

# מדינת ישראל

משרד המשפטים  
אגף שומת מקרקעין  
מחלקת המחקר  
והמידע במקרקעין

## השפעת הכבישים על שווין של

דירות מגורים:

כיוונים והשלכות

לריסה פליישמן  
מנהלת מחלקת המחקר והמידע

יעקב אודיש  
השמאי הממשלתי הראשי

## השתתפו במחקר :

- יעוץ סטטיסטי : דר' שאול ציונית (האוניברסיטה העברית, ירושלים)
- מדידת הרעש : דר' ראובן ברכה (מח' לאיכות הסביבה, עריית ירושלים)
- איסוף הנתונים : מר חיים יהושוע (אגף שומת מקרקעין, מח' המחקר והמידע במקרקעין)
- גב' רות קוגלר (אגף שומת מקרקעין, מח' המחקר והמידע במקרקעין)
- גב' אורית קראוס (אגף שומת מקרקעין, מח' המחקר והמידע במקרקעין)

## השפעת הכבישים על שוויין של דירות מגורים: תקציר

גורמים רבים משפיעים על שווי המקרקעין. מלבד הגורמים הפיזיים, ניתן למנות גם גורמי מיקום וסביבה. לקרבתו של הנכס לכביש השפעה לא מבוטלת על שווי בשוק החופשי וזאת בגין הרעש הנגרם על ידי תחבורה. לאור תנופת הפיתוח האורבאני, ההתפתחות המואצת של תשתיות התחבורה, גידול במספר כלי רכב, בנסועה ובמספר הנסיעות, וכן המודעות הגוברת לבעיות איכות הסביבה, יש צורך בהערכת התועלת הכספית מהפחתת הרעש.

הבעיה העיקרית בסוגיה זו נובעת מכך שלמאפייני סביבה כגון רעש, השוק אינו קיים (לא "קונים" ולא "מוכרים" את אותם "המוצרים" בשוק החופשי), אלא הם גלומים בשווי של הנכס. מטרת הבדיקה שנערכה במחקר זה, לאמוד את התועלת הכלכלית מהפחתת נזקי הרעש הנגרמים מתנועת כלי הרכב בכבישים עירוניים לדירות מגורים בבנייה רוויה. לביצוע המחקר נבחרו שלוש שכונות בירושלים: בר-אילן, רמת אשכול ובית הכרם. בדיקה זו נערכה באמצעות מודל המחירים ההידוניים.

מודל זה אומד את השפעת "נטו" של האפקט הסביבתי (הרעש) על מחירי דירות מגורים בשילוב עם מאפייני דירות פיזיים ומאפיינים שכונתיים, כאשר התרומה הכוללת של כל המשתנים המסבירים להסבר המשתנה התלוי (מחיר הדירה) הנה גבוהה למדי ומהווה כ- 73%.

המחקר אישש את המסקנה העיקרית, אליה הגיעו מחקרים רבים בעולם, כי לגורם הרעש, המהווה מטרד ומפגע סביבתי, יש מחיר. הממצא העיקרי של המחקר: הרעש הנגרם מתחבורה בכבישים עירוניים מקטין את ערך הדירות בבנייה רוויה במוצע בכ- 0.95% לדציבל אחד בטווח הרעש שבין 48 דציבלים עד 75 דציבלים, כאשר ממדיה של ירידת הערך נעים בטווח שבין 0.11% ל- 1.79%. ממצאים אלו תואמים את הטווח של NDSI עליו מלמדים המחקרים בתחום בעולם (0.08% - 1.05%), ולפיו קיימת ירידת ערך ממוצעת של כ- 0.4% לכל דציבל. היות וממצאי המחקר מלמדים על הקשר הלא ליניארי בין העלייה ברמת הרעש לבין שווייה של דירת מגורים, להערכת שווייה של הדירה (Pv) לאחר ירידה בשווייה עקב העלייה ברמת הרעש (באחוזים), יש להיעזר בנוסחה שנגזרת מהמודל:

$$P_v = 0.9904647^V * 100\%$$

דוגמה: נניח, כתוצאה מסלילת כביש או הרחבתו בקרבה לבניין מגורים, רמת הרעש לה נחשפו דירות הפונות לכביש גדלה ב- 20 דציבלים (V). לפי הנוסחה שהוצגה לעיל, שווייה של דירת מגורים שהיוותה 100% לפני סלילת הכביש (או הרחבתו), יהיה 82.56% לאחר העלייה ברמת הרעש.

כמו כן, התגלו במחקר היבטים נוספים הקשורים גם הם בהשפעת מטרדי הרעש: א) כאשר הדירה חשופה לשני מקורות הרעש (כבישים) גורם זה עלול להוריד משווייה עד ל- 5%, וזאת ללא התייחסות לעוצמת הרעש ולתדירותו; ב) הכביש הראשי העובר בסמיכות לדירה מוריד עד ל- 4% מערכה לעומת הכביש הפנימי, וזאת ללא קשר עם נפח התנועה בכבישים אלו. בין שאר ההיבטים

שנבדקו במודל רב-משתני, ניתן לציין כמה מאפייני הנכס וסביבתו הבולטים מבחינת העוצמה וחשיבות השפעתם על שוויו של הנכס: 1) שטח הדירה: תוספת של מ"ר אחד לשטח הדירה גורם להעלאת מחירה בכ- 1.16% (בטווח שטחים בין 40 מ"ר ל- 100 מ"ר); 2) מעלית: הימצאות המעלית בבניין עשויה להוסיף עד ל- 15% לערכה של הדירה; 3) רמה סוציו-כלכלית: סביבה יוקרתית וסטאטוס סוציו-כלכלי גבוה של האוכלוסייה בשכונה (או לעתים, בתת-שכונה) מעלים את ערך הנכס המצוי בסביבה כגון זו לכ- 22%.

