



הון ציבורי וצמיחה בישראל

בנימין בנטל ומיכאל דבאוי

נייר מדיניות מס' 07.2026

ירושלים, אייר תשפ"ו, מאי 2026

מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל

מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל נוסד ב-1982 ביוזמתם של הרברט מ' סינגר, הנרי טאוב וארגון הג'וינט האמריקאי. המרכז ממומן באמצעות קרן צמיתה שהוקמה על ידי קרן הנרי ומרלין טאוב, קרן הרברט ונל סינגר, ג'יין וג'ון קולמן, קרן משפחת קולקר-סקסון-הלוק, קרן משפחת מילטון א' ורוזלין ז' וולף וארגון הג'וינט האמריקאי. המרכז מקבל גם תמיכה שנתית נדיבה מתורמים פרטיים, מקרנות ומפדרציות יהודיות.

מרכז טאוב הוא מכון מחקר על-מפלגתי ובלתי תלוי העורך מחקרים איכותיים בנושאי חברה וכלכלה בישראל. המרכז מציג בפני מקבלי ההחלטות המובילים ובפני כלל הציבור בישראל תמונה רחבה המשלבת בין הממדים החברתיים והכלכליים בהתוויית מדיניות ציבורית. הצוות המקצועי של המרכז ועמיתי המדיניות הבין-תחומיים, הכוללים חוקרים וחוקרות בולטים בתחומם באקדמיה ומומחים ומומחיות מובילים בתחומי המדיניות, עורכים מחקרים מבוססי נתונים בנושאים חברתיים-כלכליים מרכזיים שעל סדר היום במדינה. המרכז מציג ניתוחים אסטרטגיים לטווח ארוך וחלופות מדיניות בפני הציבור ובפני מקבלי ההחלטות על ידי כתבות בתקשורת, תוכנית פרסומים פעילה, כנסים ופעילויות אחרות בישראל ובחו"ל.

הפרסומים של מרכז טאוב הם על דעתם ועל אחריותם של מחבריהם בלבד. אין בהם כדי לחייב את המרכז, את חבר הנאמנים שלו, את עובדיו האחרים ואת התומכים בפעולותיו.

אנא צטטו מחקר זה כך:

בנטל, ב' ודבאוי, מ' (2026). **הון ציבורי וצמיחה בישראל**. מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19564776>

כתובת המרכז: רחוב האר"י 15, ירושלים

טלפון: 02-567-1818

דואר אלקטרוני: info@taubcenter.org.il

אתר אינטרנט: www.taubcenter.org.il

הון ציבורי וצמיחה בישראל

בנימין בנטל ומיכאל דבאוי

מבוא

מלחמת 7 באוקטובר וכל הסתעפויותיה הביאה למציאות ביטחונית חדשה שבצידה עלייה משמעותית בהוצאות הביטחון של ישראל. בד בבד עולה ביתר שאת הצורך להחזיר את המשק לנתיב של צמיחה מהירה שיאפשר לממן את הוצאות הביטחון ולצמצם את הפגיעה ברמת החיים של האזרחים. מכיוון שלפי המלצות ועדת נגל תקציב הביטחון יעמוד על יותר מ-100 מיליארד ש"ח (כ-5% מהתמ"ג ב-2023) בשנה במוצק במהלך העשור הקרוב, ישראל זקוקה לגידול בבסיס המס ובשיעורי הצמיחה כדי להמשיך ולשגשג; חברי ועדת נגל עצמם עמדו על כך שיצירת מנועי צמיחה חדשים במסגרת התקציב חיונית לחזקתה ולתדמיתה הכלכלית של ישראל (דוח ועדת נגל, 2025, עמ' 46). מאמר זה עוסק במנוע צמיחה מרכזי שבכוחו, לדעתנו, להניב תשואות עצומות, והוא ההשקעה בתשתיות ובהון הציבורי בישראל.

עוד לפני המלחמה גבר השיח הציבורי בנוגע למצב התשתיות בישראל ביחס לשאר המדינות המפותחות. רבות דובר על מחסור יחסי בתשתיות תחבורה, חשמל, ביוב ומים (זגריזק, 2021; חודי, 2022; קדם לוי, 2022) ועל פערים בתשתיות "רכות" כגון מערכות החינוך או הבריאות (סלע, 2022; פילוט, 2019). לאור טענות אלו, חוקרים נדרשו לסוגיות של כימות מלאי התשתיות השונים (וההשקעה הממשלתית בהם) ולניתוח השפעתם על איכות החיים, העוני, הפריון הכולל והצמיחה במשק. אקשטיין ואחרים (2019), למשל, טענו כי רמה נמוכה של הון ציבורי (לצד מחסור בהון אנושי) היא אחד הגורמים המשמעותיים ביותר לפער בפריון וברמת החיים בין ישראל למדינות מפותחות אחרות, והמליצו להכפיל את ההשקעה בהון הציבורי. ישראל (2021) הביע עמדה קצת פחות נחרצת, אך אישר כי קיימות עדויות למחסור בהון ציבורי בישראל וקבע כי רצוי "להרחיב את המחקר בנושא זה ולנסות לאבחן עד כמה הבעיה חריפה" (ישראל, 2021, עמ' 49). במחקר מאוחר יותר,

* פרופ' בנימין בנטל, חוקר ראשי וראש תוכנית מדיניות הכלכלה, מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל; מיכאל דבאוי, חוקר במרכז טאוב ודוקטורנט במחלקה לכלכלה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

אקשטיין ואחרים (2022) העמיקו בנושא ואפיינו את הפער בין ישראל למדינות השוואה מפותחות בכל הקשור במלאי התשתיות, והציעו תוכנית להשקעה מואצת בהון הציבורי, אפילו באמצעות הגדלת החוב הלאומי. מאמר זה מצטרף לגוף העבודות בנושא, ומתמקד בהשפעתה של ההשקעה הממשלתית בתשתיות על הצמיחה הכלכלית.

מטרת המחקר היא לבחון את השפעת ההשקעה הממשלתית בהון ציבורי בישראל על הצמיחה במשק, באמצעות גישות מחקר שטרם יושמו בהקשר הישראלי.¹ לשם כך אנו מציגים נתוני רקע בהשוואה בין-לאומית, ומבצעים בדיקה אמפירית מיקרו-כלכלית בהתבסס על נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקרי תעשייה, כרייה וחציבה וסקרי עסקים ומסחר. בדיקה זו יוצאת דופן בהשוואה למחקרים קודמים בכך שהיא מאפשרת להבחין בין השפעתן של השקעות ממשלתיות בתחומים שונים על ענפים במשק. כמו כן, ההתמקדות בתפוקתם של מפעלים או עסקים (בניגוד לתוצר המצרפי של המשק) עוקפת קשרי גומלין אפשריים בין מחזור העסקים הכללי ובין החלטות הממשלה על השקעה בהון הציבורי, כך שאפשר לזהות את השפעתה הסיבתית של ההשקעה על הצמיחה.

בבדיקתנו בחנו כמה דוגמאות של תשתיות "קשות" – כבישים, מסילות רכבת ורשת החשמל – וכן דוגמאות של תשתיות "רכות"; מדידתן של האחרונות מורכבת יותר, מטבע הדברים. בנוגע לאותן תשתיות "רכות" אימצנו את גישתו של (Tatom 1993) והתמקדנו בהשקעה בנכסים קבועים בבעלות הממשלה המשמשים לחינוך ובריאות (כגון מבנים, ציוד וקניין רוחני). בחירה זו, לצד אחרות שיפורטו בהמשך, נועדה להביא לאומדנים שמרניים, אשר לדעתנו תוחמים מלמטה את ההשפעה האמיתית – שהיא ככל הנראה גדולה מכפי שנציג.

הבדיקה האמפירית, שהמתודולוגיה שלה מפורטת בנספח א, נשענה כאמור על נתוני חברות ומפעלים מסקרי תעשייה, כרייה וחציבה וסקרי עסקים ומסחר של הלמ"ס. בבדיקה נאמדה השפעת ההשקעה הלאומית השנתית בתשתיות שונות על תפוקת העסקים השנתית במסגרת מודל תפוקה מיקרו-כלכלי, תוך פיקוח על גורמים שנתיים בלתי נצפים (מצבו הכללי של המשק, לדוגמה) שעלולים לתווך בין מלאי התשתיות הציבוריות ובין תפוקתן של עסק כזה או אחר מעבר להשפעה הסיבתית.

תוצאות הבדיקה המיקרו-כלכלית חד-משמעיות: נמצא כי להגדלת המלאי בכל אחד מסוגי ההון הציבורי שנבדקו יש השפעה חיובית מובהקת על תפוקתן של חברות במשק הישראלי. עם זאת, אפקט זה אינו אחיד. נראה שההשפעה של השקעה בתשתיות תחבורה חלה בעיקר על ענפי תעשיית ההיי-טק והפיננסים והשירותים עתירי הידע שאינם היי-טק

1 כמקובל בספרות הכלכלית, אנו משתמשים בצירוף "הון ציבורי" כמונח נרדף לתשתיות ציבוריות. לדיון נוסף במינוח ראו Aschauer, 1990.

או שירותים פיננסיים, ואילו השקעה ברשת החשמל משפיעה על התעשייה המסורתית ועל שירותי ההיי-טק. כמו כן, השקעה בהון האנושי ובבריאות מיטיבה בעיקר עם ענפי השירותים.

נוסף על כך חישבנו כיצד תוצאות מיקרו-כלכליות אלו מיתרגמות להשלכות מאקרו-כלכליות על התוצר במגזר העסקי כולו במסגרת מודל ייצור מצרפי פשוט. תחת הנחותינו השמרניות ביותר, המודל חוזה שהגדלת מלאי ההון הציבורי במיליארד ש"ח בכל אחת מהתשתיות שנבחנו תגדיל את התוצר ב-0.4% בסך הכול; תשתיות מסוגים שונים תורמות בין 0.03% ל-0.14% למספר זה.² האומדן הזה נמצא בטווח האומדנים המקובלים בספרות העולמית, אם כי אומדנינו הריאליים יותר (והשמרניים פחות) חוזים תשואה גבוהה בהרבה. ייתכן שהאומדנים הגבוהים הללו נובעים ממלאי ההון הציבורי הנמוך של ישראל ביחס למדינות שנבחנו במרבית המחקרים (ארצות הברית ומדינות מערב אירופה), ומהתשואה השולית הגבוהה יותר של ההון הציבורי במצב זה של מחסור יחסי. מכל מקום, הניתוח תומך בעוצמה בהשערה שההשקעה בכל אחת מהתשתיות שנבחנו כדאית מבחינת המשק כולו.

סקירת ספרות

הרעיון כי ההשקעה בהון ציבורי עשויה לשמש מנוע צמיחה כלכלי הוא ותיק למדי; זוהי סוגיית מדיניות במקומות שונים בעולם זה שנים רבות (Dalggaard et al., 2018; Tanimoto & Wong, 2019). הניסיונות לבחון את הסוגיה בכלים אמפיריים החלו במחצית השנייה של המאה העשרים, ובתקופות שונות התמקדו בהרחבת תשתיות התחבורה, למשל מסילות הברזל בעולם המערבי במאה התשע-עשרה (Fogel, 1964; Fremdlin, 1977) או הכבישים המהירים בארצות הברית באמצע המאה העשרים (Fernald, 1999).

