

השפעת קרבה לאתרים סלולריים על מחירי הדירות בישראל

דוד ג'נסוב*, אלעד דה-מלאך^א, אסף זוסמן^ב ונעם זוסמן^ג

סדרת מאמרים לדיון 2016.14
דצמבר 2016

בנק ישראל <http://www.boi.org.il>

* המחלקה לכלכלה, האוניברסיטה העברית בירושלים, david.genesove@mail.huji.ac.il, טל – 02-5883128.

^א חטיבת המחקר, בנק ישראל, Demalach.Elad@boi.org.il, טל' – 02-6552691.

^ב המחלקה לכלכלה, האוניברסיטה העברית בירושלים, asaf.zussman@mail.huji.ac.il, טל' – 02-5883124.

^ג חטיבת המחקר, בנק ישראל, noam.zussman@boi.org.il, טל' – 02-6552602.

המחקר מומן על ידי מכון גזית-גלוב לחקר נדל"ן, המרכז הבינתחומי הרצליה. אנו מודים לאיתן גדון על טיוב נתוני האנטנות הסלולריות. כמו כן תודתנו נתונה לפרופ' סטיליאן גלברג – ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה – על העמדת נתוני האנטנות הסלולריות, לפרופ' סיגל סדצקי – מנהלת היחידה לאפידמיולוגיה של סרטן ושל קרינה במכון גרטנר – על הסיוע בהעמדת מידע על נזקי הקרינה הבלתי-מייננת, ולד"ר דני בן שחר – מהפקולטה לניהול באוניברסיטת תל אביב – ולמשתתפי סמינר "הרצאות מדען חודשיות" במשרד להגנת הסביבה על הערותיהם המועילות.

הדעות המובעות במאמר זה אינן משקפות בהכרח את עמדתו של בנק ישראל

חטיבת המחקר, בנק ישראל ת"ד 780 ירושלים 91007

Research Department, Bank of Israel, POB 780, 91007 Jerusalem, Israel

השפעת קרבה לאתרים סלולריים על מחירי הדירות בישראל

דוד ג'נסוב, אלעד דה-מלאך, אסף זוסמן ונעם זוסמן

תקציר

מתחילת שנות האלפיים התרחבה מאוד פריסת האתרים הסלולריים בישראל. לאתרים עלולות להיות השפעות חיכוניות שליליות על מחירי דירות בשל החשש מנזקי קרינה ובשל המפגע החזותי. המחקר בחן סוגיה זו, לראשונה באופן שיטתי בישראל, באמצעות נתוני עסקאות בדירות מגורים ומידע מפורט על פריסת האתרים, שהתקבל מהמשרד להגנת הסביבה. נערכו אמידות של מחירי הדירות בשיטה הדונית ובגישת עסקאות חוזרות, המתחשבות בסלקטיביות אפשרית בהצבת האתרים.

לא נמצאה השפעה מובהקת של קרבה לאתרים הסלולריים על מחירי הדירות, לרבות במקרה של אתרי תורן, הבולטים מטבעם.

The effect of proximity to cellular sites on home prices in Israel

David Genesove, Elad Demalach, Asaf Zussman, and Noam Zussman

Abstract

Since the start of the 21st century, there has been increasing deployment of cellular antennas in Israel. Such sites may have negative effects on home prices due to concern over radiation damage and visual obstruction. This study for the first time rigorously examines this issue in Israel, using data on residential transactions and detailed information from the Ministry of Environmental Protection on the deployment of cellular antennas. Home prices were estimated through hedonic and repeat transaction approaches that take into account the potential selectiveness of antenna positioning.

Cellular antennas were found to have no statistically significant effect on home prices. The estimates remained insignificant even for proximity to pole antennas, which by nature are visibly prominent.

1. מבוא

השימוש בטלפונים סלולריים בישראל החל בסוף שנות השמונים, ומאז הוא התרחב במהירות. כיום כ-95% ממשקי הבית מחזיקים לפחות קו סלולרי אחד (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2015), ומספרם של קווי הטלפון הסלולרי מתקרב לעשרה מיליון (World Bank, 2015a, 2015b). מספר האתרים הסלולריים (מקומות בהם הוצבה לפחות אנטנה סלולרית אחת) עולה כיום על ששת אלפים.

הגידול החד של שירותי התקשורת הניידת לווה בהתרחבות משמעותית של פריסת האנטנות הסלולריות והאתרים. לאתרים הסלולריים עלולות להיות השפעות חיצוניות שליליות על ערכי הנכסים בסביבתן: הקרינה הבלתי-מייננת¹ הנפלטת מהאנטנות עלולה לגרום נזקים בריאותיים, והאנטנות הגדולות והבולטות לעין הן מפגע אסתטי.

בספרות המחקר הרפואי אין הסכמה בדבר נזקה הבריאותיים של קרינה סלולרית בכלל וקרבה לאנטנות בפרט. הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (International Agency – IARC for Research on Cancer) סיווגה לאחרונה את הקרינה הסלולרית כמסרטן אפשרי, אך קבעה גם שחשיפה לקרינה הנפלטת מאנטנות סלולריות היא לרוב זניחה, ועוצמתה פחותה בהרבה מעוצמת הקרינה הנפלטת מהמכשיר הסלולרי עצמו (IARC, 2013). גם בהעדר קביעה מדעית חד-משמעית בדבר השפעותיה השליליות של הקרינה על הבריאות, הציבור הרחב עשוי לחשוש ממנה, וכפועל יוצא מכך מחירי הנכסים בקרבת אתרים סלולריים עלולים להיות נמוכים יותר. (להרחבה ראו ברזילי [2005]). כיום יש אפשרות להגיש בקשה לפיצוי בגין ירידת ערך של נכס עקב קרבה לאתר סלולרי, הן באמצעות פנייה לוועדת התכנון המקומית והן באמצעות הגשת תביעת נזיקין בבית משפט. עם זאת, לא נקבע תעריפון לגובה הפיצויים.

המחקר הנוכחי אומד – לראשונה באופן שיטתי בישראל – את ההשפעה החיצונית השלילית של הצבת אתרים סלולריים על מחירי דירות למגורים. בסיסי הנתונים למחקר הם קובצי עסקאות בדירות מגורים (כרטסת מחירי נדל"ן – כרמ"ן) של רשות המסים בישראל לשנים 2000–2011, שזווגו עם נתוני המשרד להגנת הסביבה על כל האנטנות הסלולריות שהוקמו עד סוף שנת 2011, לפי המיקום המדויק של הדירות והאנטנות. נערכו אמידות, בגישה הדונית ובגישה העסקאות החוזרות, שבחנו השפעות על מחירי הדירות של מרחקן מאתר סלולרי, לפי סוג האתר. באמידות הובאה בחשבון סלקציה אפשרית בפריסת האתרים (Mundlak, 1978).

הממצאים העיקריים של המחקר מלמדים שלפני התחשבות בסלקציה אפשרית בפריסת האתרים הסלולריים, קיימת השפעה שלילית קטנה ומובהקת של קרבה לאתרים על מחירי דירות למגורים; היא דומה בגודלה להשפעה שנמצאה במחקרים קודמים בספרות שלא התחשבו בסלקציה. לעומת זאת, אנו מוצאים כי לאחר התחשבות בסלקציה, אין עדות להשפעה שלילית מובהקת של קרבת דירות לאתרים על מחיריהן. תוצאות אלו תקפות הן לגבי אתרים סלולריים מסוג תורן והן לגבי שאר האתרים. הן נותרות בעינן כשבוחנים עסקאות בדירות באותו אזור

¹ קרינה בלתי מייננת היא קרינה אלקטרומגנטית שאינה מסוגלת ליינן אטומים או מולקולות. זאת משום שהיא יכולה למסור להם אנרגיה רק במנות שאינן גדולות מספיק כדי להוציא מהם אלקטרונים.

סטטיסטי ("שכונה"), בניין או דירה (עסקאות חוזרות). נדגיש שבתקופה הנחקרת הוצבו רק מעט אתרי תורן, עובדה המקשה על אמידת השפעתם על מחירי הדירות. סדר העבודה הוא כדלקמן: בפרק 2 מוצגות ההשפעות החיצוניות השליליות האפשריות של אנטנות סלולריות, ההתנגדות הציבורית בישראל לפריסתן ודרכי הפיצוי האפשריות לנפגעים מהקמתן; בפרק 3 מובאת סקירה של הספרות העוסקת בהשפעת הקרבה לאתרים סלולריים על מחירי הדירות; בפרק 4 מפורטים בסיסי הנתונים ומוצגת סטטיסטיקה תיאורית; בפרק 5 מתוארת בהרחבה בעיית הסלקציה בהקמת האתרים; בפרק 6 מוסברת המתודולוגיה האמפירית; בפרק 7 מובאות תוצאות תוצאות האמידות, ופרק 8 מסכם.

2. השפעות חיצוניות שליליות של אנטנות סלולריות, ההתנגדות הציבורית בישראל לפריסתן ודרכי הפיצוי

ארגון הבריאות העולמי קבע במשך רוב תקופת ההתרחבות של הרשתות הסלולריות בעולם, שלא התבססה עדיין עדות עקבית ומשכנעת לקיומו של קשר סיבתי בין חשיפה לקרינה סלולרית לבין פגיעה בבריאות (ICNIRP, 2009); זאת אף על פי שמספר מחקרים רמזו על קשר כזה (למשל: Hutter, et al., 2006; Wolf and Wolf, 2004). בשנת 2013 פרסמה הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (International Agency for Research on Cancer – IARC) סקירה מקיפה של מצב המחקר העוסק בהשפעת הקרינה הבלתי-מייננת על הסיכון לחלות בסרטן. בסקירה נמצאו עדויות חלקיות למתאם בין הקרינה לסוגים מסוימים של סרטן, ולפיכך המליץ הארגון לכלול את הקרינה הבלתי-מייננת בין הגורמים המסרטנים האפשריים (IARC, 2013). יחד עם זאת עולה מהסקירה שקרבה לאנטנה אינה אומדן טוב לרמת החשיפה לקרינה, וזאת לנוכח הטרוגניות רבה במאפייני האנטנות ובאופן הפליטה של הקרינה מהן. כן עולה מהסקירה שעוצמת החשיפה לקרינה מאנטנה טיפוסית נמוכה במידה רבה מזו הנפלטת ממכשיר סלולרי. הסכנה העיקרית מחשיפה נמשכת לקרינה סלולרית היא אפוא מהמכשירים עצמם ולא מהאנטנות (IARC, 2013).

בהינתן אי-ודאות לגבי סכנות הקרינה החליטו משרדי הבריאות והגנת הסביבה בישראל לאמץ את עקרון הזהירות המונעת, בדומה למקובל במדינות המערב (משרד הבריאות, 2015); המשרד להגנת הסביבה, 2015). על פי עיקרון זה יש לנקוט צעדים שעלותם נמוכה יחסית כדי למנוע נזק פוטנציאלי גם כאשר טרם הוכח מדעית שאכן קיים סיכון (Europa-Summaries of EU 2013 Legislation). לפיכך נקבע, כתנאים לקבלת היתר הפעלה לאנטנה סלולרית מהמשרד להגנת הסביבה, שהקרינה לא תעלה על 10% מסף הקרינה שקבע ארגון הבריאות העולמי באזורים שבהם זמן החשיפה לקרינה ארוך, ו-30% מהסף באזורים שבהם זמן החשיפה קצר. היתר ההפעלה נדרש נוסף על היתר הקמה מהמשרד ועל היתר בנייה של ועדת התכנון המקומית (רוני, 2008).

השפעה חיצונית שלילית של האנטנות הסלולריות על מחירי הנכסים הגובלים בהן אפשרית גם אם קיומו של נזק בריאותי לא הוכח, אבל הציבור חושב שהוא קיים. תופעה זו מתוארת בהרחבה אצל ברזילי (2006). אנטנות גדולות ובולטות (כאנטנות תורן) הן גם מפגע אסתטי, שיכול להשפיע לרעה על מחירי נכסים שמהם הן נראות.

בשנים האחרונות התנהלו בישראל מספר מאבקים נגד אתרים סלולריים. כך, למשל, ביולי 2015 פורסמו בכלי התקשורת ידיעות על מחאת הורים נגד הקמת אנטנות בקרבת אשכול גנים בנתניה; לאחר השבתת הלימודים בגנים נענתה העירייה לדרישת ההורים והחליטה למגן את הגנים מפני הקרינה (קפל, 2015). מקרה דומה אירע שנה קודם לכן בכפר סבא (הילמן, 2014). היו אף מספר מקרי הצתה של אתרים סלולריים. שניים מהם קיבלו כיסוי תקשורתי ניכר בשל חומרתם – בפיקעין החדשה בשנת 2007 (ראב"ד, 2007) ובעכו בשנת 2014 (הללי, 2014); האירוע הראשון חולל מהומות ביישוב פקיעין הסמוך, והשני הביא לקריסת בניין ולמותם של חמישה בני אדם.

המחאה הציבורית בישראל נגד פריסת אנטנות סלולריות יכולה לנבוע משני גורמים – התרחבות השימוש באנטנות ועמה גם העיסוק המדעי בנוזקי הקרינה והמודעות להם, וכן התרחבות הגישה של הציבור למידע על מקומותיהן של האנטנות. המידע מתפרסם באתר המשרד להגנת הסביבה החל משנת 2001 וכן באתר המפות הממשלתי². גם באתר האינטרנט מדל"ן, המאגד מידע ונתונים מתחום הנדל"ן, ניתן למצוא את מקומותיהן של האנטנות הסלולריות.

לדיירים שבקרבת ביתם הוצבה אנטנה סלולרית יש אפשרות להגיש תביעה לפיצויים לוועדת התכנון המקומית לפי סעיף 197 לחוק התכנון והבנייה, התשכ"ה-1965. בפסק דין של בית המשפט העליון (בר"מ 1560/13) נקבע לראשונה מתי ניתן להגיש תביעה לוועדה המקומית בגין ירידת ערך של דירה הנובעת מהצבת אנטנה סלולרית (חברות הסלולר מחויבות בכל מקרה להעמיד כתב שיפוי לוועדה המקומית): חלון הזמן הוא עד שנה לאחר מתן היתר הבניה לאותו מתקן שידור או חצי שנה לאחר הקמת המתקן, המאוחר מבין השניים. הדיירים יכולים לפנות גם לאפיק נוסף – הגשת תביעת נזיקין לבית המשפט. עם זאת, משיחות שנערכו עם גורמים העוסקים בנושא עלה כי עד כה לא הייתה פסיקה של בתי משפט בתביעות כאלה; הסיבה לכך היא שחברות הסלולר מגיעות להסדרים עם תובעים מחוץ לכותלי בית המשפט. בשני האפיקים לא נקבעו כללים ברורים לגובה הפיצוי.

3. סקירת ספרות³

בישראל טרם נערך מחקר מקיף לבחינת השפעתן של האנטנות הסלולריות על מחירי הדירות, תחום שהמחקר בו בעולם הולך ומתרחב.

שני המחקרים הראשונים, של Bond and Wang (2005) ושל Bond (2007), עסקו בקרייטצ'ר בניו-זילנד ובמחוז אורנג' בפלורידה, בהתאמה. במחקר בניו-זילנד נמצאה ירידה של 12%–20% במחירי דירות הנמצאות ברחוב שבו ממוקמות האנטנות, ובפלורידה נמצאה ירידה של 2% במחירי דירות במרחק של עד 200 מטרים מאנטנות (לא בהכרח באותו רחוב). הביקורת על המחקרים (למשל Filippova and Rehm, 2011 – ראו בהמשך) נגעה בעיקר לשני עניינים:

² המשרד להגנת הסביבה:

http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Radiation/Communication_Facilities/cellular/Pages/CellularMapGIS.aspx.

אתר המפות הממשלתי:

<http://www.govmap.gov.il/sviva>.

³ סקירת הספרות כאן עוסקת אך ורק בהשפעות החיצוניות השליליות של אנטנות סלולריות על מחירי דירות. ישנה גם ספרות ענפה העוסקת בהשפעות החיצוניות השליליות של תשתיות שאינן אתרים סלולריים, כקווי מתח גבוה ואתרי פסולת, על מחירי דירות. ראו, למשל, Wyman and Worzala (2013).

(1) קרבה לאנטנות הוגדרה במחקר הראשון כמיקום באותו רחוב, על אף הבדלים ניכרים אפשריים במרחק האנטנות בין דירות שונות באותו הרחוב או קרבה לאנטנה הנמצאת ברחוב אחר; (2) בשני המחקרים לא נכללו באמידות משתני בקרה של זמן, אף שנתוני העסקאות השתרעו על פני 10 שנים ויותר.