למחקר הנוכחי כמה חידושים חשובים:

מבחינת בסיס הנתונים: א) המשתנה התלוי (מחיר הדירה) במודל רב-משתנים מבוסס על נתוני העסקאות שנעשו בפועל בשוק הדיור בשלוש השכונות שנבחרו לבדיקה; ב) לשם הגדרת המשתנה המסביר המרכזי במודל (רמת הרעש), בוצעו מדידות הרעש בעבור כל אחת מהתצפיות (דירות) שנכללו במחקר.

מבחינה מתודולוגית: המחקר הנוכחי מעיד כי הרעש משפיע על המחיר בצורה לא ליניארית. דהיינו, המודל המעריכי הנו מדויק יותר הן מבחינת זיהוי השינויים האמיתיים במחיר כתוצאה מהשפעת האפקטים הנבדקים במודל, והן מבחינת ניבוי המחירים על סמך אפקטים אלו.

מכאן, למחקר זה השלכות חשובות מבחינה יישומית: אחוזי שינוי בשוויין של דירות המגורים כפונקציה של השפעתם של המשתנים המסבירים, שזוהו במחקר, עשויים לשמש בסיס יישומי וכלי עזר מהותי לכימות התוספות או ההפחותות בשווי הדירות באזורים שונים בארץ, תוך התאמתם של אחוזים אלו לתנאים הספציפיים של כל אזור ואזור. ממצאי המחקר עשויים להוות בסיס להערכת גובה הפיצויים עבור פגיעה בשווי הנכס כתוצאה מהעלייה ברמת הרעש הכרוכה בסלילת כביש חדש בקרבת המגורים או בהרחבת הכביש הקיים.

## תוכן העניינים

6	מבוא
8	השפעת הכבישים על שוויין של דירות מגורים : סקירה ספרותית
8	1. שיטות הערכת השפעתו של הכביש על שווים של בתי המגורים
12	2. ממצאי המחקרים הקודמים
13	2.1 השפעת הנגישות על ערך הדירות
16	2.2 השפעת התועלות השליליות של הכביש על שווים של בתי המגורים
22	3. דיון וסיכום
	השפעת הרעש הנגרם מכבישים על שוויין של דירות
26	מגורים : ניתוח אמפירי
26	5. שיטות המחקר
26	5.1 גישה לאמידת התועלת
27	5.2 איסוף הנתונים ומדידות : שלבי העבודה
	6. השפעת מאפייני דירות פיזיים, מאפיינים שכונתיים וסביבתיים על
29	שוויין של דירות מגורים : הממצאים
29	6.1 פרופיל פיזי-סביבתי של תצפיות המדגם
32	6.2 מודל רגרסיה רב-משתני
32	6.2.1 משתנים וערכיהם
34	6.2.2 תוצאות המודל
41	6.2.3 חישובי ירידת ערך הדירות בגין עלייה ברמת הרעש
43	6.2.4 בדיקת תוקף המודל
44	6.3 מודלים חצי-לוגריתמיים חד-משתנים : התוצאות
48	7. סיכום
50	סיכום כללי
52	ביבליוגרפיה
55	נספחים

## מבוא

גורמים רבים משפיעים על שווי המקרקעין. מלבד הגורמים הפיזיים, ניתן למנות גם מאפייני מיקום וסביבה. קרבתו של הנכס לכביש (הן בתוך העיר והן ביחס לדרכים בין-עירוניות ליד היישובים), מאפייני תנועה בכביש וכן מידת נגישותו של הנכס לכביש ולמרכז העסקים – מע"ר (Central Business District - CBD), השפעה לא מבוטלת על שווי של הנכס בשוק החופשי.

מאחר וכבישים מהווים חלק מהמערכת הכוללת של תשתיות התחבורה, גורמים המאפיינים את תשתיות התחבורה אחרות (רכבות למיניהן, שדות תעופה), משפיעים אף הם על שוויים של הנכסים. השפעתן של תשתיות התחבורה באות לידי ביטוי במגוון רחב של מאפיינים. המחקר הנוכחי מתמקד בהערכת מידת השפעתם של הכבישים על שוויים של נכסי מגורים.

תוצאות מחקרים רבים מלמדים כי השפעת הכבישים על שווי הדירות אינה חד-כיוונית, דהיינו הכביש המהיר הנו בעל השפעה הן חיובית, הבאה לידי ביטוי בנגישות טובה יותר למקומות עבודה, מסחר, שירותים וכד', והן שלילית בשל מטרדים סביבתיים כגון רעש, זיהום אוויר וכד'. בספר הבסיסי בתחום שמאות המקרקעין "The Appraisal of Real Estate" של המכון האמריקאי של שמאי הנדל"ן (American Institute of Real Estate Appraisers) צוין כי הבעיות והנזקים הנגרמים לאיכות הסביבה כתוצאה מתנועה בכבישים (כגון ריח, ערפיח ורעש) עלולים להגביל נעימות המגורים בקרבתם.

במוקד הנושא מתעוררת השאלה, האם ההשפעות השליליות של הכביש, הכרוכות במטרדים סביבתיים, גדולות יותר מההשפעות החיוביות של נגישות הטובה יותר למרכזי תעסוקה, מסחר ושירותים, המציע פיתוח הכביש המהיר? במשך ארבעת העשורים האחרונים, מחקרים רבים שנעשו בעולם ניסו, אפוא, לבדוק השפעת הכביש על שווי המגורים תוך השוואת כיווני השפעה שונים לשם זיהוי השפעה "נטו" של הכביש.