שילוב מעמיק בין סוגיית ההשקעה בהון הציבורי ובין התיאוריה המאקרו-כלכלית החל בעבודתם של Baxter & King (1993). המודל שהרכיבו החוקרים, האומד את התוצר הלאומי כפונקציה של עובדים, הון פרטי והון ציבורי (גישת "פונקציית הייצור"), משמש עד היום בסיס למחקרים בתחום. החוקרים כיילו את המודל התיאורטי על פי המשתנים הכלכליים הללו בארצות הברית בשנים 1930–1985, ומצאו כי גמישות התוצר **ביחס ישיר** להון הציבורי היא בערך 0.05. מעבר לכך, ההשקעה בהון הציבורי מובילה לתמורות במלאי ההון הפרטי ובתשומת העבודה, באופן שעשוי להגדיל את ההשפעה עד פי 2.5.

2 מלאי ההון הציבורי בישראל עומד על כ-600 מיליארד ש"ח (ראו תרשים 1). על פי הצעת התקציב לשנת 2025, התקציב המופנה להשקעה בתשתיות ציבוריות עומד על כ-53.8 מיליארד ש"ח; ראו הכנסת, 2024.

(Pereira & De Frutos 1999) אימצו גישה אחרת: במקום לבחון כיצד הון ציבורי משפיע על התוצר בהינתן הון פרטי ועבודה, הם בחנו כיצד הון ציבורי משפיע על התוצר הסופי גם **דרך** תשומות אחרות (גישת "שיווי המשקל"). על פי מנגנון זה, הגדלת מלאי ההון הציבורי מגדילה את התשואות השוליות של ההון הפרטי והעבודה, מתמרצת את צבירתם המואצת בהתאמה, וכך מגדילה את התוצר עוד יותר. לפי אומדניהם, שהתבססו על סדרות עיתיות והשפעות הדדיות לאורך זמן, הגמישות ארוכת הטווח של התוצר ביחס להון הציבורי היא 0.63 – ערך הגבוה לאין שיעור מאומדנים אחרים (אפילו להשפעה ארוכת הטווח), כגון אלה של (Baxter & King 1993).

בניסיון לגבש טווח אומדנים ברור יותר, (Bom & Ligthart 2014) ערכו סקירה מקיפה של 578 אומדנים לגמישות התוצר ביחס להון הציבורי מ-68 מחקרים שונים מהשנים 1983–2008. הניתוח העלה אומדן ממוצע של 0.083 לפרמטר הגמישות. עוד מצאו החוקרים כי הגמישות ב"טווח הקצר" (ללא השפעה עקיפה על התוצר דרך גורמים אחרים) היא בערך 0.085, ואילו ב"טווח הארוך" (כולל השפעה עקיפה) היא 0.122. זאת ועוד, החוקרים מצאו כי באשר ל"תשתיות ליבה" (כבישים, מסילות רכבת, נמלי תעופה, חשמל, ביוב, מים וכיוצא באלה), האומדנים גדולים פי שניים.

(Ramey 2020) העמיקה את המסגרת התיאורטית ועיצבה מודל של שיווי משקל ארוך טווח המשלב השקעה ממשלתית בתשתיות יצרניות שנדרש זמן להקמתן. כמו חוקרים אחרים, גם היא עמדה על ההבדל בין התועלת בטווח הארוך – הנובעת, כאמור, מהגדלת יתר תשומות הייצור בעקבות העלייה בפריון הכולל – ובין התועלת בטווח הקצר, הדומה יותר לצריכה מטעם הממשלה מאשר להשקעה. החוקרת מצאה שמשך הזמן הדרוש להקצאת התקציבים והקמת התשתיות בפועל מקטין משמעותית את התועלת בטווח הקצר, ואילו בטווח הארוך ההשפעה גדולה וניכרת.

לעומתה, (Devadas & Pennings 2018) שמו דגש לא רק על מלאי ההון הנומינלי אלא גם על איכותו, גודש השימוש בו ויחסי הגומלין שלו עם ההון הפרטי. החוקרים פיתחו מודל צמיחה ארוך טווח (LTGM) שנועד לחשב את השפעת ההשקעה בהון ציבורי על הצמיחה לאורך זמן. מודל זה מתחשב בשלל גורמים מבניים ובמאפיינים של מלאי ההון הציבורי במדינה נתונה, איכותו והיקף השימוש בו בפועל, והוא זמין לכל דורש **כקובץ אקסל** אינטראקטיבי המאפשר לערוך סימולציות מדיניות תחת הנחות שונות. מחקרים בחן את תוצאות המודל עבור מדגם הכולל 147 מדינות, והוא הראה כי הגדלת שיעור ההשקעה בהון ציבורי (כאחוז מהתמ"ג) בנקודת אחוז מגדילה את הצמיחה ב-0.1–0.2 נקודות אחוז בשנים שלאחר מכן (השפעה זו דועכת לאורך זמן ויורדת ל-0.05 נקודות אחוז או פחות תוך 30 שנים), וכי ייתכן שהאפקט גדול יותר עבור מדינות מתפתחות. מאשר מדינות מפותחות.

מעבר לחיזוי ההשפעה המצרפית של השקעה כזו או אחרת בהון ציבורי על הכלכלה בכללותה, יש לשאול מה ההשפעה של השקעות מסוגים שונים, ואילו עסקים נהנים מהן בפועל; במילים אחרות, כיצד השקעות אלו בתשתית מסוג מסוים משרתות עסקים בענפים שונים או בעלי צרכים שונים. בספרות, נושא זה נפרד בדרך כלל מהמחקר המאקרו-כלכלי שנדון לעיל, אם כי הוא נבחן מעת לעת. אחד החלוצים בתחום זה היה (1996) Hulten, שהראה כיצד השקעה בתחבורה משפיעה על הגיאוגרפיה של הפעילות הכלכלית נוסף על ההשפעה שיש לה על הפריון הכולל, עד כדי כך שהשקעה "יתרה" בתחבורה עלולה ליצור עיוות מרחבי בכלכלה בלי להשפיע על התוצר לטובה בכלל. (2016) Felice הדגישה את ההשפעה ארוכת הטווח של הבדלים בתשואות מהון ציבורי כזה או אחר בענפים שונים, המובילים להסטת עובדים והון פרטי מענפים שאינם רגישים לסוג ההון הציבורי שהוגדל לענפים שמרוויחים ממנו. אפיק מחקרי מקביל מתמקד בהבדלים בין השקעות ציבוריות בפרויקטים שונים. (2012) Buffie et al. בחנו סוגים שונים של השקעות בהון ציבורי מההיבט הפיננסי, והתמקדו בחקירת הסיכונים והתשואות בהשקעות כאלה במדינות מתפתחות. ממצאיהם מדגישים את החשיבות שבהערכת סיכונים נכונה, מימון יעיל וגמישות פיננסית בכל הנוגע להשקעה בהון ציבורי, שכן גורמים אלו משפיעים באופן מכריע על התשואה מאותה השקעה.

מחקרים שונים עמדו גם על ההבדל בין הון ציבורי פיזי ובין תשתיות "רכות" – גורמים מבניים ומוסדיים, הון אנושי, הון חברתי, הון ידע וכיוצא באלה. האופנים שבהם מכומת מלאי ההון ה"רך" ואופני הזיהוי של המרכיב ה"ציבורי" בו אינם עקביים בספרות, ומטבע הדברים לרוב הם כרוכים בשימוש במשתנים חליפיים. (2012) Portugal-Perez & Wilson בחנו את השפעתן של תשתיות מסוימות משני הסוגים על היקף הייצוא בכ-100 מדינות בשנים 2004–2007, ומצאו כי תשתיות "רכות" חשובות במיוחד לייצוא במדינות מתפתחות, ואילו מדינות עשירות יותר מרוויחות במיוחד דווקא מתשתיות פיזיות (מחקרם התמקד בעיקר בגורמים מבניים ופחות בהון ידע או הון אנושי אחר). (2016) Maurel et al., שהתמקדו גם הם בהשפעתם של גורמים אלו, בחנו את המסחר בין מדינות האיחוד האירופי למדינות מזרח אירופה ואפריקה והעלו ממצאים דומים.

סוגיית ההון הציבורי נחקרה לעומק גם בישראל. אקשטיין ואחרים (2019) עמדו על החשיבות של הפערים בהון הציבורי בין המגזר העסקי בישראל לזה שבמדינות מפותחות נבחרות ועל תרומתם לפער בפריון הכולל.³ הם מצאו כי כשליש מהפער אפשר להסביר במחסור יחסי בהון ציבורי בישראל; הפער בתשתיות התחבורה מסביר כ-23% מפער

3 המדינות שאליהן הושוותה ישראל היו אוסטריה, דנמרק, הולנד, פינלנד, שוודיה, בלגיה ואירלנד. הן נבחרו בשל הדמיון לישראל בגודל האוכלוסייה ובנכסים טבעיים דומים, ומשום שהתוצר לנפש בהן גבוה יותר. לקריאה נוספת ראו אקשטיין ואחרים (2019). מדינות ההשוואה במחקרנו כוללות את אוסטריה, דנמרק, הולנד, פינלנד ושוודיה.

הפריון, הפער בהון פיזי אחר מסביר כ-8%, והפער בהון דיגיטלי – כ-3%. במסקנות נייר העמדה שלהם, שפורסם ערב פרוץ משבר הקורונה בסוף 2019, קראו החוקרים להכפיל את ההשקעה בהון ציבורי בישראל. ממצאים דומים עלו במסגרת סקירת מלאי ההון הכלכלי של ישראל ומרכיביו (שארל, 2021). שראל מצא כי ייתכן שיש בישראל מחסור בהון פיזי, וסביר שיש בה מחסור בהון ציבורי. בכל הנוגע לסוגים שונים של הון והשקעות בהגדלתו, החוקר מצא גם כי אף שההשקעה במחקר ופיתוח גדולה באופן חריג, הן מידת החדשנות והן היקף שירותי הון הידע בישראל אינם חריגים ביחס למדינות מפותחות אחרות.^{4,5} בהמשך, אקשטיין ואחרים (2022) העמיקו את ניתוח הרמה הנמוכה של ההון הציבורי בישראל והשפעתו על הצמיחה. בעבודתם הם פירטו חלק מפערי התשתיות הספציפיים בין ישראל למדינות ההשוואה, וחישבו כי סגירת הפער בתוך 15 שנים תדרוש הגדלה שנתית של כ-5% במלאי ההון הציבורי לנפש; הגדלה כזאת מיתרגמת להשקעה שנתית של 5%-6% מהתוצר בהון ציבורי, תחת הנחות הבסיס של המחקר. החוקרים ניסחו תרחיש מדיניות מקיף, שלפיו השקעה מואצת בהון הציבורי בשנים הקרובות (2023-2024) במימון חוב תישא בהמשך העשור פירות שיגמדו את נטל החוב הנוסף.

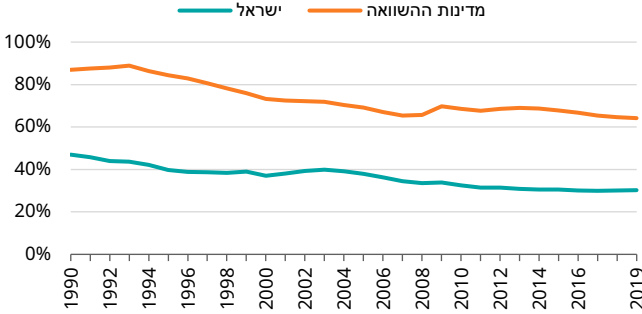
ההון הציבורי והתוצר בהשוואה בין-לאומית

מלאי ההון הציבורי בישראל נמוך במידה ניכרת מזה שבמדינות מפותחות אחרות שגודל אוכלוסייתן דומה ואשר התוצר שלהן גבוה מזה של ישראל. תרשים 1 מציג את יחס ההון הציבורי לתמ"ג בישראל לעומת היחס הממוצע במדינות ההשוואה לאורך שלושת העשורים הקודמים. כפי שאפשר לראות, היחס בין מלאי ההון הציבורי לתמ"ג בישראל הוא באופן עקבי כמחצית מיחס זה במדינות ההשוואה.

