשלמה הקיימים בין העובדים המקצועיים לבלתי מקצועיים: התרומה החשובה של הון אנושי גבוה לייצור יכולה לבוא לידי ביטוי רק בסיוע העבודה ה"שחורה" של העובדים הבלתי מקצועיים, עובדי השטחים והזרים האחרים. נוסף על כך ייתכן שחלק מעובדים אלה מאופיין במוסר עבודה ומשמעת גבוהים מאלה של העובדים האחרים – בין השאר בשל תנאי העסקתם.

שיעור הנשים – בהינתן התרומה הנובעת מההשכלה הגבוהה יותר שלהן – מתקבל בדרך כלל מקדם שלילי. הדבר יכול לשקף כמה תכונות שלא מצאו ביטוי מלא במשתנים האחרים: ייתכן שהן אינן מנצלות את מלוא פוטנציאל ההשכלה שלהן. כמו כן הותק הממוצע של הנשים בעבודה נמוך מזה של הגברים, דבר שאינו מתבטא בפונקציית הייצור שאמדנו לעיל, שכן משתנה הותק שם מבטא כאמור רק את השפעת הקצה – את שיעור המבוגרים יחסית. תכונה נוספת, המאפיינת את עבודתן של חלק מהנשים, שהשפעתה המצטברת על הפריזון לא נמדדה כאן, היא, מספר גבוה יחסית של היעדרויות וחופשות ארוכות יחסית. היעדרויות אלה יכולות לפגוע ברצף הלימוד-תוך-כדי-עבודה (on the job training) ובהצטברות הניסיון שלהן. במשוואות פונקציות הייצור שאמדנו הדבר משתקף בחוסר מובהקות של משתנה הגיל הממוצע של הנשים¹⁸.

השפעת **הגיל** הממוצע של גברים ונשים ביחד מובהקת פחות מזו של המשתנים האחרים, במיוחד של הותק, שחושב על בסיס נתוני הגיל. הגיל והותק אמורים לשקף גם את האפשרות של לימודים לא פורמליים במסגרת העבודה. ייתכן שחלק מהשפעת גורם זה מצא ביטוי דרך הותק, ודרך שנות הלימוד הפורמלי (כי מי שיועד ללמוד לומד גם תוך כדי העבודה עצמה), וכן כאמור דרך שיעור הנשים בקרב העובדים.

ההשפעה השלילית המשמעותית של **האזור** שהעסקים נמצאים בו¹⁹ – ועל פי רוב העובדים גם גרים בו – על התוצר והפריזון, משקפת גם היא, בין היתר, תכונות של עובדים שלא נמדדו כאן במישרין.

¹⁸ ההבדלים במקדמים ובמובהקות של שיעור הנשים בניסוחים (ספציפיקציות) של פונקציות הייצור בלוח 4 ובנספחים, יכולים לנבוע מהעובדה ששונות שיעור הנשים במועסקים בענף גבוהה יחסית בין הענפים, יותר מאשר על פני זמן. שיטת ה-fixed effects (FE) מנכה השפעה זו של השונות הבין ענפית.

¹⁹ כאזור "פיתוח" הוגדרו רוב הנפות במחוזות ירושלים, הצפון והדרום. הוצאו מכלל זה מפעלים שמיקומם מוכתב על ידי קיום אוצרות הטבע המצויים, ואחוז גבוה של עובדיהם אינו גר במקום (כולם בענף "מכרות ומחצבים" – כמו מפעלי ים המלח וחברת הפוספטים בנגב).

גורמים כלכליים וחברתיים המייחדים את אזורי הפיתוח יכולים להסביר חלק מהשפעה זו: ראשית, מרחקים גדולים יותר ממרכזי הלימוד וממוסדות ההכשרה המקצועית לעובדים. שנית, אווירה של ניכור ותחושה של חוסר תשומת לב מצד השלטון המרכזי, המאפיינות עיירות פיתוח רבות – ופוגעות במוטיבציה ובמורל של העובדים. הרגשה זו התחזקה בעקבות קיפוח שקיים, כפי הנראה, בהקצאה הציבורית של משאבי התשתיות – מבנים וציוד במערכת החינוך בפרט, וכבישים, רכבות, ומבני ציבור בכלל. קרוב לוודאי כי גם רמת החינוך וההשתלמות באזורים אלה נמוכה בממוצע מאשר במרכז הארץ. ייתכן מאוד כי עובד שיעבור לעבוד במרכז הארץ, ייהנה משיפור ביכולות ובמוטיבציה שלו.

ההפרדה של **ההשכלה לפי בית הספר האחרון שהעובד למד בו** – מראה, כאמור, כי השפעת החינוך האקדמי והמקצועי על התוצר גבוהה משמעותית מזו של חינוך "אחר"; זאת נוסף על השפעת מספרן של שנות הלימוד. הדבר משקף כנראה גם תכונות ויכולות נוספות המאפיינות את העובדים שלמדו בחינוך הגבוה, ולא את אלה שהסתפקו בחינוך אחר, תכונות שלא באו לידי ביטוי במשתנים האחרים.

4. מדד כולל להון האנושי

מאחר שיש מתאם משמעותי בין רבים מהמשתנים המאפיינים את ההון האנושי (נספח ה'), וכדי לאפשר אומדן של פונקציית ייצור עשירה יותר, אמדנו את הפונקציה בהסתמך על מדד כולל להון האנושי, במקום הצבה במשוואה כל אחד מרכיביו. מדד זה חושב כממוצע המשוקלל של הרכיבים הנפרדים של ההון האנושי, כשכל רכיב חושב כמדד שממוצעו 100. כבסיס כללי למשקלות שימשו ההשפעות של כל אחד מהרכיבים על התוצר, כפי שמוצג בפונקציות הייצור בלוח 4. בהתאם למקדמים ברגרסיות, יוחס המשקל הגבוה ביותר לשנות הלימוד הממוצעות, אחריהן לסוג בית הספר האחרון (אקדמי, תיכוני או מקצועי), ולשיעור בעלי 8 עד 12 ול-13+ שנות לימוד. משקל נמוך יותר ניתן למגדר, לאזור, לותק, לעובדים הזרים, לבלתי מקצועיים ולגיל²⁰.

מצאנו כי האומדן יציב, ושינויים של המשקלות בתחום ניכר אינם משנים את הממצאים במידה משמעותית²¹. על יציבות האומדנים מעידה גם הבדיקה לשנים נבחרות²². התוצאות של חישוב מדד ההון האנושי (H) הממוצע לענפים השונים מופיע בסוף חלק ב' של לוח נספח א' I.

ענפים בעלי הון אנושי גבוה יחסית מאופיינים ברובם ברמה טכנולוגית גבוהה, כאמור לעיל: אלקטרוניקה, ציוד לתחבורה, מכונות, כימיה וזיקוק נפט, חשמל, מים, ספנות ותעופה, מכרות

²⁰ בחישוב הפכנו את רוב המשקלות השליליים לחיוביים, על ידי בחירת המשתנה המשלים (כמו שיעור הגברים במקום שיעור הנשים). המשך המחקר מבוסס על משקל של כ-35 אחוזים לשנות הלימוד, כ-15 אחוזים כל אחד לקבוצות לימוד 12-9 ו-13+ ולסוג ביה"ס, כ-5 אחוזים למגדר ולאזור וכ-10 אחוזים הנותרים מתחלקים בין כל שאר הרכיבים.