מחקר זה בוצע בשני שלבים:

I. השלב הראשון במחקר, **השלב התיאורטי**, מתמקד בסקירת ספרות ובניתוח ממצאי מחקרים שנעשו בעיקר בעולם, וגם בישראל. המחקרים עוסקים בהשפעות הכבישים על ערך הנכסים. סקירה זו נעשתה במטרה לזהות גורמי ההשפעה על שוויים של הנכסים,

הכלים הנאותים להערכת השפעות אלו, וכן ערכיהן הכמותיים. מידע זה עשוי להוות אמת - מידה להערכת שווים של בתי מגורים החשופים להשפעות שונות של הכבישים בישראל. על כן, חלקו הראשון של המסמך הנוכחי מהווה דו"ח המסכם סקירת המחקרים הקודמים ומסקנותיהם, כאשר סיכום זה מהווה את הבסיס התיאורטי לביצוע עבודה יישומית בשלב השני של המחקר.

II. השלב השני במחקר הנו **השלב היישומי**, בשלב זה מנסה המחקר לכמת את ההשפעות השונות של הכביש על ערך הדירות הסמוכות לו בקטעים נבחרים של כבישים עירוניים בעלי אופי ונפחי תנועה שונים; וזאת באמצעות אותן השיטות שזוהו ותוארו בשלב הראשון. לצורך כך נבנה מאגר נתונים של מחירי דירות מגורים (שנלקחו מתוך תוכנת "כרמון" ועברו מיון ובדיקה<sup>1</sup>). ממצאי מחקר יישומי זה יהוו בסיס לקביעת מדיניות ויצירת קווים מנחים להערכת השפעות הכבישים על שוויים של בתי מגורים בישראל.

העבודה כוללת מספר פרקים:

בפרק הראשון בחלקה התיאורטי של העבודה אופיינו השיטות השונות להערכת התועלות הנובעות מקרבת הכביש לבתי מגורים. לאחר מכן, הובאו ממצאי מחקרים קודמים בנושא זה תוך אפיונם של כיווני השפעה שונים. הפרק האחרון בחלקו התיאורטי של המחקר דן בממצאי המחקרים הקודמים שנסקרו, מסכם את מסקנותיהם העיקריות וכן מעריך את מידת היישומיות של תוצאות אלו בישראל.

בפרק הראשון בחלקה האמפירי של העבודה הוגדרה מטרת המחקר ותוארה שיטה שבאמצעותה נערך המחקר. כמו כן, פורטו בפרק זה שלבי העבודה לאיסוף הנתונים ומדידתם. הפרק השני עוסק בבדיקת השפעתם של מאפייני דירות פיזיים, מאפיינים שכונתיים וסביבתיים על מחירי הדירות. בפרק זה הושם דגש באמידת מודל רגרסיה רב-משתני, בניתוח ממצאיו ותוקפו של המודל תוך דיון בתוצאות הניתוח. כמו כן, פרק זה מציג תוצאות המודלים חד-משתנים שנאמדו אף הם, על מנת לבדוק השפעתם של גורמים מסוימים שלא נכללו במודל רב-משתני, על מחירי הדירות. בסיומו של המחקר, סוכמו המסקנות העיקריות של המחקר האמפירי תוך התייחסות לחידושים מתודולוגיים ויישומיים של המחקר הנוכחי.

---

<sup>1</sup>תהליך איסוף הנתונים מפורט בסעיף 5.2

## השפעת הכבישים על מחירי הדירות: סקירה ספרותית

### 1. שיטות להערכת השפעת הכביש על שוויים של בתי המגורים

הגישה העיקרית ששימשה במשך יותר מ-30 שנה כלי הדרכה לשמאים בישראל לצורך קביעת מידת השפעתם של הכבישים על שוויים של דירות המגורים, מבוססת על נוסחה המאפשרת לאמוד את הירידה בערך הנכסים, שנגרמה כתוצאה מהתקרבותו של הכביש (ראה נספח מס' 1). נוסחה זו מצוינת בהנחיות השמאי הממשלתי משנות ה-60.

מחד גיסא, במהלך תקופה ארוכה זו הנוסחה היוותה כלי שימושי וברור לזיהוי שיעור הנזקים הנגרמים לנכסים, תוך קביעת שווי של הנכס. מאידך גיסא, הנוסחה שנקבעה לפני כ-30 שנה אינה משקפת את מלוא המורכבות של סוגיה זו בגין:

- תנופת הפיתוח האורבני ומאפייניו;
- ההתפתחות המואצת של תשתיות התחבורה;
- גידול ניכר במספר כלי רכב, בנסועה (קילומטרג'י) ובמספר הנסיעות;
- עליה במודעות לבעיות איכות הסביבה הכרוכות בהתפתחות זאת;
- הכרה בצורך לכמת את הערכים ה"לא מדידים" לשם ההערכה הנאותה של שווי הנכסים; בנוסף לכך, יש לציין שנעשו ניסיונות רבים בעולם לפתח שיטות חדשות למטרה זו.

לפיכך גם בישראל קיים הצורך בחידושים בעקרונות הגישה לסוגיה זו מבחינה קונספטואלית, וכן בשיטה חדשה להערכת השפעתן של תשתיות התחבורה (במקרה הספציפי הנדון – השפעת הכבישים) על ערך הנכסים.