4 "שירותי הון ידע" – זרם ה"שירותים" או התשומה בפועל המגיעים ממלאי "הון ידע", הכולל תוכנה, פטנטים ושאר נכסים בלתי מוחשיים.

5 "לא חריגים" – נמצאים פחות מסטיית תקן מעל או מתחת הממוצע בקרב המדינות המפותחות. לקריאה נוספת ראו שארל, 2021.

תרשים 1. יחס ההון הציבורי לתוצר, 1990–2019

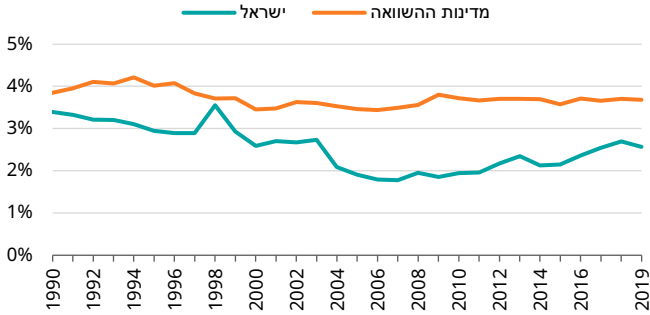


הערה: מדינות ההשוואה הן אוסטרליה, דנמרק, הולנד, פינלנד ושוודיה. הערכים המוצגים מתבססים על ממוצע פשוט על פני מדינות אלו.

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: IMF

כדי לסגור את הפער במלאי ההון הציבורי יחסית לתמ"ג, היה על ממשלת ישראל להגדיל את שיעור ההשקעה בהון הציבורי מעבר לזה של מדינות ההשוואה. כפי שאפשר לראות בתרשים 2, זה לא קרה. אדרבה, שיעור ההשקעה היחסי בישראל – שבשנים 1999–1990 עמד על כ-80% מזה שבמדינות ההשוואה בממוצע – ירד בשנים 2019–2010 לכ-62% מזה של מדינות ההשוואה. כפי שאפשר לראות בתרשים, הידרדרותה היחסית של ישראל נבעה בעיקר מירידה בשיעור ההשקעה בארץ (שירד בכמעט נקודת אחוז בין שנות התשעים לעשור השני של מאה זו, מ-3.1% בממוצע ל-2.3% בממוצע), בעוד שיעור ההשקעה במדינות ההשוואה נותר יציב למדי אף שחלה בו ירידה קלה. סביר שחלק מהפיגור הכלכלי של ישראל אחר מדינות אלו נובע מהפער בהון ציבורי, שכן מלאי גבוה יותר של הון ציבורי תואם הכנסה גבוהה יותר בחתך בין-לאומי, כפי שנציג מייד.

תרשים 2. השקעה גולמית של המגזר הממשלתי כאחוז מהתוצר, 1990–2029



הערה: מדינות ההשוואה הן אוסטריה, דנמרק, הולנד, פינלנד ושוודיה. הערכים המוצגים מתבססים על ממוצע פשוט על פני מדינות אלו.

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: IMF

בעזרת נתוני תמ"ג מה-OECD ונתונים על מלאי הון ציבורי מקרן המטבע הבין-לאומית, בדקנו מודל הבוחן את הקשר בין הון ציבורי לנפש ובין תמ"ג לנפש במדינות ה-OECD בשנים 2000–2019, תוך פיקוח על גורמים בלתי נצפים קבועים לאורך זמן בכל מדינה וזעזועים משותפים לכל המדינות בכל שנה ושנה. בדיקה תמימה זו חושפת כי יש הלימה מובהקת סטטיסטית בין השניים, ומלאי הון ציבורי גדול ב-10% תואם תמ"ג לנפש גבוה יותר ב-3.4%–3.9% (ראו לוח נ'1 בנספח ב).

במודלים רחבים מעט יותר הבאנו בחשבון שתרומת ההון הציבורי לתוצר תלויה בשלל גורמים, וכדי לכמת אותה באופן פחות מוטה יש לאמוד מודל מרובה משתנים. בפרט, אמדנו מודל הנשען על פונקציית ייצור מצרפית ברמת המדינה, הכוללת את כוח העבודה הפעיל, ההון הפרטי וההון הציבורי.⁶ מאמידה זו עולה כי גמישות התוצר ביחס להון הציבורי בחתך בין-לאומי ובין-זמני היא בערך 0.11, כך שגידול של 10% במלאי ההון הציבורי תואם עלייה של כ-1.1% בתוצר, בממוצע. אומדן זה נמצא בחלקו העליון של טווח האומדנים המקובלים בספרות לערך הזה. המודלים מראים שבהשמטת ההון הציבורי מהניתוח, תרומתו נבלעת בזו של ההון הפרטי (וגמישות התוצר ביחס אליו נאמדת בכ-0.33 במקום בכ-0.20); כלומר, בחתך בין-לאומי ההון הציבורי פועל בעיקר להגדלת התשואה מההון הפרטי, ופחות תורם להגדלת התשואה מעבודה.⁷

6 המודל הנאמד הוא: $Y_{it} = A_{it} \alpha L_{it}^\beta K_{p,it}^\beta K_{g,it}^\beta Y_{it}^\gamma$, כאשר Y_{it} הוא התמ"ג במדינה i בשנה t , L_{it} הוא כוח העבודה

7 מהתוצאות של לוח נ'1 בנספח ב נובע שסכום המקדמים הוא 1 עבור צירופים הנמצאים במרווח גדול של רווח בר-סמך של 95%.

אישוש זה של האומדנים המקובלים במסגרת מדגם מדינות הכולל את ישראל לא בהכרח מאפשר להישען על אומדנים כאלה גם לגבי ישראל. המודלים הללו ממצעים את השפעת ההון הציבורי על פני מדינות רבות, והם אינם ייחודיים לכלכלת המדינה. זאת ועוד, אומדן מצרפי של השפעת ההון הציבורי על התוצר עלול למסך הטרוגניות רבה בין סוגי ההון השונים (למשל תשתיות פיזיות לעומת תשתיות "רכות") וגם בין סוגי ענפים שונים (למשל תעשייה לעומת שירותים). כדי לתת מענה לשתי סוגיות אלו ערכנו בדיקה אמפירית של השפעתן של השקעות שונות בהון ציבורי על תפוקתם של ענפים שונים במשק הישראלי. בדיקה זו מוצגת בפרק הבא.

ההון הציבורי ותפוקת חברות ומפעלים במגזר העסקי הישראלי

מטרת הבדיקה האמפירית היא לבחון כיצד סוגים שונים של מלאי הון ציבורי וההשקעה בו משפיעים על תפוקתם של ענפים במשק הישראלי. את ההון הציבורי אפשר לחלק לשני סוגים עיקריים: תשתיות פיזיות ותשתיות "רכות". בכל הנוגע לתשתיות פיזיות, אנו מתמקדים בהיבט התחבורה, המיוצג על ידי אורכן המצטבר של מסילות הרכבת הפעילות במדינה ושטחם המצטבר של כבישים,⁸ וכן באורך קווי המתח ברשת החשמל (הולכה ומסירה).⁹ אשר לתשתיות ה"רכות", אנו מתמקדים בשני מדדי קירוב: הון אנושי ובריאות. כמדדים לרמת ההון הציבורי אנו משתמשים בערכי הנכסים הקבועים בענפים אלו, המחושבים כהשקעה הממשלתית המצטברת בהם מאז 1961 (עם פחת שנתי של 3%).¹⁰

לצורך הבדיקה נשענו על מסד נתונים מקיף המורכב מנתונים של סקרי תעשייה, כרייה וחציבה ושל סקרי עסקים ומסחר של הלמ"ס מהשנים 2004–2018, ואשר כולל נתונים על כ-25,000 חברות ומפעלים במגוון ענפים כלכליים – לרבות פדיון, מספר משרות, תמורה למשרות והון. למסד זה הוספנו נתונים על התשתיות הציבוריות שלעיל. הניתוח הסופי כלל אמידה של מודל הייצור של החברות והמפעלים במסגרת רגרסיית פאנל, כאשר בכל שנה המשתנה המוסבר הוא התפוקה ברמה של מפעל או חברה בודדים, ומשתני הבקרה כוללים את התעסוקה ואת ההון הפרטי באותו מפעל או חברה ואת רמת ההון הציבורי

8 המשתנה שבו אנו משתמשים למדידת מלאי הון התחבורה הוא מכפלה שקולה של שטח הכבישים (קמ"ר) ואורך המסילות (ק"מ), בהנחה שאלה מהווים מרכיבים בני תחלופה במשתנה "איכות/נוחות תחבורה" בלתי נצפה. למידע נוסף ראו נספח א.

9 אנו מתמקדים בהולכת החשמל ולא בכושר הייצור, בהנחה שההולכה היא האילוץ הכובל בהספקת חשמל.

10 סטטיסטיקה תיאורית על מלאי התשתיות השונות אפשר למצוא בלוח נ'2 בנספח ב. מקורות ניתוח עלויות ההשקעה בתשתיות השונות מוזכרים בנספח א.

שהיא זהה לכל החברות והמפעלים בכל שנה. המקדמים על התשומות הפרטיות ועל ההון הציבורי נאמדו כקבועים על פני זמן, אך שונים מענף לענף.¹¹

אנו מבחינים בין שבע קטגוריות של חברות ומפעלים, על פי מגזר הפעילות (תעשייה או שירותים) והעוצמה הטכנולוגית של החברה או המפעל – מדד לסוג הפעילות הכלכלית, הנובע בעיקר מעצימות המחקר והפיתוח הממוצעת בענף המשנה שבו פועלת החברה.¹² אנו מניחים כי עסקים יסתיעו באופנים שונים בהשקעה בכל סוג של הון ציבורי, לפי שיוכם לכל אחת משבע הקטגוריות, ולצד זאת אומדים את גמישויות התפוקה ביחס למלאי ההון הציבורי לכל צירוף של קטגוריה ותשתית. שיטת הזיהוי משמיטה את קטגוריית הבסיס (שירותים שאינם עתירי ידע), ועל כן כלל האומדנים המובאים הם ביחס לאותה קטגוריה. תוצאות האמידה מוצגות במלואן בלוח נ'3א בנספח ב. להלן נציג ממצאים בנוגע למלאי הארצי של תשתיות פיזיות, ולאחר מכן בנוגע למלאי הארצי של תשתיות "רכות".

תרשים 3 מציג את גמישות התפוקה של מפעלי התעשייה וחברות השירותים ביחס להשקעה בתשתיות פיזיות ארציות לפי קבוצות הפעילות שהגדרנו, על בסיס גרסאות שהורצו עבור כל סוג תשתית בנפרד, כאשר כל אומדן שאינו מובהק ב-10% לפחות הושמט.¹³ מהתרשים עולה כי מלאי התשתיות הציבוריות הפיזיות מניב תשואה פרטית הן עבור עסקים והן עבור מפעלי תעשייה. ביחס לרשת החשמל, גמישות התפוקה למפעלי תעשייה מסורתית ולשירותי ההיי-טק והפיננסים היא 0.23-0.26 – אפקט משמעותי.¹⁴

11 למידע נוסף על הנתונים והמתודולוגיה ראו נספח א.