²¹ לדוגמה, נבחן תחום המשקלות של שנות הלימוד בין 35 ל-50 אחוזים, משקל העובדים שלמדו בבתי ספר תיכוניים ועל תיכוניים בין 6 ל-15 אחוזים, משקל הגברים בין 5 ל-10 אחוזים, וכיוצא באלה.

²² ראו בנספח ב' אומדנים הכוללים את רכיבי ההון האנושי לקבוצות של 5 עד 11 שנים נבחרות על פני התקופה כולה. פונקציית הייצור נבדקה גם במודל סימולטני שנאמד ב-3 שלבים, והתוצאות היו דומות ומובהקות (נספח ד').

ומחצבים וכפי הנראה גם תקשורת ודפוס. ענף הבריאות העסקית אמנם עתיר בהון אנושי ובאיכות גבוהה של הון, אך בהתאם לקריטריונים שלנו הוא אינו עתיר יחסית בטכנולוגיה עילית.

ההון האנושי, הרמה הטכנולוגית והפריון

הפונקציות המלאות בלוח 5 כוללות כמשתנים מסבירים את גורמי הייצור הראשוניים, משתני הטכנולוגיה וההון האנושי הכולל²³. התוצאות נמצאו בדרך כלל מוצקות. בדקנו גם אומדנים המבוססים על נתונים ממוצעים ל-3 ול-5 שנים, והמקדמים נמצאו בסדרי גודל דומים, מובהקים וחיוביים. ההפרדה הסטטיסטית של ההשפעות הענפיות המקריות (random effects) או הקבועות (fixed effects) הגדילה בדרך כלל את היציבות ואת מידת ההסבר של האומדנים, בהשוואה לשיטות אחרות. בחרנו להסתמך כאן על תוצאות האומדנים המניחים Fixed effects אף כי הם מנכים גם אפיונים ענפיים קבועים שאנו מעוניינים לאמוד; זאת משום שאומדני ה-random effects מוטים ואינם עקיבים (לפי מבחן Hausman, לוח נספח ג-2). אולם למעשה אין להפרש בין אומדנים אלה השלכה על מסקנותינו. נציין כי אומדן בשיטת ה-Fixed effects מחליש את החשש שמקדם ההון האנושי נובע מסיבתיות הפוכה: ענפים של טכנולוגיה גבוהה מאופיינים בפריון גבוה, והם נזקקים לעובדים משכילים ומיומנים יותר – אך, כאמור, האומדן בשיטת ה-Fixed effects מנכה אפיונים ענפיים קבועים, לרבות השפעות אלה.

לוח 5. אומדנים חלופיים של הגמישויות בפונקצית הייצור של המגזר העסקי:

	Fixed Effects (within)		random effects	
	(4)	(3)	(2)	(1)
הון פיזי מנוצל	0.107 4.6		0.195 9.0	0.193 9.4
איכות ההון הפיזי	0.114 1.5		0.111 3.3	0.092 2.8
ההון הפיזי הכולל ¹		0.214 11.2		
שעות עבודה	0.369 10.7		0.359 9.9	0.439 13.8
הון אנושי	0.477 4.4		1.018 10.4	1.060 11.2
תשומת העבודה הכוללת ²		0.403 10.9		
הון המו"פ הענפי	0.073 5.6	0.142 11.5	0.096 7.1	0.078 6.3
שיעור העולים	0.016 2.5	0.015 2.1	0.018 2.7	0.015 2.2
מדד לצפיפות התשתיות	0.371 2.0	0.962 5.3	0.416 2.2	0.380 2.1
פתיחות ³	2.834 9.3			
קבוע הרגרסיה	3.602 11.9	4.219 15.1	4.018 12.3	3.763 12.1
R-sq	0.798	0.760	0.798	0.837

1. המקדם התקבל על ידי כפיית גמישות שווה להון הפיזי המנוצל ולאיכותו.
2. המקדם התקבל על ידי כפיית גמישות שווה לשעות העבודה ולמדד ההון האנושי.
3. ראו הגדרת פתיחות בטכסט.

nispach B C.XLS

²³ ההשפעה של שיעור העולים החדשים היא מעבר לזו של ההון האנושי שלהם שכן זה כבר כלול במדד H.

התרומה הניכרת של המו"פ והתשתית הפיזית של המשק לפיריון המגזר העסקי בכלל ובתעשייה בפרט, כבר נידונה בפירוט רב בעבודותינו הקודמות²⁴. משתנה התשתית הפיזית המשרת את מחקרנו נמדד במונחי צפיפות: התשתית חולקה בהון העסקי. בהתייחסות זו לתשתית גלומה ההנחה שבעלייה בתשתית כשלעצמה אין שיפור, אם היא אינה עולה על הגידול בסך ההון הפיזי. מהבחינה הסטטיסטית יש בהתייחסות זו גם יתרון מסוים, שכן היא מפחיתה מאוד את המיתאם של משתנה התשתית עם מגמת הזמן.

העלייה בהון האנושי הכולל על פני כל התקופה הנחקרת, בקרוב ל-60 נקודות האחו (לוח 1), תרמה בממוצע כ-45 נקודות אחוזים לתוצר, לפי המקדמים שנאמדו לפונקציית הייצור החלופית (לוח 5²⁵). תרומה זו קרובה בגודלה לפיריון הכולל של המגזר העסקי, באותן שלושים השנים. מובן שעלייה זו בהון האנושי אינה הגורם היחיד שהשפיע על הפיריון, כאמור לעיל, אך בתוצאה זו יש כדי להעיד על משקלו הניכר בתהליך הצמיחה.

ניתן להציג בפונקציית הייצור גם את התשומה הכוללת של העבודה, על ידי איחוד של שני מאפייניה, מדד שעות העבודה עם מדד ההון האנושי, הגלום בכל שעת עבודה (עמודה 3 בלוח 5); ובמקביל גם את ההון הפיזי הכולל, שמאחד את ההון הפיזי המנוצל ואיכותו (אחו ההון החדש). בהנחות חזקות אלו – בין השאר גמישות זהה להון הפיזי ולאינדיקטור לאיכותו (שיעור ההון החדש) – קיבלנו תשובה יורדת לגודל להון הפיזי המנוצל, לתשומת העבודה הכוללת ולהון המו"פ.

ניתן לאמוד את הרמה הטכנולוגית של המגזר העסקי על ידי שלושה משתנים: הון המו"פ העצמי של הענף, איכות ההון²⁶ והון המו"פ הכולל. משתנה אחרון זה הוא נתון שנתי, המשקף את השפעתו הכוללת של המחקר והפיתוח במשק וגלישתו (spillover) מענף לענף, כלומר – משמש אינדיקטור לרמה הטכנולוגית הכללית של המשק בכל שנה²⁷. בדרך זו ניסינו להפריד, במידת האפשר, את השפעת ההון האנושי על הפיריון מהשפעת ההתקדמות ברמה הטכנולוגית. הקשר ההדוק בין שתי קבוצות אלה של גורמי ייצור – הטכנולוגיה וההון האנושי – אינו מטשטש את התרומה המשמעותית של כל אחת מהן בנפרד. (ראו אומדנים בלוח 6; ניתן ללמוד זאת גם מהתוצאות של אומדן המשוואות הסימולטניות בנספח ד'). החשיבות המעשית של הבחנה זו היא בעיקר בהשלכותיה על המדיניות הממשלתית ארוכת הטווח לעידוד הצמיחה, נושא שיידון להלן.