הנוסחה הקיימת, לפיה נקבע שוויים של בתי המגורים, הנחשפים להשפעת הכביש, מביאה בחשבון כיוון השפעה שלילית בלבד. באמצעות הנוסחה ניתן לכמת הירידה בערך הנכס כתוצאה מהתקרבות הכביש אל הנכס. הנוסחה מבוססת על המרחק בין הבית לכביש כגורם היחיד הקובע את ירידת ערך הבית. הנוסחה קובעת את הפער בין שווי הנכס המצוי על "שפת הכביש" (במרחק של 0) לעומת הנכס הנמצא במרחק של 20 מ' מהכביש, לפי-50%. קביעה גורפת זו נראית קיצונית מדי בהתחשב בשינוי המרחק, 20 מ' בלבד, ובהתעלמות ממאפייני הסביבה המגוונים של הנכס המוערך.



ניתן לציין את מאפייני הכביש (דירוג הכביש, אינטנסיביות ותדירות התנועה), מאפייני השטח המבדיל בין הכביש לבית (כיסוי השטח על ידי הצמחייה), מיקום הדירה ביחס לכביש (דירה חזיתית הפונה לכביש לעומת דירה עורפית הנמצאת מאחוריו), ומאפייני האוכלוסייה (פרופיל סוציו-כלכלי) המתגוררת בסמוך לכביש וחשופה לרעש ממנו, כאשר מאפיינים כגון אלו משפיעים על תפיסת הנזקים על ידי האוכלוסייה, ולתפיסות אלו ישנם ביטויים כספיים<sup>2</sup>. מכאן, שיחסים בין אחוזי הפגיעה לבין המרחק מהכביש לבית, הנקבעים לפי הנוסחה (נספח מס' 1), נראים פרובלמטיים בשל ההכללה הגורפת המתעלמת מן ההתייחסות למגוון הגורמים שהוזכרו לעיל. כמו כן, גורמים אלו אינם קבועים וחד משמעיים ויכולים להשתנות ממקום למקום ברמות מרחביות שונות, החל מרמת המאקרו (ארצי ואזורי) ועד לרמת המיקרו (כל בית ליחוד).

בנוסף לכך, גישה זו מתעלמת מהתועלות החיוביות אשר עשויה להביא התקרבותו של הכביש לבית המגורים. משמעות הדבר שהגישה המתוארת כלל לא מתייחסת למושג ה"נגישות" – **קלות הגעה**, בעוד שנגישות לכביש עצמו, למרכזי תעסוקה, מסחר, חינוך וביילוי, עשויה להשפיע במידה ניכרת על שווי הנכס. מנקודת ראות זו ניתן להתייחס לשווי הנכס כפונקציה של נגישות המבטאת את "עלות" המרחק. משתנה זה (נגישות) הנו מורכב בפני עצמו וניתן לצורות מדידה שונות, על כך מעידים ממצאי מחקרים רבים שנעשו בעולם בתחום זה ויידונו בהמשך. לאור הנאמר לעיל, נראה כי הגיעה העת להתייחסות מחודשת לשיטה הקיימת בתחום השמאות בישראל בנוגע להערכת השפעת הכביש על שווי הנכסים.

הקושי העיקרי בהערכה הכמותית של השפעת הכביש, הן החיובית והן השלילית, על שווי הנכס הנו קושי המדידה של השפעות אלו ביחד וכל אחת לחוד. דהיינו, השאלות העולות בהקשר זה הן:

- מהי מידת ההשפעה היחסית של הגורמים השונים המשתקפת בשווי הנכס?
- מהם הכלים אשר יאפשרו למדוד השפעות אלו בצורה ראויה?
- מהו הערך הכספי של השפעות אלו?

הבעיה העיקרית בסוגיה זו היא שלערכים (התועלות) כגון נוף, איכות הסביבה ונגישות, השוק אינו קיים (לא "קונים" ולא "מוכרים" את אותם "המוצרים" בשוק החופשי), אלא הם משתקפים

---

<sup>2</sup>מהות ההשפעות הללו ניידונו בהמשך המסמך תוך ניתוח ממצאי המחקרים הקודמים

בשוויו של הנכס. בשל מורכבות הבעיה, קשה לדבר על שיטה אחת "אוניברסלית" העשויה להכיל את כל ההיבטים המגוונים של נושא זה. על כן, במהלך ארבעת העשורים האחרונים, פותחו מספר שיטות המשלימות אחת את רעותה ויכולות לתרום לפתרון הבעיה, כל אחת בדגשים שלה.

ניתן להבחין במספר שיטות שונות על מנת להעריך את מידת ההשפעה של הכביש על שווין של דירות המגורים:

❖ שתי השיטות הראשונות מתייחסות להערכת התועלות השליליות של קירבת הכביש לבית המגורים:

I. **הערכת הנזק הישיר** הנגרם לבריאות הדיירים (במונחים של ימי אשפוז, ירידה ביכולת השמיעה של אוכלוסייה החשופה לרעש וכד') או לנכסים (כגון נזק למבנה או לגידולים בגינה) – (*damage cost - DC*). שיטה זו אינה נפוצה במיוחד מאחר ואין מספיק הוכחות כי מחלות דרכי נשימה או נזקי שמיעה נגרמו כתוצאה מזיהום אוויר או רעש שמקורם תחבורה.

ב. הערכת עלות המניעה הישירה של הנזק (מערכות מיגון, קירות אקוסטיים, עמידה בתקנים לרמת הרעש, לכמות ולהרכב הפליטות ממכוניות, היוצרות זיהום אוויר).

❖ אמידת המצב האלטרנטיבי, דהיינו הערכת שווים של הנכסים **עם וכלי** הכביש.

❖ אמידת רגרסיות עבור הנכסים במצבים של "לפני" ו"אחרי" (סלילת הכביש או הרחבתו).