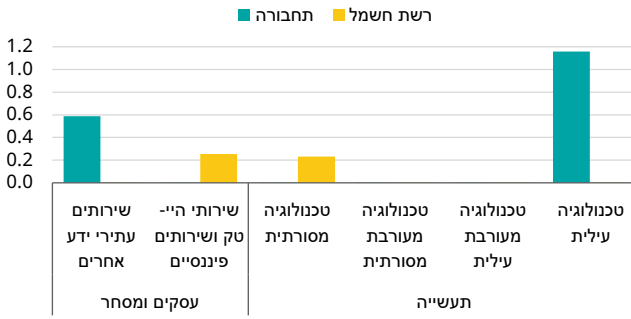
12 לפירוט מלא של הקטגוריות, הענפים הכלולים בהן ושיעור המועסקים בהן מסך העובדים במשק ראו לוח נ'5 בנספח ב. לפי הגדרות האיחוד האירופי, ענפי תעשייה מסווגים לארבע רמות של עוצמה טכנולוגית, וענפי שירותים מסווגים לכמה קבוצות של "עצימות ידע". אנו מקבצים את קבוצות "עצימות הידע" לשלוש רמות של עוצמה טכנולוגית: שירותי היי-טק ושירותים פיננסיים (high-tech knowledge intensive הידע), שירותים פיננסיים (financial knowledge intensive market), שירותים עתירי ידע אחרים (other knowledge intensive knowledge intensive less), הקבוצה האחרונה היא קבוצת הבסיס באמידה הסטטיסטית, והיא מעסיקה כ-43% מהעובדים במשק.

13 מגבלה בולטת של מודל פשוט זה נובעת מערוצי ההשפעה השונים של ההון הציבורי על התפוקה, כפי שתוארו בסקירת הספרות. אמידת פונקציית הייצור של מפעל או חברה מתייחסת להשפעת ההון הציבורי במקביל לזו של ההון הפרטי והעבודה ובנפרד מהן, אף שאלה נקבעים (במידת מה) בתגובה למלאי ההון הציבורי של המפעל או לחברה יש גישה אליו. המשמעות של המולטיקוליניאריות הזאת היא שהמודל אומד נכוחה את השפעתם המשולבת של ההון הציבורי ושאר התשומות, אך מובהקותו של כל גורם עלולה להיות מוטה כלפי מטה. מכאן שאומדנו להשפעת ההון הציבורי על התפוקה מבטא **לכל היותר** את ההשפעה הישירה לצד זו העקיפה (דרך העלאת תשומות אחרות), אך הוא עלול לבטא גם ערך ביניים (השפעה ישירה וחלק מההשפעה העקיפה, או השפעה ישירה בלבד) ואף להיות אומדן חסר להשפעה הישירה (אם ההון הפרטי והעבודה "מטמיעים" את השפעת ההון הציבורי). מכל מקום, לא צפוי ששיטה זו תוביל לאומדנים מוטים כלפי מעלה – כלומר, האפקט האמיתי כנראה גדול מכפי שאנו מציגים.

14 חברות של שירותים שאינם עתירי ידע משמשות כקבוצת הביקורת, ואומדני הגמישויות המוצגים עבור שאר העסקים הם ביחס לקבוצה זו, תחת ההנחה הכפויה שהגמישות בה היא בעצם אפסית. בפועל סביר שהנחה זו מופרת, ועל כן אומדנו מוטה כלפי מטה והאפקט האמיתי כנראה גדול יותר.

למלאי תשתיות התחבורה יש השפעה משמעותית אף יותר על התפוקה, אם כי זו מרוכזת בעיקרה בתעשיית ההיי-טק ובשירותים האחרים עתירי הידע, נדגיש כי מבדיקת כל מרכיב כשלעצמו עולה כי עיקר האפקט עבור תעשיית ההיי-טק מקורו בכבישים, ואילו בשירותים מקור האפקט העיקרי הוא מסילות הרכבת – ממצא סביר בהתחשב בעובדה שהקבוצה הראשונה עושה שימוש עיקרי בכבישים לשינוע תשומות וסחורות ואילו הקבוצה השנייה נשענת על רכבת ישראל לשינוע עובדים, שהם התשומה העיקרית בענפים אלו.¹⁵

תרשים 3. גמישות התפוקה ביחס להשקעה הארצית בתשתיות פיזיות, לפי סוג התשתית, ענף ראשי ועוצמה טכנולוגית



הערה: התרשים מציג את גמישות התפוקה (ברמת החברה או המפעל) ביחס למלאי הארצי של סוגים שונים של הון ציבורי – אומדני הפרמטר γ_c ממשוואה (2) בנספח א – בעקבות אמידה מרובת משתנים. התוצאות המלאות, שמהן מופיעות כאן רק המובהקות סטטיסטית ברמה של 90% ומעלה, מוצגות בעמודה (1) בלוח נ'3א, נספח ב.

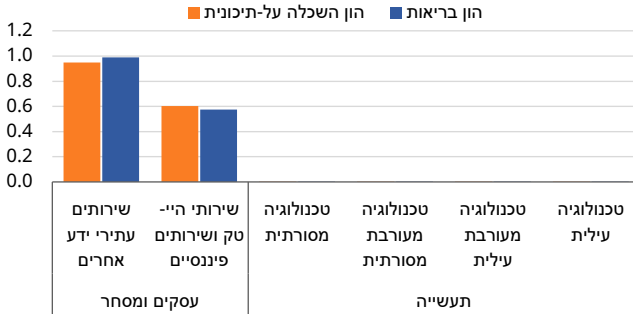
מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: הלמ"ס

כאמור, בדיקתנו כללה גם את בחינת השפעתן של תשתיות "רכות" על התפוקה. תרשים 4 מציג את תוצאות הבדיקה הזאת באופן שמקביל לתרשים 3. גמישות מובהקת תועדה רק עבור שירותים עתירי ידע, ברמה של כ-0.6 להיי-טק ופיננסים ו-0.9-1.0 לשאר השירותים (הרמות עבור שני סוגי התשתיות הן דומות). שירותים אחרים עתירי ידע כוללים גם את ענף הבריאות (על מרכיביו העסקיים בלבד), כלומר השפעת ההשקעה בבריאות על קבוצה זו היא כמעט מובנת מאליה. מעניין לציין שנכסי ההשכלה הגבוהה מניבים תשואה גבוהה פחות בהיי-טק ובפיננסים, ענפים שאיכות ההון האנושי בהם מכרעת לכאורה; עם זאת, ייתכן שענפים אלו יכולים לגייס כישרון איכותי ולהישען פחות על מערכת ההשכלה

15 בהתבסס על אמידה דומה לזו המוצגת בעמודה (1) של לוח נ'3א, שבמסגרתה מלאי הכבישים ומלאי מסילות הרכבת מובאים כשני משתנים נפרדים.

הגבוהה (בהשוואה לשאר הענפים עתירי הידע).¹⁶ כמו כן, ראוי להדגיש שוב כי הגדרת נכסי ההון האנושי (והבריאות) שמרנית מאוד במחקר זה, וסביר שאינה משקפת באופן מלא את מלאי ההון האנושי העומד לרשות החברות במשק.

תרשים 4. גמישות התפוקה ביחס להשקעה הארצית בתשתיות "רוכות", לפי סוג התשתית, ענף ראשי ועוצמה טכנולוגית



הערה: התרשים מציג את גמישות התפוקה (של החברה או המפעל) ביחס למלאי הארצי של סוגים שונים של הון ציבורי - אומדני הפרמטר γ ממשוואה (2) בנספח א - בעקבות אמידה מרובת משתנים. התוצאות המלאות, שמהן מופיעות כאן רק המובהקות סטטיסטית ברמה של 90% ומעלה, מוצגות בעמודות (2)-(5) בלוח נ'3א בנספח ב.

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: הלמ"ס

בסיכומו של דבר, ניכר שתפוקתם של ענפים שונים במשק הישראלי מושפעת מאוד ממלאי התשתיות השונות, וגודל האפקט - כאשר הוא מובהק - משיק לאומדנים הגבוהים יותר בספרות המאקרו-כלכלית. עם זאת, מדובר בניתוח ברמת החברה או המפעל, ואין בו די כדי לכמת את גמישות התוצר המאקרו-כלכלי ביחס למלאי ההון הציבורי. אחרי ככלות הכול, ההשכלה של התוצאות שאמדנו עבור תפוקתם הנומינלית של עסקים שונים על התפוקה המאקרו-כלכלית תלויה בהתפלגות העסקים השונים במשק, במיקומם בשרשרת הערך ובתרומתם היחסית לתוצר הסופי במגזר העסקי. כעת נציג ניתוח שכזה במסגרת מודל ייצור מצרפי.

¹⁶ לחלופין, ייתכן גם שהיעדר השפעה מובהקת סטטיסטית של ההשקעה בנכסי בריאות או השכלה גבוהה על שאר קבוצות הענפים נובע מהעלייה העקבית בבריאות ובהשכלה לאורך השנים. עלייה זו משפיעה באופן רחבי על כלל המשק ומקשה על זיהוי הבדלים בין-ענפיים מובהקים; השירותים עתירי הידע לוכדים את עיקר ההשפעה, מכיוון שהם מעסיקים את עיקר כוח העבודה (כשני שלישים מכוח העבודה הכולל בניכוי שירותים שאינם עתירי ידע).

ממיקרו למאקרו: ההון הציבורי והתוצר המצרפי במגזר העסקי בישראל

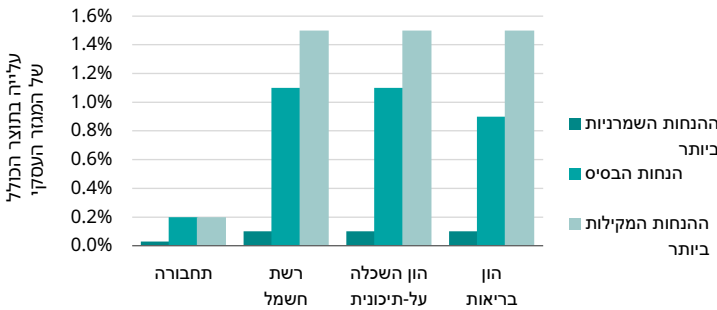
מידול מקיף ומדויק של כלכלת ישראל הוא מהלך מאתגר ורווי נקודות תורפה שעלול היה להקנות לניתוחנו הטיות רבות של מדידה ומידול, ועל כן אנו נמנעים מלבצעו במסגרת עבודה זו. כחלופה מעוטת הנחות אנו מאמצים מסגרת תיאורטית פשוטה וגמישה, המחייבת רק צמד הנחות מפתח לגבי התרומה של מוצרים ושירותים שונים לתוצר המצרפי. אנו מתייחסים למגוון אפשרויות כדי לכסות את מרב החלופות להנחות אלו. הנחות הבסיס מכוילות לאפשרות המקובלת ביותר בספרות. הנחות שמרניות יותר מתייחסות לתרומתם של מוצרים ושירותים בתוך הענפים לתפוקת הענפים – ולתרומתם של ענפים שלמים בכלכלה לתוצר המצרפי – כמשלימים זה את זה (כך שלהגדלת התפוקה של כל מרכיב בנפרד יש השפעה מוגבלת על הגדלת התוצר של מצרף המרכיבים, ונדרש גידול רוחבי של כלל המרכיבים כדי להגדיל את תוצר המצרף). הנחות מקילות יותר מתייחסות למוצרים, לשירותים ולענפים שלמים כאל מוצרים בני תחלופה (כך שהתוצר הכולל גדל בד בבד עם הגדלתם של מרכיבים בודדים).¹⁷

כדי לחשב את תשואות ההשקעות בתשתיות המדודות בערכים כספיים על פי המודל (שנאמד, בתשתיות התחבורה והחשמל, בהתבסס על נתונים פיזיים של שטח כבישים ואורך מסילות וקווי מתח), אנו נדרשים להנחות המאפשרות המרה של ערך כספי לערך פיזי, או במילים אחרות – מאפשרות לתמחר את התשתיות. מקדמי ההמרה נגזרו מתוך נתונים על ההשקעה בתשתיות מחד גיסא ועל השינוי במלאי הפיזי שבהן מאידך גיסא. אומדן ההמרה של הנתונים הפיזיים (שטח ואורך) לערכים כספיים התבסס על ההשקעות הכספיות בתשתיות השונות ועל התפתחות מרכיביהן הפיזיים (למשל אורך מסילות הרכבת או רשת קווי המתח העילי) לאורך זמן, כפי שעולה מנתוני הלמ"ס וחברת החשמל. יש להדגיש כי שוויים של מיליארד ש"ח במונחים יחסיים שונה מאוד בין תשתית לתשתית: בתשתיות התחבורה השקעה קונת מ-0.5% גידול במלאי, ואילו בתשתיות החשמל היא קונה יותר מ-8%. התשתיות ה"רכות" נמדדות בערכים כספיים מלכתחילה; עבורן מנורמל הסכום הכולל לגודל האוכלוסייה הממוצע בשנות המדגם, מתוך התפיסה שלהשקעות בחינוך ובבריאות יש אופי של "הוצאה לצריכה אינדיבידואלית", בניגוד לכביש או קו הולכת חשמל, הנושאים אופי של מוצר ציבורי. בתשתיות ה"רכות", מיליארד ש"ח מהווים תוספת של כ-3%-6% למלאי. לפירוט נוסף על הערכת העלות ומקורות הנתונים ראו נספח א.

