

ההשפעות הכלכליות

של השקעה במטרו

על הפריזון והתוצר

סני זיו ואורך שפיר*

נייר מדיניות 2020.09 / נובמבר 2020



* סני זיו הוא שותף מייסד בחברת מאקרו אנליטיקס, מחקר וייעוץ כלכלי, ומרצה לכלכלת ישראל וכלכלת נדל"ן במכללה האקדמית של תל אביב יפו, saniziv@mta.ac.il. אורך שפיר הוא כלכלן בכיר בחברת מאקרו אנליטיקס, מחקר וייעוץ כלכלי. המחברים מודים לפרופ' צבי אקשטיין ולד"ר אביחי ליפשיץ על הנחייתם המקצועית.

מכון אהרן למדיניות כלכלית

על שם אהרן דוברת ז"ל

חזון מכון אהרן למדיניות כלכלית הוא לתמוך בצמיחה כלכלית ובחזק חברתי בישראל על ידי עיצוב אסטרטגיה והצעות לתוכניות מפורטות למדיניות כלכלית המבוססות על ידע בינלאומי מעודכן.

צמיחה כלכלית הנובעת מגידול בתעסוקה והעלאת הפריון לעובד היא היעד המרכזי של כל המשקים, ובכללם של המשק הישראלי. המדדים המרכזיים לצמיחה כלכלית בת-קיימא – התוצר לנפש, התעסוקה והפריון במשק – נמצאים עדיין ברמה נמוכה מזו המקובלת במדינות המובילות בעולם המפותח. חזון המכון הוא לערוך מחקרים כלכליים אשר יניבו הצעות הן לכלי מדיניות חדשניים והן לרפורמות במשק לקידום הצמיחה, התעסוקה והפריון. מטרת מחקרי המדיניות להשפיע על המדיניות המוניטרית והפיסקלית, תוך גיבוש תוכניות ארוכות טווח שתתמודדנה עם מכלול הבעיות הכלכליות והחברתיות ותתרומנה לצמצום פערים וחזיון החברה והכלכלה. כמו כן, מטרתם להשפיע על השיח המקצועי, לעורר דיון המבוסס על מידע אמין ועל מחקר כלכלי-חברתי ובסופו של דבר להקנות כלים שיתמכו בתוואי של צמיחה ובחוסן החברתי של ישראל.

היעד העיקרי של מכון אהרן למדיניות כלכלית בבית ספר טיומקין לכלכלה הוא בגיבוש אסטרטגיות מדיניות כלכליות אשר מזהות את נקודות החוזק והחולשה של הכלכלה בישראל. על בסיס זה נבנות רפורמות בנושאים רחביים, וכן מחקר המתמקד בענפים שונים כדי לבחון ולהמליץ על שימוש מושכל בכלי מדיניות וסדרי עדיפויות שיגרמו לגידול התעסוקה והפריון בכלל ענפי המשק. במסגרת זו ניתן דגש על חיזוק היתרונות היחסיים של ישראל בחדשנות טכנולוגית, וכן על העצמת ההתייעלות והחדשנות בענפים המסורתיים, ענפי השירותים והסקטור הציבורי. כל זאת נעשה על בסיס מחקרי מוצק והצבת יעדים כמותיים כדי להשיג את חזון המכון.

← דירקטוריון:

מר שלמה דוברת (יו"ר), פרופ' מרטין אייכנבאום, גב' יעל אנדורן, פרופ' צבי אקשטיין, גב' דיתה ברוניצקי, מר ארז ויגודמן, גב' ענת לוי, מר צבי לימון, פרופ' רפי מלניק, מר רונן ניר, מר רוני נפתלי, מר יואל קרסו, ד"ר טלי רגב, גב' עפרה שטראוס, מר חיים שני.

← ראש המכון:

פרופ' צבי אקשטיין.

← ועדה מדעית:

פרופ' צבי אקשטיין (יו"ר), פרופ' מרטין אייכנבאום, פרופ' צבי הרקוביץ, ד"ר יניב ידיד לוי, פרופ' עומר מואב, פרופ' רפי מלניק, ד"ר טלי רגב.

← פרטי התקשרות:

המרכז הבינתחומי הרצליה, ת.ד. 167 הרצליה 4610101

טלפון: 09-9602431

דוא"ל: aaron.economics@idc.ac.il

אתר: www.aiep.idc.ac.il

ההשפעות הכלכליות של השקעה במטרו על הפריון והתוצר

ישראל מפגרת באופן משמעותי ברמת התשתיות התחבורתיות אחר רוב המדינות המפותחות. על פי דוח של OECD, כבישי ישראל הם הצפופים ביותר בקרב המדינות המפותחות, רק רבע מהישראלים משתמשים בתחבורה ציבורית (לעומת 60% בעולם), ותוך 20 שנה יגדל משך הנסיעה ב-60 דקות לנוסע ליום (OECD, 2018). על פי אומדנים, הפיגור בתשתיות הציבוריות לנפש בישראל, ובעיקר בתשתיות תחבורתיות, מסביר כ-24% מפערי הפריון בין ישראל לקבוצת המדינות שאליהן השוותה (אקשטיין וליפשיץ, 2017).

בעשור האחרון השקיעה ממשלת ישראל בתשתיות כבישים בישראל על מנת לתת מענה לגידול במספר כלי הרכב. אולם, למרות ההשקעה הניכרת, זמן הנסיעה הן ברכב פרטי והן ברכב ציבורי לא התקצר. המשק הישראלי סובל מתחבורה ציבורית לא יעילה המבוססת על אוטובוסים עם קיבולת נמוכה, כאשר הנגישות התחבורתית של התחבורה הציבורית יורדת ככל שמתרחקים ממרכזי הערים (סוחוי וסופר, 2019). בשנת 2015 החלה ממשלת ישראל בהקמת מערכת הסעת המונים, הכוללת בשלב זה את הקו האדום. כבר עתה ברור, עם זאת, כי הרכבת הקלה אינה פתרון לטווח ארוך להגדלת הקיבולת של המערכת התחבורתית. ישנם קולות הקוראים להסתפק במעבר למדיניות של ניהול עומסים על ידי תשלום אגרות גודש. אנו סבורים שאלו צריכים להיות אמצעים משלימים למערכת מטרו מפותחת. ללא מערכת מטרו, אגרות גודש יביאו לפגיעה ברווחה ובתוצר.

לעומס בכבישים עלות כלכלית גבוהה. עלות זו נמדדת במונחי אובדן שעות עבודה, זיהום אוויר, תאונות דרכים ועוד. בנוסף, הספרות הכלכלית מדגישה את ההשפעה של תחבורה יעילה על הפריון באמצעות הגדלת הצפיפות האפקטיבית של המטרופולינים (Agglomeration effects). חוסר נגישות תחבורתית מקשה על עובדים להגיע למרכזי תעסוקה, מונע תנועה בין מרכזי העסקים במהלך יום עבודה ומייקר את עלויות הובלת המטענים, שהינה קריטית לענפי תעשייה שונים. חוסר נגישות תחבורתית הינו מכשול לריכוז עסקים וניצול יתרונות לגודל ולמגוון, ויש לו עלות כלכלית גבוהה המתבטאת בהפסד תוצר למשק.

ספרות מחקרית רחבה בתחום זה מראה כי ריכוזיות והתקבצות עסקים מביאות לגידול בתוצר לעובד, בשכר, בפעילות מחקר ובמספר הפטנטים. הספרות האמפירית מראה כי המטרופולינים הגדולים בעולם מאופיינים בפריון גבוה. במחקר של OECD על התשואה לאגלומרציה נמצא כי בכל הארצות שנבדקו התוצר לעובד היה גבוה משמעותית בערים הצפופות מזה שבערים פחות צפופות באותן ארצות (OECD, 2017).

בנייר זה אנו מראים כי השקעה במערכת תחבורה יעילה באמצעות מטרו בגוש דן בהיקף של כ-150 מיליארד ש"ח, תוך ציפוף האוכלוסייה והתעסוקה באמצעות מדיניות מתאימה, תגדיל את התוצר לעובד במשק בשיעור של בין 1.1% ל-4.5%. תוספת התוצר השנתית למשק הנובעת מהשקעה במערכת מטרו רק הודות לגורם הציפוף, לעומת האלטרנטיבה של עסקים כרגיל, הינה על פי אומדני מחקר זה בין 27 ל-100 מיליארד שקל החל מסיום הפרויקט.

בשנה האחרונה מתקיים דיון ציבורי נרחב בכדאיות ההשקעה במטרו למטרופולין תל אביב. רוב הדיון מתמקד בהשפעות הישירות של מערכת המטרו על הרווחה החברתית, מבלי לבחון את ההשפעה העקיפה על פריון הייצור. בנייר זה אנו מחשבים את ההשפעות העקיפות הצפויות לתוכנית המטרו על התוצר באמצעות ציפוף מוגבר של עובדים ועסקים. אנו מעריכים שהאומדנים שמשמשים כיום לאמידת השפעת האגלומרציה על התוצר שמרניים ומוטים כלפי מטה. יתרה מכך, על מנת למקסם את השפעות המטרו על התוצר יש לנקוט מדיניות דיור מתאימה שעשויה למנף את השפעות המטרו על התוצר.

בעשורים האחרונים מדיניות הדיור הגבילה מאוד את הבנייה באזורי הביקוש, כאשר המטרה הייתה פיזור האוכלוסייה בפריפריה. מדיניות זו פגעה בציפוף האוכלוסייה והעסקים והביאה לפגיעה בפריון העבודה. לדעתנו, יש לקדם מדיניות שתקדם ציפוף האוכלוסייה והתעסוקה במרכזים עסקיים במטרה לנצל יתרונות אגלומרציה. ניתן לעשות זאת באמצעות מדיניות תכנון וחיזוק תוכניות של התחדשות עירונית (פינוי-בינוי, תמ"א 38/2).

אנו ממליצים על ציפוף אוכלוסייה ותעסוקה באמצעות מדיניות תחבורה ומדיניות דיור מתאימה גם באזורים מטרופוליניים אחרים כדוגמת באר שבע, חיפה וירושלים. מגמת הפיזור של האוכלוסייה במטרופולינים בישראל פוגעת בסיכויי הפיתוח של המטרופולינים. בשלב זה לא חישבנו את התועלות הכלכליות למטרופולינים האחרים מלבד תל אביב עקב חוסר בנתונים אמינים, אולם אנו סבורים כי ציפוף עסקים במטרופולינים האחרים בישראל, בהתאם לעקרונות שהונחו בנייר זה, יאפשר יצירת מסה קריטית והגדלת הפריון והשכר גם במטרופולינים מלבד במטרופולין תל אביב.

תוכן העניינים

6	1. סיכום ומסקנות
10	2. השפעות של מערכת תחבורתית על התועלת הכלכלית והתוצר
13	3. השפעות האגלומרציה על הפריזון
13	3.1 שיתוף (sharing)
14	3.2 התאמה טובה יותר (matching)
15	3.3 לימוד
16	4. אמידת השפעת האגלומרציה על התוצר
16	4.1 גמישות התפוקה ביחס לאגלומרציה – עדויות אמפיריות
18	4.2 מדדי אגלומרציה
19	5. יישום גישת האגלומרציה במטרופולין תל אביב
19	5.1 יחידת המחקר – מטרופולין תל אביב
21	5.2 חישוב מדד האגלומרציה וחישוב הגמישות
23	6. התפלגות האוכלוסייה והתעסוקה במרחב המטרופוליני
23	6.1 מגמות קיימות
24	6.2 תרחישים לפיזור האוכלוסייה והמועסקים במטרופולין תל אביב
27	7. אמידת התוצר בתרחישי אוכלוסייה ותחבורה אפשריים
27	7.1 הנחות החישוב
28	7.2 תוצאות עיקריות
30	7.3 בדיקת רגישות לגמישות התוצר ביחס לאגלומרציה
31	7.4 ניתוח כלכלי
32	8. אוכלוסייה, תעסוקה ואגלומרציה במטרופולינים אחרים
36	נספח

1. סיכום ומסקנות

מטרת נייר זה הינה לכמת את השפעת מערכת מטרו למרכז הארץ בגוש דן על פריון העבודה והתוצר באמצעות השפעתה על ציפוף עסקים ועובדים במרכזי עסקים. העבודה נעשית כחלק מפרויקט של תכנון התחבורה העתידית וכחלק מההערכות לגבי היקף התרומה לתוצר שתניב ההשקעה במטרו. מחקרים רבים מראים כי פירמות ועובדים יעילים יותר בסביבות עירוניות צפופות, וכי קיימת השפעה מרובה לריכוז עסקים ואוכלוסייה על התוצר. קיומן של סביבות עירוניות צפופות תלוי בקיומה של מערכת תחבורה יעילה.

ניתוחי עלות-תועלת (Cost-Benefit Analysis, CBA) של פרויקטים תחבורתיים מתבססים על מקסום הרווחה החברתית (maximum welfare) (Berechman and Banister, 2000), תוך מתן ערכים מוניטריים לזמן, לחיסכון בשעות נסיעה והגדלת שעות הפנאי, לחיסכון בעלות התפעול של כלי הרכב, לרמת זיהום אוויר נמוכה יותר ועוד. החל משנות השבעים יושמה המתודולוגיה של ניתוח עלות-תועלת לפרויקטים תחבורתיים רבים בעולם ובישראל. המתודולוגיה לניתוחי עלות-תועלת לפרויקטים של תחבורה מוצגת בפרוט בנוהל פר"ת (2012).

במקביל, בעשורים האחרונים התפתחה ספרות ענפה המראה כי להשקעה בתשתית תחבורה יש השפעות מהותיות על התוצר שאינן נתפסות בניתוחי עלות-תועלת רגילים. אחד המנגנונים המרכזיים להסבר השפעות אלו קושר בין השקעות בתחבורה לציפוף עסקים. על פי מודלים אלו מערכת תחבורה יעילה תורמת לציפוף עסקים במרכזים עסקיים, מאפשרת ניצול יתרונות לגודל ולמגוון ומביאה לגידול בפריון ובתוצר. מערכות תחבורה יעילות מקטינות את הרדיוס האפקטיבי של המרחב האורבני, מאפשרות להניע כמויות גדולות של עובדים אל מרכזי התעסוקה ומאפשרות תנועה מהירה בתוך מרכזי העסקים של עובדים וסחורות במהלך היום. בכך הן מאפשרות את ריכוז הפעילות העסקית באזורים מוגדרים (Aschauer, 1989; Venables, 2007, 2015; Börjesson, Jonsson and Lundberg, 2014).

ההשפעות המרחביות של ריכוז עסקים על הפריון נקראות בספרות השפעות אגלומרציה (agglomeration effects). המנגנונים הכלכליים לביטוי השפעות אלו מרובים וכוללים שיתוף עובדים ומיומנויות, גלישת ידע, ניצול יתרונות לגודל בייצור, ניצול יתרונות למגוון, השתתפות בסיכון ועוד. במחקר של ה-OECD על התשואה לאגלומרציה נמצא כי בכל הארצות שנבדקו התוצר לעובד היה גבוה משמעותית בערים הצפופות מזה שבערים פחות צפופות באותן ארצות (OECD, 2017).