❖ כאמור, לרוב התועלות, שנידונו לעיל, השוק האמיתי אינו קיים. בהעדר השוק האמיתי,

מנסים ליצור שוק היפותטי (Willis et al., 1998). על בסיס תפיסה זו בנויה **השיטה של**

**ההערכה המותנית (Contingent Valuation Method - CVM)** של התועלות, הן שליליות

והן חיוביות, הנובעות מקרבת הכביש למגורים. שיטה זו מבוססת על הסקרים בקרב

התושבים הנחשפים להשפעות הכרוכות בקרבה לכביש, לגבי נכונותם לשלם (Willingness-to-

pay - WTP) עבור התועלות החיוביות (הפחתת הרעש, שיפור באיכות האוויר, נגישות טובה

יותר לכביש או למע"ר וכד') או לחילופין, "נכונותם לקבל" (Willingness-to-accept), כלומר

גובה הפיצוי עבור תועלות שליליות (סלילת כביש ראשי בקרבה לבית מגורים, וכתוצאה מכך –

חשיפה למפגעי רעש, זיהומים וכד').

❖ במהלך כמה העשורים האחרונים הולך וגדל מספר מחקרים בעולם העושים שימוש בשיטת מודלים של המחירים ההדוניים (*Hedonic Prices*) על מנת להעריך את האפקט הכלכלי של השפעת מטרדים סביבתיים על שווים של נכסים (Reichert, 2002). בפרט, שיטה זו נחשבת ככלי עיקרי, רווח ויעיל ביותר שבאמצעותו ניתן לבדוק את השפעתו של הכביש על שוויו של הנכס (Becker and Lavee, 1999). שיטה זו עושה שימוש בנתוני שוק הדיור האמיתי (נתוני "proxy") המשקפים, בין היתר, את הנכונות לשלם (ה-WTP) הראלית עבור הפחתת הרעש. טכניקה זו מאפשרת לאמוד את ההשפעה השולית של מאפייני מיקום הנכס ביחס לכביש ולמע"ר, מאפייני הכביש עצמו והתנועה בו, וכן להעריך את השפעות השינויים במאפיינים הללו על מחירי הדירות. באמצעות מודל זה, אפוא, ניתן להעריך את הערך הכלכלי (קרי, תועלת במונחים הכספיים) אותו מייחסים משקי בית למאפיינים אלו בשוק הדיור. צורות פונקציונליות שונות של מודלים אלו תואמות את אופי המשתנים, כאשר המשתנה התלוי הוא מחיר הנכס, והמשתנים הבלתי-תלויים כוללים בד"כ את קבוצות המשתנים הבאות:

- מאפיינים פיסיים של הנכס ;
  - תכונות סוציו-כלכליות של האוכלוסייה ;
  - מאפייני מיקום הנכס וסביבתו ;
- במקבץ גורמי הקבוצה השלישית, כלולים הגורמים המאפיינים את השפעת הכביש על ערך המגורים כגון:
- עוצמת התנועה במונחים של מספר מכוניות וסוגי כלי רכב העוברים בקטע הכביש ביממה, ותדירות ;
  - מרחק בית המגורים מהכביש ;
  - מרחק בית המגורים מהמחלף הקרוב ביותר ;
  - הימצאותן של דרכים המובילות מהבית לכביש הראשי ואיכותן ;
  - נגישות למרכזי תעסוקה ומסחר במונחי זמן ומרחק (travel time and travel distance) ;
  - שיפוע וגובה של מגרש עליו בנוי בית המגורים ביחס לכביש ;
  - מידת כיסוי השטח בין הנכס לכביש ע"י צמחיה.

באופן כללי, ניתן להציג את מודל המחירים ההדוניים בצורה פונקציונאלית הבא :

$$SP = f(D_i, P_i, H_i, T_i, C_i, \beta, \varepsilon)$$

$$SP = \beta_0 + \Sigma\beta_1(D_i) + \Sigma\beta_2(P_i) + \Sigma\beta_3(H_i) + \Sigma\beta_4(T_i) + \Sigma\beta_5(C_i) + \varepsilon$$

כאשר :

SP - מחיר השוק של הנכס

$D_i$  - ווקטור של מאפייני מיקום הנכס וסביבתו

$P_i$  - ווקטור של המאפיינים הפיסיים של הנכס

$H_i$  - ווקטור של המאפיינים הסוציו-כלכליים של הדיירים

$T_i$  - מועד המכירה

$C_i$  - תנאי השוק

$\beta$  - אומדן המשתנים

$\varepsilon$  - חלק בשונות המחיר שאינו מוסבר ע"י האפקטים המשתתפים במודל

במרבית המחקרים שנעשו בעולם הרחב, מודלים הדוניים משמשים כלי עיקרי להערכת ערכו הכלכלי של הרעש (Gambale et al., 1974; Palmquist, 1982; Ryan, 1999; Hughes et al., 1996; Asabere and Huffman, 1996; Wilhelmsson, 2000). באמצעות מודל זה נעשו בדיקות מקיפות של השפעת הכביש עבור מספר רב של תצפיות תוך השוואת ההשפעות הללו באזורי מגורים שונים מבחינת איכות, גיל וצפיפות הבנייה, מיקום גיאוגרפי ביחס לכביש וכן ביחס למרכזי תעסוקה ומסחר, מידת הפיתוח ופרופיל סוציו-כלכלי של הדיירים. בארץ נעשה לאחרונה מחקר בנושא השפעת הרעש על מחירי דירות באמצעות מודל הדוני (נבו ובן-אור, 1996)<sup>3</sup>.