17 החשבונות הלאומיים מסכמים את הערכים המוספים בכל רמה, ובכך מניחים תחלופה מושלמת בכל הרמות. לפירוט נוסף על המודל ראו נספח א; לתוצאות המלאות ראו לוח נ'4 בנספח ב.

לאחר כיוול המודול והערכת עלות ההשקעה בתשתיות, אפשר לגבש אומדנים לגבי התשואה של השקעה שקלית בתשתיות השונות במונחי תוצר של המגזר העסקי. תרשים 5 מציג את טווח האומדנים המתקבל במסגרת ההנחות השונות לגבי חישוב המצרפים, בהתבסס על האומדנים המיקרו-כלכליים (המוצגים במלואם בלוח נ'3א בנספח ב). הלוח מציג את הגידול הצפוי בתוצר המצרפי של המגזר העסקי כתוצאה מהשקעה חד-פעמית של כמיליארד ש"ח בתחומים השונים המגדילה את מלאי הנכסים הפיזיים בתחום, 18 בהתאם לפריסה ולגודל של האומדנים המיקרו-כלכליים (הממירים ערכים כספיים לגדלים פיזיים) שהוצגו קודם. תחת הנחות הבסיס, השקעה של מיליארד ש"ח ברשת התחבורה צפויה להגדיל את התוצר המצרפי של המגזר העסקי בכ-0.2% (כ-2.8 מיליארד ש"ח), ואילו השקעה של מיליארד ש"ח ברשת החשמל או בנכסי הון אנושי צפויה להגדילו בכ-1.1% (כ-14 מיליארד ש"ח). להשקעה בנכסי הון בריאות השפעה צפויה של 0.9% (כ-13 מיליארד ש"ח).

תרשים 5. אומדנים לגידול בתוצר המצרפי של המגזר העסקי כתוצאה מהשקעה של מיליארד ש"ח נוספים בתשתיות



הערה: התרשים מציג טווח אומדנים להשפעה של השקעה של מיליארד ש"ח בהון ציבורי כזה או אחר על התוצר העסקי המצרפי, בהתאם למשוואה (4) בנספח א. האומדנים להשפעה המיקרו-כלכלית נלקחו מלוח נ'3א בנספח ב, וטווח האומדנים המאקרו-כלכליים נובע מכיוול שונה של הפרמטרים במשוואה (4), כאשר ההנחות השמרניות ביותר תואמות $\theta = \frac{1}{2}$ ו- $\sigma = \frac{1}{2}$; הנחות הבסיס תואמות $\theta = 1$ ו- $\sigma = 3$; וההנחות המקילות ביותר תואמות $\theta = 2$ ו- $\sigma = 10$. האומדנים המלאים מוצגים בלוח נ'4 בנספח ב. מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: הלמ"ס

אם נסכם את הדברים, ההשפעה הממוצעת של השקעה של מיליארד ש"ח נוספים בכלל אומדני הבסיס היא גידול בתוצר העסקי של כ-0.8%. מדובר בתוספת של יותר מעשרה מיליארד ש"ח בשנה מהשקעה בתשתית בודדה (40 מיליארד להשקעה רוחבית של מיליארד ש"ח בכל אחת מהתשתיות). לחלופין, אם נסכום את האומדנים השמרניים ביותר, תוספת השקעה רוחבית של ארבעה מיליארד ש"ח (מיליארד בכל אחת מהתשתיות שנבחנו) צפויה להגדיל את התוצר העסקי ב-0.4%, המיתרגמים לכשישה מיליארד ש"ח בשנה (תשואה של 50% לשנה אחת ומאות אחוזים לאורך זמן). אומדן זה, אף שהוא נמוך במקצת, מתקרב בסדר הגודל שלו לאומדן של אקשטיין ואחרים (2022), שחזו תשואה של מאות אחוזים (על פני עשור) להשקעה בתשתיות.¹⁹

סיכום

במאמר זה הראינו שמלאי ההון הציבורי בישראל קטן באופן עקבי מהממוצע במדינות ההשוואה. זאת ועוד, שיעור ההשקעה הציבורית יחסית לתוצר נמוך אף הוא לעומת מדינות ההשוואה. עוד הצגנו בדיקות סטטיסטיות מצרפיות לגמישות התוצר ביחס למלאי ההון הציבורי עבור ישראל ושאר מדינות ה-OECD, ומצאנו גמישות ממוצעת של 0.11.

כדי להתמקד בכלכלת ישראל ביצענו אמידה מיקרו-כלכלית לזיהוי ההשפעה של השקעה בתשתיות שונות על התפוקה במפעלים ובחברות שונות במגזר העסקי. מצאנו כי להשקעה בתחבורה יש השפעה מובהקת בעיקר על מפעלי תעשיית ההיי-טק ועל ענפים עתירי ידע שאינם היי-טק, ואילו להשקעה ברשת החשמל יש השפעה הן על ענפי התעשייה והן על שירותי ההיי-טק. כמו כן, מצאנו שלהשקעה בנכסי בריאות ובנכסי השכלה גבוהה יש השפעה מובהקת על כלל השירותים עתירי הידע. ממצאים אלו מעידים על השלכותיהן הענפיות של השקעות בתשתיות שונות, שמיטיבות יותר או פחות עם עסקים שונים במשק; על כן, למאפייניה של כל תוכנית השקעה בתשתיות יש השלכות על המדיניות התעשייתית של המדינה, שכן השקעה בתשתית נתונה מעודדת פעילות כלכלית מסוימת.

הצגנו גם ניתוח מאקרו-כלכלי המתבסס על מודל ייצור מצרפי, בניסיון להשליך את אומדנינו המיקרו-כלכליים על המשק כולו. המודל הראה כי הגדלת ההשקעה בתשתית כלשהי במיליארד ש"ח צפויה להגדיל את התוצר בכ-0.8% בממוצע תחת הנחות מקובלות בספרות הכלכלית, ואילו השקעה רוחבית של מיליארד ש"ח בכל אחת מהתשתיות שנבחנו צפויה להגדיל את התוצר בכ-0.4% לכל הפחות תחת ההנחות השמרניות ביותר. תשואה זו מצביעה על כדאיות ההשקעה בתשתיות מבחינה מאקרו-כלכלית, בהסתמך על הניתוח המיקרו-כלכלי על כל משמעויותיו שנדונו לעיל.

19 אקשטיין ואחרים (2022) חישובו תוספת תוצר מצטברת של 290 מיליארד ש"ח לאורך התקופה 2021-2030 בעקבות השקעה שמימונה כרוך בכ-11 מיליארד ש"ח.

בסיכומו של דבר, ממצאינו מצביעים על ההזדמנות הגדולה הטמונה בהשקעה משמעותית בתשתיות פיזיות ובתשתיות "רכות" בישראל כיום. התשואה הצפויה שחישבנו תומכת בהמלצותיהם של אקשטיין ואחרים (2019) שקראו להכפלת ההשקעות בהון הציבורי, לרבות קידום ההון האנושי באמצעות יישום המלצות "ועדת תעסוקה 2030", קידום תוכנית המטרו לאזור המרכז, הגדלה משמעותית של רמת ההשקעה הציבורית בטכנולוגיות מידע ותקשורת והרחבת השימוש באמצעים דיגיטליים במגזר הציבורי. על אלה אנו מוסיפים קריאה להשקיע בתשתיות כך שישמשו אמצעי לפיתוח מקומי, שיחזק יצרנים מקומיים ויבטיח תעסוקה איכותית לתושבים. נדגיש כי השקעה בתשתיות – מקומית וארצית כאחת – צפויה לחזק את העסקים באזור שבו הם פועלים.

ההשוואה בין ההשקעות השונות והתשואות שלהן צריכה להיעשות בזהירות. התשתיות השונות מתפתחות באופן דומה על פני הזמן, ונוצרת ביניהן קוליניאריות חדה. בשל כך נאלצנו לבצע אמידה נפרדת לכל סוג תשתית. משמעות הדבר היא שייתכן שהאומדן המתקבל עבור תשתית כזו או אחרת מבטא בין היתר גם את השפעותיהן של תשתיות אחרות, אם כי ההבדלים המשמעותיים במובהקות וגודל ההשפעה רומזים כי לא כך הדבר. קושי זה מחייב משנה זהירות בפרשנות הממצאים, במיוחד בכל הנוגע לכדאיות ההשקעה בתשתית מסוימת ולא באחרת. נוסף על כך, אומדנינו מבוססים על השינויים האמיתיים במלאי התשתיות, שעבור מרבית השנים הם צנועים ביחס לצפוי עם השקעה מסיבית של מיליארדי שקלים; ייתכן שהזרקת הון ציבורי בהיקף משמעותי בהרבה ממה שנצפה בנתונים תוביל לגידול קטן יותר בתפוקה ממה שנאמד, בהתאם לחוק התפוקה השולית הפוחתת. זאת ועוד, המודל המוצג במאמר זה הוא סטטי, ואינו מביא בחשבון את זמן ההמתנה בין תקצוב ההשקעה ובין חנוכת התשתית, או את הפחת ואת עלויות האחזקה של כל התשתיות בחישוב התשואה להשקעה. נשוב ונדגיש גם כי כימות מלאי התשתיות הציבוריות שבוצע במסגרת עבודה זו הוא שרירותי במידה מה, וייתכן שמדדים מדויקים ועשירים יותר הנוגעים לתשתיות השונות היו מניבים תוצאות שונות במקצת. ואולם על אף הסייגים האלה, ממצאינו מתכנסים עם בדיקות אחרות מהשנים האחרונות, הרומזות כי התשואה הצפויה מהשקעה צנועה בתשתיות (במונחי תקציב המדינה) גדולה מאוד, וכי השקעה כזאת היא ממנועי הצמיחה היעילים ביותר למשק הישראלי במצבו הנוכחי.

כל האמור לעיל מתייחס בלעדית להשפעה הכלכלית המדידה של השקעות בתשתיות מסוגים שונים. לא התייחסנו כלל להשפעות אחרות על איכות חייהם של האזרחים והאזרחים ולתועלת האישית שהם יכולים להפיק מרשתות תחבורה וחשמל, מנכסי בריאות או ממוסדות השכלה. אין ספק שתועלת זו הופכת את ההשקעה בהון ציבורי לכדאית עוד יותר.