Banfi and Massimo (2008) התמקדו בציריך שבשווייץ ו-Brandt and Maennig (2012) – בהמבורג שבגרמניה. המחקרים התייחסו למרחק בין הדירה לאנטנה והתחשבו גם בהתפתחות המחירים הכללית על פני זמן. במחקר השווייצרי נמצאה ירידה של מחירי הדירות ב-1.8% בטווח של עד 200 מטרים מהאנטנה, ובמחקר הגרמני – ירידה של כ-2% במרחק של עד 100 מטרים. שני המחקרים היו מוגבלים בהיקפם וכללו בין 4,000 ל-6,000 עסקאות. כמו כן, לא נעשה בהם כל ניסיון להתמודד עם בעיית הסלקציה, שבעטיה מיקומי האנטנות עשויים להיות מתואמים עם גורמים המשפיעים על מחירי הדירות, ולכן האומדים שהתקבלו עלולים להיות מוטעים.

המחקרים הנרחבים ביותר בהיקפם נגעו לאוקלנד ניו-זילנד (Filippova and Rehm, 2011) ולמדינת קנטאקי בארה"ב (Locke and Blomquist, 2016). הראשון כלל למעלה מ-56 אלף עסקאות בדירות במשך שנתיים, והשני – כ-160 אלף עסקאות במהלך 12 שנים. בשני נכללו באמידות גם משתני בקרה לאזורים סטטיסטיים, הרלבנטיים לצורך התחשבות בהבדלים מרחביים במחירי דירות ולהתמודדות עם בעיית הסלקציה. Filippova and Rehm לא מצאו השפעה שלילית מובהקת של אנטנות סולריות על מחירי הדירות, למעט בקרבת ריכוזים של אנטנות. Locke and Blomquist מצאו ירידה של 1%–2% בערך הדירות הנמצאות במרחק של עד כ-350 מטרים מהאנטנות.

Wirth and Mense (2014) התמקדו בנירנברג שבגרמניה, ומחקרם הקיף כ-1,700 עסקאות במשך שלוש שנים. מחקרם הוא היחיד המתמודד באופן ישיר עם בעיית הסלקציה: נעשה שימוש במשתנה עזר – במקום המרחק בפועל בין הדירה לאנטנה הקרובה ביותר חושב המרחק למקום שבו הייתה צפויה להיות ממוקמת אותה אנטנה משיקולים של כיסוי מרחבי בלבד. נמצאה ירידת ערך של כ-4% במחירי דירות במרחק 50 מטרים מאנטנה בהשוואה לדירות במרחק של 100 מטרים ממנה.

סקירת הספרות העולמית מלמדת אפוא כי ירידת מחירי הדירות הנובעת מקרבה לאנטנות סולריות עומדת על 1%–4%, ורק מחקר אחד לא מצא השפעה מובהקת (למעט בקרבת ריכוזי אנטנות). מרבית המחקרים לא התמודדו עם בעיית הסלקציה.

בישראל טרם נערך מחקר מקיף שבחן את השפעת פריסתן של האנטנות הסולריות על מחירי הדירות. ברזילי (2006) בחן סוגיה זו במספר שכונות באלפי מנשה שבהן נבנו אנטנות בקרבה ממוצעת של כ-300 מטרים לבתים צמודי-קרקע. ההערכה של מספר שמאים בלתי תלויים הייתה ירידת ערך של 8% בגלל הקרבה לאנטנות.

4. בסיס הנתונים וסטטיסטיקה תיאורית

המחקר מבוסס על שני מסדי נתונים עיקריים – קובצי עסקאות בדירות מגורים של רשות המסים בישראל (כרטסת מחירי נדל"ן – כרמ"ן) ונתונים על פריסת האנטנות הסלולריות שהתקבלו מהמשרד להגנת הסביבה.

קובצי העסקאות בדירות מכסים את השנים 2000–2011. לפני שנת 2000 הכיסוי של העסקאות היה דל, ובשנים 2000–2007 הוא היה חלקי (כ-50%–60% מהעסקאות, המשקפות היטב את כלל העסקאות), וניתן להניח ברמת ודאות גבוהה שהכיסוי החלקי אינו תלוי במיקום האנטנות. לגבי כל עסקה ידועים פרטי המידע הבאים: תאריך ביצועה, מחיר הדירה ומאפייניה – המיקום, הגודל (מספר החדרים והשטח), שנת סיום הבנייה ועוד. נתוני מיקום הדירה הוצלבו עם מידע גיאוגרפי שהתקבל ממרכז מיפוי ישראל ומהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס), ובעזרתו נוספו הקואורדינטות של הדירה והאזור הסטטיסטי שבו היא נמצאת (לפי מפקד האוכלוסין של 2008).

מפאת מספרן הקטן של העסקאות שדווחו לרשות המסים ביישובים קטנים וביישובים ערביים נכללו במחקר רק עסקאות ביישובים עירוניים יהודיים וביישובים מעורבים גדולים יחסית, עסקאות המשמשות את הלמ"ס לחישוב מדד מחירי הדירות שבעלות הדיירים (לוח נ-1 בנספח). נכללו רק עסקאות שעמדו במספר קריטריונים המוגדרים על ידי הלמ"ס⁴. מספר העסקאות שנרשמו בקובץ כרמ"ן לשנים 2000–2011 היה כ-835 אלף, מהן כ-761 אלף ביישובים הכלולים במחקר. מספר העסקאות העומדות בקריטריונים באותם יישובים הגיע לכ-548 אלף. בסיכומו של דבר, לאחר השמטת עסקאות שלא היה לגביהן מידע על הקואורדינטות או על האזור הסטטיסטי נכללו במחקר כ-393 אלף עסקאות שהתבצעו ביישובים עירוניים יהודיים או מעורבים בשנים 2000–2011. סטטיסטיקה תיאורית של אותן עסקאות ניתן למצוא בלוח 1.

לוח 1. סטטיסטיקה תיאורית של מאפייני הדירות באוכלוסיית המחקר, 2000–2011¹

הממוצע	סטיית התקן	המינימום	המקסימום	
780.4	476.8	40.0	7657.8	המחיר (באלפי שקלים שוטפים)
78.9	25.0	12.0	150.0	השטח (במ"ר)
26.0	18.9	0.0	111.0	גיל הדירה (שנים)
3.4	0.9	2.0	5.0	מספר החדרים
11.3	3.5	1.0	20.0	הדירוג החברתי-כלכלי ¹
392,851				מספר העסקאות

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי המחברים.
(1) הדירוג החברתי-כלכלי של האזורים הסטטיסטיים הוא לפי מפקד 2008, כפי שחושב על ידי הלמ"ס. הדירוג הוא בסולם מ-1 עד 20; 20 הוא הערך באזור המבוסס ביותר.

המשרד להגנת הסביבה העמיד לרשותנו קבצים ובהם מידע בתדירות שנתית או תכופה יותר על כל (כ-11 אלף) האנטנות הסלולריות שהוצבו בישראל או הוגשה למשרד בקשה להצבתן עד סוף 2012. במחקר נעשה שימוש במידע על האנטנות שהוקמו עד סוף 2011, שכן זו השנה האחרונה שלגביה נתוני המשרד להגנת הסביבה היו ממצים ומלאים בעת העברת הנתונים. הקבצים מכילים מידע מקיף על כל אנטנה, הכולל בין השאר את הפרטים הבאים: המיקום המדויק

⁴ הקריטריונים המרכזיים הם: עסקות מכר בדירות בבעלות בנות 1.5-5.0 חדרים שנמכרו לקונים פרטיים, המקיימות יחס סביר בין מספר החדרים לשטח ובין מחיר העסקה למ"ר למחיר הממוצע באזור. לפרטים נוספים ראו: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2014).

(קואורדינטות), סוג האנטנה (פירוט בהמשך), גובהה, מועדי הקמתה, הפעלתה והבדיקה האחרונה של רמת הקרינה ועוצמתה המרבית. כל אחת מהאנטנות שויכה לאתר שידור סלולרי.

האנטנות מחולקות על ידי המשרד להגנת הסביבה לשבעה סוגים (איור 1), ואלו קובצו על ידנו לשתי קטגוריות, בהתאם לנראות שלהן. הנחת המוצא היא שככל שלאנטנה נראות גבוהה יותר גדלה ההסתברות שיבחינו בה, היא מהווה מפגע סביבתי חמור יותר, וכן אפשר שהציבור חושש כי היא פולטת יותר קרינה⁵. לקטגוריה הראשונה שויכו אנטנות תורן הממוקמות על גג או על הקרקע, ולקטגוריה השנייה – אנטנות משתפלות, מתקני גישה אלחוטיים ואנטנות "עוקץ". שני סוגים נוספים של אנטנות לא נכללו בשתי הקטגוריות האמורות – מתקני שידור זעירים פנימיים וחיצוניים; רוב המתקנים הללו פנימיים, כלומר מוצבים בתוך מבנים, ואלו החיצוניים גם הם קטנים מאוד ולעיתים אף מוסווים. לפיכך הנראות של מתקני השידור הזעירים זניחה, והם אינם בבחינת מפגע סביבתי.

בשנת 2011 36% מהאתרים השתייכו לקטגוריה הראשונה, 31% השתייכו לקטגוריה השנייה, 20% היו מתקני שידור זעירים ו-13% מהאתרים היו מסוג לא ידוע, ולכן לא היה ניתן לסווגם. לא נכללו במחקר אתרים של מתקני שידור זעירים ומתקנים לא מסווגים.

⁵ מבדיקה שערכנו, על סמך מסד הנתונים שברשותנו, עולה שאין הבדל מהותי ברמת הקרינה בין אנטנות תורן לבין שאר סוגי האנטנות.

איור 1. סוגי אנטנות סלולריות

אנטנת תורן (קרקעית)



אנטנת תורן (על הגג)



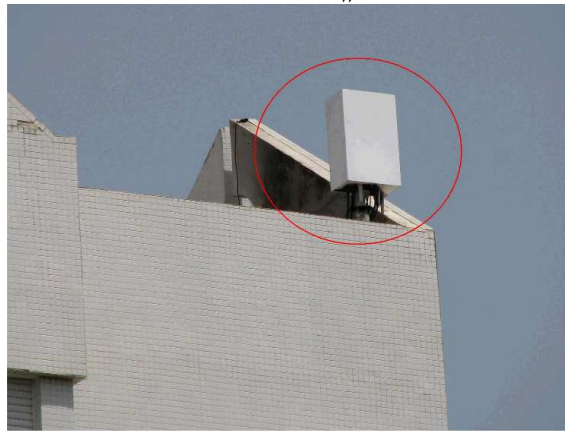
אנטנה משתפלת



אנטנת עוקץ



מתקן גישה אלחוטי



מתקן זעיר פנימי (לא נכלל במחקר)



מתקן זעיר חיצוני (לא נכלל במחקר)



בשנים 2000–2011 הוקמו ביישובים שנחקרו 2,529 אתרים סלולריים חדשים ונסגרו 689 אתרים. בהעדר מידע מדויק על תאריך ההסרה של אנטנה הוא חושב בקירוב: האנטנות הסלולריות מחייבות בדיקת קרינה בכל שנה כדי לוודא שאינן חורגות מהתקן המותר; גם כאשר אנטנה חדלה לפעול, לרוב חולף פרק זמן עד שהיא מוסרת⁶; בפרק זמן זה האנטנה עדיין מהווה מפגע חזותי, והדיירים באזור כנראה גם לא יודעים שהיא אינה פעילה; לפיכך הגדרנו אתר סלולרי כאתר שאינו פעיל אם חלפו יותר משנתיים ממועד הבדיקה האחרון של כל האנטנות באתר.

בסיכומו של דבר נכללו במחקר רק אתרים סלולריים שהיו פעילים בשנים 2000–2011 ביישובים העירוניים היהודיים והמעורבים הגדולים יחסית. לוח 2 מציג את מספר האתרים הסלולריים שהיו פעילים בכל שנה הכלולים באוכלוסיית המחקר.

לוח 2. מספר האתרים הסלולריים בישראל ביישובי המחקר, 1999–2011 (נתוני סוף שנה)

שנה	אתרי תורן	אתרים מכל הסוגים
1999	1,015	1,448
2000	1,241	1,762
2001	1,464	2,107
2002	1,627	2,378
2003	1,721	2,572
2004	1,788	2,734
2005	1,807	2,914
2006	1,821	3,100
2007	1,807	3,206
2008	1,817	3,324
2009	1,767	3,322
2010	1,771	3,327
2011	1,764	3,284

המקור: המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

לגבי כל עסקה בדירה חושב המרחק בקו אווירי לאנטנה הסלולרית הקרובה ביותר ערב העסקה, וזאת בהסתמך על הקואורדינטות של הדירה והאנטנות. המרחק משמש קירוב בלבד לעוצמת ההשפעה האפשרית שיש לאנטנה על מחיר הדירה, וזאת משני טעמים: (1) לא ידוע לנו אם יש קו ראייה בין הדירה לאנטנה, משום שאיננו יודעים את מיקום הדירה בבניין (המידע על הקומה חלקי ביותר, וכיווני האוויר של הדירה לא ידועים כלל); (2) בשל חלקיות המידע על הקומה של הדירה, המרחק שחושב הוא במישור האופקי בלבד, ואינו מתחשב בהפרשי הגובה בין האנטנה לדירה. לבד מחישוב המרחק לאנטנה הסלולרית הקרובה ביותר ערב העסקה חושבו גם מספרי האתרים ברדיוסים של עד 50 מטרים ועד 100 מטרים מהדירה ערב העסקה; בטווחי מרחק בדידים אלו מקובל בספרות המחקרית לבדוק את ההשפעה החיצונית של האנטנות על מחירי הדירות. מלוח 3 עולה כי שיעור העסקאות בטווח של עד 50 מטרים מאתר סלולרי נמוך מאוד – פחות מ-1% במקרה של אתרי תורן וכ-3% במקרה של אתר סלולרי כלשהו; במרחק של

⁶ סביר להניח כי מאתר שחדל לשדר יוסרו האנטנות, וזאת משני טעמים: א) החוק מחייב את הסרת האנטנות עד שנה מהפסקת השימוש בהן; ב) בדרך כלל משולמים דמי שכירות עבור השימוש באתר.

עד 100 מטרים השיעורים הם 4%-ו-11%, בהתאמה. יש לשים לב שרדיוס של 100 מטר מדירה מכסה שטח שהוא גדול פי ארבעה מהשטח ברדיוס של 50 מטרים.

לוח 3. מספר האתרים הסלולריים במרחק של עד 50 או 100 מטרים מדירה ערב עסקה,

2011–2000

עד 50 מטרים מהדירה						
כלל האתרים		אתרים ללא תורן		אתרי תורן		
מספר האתרים	שיעור העסקאות	מספר האתרים	שיעור העסקאות	מספר האתרים	שיעור העסקאות	מספר האתרים
0	99.18%	384,725	97.93%	389,645	99.18%	0
1	0.75%	7,416	1.89%	2,927	0.75%	1
2	0.07%	619	0.16%	267	0.07%	2
3	0.00%	89	0.02%	12	0.00%	3
4 ויותר	0.00%	2	0.00%	0	0.00%	4 ויותר
עד 100 מטרים מהדירה						
כלל האתרים		אתרים ללא תורן		אתרי תורן		
מספר האתרים	שיעור העסקאות	מספר האתרים	שיעור העסקאות	מספר האתרים	שיעור העסקאות	מספר האתרים
0	95.94%	362,493	92.27%	376,920	95.94%	0
1	3.47%	25,048	6.38%	13,642	3.47%	1
2	0.53%	4,620	1.18%	2,098	0.53%	2
3	0.04%	652	0.17%	174	0.04%	3
4 ויותר	0.00%	38	0.01%	17	0.00%	4 ויותר

המקור: רשות המסים בישראל, המשרד להגנת הסיביבה ועיבודי המחברים.

5. בעיית הסלקציה

הפריסה המרחבית של האתרים הסלולריים מונעת משיקולים שונים, ובכללם הבטחת קליטה באיכות מספקת, התפרוסת הגיאוגרפית של בעלי הטלפונים הסלולריים, האפשרות להקים אתרים, עלויות ההקמה וכיוצא באלה. חלק מגורמים אלו עשויים כשלעצמם להשפיע על מחירי הדירות. בשל סלקציה אפשרית בהצבת האתרים עלולים להתקבל אומדים מוטים של השפעת קרבת הדירות לאתרים הסלולריים על מחיריהן.

חשוב להתייחס לשני ביטויים שונים של סלקטיביות בהצבת האתרים הסלולריים. הסלקטיביות יכולה לנבוע ממאפיינים קבועים על פני זמן (בתקופה הנחקרת) של האזור או של הדירה, למשל הדירוג החברתי-כלכלי של האזור וגובה הבניין. הסלקטיביות יכולה להיות גם תוצאה של מאפיינים המשתנים על פני זמן. לדוגמה, ייתכן שפריסת אתרים סלולריים חדשים היא תוצאה של בנייה חדשה למגורים, הקמת מבני ציבור ומבנים מסחריים (שנהוג למקם בהם אתרים), ואלו כשלעצמם משפיעים על מחירי הדירות. הפרק הנוכחי יתייחס בהרחבה לשני הביטויים של הסלקטיביות.