²⁴ ברגמן ומרוס (1993, 1999), וכן בר-אליעזר וברגמן (2002).
²⁵ ראו גם את מקדם ההון האנושי בפונקציית הייצור באומדן המשוואות הסימולטניות בנספח ד'. באומדן הסימולטני, בניגוד לאומדן כאן, הוספת משתנה הפתיחות אינה משנה את מקדם ההון האנושי.
²⁶ משתנה זה הוא אינדיקטור להון החדש בענף, ומחושב כשיעור ההשקעות החדשות במכונות וציוד בחמש השנים שקדמו לשנה הנדונה, מתוך סך הון המכונות והציוד לאותה שנה.
²⁷ הואיל וסדרה זו של המו"פ הכולל אחידה לכל הענפים, ייתכן שהיא משקפת גם את מגמת הזמן בהתפתחות הכלכלית הכוללת של המשק, לא רק את השינוי ברמה הטכנולוגית, דבר שמגביר את השפעתו על פונקציית הייצור.

את הקשר של הרמה הטכנולוגית להון האנושי ניתן לבדוק גם מנקודת מבט המבחינה בין ענפי הטכנולוגיה העילית לבין הענפים המסורתיים. פריזון העבודה הממוצע, כמו גם ממוצע ההון האנושי, גבוהים יותר בענפי הטכנולוגיה העילית מאשר בענפים האחרים (לוח I בנספח א'). ניתוח מעמיק יותר באמצעות רגרסיה של פונקציית יצור, מלמד, שהשפעת ההון האנושי על הפריזון גבוהה הרבה יותר בענפי הטכנולוגיה העילית, מאשר ביתר הענפים (לוח III בנספח זה). נראה שבענפי הטכנולוגיה העילית יש שילוב טוב יותר בין ההון האנושי לבין הגורמים הטכנולוגיים.

לוח 6: גורמי הפריזון הכולל ¹ (TFP)							TFP ²
t	Coef	t	Coef	t	Coef	t	
3.6	0.44	9.9	0.86	3.3	0.45	10.9	0.85
				5.2	0.12	6.0	0.13
2.9	0.55	2.9	0.56	1.9	0.40		
3.3	0.05	3.9	0.05			6.0	0.08
4.8	1.40						
0.25		0.29		0.19		0.33	
						0.20	
						0.32	
							R-sq

1. משוואות Fixed Effects
2. הפריזון הכולל (לפי ההגדרה המקובלת כאשר משקל ההון הפיזי והעבודה נקבע לפי פונקציית הייצור לעיל)
3. מו"פ כולל – המו"פ השנתי הכולל: סכום מכאי הון המו"פ לכל הענפים כתחילת השנה הקודמת, ונועד לשקף את הגלישה של המו"פ מענף לענף (spillover), הסיכום הוא בניכוי ההון העצמי של כל ענף, למניעת ספירה כפולה של הון זה.
4. מוגדרת כסכום היבוא והיצוא המשקי (לא של הענף הבודד) מחולק בסך כל השימושים העומדים לרשות המשק.

אם נוסיף לפונקציית הייצור בלוח 5 את משתנה **הפתיחות** של המשק הישראלי לעולם²⁸, נמצא שמקדמו מובהק ותרומתו לתוצר משמעותית. עם זאת, שילוב משתנה זה במשוואה מקטין את ההשפעה הנאמדת של ההון האנושי. אולם, משתנה שנתי זה מייצג כנראה גם את מגמת הזמן, כלומר, את השינויים הקבועים על פני זמן, שנכללו ושלא נכללו באומדן פונקציית הייצור. יתכן אפוא, שמקדם ההון האנושי ברגרסיה 4 מוטה כלפי מטה ומשקף גבולתחתון של האומדן.

התפקיד המרכזי של ההון האנושי בקביעת הפריזון הכולל ובתהליך ההתקדמות הטכנולוגית בולט גם באומדן הישיר של פונקציית הפריזון²⁹ (לוח 6). השינוי במקדמים הנאמדים, עם הוספת מסבירים למשוואה, מדגימים את קשרי הגומלין בין ההון האנושי והפיתוח הטכנולוגי שתלוי, כאמור, ברמה גבוהה של העובדים. כן עולה מהאומדן (ממקדם משתנה המו"פ הכולל) שההשקעות בענף אחד (או בהון האנושי של פרט) ישפרו את ההון והרווחיות של שאר הענפים (או הפרטים) ושל המשק כולו (יתרונות חיצוניים).

אומדן של מערכת משוואות סימולטנית מראה תמונה פורמלית יותר של הקשרים בין ההון האנושי לבין הפיתוח הטכנולוגי. גם במודל זה, המוצג במלואו בנספח ד', מדגישות התוצאות את השפעתו

²⁸ הפתיחות נמדדה כאן כמשתנה שנתי (השווה לכל ענף) של סכום היבוא והיצוא מחולק בסך השימושים של המשק. על חשיבות המשתנה ראו גם ברגמן מרום (1999), Söderbom & Teal (2003) וכן הלפמן (2003).
²⁹ מקדם ההסבר למשוואות ה-TFP צפוי שיהיה נמוך, שהרי מדובר באומדנים לשאריות, כפי שנמצא גם במחקרים בעולם.

הניכרת של ההון האנושי בקביעת התוצר ובבניית הון המו"פ של המשק. במיוחד נציין את ההשפעה המובהקת והחזקה של ההון האנושי על הון המו"פ.

שיעורי תשואה של ההון האנושי, הון המו"פ וההון הפיזי

כדי לחשב את שיעור התשואה של ההון האנושי למגזר העסקי, חישובנו את ערכו של מלאי זה (לוח 7). חישובו מבוסס על ההנחה, שבטווח הארוך התמורה לעבודה משקפת את התרומה של העבודה לתוצר: הפערים בשכר משקפים את תרומת ההשכלה לתוצר בתקופת האומדן (בהנחה שיתמידו גם בעתיד). ההון האנושי לעובד בכל קבוצת השכלה חושב על פי הפרש שבין עלות העבודה הממוצעת לכל קבוצת השכלה לבין עלות העבודה בקבוצת חסרי ההשכלה (על בסיס סקרי ההכנסות של הלמ"ס). מלאי ההון האנושי הוא הערך המהווה של הפרש שנתי זה בעלות העבודה לאורך שנות העבודה הנותרות לכל העובדים בכל רמות ההשכלה.

שעור התשואה הממוצע לסוגי ההון השונים חושב כמכפלה של המקדם של כל סוג הון שנאמד בפונקציית הייצור לעיל, ביחס שבין התוצר הגולמי להון הגולמי³⁰. מאחר שהמקדמים תלויים, בין היתר, בניסוח של פונקציית הייצור, ואמדנו מספר פונקציות חלופיות, אנו מציגים תחום של שיעורי תשואה ממוצעים. כמו כן יש לזכור את המהימנות הסטטיסטית הנמוכה יחסית של אומדני הרמות של מלאי ההון.