מקורות

- אקשטיין, צ', בנטל, ב', וסומקין, ס' (2022). **להשקיע כדי לצמוח בחוב מוגדל**. מכון אהרן למדיניות כלכלית ומרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל.
- אקשטיין, צ', ליפשיץ, א', מנחם-כרמי, ש', וקוגוט, ת' (2019). **אסטרטגיה לצמיחת המשק 2019**. מכון אהרן למדיניות כלכלית.
- דוח ועדת נגל (2025). **הוועדה לבחינת תקציב מערכת הבטחון ובניין הכוח: דו"ח סופי**. הכנסת (2024). **תקציב המדינה: הצעה לשנת הכספים 2025**. כנסת ישראל.
- זגריק, א' (2021, 4 בנובמבר). "ב-2050 נהפוך להיות כמו מומבאי": תמונת מצב למשבר התחבורה בישראל. **גלובס**.
- חודי, א' (2022, 11 באוגוסט). "משבר התשתיות הוא משבר חמור, אנחנו כבר בגל קריסות של קבלנים". *Ynet*.
- סלע, א' (2022, 3 באוקטובר). דוח ה-OECD: ישראל מובילה בתקציבים למוסדות החינוך, אך הישגי התלמידים עדיין מאחור. **וואלה**.
- פילוט, א' (2019, 7 בנובמבר). OECD: ישראל משקיעה מעט מאוד בבריאות, אבל תוצאותיה מהטובות במערב. **כלכליסט**.
- קדם לוי, א' (2022, 7 בנובמבר). "פספסנו הרבה יעדים בדרך בגלל המציאות הפוליטית". **דה מרקר**.
- שאל, מ' (2021). **ההון הכלכלי, מרכיביו ותמונת המצב בישראל**. האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
- Armington, P. S. (1969). A theory of demand for products distinguished by place of production. *Staff Papers*, 16(1), 159–178.
- Aschauer, D. A. (1990). *Why is infrastructure important?* Conference Series No. 34, Federal Reserve Bank of Boston, 21–68.
- Baxter, M., & King, R. G. (1993). Fiscal policy in general equilibrium. *The American Economic Review*, 83(3), 315–334.
- Bom, P. R. D., & Ligthart, J. E. (2014). What have we learned from three decades of research on the productivity of public capital? *Journal of Economic Surveys*, 28(5), 889–916.
- Buffie, M. E. F., Berg, M. A., Pattillo, M. C. A., Portillo, R., & Zanna, L. F. (2012). *Public investment, growth, and debt sustainability: Putting together the pieces*. WP/12/144. International Monetary Fund.
- Dalgaard, C. J., Kaarsen, N., Olsson, O., & Selaya, P. (2018). *Roman roads to prosperity: Persistence and non-persistence of public goods provision*. CEPR Discussion Paper No. 12745.

- Devadas, S., & Pennings, S. M. (2018). *Assessing the effect of public capital on growth: An extension of the World Bank Long-Term Growth Model*. World Bank Policy Research Working Paper No. 8604.
- Dixit, A. K., & Stiglitz, J. E. (1977). Monopolistic competition and optimum product diversity. *American Economic Review*, 67(3), 297–308.
- Felice, G. (2016). Size and composition of public investment, sectoral composition and growth. *European Journal of Political Economy*, 44, 136–158.
- Fernald, J. G. (1999). Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity. *American Economic Review*, 89(3), 619–638.
- Fogel, R., (1964). *Railroads and American economic growth: Essays in econometric history*. The Johns Hopkins Press.
- Fremdling, R. (1977). Railroads and German economic growth: A leading sector analysis with a comparison to the United States and Great Britain. *The Journal of Economic History*, 37(3), 583–604.
- Hsieh, C. T., & Klenow, P. J. (2009). Misallocation and manufacturing TFP in China and India. *The Quarterly Journal of Economics*, 124(4), 1403–1448.
- Hulten, C. R. (1996). *Infrastructure capital and economic growth: How well you use it may be more important than how much you have*. NBER Working Paper No. 5847. National Bureau of Economic Research.
- Maurel, M., Lapeyronie, H., & Meunier, B. (2016). *Impact of hard and soft infrastructure: Evidence from the EU partners, North Africa and CEECs*. FERDI Working Paper No. 148.
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695–1725.
- Pereira, A. M., & De Frutos, R. F. (1999). Public capital accumulation and private sector performance. *Journal of Urban Economics*, 46(2), 300–322.
- Portugal-Perez, A., & Wilson, J. S. (2012). Export performance and trade facilitation reform: Hard and soft infrastructure. *World Development*, 40(7), 1295–1307.
- Ramey, V. A. (2020). *The macroeconomic consequences of infrastructure investment*. NBER Working Paper No. 27625. National Bureau of Economic Research.
- Tanimoto, M., & Wong, R. B. (2019). *Public goods provision in the early modern economy: Comparative perspectives from Japan, China, and Europe*. University of California Press.
- Tatom, J. A. (1993). The spurious effect of public capital formation on private sector productivity. *Policy Studies Journal*, 21(2), 391–396.

נספחים

נספח א. נתונים ומתודולוגיה

נתונים

מסד הנתונים שבו נעשה שימוש הוא שילוב של שני קובצי נתונים של הלמ"ס. קובץ אחד מכיל נתונים של סקרי תעשייה, כרייה וחציבה מהשנים 2004–2018, ומונה כ-26,000 תצפיות.²⁰ הקובץ השני מכיל נתונים של סקרי עסקים ומסחר מאותן שנים, ומונה כ-98,000 תצפיות. יחידת הסקר עבור תעשייה היא מפעל; יחידת הסקר עבור עסקים ומסחר היא חברה. פרט להבדל זה, הקבצים – ששניהם משקפים מדגם מייצג מבחינת תפוקה נומינלית – כמעט זהים בנתונייהם, הכוללים תפוקה נומינלית, מספר משרות, תמורה למשרות, הון (בסיווגים שונים) וענף כלכלי. בסך הכול מסד הנתונים כולל כ-124,000 תצפיות של יחידות כלכליות שפעלו במגזר העסקי בישראל בשנים הנתונות.

נתוני אורך ושטח כבישים ואורך מסילה פעילה של רכבת ישראל נלקחו מפרסומי הלמ"ס, וכמוהם גם נתוני ההשקעה הלאומית בבריאות ובהשכלה גבוהה.^{21,22,23} משתנה התחבורה שלנו הוא מכפלה שקולה של שטח הכבישים ואורך המסילות, תחת ההנחה שאלה הם מרכיבים בני תחלופה במשתנה "איכות/נוחות תחבורה".²⁴ אשר למשקלו של כל אחד משני המרכיבים האלה, ברירת המחדל שלנו הייתה $\frac{2}{3}$ לכבישים ו- $\frac{1}{3}$ למסילות, בדומה ליחס ההוצאות על כבישים ורכבות **בתקציב משרד התחבורה**. האומדן של השפעת "מלאי התחבורה" המוצג בגוף המאמר מתייחס למשקלים אלו, אך בחנו גם משקלים חלופיים (לרבות 0 ו-1 לכל מרכיב); הממצאים מוצגים בלוח נ'3 בנספח ב. באשר לתמחור משתנה

20 קובצי נתונים ברמת פירוט זאת מעודכנים בפיגור ניכר. המחקר עשה שימוש בקבצים שהיו זמינים בעת עריכתו.

21 הנתונים לגבי שטח הכבישים לשנים 2010, 2017, 2018, ו-2019 מקורם בלוח 20.20 של סקר עבודות הנדסה אזרחית של הלמ"ס לשנת 2020. השטח בשנים 2014–2016 חושב על בסיס גמר עבודות הסלילה, ההרחבה והשיקום בכל שנה לפי לוח 31 ברבעון לסטטיסטיקה של תחבורה מס' 3, 2018. השטח בשנים 2010–2014 חושב על בסיס גמר עבודות הסלילה, ההרחבה והשיקום בכל שנה לפי לוח 31 ברבעון לסטטיסטיקה של תחבורה מס' 3, 2014. השטח בשנים 2005–2009 חושב על בסיס גמר עבודות הסלילה, ההרחבה והשיקום בכל שנה לפי לוח 33 ברבעון לסטטיסטיקה של תחבורה מס' 2, 2010.

22 ראו הלמ"ס, לוח 2, הוצאה לאומית לבריאות, 1972/3–2020.

23 ראו הלמ"ס, לוח 2, הוצאה לאומית לחינוך, 1962/3–2019.

24 פורמלית, משתנה התחבורה בשנה t הוא:

$$Transportation_t = Roads_t^\omega Rail_t^\theta$$

באשר Rail-1 Roads, הם שטח הכבישים ואורך מסילות הרכבת המצטבר בארץ בשנה t, בהתאמה. ככלל אנו מניחים כי $\omega = \frac{2}{3}$ ו- $\theta = \frac{1}{3}$.

זה, אנו מתבססים על השקעות המדינה בתחבורה בשנות המדגם במוצע, שעמדו על כ-11.6 מיליארד ש"ח בשנה.²⁵ אלו תואמות גידול שנתי ממוצע של 2.7% במשתנה התחבורה, ועל כן אנו מניחים כי השקעה של מיליארד ש"ח תואמת גידול של 0.24% במשתנה התחבורה באותה שנה.

אורך קווי הולכה ומסירה בתשתיות החשמל והשקעות חברת החשמל ברשת הולכה ומסירה (2008 ואילך) נלקחו מתוך דו"ח מצב משק החשמל לשנת 2020; לגבי 8 השנים 2013-2020 עולה כי השקעה שנתית מצטברת של מיליארד ש"ח ברשת ההולכה והמסירה תואמת גידול של 6,363.1 קילומטרים בקווי ההולכה והמסירה באותה שנה, עם R^2 של 0.9.²⁶ אנו משתמשים באומדן זה לצורך ניתוח התשואה מהשקעה במודל המאקרו.

אמידת השפעתה של ההשקעה הארצית בהון ציבורי על תפוקתן של יחידות כלכליות

אנו אומדים את פונקציית הייצור של היחידה הכלכלית (מפעל או חברה) כאשר השקעה בהון ציבורי היא אחת מתשומות הייצור, תוך פיקוח על זעזועים משקיים או ענפיים בכל שנה, בשיטת הריבועים הפחותים (אנו מנצלים את אופי הפאנל החלקי של הנתונים במסגרת random effects model).²⁷ זיהוי השפעתה של ההשקעה המקומית בהון ציבורי על התפוקה תלוי בהנחה שלאחר פיקוח על זעזועים ענפיים או שנתיים, האומדן לקשר בין השניים מייצג את ההשפעה הסיבתית.

25 השקעות המדינה בתשתיות תחבורה נלקחו מהלמ"ס, השקעה גולמית בנכסים קבועים ומלאי ההון הנקי לפי ענף כלכלי 1995-2018.

26 נתוני ההשקעה המצרפית לקוחים מעמודת "סה"כ" בלוח 6.1 בקובץ נתוני הדוח; הנתונים לגבי אורך קווי ההולכה והמסירה לקוחים מלוחות 6.3 ו-6.5, בהתאמה.

27 ככלל, אמידת פונקציית ייצור בשיטת הריבועים הפחותים סובלת מהטיות שונות, ועל כן האומדנים המתקבלים עבור גמישויות התפוקה ביחס לתשומות מוטים (בפרט חשובה ההטיה הנובעת מכך שבמציאות, תשומות הייצור מתואמות עם זעזועים שונים שהיצרן חווה, ואילו באמידה פשוטה ההנחה היא שאין מתאם כזה). לאומדנים אלו – שאינם מדווחים כאן – אין משמעות של ממש באשר לגמישות התפוקה ביחס להון הציבורי. בפועל, אנו מניחים כי מלאי ההון הציבורי נקבע באופן אקסוגני להחלטות היחידה הכלכלית, ובמסגרת זיהוי השפעתו על התפוקה אנו בעצם **מפקחים** על תשומות הייצור למקרה שהן מתואמות עם מלאי ההון הציבורי במישרין (השפעתו העקיפה של ההון הציבורי על התוצר כפי שנדונה בסקירת הספרות) או בעקיפין (למשל דרך גורמים מאקרו-כלכליים שאינם נתפסים בהשפעות הקבועות השנתיות).