על מנת לכמת את השפעת האגלומרציה על הפריון במטרופולין תל אביב הגדרנו מדדי אגלומרציה ל-10 אזורים במטרופולין תל אביב על בסיס רמת הצפיפות והתעסוקה וזמני נסיעה בין אזורים בתוך המטרופולין. באמצעות נתונים על מועסקים ושכר באזור המטרופוליני של תל אביב, חישבנו מקדם שמייצג את גמישות השפעת האגלומרציה על התוצר. באמצעות מודל זה אמדנו את התוצר בתרחישים שונים של פיזור האוכלוסייה והמועסקים במטרופולין תל אביב ובתרחישים שונים של השקעה תחבורתית (הקטנת זמני הנסיעה).

מהאומדנים שלנו מתקבל כי הגמישות של השכר לעובד ביחס למדד האגלומרציה היא 0.089. המשמעות של המדד הינה שהכפלת האגלומרציה תביא לגידול של 8.9 אחוז בפריון העבודה (תוצר לעובד). אומדנינו עומדים בקצה הגבוה של הטווח שנמצא בספרות הכלכלית (Rosenthal and Strange, 2004). עם זאת, המחקר הכלכלי מראה כי ההשקעה בתשתית תחבורתית נותנת תשואה גבוהה במיוחד במדינות שבהן עדיין לא בנו מערכת תחבורתית מקיפה, וכמו כן בכלכלות טכנולוגיה ושירותים מפותחות. ישראל מאופיינת ככלכלת הייטק מודרנית עם מגזר שירותים מפותח ותשתיות תחבורה מפרגות, וככזו אנו מעריכים כי גמישות התוצר ביחס לאגלומרציה עשויה להיות גבוהה. מחקר זה עקבי עם מחקר שנערך על ידי ה-OECD ומצא כי התשואה להשקעה בהון ציבורי בישראל גבוהה, והגדלת ההשקעה הממשלתית בתשתיות ב-1% תגדיל את התוצר בכ-5% בטווח הארוך (Fournier, 2016).

על מנת לחשב את השפעת ההשקעה במערכת המטרו על התוצר, בחנו שלושה תרחישים של ציפוף תעסוקה והשקעות בתחבורה במטרופולין:

(1) **תרחיש בסיס** הינו תרחיש ללא מטרו, שבו נמשכות המגמות הקיימות בהתפלגות המרחבית של האוכלוסייה והתעסוקה. התרחיש מבוסס על תרחיש הבסיס של המועצה הלאומית לכלכלה (התוכנית האסטרטגית לדור, 2017).¹ בתרחיש זה, עקב היעדרה של מערכת תחבורתית משמעותית, המגמות של פיזור האוכלוסייה והתעסוקה נמשכות. יש לציין שבעשור האחרון גדלו האוכלוסייה והתעסוקה במרכז המטרופולין (תל אביב) בשיעור נמוך של 1.3% בהשוואה לגידול של מעל 2.3% באוכלוסייה ובתעסוקה בטבעות החיצוניות של המטרופולין.

(2) **תרחיש מגמות קיימות באוכלוסייה ובתעסוקה עם מטרו** הוא תרחיש שבו מוקמת מערכת מטרו על פי התוכנית האסטרטגית לשנת 2040, שכוללת רשת קווי מטרו במטרופולין תל אביב ורשת קווי רכבת ארצית (בינעירונית ופרוורית). כתוצאה מכך, האוכלוסייה מצטופפת ליד קווי המטרו ואף התעסוקה מתמרכזת לאזורי תעסוקה ליד קווי המטרו. התפתחות האוכלוסייה והתעסוקה בתרחיש זה התבססו גם על תרחיש המועצה הלאומית לכלכלה בתרחיש הבסיס עם מטרו.

(3) **תרחיש של אורבניזציה מואצת** מניח גידול של הצפיפות העירונית עם מערכת תחבורתית שתאפשר אותה. מערכת המטרו המתוכננת נותרת דומה, אך הצפיפות התעסוקתית מתקבלת מגידול צפיפות האוכלוסייה. תרחיש זה מניח השקעה במערכת מטרו בדומה לתרחיש 2, שכאן מתווספת אליה אורבניזציה מואצת שתיתמך על ידי מדיניות דור מתאימה.

תוצאות התרחישים מראות כי האגלומרציה צפויה לתרום לשיעורי גידול גבוהים בפריון ובתוצר. קיצור זמני נסיעה הנובע מבניית מערכת תחבורתית יעילה יאפשר הגדלת הצפיפות התעסוקתית תוך הקטנת זמני הנסיעה בין מרכזי עסקים, ויביא, על פי אומדנינו, בתרחיש שמרני (תרחיש 2) של ציפוף האוכלוסייה, לגידול של 1.1% בתוצר לעובד במשק. תוספת התוצר הנובעת מתרחיש זה בשנת 2040 צפויה להגיע לכ-27 מיליארד שקל. במידה שההשקעות בתחבורה תהיינה מלוות במדיניות דור מתאימה לציפוף אוכלוסייה ועסקים (תרחיש 3), ההשפעות יכולות להיות דרמטיות. כך, למשל, הכפלת מספר המועסקים במרכז תביא לגידול של 4.4% בתוצר לעובד במשק. תוספת התוצר הנובעת מתרחיש זה בשנת 2040 צפויה להגיע לכ-111 מיליארד שקל.

¹ נתוני תרחיש מפורטים לאוכלוסייה ולתעסוקה התקבלו מהמועצה הלאומית לכלכלה (המועצה הלאומית לכלכלה, תרחישי אוכלוסייה למחוזות תל אביב ומרכז כולות במטרו).

לוח 1: ההשפעה על התוצר בתרחישים שונים

תרחישי אוכלוסייה ותחבורה	מועסקים במטרופולין תל אביב ב-2040 (באלפים)	התוצר ב-2040 (במיליארדי ש"ח)	הגידול בתוצר לעובד במשק ביחס לתרחיש הבסיס	תוספת התוצר למשק ביחס לתרחיש הבסיס (במיליארדי ש"ח)
תרחיש בסיס (1)	2521.2	2,534.5	-	-
תרחיש מגמות קיימות עם מטר (2) ריכוז אוכלוסייה ותעסוקה ליד קווי המטרו	2568.4	2,561.8	1.1%	27.3
תרחיש אורבניזציה מואצת (3)	3528.9	2,646.4	4.4%	111.9

בנייר זה התקבל טווח רחב לתחזית השפעות המטרו על התוצר. הטווח הרחב של התחזית נובע מאופי התרחישים. התרחיש של מגמות קיימות כמעט אינו מניח שינוי במבנה המרחבי של האוכלוסייה והתעסוקה בישראל. התרחיש מבוסס על תרחיש אוכלוסייה ותעסוקה שבוצע במועצה הלאומית לכלכלה אשר מניח גידול מסוים בתעסוקה לאורך קווי המטרו. אנו סבורים כי תרחיש זה הינו שמרני, ואינו מציג את מימוש מלוא הפוטנציאל של הגידול בתוצר הנובע מהקמת המטרו. לפיכך, בחנו גם את התרחיש של אורבניזציה מואצת. עם זאת, תרחיש זה מותנה במדיניות דיור מתאימה.

האומדנים שהתקבלו בנייר זה הינם תולדה של גישה מקרו כלכלית המודדת את תוספת התועלת במונחי תוצר לעובד ומיישמת אותו על המרחב המטרופוליני של תל אביב בהתאם לתוספת הפריון לעובד באזורים השונים. בנוסף נציין כי האומדנים שהתקבלו בגישה זו אינם כוללים מרכיבים שנכללים בניתוחי עלות-תועלת סטנדרטיים של פרויקטים תחבורתיים ומיושמים למשל בנוהל פר"ת, לדוגמה חיסכון בזמן, חיסכון בשעות נסיעה, הגדלת שעות הפנאי, חיסכון בעלות התפעול של כלי הרכב, חיסכון באנרגיה, רמת זיהום אוויר נמוכה יותר ועוד. מרכיבים אלו מחושבים לרוב במונחי השפעה על עודף הצרכן (Willingness to pay).

מכיוון שאנו מחשבים בנייר זה רק את ההשפעות המקרו כלכליות על התוצר הנובעות מהגדלת האגלומרציה, לא ביצענו בדיקת כדאיות מלאה לפרויקט המטרו. אולם, תחשיב ראשוני שביצענו מראה כי שיעורי התשואה למשק, במונחי שיעור תשואה פנימי (IRR), הינם גבוהים בשני התרחישים. על פי תרחיש מגמות קיימות שיעור התשואה למשק מהפרויקט יעמוד על 16.5% ויחס התועלת-עלות (Benefit-Cost Ratio) הינו 2.4.15 בתרחיש המואץ שיעור התשואה הפנימי יגיע ל-32.3%³ יש לציין שבתרחיש זה חלק מתוספת התועלת נובע ממדיניות דיור לציפוף האוכלוסייה, ולכן לא ניתן ליחס את כל תוספת התועלת למטרו.

בעוד שהתועלות ממערכת מטרו למטרופולין תל אביב ברורה, יש שמסתייגים מהתוכנית. הטיעון המרכזי של המסתייגים הינו שבאמצעות אגרות גודש, תמרוץ נסיעה בתחבורה ציבורית, תמרוץ נסיעות משותפות, תחבורה שיתופית ותמחור חנייה באזור המרכז ניתן יהיה להגיע להיקפים גבוהים של תנועת נוסעים למרכז העסקים בשעות השיא בזמני נסיעה מהירים וללא העלות הגבוהה הכרוכה בהשקעה במטרו.

אנו סבורים כי אכן ניהול יעיל של המערכת התחבורתית באמצעות מערכת תמריצים כלכלית הינו תנאי הכרחי להקטנת זמני הנסיעה וגידול בפריון. אגרות גודש, לצד אמצעים נוספים לייעול המערכת התחבורתית כגון קביעת מחירי חנייה כלכליים, פיתוח תחבורתי של כבישי כניסה לערים, נתיבי תחבורה ציבורית ומסלולי אופניים, יאפשרו להפנים את העלויות החיצוניות הנוצרות בשעות השיא, להוריד זמני נסיעה ולהגדיל את הפריון והתוצר.

² ההנחות לתזרים התועלות מפורטות בסעיף 7.1.

³ החישוב מתבסס על השקעה של 150 מיליארד שקל בפריסה שנתית בהתאם להנחות הצוותים התחבורתיים. במידה שתהיה חריגה של 50% בעלות הפרויקט, שיעור התשואה בתרחיש הבסיס יעמוד על 12.7%.

אגרת הגודש תסיט נסיעות לתחבורה ציבורית ולנסיעות משותפות בשעות השיא ותקטין בכך את זמני הנסיעה. עם זאת, השפעתה על ציפוף העסקים צפויה להיות נמוכה, שכן יכולת ההסעה של תחבורה ציבורית מבוססת אוטובוסים נמוכה ביחס למטרו.⁴ בכך, העלייה באגלומרציה והגידול בתוצר בגין האגלומרציה יהיו נמוכים.⁵ בשל כך, אנו סבורים שאגרת גודש הינה מכשיר משלים למטרו ואינה יכולה להחליף אותו, ובפרט לאור זאת שהאוכלוסייה במדינת ישראל ובמטרופולין תל אביב גדלה בקצב מהיר ומערכת מטרו הכרחית להגדלת הקיבולת.

טענות נוספות נגד תוכנית המטרו כוללות התפתחות מערכת תחבורה חכמה מבוססת כלי רכב אוטונומיים שיכולים להגדיל את הקיבולת בכבישים ומעבר לעבודה מרחוק, תהליך שעשוי להיות מואץ בעקבות משבר הקורונה. בשלב זה לא ניתן להעריך את השפעת משבר הקורונה על הרגלי העבודה מהבית. מכיוון שגם בתרחיש אופטימי מאוד פרויקט המטרו יהיה מוכן להפעלה רק ב-2030, יש לדעתנו להתחיל כעת בקידום הליכי התכנון של הפרויקט. במידה שיהיו שינויים מהותיים בסביבה הכלכלית, הטכנולוגית והתחבורתית בשנים הבאות, ניתן יהיה לבצע את ההתאמות הנדרשות.

הנייר הנוכחי בנוי כדלהלן: פרק 3 יציג בקיצור את הספרות הכלכלית המתארת את השפעות האגלומרציה על הפריון; פרק 4 יציג את המחקר האמפירי ובעיקר את גמישות התוצר ומשתנים נוספים ביחס לאגלומרציה; פרק 5 יציג את יישום המודל תוך שימוש בהתפלגות המרחבית של האוכלוסייה והתעסוקה במטרופולין תל אביב; פרק 6 יציג את תוואי התפתחות האוכלוסייה והתעסוקה במטרופולין תל אביב בתרחישים שונים של תחבורה, אוכלוסייה ותעסוקה; פרק 7 יכמת את התרחישים לכדי השפעה על התוצר.

⁴ בעוד שמערכת המטרו מסוגלת להוביל 25 אלף נוסעים בשעה (לקו אחד), נתיב תחבורה ציבורית יכול להוביל על פי ההערכות כ-2,000 איש בלבד, בעיקר עקב צווארי הבקבוק הנוצרים בכניסה וביציאה והקושי בהעלאת נוסעים.

⁵ לפי המודל, הקטנה של 10% בזמני הנסיעה אל הגלעין ו-5% לטבעת החיצונית תביא לגידול בתוצר של כ-2 מיליארד ש"ח החל מ-2040.

2. השפעות של מערכת תחבורתית על התועלת הכלכלית והתוצר

ניתוחי עלות-תועלת (CBA) של פרויקטים תחבורתיים מתבססים על מקסום הרווחה החברתית (maximum welfare) (Berechman and Banister, 2000), תוך מתן ערכים מוניטריים לזמן, לחיסכון בשעות נסיעה והגדלת שעות הפנאי, לחיסכון בעלות התפעול של כלי הרכב, לרמת זיהום אוויר נמוכה יותר, לחיסכון באנרגיה, למספר נמוך יותר של תאונות דרכים, לעלויות חנייה ועוד. החל משנות השבעים יושמה המתודולוגיה של ניתוח עלות-תועלת כמעט לכל פרויקט של הבנק העולמי ושל ארגונים אחרים. המתודולוגיה לניתוחי עלות-תועלת לפרויקטים של תחבורה מופיעה בפירוט בנוהל פר"ת (2012). במקביל, בעשורים האחרונים התפתחה ספרות ענפה המראה כי להשקעה בתשתית תחבורה ישנן השפעות מהותיות על התוצר שאינן נתפסות בניתוחי עלות-תועלת רגילים. הגישה העיקרית לאמידת ההשפעות של הון תשתית תחבורתית על התוצר היא בניתוחים מקרו כלכליים באמצעות גישת פונקציית הייצור. במודלים אלו ההון התחבורתי משמש כגורם ייצור בדומה להון פיזי, הון אנושי ועבודה. הספרות בתחום החלה עם המאמר המפורסם של Aschauer (1989), שהראה כי השקעה בתשתיות ציבוריות מגדילה את התשואה של השקעות פרטיות, וזאת בניגוד לטענה שהייתה מקובלת שהוצאה ציבורית מביאה לקריסת השקעה פרטית (crowding out).