לוח 7. שיעורי התשואה על ההון¹, ממוצע 1970--1999 (אחוזים)

II	I	משוואה שנאמדה
6	10	ההון הפיזי K
64	84	הון המו"פ R
16	35	ההון האנושי ² H-א'
20	43	ההון האנושי H-ב'
7	7	התשואה הריאלית למניות

1. על פי המשוואות בלוח 5: I משוואה 2; II משוואה 4, הכוללת את משתנה הפתיחות.
2. בא' ההיוון הוא ל-27 שנים ב-4 אחוזים ריבית, בב' היוון ל-22 שנים בריבית של 5 אחוזים.
returns1.xls.

ניתן, מושגית, להתבונן בפירמות במגזר העסקי כשוכרות את השימוש בסוגי ההון השונים, ביניהם גם עובדים שמאפיינים גילים מסוימים, מגדר מסוים, מקום מגורים שבו הם בחרו וכד'. המספרים בלוח 7 משקפים את שיעור התמורה שקיבל המגזר לשכירת סוגי ההון השונים.

התמונה הכללית המתקבלת היא של שיעורי תשואה גבוהים להון האנושי ולהון המו"פ יחסית לתשואה של ההון הפיזי, וגם יחסית לתשואה הריאלית של המניות (קרוב ל-7 אחוזים לשנה,

³⁰ הבסיס לחישוב היו הנתונים הבאים, כשהגמישויות נלקחו מהאומדנים בלוח 5: להון הפיזי $Y/K=0.53$, $\gamma=0.20$; להון המו"פ $Y/R=8.8$, $\delta=0.10$; ולהון האנושי $Y/H=0.38$, $\lambda=1.02$.

בממוצע ל-30 שנות התקופה הנחקרת); על אחת כמה שהם גבוהים יותר מהתשואה של נכסים פחות מסוכנים, כדוגמת איגרות חוב צמודות ונכסים פיננסיים אחרים. ההבדלים הגבוהים בשיעורי התשואה מבטאים, במידה רבה, הבדלים ניכרים בסיכונים לפירמה לסוגי ההון השונים. ייתכן ששיעור התשואה הגבוה להון האנושי נובע גם מהיותו במקרים רבים בלתי סחיר, בזמן הקצר. הדבר נכון, כנראה, גם לגבי הון המו"פ. שיעורי התשואה יוצאי הדופן של הון המו"פ עשויים לשקף גם הטיות כלפי מטה באומדני מלאי הון זה (והדברים אמורים גם בתוצאות הגבוהות שהתקבלו במחקרים אחרים³¹). ייתכן גם שההפרדה בין ההשפעות של שני גורמי הייצור המשלימים זה את זה – ההון האנושי והון המו"פ – אינה חדה דיה לניתוח זה, מפאת המיתאם שביניהם.

5. כמה הערות לעניין המדיניות

המסקנה המרכזית של עבודה זו לקביעת המדיניות הממשלתית היא, שגם בישראל יש להון האנושי חשיבות רבה לצמיחה של הטווח הארוך, בדומה לממצאים האחרונים לגבי המדינות המפותחות בעולם³².

לממשלות תפקיד מפתח בהרחבת מלאי ההון האנושי והמו"פ ובהכוונת ההשקעות בהם. התשואה הגבוהה יחסית של ההון האנושי והמו"פ לפירמות מלמדת, שיש כשלי שוק המונעים מהמגזר העסקי להגדילם ולהביאם לרמות המיטביות. ההשקעות בענף (במפעל או בפרטים) אחד ישפרו את ההון והרווחיות של שאר הענפים (או המפעלים או הפרטים) ושל המשק כולו (יתרונות חיצוניים). הפירמה הבודדת רואה סיכון גדול הרבה יותר משרואה לפניו המשק כולו, לכן היא תשקיע מעט מדי, מנקודת מבט משקית למרות התשואה הגבוהה.

עם כל זאת, יש להימנע מהתערבות יתר, כדוגמת הכוונה של תוכני החינוך הגבוה שתמנע הקצאה יעילה של המקורות. העדות ממחקר זה, כמו מאחרים³³, אינה מאפשרת לאבחן אמצעי מדיניות מקיפים וחד-משמעיים, אולם ניתן לציין כמה נקודות החשובות לעיצובה.

במרכז הגורמים הקובעים את ההון האנושי עומדות ההשקעות ארוכות הטווח בחינוך, שהן המפתח לפיריון ולצמיחה. כפי שמראים המקדמים של הרגרסיות וכן שיעורי התשואה היחסיים (לוחות 4 ו-7), יש להשקעות בחינוך העל-יסודי, ובמיוחד בחינוך הגבוה, השפעה משמעותית. זאת יחד עם ההשפעה החיובית של הקטנת מספרם של חסרי ההשכלה או של אלה שהשכלתם נופלת מ-9 שנות לימוד. מאחר שתהליך צמצום זה בקרב מעוטי ההשכלה בישראל למעשה מוצה עד לסוף שנות התשעים, רצוי לשים דגש על החינוך הגבוה.

מצאנו שיש תרומה גדולה יחסית של ההשכלה האקדמית לפיריון במיוחד לבעלי 16 שנות לימוד ומעלה. למשל, לבעלי חינוך אקדמי מקדם כפול מזה של החינוך התיכוני-מקצועי בפונקציית הייצור.

³¹ ראו למשל את מחקרנו על התעשייה בישראל (ברגמן ומרום, 1999).

³² בניגוד לממצאי המחקרים שפורסמו עד לפני שנים מספר. ראו סקירה ב-Coulombe et al, 2004.

³³ ראו בעיקר OECD (1999), פרק 6; וכן Brown (2001), פרק 1.

הדבר משקף, כאמור לעיל, גם את היכולות הגבוהות יותר של העובדים שקיבלו חינוך גבוה יותר. ברור שהרחבתו של החינוך האקדמי תלויה גם בשיפור הבסיס שלו, החינוך הקודם לו. במילים אחרות: מחקרנו מלמד שפגיעה בהתפתחות החינוך הגבוה עלולה לפגוע משמעותית בפיריון ובצמיחה של המשק בעתיד.

לתוספת של שנת לימוד אחת, בממוצע לכל העובדים, תרומה משמעותית לתוצר ולפיריון. ככל שתוספת זו תתרכז יותר באיכות החינוך האקדמי והמקצועי, כן תגדל תרומתו לתוצר. לאיכות הלימוד השפעה לא קטנה, מעל ומעבר לתוספת של שנות הלימוד.

הממצא שלפיו יש לשיעור המועסקים באזורי פיתוח השפעה שלילית משמעותית על התוצר מלמד כי חשוב במיוחד שהממשלה תפעל להגדיל את ההון האנושי והון התשתית באזורים אלו, לרבות טיפוחו של החינוך ואיכותו, דבר שיצמצם גם את אי-השוויון בחלוקת ההכנסות במשק. יש לציין במיוחד את השיפור הדרוש באמצעי תחבורה שמחברים את אזורי הפיתוח למרכז הארץ כדי לקרב את העובדים, במידת האפשר, למרכזי הלימוד, ההכשרה המקצועית ומוסדות השלטון, ואת כוחות ההוראה הטובים לאזורי הפיתוח.