5.1 סלקציה בהצבת אתרים לפי המאפיינים הקבועים על פני זמן של הדירות והאזורים

הסטטיסטיים

כדי לבחון אם יש סלקציה בהצבת האתרים הסלולריים לפי מאפיינים הקבועים על פני זמן של האזורים הסטטיסטיים (ה"שכונות") שבהן נמצאות הדירות או של הדירות עצמן, נערכה תחילה בדיקה מקדימה שמטרתה לענות על השאלה אם הייתה נטייה מוגברת להקמת אתרים סלולריים באזורים סטטיסטיים בעלי דירוג חברתי-כלכלי גבוה או נמוך ביחס לממוצע. ניתן היה לשער שהאתרים הוקמו תחילה באזורים מבוססים, שבהם שיעור הבעלות על טלפונים סלולריים היה גבוה יחסית, ולכן לחברות הסלולריות היה כדאי יותר לספק שירות, ובאיכות גבוהה. השערה חלופית היא שהאתרים נפרסו תחילה באזורים הפחות מבוססים, שבהם המודעות להשפעותיהם החיצוניות השליליות ויכולת ההתנגדות של התושבים להקמתם נמוכות מאשר באזורים המבוססים.

איור 2 מלמד שהתפלגות מספר האתרים הסלולריים (הכלולים במחקר) לפי הדירוג החברתי-כלכלי של האזורים הסטטיסטיים שבהם הם מוצבים (דירוג שהחציון שלו עומד על 11) לא השתנה במהלך העשור הקודם. כמו כן, אין הבדלים ניכרים בין התפלגות העסקאות לפי הדירוג החברתי-כלכלי להתפלגות האתרים הסלולריים. חלקה של האוכלוסייה (ביישובים היהודיים או המעורבים הכלולים במחקר) המתגוררת באזורים סטטיסטיים בדירוג חברתי-כלכלי נמוך גבוה מחלקם של האתרים באותם אזורים, כנראה עקב הקמת אתרים מעטים יחסית בשכונות חרדיות וערביות ביישובי המחקר.

איור 2. התפלגות האתרים הסלולריים לפי הדירוג החברתי-כלכלי של האזורים הסטטיסטיים שבהם הם מוצבים: 2011 לעומת 1999 (אחוזים)¹



המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים. (1) נתוני סוף שנה.

הדירוג החברתי-כלכלי של האזורים הסטטיסטיים הוא לפי מפקד 2008, כפי שחושב על ידי הלמ"ס. הדירוג הוא בסולם מ-1 עד 20; 20 הוא הערך לאזור המבוסס ביותר.

כדי לבחון אם יש סלקציה בהצבת האתרים הסלולריים לפי מאפיינים של הדירות הקבועים על פני זמן, נבדקו ההבדלים בין המאפיינים הפיזיים של הדירות שבקרבן הוקמו אתרים בשנים 2000–2011 לבין המאפיינים של שאר הדירות. כיוון שהפריסה המרחבית של האתרים הסלולריים הטרוגנית מאוד, והאמידות בהמשך יפקחו על האזור הסטטיסטי, הבדיקה תיערך בהשוואה למאפיינים הממוצעים של כל העסקאות באזור הסטטיסטי שבו הדירות נמצאות (דהיינו מחסירים מערך המאפיין של דירה את ממוצע ערכו של המאפיין באזור הסטטיסטי שבו היא נמצאת).

לוח 4 מלמד שההבדלים בין מאפייני דירות שבקרבן הוקמו אתרים לבין שאר הדירות באותו אזור סטטיסטי קטנים מאוד. הראשונות קצת יותר קטנות וחדשות. לפיכך לא ניתן להצביע על סלקציה משמעותית בהצבת האתרים בתוך אזור סטטיסטי על סמך המאפיינים הנצפים של הדירות.

לוח 4. מאפייני עסקאות בדירות בקרבת אתרים סלולריים שהוקמו בשנים 2000–2011 לעומת דירות אחרות – בהשוואה למאפיינים הממוצעים באזור הסטטיסטי

מרחק של עד 50 מטרים					
המשתנה	העסקאות ליד אנטנות	שאר העסקאות	ההפרש ¹	t סטטיסטי	P value
השטח (מ"ר)	-0.04	0.00	0.04	0.24	0.81
מספר החדרים	-0.01	0.00	0.01	1.41	0.16
הגיל (שנים)	-0.49	0.02	0.50	3.78	0.00
מרחק של עד 100 מטרים					
המשתנה	העסקאות ליד אנטנות	שאר העסקאות	ההפרש ¹	t סטטיסטי	P value
השטח (מ"ר)	-0.19	0.02	0.21	1.93	0.05
מספר החדרים	-0.01	0.00	0.01	3.10	0.00
הגיל (שנים)	-0.05	0.01	0.05	0.64	0.53

המקור: רשות המסים בישראל, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.
(1) שאר העסקאות פחות העסקאות ליד אתרים סלולריים.

5.2 סלקציה בהצבת אתרים סלולריים לפי מאפיינים המשתנים על פני זמן

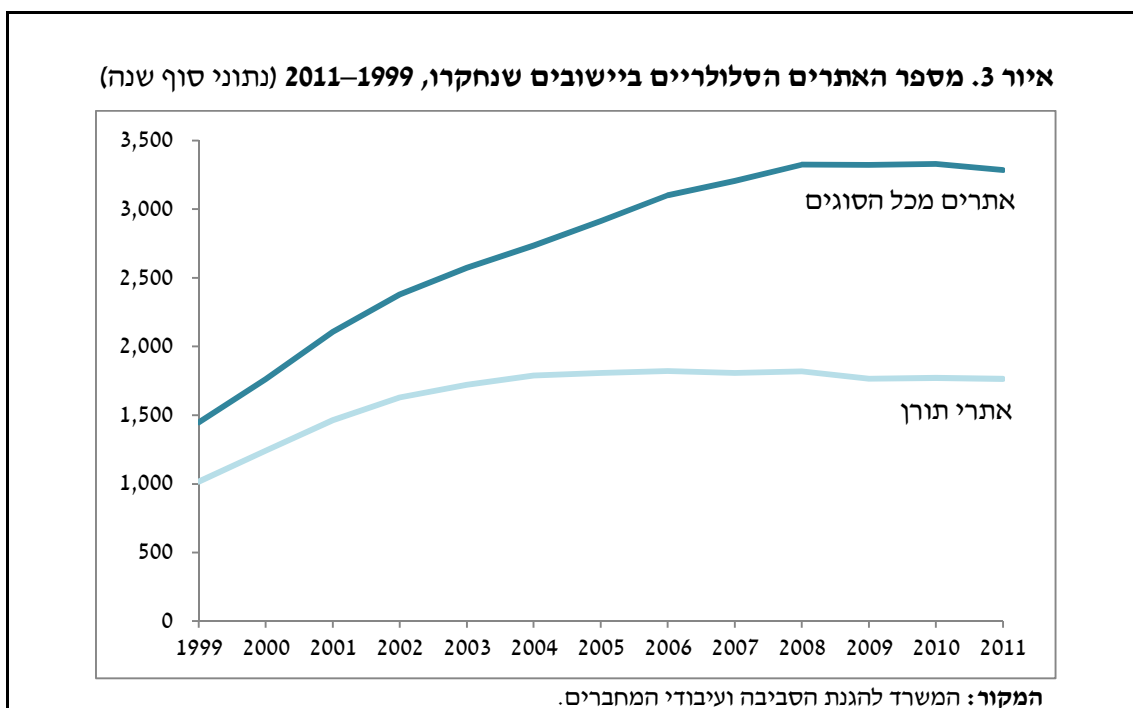
נוסף על סלקציה בהצבת האתרים הסלולריים לפי מאפיינים של האזורים או הדירות, הקבועים על פני זמן, תיתכן בהצבתם גם סלקציה לפי מאפיינים המשתנים על פני זמן. ייתכן שבאזורים שבהם הוצבו אתרים חלו בתקופה הנחקרת שינויים, כגון תנופת בנייה נרחבת והקמת מבני ציבור או מסחר, ואלו השפיעו על מחירי הדירות.

החשש מסלקציה כזאת מתעורר בשל הממצא שנראה בהמשך בדבר מתאם חיובי בין המשתנה "קיומו של אתר סלולרי ערב העסקה" לבין משתנה הזמן, כלומר ההסתברות שעסקה תתבצע בקרבת אתר גדלה עם הזמן. עקרונית, המתאם החיובי אינו אמור ליצור בעיה באמידה, משום שאפשר לכלול בה משתני דמי לזמן, הנדרשים ממילא כדי לפקח על נסיקות מחירי הדירות במחצית השנייה של שנות האלפיים. לאחר הכללת משתני דמי לזמן האומדן של השפעת הקרבה לאתר הסלולרי ערב העסקה על מחירי הדירות יהיה עקיב ובלתי מוטה רק אם מגמות המחירים

על פני זמן היו זהות לגבי כלל הדירות, בין אם היה בקרבתן אתר סלולרי לאורך העשור ובין אם לאו. לעומת זאת, אם מגמות המחירים אינן זהות האומד יהיה מוטא, שכן הוא יבטא לא רק את השפעת הקרבה לאתר הסלולרי על מחיר הדירה אלא גם את המתאם עם מגמות המחירים השונות המאפיינות את האזורים שבהם הוקמו אתרים סלולריים.

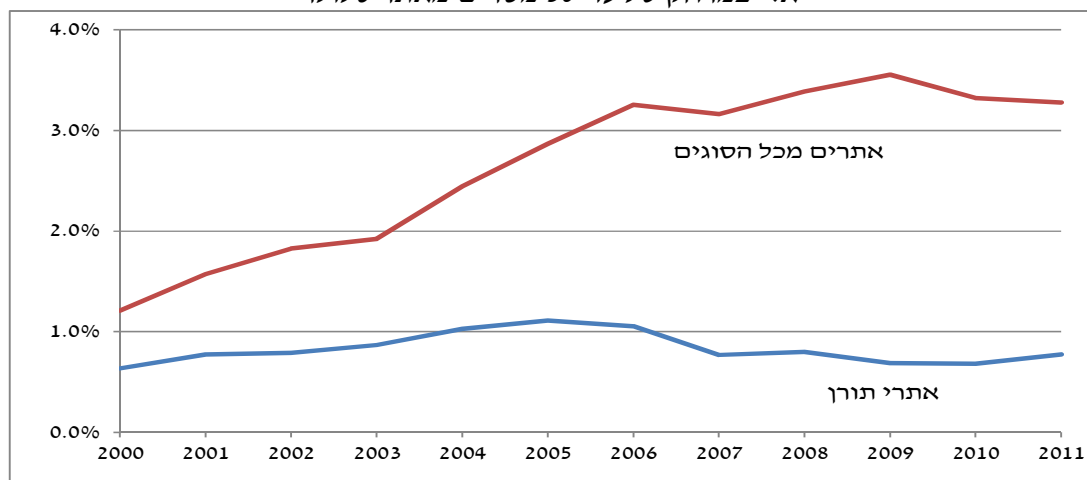
איורים 3 ו-4 מצביעים על מתאם חיובי בין קיומו של אתר סלולרי ערב העסקה לבין מועד העסקה. הסיבה לכך היא שבמהלך השנים הנחקרות התרחבה הפריסה של האתרים הסלולריים (איור 3), ולכן עלתה ההסתברות לביצוע עסקה בקרבת האתרים (איור 4).

איור 3 מצביע על עלייה של מספר אתרי התורן עד שנת 2004 והתייצבות בהמשך, ואיור 4 מראה שהייתה עלייה של שיעור העסקאות הקרובות לאתרי תורן עד 2004–2005, ואילו לאחר מכן הייתה ירידה משמעותית עד לשיעור דומה לזה ששרר בתחילת שנות האלפיים. הסיבה לכך עשויה להיות סגירת אתרי תורן באזורי מגורים והקמת אתרים באזורי תעשייה או בשטחים פתוחים. יחד עם זאת, בהסתכלות על כלל האתרים קיימת מגמת זמן חיובית למשתנה המציין את קיומו של אתר סלולרי ערב העסקה.

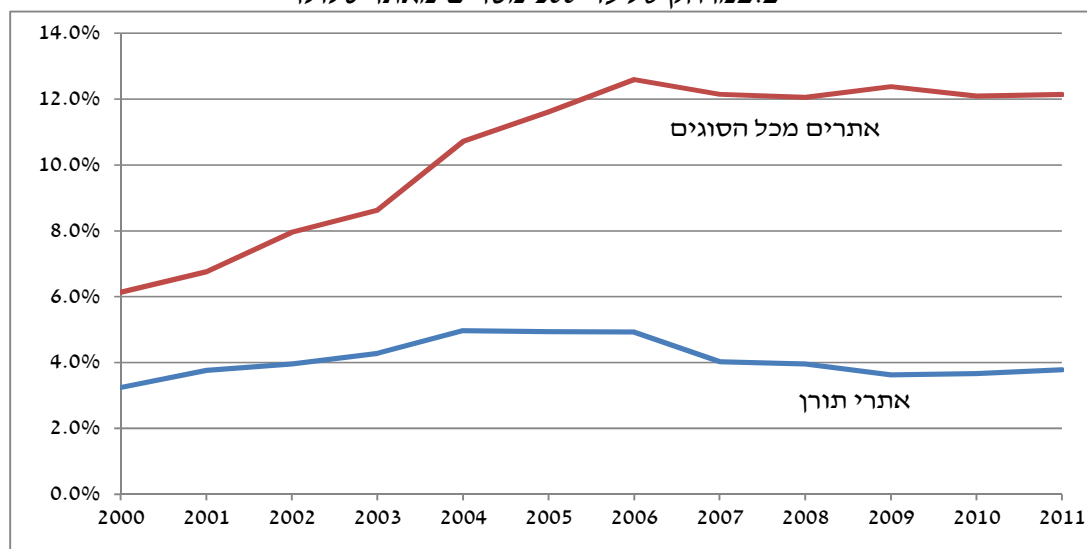


איור 4. שיעור העסקאות בקרבת אתר סלולרי, 2000–2011

א. במרחק של עד 50 מטרים מאתר סלולרי



ב. במרחק של עד 100 מטרים מאתר סלולרי



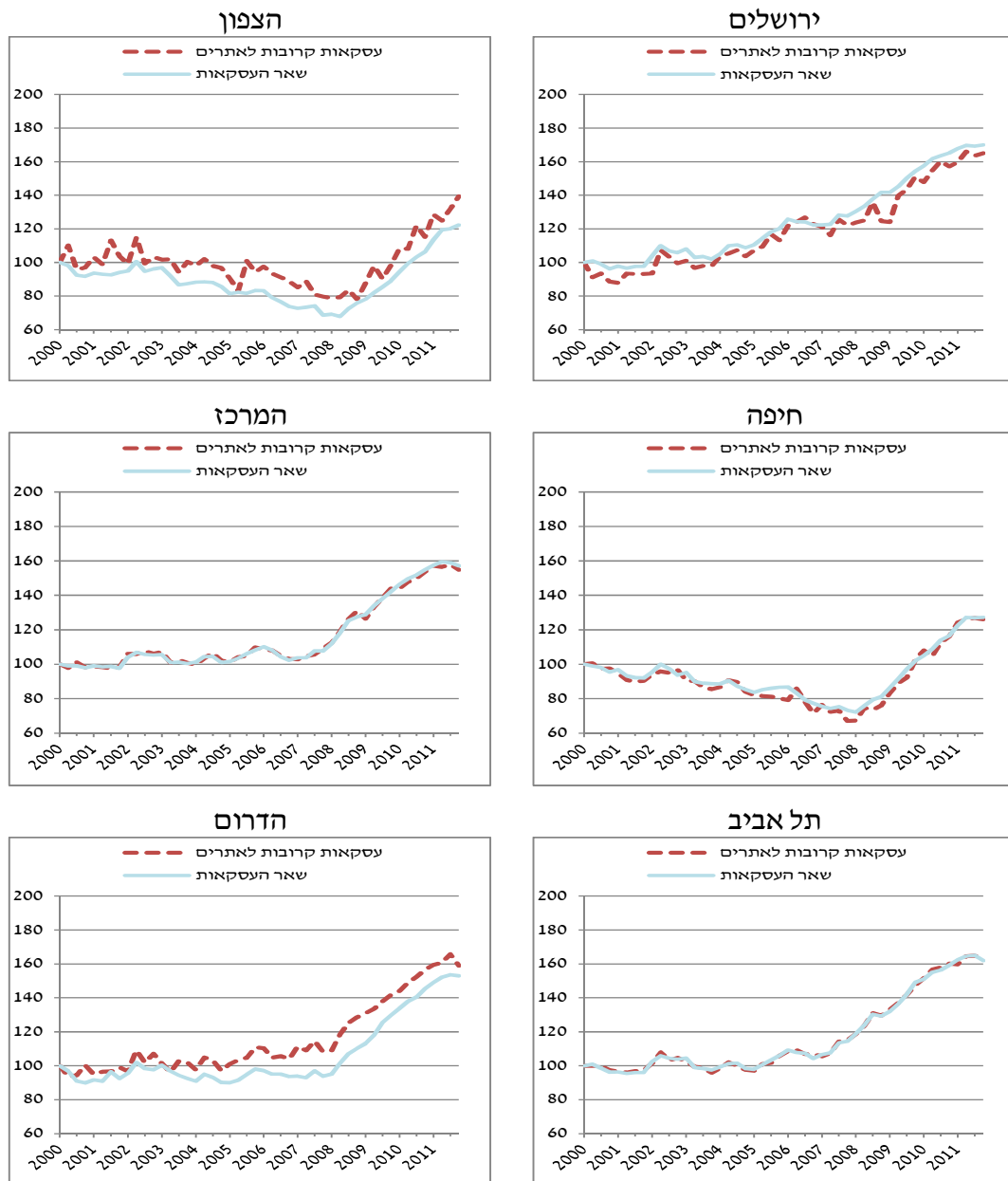
המקור: רשות המסים בישראל, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

כדי לבחון את הסלקציה בהצבת האתרים הסלולריים לפי מאפיינים המשתנים על פני זמן בדקנו את מגמות המחירים בכל מחוז (לפי משרד הפנים) באמצעות שתי אמידות הדוניות נפרדות – אחת לגבי מחירי דירות שלידן הוקמו אתרים סלולריים בתקופה הנחקרת והשנייה לגבי מחירי שאר הדירות. המשתנים המסבירים באמידות OLS של לוג המחיר הם מאפייני הדירה (מספר החדרים, השטח והגיל), משתנה דמי עבור האזור הסטטיסטי ומשתני דמי לרבעון Xשנה. אומדי משתני הזמן עבור עסקאות במרחק של עד 100 מטרים מאתר סלולרי ועבור שאר העסקאות מוצגים באיור 5. באיור נ-1 בנספח מוצגים האומדים לעסקאות במרחק של עד 50 מטרים מאתרים סלולרי ולשאר העסקאות.