## 2. ממצאי המחקרים הקודמים

כאמור, מטרתם העיקרית של המחקרים העוסקים בנושא זה, לבדוק כיווני השפעה שונים של הכביש על מחירי הדירות. באופן כללי, ממצאי המחקרים מלמדים שישנם פערים ניכרים בהיקף השפעתו של הכביש וכן כיוונים שונים של השפעה זו על שווי הדירה. דהיינו, ישנם הבדלים בהיקף

<sup>3</sup>על מחקרים בנושא זה שנעשו בישראל ראה בסעיף 2.2.

הפרמיה המשולמת עבור קרבת הדירה לכביש הראשי, המאפשרת נגישות טובה יותר למע"ר (בעיר מונו-צנטרית – עיר בעלת מרכז עסקים אחד), או למרכזי תעסוקה ומסחר נוספים (בעיר פולי-צנטרית). פערים בשיעור ההפחתה במחירי הדירות הנם פונקציה של ההשפעות השליליות של הכביש המתבטאים ברעש, בבעיות הבטיחות ובזיהום אוויר.

לפערים אלו מספר סיבות :

- ראשית, מגוון הגורמים המאפיינים את הנכס וסביבתו הנו ייחודי בכל מקרה ומקרה ;
- שנית, במסגרת המטרה הכללית שצוינה לעיל (השפעת הכביש על שוויו של הנכס), מחקרים שונים נבדלים בדגשים שונים (כגון, בחינת הנגישות לכביש או למע"ר לעומת בדיקת השפעות הרעש והזיהום), במספר וברמת הפירוט של המשתנים המאפיינים את ההשפעות הללו, ובצורת מדידתם ;
- שלישית, למושג "מרחק", המהווה אחד המשתנים העיקריים במודלים, משמעות ופרשנות שונות. דהיינו, במכלול ההשפעות השליליות, המרחק מהכביש לבית המגורים הנו מרחק אווירי, בעוד שבהקשר לנגישות פירוש המרחק הנו אחר – מרחק למחלף הקרוב ביותר, לתחנות של תחבורה ציבורית, מרחק למע"ר וכד'.

יתר על כן, בעשור האחרון חל שינוי דרמטי במודעות להיבטים סביבתיים (איכות האוויר, קרבה לפארקים ולשטחים הירוקים, מפגעי הרעש וכד') בהקשר לאיכות החיים, במיוחד במדינות מפותחות. דבר הבא לידי ביטוי בעלייה בחשיבות שאנשים מייחסים למאפייני הסביבה במקום מגוריהם ולערכם הכלכלי (במונחים כספיים) של מאפיינים אלו.

זאת ועוד : לאחרונה חל שיפור ניכר במערכת הכבישים ובנגישות ברוב הערים במדינות המפותחות, כך שנגישות טובה חדלה להיות נדירה ואקסקלוסיבית, אלא הפכה ל- "public good" רגיל וכללי יותר. מכאן, השפעות שליליות של הכבישים כגון רעש וזיהום אוויר, מקבלות משקל רב יותר, כאשר תמורות אלו משתקפות, אפוא, במחירי הדירות (Huang, 1994)

## **2.1 השפעת הנגישות על ערך הדירה**

מחקרים רבים מעידים על קשר ישיר חיובי בין נגישות לכביש (לרוב, נגישות לכביש המהיר) לבין שווי הנכסים שבסביבתו. למרות ההשפעות השליליות הרבות של הכביש, המסקנה ברוב המקרים שהשפעת הכביש "נטו" היא חיובית (Pendleton, 1963; Gamble et al., 1974; Palmquist.)

(1982; Asabere and Huffman, 1996; Boarnet and Chalermpong, 2001; Kelly, 1994). מחקרים אלו בדקו את השפעות הכביש בעיקר בערים בעלות מבנה מונו-צנטרי, מתוך הנחה כי עלות הנסיעה (במונחי כסף וזמן) עולה עם המרחק בין הדירה למע"ר (CBD) (Voith, 1991). רוב המחקרים בדקו את השפעת הכביש על שווים של בתי המגורים באזורים המרוחקים לא יותר מ- 2.5 מיל מהכביש המהיר. תוצאות מחקרים אלו מעידים על כך, כי נגישות טובה יותר באה לידי ביטוי בגובה הפרמיה למחיר הדירה המצויה לא רחוק מ- 2.5 מיל מהכביש הראשי, כאשר מעבר למרחק זה ההשפעה החיובית הנה מזערית ואינה משתקפת במחיר הדירה.

יש לציין כי מחקרים אלו מדדו את השפעת קירבת הכביש למגורים על מחירי הדירות במונחים שונים, כגון במונחי זמן או מרחק נסיעה למע"ר (Palmquist, 1982), מדד נגישות אזורי, המפנים את זמן הנסיעה והמרחק בין אזורי מגורים לתעסוקה (Gamble et al., 1974), מרחק הדירה מהכביש וכן מהמע"ר במונחי גושים (blocks) (Asabere and Huffman, 1996). משתנים אלו, הבאים לאפיין את הנגישות, עשויים לשקף את השפעת הכביש על שווין של הדירות ברמות שונות: כאשר זמן הנסיעה יכול לשמש קנה-מידה ישיר לרמת הנגישות למרכזי תעסוקה ומסחר, הרי לא תמיד ישנו קשר ישיר בין המרחק מהדירה לכביש לבין רמת הנגישות למע"ר (Ryan, 1999). זאת מכמה טעמים:

- ראשית, הכביש אינו היעד הסופי, אלא אמצעי תחבורה המקשר נקודת המוצא לנקודת היעד.
- שנית, יש להביא בחשבון את מיקום הדירה ביחס **למחלפים ולצמתים** כמדד הנגישות לכביש הראשי, משום שנגישות טובה למחלף הקרוב ביותר (כולל איכות הדרכים המובילות אליו ומידת העומס בהן, המרחק מהבית למחלף וכד') קובעת בפועל את מידת הנגישות למע"ר ולא קרבת הבית לכביש עצמו.
- שלישית, כפי שהוזכר לעיל, רוב המחקרים מבוססים על המודל העירוני המונו-צנטרי (לפי המבנה הקלאסי של ערים רבות בארה"ב). באירופה, בה מרכזי ערים בד"כ מהווים מרכזים היסטוריים ("Old City"), או בערים בעלות מבנה מורכב יותר (קרי, מבנה רב-מוקדי) נוצרים דגמי נסיעות רב-כיווניים אשר ניתנים לחיזוי במוגבלות רבה אם בכלל, שכן קרבת הכביש לבית עוד לא מעידה על התועלת החיובית לדייריו, כי הכביש יכול

באותה מידה לקשר או לא לקשר את משקי הבית למקומות עבודה ולמרכזי שירותים אותם הם צורכים .

ניתן לומר כי ממצאי המחקרים, העוסקים בנושא השפעת **הנגישות** על שווי הדירות, מאפשרים לזהות את המסגרת של היקפי הפרמיה למחיר הדירה בהתאם לגורמים שונים המאפיינים את הנגישות. להלן, כמה ממצאי המחקרים שבדקו השפעת הכביש על שווי דירות המגורים באמצעות שיטות ומשתנים שונים.

◀ במחקרם של Asabere and Huffman (1996) נבחנה השפעתם של שני הכבישים הראשיים העירוניים החשובים ביותר החוצים את העיר פילדלפייה, בעלת מע"ר אחד, מצפון לדרום וממזרח למערב, על שווי המגורים המצויים בקרבתם של כבישים אלו. מרחק, שנמדד במונחי גושים מהבית לכל אחד מהכבישים, וכן מהבית למע"ר, שבתחומו מצטלבים הכבישים הללו, שימש מדדי הנגישות במודל של מחירים הדוניים .

**כתוצאה מהרצת המודל, התברר כי התרחקות הדירה מהכביש בכל גוש (ירידה בנגישות) כרוכה בירידת שווייה של הדירה בטווח הנע בין 2.2% ל- 3.8%.**

כמו כן, מממצאי הבדיקה עולה כי הקשר החיובי הישיר בין מחיר הדירה למרחק בינה לבין המע"ר הנו דומיננטי, אך לא ליניארי. דהיינו, אם למשל, מחיר הדירה המצויה במרחק של גוש אחד בלבד מהמע"ר הנו כ- \$500,000, מחיר הדירה המרוחקת מהמע"ר בשני גושים יורדת בצורה דרסטית ומהווה כמחצית ממחיר הדירה הראשונה (\$250,000). בניגוד לכך, ההבדלים במחירי דירות המרוחקות ממע"ר ב- 10-3 גושים, אינם עולים על 20%-15%, כלומר מחיר דירה המרוחקת מהמע"ר ב- 3 גושים הנו כ- \$200,000, בעוד שמחיר הדירה במרחק של 10 גושים מהמע"ר מהווה כ- \$160,000 - \$170,000. כלומר, **השפעת הנגישות למע"ר על מחירי הדירות הנה ניכרת הרבה יותר, בהשוואה להשפעת הנגישות לכביש המוביל למע"ר.**

◀ השפעה "נטו" חיובית של הכביש על מחירי הדירות (השפעת הנגישות) מופיעה גם במחקרו של Palmquist (1982). במחקר זה נבדקו השפעות הכבישים הראשיים בערים שונות במדינת וושינגטון. השפעה זו נבדקה באמצעות שימוש במגוון המשתנים המאפיינים נגישות, כלומר משתני מרחק שונים, כגון: מרחק ממגרש הבית לנתיב הקרוב ביותר של הכביש, מרחק למחלפים ומרחק

למע"ר. התוצאה שהתקבלה מהרצת הרגרסיות (המודל של מחירים הדוניים): **התוספת, הנובעת מנגישות טובה יותר לכביש ולמרכזי תעסוקה, מסחר ושירותים, מגיעה ל- 15%-12%.**

עם זאת, נקטו במסגרת מחקר זה גם בגישת הסקרים בקרב התושבים באותם האזורים, על מנת לזהות תפיסת ההשפעות המנוגדות של קרבת הכבישים המהירים, וכן לשם השוואתן של תוצאות הסקרים עם נתוני שוק הדיור באזורים אלו. האזור, בו נבחנה השפעת הכבישים, חולק לשני תת-אזורים: אחד במרחק של עד 180 מ' (ft 600) מהכביש (להלן, "אזור ההשפעה") והשני מעבר למרחק זה. לגבי **התועלת החיובית** של קרבת הכביש לבית, התברר כי 82.5% מתושבי אזור ההשפעה ראו בקרבה לכביש תועלת חיובית, לעומת 99.2% מתושבי האזור השני המרוחק יותר מהכביש. כלומר, לפי תוצאות התשאול, שיעור תושבי אזור ההשפעה המעריכים את הנגישות הטובה יותר לכביש הנו נמוך יותר, לעומת כמעט 100% של תושבי האזור המרוחק יותר מהכביש, הנהנים מקרבתו היחסית.

ממצא זה מצביע בעקיפין על כך שההשפעה החיובית של קרבת הכביש (נגישות) מנוגדת להשפעתו השלילית (רעש, זיהום אוויר) בעבור אותם התושבים המתגוררים בסמוך לכביש, לעומת אלה שמרוחקים יותר ממנו, אך עדיין יכולים ליהנות מנגישות הנוחה.