ביבליוגרפיה

- ברגמן, א' ו א' מרום (1993), "גורמי צמיחה במגזר העסקי בישראל, 1958 עד 1988." בנק ישראל, מחלקת המחקר, מאמרים לדיון 92.02.
- גריליכס, צ' ו ח' רגב (1999), "מחקר ופיתוח, תמיכה ממשלתית ופיריון מפעלי התעשייה בישראל, 1975-1994." רבעון לכלכלה, 46 (נובמבר), ע' 335-358.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקרי התעשייה, סקרי המו"פ, סקר מלאי ההון בתעשייה (1992), סקרי כוח אדם מקצועי (1970 עד 1999) וסקרי הכנסות, ירושלים.
- יוטב-סולברג, ע' (2001), "השפעת השינויים הטכנולוגיים על מבנה השכר בישראל, 1980 עד 1999", בנק ישראל, מחלקת המחקר, מאמרים לדיון 2001.07.
- מעלם, י' ו ר' פריש (1999), "העלייה בתשואה להשכלה בישראל בשנים 1976-1997", בנק ישראל, מחלקת המחקר, מאמרים לדיון 99.06.
- נבון, ג' (2004), "השפעת הטרוגניות ההשכלה על השכר: עדות אמפירית מענף התעשייה", בנק ישראל, מחלקת המחקר, מאמרים לדיון 2004.05.
- פלוג, ק', נ' קסיר וס' ריבון (2000), "אבטלה והשכלה בישראל: על מחזורי עסקים, שינויים מבניים ושינויים טכנולוגיים: 1986-1998", בנק ישראל, מחלקת המחקר, מאמרים לדיון 2000.02.
- Bar-Eliezer, S. and A. Bregman (2002). "The Impact of Research and Development Spillover on Growth and Productivity in Israeli Manufacturing Industries 1990–1994", Samuel Neaman Institute, *STE-WP 14 – 2002*.
- Becker, G.S. (1993). *Human Capital*, (Third Edition), The University of Chicago Press.
- 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.

- Brown, p. A. Green and H. Lauder (2001). *High Skills*, Oxford University Press.
- Coulombe, S., J.F. Tremblay, and S. Marchand (2004). "Literacy Scores, Human Capital and Growth Across Fourteen OECD Countries", Statistics Canada *and* University of Ottawa.
<http://www.nald.ca/fulltext/oecd/oecd.pdf>
- Fuente, A. de la and A. Ciccone (2002). "Human Capital in a Global and Knowledge-Based Economy – Final Report", EU <http://pareto.uab.es/wp/2003/56203.pdf> .
- Griliches, Z. (1996). "Education, Human Capital and Growth: A personal perspective," *National Bureau of Economic Research, Working paper 5426*,
- Griliches, Z., H. Regev (1995). "Firm Productivity in Israeli Industry 1970-1988" , *Journal of Econometrics* 65, 175-203.
- Helpman, E. (2003). "Israel's Economic Growth: an International Comparison", *Israel Economic Review*, 1–10.
- OECD (1999). "Human Capital Investment, An International Comparison", *Centre for Educational Research and Innovation*.
- Mulligan, C. and X. Sala-i-Martin (1995). Measuring Aggregate Human Capital, NBER, *Working paper 5016*.
- Laroche, M. and M. Me'rette (2000). Measuring Human Capital in Canada, Ministry of Finance Working paper No. 2005-5.
- Regev, H. (1993). "Industrial Enterprises Longitudinal Panels in Israel: Construction Definitions and Use in Research", *Proceedings of the International Conference on Establishment Surveys, American Statistical Association, Virginia*.
- Regev, H. (1997). "Innovation, Skilled Labor, Technology and Performance in Israeli Industrial Firms: 1982-1993", *The Maurice Falk Institute for Economic Research in Israel, Discussion Paper No. 97.06, May*.
- Soderbom, M. and F. Teal (2003). Openness and Human Capital as Sources of Productivity Growth: An Empirical Investigation, Centre for the Study of African Economics, University of Oxford, CSAE WPS/2003-06.

נספח א'

מיון הענפים לפי הטכנולוגיה שלהם

מאחר שאין הגדרה אחת המקובלת בעולם לענפי טכנולוגיה עילית ("הי-טק"), בחרנו כאן באפיונים הבאים לענפים עתירי טכנולוגיה³⁴: (1) השכלה טכנולוגית גבוהה יחסית (במיוחד שיעור גבוה של מהנדסים, טכנאים ואקדמאים אחרים); (2) השקעה רבה יחסית במחקר ופיתוח; (3) הון ציוד מודרני יחסית, שמשדרג את תהליכי הייצור, ומגלם בתוכו מו"פ חדיש ששימש בייצורו בחו"ל.

דירוג הענפים לפי המדד המשוקלל של רמתם הטכנולוגית (לוח I בהמשך נספח א') דומה פחות או יותר, כצפוי, לדירוגם לפי המדד הכולל של רמת ההון האנושי (H) הגלום בהם. זאת על אף אי התאמה מלאה בבסיס הנתונים, בגלל חלוקה ענפית שאינה מעודנת דיה, ואף שהמדדים אינם מתייחסים לאותה תקופה. ישנם כמה יוצאים מן הכלל, שרק מעידים על הכלל, ביניהם בולט ענף שירותי הבריאות – שדירוג ההון האנושי של עובדיו הוא הגבוה ביותר, אך מדד הטכנולוגיה שלו נמוך יחסית, שכן לא נמדדה בו פעילות רבה של מחקר ופיתוח או שיעור גבוה של מהנדסים, אקדמאים וציוד מודרני.

³⁴ בעקבות ההגדרות במחקר על הפיריון במפעלי ההי-טק בתעשייה הישראלית (ברגמן, פס ורגב, 1991).