האיורים מראים שבמחוזות חיפה, המרכז ותל אביב התפתחות מחירי העסקאות בדירות בקרבת אתר סלולרי הייתה דומה להתפתחותם בשאר העסקאות. לעומת אלה, במחוזות

ירושלים, הצפון והדרום היו הבדלים מסוימים בהתפתחות המחירים אחרי שנת 2007.⁷ מגמות המחירים הדיפרנציאליות מעידות ככל הנראה על שינויים בלתי נצפים – שאינם קשורים ישירות לאתרים הסולריים – אשר התרחשו לאורך העשור באזורים הסמוכים למקום הצבת האתרים הסולריים והשפיעו על מחירי הדירות. מכאן שיש חשיבות לטיפול גם בסלקטיביות זו.

איור 5. מדד מחירי הדירות: השוואה בין עסקאות במרחק של עד 100 מטרים מאתר סולרי לבין שאר העסקאות, לפי המחוז, 2000–2011 (ינואר 2000 = 100)



המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

⁷ על מנת לבחון פורמלית את ההבדלים בהתפתחות המחירים על פני זמן של עסקאות בקרבת אתרים (הן במרחק של עד 50 מטרים והן במרחק של עד 100 מטרים) לעומת עסקאות אחרות באותו מחוז, נערכה אמידה הדונית לכלל מחוז. האמידה כוללת כמשתנים מסבירים את מאפייני הדירה והאזור הסטטיסטי (בדומה למשתנים המסבירים באמידות המוצגות באיור), וגם אינטראקציה בין משתנה דמי המציין קרבה לאתר סולרי במועד כלשהו בתקופת החקירה לבין משתנה המייצג מגמת זמן לינארית, או לבין משתני דמי לרבעון־שנה. הרוב המוחלט של אומדי האינטראקציה לא מובהקים. מכאן שברוב המקרים אין הבדלים מובהקים בהתפתחות המחירים.

6. מתודולוגיה

6.1 הקדמה

השפעתם של האתרים הסלולריים על מחירי הדירות נאמדת במודל הדוני, בהתאם לספרות המקובלת בתחום (Rosen, 1974).

$$P(Z) = (Z_1, Z_2 \dots Z_k) \quad (1)$$

על פי משוואה (1), מחירו של נכס Z נקבע לפי אוסף המאפיינים Z_1, \dots, Z_k שמהם מורכב הנכס. לגבי דירות למגורים מדובר במאפיינים הפיזיים של הדירה (כגון גודלה) ובמאפיינים סביבתיים – אופי השכונה, הקרבה למקומות עבודה, בילוי ומסחר וכדומה. הצרכן ממקסם פונקציית תועלת $U(x, Z)$ בכפיפות למגבלת התקציב $y = x + P(Z)$, כאשר y היא הכנסתו ו- x היא התצרוכת (למעט דיוור). מתנאי סדר ראשון עולה כי השינוי במחיר הדירה הנובע משינוי שולי במאפיין מסוים שלה (כששאר המאפיינים קבועים) זהה למחיר שהצרכן מוכן לשלם עבור אותו מאפיין בלבד (implicit price):

$$\frac{\partial P}{\partial Z_i} = \frac{\frac{\partial U}{\partial Z_i}}{\frac{\partial U}{\partial x}} \quad (2)$$

במקרה שהמאפיין הוא בדיד ולא רציף (למשל קיומו של אתר סלולרי בטווח של עד 50 מטרים מדירה, לעומת המרחק הרציף של האתר מהדירה) יהיה זה אומדן תוספת המחיר שהצרכן מוכן לשלם (במקרה דן עבור הסרת האתר הסלולרי).

ניתן למצוא את גודל ההשפעה של קרבה לאתרים סלולריים על מחירי דירות באמצעות אמידה הדונית והכללת הקרבה לאתר כמשתנה מסביר, לצד המאפיינים הפיזיים והסביבתיים של הדירה. בסעיף 6.3 בהמשך נתייחס לדרכי הטיפול בבעיית הסלקטיביות בהצבת האתרים.

יש לציין שירידת מחירי דירות הנובעת מהקמת אתר סלולרי תתלווה בהסטת הביקושים לדירות דומות שאינן קרובות לאתרים. לפיכך האומדים שיתקבלו באמידות הם אומדני יתר. יחד עם זאת, מלוח 3 לעיל עולה כי רק שיעור קטן מהעסקאות היו בקרבת אתרים ולכן השפעת ההסטה היא קטנה.

6.2 אמידה רב-שנתית: הקשר בין המרחק לאתר סלולרי למחירי הדירות

המשוואה ההדונית הבסיסית הנאמדת היא:

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \beta_1 dist_{it} + \gamma X_i + \delta_{s(i)} + \lambda_{d(i)t} + \epsilon_{it} \quad (3)$$

כאשר:

- P_{it} - מחיר דירה i בזמן t .
- $dist_{it}$ - המרחק בין דירה i לאתר הסלולרי הקרוב ביותר בזמן t .
- X_i - וקטור המאפיינים הפיזיים של הדירה: מספר החדרים (המקובץ), שטח הדירה (במ"ר) וגילה (בשנים).
- $\delta_{s(i)}$ - משתנה דמי לאזור הסטטיסטי שבו נעשתה העסקה.
- $\lambda_{d(i)t}$ - משתנה דמי לרבעון X שנה X מחוז (לפי משרד הפנים) בשנים 2000–2011.
- ϵ_{it} - טעות מקרית.

β_1 הוא האומדן של השפעת המרחק מהאתר הסלולרי על מחיר הדירה (באחוזים). המשוואה נאמדה בנפרד עבור שלוש הגדרות שונות למרחק $dist_{it}$, המקובלות בספרות המחקר. בהגדרה הראשונה מדובר במרחק עצמו (ביחידות של 100 מטרים), בהנחה שהקשר בין המרחק לעוצמת ההשפעה הוא ליניארי. בהגדרה השנייה יהיה זה לוג המרחק, כלומר מניחים שההשפעה פוחתת בקצב הולך וגדל עם המרחק. בהגדרה השלישית מוחלף משתנה המרחק הרציף בווקטור משתני דמי לרצועות מרחק של 0–50, 51–100 ו-101–200 מטרים, כלומר לא מניחים צורה פונקציונלית מסוימת לקשר שבין המרחק לאתר הסלולרי לבין מחיר הדירה. הוספת משתני דמי לאזורים הסטטיסטיים מאפשרת להביא בחשבון את ההבדלים הרב-שנתיים הממוצעים במחירי הדירות בין אזורים סטטיסטיים ולהתמודד עם בעיית הסלקטיביות בהצבת האתרים הסלולריים בין אזורים סטטיסטיים (אבל לא בתוכם). הכללת משתני דמי לזמן (עבור כל מחוז בנפרד) מתמודדת עם השינויים במחירי הדירות במרוצת הזמן כתוצאה מגורמים מאקר-וכלכליים כשיעור הריבית על משכנתאות, שיעור האבטלה המחוזי ועוד. המשוואה הנאמדת אינה כוללת משתנים מסבירים ברמת פירוט גיאוגרפית העולה על זו של האזור הסטטיסטי, משתנים העשויים להיות מתואמים עם מחירי הדירות ואינם קבועים על פני זמן (למשל בנייה של מבנים למגורים, למסחר וכדומה בסמיכות לדירה), וזאת בשל העדר מידע עליהם.

6.3 אמידה רב-שנתית: התמודדות עם בעיית הסלקטיביות בהצבת האתרים הסלולריים

המגבלה העיקרית של משוואה (3) היא העדר מענה הולם לאפשרות שיש סלקציה בהצבת האתרים הסלולריים בתוך האזורים הסטטיסטיים. אם יש סלקציה כזאת, האומדן של השפעת המרחק לאתר על מחיר הדירה עלול להיות מוטא. כפי שתואר בהרחבה בפרק 5, הסלקציה יכולה להתבטא הן במתאם בין מיקום האתר ערב העסקה לבין מאפיינים קבועים על פני זמן המשפיעים על ערך הדירה, והן במתאם בין המיקום לבין מגמות על פני זמן במחירי הדירות. המשוואה הנאמדת עתה היא:

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \beta_1 site_{it} + \beta_2 * site_average_i + \gamma X_i + \delta_{s(i)} + \lambda_{d(i)t} + \lambda_{d(i)t} * A_i + \epsilon_{it} \quad (4)$$

כאשר :

- $site_{it}$ משתנה דמי המקבל את הערך 1 אם היה אתר סלולרי בקרבת הדירה (במרחק של עד 50 או 100 מטרים) ערב העסקה ו-0 אחרת⁸. לחלופין המשתנה מוגדר כמספר האתרים ערב העסקה.
- $site_average_i$ הערך הממוצע של המשתנה $site_{it}$ לאורך השנים 2000–2011, לפי שיטתו של Mundlak (1978), המתוארת בהמשך. משתנה זה נועד להתמודד עם סלקציה לפי מאפיינים הקבועים על פני זמן.
- A_i משתנה דמי המקבל את הערך 1 עבור דירות שבקרבתן (במרחק של עד 50 או 100 מטרים) הוקמו אתרים בשנים 2000–2011 ו-0 אחרת.
- $\lambda_{d(i)t} * A_i$ משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (עבור כל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000–2011. המשתנה נועד להתמודד עם סלקציה דינמית – מגמות זמן שונות של מחירי דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים.

להלן דברי הסבר לגישה של Mundlak (1978) לטיפול בסלקציה באמידות פאנל. בהנחה שישנם משתנים בלתי נצפים (וקבועים בזמן) המתואמים עם מיקומי האתרים הסלולריים, משתנים אלו היו בתוקף גם לפני הקמת האתרים וגם לאחר הסרתם. נניח מודל דומה למשוואה (3):

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \beta_1 site_{it} + \gamma X_i + \delta_{s(i)} + \lambda_{d(i)t} + \epsilon_{it} \quad (5)$$

כאשר $site_{it}$ הוא כאמור אינדיקטור לקיומו של אתר סלולרי קרוב לדירה ערב העסקה. נניח גם כי מתקיים:

$$\epsilon_{it} = \alpha_i + u_{it} \quad (6)$$

כאשר α_i הוא רכיב בלתי נצפה קבוע על פני זמן בדירה i ו- u_{it} הוא הרכיב המשתנה בזמן. בהנחה שיש מתאם כך ש- $cov(site_{it}, \alpha_i) \neq 0$, נגדיר את α_i כצירוף ליניארי של האינדיקטור לאורך התקופות:

$$\alpha_i = \gamma_1 site_{2000} + \gamma_2 site_{2001} + \dots + \gamma_{12} site_{2011} \quad (7)$$

לבסוף, אם נניח כי המתאם בין קיומו של אתר סלולרי קרוב לדירה ערב העסקה לבין המאפיינים הבלתי נצפים של מיקום הדירה הוא אחיד לאורך השנים אזי $\gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_{12} = \gamma$, כלומר $\alpha_i = 12 \cdot \gamma \cdot site_average_i$, כאשר $site_average_i$ הוא הממוצע של המשתנה $site_{it}$ לאורך השנים. משתנה זה מקבל את הערך 0 עבור דירות שמעולם לא היה בקרבתן אתר סלולרי, ערך 1 עבור דירות שהיה בקרבתן אתר לאורך כל השנים 2000–2011, וערך

⁸ לא נעשה שימוש במשתנה של מספר האתרים הסלולריים באזור הסטטיסטי, משום שהאזור מתפרס על פני שטח גדול יחסית, שאינו בטווח ההשפעה המקובל של אתרים סלולריים על מחירי דירות.

ביניים בין 0 ל-1 עבור דירות שבקרבן הוקמו אתרים במהלך התקופה האמורה, בהתאם למספר השנים שבהן התקיים האתר. ניתן אפוא לפרש משתנה זה כנטייה לפרוס אתרים סלולריים בקרבת הדירה. עוצמת הנטייה משתקפת במספר השנים שבהן היה אתר בקרבת הדירה: ככל שהמספר גבוה יותר הנטייה חזקה יותר.

האמידה במשוואה (4) מאפשרת להתמודד עם ביטוי נוסף של סלקציה – מגמות זמן שונות של מחירי דירות שבקרבן הוקמו אתרים סלולריים, כפי שהתברר מאיור 5 לעיל. משתנה האינטראקציה $\lambda_{a(i)t} * A_i$ מאפשר לנו להתחשב במגמות הדיפרנציאליות הללו, וכך למנוע הטיה אפשרית באומד.

האמידות נערכו פעם לגבי כלל העסקאות, ופעם בנפרד לאזורים סטטיסטיים בדירוג חברתי-כלכלי גבוה (מעל חציון הדירוג – 11) ולכאלה בדירוג נמוך. הסיבה לכך כפולה: (א) השפעת הקרבה לאתרים הסלולריים על מחירי הדירות עשויה להיות דיפרנציאלית לפי הרמה החברתית-כלכלית של התושבים; (ב) גורם מרכזי לסלקציה אפשרית בין אזורים סטטיסטיים בפריסת האתרים הסלולריים הוא הבדלים מסוימים בהתפלגות הרמה החברתית-כלכלית של האזורים שבהם הוקמו האתרים בהשוואה להתפלגות העסקאות (איור 2 לעיל); אמידות נפרדות מצמצמות מאוד את השפעת אותה סלקציה, אם היא קיימת.

6.4 אמידות שנתיות: השפעת האתרים הסלולריים בטווח מרחק מסוים

המשוואות שהוצגו עד כה הן רב-שנתיות. ההנחה הבסיסית היא שהקרבה לאתרים הסלולריים משפיעה על מחירי הדירות באותו האופן בכל השנים. ואולם הנחה זו אינה בהכרח תקפה; ניתן לשער שהשפעת האתרים הייתה קטנה בתחילת העשור הקודם והתגברה מאוחר יותר, עם התרחבות העיסוק הציבורי בנוקיים הבריאותיים האפשריים של הקרינה. השערה נגדית היא שבשנים המוקדמות היו לאתרים השפעות שליליות יותר על מחירי הדירות, עקב אי הוודאות הרבה ששררה אז בקהילה המדעית בעניין השפעות הקרינה, אך אי הוודאות התפוגגה בחלקה עם הזמן, משהתברר כי נזקי הקרינה הם בעיקרם מהטלפונים הסלולריים ולא מהאנטנות. נוסף על כך ייתכן שעם הזמן הציבור התרגל לקיומם של האתרים הסלולריים. לפיכך נערכו אמידות שנתיות נפרדות לשנים 2000–2011, כמו אלו המוצגות במשוואה (4), בהשמטת משתני הדמי לזמן. האמידות נערכו לגבי כל העסקאות ובחלוקה לדירוג חברתי-כלכלי גבוה ונמוך.