רוב המחקרים בגישה המקרו כלכלית אמדו את השפעת ההון הציבורי בלי להפריד בין הון תחבורה להון ציבורי אחר. אולם עקב המשקל הגבוה של תשתיות תחבורה בהון הציבורי נהוג לייחס להן את מרבית ההשפעה (Berechman and Banister, 2000). Aschauer בדק את ההשפעה של השקעה בתשתיות תחבורתיות על תוצר לעובד ב-48 מדינות בארה"ב ומצא השפעות גבוהות מאוד. על פי האומדנים שעשה, השקעה בתשתיות תחבורה תביא לגידול בהון העסקי ולגידול בתפוקה במשך זמן ארוך לאחר ההשקעה (Aschauer, 1991).

מחקרים רבים נוספים אמדו את השפעת ההון הציבורי על התוצר, ובכולם התקבלה גמישות גבוהה. Seitz (1993) בדק את השפעתה על הפרייון של הרחבת מערכת הכבישים המהירים בגרמניה. הוא מצא כי ב-21 תעשיות בגרמניה, הרחבת רשת הכבישים והגדלת ההון המושקע בתשתיות תחבורה הביאו לירידה בעלות הייצור הממוצעת של התעשיות שנבדקו. Bom and Ligthart (2009) הגיעו לתוצאה דומה. מחקרים נוספים מצאו כי ההשקעה בתשתיות תחבורה מניבה תשואה גבוהה במיוחד במדינות בעלות רמת הכנסה בינונית שעדיין לא בנו מערכת תחבורה מקיפה, כמו ישראל (Nadri and Mamuneas, 1996).

אקשטיין וליפשיץ (2017) חישבו את תרומת ההון הציבורי לתוצר לעובד בישראל תחת הנחות שמרניות של גמישות ההשפעה של ההון על התוצר, והראו כי המחסור בהון ציבורי, ובעיקר בתשתיות לתחבורה ציבורית ופרטית, מסביר כ-24% מפערי הפרייון בין ישראל לקבוצת מדינות סמן.⁶ הספרות הרחבה בתחום זה הן מארה"ב והן מארצות אחרות הראתה בבירור כי אכן להשקעה בתשתית ציבורית השפעה ניכרת על פרייון העבודה של המגזר העסקי. עם זאת, טווח הגמישויות שנמצא היה רחב, ובהמשך נשמעה ביקורת על גישת פונקציית הייצור מהיבטים אמפיריים: למשל שאלות סיבתיות (האם ההשקעה בהון תחבורתי מביאה לצמיחה או הצמיחה מביאה להשקעה בתחבורה), או הביקורת על קיומה המשוערת של מגמה לא סטציונרית בנתונים הנובעת משינויים טכנולוגיים לאורך זמן. כמו כן, ספרות זו לא הגדירה בבירור מהם המנגנונים שבאמצעותם השקעה בתשתיות תחבורה משפיעה על פרייון העבודה ומדוע בדיוק זה קורה.

⁶ מדינות שישאל רוצה להידמות להן. המדינות שנבחרו הן: אוסטרליה, בלגיה, דנמרק, פינלנד, אירלנד, הולנד ושוודיה.

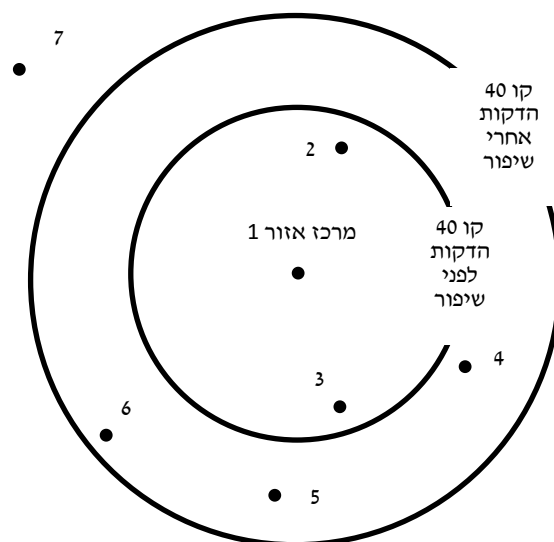
אחד הערוצים המרכזיים שהתפתחו בעשור האחרון קושר בין השקעות בתחבורה למודלים של ציפוף עובדים ועסקים. מחקרים רבים הראו כי ציפוף עסקים באזורי תעסוקה מגביר את יעילות העובדים והפירמות, ובכך, על פי מחקרים אלו, מערכת תחבורה יעילה תורמת לציפוף עסקים במרכזי תעסוקה המאפשר להם ליהנות מיתרונות לגודל וממגוון ומביא לגידול בפריון העבודה. השפעות אלו נקראות בספרות השפעות אגלומרציה (agglomeration effects). המנגנונים להשפעות אגלומרציה רחבים וכוללים שיתוף עובדים ומיומנויות, גלישת ידע, ניצול יתרונות לגודל בייצור, ניצול יתרונות למגוון, השתתפות בסיכון ועוד (לפירוט ראו פרק 3 – השפעות האגלומרציה).

במאמר חשוב שפורסם בשנת 2007 פיתח Venables מודל תאורטי להצגת הקשרים בין תשתיות תחבורה ובין אגלומרציה. הוא הראה כי השקעות בתחבורה מחזקות מאוד את ההשפעות החיצוניות הנובעות מאגלומרציה ויוצרות השפעות חיוביות על הפריון על ידי הגדלת הצפיפות העירונית (urban density). יתרה מכך, Venables טען כי יש להתייחס להשפעות רחבות אלו כ- "wider benefits" במובן זה שהן אינן נתפסות בניחות עלות-תועלת קלסי של פרויקטים תחבורתיים. הוא הראה כי מדובר בהשפעות משמעותיות שיש בהן כדי למנף משמעותית את תוספת הערך הנובעת מהשקעות בתחבורה.

הלוגיקה העיקרית של הקשר בין תשתיות תחבורה לאגלומרציה נובע מהתחבורה, המקטינה את הרדיוס האפקטיבי של השטח שבו ניתן לייצר אגלומרציה. מערכות תחבורה מפותחות מאפשרות להביא כמויות גדולות של עובדים למרכזי תעסוקה בשעות הבוקר ולהוציא אותם ממרכזי התעסוקה בשעות הערב, ובכך מצמצמות את הרדיוס האפקטיבי של העיר ותורמות לאגלומרציה.

לדוגמה, מדד שבשימוש הינו מדד של צפיפות אפקטיבית. המרחב המטרופוליני מחולק לטבעות המאופיינות על ידי זמן הנסיעה מהמרכז, כאשר בכל טבעת יש גודל מסוים של אוכלוסייה. ברגע שהתחבורה משתפרת, הטבעת גדלה ויש בה יותר אוכלוסייה, וכך היא תורמת יותר לאגלומרציה (לכל טבעת יש מקדם ההולך וקטן עם המרחק מהמרכז).

איור 1: טבעות זמני נסיעה ממרכז המטרופולין



לפני השיפור התחבורתי רק אזורים 1, 2, 3 היו בטבעת הפנימית (עד 40 דקות נסיעה מהמרכז), ועבור אוכלוסייה שגרה באזורים 4, 5, 6, 7 היה הסיכוי שיחליטו לעבוד באזור מגוריהם (בשכר נמוך יותר) גדול יותר. לאחר השיפור התחבורתי אזורים 4, 5, 6 כבר נמצאים בטווח 40 הדקות, ויותר פרטים באוכלוסייה זו יחליטו לנסוע למרכז ולהשתכר יותר, וגם יותר פרטים מאזור 7 יחליטו לעשות כן.

על פי מחקרים, השפעות האגלומרציה עשויות להגיע ל-30%–50% מהשפעות הערך החברתי הנמדדות בעבודות על עלות-תועלת של השקעות בתחבורה (Börjesson, Jonsson and Lundberg, 2014;)

(Venables, 2015).

3. השפעות האגלומרציה על הפריון

הספרות הכלכלית מציינת מנגנונים כלכליים רבים שבאמצעותם אגלומרציה משפיעה על הפריון. ההסברים המרכזיים כוללים: (1) ניצול יתרונות לגודל במרכזים עירוניים תוך שימוש יעיל יותר בתשומות הון, תשומות עבודה ותשתיות פיזיות; (2) תהליכים יעילים יותר של שיתוף ידע ותהליכי למידה, כאשר שוק גדול יכול להקל על תהליך הלמידה, למשל על ידי קידום, פיתוח ואימוץ נרחב של טכנולוגיות חדשות ושיטות עסקיות. השפעות האגלומרציה פועלות בו בזמן בשני ערוצים: בין פירמות באותו ענף (intra-industry) ובין פירמות בענפים שונים (inter-industry). עוצמת ההשפעה של כל ערוץ נתונה למחלוקת, והיא קריטית לשאלה האם תוספת הפריון הינה משמעותית יותר לפירמות באותו ענף או לפירמות בתעשיות שונות. להשפעות אלו נהוג להתייחס בספרות העוסקת בנושא כהשפעות של לוקליזציה (השפעות תוך-ענפיות) והשפעות של אורבניזציה (השפעות בין-ענפיות).

בעקבות Duranton and Puga (2004) ניתן לחלק את השפעות האגלומרציה לשלושה סוגי השפעה מרכזיים, כאשר כל מנגנון יכול לבוא לידי ביטוי הן בשוקי המוצרים, הן בשוק העבודה והן בשוק הידע.

3.1 שיתוף (sharing)

ההסבר האינטואיטיבי הראשון לריכוז עסקים באזורים צפופים הינו ניצול יתרונות לגודל כאשר ההוצאה הקבועה גבוהה. במרכזים עירוניים מצטברת מסה קריטית של ביקושים למוצרים המאפשרת שיתוף בצריכה והורדת עלויות הייצור. ציפוף האוכלוסייה מאפשר לחלוק בתשתיות או במתקנים ולהגיע למסה קריטית של ביקושים. הספרות בתחום זה שוקלת את יתרונות השיתוף לעומת העלויות מהגודש שנוצר בעקבות הציפוף, לרוב באמצעות מודלים של שיווי משקל כללי (לדוגמה, עבודתו של Daniel Strum בנושא הקשר בין מחירי נדל"ן ומערכת תחבורה בלונדון בסוף המאה ה-19 ובתחילת המאה ה-20). טיעונים נוספים הינם ניצול יתרונות לגודל בייצור (מודל עיר מפעל) ויתרונות לגודל בסחר (קיום שווקים). מכאן שהדרך הקלה ביותר להצדיק את קיומם של ערים ומרכזים עירוניים היא להניח תשואה עולה לגודל ברמת העיר בצורה של תשתיות ומתקנים שאינם בני חלוקה, ושרק עיר בעלת אוכלוסייה גדולה והיקף תעסוקה רחב יכולה להצדיק. מקור נוסף לאגלומרציה ברמת הייצור הינה תשואה עולה לגודל הנובעת משיתוף תשומות ייצור (input sharing). פירמות מתמקמות זו ליד זו על מנת לחלוק בתשומות ביניים (intermediate inputs). הדוגמה הקלסית הינה ייצור תשומות ביניים ליצרני אופנה. המיקום הקרוב מאפשר לפירמות ליהנות משווקים גדולים יותר ובכך לנצל יתרונות לגודל ולהפחית מחירים. ביקושים גדולים יותר מאפשרים ליצרנים להגדיל מגוון ולהתאים את המוצר לדרישות ספציפיות של הלקוחות. הקרבה במיקום מאפשרת פגישות פנים אל פנים (face time). ייצור אופנה כיום עבר לשווקים באסיה, אך אותו היגיון נכון גם לשוק הטכנולוגיה המתקדמת. חברות קטנות וחדשניות מתמודדות עם שווקים גדלים ומשתנים בצורה מתמדת. החברות חולקות ביניהן ספקי תשומות ביניים, כגון רכיבים אלקטרוניים, ומתקבצות באזורים מוגדרים על מנת להתאים ביחד עם הספקים את הייצור לדרישות השוק. הקרבה גם מאפשרת, למשל, לבדוק את המוצרים אצל ספקים המספקים שירותי בדיקה של המוצרים שבפיתוח. בעוד שהמנגנונים לשיתוף תשומות מתבססים על גידול במגוון התשומות שמאפשר את הגדלת התפוקה (הגדלת מספר היצרנים), גישה אחרת טוענת כי הגידול במספר העובדים מאפשר התמחות. על פי גישה זו, העובדים יכולים להקדיש זמן רב יותר לכל מוצר, ונוצר חיסכון בעלויות העברת עובדים בין קווי ייצור ואזורי עבודה. התוצאה היא שיפור ניכר בתהליך הלמידה (learning by doing).

מנגנון כלכלי נוסף המוזכר כמקור לאגלומרציה הוא כאשר תעשיות שונות נהנות בסביבה עירונית מהיצע עובדים יציב במקצועות נדרשים. הרעיון המרכזי הינו שקיימת השפעה חיובית לאיגום עובדים (labor pooling), המאפשר לפירמות להגיב במהירות לשינויים בלתי צפויים בביקושים. בהינתן זעזועים לא צפויים בשוק העבודה, פירמות יכולות להגיב במהירות תוך העברת עובדים בין פירמות וסוגי פעילות דומים. האגלומרציה נובעת מקיומם של רווחי יעילות כתוצאה משיתוף משאבים בין פירמות שאינן יודעות מראש (ex ante) לאיזה היקף תשומות תידרשנה. לעובדים יש תמריץ להתרכז בעיר מסוימת על מנת להקטין את הסיכוי להיות מובטלים, בעוד שהפירמות מתאגדות על מנת למנוע מצב שבו גידול לא צפוי בביקושים לא ייענה בשל מגבלת כוח אדם.

3.2 התאמה טובה יותר (matching)

הטיעון המרכזי הינו שמספר שחקנים גדול יותר באזור גאוגרפי מסוים משפר את איכות ההתאמה לתפקיד ומקטין את עלויות אי-ההתאמה. עלויות אי-ההתאמה נובעות מהעובדה שפירמות מגייסות עובדים שאינם מתאימים בדיוק לדרישות התפקיד ולכן קיימת עלות אי-ההתאמה (הבאה לידי ביטוי בשכר של העובד). כאשר פירמות רבות מתרכזות באזור אחד, נוצרת ביניהן תחרות המגדילה את יכולת ההתאמה ולפיכך מורידה את עלויות אי-ההתאמה.

מקור אחר להתאמה טובה יותר במרכזים עירוניים הוא הקצאה טובה יותר של מקורות כספיים. ניקח, לדוגמה, נכס שעבר לרשות בנק מלווה עקב אי עמידה בתשלומי חוב. בסביבה עירונית צפופה של חברות, הבנק יוכל להקצות את הנכס במהירות וביעילות ליזם או לפירמה אחרת תוך הקטנת עלויות אי-ההתאמה. הקצאת הון בצורה יעילה יותר בין פירמות או בחירה מהירה יותר של יזמים מאפשרת יעילות גדולה יותר בייצור.