מודל הבסיס לאמידה הוא פונקציית ייצור Cobb-Douglas בעלת גמישויות ייצור אחידות לענף הכלכלי:

$$Y_{i,s,c,t} = A_{i,s,c,t} K_{p,i,s,c,t}^{\alpha_s} L_{i,s,c,t}^{\beta_s} K_{g,t}^{\gamma_c} \quad (1)$$

באשר $Y_{i,s,c,t}$ היא התפוקה הכספית (במחירי 2018) של יחידה כלכלית i בענף s (בעל עוצמה טכנולוגית c) בשנה t ; $K_{p,i,s,c,t}$, $L_{i,s,c,t}$ הם ההון הפרטי, ההון הציבורי והעובדים, בהתאמה; $\alpha_s, \beta_s, \gamma_c$ הן גמישויות התפוקה ביחס לתשומות; $A_{i,s,c,t}$ הוא הפריון הכולל הנומינלי, הכולל את מאפייני הייצור הייחודיים ליחידה הכלכלית לצד זעזועי ביקוש וגורמים נוספים.

על בסיס מודל זה, משוואת האמידה קושרת בין לוגריתם התפוקה לסכום שקול של הלוגריתמים של המשתנים בצד ימין (אותיות קטנות מסמלות לוגריתמים):²⁸

$$y_{i,s,c,t} = a + \alpha_s k_{p,i,s,c,t} + \beta_s l_{i,s,c,t} + \gamma_c k_{g,t} + \delta_t + \mu_{s,c} + \epsilon_{i,s,t,c} \quad (2)$$

באשר האותיות הקטנות מסמלות את הלוגריתמים של המשתנים המקבילים במשוואה (1); המשתנים δ_t ו- $\mu_{s,c}$ הם קבועים עבור כל שנה וענף (שעם a מייצגים את הלוגריתם של $A_{i,s,c,t}$), המאפשרים פיקוח על התאמה אפשרית בין השקעה בהון ציבורי ובין זעזועים שנתיים או ענפיים (כגון סביבת הריבית או מצבו הכולל של המשק); ו- $\epsilon_{i,s,c,t}$ הוא שארית האמידה.

הפרמטרים שאנו מעוניינים לאמוד הם γ_c , שהם כמספר c קבוצות העוצמה הטכנולוגית (שבע קבוצות באמידתנו; ראו לוח נ'5 בנספח ב). היות שמשתני ההון הציבורי k_g קבועים על פני יחידות כלכליות בכל תקופה נתונה, לא ניתן לאמוד אותם במנותק מהקבועים השנתיים δ_t ; כפתרון שמרני, אנו מגדירים קבוצת עוצמה טכנולוגית אחת כקבוצת ביקורת (שירותים שאינם עתירי ידע), ובעצם לא מודדים את השפעת ההון הציבורי על עסקים בתחום זה, אלא רק את השפעתו על שש הקבוצות האחרות. יש לציין כי בעוד בחירה זו מחזקת את הנחות הזיהוי עבור אומדני הפרמטרים של שש הקבוצות הנמדדות, בבואנו לשלב אומדנים אלו במודל מאקר-כלכלי הבחירה הזאת מטה את השפעתו המצרפית של ההון הציבורי כלפי מטה (משום שקבוצת הביקורת במודל אינה מפיקה כל תועלת מההון הציבורי, אף שבמצאיות סביר להניח שהיא כן מפיקה ממנו תועלת). עם זאת, גם בבחירה שמרנית זו המודל המצרפי חוזה תשואות עצומות להשקעה בהון הציבורי; אם האומדן הזה מוטה כלפי מטה, הדבר רק מחזק את הטענות המובאים בגוף המאמר.

28 $\delta_t, \mu_{s,c}, \epsilon_{i,s,t,c}$ משויכים כולם למשתנה $A_{i,s,c,t}$ ממשוואה (1).

ממיקרו למאקרו: מודל מצרפי

המודל המאקרו-כלכלי הוא מודל פשוט של תחרות מונופוליסטית תחת ביקוש nested CES (ברוח Hsieh & Melitz, 2003; Dixit & Stiglitz, 1977; Armington, 1969; Klenow, 2009).

התוצר המצרפי Y_{total} הוא מצרף (אגרגט) CES של S "תוצרים ענפיים", שכל אחד מהם בתורו הוא מצרף CES של n_s תוצרים נומינליים של היחידות הכלכליות הפועלות באותו ענף:

$$Y_{total} = \left[\sum_{s=1}^S \left[\left(\sum_{i=1}^{n_s} Y_{i,s}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{\theta-1}{\theta}} \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \right] \quad (3)$$

באשר הפרמטרים σ ו- θ מייצגים את גמישות התחלופה למוצרים בענף ולענפים בכלכלה, בהתאמה.²⁹ תפוקות היחידות הכלכליות $Y_{i,s}$ מוסברות על ידי גורמים שונים – ובהם ההון הציבורי – על פי משוואה (1). מודל זה נשען על שלוש הנחות מרכזיות:^{30,31}

- א. קיימת גמישות תחלופה קבועה ואחידה בין כל ענפי המשק.
- ב. קיימת גמישות תחלופה קבועה ואחידה בין כל היחידות הכלכליות הפועלות בכל ענף וענף במשק.
- ג. ההון הציבורי משפיע על התוצר המצרפי אך ורק דרך השפעתו על התפוקה ביחידות הכלכליות, כך ש: $\frac{\partial Y_{total}}{\partial k_g} = \frac{\partial Y_{total}}{\partial Y_{i,s}} \cdot \frac{\partial Y_{i,s}}{\partial k_g}$ (הנחה זו מבטאת גם עלות זניחה של ההשקעה בהון הציבורי).

29 σ ו- θ חיוביים. ככל שהם שואפים ל-0 מלמעלה, המוצרים או הענפים משלימים יותר; ככל שהם מתקרבים ל-1, הפונקציה מתקרבת לפונקציית Cobb-Douglas; וככל שהם גדולים יותר (מעל 1), המוצרים או הענפים תחליפיים יותר. טווח האפשרויות שאנו מכסים (לוח נ'4) מתבסס על הטווח שנדון אצל Hsieh & Klenow, 2009.

30 שתי ההנחות הראשונות תהיינה מוצדקות עבור צמד ערכים ספציפי (לא ידוע) של σ ו- θ , ועל כן השתמשנו בטווח ערכים רחב (ככל שהספרות מאפשרת) לשני הפרמטרים, ובתוכו יימצא ככל הנראה הערך ה"אמיתי". ההנחה השלישית הכרחית להצבת אומדני המיקרו ממשוואה (2) במסגרת מאקרו-כלכלית.

31 אם אומדנו להשפעת ההון הציבורי על התוצר ברמת היחידה הכלכלית כולל השפעה עקיפה דרך השינוי בעבודה והון פרטי, אזי עלינו להוסיף הנחה רביעית: ההנחה שהמשק מסוגל להמציא עוד הון פרטי ועובדים ככל שיידרש, ללא השפעה על תשואת ההון הציבורי.

כדי לחשב את ההשפעה היחסית של השקעה כזו או אחרת בהון ציבורי ΔG על התוצר המצרפי Y_{total} , אנו מציבים את השפעתה על התפוקה של כל יחידה כלכלית $Y_{i,s}$ במשוואה (4), מחלקים את הביטוי בסכום המקורי ומחסירים אחד:

$$Y_{\% \text{ gain from } \Delta K_g} = \frac{Y_{total} + \frac{\Delta Y_{total}}{\Delta K_g}}{Y_{total}} - 1 = \frac{\left[\sum_{s=1}^S \left[\left(\sum_{i=1}^{n_s} \left(Y_{i,s,c} + \frac{\Delta Y_{i,s}}{\Delta K_g} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{\theta-1}{\theta}} \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}}}{\left[\sum_{i=1}^{n_s} \left(Y_{i,s,c} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{\theta-1}{\theta}} \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}}} - 1 \quad (4)$$

נספח ב. תוצאות מלאות של האמידות האמפיריות

לוח נ'1. ממצאי אמידה פאנלית לקשר בין יחס הון ציבורי/תוצר לתמ"ג לנפש במדינות ה-OECD

לוגריתם טבעי של תמ"ג					משתנה תלוי
(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	מודל, מדגם
מודל תפוקה מצרפי, מדגם מלא*	מודל תפוקה מצרפי, מדגם מלא*	חד-משתני ליניארי, מדגם מלא*	חד-משתני ליניארי, תצפיות עם יחס הון-ציבורי/תוצר בין 30% ל-50%	חד-משתני ליניארי, מדגם מלא	
0.114** (0.053)		0.338*** (0.031)	0.384*** (0.024)	0.392*** (0.023)	הון ציבורי נומינלי (לוג)
0.205*** (0.053)	0.332*** (0.038)				הון פרטי נומינלי (לוג)
0.777*** (0.075)	0.729*** (0.092)				כוח עבודה פעיל (לוג)
1.928*** (0.701)	2.105*** (0.707)	10.087*** (0.452)	8.906*** (0.317)	9.151*** (0.331)	חותר
מדינה	מדינה	מדינה	מדינה	מדינה	השפעות קבועות
330	330	330	266	639	תצפיות (מדינות)
[10]	[10]	[10]	[20]	[20]	[שנים]
0.75	0.74	0.43	0.54	0.47	R ²
141.88	218.57	117.4	246.9	279.3	F
(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(p value)

* בניית הכולל פיקוח על הון פרטי וכוח עבודה הושמטו טורקיה, סלובקיה וקוריאה והשנים 2000-2010 בשל היעדר נתונים. עמודה (3) מציגה שחזור של עמודה (1) עם יתר המדגם לצורכי השוואה עם התוצאות של מודל התפוקה המצרפי.

רמת מובהקות: $p < 0.10$; $p < 0.05$; $p < 0.01$.

הערות: כל תא כולל את האומדן ומתחתיו בסוגריים את שגיאת התקן. האמידות מבוססות על פאנל הכולל נתונים לגבי 36 מדינות החברות ב-OECD (כולל ישראל) לאורך 20 שנים; שגיאות התקן מקובצות באופן דו-כיווני על פני שנים ועל פני מדינות; "כוח עבודה פעיל" מתייחס לבני ובנות 15 ומעלה שבמהלך השנה הנתונה עבדו כשכירים או כעצמאים.