7. תוצאות

תוצאות האמידות הבסיסיות של השפעת המרחק מאתר סלולרי על מחירי הדירות, בהסתמך על משוואה (3) וללא התחשבות בסלקטיביות של פריסת האתרים בתוך האזור הסטטיסטי, מוצגות בלוח 5⁹. לגבי אתרי תורן נמצא קשר חיובי ומובהק בין המרחק לאתר לבין מחיר הדירה: ככל שהדירה קרובה יותר לאתר מחירה נמוך יותר. במודלים שבהם מניחים קשר ליניארי בין המרחק למחיר נאמדה עלייה של 0.22% במחיר הדירה לכל התרחקות של 100 מטרים מאתרי תורן (טור 1) ועלייה של 0.34% לגבי כלל האתרים (טור 3). במודלים שבהם מניחים כי השפעת המחיר פוחתת בקצב ההולך וגדל עם המרחק התקבלה, לדוגמה, עלייה של כ-1.38% עם המעבר ממרחק

⁹ לא הכללנו באמידה מרחק ממקום העסקה לאתרים סלולריים שאינם האתר הקרוב ביותר. באמידות בהן הוספנו את המרחק לשני האתרים הבאים הקרובים ביותר נמצא שהאומדים של השפעת המרחק לאותם שני אתרים על מחירי העסקאות קטנים ואינם מובהקים ברוב רובם של המקרים.

של 10 מטרים מאתר תורן למרחק של 50 מטרים ממנו ועלייה של 0.59% בהתרחקות מ-50 מטרים ל-100 מטרים (טור 2)¹⁰, ולגבי כלל האתרים האומדנים הם 1.54% ו-0.66%. תמונה דומה מתקבלת גם במודל שבו משתני המרחק הם משתני דמי לטווחים: מחירן של דירות הנמצאות במרחק של 0-50 מטרים מאתרי תורן נמוך ב-2.56% ממחיר דירות הנמצאות במרחק העולה על 300 מטרים (טור 3); לגבי אתרים ללא אנטנות תורן המחיר נמוך ב-1.3% (טור 6), ולגבי כלל סוגי האתרים הוא נמוך ב-2.0% (טור 9). אומדן ירידת המחיר בשל קרבה לאתרי תורן, כמו גם לכלל סוגי האתרים, מפסיק להיות מובהק במרחק של למעלה מ-200 מטרים מהם. עבור אתרים שאינם אתרי תורן האומדן חדל להיות מובהק כבר במרחק העולה על 100 מטרים מהדירות. התוצאות שהתקבלו באמידות לעיל דומות בגודלן לאלו שנמצאו במחקרים קודמים מהעולם שלא התמודדו עם בעיית הסלקציה בהצבת האתרים הסלולריים.

¹⁰ ערכו של השינוי הנאמד במחירי הדירות הוא 5^β במעבר ממרחק של 10 מטרים בין דירה לאתר סלולרי למרחק של 50 מטרים ($1.38 = 5^{0.0085}$) ו- 2^β במעבר מ-50 מטרים ל-100 מטרים ($0.59 = 2^{0.0085}$). מדובר בגידול של פי 5 ופי 2 במרחק הדירה מהאתר, בהתאמה. β הוא המקדם של לוג המרחק במשוואה (3).

לוח 5. אומדי ההשפעה של מרחק דירות מאתרים סלולריים על מחיריהן לפי סוג האתר:

אמידות רב-שנתיות ללא התחשבות בסלקטיביות בהצבת האתרים¹

כלל האתרים			אתרים ללא תורן			אתרי תורן			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
		0.0034*** (0.0010)			-0.0003 (0.0005)			0.0022** (0.0008)	המרחק לאתר הסלולרי (במאות מטרים)
	0.0095*** (0.0024)			0.0038* (0.0023)			0.0085*** (0.0027)		לוג המרחק לאתר הסלולרי
-0.0198** (0.0082)			-0.0128 (0.0099)			-0.0256*** (0.0078)			דמי למרחק של 0-50 מטרים ²
-0.0184*** (0.0042)			-0.0130*** (0.0046)			-0.0188*** (0.0056)			דמי למרחק של 51-100 מטרים ²
-0.0086** (0.0033)			-0.0044 (0.0035)			-0.0076* (0.0041)			דמי למרחק של 101-200 מטרים ²
-0.0042 (0.0027)			-0.0033 (0.0029)			-0.0002 (0.0028)			דמי למרחק של 201-300 מטרים ²
V	V	V	V	V	V	V	V	V	מאפייני הדירה ³
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי לרבעון Xשנה Xמחוז
392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	מספר התצפיות
0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

*** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.

סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.

(1) מבוסס על משוואה (3).

(2) בהשוואה למרחק של 300 מטרים ומעלה מאתר סלולרי.

(3) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.

כעת נפנה לאמידות המתמודדות עם בעיית הסלקציה. בלוחות 6 ו-7 מוצגות תוצאות אמידות הבחנות את הקשר בין מחירי הדירות לבין קיום אתר סלולרי במרחקים של עד 50 מטרים ועד 100 מטרים מהן ערב העסקה. האמידה מתבצעת פעם אחת בלי כל התחשבות בסלקציה אפשרית בפריסת האתרים; בפעם השנייה יש התחשבות בסלקציה לפי מאפיינים קבועים על פני זמן, בהתאם לשיטתו של Mundlak (1978), הנדונה בסעיף 6.3, אך ללא התחשבות בסלקציה על פני זמן; בפעם השלישית נערכה אמידה מלאה של משוואה (4) עם התחשבות בכל סוגי הסלקציה – הן לפי מאפיינים קבועים בזמן והן בהתחשב במגמות מחירים דיפרנציאליות על פני זמן. לאחר שהובאו בחשבון כל השפעות הסלקציה נמצא שאומדי ההשפעה הסיבתית של קרבת דירות לאתרים סלולריים על מחיריהן אינם מובהקים הן לגבי אתרי תורן והן לגבי שאר האתרים.

נתאר תחילה את הממצאים הנוגעים להשפעת הקרבה של דירות לאתרים סלולריים בטווח של עד 50 מטרים (לוח 6). במקרה של אתרי תורן, התחשבות בסלקציה הפחיתה את האומדן של ההשפעה השלילית מ-2.0% (טור 1) ל-0.5% (טור 3), והאומדן חדל להיות מובהק. באשר לשאר האתרים, נמצאה השפעה שלילית קטנה מאוד ולא מובהקת (טור 6); ירידת המובהקות נובעת ממקדמי גרסיה קרובים יותר לאפס, ומגידול בסטיות התקן¹¹. במקרה של כלל האתרים האומדן עומד על כ-0.5% (טור 9) וסטיית התקן על כ-0.7, ולכן רווח הסמך של האומדן (ברמת מובהקות של 5%) הוא בין עליית מחיר של 0.9% לבין ירידת מחיר של כ-2.0%.

הממצאים הנוגעים להשפעת הקרבה של דירות לאתרים סלולריים בטווח של עד 100 מטרים (לוח 7) דומים לאלו שהתקבלו בטווח של עד 50 מטרים. האומדן להשפעה השלילית על המחירים במקרה של אתרי תורן הוא 0.68% (טור 3), לגבי אתרים ללא תורן (טור 6) ו-0.52% עבור כלל האתרים (טור 9).

בלוחות נ'2 ונ'3-3 בנספח מוצגות תוצאות אמידות שבהן משתנה הדמי לקיום אתרים סלולריים בקרבת הדירות מוחלף במספר האתרים¹². התוצאות דומות לאלו שתוארו לעיל. כמו כן, חושבו אמידות דומות בהן נכללו כל האתרים הסלולריים, לרבות אתרים חסרי נראות (מתקן זעיר פנימי וחיצוני), וגם במקרה זה לא נמצאה השפעה מובהקת של קרבה לאתרים על מחירי הדירות לאחר התחשבות בסלקציה. בנוסף, נערכה אמידה בה הושמטו כל העסקאות בדירות שעל הגג של הבניין היה אתר סלולרי, במטרה להסיר את החשש שמחירי העסקאות מושפעים מהתשלומים שמקבלים הדיירים מחברות הסלולר תמורת הזכות להצבת האתר על הגג; האומדים נותרו ללא שינוי.

כדי לבחון את עמידות התוצאות נערכו גם אמידות כמו אלו דלעיל שבהן הוחלפו משתני הדמי לאזור הסטטיסטי במשתני דמי לבניין ולדירה (גישת העסקאות החוזרות). האמידות לא נערכו לגבי קרבה לאתרי תורן בלבד בגלל מדגם קטן מדי¹³, אלא לגבי קרבה לאתרים סלולריים שאינם

¹¹ הגידול בסטיות התקן נובע, בין השאר, ממתאם גבוה בין ההסתברות לקיומו של אתר קרוב ערב העסקה (site) לבין משתנה הנטייה להצבת אתר (site_average). המתאם גבוה במיוחד (0.85) במקרה של אתרי תורן מכיוון שמעט אתרים כאלו הוקמו בתקופת החקירה (איורים 3 ו-4). במקרה של אתרים אחרים המתאם נמוך יותר אך עדיין גבוה (0.71). המתאם הגבוה מגדיל את רווח הסמך של האומדים, אך לא גורם להם להיות מוטים.

¹² מהאמידות הושמטו תצפיות חריגות של עסקאות בדירות שבקרבתן היה מספר גבוה של אתרים סלולריים – מבין הדירות שבקרבתן היה לפחות אתר אחד נופו אלו באחוזון העליון של מספר האתרים: נופו עסקאות בדירות שבטווח של עד 50 מטרים מהן היו יותר משני אתרים סלולריים ובטווח של עד 100 מטרים יותר משלושה אתרים.

¹³ רק ב-418 מהבניינים (כ-0.4% מהם) וב-290 מהדירות (0.16%) הייתה יותר מעסקה אחת וגם הבניינים או הדירות היו במרחק של עד 50 מטרים מאתר תורן סלולרי שהוקם במהלך השנים 2000–2011.

תורן, ועבור קרבה לכלל האתרים הסולריים. האומדים שהתקבלו אינם מובהקים וקרובים מאוד לאפס, בדומה לתוצאות באמידות הקודמות (לוחות 8-9).

ייתכן ופריסת אתרים סולריים באה בעקבות הקמת מבני ציבור/ מסחר ושכונות מגורים, שהיא בפני עצמה יכולה להשפיע על מחירי הדירות (ראו גם דיון בפרק 5.2 לעיל). על מנת לבחון השערה זו התקבלו מהלמ"ס שכבות GIS של שימושי קרקע לשנים 2003 ו-2014 (אין לשנים אחרות). שימושי הקרקע חולקו על ידינו לשלוש קטגוריות: שטח פתוח/ חקלאי, מגורים ומבנים אחרים (פירוט בלוח נ"ו-4 בנספח). עבור כל עסקה נבדק שימוש הקרקע בשנים 2003 ו-2014. לאחר מכן הושמטו 81,973 עסקאות ששימוש הקרקע שלהן השתנה בין השנים. שיעור ההשמטה עמד על כ-25% בעסקאות בקרבה של עד 100 מטרים מאתרים סולריים שהוקמו לאחר 2003, ועל כ-20% בעסקאות אחרות. תוצאות האמידות עבור העסקאות שנותרו, ביחס לדירות בקרבה של עד 100 מטרים מאתרים סולריים, מוצגות בלוח 10. התוצאות אינן שונות משמעותית מהתוצאות הקודמות (לוח 7) – לאחר התחשבות בסלקציה השפעת האתרים נותרת שלילית מעט ולא מובהקת.

נערכו גם אמידות נפרדות לעסקאות בדירות באזורים סטטיסטיים בדירוג חברתי-כלכלי גבוה ובדירוג נמוך (בכולן נכללו משתני הסלקטיביות). התוצאות לגבי השפעת קיום אתרים סולריים בקרבה של עד 50 מטרים מהדירות על מחיריהן מוצגות בלוח 11. האומדים אינם מובהקים. בלוח נ"ו-5 בנספח מוצגות תוצאות דומות להשפעת קיום אתרים בקרבה של עד 100 מטרים מהדירות.

נעבור עתה לתיאור תוצאות האמידות השנתיות של השפעת קרבת אתרים סולריים לדירות על מחיריהן. אמידות אלו ילמדו אותנו אם לאורך השנים חלו שינויים בהשפעה. מלוח 12 ואיור 6 עולה כי ללא התחשבות בסלקציה האומדים שליליים ומובהקים ברוב השנים, אך כאשר מכלילים את משתנה הסלקציה הם חדלים להיות מובהקים¹⁴. תמונה דומה עולה גם באמידות נפרדות לאתרי תורן ולשאר האתרים (לוחות נ"ו-6 ונ"ו-7 ואיורים נ"ו-2 ונ"ו-3).

¹⁴ בחלק מהשנים נדמה שההשפעה (באמידה עם תיקון לסלקטיביות) שלילית יותר עבור דירות במרחק של עד 100 מטרים מאתרים סולריים בהשוואה לדירות במרחק עד 50 מטרים. תוצאה זו נובעת כנראה מכך ששיעור הדירות במרחק של עד 50 מטרים מאתרים קטן מאוד ולכן האומדים השנתיים תנודתיים. בכל מקרה רווחי הסמך השנתיים של האומדים עבור 100 מטרים מוכלים בתוך רווחי הסמך השנתיים של האומדים עבור 50 מטרים, ולכן ההבדלים באומדים אינם מובהקים.

לוח 6. אומדי ההשפעה של קיום אתרים סלולריים בקרבת דירות על מחיריהן לפי סוג האתר,

אמידות רב-שנתיות המתחשבות בסלקטיביות בהצבת האתרים:

אתרים סלולריים במרחק עד 50 מטרים מהדירות¹

כלל האתרים			אתרים ללא תורן			אתרי תורן			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
-0.0053	0.0021	-0.0116	-0.0061	0.0038	-0.0085	-0.0053	-0.0041	-0.0198***	אתר סלולרי
(0.0073)	(0.0070)	(0.0073)	(0.0074)	(0.0072)	(0.0093)	(0.0142)	(0.0132)	(0.0071)	ערב העסקה
-0.0097	-0.0189*		0.0060	-0.0187		-0.0223	-0.0185		ממוצע האתרים
(0.0132)	(0.0100)		(0.0233)	(0.0132)		(0.0192)	(0.0191)		על פני זמן
V	V	V	V	V	V	V	V	V	מאפייני הדירה ²
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי
V	V	V	V	V	V	V	V	V	לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי
V	X	X	V	X	X	V	X	X	לרבעון Xשנה Xמחוז
									מגמות זמן נפרדות
									לפי הנטייה להצבת
									אתר סלולרי ³
392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	מספר התצפיות
0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

* מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.

סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.

(1) מבוסס על משוואה (4).

(2) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.

(3) משתנה אינטראקציה בין מגמות הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000–2011.

לוח 7. אומדי ההשפעה של קיום אתרים סלולריים בקרבת דירות על מחיריהן לפי סוג האתר,

אמידות רב-שנתיות המתחשבות בסלקטיביות בהצבת האתרים:

אתרים סלולריים במרחק עד 100 מטרים מהדירות¹

כלל האתרים			אתרים ללא תורן			אתרי תורן			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
-0.0052	-0.0034	-0.0129***	-0.0057	-0.0009	-0.0098**	-0.0068	-0.0074	-0.0169***	אתר סלולרי
(0.0045)	(0.0045)	(0.0035)	(0.0046)	(0.0045)	(0.0042)	(0.0074)	(0.0077)	(0.0046)	ערב העסקה
-0.0104	-0.0129**		-0.0022	-0.0134*		-0.0154*	-0.0111		ממוצע האתרים
(0.0070)	(0.0061)		(0.0099)	(0.0073)		(0.0086)	(0.0089)		על פני זמן
V	V	V	V	V	V	V	V	V	מאפייני הדירה ²
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי
									לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי
									לרבעוןXשנהXמחוז
V	X	X	V	X	X	V	X	X	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ³
392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	392,851	מספר התצפיות
0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

*** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.

סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.

(1) מבוסס על משוואה (4).

(2) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.

(3) משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000-2011.