I עתירות הטכנולוגיה (1995 עד 1998) וההון אנושי (1970 עד 1999) במגזר העסקי

ד. פריז העבודה (תוצר לש' עבודה, ממוצע=100) ****	ג. משקל הענף בתוצר המגזר		ב. המדדים הנפרדים (הבסיס: הממוצע לכל קריטריון=100)					א. הקריטריונים			ענף
	אחוז מצטבר	אחוז	ההון אנושי **	עתירות הטכנולוגיה *	שיעור הצידוד החדש	הון המו"פ לשעת עבודה	שיעור המהנדסים והטכנאים	אחוז הצידוד החדש	הון המו"פ לשעת עבודה	אחוז המהנדסים והטכנאים	
147	7.9	7.9	1.22	634	137	1120	646	68	41	31.5	1 צידוד אלקטרוני
112	10	2.1	1.15	341	87	435	503	43	15.9	24.5	2 כלי הובלה
129	13.8	3.8	1.08	199	95	438	64	47	16	3.1	3 כימיה
66	14.8	1	1.07	180	126	85	329	62	3.1	16.1	4 מכונות
95	15.6	0.8	1.02	165	111	213	171	55	7.8	8.3	5 צידוד חשמלי
75	16.7	1.1	1.01	140	83	188	149	41	6.9	7.2	6 "תעשיות" שונות
96	36	19.3	1.07	121	139	76	148	69	2.8	7.2	7 שירותים עסקיים***
211	38.5	2.5	1.14	113	98	23	217	49	0.8	10.6	8 חשמל
273	39.3	0.8	1.11	113	81	167	90	40	6.1	4.4	9 זיקוק נפט
116	43	3.7	1.00	100	139	40	123	69	1.5	6	10 תקשורת
104	45.6	2.6	1.02	86	105	80	73	52	2.9	3.6	11 פלסטיק וגומי
182	46.9	1.3	0.96	86	99	54	104	49	2	5.1	12 מכרות ומחצבים
82	52.3	5.5	0.97	69	97	44	66	48	1.6	3.2	13 מוצרי מתכת
47	56	3.7	0.92	68	111	88	5	55	3.2	0.3	14 חקלאות
115	58.4	2.4	1.05	67	105	5	91	52	0.2	4.4	15 תחבורה אווירית וימית
218	59.1	0.7	0.97	60	46	24	109	23	0.9	5.3	16 מים
62	60.6	1.5	0.84	59	133	33	11	66	1.2	0.6	17 עץ
71	61.3	0.7	0.91	54	108	1	52	54	0	2.6	18 מתכת בסיסית
54	69.3	7.9	1.00	54	134	0	27	67	0	1.3	19 בנייה
86	70	0.7	0.95	51	98	6	51	49	0.2	2.5	20 נייר
71	71.8	1.8	1.05	48	113	10	22	56	0.4	1.1	21 הדפסה והוצאה לאור
99	73.7	1.9	0.89	47	93	22	26	46	0.8	1.3	22 מינרלים
70	78.2	4.5	0.94	47	92	15	33	46	0.6	1.6	23 מזון, משקאות וטבק
62	87	8.8	0.98	46	100	0	39	50	0	1.9	24 מסחר
72	90.5	3.5	0.84	38	100	1	12	50	0.1	0.6	25 תחבורה יבשתית
58	91.7	1.2	0.99	37	100	5	6	50	0.2	0.3	26 תחבורה אחרת
24	92.5	0.8	1.02	37	100	2	9	50	0.1	0.4	27 שירותי חינוך עסקי
176	94	1.5	1.29	37	100	6	5	50	0.2	0.2	28 שירותי בריאות עסקי
38	95.7	1.8	0.93	34	100	1	0	50	0	0.01	29 הארחה ומסעדות
49	98.6	2.9	0.83	33	82	7	11	41	0.2	0.6	30 טקסטיל והלבשה
83	99.7	1.1	0.87	25	59	13	2	29	0.5	0.1	31 יהלומים
58	100	0.3	0.91	24	67	2	4	33	0.1	0.2	32 עור
100	100	100	1.00	100	100	100	100	50	3.7	4.9	ממוצע כללי
132	43		1.09	211	110	279	244	54	10	12	ענפי הטכנולוגיה העילית
85	57		0.96	50	97	19	34	48	0.7	2	הענפים המסורתיים

* משקלות שווים לשלושת רכיבי הטכנולוגיה (הקריטריונים). המשקלות השווים תואמים את ממצאי המחקר על התעשייה הישראלית (ברגמן, פס ורגב (1991)).

** ההון האנושי הוא ממוצע לשלושים השנים 1970 עד 1999. מדד הטכנולוגיה מתייחס לשנים האחרונות (1995 עד 1998) בלבד.

*** חלק מהשירותים העסקיים כגון גיוס עובדים והספקת שירותי כ"א, שמירה אבטחה וניקיון, נדל"ן, השכרת מכונות וציוד, מכוני יופי, מוסכים, מכבסות אינו מאופייין בטכנולוגיה עילית. הבאנו את הדבר בחשבון בחלוקה בלוח 2. בהתחשב בכך, שיעור ענפי הטכנולוגיה העילית הוא כ-25 אחוזים בלבד.

**** התוצר לשעת העבודה. הבסיס -- סד התוצר העסקי מחולק לסד שעות העבודה.

II. תוצר, תשומות ופרייון בענפי הטכנולוגיה העילית ובענפים המסורתיים (שיעור גידול שנתי ממוצע, אחוזים)

1999-1995 לעומת 1994-1990			1999-1995 לעומת 1974-1970			
מסורתיים	הי-טק	כל הענפים	מסורתיים	הי-טק	כל הענפים	
6.9	7.9	7.1	4.2	6.7	4.6	התוצר Y
6.4	6.2	6.4	2.6	3.1	2.7	שעות העבודה L
6.3	9.1	7.2	3.7	8.4	4.8	ההון הפיזי K
13.7	3.2	6.0	9.9	8.3	8.8	הון המוני R
1.8	1.0	1.6	1.6	1.1	1.6	ההון האנושי H
0.5	1.6	0.7	1.5	3.5	1.9	פרייון עבודה Y/L
0.5	1.0	0.6	1.2	2.3	1.4	הפרייון הכולל TFP

sikum_anaf.xls

TableII

III. אמדנים של הגמישויות בפונקציית הייצור של המגזר העסקי, בענפי ההי-טק ובענפים המסורתיים

לענפי הטכנולוגיה העילית	לענפי המסורתיים	לכל הסקטור העסקי	
0.071	0.052	0.195	הון פיזי מנוצל
1.4	1.7	9.0	
0.266	0.442	0.359	שעות עבודה
3.1	12.7	9.9	
1.303	0.382	1.018	הון אנושי
3.4	3.8	10.4	
0.066	0.068	0.096	הון המוני פ' הענפי
2.4	4.6	7.1	
0.179	-0.035	0.111	איכות ההון הפיזי
1.9	-1.2	3.3	
0.005	0.028	0.018	שיעור העולים
0.4	4.5	2.7	
2.514	1.648	0.416	מדד לצפיפות התשתיות
3.8	9.7	2.2	
4.258	6.155	4.018	קבוע הרגרסיה
7.6	14.7	12.3	
0.732	0.813	0.798	:R-sq

hitc_lotc.xls

פונקציית הייצור שנאמדה עם סדרות רכיבי ההון האנושי לשנים נבחרות
(Feasible Generalized Least Squares)

11		8		5		מספר השנים במדגם
t	המקדם	t	המקדם	t	המקדם	
10.2	0.159	5.2	0.123	7.6	0.158	הון פיזי מנוצל
44.3	0.782	27.1	0.812	35.5	0.805	שעות עבודה
2.8	0.639	2.1	1.013	3.1	1.074	שנות לימוד ממוצעות
-2.8	-0.099	-1.6	-0.107	-1.5	-0.074	שיעור בעלי עד 8 שנות לימוד
5.5	0.492	2.9	0.480	3.4	3.940	מקצועיים אקדמיים
9.2	0.388	5.7	0.453	6.5	0.450	שיעור הגברים
-4.2	-0.155	-3.0	-0.176	-4.3	-0.206	שיעור באזורי פיתוח
4.3	0.002	2	0.003	2.5	0.002	שיעור בלתי מקצועיים
3.5	0.035	2.2	0.051	1.5	0.021	שיעור עובדים זרים
3.6	0.739	2.3	0.845	3.5	0.966	גיל ממוצע
-2.1	-0.024	-1.4	-0.024	-1.2	-0.019	וותק גבוה
-4.4	-4.310	-3.1	-5.412	-5	-6.025	קבוע
1970 1978 1986 1994 1998						השנים שנבחרו למדגמים השונים:
1970 1974 1978 1982 1986 1990 1994 1988						
1970 1973 1976 1979 1982 1985 1988 1991 1994 1997 1999						
nispach_b.xls						