ערוץ מרכזי ליצירת יתרונות לאגלומרציה הינו הקטנת החיכוך בשוק העבודה ומזעור אי-ההתאמה. במודלים מסוג זה, המבוססים על מודלים של חיפוש מספרות של כלכלת עבודה, מספר רב יותר של שחקנים מגדיל את ההסתברות לאיתור עובד שמתאים לדרישות התפקיד ואת ההסתברות להתאמה טובה יותר. במודלים מסוג זה, הכפלת מספר מבקשי העבודה והכפלת מספר המשרות הפנויות תביא לגידול יותר מפרופורציוני במספר ההתאמות הטובות הנעשות, ובכך תיקטנה עלויות החיכוך.

מנגנון נוסף של יתרונות לאגלומרציה נובע מחיסכון בעלויות הנלוות לחתימת הסכמים ומו"מ על הסכמים (למשל גיוס כסף). בהינתן שוק גדול, השחקנים יכולים לעבור במהירות רבה יותר בין מועמדים להשקעה ושותפים פוטנציאליים.

3.3 לימוד

תהליך יצירת הידע הינו חיוני לכלכלה המודרנית. תהליך הלמידה אינו מתקיים בחלל ריק, ודורש אינטראקציה בין אנשים (face to face). הודות לריכוז אוכלוסיות גדולות בערים, מתאפשר שיפור ניכר בתהליך הלמידה ונוצרים יתרונות גדולים לאגלומרציה. מרשל ציין כבר ב-1890 כיצד ערים יכולות להגביר את התפשטותם של רעיונות וחדשנות.

Duranton and Strange מחלקים את תהליך הלמידה לשלושה ערוצים: אלו שעניינם יצירה (generation), אלו שעניינם חלחול (diffusion) ואלו שעניינם צבירת ידע (accumulation).

יצירת ידע חדש: הרעיון המרכזי הוא שריכוזי עסקים ועובדים משפרים את תהליך החיפוש והניסוי במהלך תהליכי מחקר ופיתוח. שיתוף משאבים, שיתוף באספקת תשומות ביניים, תהליכי שיווק וניהול מגדילים את הידע המשותף ומקטינים עלויות. בשלב הלמידה, הקרבה למרכזי עסקים היא יתרון גדול.

העברת ידע ומיומנויות בין עובדים: קרבה לעובדים בעלי ידע ומיומנויות ("מומחים") מקלה על רכישת המיומנויות החדשות ויוצרת זרימת ידע קבועה. רכישת מיומנות קלה יותר בהינתן סביבה של מומחים לאורך כל שלבי יצירת הידע. העובדים המשכילים ("מומחים") מפיקי יתרון מהישארות בעיר על מנת להעביר את ההשכלה שרכשו (ולקבל תמורה).

חלחול ידע ואינפורמציה: הדגש הוא על תהליכי חלחול ידע חברתי. למשל, חלחול ידע בארוחות צוהריים, בכנסים, הפצה של שמועות ולימוד תוך שיחה (word of mouth learning).

4. אמידת השפעת האגלומרציה על התוצר

4.1 גמישות התפוקה ביחס לאגלומרציה – עדויות אמפיריות

ספרות כלכלית רבה הוקדשה לבחינת השפעותיה של האגלומרציה על הפרייון. החוקרים התייחסו להשפעות האגלומרציה על מדדים מספר :

1. פרייון העבודה.
2. הקמת פירמות חדשות (firm birth).
3. גידול בתעסוקה.
4. היקף פעילות המו"פ, הנמדד במספר הפטנטים.

1. פרייון העבודה

Henderson (1986) אמד את השפעת גמישות התפוקה לעובד ביחס להיקף התפוקה של התעשייה, ומצא גמישות בערך של 0.05 בענפי האלקטרוניקה והחשמל. כלומר, על פי האומדנים שעשה, גידול של 10% בתפוקה לגידול של 0.5% בתפוקה לעובד. האומדנים לגמישות בשאר ענפי התעשייה נעו בין 0.02 לתעשיית הנייר ל-0.11 בתעשיית הנפט. Mun and Hutchison (1995) השתמשו בנתונים מטורונטו לאמידת השפעת האגלומרציה בתעשיית הנדל"ן המסחרי. הם מצאו גמישות של 0.27, והציעו שהשפעת האגלומרציה בסקטור הנדל"ן המסחרי (משרדים) גבוהה משמעותית בהשוואה לסקטור התעשייה.

Graham (2007) התבסס על נתוני מיקרו של אלפי חברות באנגליה בענפי משק שונים. הוא מצא כי ברוב הענפים הגמישות הינה מובהקת וחיובית, וכי הגמישות בענפי השירותים גבוהה ביחס לגמישות בענפי התעשייה. באחרונים, הגמישות הממוצעת עמדה במחקר על 0.07 אולם נעה בטווח רחב שבין 0.015- ועד 0.382. בענפי השירותים, לעומת זאת, הגמישות הממוצעת עמדה על 0.129 ונעה בין 0.034–0.325. **הגמישות הממוצעת במחקר עמדה על 0.129.**

Rice, Venables and Patacchimi (2006) אמדו את גמישויות האגלומרציה באנגליה באזורים סטטיסטיים שונים, תוך נטרול השפעת שינויים בהרכב הענפי על התוצר. הם השתמשו בנתוני פרייון לעובד בכל אזור סטטיסטי ומדדו משתני הכנסה כדוגמת תוצר לשעת עבודה, שכר לשעת עבודה וכד'. הגמישויות שהתקבלו במחקר נעו בין 0.0025 ל-0.0571.

Börjesson, Jonsson and Lundberg (2014) מנתחים את הכדאיות (ניתוח בדיעבד) של הקמת המטרו בשטוקהולם בשנות ה-50 של המאה ה-20, תוך חלוקת השפעת האגלומרציה להשפעות של ציפוף תעסוקה והשפעות של שיפור בנגישות לעבודה (עלות ההגעה מאזור המגורים למקום העבודה). על ידי אמידת הפרשי השכר לפני ואחרי הקמת המטרו כפונקציה של השיפור בנגישות התחבורתית ומשתני בקרה נוספים, הם מוצאים גמישות של 0.04 לנגישות ביחס לפרייון. יש לציין שהשפעה זו הינה נפרדת מההשפעה של ציפוף התעסוקה באזור המטרופוליני.

Segal (1976) מראה כי בערים גדולות (מעל 2 מיליון תושבים) הפרייון גבוה בכ-8% מבערים קטנות יותר.

מחקרים נוספים בתחום המופיעים אצל Rosenthal and Strange (2004) העלו את הממצאים הבאים לגבי הפרייון עם הכפלת גודל העיר או הכפלת האוכלוסייה בעיר :

לוח 2: ממצאים על אודות הגידול בפריון

המחקר	הכפלה של	הגידול בפריון
Shefer (1973)	גודל העיר	14%–27%
Sveikauskas (1975)	גודל העיר	6%–7%
Fogarty and Garofalo (1988)	האוכלוסייה בעיר	10%
Moomaw (1981)	האוכלוסייה בעיר	2.7%
Tabuchi (1986)	האוכלוסייה בעיר	4.3%
Nakamura (1985)	האוכלוסייה בעיר	3.4%

2. הקמת פירמות חדשות

Carlton (1983) בחן את בחירת המיקום של שלוש תעשיות שונות – פלסטיק, אלקטרוניקה ורכיבים אלקטרוניים – ומצא כי גמישות הקמת פירמות חדשות ביחס להיקף התפוקה הינה 0.43. כלומר, הגדלת היקף התפוקה של התעשייה ב-10% מגדילה את מספר הפירמות החדשות שמוקמות ב-4.3%. Head, Reis and Swenson (1995) הראו שחברות יפניות ממקמות את המפעלים שלהן ליד מפעלים אחרים מאותה תעשייה. Rosenthal and Strange (2003) הראו כי יותר פירמות מוקמות בסמוך לריכוזי עובדים באותה תעשייה.

3. גידול בתעסוקה

כן נבחנה השפעת האגלומרציה על גידול בתעסוקה. Henderson, Kuncoro and Turner (1995) הראו שגידול בתעסוקה בתעשיות מהירה יותר באזורים שבהם מלכתחילה היו ריכוזי תעסוקה גדולים של אותה תעשייה. Rosenthal and Strange (2003) חישבו את השפעות הלוקליזציה על שש תעשיות, כולל תעשיית התוכנה, ומצאו שאזור מיקוד שהיו בו 1,000 משרות תוכנה יותר בהשוואה לאזורי מיקוד אחרים נהנה לאחר מכן מגידול מהיר יותר במספר המועסקים (12%). בעבודתם הם מצאו שהשפעות האגלומרציה פוחתת בקצב של 50% לכל מייל מרחק.

4. מספר הפטנטים

Carlino et al. (2009) חקרו את הגורמים הקובעים את שכיחותם של פטנטים באזורים מטרופוליניים שונים. לאחר ששקלו את מספר הפטנטים בחשיבות הפטנט (על פי מספר הציטוטים), הם חישבו את הגמישות של מספר הפטנטים ביחס למספר מדדים: (1) ביחס לצפיפות התעסוקה (מספר עובדים לקילומטר מרובע) נמצאה גמישות של 0.22, כלומר גידול של 10% בצפיפות התעסוקה מגדיל את מספר הפטנטים ב-2.2%; (2) ביחס להיקף התעסוקה הכולל נמצאה גמישות של 0.52; (3) ביחס להון אנושי (אחוז העובדים בעלי תואר אקדמי) נמצאה גמישות של 0.105, כך שהכפלת ההון האנושי תגדיל את מספר הפטנטים ב-10.5%. דוגמה נוספת היא מחקר שפורסם לאחרונה על ידי Moretti (2018). המחקר בוצע על נתוני פאנל בחברות הייטק בעמק הסיליקון בארה"ב, ומצא שמעבר של חוקרים לאשכולות גדולים מגדיל את מספר הפטנטים ואת מספר הציטוטים. גמישות מספר הפטנטים ביחס לגודל האשכול עומדת על כ-4%.

סקירות ספרות בנושא של גמישויות הפריון ביחס לאגלומרציה מצאו טווח רחב של גמישויות, כאשר הגמישות משתנה בהתאם לסוג המחקר, התעשייה שנבדקה, השפעות מקומיות או רוחביות ואחרות וכד'. סקירת ספרות מפורסמת הינה הסקירה של Rosenthal and Strange (2004), שהופיעה ב- Handbook of Urban Economics. בסקירתם הם סרקו מספר גדול של חוקרים אמפיריים, והגיעו למסקנה כי גמישות התוצר ביחס לאוכלוסייה נעה בין 0.03 ל-0.08. במטה-אנליזה של 729 גמישויות הלקוחות מ-34 מאמרים, מציגים Melo, Graham and Noland (2009) גמישויות הנעות בין -0.8 לבין 0.658, עם ממוצע של 0.058 וסטיית תקן של 0.115.

לסיכום, ניתן לומר כי אף על פי שטווח הגמישויות של הפריון ביחס למדדי אגלומרציה (צפיפות תעסוקתית) הינו רחב, קיימת הסכמה בין החוקרים כי טווח סביר הוא בין 0.03 ל-0.08. עם זאת, נמצאו גם גמישויות גבוהות משמעותית, בעיקר בענפי השירותים, ביחס לאגלומרציה אורבנית (חברות מסוגים שונים באזורים צפופים) ובמדינות בעלות רמת אורבניזציה נמוכה. ישראל מאופיינת ככלכלת הייטק מודרנית, וככזו אנו מעריכים כי גמישות התוצר ביחס לאגלומרציה עשויה להיות גבוהה (לסיכום האומדנים ראו לוח נ-1 בנספח).

4.2 מדדי אגלומרציה

הספרות הכלכלית התקשתה באמידת רמת האגלומרציה. הוצעו מדדים מספר. Wheaton and Shishido (1981) חישובו את רמת הריכוזיות העירונית באמצעות סכום הריבועים של משקלי אוכלוסיית הערים השונות באוכלוסייה הלאומית (כך שאם כל האוכלוסייה מתרכזת בעיר אחת הממד שווה 1), בדומה לממד Hirschman-Herfindahl לריכוזיות ענפית. גישה אחרת משתמשת בפרמטרים של מהירות הירידה בגודל העיר (Rosen and Resnick, 1980). אחרים מדדו בפשטות את אחוז האוכלוסייה בעיר מסוימת או באזור מטרופוליני ביחס לאוכלוסייה הכללית.

גישות אחרות למדידת אגלומרציה מחלקות את המרחב הגאוגרפי לאזורים (תאים סטטיסטיים) שלכל אחד מהם מחושב מדד אגלומרציה המבוסס על היקף כוח העבודה או התעסוקה בו, וכן על היקף התעסוקה באזורים הסמוכים אליו. חלק מהמדדים גם מתבססים על קלות התנועה בין האזורים (המתבטאת בזמן הנסיעה ובעלות הנסיעה). בהתאם למדדים אלו, מדד האגלומרציה של אזור יגדל ככל שהיקף התעסוקה בו גדל, וכן ככל שגדל היקף התעסוקה באזורים אחרים הסמוכים אליו תחבורתית (אזורים שקל להגיע אליהם ממנו). לחלופין, מדד האגלומרציה יגדל גם אם התעסוקה אינה משתנה, אך קל יותר לנוע בין האזורים.

לדוגמה, Rice, Venables and Patacchimi (2006) חילקו את המרחב הגאוגרפי לאזורים, כאשר לכל אזור משויך גודל האוכלוסייה בגיל העבודה. לחישוב מדד האגלומרציה של אזור נתון שורטטו "טבעות" סביב אותו אזור לפי זמני הנסיעה אל האזור, לכל טבעת שויך גודל האוכלוסייה בגיל העבודה (לפי האזורים הנמצאים בטבעת) ומדד האגלומרציה (עבור אזור i) חושב על ידי סכימת המכפלות של מקדמי הטבעות בגודל האוכלוסייה הנמצא בטבעת. מקדמי הטבעות קטנים עם הגידול בזמן הנסיעה, כביטוי להשפעה הנחלשת של האגלומרציה עם ההתרחקות מהמרכז.

Graham (2007) חילק את המרחב הגאוגרפי לאזורים, כאשר לכל אזור שויך מספר המועסקים באזור ושטח האזור; כמו כן, עמדו לרשותו נתונים על המרחקים בין האזורים. מדד האגלומרציה של Graham גדל ככל שמספר המועסקים באזור מסוים עולה. עלייה במספר המועסקים מגדילה את מדד האגלומרציה של האזור עצמו וכן את מדדי האגלומרציה של האזורים האחרים, כאשר התרומה גבוהה יותר לאזורים הקרובים יותר.