לוח 8. אומדי ההשפעה של קיום אתרים סלולריים בקרבת דירות על מחיריהן לפי סוג האתר, השוואה בין אמידות עם משתנה דמי לאזור סטטיסטי לבין אמידות עם משתנה דמי לבניין או לדירה¹:

אתרים סלולריים במרחק עד 50 מטרים מהדירות

כלל האתרים			אתרים ללא תורן			
(6) Fixed Effects לדירה	(5) Fixed Effects לבניין	(4) Fixed Effects לאזור סטטיסטי	(3) Fixed Effects לדירה	(2) Fixed Effects לבניין	(1) Fixed Effects לאזור סטטיסטי	
-0.0007 (0.0132)	0.0007 (0.0080)	-0.0053 (0.0073)	-0.0078 (0.0149)	-0.0091 (0.0071)	-0.0061 (0.0074)	אתר סלולרי ערב העסקה
-	-	-0.0097 (0.0132)	-	-	0.0060 (0.0233)	ממוצע האתרים על פני זמן
V	V	V	V	V	V	מאפייני הדירה ²
X	X	V	X	X	V	משתני דמי לאזורים הסטטיסטיים
X	V	X	X	V	X	משתנה דמי לבניין
V	X	X	V	X	X	משתנה דמי לדירה
V	V	V	V	V	V	משתני דמי לרבעון Xשנה Xמחוז
V	V	V	V	V	V	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ³
95,806 (44,867)	358,059 (68,165)	392,851	95,806 (44,867)	358,059 (68,165)	392,851	מספר התצפיות (מספר בניינים/ דירות)
0.924	0.917	0.868	0.924	0.917	0.868	Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.
 *** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.
 סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.
 (1) מבוסס על משוואה (4).
 (2) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.
 (3) משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000-2011.

לוח 9. אומדי ההשפעה של קיום אתרים סלולריים בקרבת דירות על מחיריהן לפי סוג האתר, השוואה בין אמידות עם משתנה דמי לאזור סטטיסטי לבין אמידות עם משתנה דמי לבניין או לדירה¹:

אתרים סלולריים במרחק עד 100 מטרים מהדירות

כלל האתרים			אתרים ללא תורן			
(6) Fixed Effects לדירה	(5) Fixed Effects לבניין	(4) Fixed Effects לאזור סטטיסטי	(3) Fixed Effects לדירה	(2) Fixed Effects לבניין	(1) Fixed Effects לאזור סטטיסטי	
-0.0007 (0.0132)	-0.0043 (0.0038)	-0.0052 (0.0045)	0.0031 (0.0081)	-0.0065 (0.0041)	-0.0057 (0.0046)	אתר סלולרי ערב העסקה
-	-	0.0145 (0.0164)	-	-	-0.0022 (0.0099)	ממוצע האתרים על פני זמן
V	V	V	V	V	V	מאפייני הדירה ²
X	X	V	X	X	V	משתני דמי לאזורים הסטטיסטיים
X	V	X	X	V	X	משתנה דמי לבניין
V	X	X	V	X	X	משתנה דמי לדירה
V	V	V	V	V	V	משתני דמי לרבעון X שנה X מחוז
V	V	V	V	V	V	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ³
95,806 (44,867)	358,059 (68,165)	392,851	95,806 (44,867)	358,059 (68,165)	392,851	מספר התצפיות (מספר בניינים/ דירות)
0.924	0.917	0.868	0.924	0.917	0.868	Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחקרים.
 *** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.
 סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.
 (1) מבוסס על משוואה (4).
 (2) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.
 (3) משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000-2011.

לוח 10. אומדי ההשפעה של קיום אתרים סלולריים במרחק עד 100 מטרים מדירות על מחיריהן לפי סוג האתר,

אמידות רב-שנתיות המתחשבות בסלקטיביות בהצבת האתרים¹:

לא כולל עסקאות בדירות ששימושי הקרקע בסביבתם השתנו בין 2003 ל-2014

כלל האתרים			אתרים ללא תורן			אתרי תורן			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
-0.0037	-0.0011	-0.0050	-0.0061	-0.0005	-0.0033	-0.0044	-0.0051	-0.0083	אתר סלולרי
(0.0049)	(0.0047)	(0.0040)	(0.0051)	(0.0047)	(0.0048)	(0.0085)	(0.0089)	(0.0055)	ערב העסקה
-0.0029	-0.0053		0.0084	-0.0043		-0.0116	-0.0037		ממוצע האתרים
(0.0080)	(0.0066)		(0.0123)	(0.0082)		(0.0098)	(0.0097)		על פני זמן
V	V	V	V	V	V	V	V	V	מאפייני הדירה ²
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי
									לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי
V	X	X	V	X	X	V	X	X	לרבעון Xשנה Xמחוז
									מגמות זמן נפרדות לפי
									הנטייה להצבת
									אתר סלולרי ³
310,878	310,878	310,878	310,878	310,878	310,878	310,878	310,878	310,878	מספר התצפיות
0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.
 *** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.

סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.
 (1) מבוסס על משוואה (4).

(2) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.

(3) משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000-2011.

לוח 11. אומדי ההשפעה של קיום אתרים סלולריים במרחק עד 50 מטרים מדירות
 על מחיריהן לפי הדירוג החברתי-כלכלי¹ וסוג אתר,
 אמידות רב-שנתיות המתחשבות בסלקטיביות בהצבת האתרים²

א. דירוג חברתי-כלכלי נמוך

אתרי תורן	אתרים ללא תורן	כלל האתרים	
(1)	(2)	(3)	
-0.0141 (0.0174)	-0.0023 (0.0119)	0.0020 (0.0123)	אתר סלולרי ערב העסקה
0.0042 (0.0188)	0.0433 (0.0516)	0.0138 (0.0263)	ממוצע האתרים על פני זמן
V	V	V	מאפייני הדירה ³
V	V	V	משתני דמי
V	V	V	לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	משתני דמי
V	V	V	לרבעון Xשנה Xמחוז
V	V	V	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ⁴
203,415	203,415	203,415	מספר התצפיות
0.842	0.842	0.842	Adjusted R ²

ב. דירוג חברתי-כלכלי גבוה

אתרי תורן	אתרים ללא תורן	כלל האתרים	
(4)	(5)	(6)	
0.0024 (0.0236)	-0.0140 (0.0090)	-0.0094 (0.0090)	אתר סלולרי ערב העסקה
-0.0429 (0.0266)	-0.0183 (0.0149)	-0.0270** (0.0118)	ממוצע האתרים על פני זמן
V	V	V	מאפייני הדירה ³
V	V	V	משתני דמי
V	V	V	לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	משתני דמי
V	V	V	לרבעון Xשנה Xמחוז
V	V	V	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ⁴
189,436	189,436	189,436	מספר התצפיות
0.838	0.838	0.838	Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.
 *** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.
 סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.

(1) הדירוג החברתי-כלכלי של האזורים הסטטיסטיים הוא לפי מפקד 2008, כפי שחושב על ידי הלמ"ס. הדירוג הוא בסולם מ-1 עד 20; 20 הוא הערך עבור האזור המבוסס ביותר. דירוג חברתי-כלכלי נמוך הוא מתחת לחציון – 11 ומטה.

(2) מבוסס על משוואה (4).

(3) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.

(4) משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000-2011.

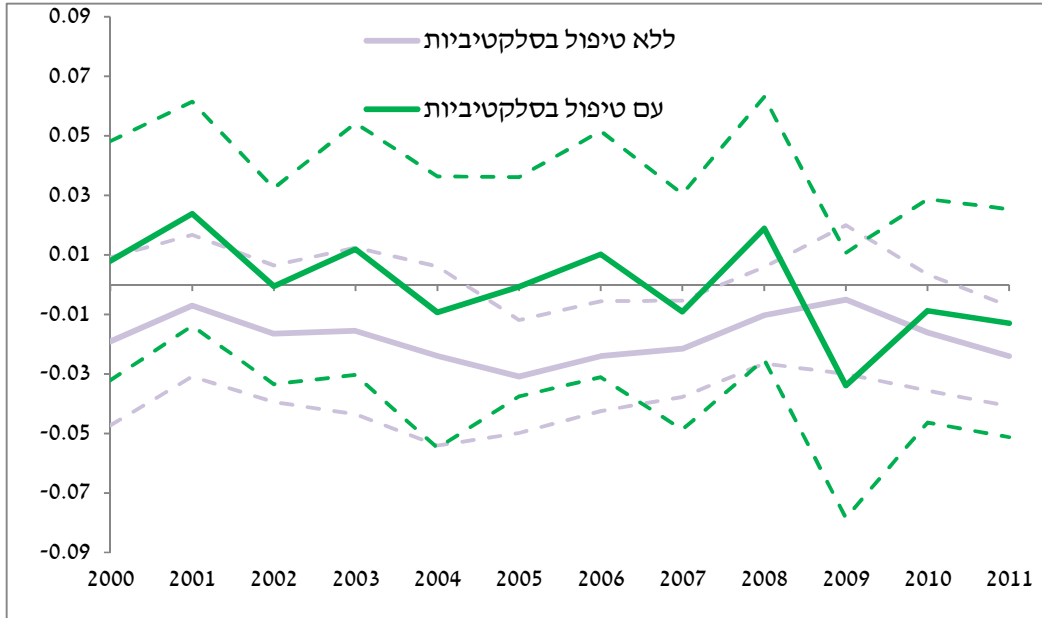
לוח 12. אומדי ההשפעה של קיום אתרים סלולריים מכל הסוגים במרחק עד 50 ועד 100 מטרים
 מדירות על מחיריהן, ללא/עם טיפול בסלקטיביות בהצבת האתרים¹

100 מטרים		50 מטרים		
עם טיפול בסלקטיביות	ללא טיפול בסלקטיביות	עם טיפול בסלקטיביות	ללא טיפול בסלקטיביות	
-0.0103 (0.0073)	-0.0032 (0.0085)	0.0080 (0.0205)	-0.0191 (0.0144)	2000
-0.0058 (0.0108)	-0.0103 (0.0073)	0.0238 (0.0192)	-0.0071 (0.0122)	2001
0.0032 (0.0105)	-0.0058 (0.0065)	-0.0005 (0.0168)	-0.0165 (0.0117)	2002
-0.0023 (0.0111)	-0.0181*** (0.0066)	0.0119 (0.0216)	-0.0155 (0.0143)	2003
-0.0055 (0.0120)	-0.0213*** (0.0071)	-0.0093 (0.0233)	-0.0240 (0.0154)	2004
-0.0115 (0.0126)	-0.0193*** (0.0060)	-0.0007 (0.0188)	-0.0309*** (0.0097)	2005
-0.0002 (0.0118)	-0.0121** (0.0055)	0.0102 (0.0211)	-0.0240** (0.0094)	2006
-0.0049 (0.0104)	-0.0104** (0.0051)	-0.0092 (0.0202)	-0.0215*** (0.0083)	2007
0.0059 (0.0115)	-0.0106** (0.0054)	0.0189 (0.0225)	-0.0103 (0.0083)	2008
-0.0059 (0.0117)	-0.0215*** (0.0057)	-0.0339 (0.0227)	-0.0050 (0.0128)	2009
-0.0024 (0.0099)	-0.0119** (0.0054)	-0.0088 (0.0192)	-0.0161 (0.0100)	2010
0.0006 (0.0107)	-0.0158*** (0.0050)	-0.0130 (0.0195)	-0.0240*** (0.0086)	2011

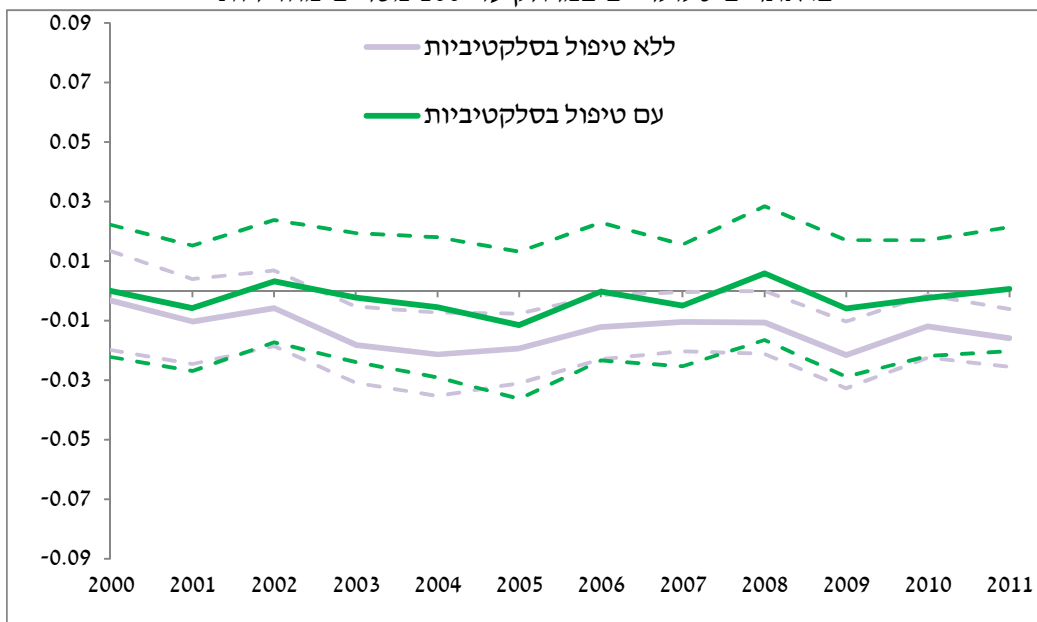
המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.
 *** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.
 סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.
 (1) מבוסס על משוואה (4), בהשמטת מגמת הזמן ומשתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים לאורך השנים 2000–2011.

איור 6. אומדים שנתיים של קיום אתרים סולריים מכל הסוגים בקרבת דירות על מחיריהן

א. אתרים סולריים במרחק עד 50 מטרים מהדירות



ב. אתרים סולריים במרחק עד 100 מטרים מהדירות



המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים. הקווים המקווקים מציינים רווח סמך ברמת מובהקות של 5%.

8. סיכום

לפריסת אתרים סלולריים בקרבת בתי מגורים עלולות להיות השפעות חיצוניות שליליות על מחירי הדירות בשל חשש הציבור מנזקים בריאותיים של הקרינה הבלתי-מייננת והמפגע החזותי. ההתרחבות המואצת של רשת התקשורת הניידת בשני העשורים האחרונים חידדה את הצורך לבחון סוגיה זו. המחקר הנוכחי בוחן, לראשונה באופן שיטתי בישראל, את השפעת הקרבה של דירות לאתרים סלולריים על מחיריהן ביישובים עירוניים יהודיים וביישובים מעורבים בשנים 2000–2011.

בסיס הנתונים למחקר הוא תוצאה של זיווג לפי המיקום הגיאוגרפי המדויק, בין קובצי העסקאות בדירות מגורים של רשות המסים בישראל (כרמ"ן) לבין מידע מפורט על כל האנטנות הסלולריות בישראל, שהתקבל מהמשרד להגנת הסביבה. נערכו אמידות הדוניות (ובגישת העסקאות החוזרות) של מחירי הדירות כתלות במאפייניהן הפיזיים, במקומן ובקרבת אתרים סלולריים אליהן. הובאה בחשבון האפשרות שהייתה בחירה לא-מקרית (סלקציה) של מיקומי הצבת האתרים הסלולריים, תופעה שכמעט לא התייחסו אליה בספרות המחקר בתחום.

הממצאים העיקריים של המחקר מלמדים שלפני התחשבות בסלקציה אפשרית בפריסת האתרים הסלולריים, קיימת השפעה שלילית קטנה ומובהקת של קרבה לאתרים על מחירי הדירות; השפעה זו דומה בגודלה להשפעה שנמצאה במחקרים קודמים בספרות שלא התחשבו בסלקציה. לאחר התחשבות בסלקציה, נמצאה השפעה שלילית קטנה מאוד ולא מובהקת של קרבת דירות לאתרים סלולריים על מחיריהן. ממצא זה תקף גם ביחס לקרבה לאתרי תורן הבולטים מטבעם. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בתוצאות בין שכונות שתושביהן בדירוג חברתי-כלכלי גבוה לשכונות שתושביהן בדירוג נמוך.

למחקר מגבלות אחדות: אין ברשותנו מידע על קיום קו ראייה בין האתר הסלולרי לדירה, גורם שעשויה להיות לו תרומה לא מבוטלת לעוצמת ההשפעה החיצונית השלילית. ייתכן שקיימים גורמים בלתי נצפים המתואמים בו-זמנית עם פריסת אתרים סלולריים ועם מחיר הדירה, גורמים המשתנים על פני זמן. במהלך התקופה הנחקרת נפרסו רק מעט אתרי תורן, דבר המקשה על זיהוי ההשפעה. המחקר מניח שהנטייה להקמת אנטנה סלולרית קבועה על פני זמן ואינו מתחשב באפשרות שירידת מחירי הדירות בקרבת האנטנות תגביר את הסיכוי להקמת אנטנות נוספות בעתיד או לאי-הסרת האנטנות הקיימות (למשל בשל דמי שכירות נמוכים יותר שישלמו חברות הסלולר לבעלי הדירות ששווי דירותיהן פחת); יתר על כן, הקמת אנטנה עשויה להפחית את הסיכוי לבצע עסקה באזור או לשנות את מאפייני מבצעי העסקאות, וגורמים אלו בפני עצמם עלולים להשפיע על מחיר הדירה¹⁵. המחקר התמקד ביישובים עירוניים יהודיים וביישובים מעורבים, שכן רק בהם יש מספר גדול דיו של עסקאות; הממצאים ביישובים כפריים ולא-יהודיים עשויים להיות שונים.