נספח ג'

ג'1. אומדנים חלופיים של הגמישויות בפונקציית הייצור של המגזר העסקי

הרחבה ללוח 4

Fixed Effects				Random Effects						Generalized Least Squares					
t		המקדם		t		המקדם		t		המקדם		t		המקדם	
3.2	0.077	3.7	0.087	6.1	0.129	6.5	0.138	6.9	0.150	5.4	0.121	16.5	0.150	kcu	ההון הפיזי המנוצל
11.2	0.393	10.4	0.364	19.0	0.540	20.1	0.568	17.0	0.519	17.0	0.516	83.5	0.799	l	מספר שעות העבודה
3.8	0.702											5.1	0.853	sy	מספר שנות הלימוד הממוצעות
-7.2	-0.289	-13.8	-0.341	-10.8	-0.264			-4.2	-0.006			-3.9	-0.095		ש' בעלי עד 8 שנות לימוד (sy1)
						0.5	0.001			5.1	0.006				ש' בעלי 8 עד 12 ש"ל (sy2)
1.7	0.063							8.6	0.012	7.6	0.014				ש' בעלי 13 + ש"ל (sy3)
		2.0	0.046	1.6	0.039	2.6	0.063								ש' בעלי 13 עד 15 ש"ל (sy4)
		4.3	0.077	3.5	0.066	5.7	0.100								ש' בעלי 16 ש"ל ומעלה (sy5)
		2.2	0.126	3.3	0.201			2.7	0.195			8.0	0.444		מקצועיים אקדמיים ¹ (LS1)
-0.9	-0.048					-11.6	-0.396			-5.7	-0.257				השכלה "אחרת" ² (LS3)
1.6	0.052	1.8	0.059	0.3	0.008	0.5	0.015	1.4	0.043	1.1	0.032	15.1	0.420	gn	שיעור הנשים
-3.3	-0.114	-2.9	-0.097	-2.7	-0.094	-3.2	-0.111	-2.6	-0.093	-3.1	-0.110	-6.2	-0.133	da	שיעור באזורי פיתוח
		-0.6	-0.001	0.4	0.001	0.3	0.000	0.5	0.001	0.7	0.001	8.2	0.003	ocp	שיעור הבלתי מקצועיים
0.2	0.005	0.4	0.008	2.1	0.042	2.0	0.040	1.9	0.040	2.3	0.047	4.2	0.025	fw	שיעור העובדים הזרים
-0.6	-0.087	-1.2	-0.171	0.2	0.012	-0.2	-0.027	-0.6	-0.096	-0.4	-0.061	4.3	0.773	ag	מיל ממוצע
												-0.9	-0.004	vt1	ותק נמוך
3.6	0.022	3.2	0.019	2.5	0.016	2.1	0.01	3.1	0.020	3.3	0.021	-4.8	-0.035	vt2	ותק גבוה
6.4	4.796	9.1	6.145	5.8	3.961	8.1	5.033	4.8	3.357	7.6	4.777	-6.7	-4.792		קבוע
table4_detailed.xls						1. על פי המוסד האחרון שבו למד העובד - אקדמי, מקצועי או טכנולוגי. 2. על פי המוסד האחרון שבו למד העובד - לא למד, שיבה או בית ספר "אחר". 3. על פי המשתנים הם בלוגים. פרט לשיעור שנות הלימוד ושיעור הלא מקצועיים במשוואות ה-960 RE. תצפית ב 32 ענפים על פני 30 שנה).									

ג'-2. מבחן האוזמן להבדל במקדמים של פונקציות היצור באמדני FE ו-RE
Hausman specification test

---- Coefficients ----				
Random Effects 'b'	Fixed Effects 'B'	Difference	sqrt(diag(V_b- V_B))	
0.195	0.193	0.002	0.01	ההון הפיזי מנוצל
0.359	0.439	-0.080	0.02	שעות העבודה
1.018	1.060	-0.043	0.02	ההון האנושי
0.096	0.078	0.018	0.01	הון המו"פ הענפי
0.111	0.092	0.019	0.00	איכות ההון הפיזי
0.018	0.015	0.004	0.00	שיעור העולים
0.416	0.380	0.036	0.04	מדד לצפיפות התשתיות
Test: Ho: difference in coefficients not systematic				
chi2(7)=(b-B)'[S ⁻¹](b-B), S=(S _{fe} -S _{re})=			28.14	
Prob>chi2			= 0.0002	

nispach_b_c.xls

hausman ש

נספח ד'. מערכת משוואות סימולטניות של פונקציית הייצור, ההון האנושי והון המו"פ: רגרסיה בשלושה שלבים

P	chi2	R-sq	RMSE	Parms	Obs	Equation
0.000	7023	0.871	0.376	6	960	התוצר (y)
0.000	31180	0.969	0.029	9	960	ההון האנושי (h)
0.000	801	0.401	1.806	4	960	הון המו"פ {r}

[95% Conf. Interval]	P>z	z	Coef.			
					התוצר	
0.206	0.160	0.0	15.7	0.183	kcu	ההון הפיזי המנוצל
0.691	0.638	0.0	49.1	0.664	l	תשומת העבודה
1.646	1.270	0.0	15.2	1.458	h	ההון האנושי
0.069	0.034	0.0	5.8	0.052	r	הון המר"פ
-0.018	-0.059	0.0	-3.8	-0.039	ole	שיעור העולים
0.185	0.024	0.0	2.5	0.104	qk	איכות ההון הפיזי
2.989	2.521	0.0	23.1	2.755	c	קבוע המשוואה
					ההון האנושי¹	
0.866	0.762	0.0	30.9	0.814	sy	המספר הממוצע של שנות הלימוד
-0.001	-0.002	0.0	-7.5	-0.002	sy1	שיעור בעלי עד 8 ש"ל
0.162	0.137	0.0	24.0	0.149	ls1	מקצועיים אקדמאיים ²
-0.014	-0.021	0.0	-10.0	-0.017	gn	שיעור הנשים
-0.018	-0.026	0.0	-9.8	-0.022	da	אזורי פיתוח
0.001	0.001	0.0	20.6	0.001	ocp	שיעור הבלתי מקצועיים
0.049	0.046	0.0	51.6	0.048	fw	שיעור העובדים הזרים
0.040	-0.012	0.3	1.1	0.014	ag	הגיל הממוצע
0.000	-0.003	0.0	-2.0	-0.001	vt2	ותק גבוה
-2.313	-2.595	0.0	-34.2	-2.454	c	קבוע המשוואה
					הון המר"פ	
4.110	2.583	0.0	8.6	3.347	h	ההון האנושי
1.281	0.630	0.0	5.8	0.956	kcu	ההון הפיזי המנוצל
6.194	4.125	0.0	9.8	5.160	i	התשתית הפיזית
0.756	0.618	0.0	19.5	0.687	et	ש' המהנדסים והטכנאים ³
11.390	8.870	0.0	15.8	10.130	c	קבוע המשוואה

המשתנים האנדוגניים: y, h, r
המשתנים האקסוגניים: kcu, l, ole, qk, sy, sy1, ls1, gn, da, ocp, fw, ag, vt2, i, et

1. מתבסס על הגדרת ההון האנושי המתוארת בהרחבה בגוף העבודה.