5. יישום גישת האגלומרציה במטרופולין תל אביב

הדרך שבה נהוג לבחון את השפעת האגלומרציה על הפריון הינה על יד בניית מדד אגלומרציה למרכזי תעסוקה ועסקים וכימות השפעת האגלומרציה באמצעות פונקציית ייצור הכוללת מרכיב של אגלומרציה. פונקציית הייצור הינה בדרך כלל פונקציה מהסוג $Y = g(U) f(X)$, כאשר Y הוא אינדיקטור לפריון (תפוקה, שכר, תוצר) ו- X הוא וקטור גורמי הייצור. חלק מהמחקרים מודדים את השפעת האגלומרציה ברמת הפירמה הבודדת (גישה מיקרו כלכלית) וחלק אחר באמצעות פונקציית ייצור אזורית (גישה מקרו כלכלית). בחלק זה הוגדרו מדדי אגלומרציה למרכזי עסקים במטרופולין תל אביב וחולץ מקדם שייצג את גמישות השפעת האגלומרציה על התוצר. באמצעות מודל זה נאמוד בהמשך את התוצר בתרחישים שונים של התפתחות תחבורתית (הקטנת זמני הנסיעה) ותרחישים שונים של פיזור האוכלוסייה והמועסקים במטרופולין תל אביב.

5.1 יחידת המחקר – מטרופולין תל אביב

אוכלוסייה ותעסוקה במטרופולין תל אביב

המרחב הגאוגרפי בישראל מחולק ל-4 מטרופולינים (במקביל, הלמ"ס מחלקת את האוכלוסייה לפי שישה מחוזות ו-15 נפות).⁷ מטרופולין מוגדר כ"מספר רב של יישובים עירוניים (עיריות ומועצות מקומיות) ויישובים כפריים במועצות אזוריות, הסמוכים זה לזה ויוצרים ישות תפקודית אחת, המשלבת קשרים כלכליים, חברתיים ותרבותיים" (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2018). אזור המטרופולין מחולק לגלעין המטרופולין, הכולל את שטח העיר הראשית שהיא מוקד הפעילות של האוכלוסייה שבתחום המטרופולין, ולטבעות מסביב לגלעין. כל טבעת מחולקת לגזרות מספר בהתאם למיקום הגאוגרפי. מטרופולין תל אביב משתרע על שטח של 1,959 קמ"ר ומחולק לגלעין ו-3 טבעות היקפיות (פנימית, תיכונה, חיצונית). כל טבעת היקפית מחולקת ל-3 גזרות, כך שקיימים בסך הכול 10 אזורים במטרופולין תל אביב. מטרופולין תל אביב מונה 4,150 אלפי איש, המהווים כ-47.6% מהאוכלוסייה.⁸ צפיפות המגורים במטרופולין תל אביב הינה 2,100 איש לקמ"ר. צפיפות זו נמוכה ביחס לצפיפות של מטרופולינים בגודל דומה (מבחינת אוכלוסייה) בעולם. לדוגמה, בברלין מתגוררים 3.5 מיליון תושבים בצפיפות של 3,500 תושבים לקמ"ר; אוכלוסיית מטרופולין מדריד כוללת 5.5 מיליון תושבים בצפיפות של 3,700 תושבים לקמ"ר; וינה 3,000 (1.9 מיליון); פראג 4,500 (1.3 מיליון).

⁷ הלמ"ס מפרסמת מידע על יישובים בישראל הכולל, בין היתר, מידע על מספר התושבים בכל יישוב (אם גדול מסף מסוים), ועל השתייכותו הגאוגרפית של היישוב למחוז, נפה, ומטרופולין בחלוקה לטבעות.

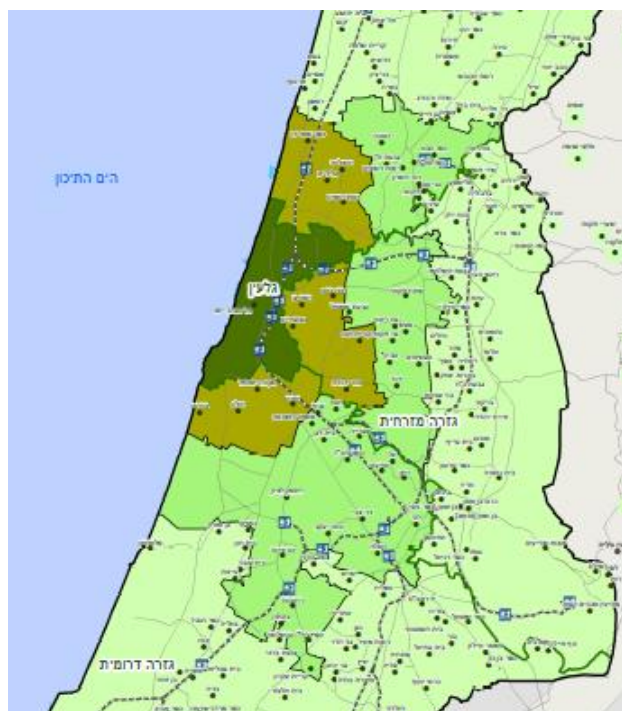
⁸ הערים חדרה ואשקלון, שאינן כלולות במרחבים המטרופוליניים הנוכחיים על פי הגדרת הלמ"ס, הוספו למטרופולין תל אביב במטרה לשמור על רצף אוכלוסייה במטרופולינים בתקופת התחזית (אנו מעריכים שיישובים אלו ייכנסו לתוך גבולות המטרופולין בשנים הבאות).

לוח 3 : אוכלוסייה וצפיפות תושבים במטרופולין תל אביב, 2017

צפיפות תושבים לקמ"ר	אוכלוסייה		הטבעת
	אחוז מהמטרופולין	אלפים	
8,600	11%	444	גלעין
8,000	23%	962	טבעת פנימית
4,100	29%	1,200	טבעת תיכונה
1,000	37%	1,544	טבעת חיצונית
2,120		4,150	סה"כ

מקור : הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2018).

איור 2 : טבעות וגזרות מטרופולין תל אביב



מקור : הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2018).

מטרופולין תל אביב מרכז קרוב ל-50% ממקומות העבודה בישראל. כ-24% מהתעסוקה במטרופולין מרוכזים בגלעין. מבין אלו שעובדים בגלעין, 61% לא היו תושבי הגלעין ובאו אליו לעבודה. במונחים מוחלטים, כ-257 אלף איש מגיעים כל יום לגלעין תל אביב לעבודה. אחוז העובדים יורד עם ההתרחקות ממרכז העיר. 26% באים מהטבעת הפנימית, 17% מהטבעת התיכונה ו-11% מהטבעת החיצונית. השאר, 7%, מגיעים לעיר מחוץ למטרופולין.

מרכזי התעסוקה הראשיים כוללים את אזור הבורסה ברמת גן, שלפי הגדרות הלמ"ס נכלל בטבעת הפנימית. נתוני הלמ"ס מראים כי כ-34% מהעובדים בטבעת הפנימית מגיעים מטבעות חיצוניות או מחוץ למטרופולינים (כ-123 אלף איש נוספים).

לוח 4: התפלגות התעסוקה במטרופולין תל אביב, 2017

צפיפות תעסוקה לקמ"ר	תעסוקה		הטבעת
	אחוז מהמטרופולין	אלפים	
1,078	25%	439	גלעין
8,473	21%	382	טבעת פנימית
3,168	31%	551	טבעת תיכונה
1,877	23%	406	טבעת חיצונית
343		1,777	סה"כ

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2020) ועיבודי המחברים.

זמני נסיעה במטרופולין תל אביב

אוכלוסיית המטרופולין מבצעת כ-14 מיליון נסיעות מדי יום, מהן כ-10 מיליון נסיעות ממונעות, רובן המכריע ברכב פרטי.⁹ השילוב של קצב הגידול הגבוה של אוכלוסיית המטרופולין, ההישענות המשמעותית על רכב פרטי, הגידול במספר הרכבים הפרטיים הנרכשים מדי שנה וההשקעה הנמוכה בתשתית התחבורה הציבורית מתבטא במצב של גודש שהולך ומתרחב לכל אזורי המטרופולין, ובעיקר בתל אביב ובמע"ר.

5.2 חישוב מדד האגלומרציה וחישוב הגמישות

בהתאם לספרות הכלכלית המפורטת למעלה, אנו מציעים מדד חלופי למדידת האגלומרציה במטרופולין תל אביב המבוסס על שלושה גורמים:

1. צפיפות התעסוקה במרכז העסקים, הנמדדת במספר המועסקים במרכז העסקים ביחס לרדיוס האזור.
2. מספר המועסקים במרכזי העסקים הסמוכים לו.
3. זמני הנסיעה בין מרכזי העסקים.¹⁰

לכל אזור חושב מדד אגלומרציה המבוסס על הנוסחה הבאה:

$$U_i = \frac{E_i}{\sqrt{S_i/\pi}} + \sum_{j \neq i} \left(\frac{E_j}{\theta_{ij} t_{ij}} \right)$$

כאשר

$$d_{ij} = \theta_{ij} t_{ij}$$

E - מספר המועסקים באזור, S - השטח של אזור, t - זמן הנסיעה בין אזורים.

כאמור, המרחב המטרופוליני חולק ל-10 אזורים, שלגבי כל אחד מהם רוכזו נתונים על מספר המועסקים באזור (ללא קשר למקום המגורים), על ממוצע שנות ההשכלה ועל השכר הממוצע. מקור הנתונים הינו סקרי כוח אדם לשנים 2012–2016 בשילוב עם נתונים מנהלתיים לגבי שכר לשכירים והכנסה לעצמאים (מקור: מנהל הכנסות המדינה). להלן נתונים על אזורים אלה.

⁹ חלק זה מבוסס על קובץ הנתונים שהתקבל מהצוות של ד"ר ניר שרב ופרופ' יורם שיפטן.

¹⁰ המדד מבוסס על Graham, המודד את האגלומרציה באמצעות מספר המועסקים במרכז העסקים ובמרכזי עסקים סמוכים לו בהתחשב במרחק ממרכז העסקים. אנו מחליפים במדד זה את המרחק בין מרכזי העסקים בזמני נסיעה על מנת לכמת את ההשפעה של קיצור זמני הנסיעה.

לוח 5: חישוב מדדי האגלומרציה למטרופולין תל אביב

ממד האגלומרציה	השכלה (שנות לימוד)	הכנסה חודשית לעובד (ש"ח)	% מועסקים שגרים ביחידת השטח	צפיפות תעסוקה (מועסקים לקמ"ר)	מועסקים (אלפים)	שטח (קמ"ר)	האזור
202.8	14.8	14,315	53%	8,466	438.5	51.8	1 גלעין
131.6	15.0	15,913	80%	1,885	81.8	43.4	2 טבעת פנימית גזרה צפונית
194.8	15.1	12,979	95%	4,976	198.6	39.9	3 טבעת פנימית גזרה מזרחית
150.9	13.8	11,370	155%	2,707	100.7	37.2	4 טבעת פנימית גזרה דרומית
112.9	15.0	15,756	92%	2,133	111.8	52.4	5 טבעת תיכונה גזרה צפונית
141.2	14.6	13,854	85%	2,451	175.2	71.5	6 טבעת תיכונה גזרה מזרחית
110.6	14.4	12,915	105%	1,547	262.1	169.5	7 טבעת תיכונה גזרה דרומית
64.6	14.3	12,005	114%	436	168.5	386.9	8 טבעת חיצונית גזרה צפונית
80.3	14.7	12,450	120%	301	84.0	279.0	9 טבעת חיצונית גזרה מזרחית
63.0	14.0	12,486	107%	302	156.2	516.7	10 טבעת חיצונית גזרה דרומית

מקור: סקר כוח אדם, 2016, ונתוני הכנסות ממנהל הכנסות המדינה. מדד האגלומרציה חושב תוך שימוש במטריצת זמני נסיעה שהתקבלו מהצוות של ד"ר ניר שרב ופרופ' יורם שיפטן.

כצפוי, האגלומרציה מגיעה לרמתה הגבוהה ביותר באזורים המרכזיים (גלעין וטבעת פנימית מזרחית), ויורדת ככל שמתרחקים מהמרכז.

חילוץ הגמישות של השפעת האגלומרציה על התוצר

בהתאם לספרות הגדרנו פונקציית ייצור לכל אזור, כאשר γ הוא השכר לעובד בכל אזור. A , k ו- H הם הפריזון, ההון לעובד וההשכלה.

$$\ln y_i - 0.68 \ln H_i = \underbrace{\ln \bar{A} + 0.32 \ln k}_{\text{constant for all areas}} + \gamma \ln U_i + \varepsilon_i$$

בהנחה שהפריזון הכולל (בניכוי אגלומרציה) זהה בכל האזורים, וכך גם ההון לעובד, ושמרכיב ההון בתוצר שווה 0.32, נוכל לחלץ מתוך המודל את המקדם להשפעת האגלומרציה.

מתקבל כי הגמישות של השכר לעובד ביחס למדד האגלומרציה היא 0.089. כלומר הכפלת הצפיפות התעסוקתית תביא לגידול של 8.9% בתוצר לעובד. מקדם זה נמצא בטווח העליון של האומדנים לגמישות התוצר ביחס לאגלומרציה. להפרעות האקראיות נתייחס כאל fixed effect של כל אזור ביחס לתכונות לא נצפות.

6. התפלגות האוכלוסייה והתעסוקה במרחב המטרופוליני

6.1 מגמות קיימות

תמהיל פיזור האוכלוסין נקבע על ידי גורמים רבים, ובהם העדפות הפרטים, היצע יחידות הדיור הזמינות ומחירן, זמינות מקומות התעסוקה, איכות החינוך, יעילות התחבורה והתערבות ממשלתית. מטרתה של מדיניות התכנון הממשלתית בעשורים האחרונים, בעיקר כפי שבאה לידי ביטוי בתוכנית תמ"א 35 (תוכנית המתאר הארצית, המהווה תוכנית-על מחייבת לתוכניות ברמה המחוזית והמקומית), הייתה מניעת בנייה במרכז ודחיקת האוכלוסייה לפריפריה (מנהל התכנון, 2005). מדיניות זו לא לוותה במדיניות תחבורה מתאימה להסעת המונים ממקומות המגורים למרכזי העסקים הגדולים, והביאה לפיזור התעסוקה על פני המטרופולין.

התוצאות של מדיניות זו באו לידי ביטוי בהתפלגות התעסוקה במרחב הגאוגרפי ב-15 השנים האחרונות. בתקופה זו גדלה אוכלוסיית המטרופולין של תל אביב מ-3.2 לכ-4.1 מיליון, נתון המשקף קצב גידול של 1.8% לשנה, בדומה לקצב הגידול באוכלוסייה. כתוצאה מכך, חלקה של האוכלוסייה המתגוררת במטרופולין מתוך האוכלוסייה הכללית נותר 42%–45%. קצב גידול האוכלוסייה בגלעין – תל אביב – היה נמוך יותר, ועמד על 1.25% לשנה בלבד. כתוצאה מכך, משקל האוכלוסייה המתגוררת במרכז פחת. גידול נמוך זה ניתן לייחס להיצע הדיור המוגבל במרכז תל אביב, שהביא לפיזור האוכלוסייה מסביב למרכז.¹¹ מגמה זו עומדת בניגוד למגמות קיימות בפיזור אוכלוסין במטרופולינים גדולים בעולם, מקשה על פיתוח תחבורתי אפקטיבי ופוגעת ברמת החיים ובאיכות החיים של התושבים.