¹⁵ אמידת משוואה (4) עם פיקוח על מספר העסקאות באזור הסטטיסטי וברבעון בו התבצעה עסקה מעלה שהאומדן של מספר העסקאות קטן מאוד ולא מובהק, בשעה ששאר האומדים כמעט לא השתנו.

ביבליוגרפיה

- ברזילי, ב' (2005). "ירידת ערך נכס עקב גורמים פסיכולוגיים", *מקרקעין*, ד/1, עמ' 72–80.
- ברזילי, ב' (2006). *השפעות חיצוניות בהלכי תכנון*, עבודת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב.
- הילמן, ד' (2014). "הפגנה והשבתת לימודים בביה"ס החדש בשכונת 80 בכפ"ס", *Local*, <http://www.local.co.il/kfar-saba/118638/article.htm>, תאריך הגישה: 25/11/2015.
- הללי, י' (2014). "החשד: הפיצוץ בעכו נגרם מהצתת אנטנות סלולריות", *NRG*, <http://www.nrg.co.il/online/1/ART2/554/674.html>, תאריך הגישה: 25/11/2015.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2014). *מתודולוגיה לחישוב מדד מחירי דירות ומחירים ממוצעים רבעוניים ושנתיים*, http://www.cbs.gov.il/www/price_new/a1_3_h.pdf, תאריך הגישה: 01/06/2016.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). *הכנסות והוצאות משק הבית – נתונים מסקר הוצאות משק הבית 2013*, סיכומים כלליים, פרסום מס' 1613, ירושלים.
- משרד הבריאות (2015). *קרינה סלולרית*, http://www.health.gov.il/Subjects/radiation/cell_phone/Pages/default.aspx, תאריך הגישה: 25/11/2015.
- המשרד להגנת הסביבה (2015). *קרינה בלתי-מייננת*, http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Radiation/Radiation/non-ionising/Pages/Non_ionising_Radiation.aspx, תאריך הגישה: 25/11/2015.
- סדצקי, ס' (2010). *נייר עמדה בנושא: קרינה אלקטרומגנטית בסביבת התלמיד*, היחידה לאפידמיולוגיה של סרטן ושל קרינה, מכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות, המרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא, תל השומר.
- קפל, צ' (2015). "בזכות המחאה: גני הילדים ימוגנו מקרינת אנטנות", *Mynet* (20.08.2015), <http://www.mynet.co.il/articles/0,7340,L-4692750,00.html>, תאריך הגישה: 25/11/2015.
- ראב"ד, א' (2007). "עימות בפקיעין: עשרות שוטרים ואזרחים נפצעו", *Ynet* (30.10.2007), <http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3465593,00.html>, תאריך הגישה: 25/11/2015.
- רוני, י' (2008). *הסדרתה של תשתית אנטנות סלולריות – סקירה משווה*, מרכז המחקר והמידע של הכנסת, ירושלים.

Banfi, S. and F. Massimo (2008). "Valuation of Environmental Goods in Profit and Non-Profit Housing Sectors: Evidence from the Rental Market in the City of Zurich", *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, Vol. 144(4), pp. 631–654.

Bond, S. (2007). "The Effect of Distance to Cell Phone Towers on House Prices in Florida", *Appraisal Journal*, Vol. 75(4), pp. 362–370.

- Bond, S. and K.K. Wang (2005). "The Impact of Cell Phone Towers on House Prices in Residential Neighborhoods", *Appraisal Journal*, Vol. 73(3), pp. 277–256.
- Brandt, S. and W. Maennig (2012). "Perceived externalities of Cell Phone Base Stations – the Case of Property Prices in Hamburg, Germany", *Environment and Planning A*, Vol. 44(2), pp. 396–410.
- Europa-Summaries of EU Legislation, "The Precautionary Principle", <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV:l32042>, Access date: 25/11/2015.
- Filippova, O. and M. Rehm (2011). "The Impact of Proximity to Cell Phone Towers on Residential Property Values", *International Journal of Housing Markets and Analysis*, Vol. 4(3), pp. 244–267.
- Hutter, H.P., H. Moshhammer, P. Wallner and M. Kundi (2006). "Subjective Symptoms, Sleeping Problems, and Cognitive Performance in Subjects Living Near Mobile Phone Base Stations", *Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 63(5), pp. 307–313.
- International Agency for Research on Cancer (2013). "Non-Ionizing Radiation, part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields", *IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans*. Vol. 102, pp. 1–460.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) (2009). "Epidemiology of Health Effects of Radiofrequency Exposure", in: P. Vecchia et al. (editors), *Exposure to High Frequency Electromagnetic Fields, Biological Effects and Health Consequences (100 kHz-300 GHz)*, Munich Germany: ICNIRP.
- Locke, S.L., and G.C. Blomquist (2016). "The Cost of Convenience: Estimating the Impact of Communication Antennas on Residential Property Values", *Land Economics* Vol. 92(1), pp. 131–147.
- Mundlak, Y. (1978). "On the Pooling of Time Series and Cross Section data", *Econometrica*, Vol. 46(1), pp. 69–85.
- Rosen, S. (1974). "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *The Journal of Political Economy*, Vol. 82(1), pp. 34–55.
- Wirth, B. and A. Mense (2014). *Flat Prices, Cell Phone Base Stations and Network Structure. Beiträge zur Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik 2014: Evidenzbasierte Wirtschaftspolitik - Session: Natural Experiments*, No. B08-V3. pp. 1–31.

- Wolf, R. and D. Wolf (2004). "Increased Incidence of Cancer Near a Cell-Phone Transmitter Station", *International Journal of Cancer Prevention*, Vol 1(2), pp. 123–128.
- The World Bank (2015a). *World Development Indicators*, Mobile cellular Subscriptions (per 100 people), <http://data.worldbank.org/indicator/it.cel.sets.p2>, Access Date: 25/11/2015.
- The World Bank (2015b). *World Development Indicators*, Population, Total, <http://data.worldbank.org/indicator/sp.pop.tl>, Access Date: 25/11/2015.
- Wyman, D. and E. Worzala (2013). "A Review of HVOTL Studies in North America", In: S. Bond, S. Sims and P. Dent (editors), *Towers, Turbines and Transmission Lines: Impacts on Property Value*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

נספח

לוח נ' 1. רשימת היישובים שהלמ"ס כוללת בחישוב מדד מחירי הדירות בבעלות הדיירים¹

היישוב	האזור	היישוב	האזור
אופקים	דרום	מעלה אדומים	מרכז
אור יהודה	מרכז	מעלות-תרשיחא	צפון
אילת	דרום	נהרייה	צפון
אלעד	מרכז	נס ציונה	מרכז
אשדוד	דרום	נצרת ²	צפון
אשקלון	דרום	נצרת עילית	צפון
באר שבע	דרום	נשר	צפון
בית שמש	מרכז	נתיבות	דרום
ביתר עילית	מרכז	נתניה	שרון
בני ברק	גוש דן	עכו	צפון
בת ים	גוש דן	עפולה	צפון
גבעת שמואל	מרכז	ערד	דרום
גבעתיים	גוש דן	פרדס חנה-כרכור	צפון
גדרה	דרום	פתח תקווה	מרכז
דימונה	דרום	צפת	צפון
הוד השרון	שרון	קריית אונו	מרכז
הרצלייה	שרון	קריית אתא	קריות
זיכרון יעקב	צפון	קריית ביאליק	קריות
חדרה	שרון	קריית גת	דרום
חולון	גוש דן	קריית טבעון	צפון
חיפה	חיפה	קריית ים	קריות
טבריה	צפון	קריית מוצקין	קריות
טירת הכרמל	צפון	קריית מלאכי	דרום
יבנה	מרכז	קריית שמונה	צפון
יהוד	מרכז	ראש העין	מרכז
יקנעם עילית	צפון	ראשון לציון	מרכז
ירושלים	ירושלים	רחובות	מרכז
כפר סבא	שרון	רמלה	מרכז
כרמיאל	צפון	רמת גן	גוש דן
לוד	מרכז	רמת השרון	שרון
מבשרת ציון	מרכז	רעננה	שרון
מגדל העמק	צפון	שדרות	דרום
מודיעין-מכבים-רעות	מרכז	תל אביב-יפו	תל אביב
מודיעין עילית	מרכז		

המקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

(1) החל משנת 2011.

(2) לא נכללה במחקר הנוכחי.

לוח נ'-2. אומדי ההשפעה של מספר האתרים הסלולריים בקרבת הדירות על מחיריהן לפי סוג האתר,

אמידות רב-שנתיות המתחשבות בסלקטיביות בהצבת האתרים:

אתרים סלולריים במרחק עד 50 מטרים מהדירות¹

כלל האתרים			אתרים ללא תורן			אתרי תורן			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
-0.0030 (0.0064)	0.0050 (0.0067)	-0.0109* (0.0061)	-0.0040 (0.0068)	0.0057 (0.0070)	-0.0083 (0.0080)	-0.0003 (0.0138)	0.0000 (0.0128)	-0.0182*** (0.0066)	מספר האתרים הסלולריים ערב העסקה
-0.0106 (0.0115)	-0.0214** (0.0086)		0.0017 (0.0203)	-0.0210* (0.0114)		-0.0252 (0.0158)	-0.0213 (0.0152)		ממוצע האתרים על פני זמן
V	V	V	V	V	V	V	V	V	מאפייני הדירה ²
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי לרבעון X שנה X מחוז
V	X	X	V	X	X	V	X	X	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ³
392,659 0.868	392,659 0.868	392,659 0.868	392,659 0.868	392,659 0.868	392,659 0.868	392,659 0.868	392,659 0.868	392,659 0.868	מספר התצפיות Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

*** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.

סטיות התקן, מתוקננות לאזורים הסטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.

(1) מבוסס על משוואה (4).

(2) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.

(3) משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000-2011.

לוח נ-3. אומדי ההשפעה של מספר האתרים הסלולריים בקרבת הדירות על מחיריהן לפי סוג האתר,

אמידות רב-שנתיות המתחשבות בסלקטיביות בהצבת האתרים:

אתרים סלולריים במרחק עד 100 מטרים מהדירות¹

כלל האתרים			אתרים ללא תורן			אתרי תורן			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
-0.0014 (0.0202)	0.0014 (0.0042)	-0.0074** (0.0031)	-0.0016 (0.0044)	0.0025 (0.0047)	-0.0055 (0.0044)	-0.0029 (0.0067)	-0.0042 (0.0068)	-0.0124*** (0.0038)	מספר האתרים הסלולריים ערב העסקה
-0.0049 (0.0069)	-0.0115** (0.0057)		0.0021 (0.0114)	-0.0120 (0.0079)		-0.0146* (0.0078)	-0.0095 (0.0078)		ממוצע האתרים על פני זמן
V	V	V	V	V	V	V	V	V	מאפייני הדירה ²
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	V	V	V	V	V	V	משתני דמי לרבעון X שנה X מחוז
V	X	X	V	X	X	V	X	X	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ³
392,397 0.868	392,397 0.868	392,397 0.868	392,397 0.868	392,397 0.868	392,397 0.868	392,397 0.868	392,397 0.868	392,397 0.868	מספר התצפיות Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

*** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.

סטיות התקן, מתוקננות לאזורים הסטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.

(1) מבוסס על משוואה (4).

(2) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.

(3) משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000-2011.

לוח נ' 4. סיווג שימושי קרקע

שימוש קרקע 2014	שימוש קרקע 2003	קטגוריות המחקר
מתחמי גידול בעלי חיים	שטח פתוח ציבורי	שטח פתוח/ חקלאי
בתי צמיחה	יער וחורש	
חפירה ארכיאולוגית	מטעים, פרדסים ועצי זית	
חפור מופר אחר	שדות מעובדים	
כבישים	שטח פתוח אחר	
גופי מים מלאכותיים		
גופי מים טבעיים		
גינון לנוי פארק ציבורי		
יער וחורש		
מטעים		
גידולי שדה		
שיחים בתה ועשבוני		
אזור סלעי		
כרייה וחציבה		
קרקע		
מגורים	מגורים	מגורים
חינוך והשכלה	חינוך והשכלה	שימוש קרקע אחר
בריאות ורווחה	בריאות ורווחה	
שירותי דת	שירותים ציבוריים	
חירום והצלה	תרבות, פנאי, נופש וספורט	
שרותי מינהל ציבורי	מסחר	
בתי עלמין	תעשייה ותשתיות	
תרבות פנאי וספורט	תחבורה	
מלונאות ואירוח כפרי	מבנים חקלאיים	
מסחר ומגורים במרכז עירוני		
תחנות תדלוק ושירותי דרך		
מסחר ומשרדים		
תעשייה		
מכלולי תחבורה מסילתית		
מכלולי תחבורה אווירית		
מכלולי תחבורה ימית		
חשמל ותקשורת		
סילוק פסולת		
תשתיות רטובות וסגורות		
מבנים חקלאיים ללא אפיון		
חניונים ותחנות מרכזיות		
שירות לציבור ללא אפיון		

המקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

לוח נ' 5. אומדי ההשפעה של קיום אתרים סלולריים במרחק עד 100 מטרים מדירות על מחיריהן לפי הדירוג החברתי-כלכלי¹ וסוג האתר, אמידות רב-שנתיות המתחשבות בסלקטיביות בהצבת האתרים²

א. דירוג חברתי-כלכלי נמוך

אתרי תורן	אתרים ללא תורן	כלל האתרים	
(1)	(2)	(3)	
-0.0117 (0.0113)	-0.0017 (0.0072)	-0.0025 (0.0062)	אתר סלולרי ערב העסקה
0.0041 (0.0119)	0.0166 (0.0173)	0.0048 (0.0103)	ממוצע האתרים על פני זמן
V	V	V	מאפייני הדירה ³
V	V	V	משתני דמי
V	V	V	לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	משתני דמי
V	V	V	לרבעוןXשנהXמחוז
V	V	V	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ⁴
203,415	203,415	203,415	מספר התצפיות
0.842	0.843	0.843	Adjusted R ²

ב. דירוג חברתי-כלכלי גבוה

אתרי תורן	אתרים ללא תורן	כלל האתרים	
(4)	(5)	(6)	
-0.0038 (0.0090)	-0.0087 (0.0062)	-0.0085 (0.0063)	אתר סלולרי ערב העסקה
-0.0307*** (0.0116)	-0.0178* (0.0102)	-0.0220** (0.0091)	ממוצע האתרים על פני זמן
V	V	V	מאפייני הדירה ³
V	V	V	משתני דמי
V	V	V	לאזורים הסטטיסטיים
V	V	V	משתני דמי
V	V	V	לרבעוןXשנהXמחוז
V	V	V	מגמות זמן נפרדות לפי הנטייה להצבת אתר סלולרי ⁴
189,436	189,436	189,436	מספר התצפיות
0.838	0.838	0.838	Adjusted R ²

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים. *** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.
סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.

(1) הדירוג החברתי-כלכלי של האזורים הסטטיסטיים הוא לפי מפקד 2008, כפי שחושב על ידי הלמ"ס. הדירוג הוא בסולם מ-1 עד 20: 20 הוא הערך לאזור המבוסס ביותר. דירוג חברתי-כלכלי נמוך הוא מתחת לחציון – 11 ומטה.

(2) מבוסס על משוואה (4).

(3) מספר החדרים (בקבוצות של 1.5-2.0, 2.5-3.0, 3.5-4.0, 4.5-5.0), שטח הדירה וגילה.

(4) משתנה אינטראקציה בין מגמת הזמן (לכל מחוז בנפרד) לבין דירות שבקרבתן הוקמו אתרים סלולריים בשנים 2000-2011.