2. על פי המוסד האחרון בו למד העובד: אקדמי, מקצועי או טכנולוגי.

3. נתון ענפי בלבד. המקור: לוח נספח א'.

נספח ה': לוח מיתאמים - 1970 עד 1999

התש-	בלתי	שנות	ההון	שעות															
שיעור	תית	ותק	הגיל	עובדים	מקצוע-	אזורי	שיעור	אקדמ-	השכלה	0-8	הלימוד	איכות	שיעור	הון	הא-	העבו-	ההון		
מנהגים	הפיזית	גבוה	הממוצע	זרים	יים	פיתוח	הגברים	איים ²	אחרת ¹	ש"ל	הממוצעות	ההון	העולים	המופ	נושי	דה	המנוצל	התוצר	
התוצר																		1.00	
ההון המנוצל																	1.00	0.36	
שעות העבו-דה																1.00	0.28	0.93	
ההון הא-נושי															1.00	0.11	0.14	0.25	
הון המופ														1.00	0.37	0.21	0.10	0.35	
שיעור העולים													1.00	0.08	0.25	-0.01	-0.06	0.02	
איכות ההון												1.00	0.12	0.14	0.16	0.31	-0.08	0.30	
שנות הלימוד											1.00	0.17	0.20	0.33	0.93	0.03	0.13	0.19	
הממוצעות																			
0-8 ש"ל										1.00	-0.95	-0.10	-0.22	-0.27	-0.91	-0.04	-0.21	-0.19	
השכלה אחרת ¹									1.00	0.93	-0.89	-0.09	-0.24	-0.30	-0.89	-0.01	-0.24	-0.20	
אקדמאיים ²								1.00	-0.91	-0.81	0.82	0.06	0.21	0.39	0.85	-0.10	0.18	0.12	
שיעור הגברים							1.00	-0.06	-0.10	-0.33	0.40	0.24	0.08	0.06	0.22	0.18	-0.11	0.17	
אזורי פיתוח						1.00	0.11	-0.16	0.02	-0.06	0.02	-0.06	0.18	-0.03	0.03	0.19	0.16	0.08	
בלתי מקצועיים					1.00	-0.04	-0.07	-0.21	0.17	0.21	-0.21	-0.02	0.10	-0.11	-0.13	0.08	-0.13	0.03	
עובדים זרים				1.00	-0.04	0.34	-0.07	-0.36	0.29	0.27	-0.27	0.03	0.01	-0.05	-0.02	0.36	-0.05	0.18	
הגיל הממוצע			1.00	-0.07	0.18	0.02	-0.01	-0.04	0.01	0.06	0.01	-0.15	-0.03	-0.17	-0.02	-0.25	-0.05	-0.21	
ותק גבוה		1.00	0.39	0.25	0.21	0.12	0.31	-0.45	0.33	0.30	-0.25	0.19	0.04	-0.16	-0.28	0.08	-0.20	-0.01	
התש-תית הפיזית	1.00	0.16	-0.10	0.16	0.16	0.14	0.22	0.08	-0.12	-0.17	0.21	0.15	0.40	0.16	0.26	0.13	-0.60	0.10	
שיעור המהנדסים	0.01	-0.33	-0.24	-0.23	-0.15	-0.34	-0.14	0.59	-0.41	-0.31	0.31	0.06	0.05	0.62	0.38	-0.07	-0.02	0.07	

1. על פי המוסד האחרון שבו למד העובד - לא למד, ישיבה או בית ספר "אחר".

2. על פי המוסד האחרון שבו למד העובד - אקדמי, מקצועי או טכנולוגי.

נספח ו': רשימת המשתנים והגדרתם³⁵

Y	התוצר הגולמי (התפוקה בניכוי תשומות הביניים).
K	ההון הפיזי הגולמי (מבנים, מכונות, ציוד ורכב).
KCU	ההון הפיזי המתוקן בגין ניצול הקיבולת (המחושבת על פי היחס שבין צריכת החשמל לבין מלאי ההון של ציוד ומכונות, ושיעור האבטלה ביחס לתעסוקה מלאה).
L	תשומת העבודה בשעות.
R	מלאי הון המחקר והפיתוח – ההשקעה המצטברת במו"פ בניכוי גרט.
I	התשתית הפיזית ³⁶ (סך כל ההון בענפי החשמל, המים, התחבורה והתקשורת, ללא כלי תחבורה).
I/K	התשתית הפיזית במונחי צפיפות, היחס שבין התשתית לבין ההון העסקי.
H	המדד להון האנושי (ממוצע משוקלל של מדדי שנות הלימוד, סוג מוסדות החינוך, הגיל, המגדר, אזור המגורים, רמת המקצועיות, הניסיון בעבודה, הותק הפוטנציאלי ושיעור העובדים הזרים).
Y/L	פריון העבודה – התוצר לשעת עבודה.
TFP	הפריון הכולל, שיעור השינוי בתוצר ליחידת תשומה (על פי SHARE של 20% לעבודה ו-80% להון הפיזי).
SY	המספר הממוצע של שנות הלימוד.
SY1	שיעור בעלי 0 עד 8 שנות לימוד.
SY2	שיעור בעלי 9 עד 12 שנות לימוד.
SY3	שיעור בעלי 13 עד 15 שנות לימוד.
SY4	שיעור בעלי 16 שנות לימוד ומעלה.
LS1	סוג בית ספר האחרון שבו למד העובד – תיכוני, מקצועי או על תיכוני.
LS3	סוג בית ספר האחרון בו למד העובד: השכלה "אחרת" – לא למד, ישיבה או בית ספר "אחר".
OCP	שיעור הבלתי מקצועיים.
AG	הגיל הממוצע.
DA	שיעור העובדים מאזורי פיתוח.
FW	שיעור העובדים הזרים (המדווחים בלבד).
VTM	ותק הגברים הפוטנציאלי – מבוסס על נתוני הגיל – אומדן בשנים.
VTL	שיעור הגברים בעלי ותק פוטנציאלי עד 10 שנים.
VTH	שיעור הגברים בעלי ותק פוטנציאלי מעל 55 שנים.
GN	שיעור הנשים.
QK	איכות ההון הפיזי: שיעור הציוד החדש – שיעור ההשקעה המצטברת ב-5 השנים האחרונות בכלל הון הציוד.
OLE	שיעור העולים במועסקים.
OPN	מדד לפתיחות המשק – סך כל היבוא והיצוא, מחולק בכלל השימושים לרשות המשק.
MOP	סכום מלאי הון המו"פ לכל הענפים, לתחילת השנה הקודמת ³⁶ (משקף את גלישת המו"פ מענף לענף, spillover).
ET	שיעור המהנדסים, האקדמאים והטכנאים (ממוצע 1995 עד 1998 לכל ענף).

³⁵ לכל 32 הענפים ל-30 שנים, 960 תצפיות.

³⁶ לכל ענף: סיכום ההון בכל ענפי המגזר העסקי בניכוי ההון העצמי של הענף.