ה-OECD מרכז נתונים על מרכזים עירוניים ב-28 מדינות ה-OECD, תוך חלוקת המרכזים העירוניים לקבוצות גדול.¹² נתוני ה-OECD מראים כי האוכלוסייה במטרופולינים גדולים של מעל 1.5 מיליון נפש גדלה בקצב מהיר מקצב גידול האוכלוסייה באותה מדינה (לוח 3-3 בנספח). הנתונים מראים עוד כי ממוצע הגידול העודף (המשוקלל) במטרופולינים עומד על 0.4%.

ההתפלגות המרחבית של התעסוקה במרחב הגאוגרפי של המטרופולין נקבעת על ידי האוכלוסייה בכל יישוב, ומטריצת התנועה של העובדים מתארת את מקום המגורים לעומת מקום העבודה. מהנתונים ל-15 השנים האחרונות עולה כי לא היה שינוי משמעותי במטריצת התנועה, וכי השינויים בהיקפי התעסוקה באזורים שונים נבעו משינויים באזורי המגורים. לכן, המגמות בתחום התעסוקה היו דומות למגמות בתחום האוכלוסייה, כאשר קצב הגידול של המועסקים בגלעין תל אביב היה נמוך בהשוואה לקצב הגידול בטבעות החיצוניות. למסקנות דומות הגיעו גם מחקרים אחרים (למשל בלייד, 2018).

¹¹ תופעה דומה מאפיינת את שאר המטרופולינים העירוניים (באר שבע, חיפה, ירושלים), כאשר האוכלוסייה בגלעינים המטרופוליניים גדלה בקצב איטי בהשוואה לאוכלוסייה בטבעות החיצוניות. האוכלוסייה נדחקה לשולי המטרופולינים עקב מחירי הדיור הגבוהים והזמינות הנמוכה של יחידות דיור במרכז.

¹² בבסיס הנתונים של ה-OECD מטרופולין מוגדר כקבוצת תאי שטח בני 1 קמ"ר הסמוכים זה לזה ומאוכלסים בצפיפות (1,500 תושבים לקמ"ר, או 1,000 בארה"ב וקנדה). תא שטח יהיה שייך למטרופולין גם אם אינו סמוך לו או אינו מאוכלס בצפיפות אם הוא שייך כלכלית למטרופולין (לפחות 15% מהאוכלוסייה בתא השטח נוסע באופן קבוע למקום עבודתו הנמצא במטרופולין).

לוח 6: התפתחות האוכלוסייה והתעסוקה באזורים השונים במטרופולין תל אביב

אוכלוסייה		2017 (אלפים)	
שיעור גידול 2001–2017	אחוז מהאוכלוסייה		
1.8%	100%	4,151	מטרופולין תל אביב
1.3%	11%	444	גלעין
2.4%	37%	1,544	טבעת חיצונית
תעסוקה		2017 (אלפים)	
שיעור גידול 2001–2017	אחוז מהאוכלוסייה		
2.1%	100%	1,777	מטרופולין תל אביב
1.3%	25%	439	גלעין
2.3%	23%	406	טבעת חיצונית

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2020) ועיבודי המחברים.

6.2 תרחישים לפיזור האוכלוסייה והמועסקים במטרופולין תל אביב

מטרת פרק זה הינה לשרטט תרחישים מספר עבור הפיזור הגאוגרפי של האוכלוסייה והתעסוקה בישראל במטרה לאמוד את ההשפעה הפוטנציאלית לאגלומרציה על התוצר. נציג תרחישים ריאליים לעשורים הקרובים, גם אם קצב מימושם יכול להשתנות כתלות במדיניות הכלכלית לציפוף האוכלוסייה והתעסוקה במרכזים עירוניים. על מנת לבדוק את השפעת המדיניות התחבורתית, הרצנו שלושה תרחישים להתפתחות העתידית של האוכלוסייה בישראל. להלן הנחות התרחישים.

לוח 7: תרחישי אוכלוסייה, תעסוקה ותחבורה

תחבורה	אוכלוסייה ותעסוקה	
קו אדום בלבד ללא הקמת מטר	המשך מגמות קיימות של פיזור האוכלוסייה והתעסוקה (מבוסס על המועצה הלאומית לכלכלה)	תרחיש 1: מגמות קיימות
מערכת תחבורה מלאה (3 קווי רק"ל + קווי מטר)	ריכוז אוכלוסייה ותעסוקה באזורים ליד קווי המטר (מבוסס על המועצה הלאומית לכלכלה)	תרחיש 2: מגמות קיימות עם מטר
כמו בתרחיש 2 מערכת תחבורה מלאה (3 קווי רק"ל + 3 קווי מטר)	אורבניזציה מואצת (מכון אהרן)	תרחיש 3: אורבניזציה מואצת

תרחישי התחבורה (זמני נסיעה) מבוססים על נתונים שהתקבלו מהצוות של ד"ר ניר שרב ופרופ' יורם שיפטן. התרחיש כלל קו אדום בלבד.

תרחיש ראשון: מגמות קיימות ללא מטר

התרחיש הראשון הינו תרחיש ללא מטר, שבו המגמות באוכלוסייה הינן המגמות הנוכחיות (כלומר פיזור האוכלוסייה והתעסוקה). התרחיש מבוסס על תרחיש הבסיס של המועצה הלאומית לכלכלה (התוכנית האסטרטגית לדיור 2017) שהותאם לנתוני המודל.¹³ על פי תרחיש זה, המרחב המטרופוליני של תל אביב מחולק לשלושה אזורים: מחוז תל אביב, מחוז מרכז ברשויות מקומיות שבהן צפוי לעבור מטר, בתרחיש שבו יוקם מטר, ורשויות שבהן לא יעבור מטר. ההנחות הן שמטריצת התנועה אינה משתנה וששיעור התעסוקה בשנת 2040 הוא 48% (בשנת 2017 43%, ומניחים עלייה מסוימת עד 2040). מטריצת זמני הנסיעות בחלופה זו התקבלו מתוך המודל התחבורתי של ד"ר ניר שרב ופרופ' יורם שיפטן.

תוצאות: בתרחיש זה, הצפי הינו לגידול באוכלוסיית המטרופולין ל-5.05 מיליון איש בשנת 2040 עם ירידה במשקל של אזור תל אביב (גלעין) ביחס לאזורים אחרים.

תרחיש שני: מגמות קיימות עם מטר

תרחיש זה מניח הקמת מטר על פי התוכנית האסטרטגית לשנת 2040, שכוללת רשת קווי מטר במטרופולין תל אביב ורשת קווי רכבת ארצית (בינעירונית ופרברית). התפתחות האוכלוסייה והתעסוקה בתרחיש זה התבססו גם על תרחישי המועצה הלאומית לכלכלה בתרחיש הבסיס עם מטר.

תוצאות: על פי תרחיש זה, אוכלוסיית המטרופולין תגדל ל-6 מיליון איש בשנת 2040, בהתאם למגמות היסטוריות. מחוז תל אביב צפוי לגדול ל-2.1 מיליון איש בשנה זו. מדובר בתוספת של 200 אלף איש לעומת דפוסי הגירה היסטוריים (התרחיש מניח שרוב ההגירה תהיה של אוכלוסייה לא-חרדית בגילים 20-64). התרחיש מניח שברשויות מקומיות באזור המרכז, החל משנת 2030, צפוי גידול באוכלוסייה (של יהודים לא-חרדים בגילאי עבודה), באותו קצב גידול באוכלוסייה במחוז תל אביב. ברשויות מקומיות שאינן סמוכות למטר, התרחיש מניח גידול ל-1.2 מיליון איש. על פי תרחיש זה, אוכלוסיות המטרופולין צפויה לגדול מ-4 ל-6 מיליון איש, בדומה לקצב גידול האוכלוסייה (כלומר אין שינוי במשקל המטרופולין באוכלוסייה הכלכלית), אולם האוכלוסייה תתרכז במחוז תל אביב ובאזורים שהינם על קווי המטר. התפתחות התעסוקה נקבעה בהתאם למטריצת התעסוקה, שלא השתנתה.

תרחיש שלישי: אורבניזציה מואצת

התרחיש השלישי הינו תרחיש של אורבניזציה מואצת. תרחיש זה מניח גידול של הצפיפות העירונית עם מערכת תחבורתית שתאפשר אותה. מערכת המטר המתוכננת נותרת דומה, אך הצפיפות התעסוקתית מתקבלת מגידול צפיפות האוכלוסייה. תרחיש זה מניח השקעה במערכת מטר בדומה לתרחיש 2, שכאן מתווספת אליה אורבניזציה מואצת שתיתמך על ידי מדיניות דיור מתאימה. רמת ציפוף האוכלוסין במטרופולין תל אביב תגיע בתרחיש זה בשנת 2040 ל-4,200 תושבים לקמ"ר, בדומה למטרופולינים אירופיים דומים לתל אביב. לדוגמה, בברלין צפיפות האוכלוסייה כיום עומדת על 3,500 תושבים לקמ"ר ובמדריד על 3,700 תושבים לקמ"ר. במטרופולינים גדולים מתל אביב, כדוגמת פריז, צפיפות האוכלוסין מגיעה ל-20,000 תושבים לקמ"ר.

תוצאות: בתרחיש זה האוכלוסייה במטרופולין מגיעה ל-8.1 מיליון איש, ומשקלה באוכלוסייה גדל ל-62%. תרחיש זה מתבסס על יצירת מרכז תעסוקה גדול ודינמי בגלעין תל אביב, תוך כניסה של מאות אלפים למרכז העיר מדי יום.

¹³ נתוני תרחיש מפורטים לאוכלוסייה ולתעסוקה התקבלו מהמועצה הלאומית לכלכלה (המועצה הלאומית לכלכלה, תרחישי אוכלוסייה למחוזות תל אביב ומרכז כתלות במטר). נתוני שנת הבסיס לגידול המטרופולין שלנו ושל המועצה אינם זהים.

לוח 8 : אוכלוסייה בתרחישים השונים, באלפים

אורבניזציה מואצת עם מטרו	2040		2017		
	מגמות קיימות עם מטרו	מגמות קיימות ללא מטרו	מצב קיים	מגמות קיימות ללא מטרו	
8,101	5,991	5,851	4,151		מטרופולין תל אביב
1,022	547	534	444		גלעין
2,195	1,208	1,179	962		טבעת פנימית
2,136	1,763	1,721	1,200		טבעת תיכונה
2,748	2,474	2,416	1,544		טבעת חיצונית

לוח 9 : אוכלוסייה בתרחישים השונים, אחוז מהאוכלוסייה במטרופולין,

בסוגריים שיעור גידול שנתי ממוצע

אורבניזציה מואצת עם מטרו	2040		2017		
	מגמות קיימות עם מטרו	מגמות קיימות ללא מטרו	מצב קיים	מגמות קיימות ללא מטרו	
(2.9%) 100%	(1.6%) 100%	(1.5%) 100%	(1.8%) 100%		מטרופולין תל אביב
(3.7%) 13%	(0.9%) 9%	(0.8%) 9%	(1.3%) 11%		גלעין
(3.7%) 27%	(1.0%) 20%	(0.9%) 20%	(1.2%) 23%		טבעת פנימית
(2.5%) 26%	(1.7%) 29%	(1.6%) 29%	(1.8%) 29%		טבעת תיכונה
(2.5%) 34%	(2.1%) 41%	(2.0%) 41%	(2.4%) 37%		טבעת חיצונית

לוח 10 : תעסוקה בתרחישים השונים, באלפים

אורבניזציה מואצת עם מטרו	2040		2017		
	מגמות קיימות עם מטרו	מגמות קיימות ללא מטרו	מצב קיים	מגמות קיימות ללא מטרו	
3,529	2,568	2,521	1,777		מטרופולין תל אביב
985	636	581	439		גלעין
868	553	506	382		טבעת פנימית
991	782	779	551		טבעת תיכונה
684	598	655	406		טבעת חיצונית

לוח 11 : תעסוקה בתרחישים השונים, אחוז מהתעסוקה במטרופולין,

בסוגריים שיעור גידול שנתי ממוצע

אורבניזציה מואצת עם מטרו	2040		2017		
	מגמות קיימות עם מטרו	מגמות קיימות ללא מטרו	מצב קיים	מגמות קיימות ללא מטרו	
(3.0%) 100%	(1.6%) 100%	(1.5%) 100%	(2.1%) 100%		מטרופולין תל אביב
(3.6%) 28%	(1.6%) 25%	(1.2%) 23%	(1.3%) 25%		גלעין
(3.6%) 25%	(1.6%) 22%	(1.2%) 20%	(2.5%) 21%		טבעת פנימית
(2.6%) 28%	(1.5%) 30%	(1.5%) 31%	(2.5%) 31%		טבעת תיכונה
(2.3%) 19%	(1.7%) 23%	(2.1%) 26%	(2.3%) 23%		טבעת חיצונית

7. אמידת התוצר בתרחישי אוכלוסייה ותחבורה אפשריים

7.1 הנחות החישוב

כדי לאמוד את התרומה לתוצר של השקעה במטרו ביצענו את הפעולות הבאות, בהתאם להנחות המצוינות:

- חישבנו מדדי אגלומרציה לכל אחד מהאזורים לכל אחד מהתרחישים, כאשר המרכיבים של המדד (תעסוקה וזמני נסיעה) נגזרים מכל תרחיש.
- בהתבסס על הקליברציה של עשרת האזורים (גמישות 0.089) קיבלנו את השכר בכל אזור בכל אחד מהתרחישים. בדיקת רגישות נעשתה לגמישות של 0.06 ושל 0.12.
- באמצעות הכפלת השכר במועסקים ונרמול על פי משקל העבודה בתוצר חישבנו את התוצר בכל אזור ואת התוצר במטרופולין תל אביב בכל אחד מהתרחישים.
- חישבנו את התוצר לעובד בשנת 2040 בתרחיש הראשון (תרחיש בסיס) בהנחה שקצב הגידול בפריון הכולל יעמוד על 1.1%.
- חישבנו את המועסקים בשנת 2040 בהתאם לתחזיות התפתחות האוכלוסייה, כוח העבודה ושיעור האבטלה.¹⁴ על פי אומדננו, מספר המועסקים בשנת 2040 יגיע ל-5,782 אלף איש, המבטאים קצב גידול שנתי של 1.7% לשנה. אומדנים אלו עולים בקנה אחד עם תחזיות בנק ישראל לתעסוקה בשנת 2040 שהצביעו על קצב גידול של 1.6% בתעסוקה עד שנת 2035 (ארגוב וצור, 2019). הנחת העבודה הייתה שמספר המועסקים הכולל במשק יהיה זהה בכל התרחישים (וההבדלים יהיו בהיקף התעסוקה במטרופולין ובכל אזור של המטרופולין).
- התוצר בתרחיש 1 בתוואי הבסיס התקבל באמצעות הכפלת התוצר לעובד במספר המועסקים. שאר התרחישים חושבו ביחס לתרחיש הבסיס.
- חישוב התוצר באזורים שאינם במטרופולין תל אביב: לשם החישוב הנחנו כי התוצר לעובד באזורים שאינם במטרופולין תל אביב יגדל בדומה לגידול במטרופולין תל אביב (1.1% לשנה). בהמשך הנחנו תוצר לעובד קבוע במטרופולינים האחרים. זו הנחה משמעותית בעיקר בתרחיש של אורבניזציה מואצת.