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: OECD; ILO; IMF

לוח נ'2. סטטיסטיקה תיאורית של תשתיות ציבוריות

בריאות	השכלה גבוהה	חשמל	תחבורה		משתנה
			אורך מצטבר של מסילות הרכבת הפעילות (ק"מ)	שטח מצטבר של כבישי הארץ (אלפי קמ"ר)	
שווי נכסים קבועים לנפש (ש"ח לנפש)	שווי נכסים קבועים לנפש (ש"ח לנפש)	אורך מצטבר של קווי מתח (ק"מ)	אורך מצטבר של מסילות הרכבת הפעילות (ק"מ)	שטח מצטבר של כבישי הארץ (אלפי קמ"ר)	
3,076.3	1,912.2	68,699.9	1,102.8	166.3	ממוצע
(778)	(483.9)	(3,461.7)	(196)	(12.5)	סטטית תקן
2018-2004	2018-2004	2018-2013	2018-2004	2018-2004	שנים

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: הלמ"ס

לוח נ'3א. ממצאי אמידה להשפעת מלאי ההון הציבורי על התפוקה בענפי המגזר הפרטי בישראל

משתנה תלוי: לוג תפוקה (ש"ח, מחירי 2018)				
(4)	(3)	(2)	(1)	משתנה מסביר
לוג נכסי השכלה גבוהה (ש"ח, מחירי 2018)	לוג נכסי בריאות (ש"ח, מחירי 2018)	לוג רשת חשמל (ק"מ קווי מתח)	2% X לוג כבישים (קמ"ר) + 3% X לוג מסילות רכבת (ק"מ)	עוצמה טכנולוגית ענף ראשי
-0.014 (0.0109)	-0.014 (0.0102)	0.233* (0.1224)	-0.020 (0.0143)	טכנולוגיה מסורתית
-0.007 (0.0093)	-0.008 (0.0083)	-0.089 (0.1701)	-0.089 (0.0128)	טכנולוגיה מעורבת מסורתית
-0.011 (0.0079)	-0.010 (0.0071)	-0.246 (0.5676)	-0.012 (0.0114)	טכנולוגיה מעורבת עילית
-0.074 (0.3310)	-0.104 (0.3089)	-0.301 (0.7201)	1.157** (0.4229)	טכנולוגיה עילית
קטגוריית הבסיס: שירותים שאינם עתירי ידע				
0.948** (0.3880)	0.990** (0.3474)	1.202 (0.9377)	0.751* (0.3952)	שירותים עתירי ידע אחרים
0.602* (0.3247)	0.575* (0.3470)	0.255** (0.1437)	-0.046 (0.3612)	שירותי היי-טק ושירותים פיננסיים
משתנים נוספים				
ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	R ²
0.847	0.847	0.854	0.847	
4.35 (0.0008)	5.01 (0.0002)	7.68 (0.0000)	5.23 (0.0002)	סטטיסטי F למשתני ההון הציבורי (p value)
106,286	106,286	54,680	106,286	מספר תצפיות
2018-2004	2018-2004	2018-2013	2018-2004	שנים

רמת מובהקות: $p < 0.10$; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

הערה: כל תא כולל את האומדן ומתחתיו בסוגריים את שגיאת התקן. הלוח מציג את ממצאי האמידה (אומדני γ_c ממשוואה (2)). שגיאות התקן מקובצות ברמת הענף.

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: הלמ"ס

לוח נ'3ב. ממצאי אמידה להשפעת מלאי תשתיות התחבורה על התפוקה בענפי המגזר הפרטי בישראל, לפי שקלול משתנה התחבורה

משתנה תלוי: לוג תפוקה (ש"ח, מחירי 2018)					
(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	משתנה מסביר
X 0 לוג כבישים (קמ"ר) + X 1 לוג מסילות רכבת (ק"מ)	X 1/3 לוג כבישים (קמ"ר) + X 2/3 לוג מסילות רכבת (ק"מ)	X 1/2 לוג כבישים (קמ"ר) + X 1/2 לוג מסילות רכבת (ק"מ)	X 2/3 לוג כבישים (קמ"ר) + X 1/3 לוג מסילות רכבת (ק"מ)	X 1 לוג כבישים (קמ"ר) + X 0 לוג מסילות רכבת (ק"מ)	עוצמה טכנולוגית
-0.016 (0.0109)	-0.018 (0.0124)	-0.019 (0.0133)	-0.020 (0.0143)	-0.024 (0.0170)	טכנולוגיה מסורתית
-0.006 (0.0109)	-0.007 (0.0124)	-0.007 (0.0133)	-0.008 (0.0128)	-0.010 (0.0142)	טכנולוגיה מעורבת מסורתית
-0.009 (0.0100)	-0.011 (0.0107)	-0.011 (0.0110)	-0.012 (0.0114)	-0.015 (0.0123)	טכנולוגיה מעורבת עילית
0.752** (0.2712)	0.913** (0.3309)	1.021** (0.3714)	1.157** (0.4229)	1.557** (0.5803)	טכנולוגיה עילית
קטגוריית הבסיס: שירותים שאינם עתידי ידע					
1.028* (0.5250)	0.751* (0.3952)	0.659* (0.3507)	0.587* (0.3148)	0.480* (0.2609)	שירותים עתידי ידע אחרים
-0.046 (0.2339)	-0.048 (0.2843)	-0.048 (0.3813)	-0.046 (0.3612)	-0.032 (0.4906)	שירותי היי-טק ושירותים פיננסיים
משתנים נוספים					
ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	ענף X לוג (עבודה), ענף X לוג (הון פרטי), ענף, שנה, חותך	R ²
0.847	0.847	0.847	0.847	0.847	
5.22 (0.0002)	5.23 (0.0001)	5.23 (0.0001)	5.23 (0.0002)	5.20 (0.0002)	סטטיסטי F למשתני ההון הציבורי (p value)
106,286	106,286	106,286	106,286	106,286	מספר תצפיות
2004-2018	2018-2004	2018-2004	2018-2004	2018-2004	שנים

רמת מובהקות: *p < 0.10; **p < 0.05; ***p < 0.01

הערה: כל תא כולל את האומד ומתחתיו בסוגריים את שגיאת התקן. הלוח מציג את ממצאי האמידה (אומדני γ_c ממשוואה (2)) עבור תשתיות התחבורה, תחת הנחות שונות לגבי התחלופיות שבין מסילות רכבת לכבישים. שגיאות התקן מקובצות ברמת הענף.

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: הלמ"ס

לוח נ'4. ההשפעה של השקעת מיליארד ש"ח בתשתיות שונות על התוצר המצרפי במגזר העסקי, לפי סוג התשתית והפרמטרים של המודל

שינוי בתוצר הסופי (%) לשנה כתוצאה מהשקעה של מיליארד ש"ח נוספים בתשתית				פרמטרים	
השכלה	בריאות	רשת חשמל (כ-6,400 ק"מ קווי רשת)	תחבורה (כ-67 קמ"ר כביש + 1 ק"מ מטילה)	σ	θ
0.1%	0.1%	0.1%	0.5	0.5	
0.5%	0.5%	0.5%	→1	→1	0.5
0.8%	0.8%	0.8%	3	3	
0.8%	0.8%	0.8%	10	10	
0.7%	0.6%	0.7%	0.5	0.5	
0.8%	0.7%	0.8%	→1	→1	→1
1.1%	0.9%	1.1%	3	3	
1.1%	0.9%	1.2%	10	10	
0.8%	0.7%	0.8%	0.5	0.5	
0.8%	0.6%	0.8%	→1	→1	2
0.9%	0.8%	1.0%	3	3	
1.5%	1.5%	1.5%	10	10	

הערה: כל תא מכיל את האומדן לשינוי בתוצר הסופי כתוצאה מהשקעה של מיליארד ש"ח בהון הציבורי (משוואה (4)), כאשר ההון הציבורי הנתון לפי העמודה והפרמטרים של המודל (θ, σ) מכוילים לפי השורות הנתונות. "הנחות הבסיס" המוצגות בתרשים 5 תואמות $\theta \rightarrow 1$ ו- $\sigma = 3$, הערכים המקובלים בספרות לפרמטרים אלו (ראו Hsieh & Klenow, 2009).

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: הלמ"ס

לוח נ'5. רשימת ענפי הכלכלה, לפי עוצמה טכנולוגית

ענף ראשי	עוצמה טכנולוגית	רשימת הענפים	אחוז מהעובדים
	טכנולוגיה מסורתית	ייצור מוצרי מזון; ייצור משקאות; ייצור מוצרי טבק; ייצור טקסטיל; ייצור מוצרי הלבשה; ייצור ועיבוד של מוצרי עור ואביזרים נלווים; ייצור מוצרי עץ ומוצרי עץ ושעם; פרט לרהיטים; ייצור מוצרי קש ומוצרים מחומרי קליעה; ייצור נייר ומוצרים; הדפסת חומר תקשורתי מוקלט (לא כולל שכפול); ייצור רהיטים וענפי ייצור אחרים.	7%
תעשייה	טכנולוגיה מעורבת מסורתית	ייצור מוצרי נפט גולמי מזוקק; ייצור מוצרי גומי ופלסטיק; ייצור מוצרים אחרים על בסיס מינרלים אל-מתכתיים; תעשיית מתכות בסיסיות; שכפול חומר תקשורתי מוקלט; ייצור מוצרי מתכת בהרכבה, פרט למכונות ולציוד ובניית ספינות ואוניות.	4%
	טכנולוגיה מעורבת עילית	ייצור כימיקלים ומוצריהם; ייצור ציוד חשמלי; ייצור מכונות וציוד למ"א; ייצור כלי רכב מנועיים ונגררים וייצור ציוד רפואי, דנטלי ואורתופדי.	3%
	טכנולוגיה עילית	ייצור תרופות; ייצור מחשבים, מכשור אלקטרוני ואופטי וייצור כלי טיס, חלליות וציוד נלווה.	3%
	שירותים שאינם עיתורי ידע	מסחר סטוני וקמעוני בכלי רכב מנועיים ובאופנועים ותיקונם; מסחר סטוני, פרט לכלי רכב מנועיים ולאופנועים; מכירה קמעונית, פרט לכלי רכב מנועיים ולאופנועים; הובלה יבשתית והובלה באמצעות קווי צינורות; אחסנה ושירותי עזר לתחבורה; שירותי דואר ובלדרות; שירותי ארוח; שירותי מזון ומשקאות; פעילויות בנדל"ן; שירותי השכרה והחכרה; פעילויות של סוכנויות נסיעות, מארגני טיולים, הזמנות ושירותים נלווים; שירותי תחזוקה לבניינים ועבודות גינון; שירותי ניהול ותמיכה למשרדים ולעסקים; פעילויות של ארגוני חברים; תיקון של מחשבים, ציוד אישי וציוד לבית; שירותים אישיים אחרים; משקי בית כמעסיקים (של עובדי משק בית); משקי בית המייצרים מגוון טובין ושירותים לשימוש עצמי; ארגונים וגופים חוץ-מדינתיים.	43%
עסקים ומסחר	שירותים עיתורי ידע אחרים	הובלה ימית; הובלה אווירית; שירותים משפטיים ושירותי חשבונאות; שירותי משרדים ראשיים; שירותי ייעוץ ניהולי; שירותי אדריכלות והנדסה; בדיקות טכניות וניתוח נתונים טכניים; פרסום וחקר שווקים; סוגים אחרים של שירותים מקצועיים, מדעיים וטכניים; שירותי תעסוקה; שירותי שמירה, אבטחה וחקירה; הוצאה לאור; שירותים וטרינריים; חינוך; שירותי בריאות; מגורים טיפוליים; שירותי רווחה וסעד ללא מגורים; יצירה, אמנות ובידור; הפעלת ספריות, ארכיונים, מוזיאונים ופעילויות תרבות אחרות ופעילויות ספורט, בילוי ופנאי.	30%
	שירותי היי-טק ושירותים פיננסיים	תכנות מחשבים, ייעוץ בתחום המחשבים ושירותים נלווים אחרים; שירותי מידע, מחקר מדעי ופיתוח; שירותים פיננסיים, פרט לביטוח ולקרנות פנסיה; ביטוח, ביטוח משנה וקרנות פנסיה, פרט לביטוח לאומי חובה; פעילויות עזר המלוות לשירותים פיננסיים ולשירותי ביטוח; הפקה, פוסט-פרודקשן והפצה של סרטי קולנוע, סרטי וידאו, תוכניות טלוויזיה, הקלטה והוצאה לאור של קול ומוזיקה; שידור תוכניות רדיו וטלוויזיה ושירותי תקשורת.	10%

מקור: בנימין בנטל ומיכאל דבאוי, מרכז טאוב | נתונים: הלמ"ס