**לוח נ' 6. אומדים שנתיים של השפעת קיום אתרי תורן סלולריים
במרחק עד 50 ועד 100 מטרים מדירות על מחיריהן,
ללא/עם טיפול בסלקטיביות בהצבת האתרים הסלולריים¹**

100 מטרים		50 מטרים		
עם טיפול בסלקטיביות	ללא טיפול בסלקטיביות	עם טיפול בסלקטיביות	ללא טיפול בסלקטיביות	
-0.0184** (0.0093)	-0.0065 (0.0114)	-0.0284 (0.0389)	-0.0278 (0.0200)	2000
-0.0101 (0.0180)	-0.0184** (0.0093)	0.0309 (0.0395)	-0.0104 (0.0190)	2001
0.0240 (0.0187)	-0.0098 (0.0089)	0.0567 (0.0469)	-0.0017 (0.0166)	2002
0.0370 (0.0255)	-0.0122 (0.0094)	0.0485 (0.0584)	-0.0090 (0.0169)	2003
0.0425* (0.0226)	-0.0163 (0.0109)	0.0569 (0.0366)	-0.0317** (0.0152)	2004
-0.0294 (0.0233)	-0.0238*** (0.0090)	-0.0404 (0.0444)	-0.0197 (0.0147)	2005
-0.0012 (0.0219)	-0.0158* (0.0087)	0.0280 (0.0530)	-0.0200 (0.0169)	2006
-0.0171 (0.0190)	-0.0170* (0.0090)	0.0269 (0.0436)	-0.0380** (0.0150)	2007
-0.0375* (0.0204)	-0.0187** (0.0091)	-0.0047 (0.0598)	-0.0237 (0.0181)	2008
0.0055 (0.0191)	-0.0305*** (0.0082)	0.0443 (0.0425)	-0.0182 (0.0143)	2009
-0.0407** (0.0187)	-0.0248*** (0.0086)	-0.0636 (0.0477)	-0.0301** (0.0151)	2010
0.0007 (0.0193)	-0.0144 (0.0093)	-0.0397 (0.0368)	-0.0238 (0.0184)	2011

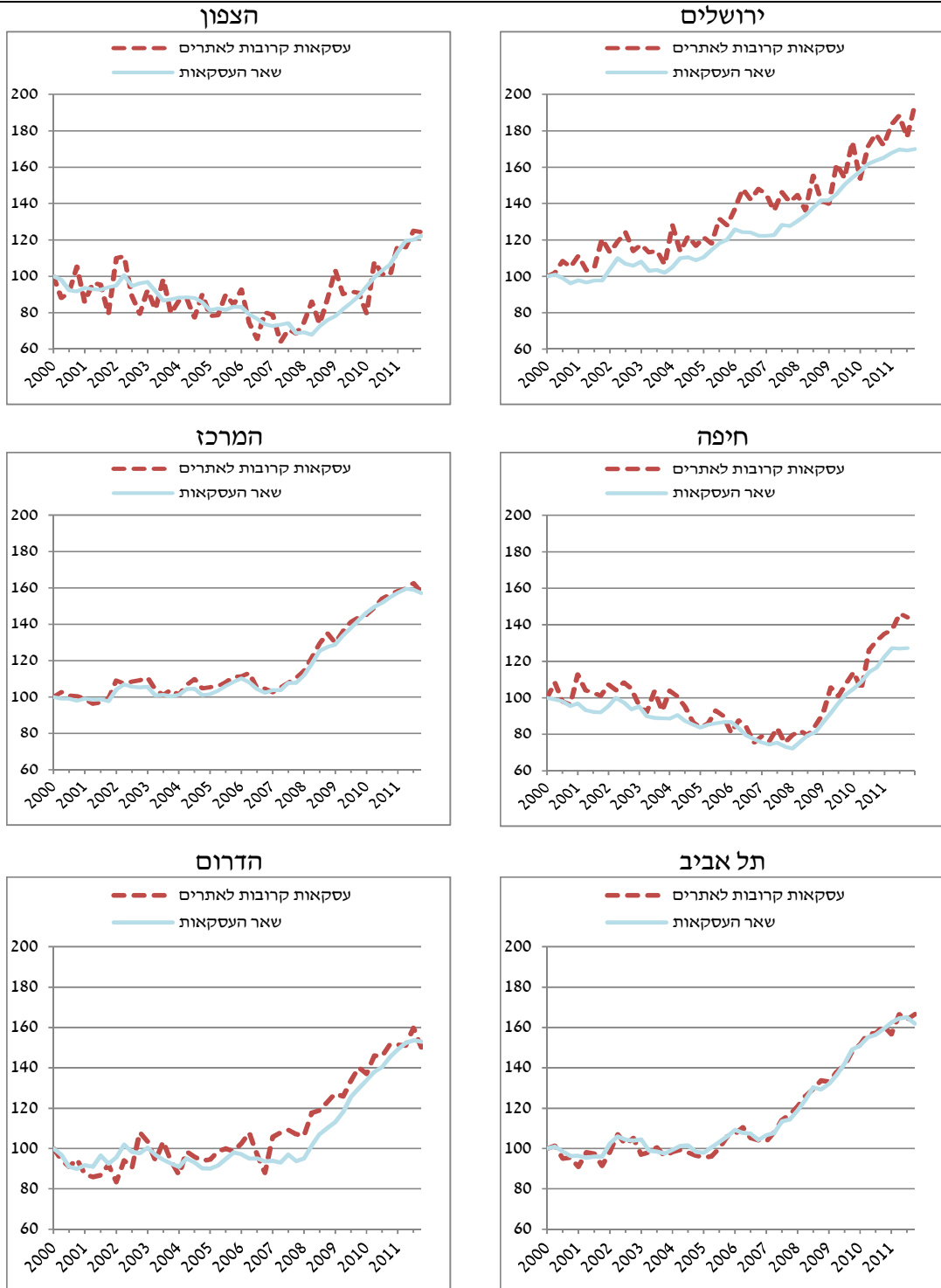
המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.
*** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.
סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.
(1) מבוסס על משוואה (4), בהשמטת משתני הדמי לזמן.

**לוח נ-7. אומדים שנתיים של השפעת קיום אתרים סלולריים ללא תורן
במרחק עד 50 ועד 100 מטרים מדירות על מחיריהן,
ללא/עם טיפול בסלקטיביות בהצבת האתרים הסלולריים¹**

100 מטרים		50 מטרים		
עם טיפול בסלקטיביות	ללא טיפול בסלקטיביות	עם טיפול בסלקטיביות	ללא טיפול בסלקטיביות	
-0.0034 (0.0104)	0.0025 (0.0114)	0.0096 (0.0238)	-0.0160 (0.0210)	2000
-0.0006 (0.0128)	-0.0034 (0.0104)	0.0182 (0.0184)	-0.0065 (0.0137)	2001
0.0003 (0.0122)	-0.0038 (0.0088)	-0.0090 (0.0190)	-0.0214 (0.0152)	2002
-0.0095 (0.0114)	-0.0216*** (0.0079)	-0.0012 (0.0230)	-0.0160 (0.0186)	2003
-0.0125 (0.0138)	-0.0194** (0.0095)	-0.0088 (0.0261)	-0.0149 (0.0212)	2004
0.0025 (0.0233)	-0.0131* (0.0067)	-0.0008 (0.0188)	-0.0364*** (0.0120)	2005
0.0084 (0.0129)	-0.0088 (0.0069)	0.0101 (0.0222)	-0.0263** (0.0105)	2006
-0.0007 (0.0112)	-0.0064 (0.0059)	-0.0169 (0.0213)	-0.0145 (0.0096)	2007
0.0197 (0.0130)	-0.0030 (0.0061)	0.0274 (0.0235)	-0.0028 (0.0089)	2008
-0.0141 (0.0138)	-0.0169** (0.0067)	-0.0548* (0.0303)	-0.0026 (0.0151)	2009
0.0018 (0.0109)	-0.0082 (0.0060)	0.0064 (0.0228)	-0.0126 (0.0117)	2010
-0.0001 (0.0120)	-0.0183*** (0.0055)	-0.0058 (0.0203)	-0.0268*** (0.0095)	2011

המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.
*** מובהק ברמה של 1%, ** מובהק ברמה של 5%, * מובהק ברמה של 10%.
סטיות התקן, מתוקננות לאזורים סטטיסטיים, מוצגות בסוגריים.
(1) מבוסס על משוואה (4), בהשמטת משתני הדמי לזמן.

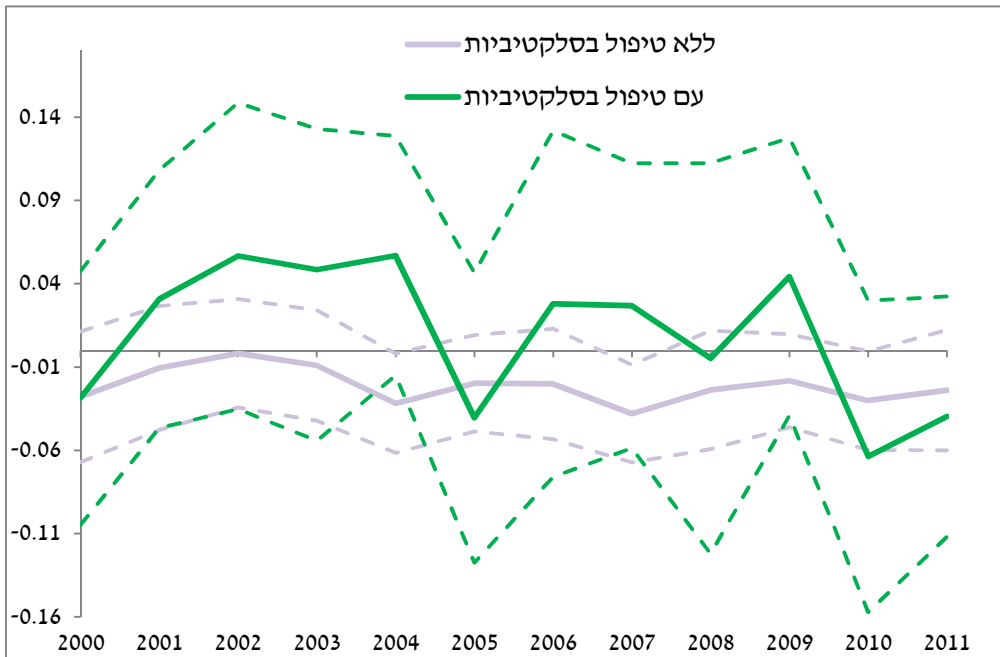
איור נ' 1. מדד מחירי הדירות: השוואה בין עסקאות במרחק של עד 50 מטרים מאתר סלולרי לבין שאר העסקאות, לפי המחוז, 2000–2011 (ינואר 2000 = 100)



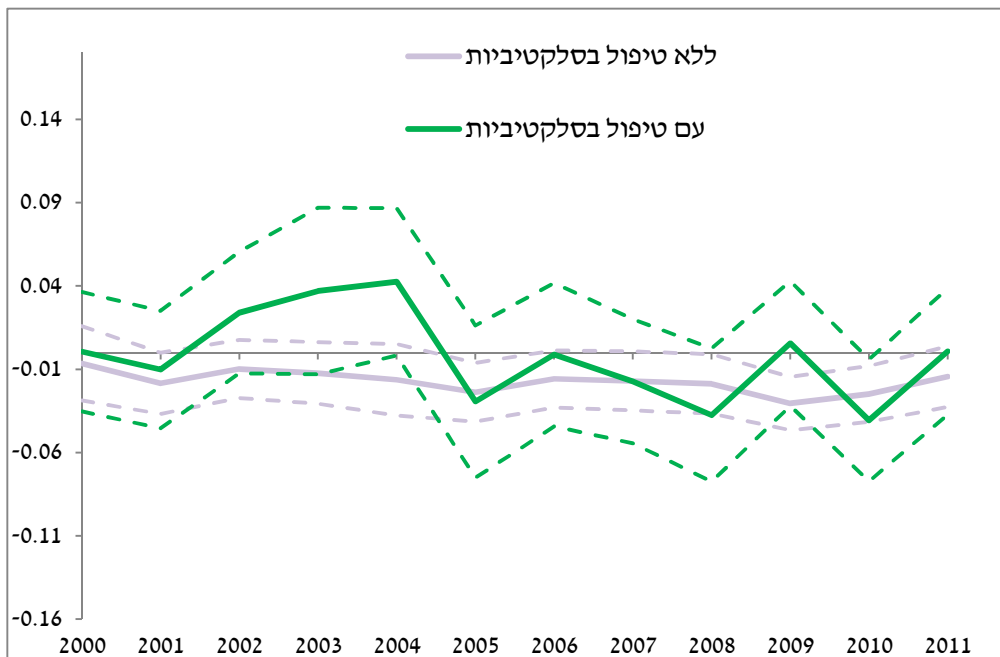
המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים.

איור נ' 2. אומדים שנתיים של השפעת קיום אתרי תורן סלולריים בקרבת דירות על מחיריהן

א. אתרים סלולריים במרחק עד 50 מטרים מהדירות



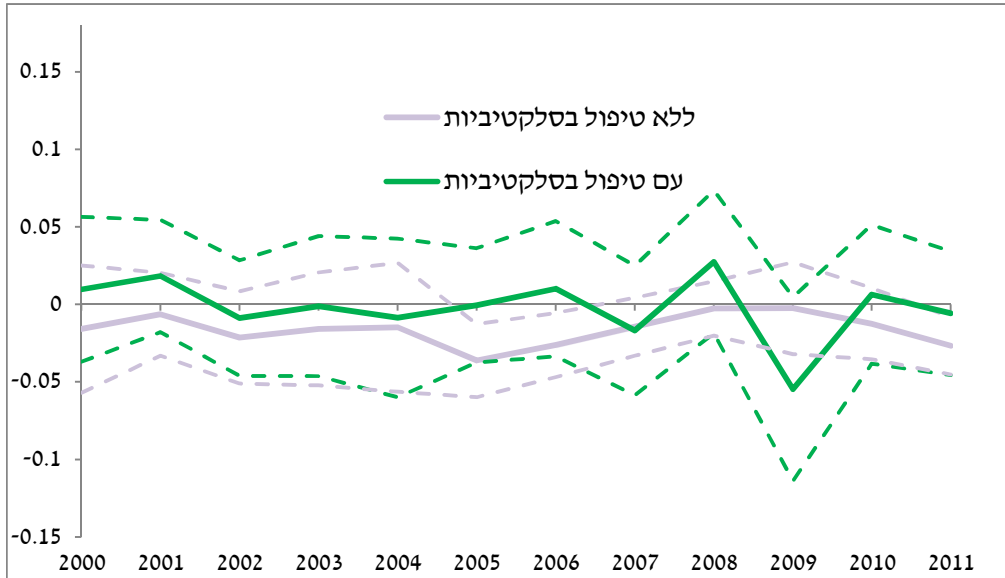
ב. אתרים סלולריים במרחק עד 100 מטרים מהדירות



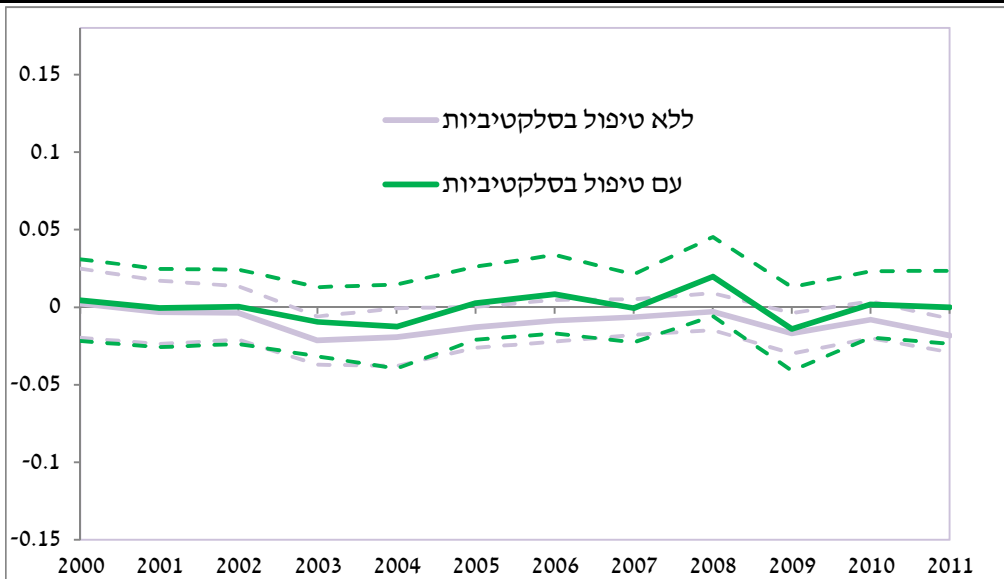
המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים. הקווים המקווקים מציינים רווח סמך ברמת מובהקות של 5%.

איור נ' 3. אומדים שנתיים של השפעת קיום אתרים סלולריים ללא תורן בקרבת דירות על מחיריהן

א. אתרים סלולריים במרחק עד 50 מטרים מהדירות



ב. אתרים סלולריים במרחק עד 100 מטרים מהדירות



המקור: רשות המסים בישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המשרד להגנת הסביבה ועיבודי המחברים. הקווים המקווקים מציינים רווח סמך ברמת מובהקות של 5%.