¹⁴ למ"ס, תחזיות אוכלוסייה בישראל לשנים 2020–2065, 2017.

7.2 תוצאות עיקריות

תרחיש 1: מגמות קיימות ללא מטרו

בתרחיש הבסיס מדדי האגלומרציה גדלים בגלל גידול באוכלוסייה בהתאם למגמות עבר, ובכך גדל גם מספר המועסקים. הגדלת הצפיפות התעסוקתית פועלת להגדלת האגלומרציה. מצד שני, התארכות זמני הנסיעה עקב אי השקעה במערכת מטרו מחלישה את האגלומרציה. השפעת האגלומרציה על ההכנסה החודשית לעובד מוצגת בטור השלישי בלוח 12.

לוח 12: מועסקים, אגלומרציה והכנסה בתרחיש 1 – מגמות קיימות ללא מטרו

האזור	מועסקים (אלפים)	מדד אגלומרציה	הכנסה חודשית לעובד (ש"ח)
1 גלעין	581.5	275.2	14,709
2 טבעת פנימית גזרה צפונית	108.6	181.5	16,374
3 טבעת פנימית גזרה מזרחית	263.6	265.9	13,344
4 טבעת פנימית גזרה דרומית	133.7	207.1	11,695
5 טבעת תיכונה גזרה צפונית	158.5	159.0	16,243
6 טבעת תיכונה גזרה מזרחית	248.5	196.5	14,267
7 טבעת תיכונה גזרה דרומית	371.7	155.5	13,312
8 טבעת חיצונית גזרה צפונית	270.1	92.8	12,400
9 טבעת חיצונית גזרה מזרחית	134.6	114.5	12,850
10 טבעת חיצונית גזרה דרומית	250.3	90.5	12,895

תרחיש 2: מגמות קיימות עם מטרו

בתרחיש זה נוסף מטרו, וזמני הנסיעה מאזור לאזור מתקצרים. האוכלוסייה מתרכזת ליד אזורי המטרו בהתאם לתרחיש השני והאגלומרציה משתפרת. השפעת האגלומרציה על ההכנסה החודשית לעובד מוצגת בטור השלישי בלוח 13.

לוח 13: מועסקים, אגלומרציה והכנסה בתרחיש 2 – מגמות קיימות עם מטרו

האזור	מועסקים (אלפים)	מדד אגלומרציה	הכנסה חודשית לעובד (ש"ח)
1 גלעין	635.7	332.8	14,960
2 טבעת פנימית גזרה צפונית	118.7	239.4	16,782
3 טבעת פנימית גזרה מזרחית	288.2	346.8	13,662
4 טבעת פנימית גזרה דרומית	146.2	276.7	12,000
5 טבעת תיכונה גזרה צפונית	159.1	195.4	16,544
6 טבעת תיכונה גזרה מזרחית	249.4	250.8	14,579
7 טבעת תיכונה גזרה דרומית	373.1	193.4	13,573
8 טבעת חיצונית גזרה צפונית	246.6	100.1	12,484
9 טבעת חיצונית גזרה מזרחית	122.9	137.7	13,063
10 טבעת חיצונית גזרה דרומית	228.5	102.3	13,036

תרחיש 3: אורבניזציה מואצת עם מטר

בתרחיש זה מתקיים גם ציפוף מוגבר באוכלוסייה ובמועסקים לצד הפחתת זמני הנסיעה. הציפוף בתרחיש זה מאפשר להגדיל בצורה משמעותית את רמת האגלומרציה ביחס לתרחיש הבסיס והשפעתו על השכר משמעותית יותר. זהו תרחיש שמתאר להערכתנו את מעטפת האפשרות של הגדלת האגלומרציה על התוצר.

לוח 14: מועסקים, אגלומרציה והכנסה בתרחיש 3 – אורבניזציה מואצת עם מטר

האזור	מועסקים (אלפים)	מדד אגלומרציה	הכנסה חודשית לעובד (ש"ח)
1 גלעין	985.3	491.6	15,488
2 טבעת פנימית גזרה צפונית	186.4	344.4	17,334
3 טבעת פנימית גזרה מזרחית	452.5	505.6	14,128
4 טבעת פנימית גזרה דרומית	229.5	400.0	12,400
5 טבעת תיכונה גזרה צפונית	201.7	271.4	17,035
6 טבעת תיכונה גזרה מזרחית	316.2	354.4	15,035
7 טבעת תיכונה גזרה דרומית	473.1	269.2	13,978
8 טבעת חיצונית גזרה צפונית	282.1	135.5	12,825
9 טבעת חיצונית גזרה מזרחית	140.6	187.9	13,429
10 טבעת חיצונית גזרה דרומית	261.4	138.2	13,389

לוח 15: סיכום ההבדלים בין התרחישים

שנת 2017	תרחיש 1	תרחיש 2	תרחיש 3	
1,777	2,521	2,568	3,529	סך המועסקים במטרופולין תל אביב (אלפים)
	0	47	961	סך המועסקים החדשים בתל אביב
	13,798	14,090	14,605	השכר הממוצע של הוותיקים
	2.1%	5.8%		השינוי בשכר ביחס למצב המוצא
	11,509	11,930		שכר המועסקים החדשים
23,898	34,789	36,067	48,971	כלל תשלומי השכר בתל אביב
13,445	13,798	14,043	13,877	שכר ממוצע במטרופולין תל אביב
2,047	3,261	3,214	2,253	מועסקים מחוץ לתל אביב
10,982	10,982	10,982	10,982	שכר ממוצע מחוץ למטרופולין תל אביב
46,378	70,598	71,359	73,715	סך השכר במשק
12,127	12,210	12,342	12,749	שכר ממוצע לעובד במשק
	1.1%	4.4%		שיעור השינוי בתוצר לעובד
332	438	443	458	התוצר לעובד במשק
1,271,609	2,534,530	2,561,840	2,646,400	התוצר במשק
			111,870	הגידול בתוצר

תרחיש 1 : לפי תרחיש זה התוצר לעובד במשק יעמוד על 438.3 אלפי ש"ח בשנה, והתוצר השנתי הכולל על 2,534,530 מיליוני ש"ח.

תרחיש 2 : לפי תרחיש זה התוצר לעובד במשק יעמוד על 443.1 אלפי ש"ח בשנה, והתוצר השנתי הכולל על 2,561,840 מיליוני ש"ח. גבוה ב-1.1% מהתרחיש ללא מטר.

תרחיש 3 : לפי תרחיש זה התוצר לעובד במשק יעמוד על 457.7 אלפי ש"ח בשנה, והתוצר השנתי הכולל על 2,646,400 מיליוני ש"ח. גבוה ב-4.4% מהתרחיש של מגמות קיימות ללא מטר, וב-3.3% מהתרחיש הכולל מטר ללא אורבניזציה מואצת.

7.3 בדיקת רגישות לגמישות התוצר ביחס לאגלומרציה

נבצע בדיקת רגישות עבור תרחיש 2 (מגמות קיימות עם מטר) ונציג את התוצאות מלבד עבור הגמישות שנאמדה והוצגה לעיל (0.089) גם עבור גמישויות 0.06 ו-0.12.

לוח 16: בדיקת רגישות עבור תרחיש 2

גמישות			
0.12	הנאמדת (0.089)	0.06	
14,325	14,090	13,875	השכר הממוצע של הוותיקים
2.8%	2.1%	1.5%	השינוי בשכר ביחס למצב המוצא
11,701	11,509	11,333	שכר המועסקים החדשים
36,668	36,067	35,516	כלל תשלומי השכר בתל אביב
14,277	14,043	13,828	שכר ממוצע במטרופולין תל אביב
71,960	71,359	70,808	סך השכר במשק
12,446	12,342	12,246	שכר ממוצע לעובד במשק
1.4%	1.1%	0.8%	שיעור השינוי בתוצר לעובד
447	443	440	התוצר לעובד במשק
2,583,426	2,561,840	2,542,040	התוצר במשק
35,989	27,310	19,422	הגידול בתוצר
	16.5%		שיעור התשואה הפנימי

הגידול בתוצר כאשר הגמישות נמוכה יותר (0.06) יהיה נמוך בכ-7.9 מיליארד ש"ח מה-27.3 מיליארד לשנה הצפויים לפי הגמישות הנאמדת. כאשר הגמישות גבוהה (0.12) התוצר יעלה בעוד 8.7 מיליארד ש"ח מעבר לצפוי לפי הגמישות הנאמדת.

7.4 ניתוח כלכלי

בנייר זה התקבל טווח רחב לתחזית השפעות המטרו על התוצר. הטווח הרחב של התחזית נובע מאופי התרחישים. התרחיש של מגמות קיימות כמעט אינו מניח שינוי במבנה המרחבי של האוכלוסייה והתעסוקה בישראל. התרחיש מבוסס על תרחיש אוכלוסייה ותעסוקה שבוצע במועצה הלאומית לכלכלה אשר מניח גידול מסוים בתעסוקה לאורך קווי המטרו. אנו סבורים כי תרחיש זה הינו שמרני, ואינו מציג את מימוש מלוא הפוטנציאל של הגידול בתוצר הנובע מהקמת המטרו. לפיכך, בחנו גם את התרחיש של אורבניזציה מואצת. עם זאת, תרחיש זה מותנה במדיניות דיור מתאימה.

האומדנים שלנו להשפעה על התוצר בתרחיש של מגמות קיימות הינם 27 מיליארד שקל לשנה (משנת 2040 ואילך), ואילו בתרחיש המואץ 111 מיליארד שקל בשנה. כפי שהוצג בנייר זה, אומדנים אלו הם תולדה של גישה מקרו כלכלית המודדת את תוספת התועלת במונחי תוצר לעובד ומיישמת אותו על המרחב המטרופוליני של תל אביב בהתאם לתוספת הפריזון לעובד באזורים השונים.

האומדנים להשפעת האגלומרציה המתבססת על נוהל פר"ת, כפי שחושבו על ידי הצוות של ד"ר ניר שרב ופרופ' יורם שיפטן, מגיעים ל-8 מיליארד שקל לשנה (משנת 2040 ואילך),¹⁵ בעוד שהאומדנים שלנו בתרחיש מגמות קיימות הינם 27 מיליארד שקל לשנה.

האומדן הנמוך של 8 מיליארד נובע מהאגלומרציה של מספר אזורי תעסוקה קטן יותר – 6 אזורי תעסוקה עיקריים במטרופולין תל אביב, המעסיקים כ-710,000 עובדים לאחר הקמת המטרו.¹⁶ באזורים אלה משתקף היתרון לגודל בעליות פריזון של 1%-2% לפי נוהל פר"ת. בנייר זה, המבוסס על הגישה המקרו כלכלית, השפעת מערכת המטרו מתייחסת לכל העובדים במטרופולין, כאשר השפעת האגלומרציה פוחתת ככל שמתרחקים מליבת מרכזי העסקים הראשיים. בנוסף, בגישה המקרו כלכלית הגידול בפריזון העבודה הינה במונחי תוצר לעובד בעוד שבגישה המיקרו כלכלית התוספת לתוצר נמדדת רק מצד השכר.

מכיוון שאנו מחשבים בנייר זה רק את ההשפעות המקרו כלכליות על התוצר הנובעות מהגדלת האגלומרציה, לא ביצענו בדיקת כדאיות מלאה לפרויקט המטרו, אולם תחשיב ראשוני שביצענו מראה כי שיעורי התשואה למשק, במונחי שיעור תשואה פנימי (IRR), הינם גבוהים בשני התרחישים. על פי התרחיש מגמות קיימות שיעור התשואה למשק מהפרויקט יעמוד על 16.5%, ויחס התועלת-עלות (Benefit-Cost Ratio) הינו 17.4.1 בתרחיש המואץ שיעור התשואה הפנימי יגיע ל-32%. יש לציין שבתרחיש זה חלק מתוספת התועלת נובע ממדיניות דיור לציפוף האוכלוסייה, ולכן לא ניתן לייחס את כל תוספת התועלת למטרו.

בנוסף נציין כי האומדנים שהתקבלו בגישה מקרו כלכלית אינם כוללים מרכיבים שנכללים בניתוחי עלות-תועלת סטנדרטיים של פרויקטים תחברתיים, לדוגמה חסכון בזמן, חיסכון בשעות נסיעה, הגדלת שעות הפנאי, חיסכון בעלות התפעול של כלי הרכב, חיסכון באנרגיה, רמת זיהום אוויר נמוכה יותר ועוד. מרכיבים אלו מחושבים לרוב במונחי השפעה על עודף הצרכן (Willingness to pay).

¹⁵ האומדנים מוצגים בטיוטה לדיון של "השפעות הכלכליות והחברתיות על המטרופולין ועל המשק הלאומי של מטרו גוש דן".

¹⁶ מע"ר; קרית אריה, עתידים, בני ברק; הרצליה פיתוח; ראשון מערב; פארק מדע רחובות; א"ת חולון.

¹⁷ תזרים התועלות מבוסס בחישוב זה על גידול בתוצר לעובד של 1.1% ו-4.5% בהתאמה החל משנת 2030 (שנת פתיחת הפרויקט). תזרים העלויות חושב בהתאם להשקעה של 153 מיליארד שקל שנפרסה בשנים 2020 עד 2030. התזרימים הונוו בשער היוון של 3.5% עם ערך שארית לשנת 2040.

8. אוכלוסייה, תעסוקה ואגלומרציה במטרופולינים אחרים

בנוסף למטרופולין תל אביב, בישראל קיימים עוד 3 מטרופולינים:

1. מטרופולין ירושלים, הכולל כ-2.3 מיליון תושבים ומשתרע על שטח של 550 קמ"ר. מחולק לגלעין וטבעת חיצונית אחת.
2. מטרופולין באר שבע, הכולל 0.58 מיליון תושבים ומשתרע על שטח של 677 קמ"ר. מחולק לגלעין וטבעת חיצונית אחת.
3. מטרופולין חיפה, הכולל 1.17 מיליון תושבים ומשתרע על שטח של 836 קמ"ר. מחולק לגלעין ושתי טבעות חיצוניות.

ניתוח של התפתחות האוכלוסייה במטרופולינים מראה כי בשנים 2004–2017 גדלו אוכלוסיות מטרופולין תל אביב ומטרופולין באר שבע בקצב דומה לקצב גידול האוכלוסייה, אוכלוסיית מטרופולין חיפה גדלה בקצב נמוך יותר בהשוואה לקצב גידול האוכלוסייה ומטרופולין ירושלים בקצב גבוה מקצב גידול האוכלוסייה (לוח נ-2 בספח). כתוצאה מכך, משקל אוכלוסיות מטרופולין ירושלים גדל, ואילו משקל מטרופולין חיפה ירד. משקלם של שאר המטרופולינים לא השתנה. הגידול באוכלוסיית ירושלים נובע ממאזן הגירה חיובי, שבו מספר העולים החדשים המתיישבים בירושלים (נתונים מרשויות מקומיות, 2017) מקוזז את ההגירה הפנימית השלילית מירושלים, ועולה על היקף הגידול של אזור המרכז ואזור תל אביב.

קצב הגידול באוכלוסייה מחוץ למטרופולינים עמד באותן שנים על 2.1%, גבוה במקצת מקצב הגידול באוכלוסייה הכללית. מגמה זו עומדת בניגוד למגמות התפתחות האוכלוסייה במרכזים אורבניים גדולים, בהם האזורים המטרופוליניים גדלים בקצב מהיר יותר מהאזורים שמחוץ למטרופולין. ה-OECD מרכז נתונים על מרכזים עירוניים ב-28 מדינות ה-OECD, תוך חלוקת המרכזים העירוניים לקבוצות גודל.¹⁸ נתוני ה-OECD מראים כי האוכלוסייה במטרופולינים גדולים (מעל 1.5 מיליון נפש) בעולם גדלה בקצב מהיר מקצב גידול האוכלוסייה באותה מדינה (לוח נ-3 בספח). הנתונים מראים עוד כי ממוצע הגידול העודף (המשוקלל) במטרופולינים עומד על 0.4% ואילו הממוצע החשובני עומד על 0.5%.

מגמה ברורה בכל המטרופולינים בישראל הינה התפתחות מואצת של האוכלוסייה בטבעות החיצוניות לעומת הצטמצמות האוכלוסייה בטבעות הפנימיות. מגמה זו נובעת ממחירי הדיור הגבוהים במרכזי הערים. תנועות התושבים אל מחוץ לגבולות מרכזי התעסוקה העיקריים מגבירות את הגודש התחבורתי ומאיצות את הגידול בזמני הנסיעה למרכזי הערים.

כבסיס לפיתוח של המטרופולינים הנוספים, אנו ממליצים על מדיניות פיתוח עירונית שתפעל לריכוז אוכלוסייה ותעסוקה במרחבים העירוניים באמצעות מדיניות תחבורה ומדיניות דיור מתאימה, בהתאם לעקרונות ששורטטו בנייר זה למטרופולין תל אביב.

מגמת הפיזור של האוכלוסייה במטרופולינים בישראל פוגעת בסיכויי הפיתוח של המטרופולינים. בשלב זה לא חישבנו מדדי אגלומרציה למטרופולינים האחרים מלבד תל אביב עקב חוסר בנתונים אמינים, אולם ברור כי מגמות הפיזור של האוכלוסייה והתעסוקה והגידול בזמני הנסיעה יביאו להקטנת האגלומרציה.

¹⁸ בבסיס הנתונים של ה-OECD, מטרופולין מוגדר כקבוצת תאי שטח בני 1 קמ"ר הסמוכים זה לזה ומאוכלסים בצפיפות (1,500 תושבים לקמ"ר, או 1,000 בארה"ב וקנדה). תא שטח יהיה שייך למטרופולין גם אם אינו סמוך לו או אינו מאוכלס בצפיפות אם הוא שייך כלכלית למטרופולין (לפחות 15% מהאוכלוסייה בתא השטח נוסע באופן קבוע למקום עבודתו הנמצא במטרופולין).

מקורות

1. אקשטיין, צבי ואביחי ליפשיץ (2017), "[אסטרטגיה לצמיחת המשק 2017](#)", מכון אהרן למדיניות כלכלית.
2. ארגוב, איל ושי צור (2019), "מודל צמיחה ארוכת טווח למשק הישראלי", בנק ישראל, סדרת מאמרים לדיון 2019.04.
3. בלייך, חיים (2018), "הלוך ושוב: דפוסי הגעה לעבודה (יוממות) בישראל", מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, נייר מדיניות מס' 05.2018.
4. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2018), "מטרופולינים בישראל על בסיס נתוני מפקד 2018".
5. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2020), "יישובים בישראל, קובץ יישובים, 2003–2019".
6. המועצה הלאומית לכלכלה, "תרחישי אוכלוסייה למחוזות תל אביב ומרכז כתלות במטרו".
7. מנהל התכנון, משרד הפנים (2005), "תמ"א 35 עיקרים".
8. משרד האוצר ומשרד התחבורה (2012), "נוהל פר"ת, הנחיות לבדיקת כדאיות פרויקטים תחבורתיים".
9. סוחוי, טניה ויותם סופר (2019), "איך מגיעים לעבודה בישראל? מאפייני יישוב וגורמי פרט", בנק ישראל, סדרת מאמרים לדיון 2019.2.
10. Ahlfeldt, G., S. Redding, D. Sturm and W. Nikolaus (2015), "The Economics of Density: Evidence From the Berlin Wall", *Econometrica* 83(6), 2172–2189.
11. Aschauer, D., (1989), "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics* 23(2), 177–200.
12. Aschauer, D., (1991), "Transportation Spending and Economic Growth: The Effects of Transit and Highway Expenditures", Report prepared for the American Public Transit Association.
13. Berechman, J. and D. Banister (2000), *Transport Investment and Economic Development*, Routledge, London.
14. Bom, P.R.D. and J.E. Ligthart (2009), "How Productive is Public Capital? A Meta-Regression Analysis", International Center for Public Policy Working Paper 09-12.
15. Börjesson, M., R.D. Jonsson and M. Lundberg (2014), "An Ex-post CBA for the Stockholm Metro", *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 70, 135–148.
16. Carlino, G., R. Hunt, G. Duranton and B. A. Weinberg (2009), "What Explains the Quantity and Quality of Local Inventive Activity?", *Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs* 65–123.
17. Carlton, D.W. (1983), "The Location and Employment Choices of New Firms", *Review of Economics and Statistics* 65, 440–449.
18. Ciccone, A. (2002), "Agglomeration Effects in Europe", *European Economic Review* 46(2), 213–227.
19. Ciccone, A. and R.E. Hall (1996), "Productivity and the Density of Economic Activity", *American Economic Review* 86, 54–70.

20. Duranton, G. and D. Puga (2004), "Micro-foundations of Urban Agglomeration Economics", in J.V. Henderson and J.-F. Thisse (eds.), *Handbook of Urban And Regional Economics* 4, 2063–2117.
21. Fournier, J.M. (2016), "The Positive Effect of Public Investment on Potential Growth", Economics Department Working Papers No. 1347, OECD Publishing.
22. Graham, D.J. (2007), "Agglomeration Economies and Transport Investment", *Journal of Transport Economic and Policy* 42(3), 317–343.
23. Head, K., J. Reis and D. Swenson (1995), "Agglomeration Benefits and Location Choice", *Journal of International Economics* 38, 223–248.
24. Henderson, J.V. (1986), "Efficiency of Resource Usage and City Size", *Journal of Urban Economics* 19, 47–90.
25. Henderson, J.V., A. Kuncoro and M. Turner (1995), "Industrial Development and Cities", *Journal of Political Economy* 103, 1067–1081.
26. Melo, P.C., D.J. Graham and R.B. Noland (2009), "Meta-Analysis of Estimates of Urban Agglomeration Economies", *Regional Science and Urban Economics* 39(3), 332–342.
27. Moretti, E. (2018), "The Local and Aggregate Effect of Agglomeration on Innovation: Evidence from High Tech Clusters", NBER Working Paper No. w26270.
28. Mun, S. and B.G. Hutchinson (1995), "Empirical Analysis of Recent and Agglomeration Economies: A Case Study of Toronto", *Journal of Regional Science* 35, 437–455.
29. Nadri, I.M. and T.P. Mamuneas (1996), "Contribution of Highway Capital to Industry and National Productivity Growth", Report submitted to the Federal Highway Administration, Washinton, DC.
30. OECD (2017), "What Makes Cities More Productive? Agglomeration Economics and the Role of Urban Governance: Evidence from 5 OECD Countries", OECD Productivity papers no 06.
31. OECD (2018), "OECD Economic Surveys: Israel 2018", OECD Publishing, Paris.
32. Rice, P., A.J. Venables and E. Patacchimi (2006), "Spatial Determinants of Productivity: Analysis for the Regions of Great Britain", *Regional Science and Urban Economic* 36(6), 727–752.
33. Rosen, K.T. and M. Resnick (1980), "The Size Distribution of Cities: An Examination of the Pareto Law and Primacy", *Journal of Urban Economics* 8(2), 165–186.
34. Rosenthal, S.S. and W.C. Strange, (2003), "Geography, Industrial Organization, Agglomeration", *Review of Economics and Statistics* 85, 377–393.

35. Rosenthal, S.S. and W.C. Strange (2004), "Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies", in: Vernon Henderson and Jacques-Francois Thisse (eds.), *Handbook of Urban And Regional Economics* 4, 2119–2171.
36. Seitz, H. (1993), "A Dual Economic Analysis of the Benefits of the Public Road Network", *Annals of Regional Science* 27, 223–239.
37. Segal, D. (1976), "Are There Returns to Scale in City Size?", *Review of Economics and Statistics* 58, 339–350.
38. Sveikauskas, L., J. Gowdy and M. Funk (1988), "Urban Productivity: City Size or Industry Size", *Journal of Regional Science* 28, 185–202.
39. Venables, A.J. (2007), "Evaluating Urban Transport Improvements: Cost-Benefit Analysis in the Presence of Agglomeration and Income Taxation", *Journal of Transport Economics and Policy* 41(2), 173–188.
40. Venables, A.J. (2015), "Incorporating Wider Economic Impacts within Cost-Benefit Appraisal", International Transport Forum, discussion paper 2016:5.
41. Wheaton, W. and H. Shishido (1981), "Urban Concentration, Agglomeration Economies, and the Level of Economic Development", *Economic Development and Cultural Change* 30, 17–30.

לוח נ-1: השפעת האגלומרציה על התוצר במחקרים שונים

ממצאים	בסיס הנתונים	מחקר
הכפלת הצפיפות תגדיל את הפריון בשיעור שבין 0.025 ל-0.0571	משתני פריון לעובד באזורים סטטיסטיים שונים באנגליה	Rice, Venables and Patacchimi (2006)
נמצאה גמישות ממוצעת של 0.129 כאשר בענפי התעשייה הגמישות הינה 0.077 (נעה בין 0.038 ל-0.069) ואילו בענפי השירותים הגמישות הינה 0.197 ונעה בין 0.034 ו-0.325	נתוני מיקרו לאלפי חברות באנגליה	Graham (2007)
נמצאו גמישויות שונות בין 0.148 (תעשיית השירותים) לבין 0.03, עם ממוצע של 0.058 וסטיות תקן של 0.115	מטה-אנליזה של 729 גמישויות הלקוחות מ-34 מאמרים	Melo, Graham and Noland (2009)
מעבר של חוקרים לאשכולות גדולים מגדיל את מספר הפטנטים ואת מספר הציטוטים. גמישות מספר הפטנטים ביחס לגודל האשכול כ-4%	נתוני פאנל ארוך-טווח של חברות הייטק בעמק הסילקון בארה"ב	Moretti (2018)
הכפלת הנגישות התחבורתית תגדיל את הפריון ב-4% ואת ההכנסה הלאומית ב-1.5%	נתונים ל-169 אזורים מנהלתיים בשטוקהולם לפני ואחרי הקמת המטרו	Börjesson, Jonsson and Lundberg (2014)
גמישות פריון ביחס לתוצר של 0.07	נתונים לאלפי בניינים בברלין ל-1936, 1986 ו-2006	Ahlfeldt et al. (2015)
הכפלת הצפיפות הכלכלית תגדיל את הפרודוקטיביות ב-6% (פריון)	נתוני 1988 של תפוקה לעובד במדיניות בארה"ב	Ciccone and Hall (1996)
הכפלת צפיפות התעסוקה מגדילה את הפריון ב-4.5%-5.0%	נתוני ערך מוסף במגזר הפרטי הלא-חקלאי	Ciccone (2002)
הגדלת חלקה היחסי בתעסוקה של תעשייה בתקופה ראשונה תגדיל את התעסוקה בתקופה העוקבת ב-16%-31%	נתונים על חמישה ענפים תעשייתיים ב-224 אזורים מטרופוליניים בארה"ב בין 1970-1987	Henderson, Kuncoro and Turner (1995)
הכפלת המרחק לשוק אזורי מקטינה את הרווחיות ב-6% (רווחיות)	נתונים לשמונה תעשיות בברזיל	Sveikaukas, Gowdy and Funk (1988)
גמישויות התפוקה לעובד ביחס לתפוקת הענף בין 0.02 (תעשיית הנייר) לבין 0.11 (תעשיית הנפט)	אמידה לתעשיות הייצור בארה"ב	Henderson (1986)
גמישויות האגלומרציה על שוק המשרדים גבוהות, ומגיעות ל-27%	נתונים מטורונטו	Mun and Hutchison (1995)

לוח נ-2: פיזור האוכלוסייה במטרופולינים (בחלוקה לטבעות)

שיעור שינוי שנתי ממוצע	אוכלוסייה באלפים			טבעת	מטרופולין
	2017	2010	2003		
1.25%	443.9	406.0	372.9	גלעין	תל אביב
1.17%	962.5	883.1	817.8	טבעת פנימית	
1.80%	1,200.1	1,046.5	934.5	טבעת תיכונה	
2.42%	1,544.2	1,319.5	1,104.6	טבעת חיצונית	
1.81%	4,150.7	3,655.1	3,229.9	סה"כ תל אביב	
0.32%	281.1	268.2	269.0	גלעין	חיפה
0.94%	328.9	300.1	288.5	טבעת פנימית	
1.76%	326.8	292.5	255.9	טבעת חיצונית	
1.01%	936.8	860.7	813.4	סה"כ חיפה	
0.7%	207.6	195.1	189.3	גלעין	באר שבע
4.0%	177.3	142.6	102.0	טבעת חיצונית	
2.0%	384.9	337.7	291.2	סה"כ באר שבע	
1.9%	901.3	789.5	690.3	גלעין	ירושלים
4.4%	383.5	293.9	210.6	טבעת חיצונית	
2.6%	1,284.8	1,083.4	900.9	סה"כ ירושלים	
2.1%	1,956.1	1,686.7	1,454.3	האוכלוסייה שאיננה במטרופולינים	
1.9%	8,713.3	7,623.6	6,689.7	כלל האוכלוסייה במדינה	

לוח נ-3: התפתחות האוכלוסייה במרכזים מטרופולינים גדולים (מעל 1.5 מיליון תושבים)

גידול אוכלוסייה עודף במטרופולין 2002–2016	גידול ממוצע באוכלוסיית המטרופולין 2002–2016	אוכלוסיית המטרופולין 2016 (אלפים)	מדינה
0.42%	0.42%	35,386	טוקיו יפן
0.06%	0.58%	12,007	פריז צרפת
0.34%	1.06%	11,984	לונדון אנגליה
0.66%	1.42%	6,633	מדריד ספרד
0.20%	0.25%	5,142	ברלין גרמניה
0.77%	0.95%	4,414	רומא איטליה
0.63%	0.34%	2,966	בודפשט הונגריה
0.39%	0.31%	2,818	ליסבון פורטוגל
0.39%	0.83%	2,794	וינה אוסטריה
0.19%	0.83%	2,717	אמסטרדם הולנד
0.37%	0.95%	2,629	בריסל בלגיה
0.73%	1.37%	2,269	שטוקהולם שוודיה
0.52%	0.72%	2,178	פראג צ'כיה
1.15%	2.49%	1,914	דבלין אירלנד
0.41%	0.71%		ממוצע
- 0.10%	1.91%	3,919	תל אביב ישראל