## **2.2 השפעת התועלות השליליות של קרבת הכביש למגורים**

בנוסף לבדיקת השפעת הנגישות על שווי הדירות (התועלת החיובית), נבדקה במחקרים גם השפעת התועלות השליליות, הנובעות מקרבת הכבישים לבתי מגורים.

ניתן להבחין במכלול הגורמים המאפיינים את ההשפעות השליליות של הכביש, כגון מאפיינים פיזיוגרפיים של האזור (שיפוע וגובה המגרש עליו בנוי בית המגורים ביחס לכביש), מאפייני הצמחייה המפרידה בין הכביש לבית (מידת החשיפה להשפעות שליליות), רמת האינטנסיביות של התנועה בכביש, סוגי רכב שונים, צורתו של הכביש, דירוג הכבישים ועוד. הרעש הנגרם מהתנועה המתנהלת בכבישים מהווה אחד המטרדים העיקריים (בנוסף לזיהום אוויר, תנאי בטיחות וכד'), כאשר סוגייה של אמידת התועלת הכלכלית מהפחתת הרעש נמצאת במוקדם של מחקרים רלוונטיים (Nelson, 1982; Sirmans et al., 1994; Palmoquist, 1982; Hughes, 1993).

הקשר בין העלייה ברמת הרעש (הנמדד בדציבלים) לבין ירידה בערך הנכסים נאמד בד"כ באמצעות הממד NDSI (Noise Depreciation Sensitivity Index), המבטא את ירידת ערך הנכסים



(באחוזים) שנגרמה כתוצאה מעליית רמת הרעש לדציבל אחד. לחלופין, ניתן לבטא את הקשר הנדון במונחים כספיים, כלומר לייחס לכל דציבל של עליית הרעש את כמות הדולרים המשקפת ירידת ערך הנכס.

להלן, ממצאי המחקרים, המתמקדים בבדיקת השפעת הרעש הנגרם מהכבישים על שווים של בתי מגורים, שנעשו בעולם וכן בישראל.

מחקרו של Palmquist (1982) בודק כיווני השפעה שונים באמצעות משתנים המאפיינים מלבד הנגישות (מרחקים למיניהם שהוזכרו לעיל), גם את הגורמים המשפיעים על התועלות השליליות, כגון גובה המגרש ביחס לכביש, קיומם של עצים בין הבית לכביש ועלייה ברמת הרעש. ממצאי הבדיקה (שנערכה עפ"י מודל המחירים ההדוניים) מעידים על כך, כי **הירידה במחירי הדירות כתוצאה מהאפקט השלילי של קירבת הכביש (רעש, זיהום אוויר וכד')** נעה בין 0 ל- **7.2% בהתאם לרמת הרעש ומאפייני הסביבה**.

מחקר זה עשה שימוש בשיטה נוספת כדי להעריך את ההשפעות השליליות של קרבת הכביש לבתי מגורים כפי שהן נתפסות על ידי התושבים המושפעים. כלומר, החוקרים נקטו בשיטת הסקרים בקרב תושבי האזור. ממצאי בדיקות אלו מעידים, לדעתם של כ- 75% מתושבי אזור השפעת הרעש מהווה מטרד משמעותי ביותר, לעומת 25% בלבד מאלה שביתם מרוחק יותר מהכביש. זיהום אוויר מוזכר כבעיה השנייה בחשיבותה אחרי הרעש.

בנוסף לכך, התברר ממצאי המחקר, 36% מהנשאלים המתגוררים באזור ההשפעה סבורים כי הקרבה לכביש מורידה מערך דירתם כתוצאה מהשפעתו השלילית, בעוד ש- 13.2% מהנסקרים האמינו כי נוכחות הכביש בסמוך לבית מעלה את שוויו, וזאת בניגוד לאנשים המתגוררים באזור מרוחק יותר מהכביש (2% ו- 46.8% בהתאמה).

**חשוב לציין, כי ההערכה הסובייקטיבית של תושבי אזור ההשפעה, את הנזקים הנובעים מקרבת הכביש לביתם במונחים כספיים, עולה כפליים ממחירי דירות בשוק הדיור בפועל (נתונים אובייקטיביים).**

הערכות אלו נובעות מהחשיבות שאנשים מייחסים למטרד הרעש הנגרם מקרבת הכביש לבית. הפרעות, הנוצרות כתוצאה מחשיפה ממושכת לרעש, עלולות לבוא לידי ביטוי בפגיעות בבריאות, פיזית (כגון פגיעה בשמיעה) או פסיכולוגית (כגון לחץ (stress)), הפרעות בתקשורת מילולית, הפרעות שינה, הפרעות בפעילות העבודה ובביצוע משימות למיניהן וכד'. הדבר מצביע

על כך, כי יש להתחשב לא רק באפקט הראלי של השפעת הכביש על שווי הנכס, אלא גם בתפיסות האנשים את ההשפעות הללו, מאחר שתפיסות אלו משפיעות על הביקוש, וכתוצאה מכך, על מחירי הדירות.

← כאמור, השיטה העיקרית המאפשרת לבדוק ישירות את התפיסות הסובייקטיביות של האנשים הנה **שיטת ההערכה המותנית (CVM)**. שיטה זו שימשה כלי להערכת התועלות השליליות של קרבת הכביש למגורים במחקרו של Soguel (1994) (ראה במחקרו של בקר, 1997). מטרתו של המחקר, לבדוק את הנכונות לשלם (WTP) של תושבי אזור המושפע מכביש מהיר בשוויצריה, עבור הפחתת הרעש מתחבורה. ממצאי המחקר: אנשים מוכנים לשלם בטווח שבין 56 עד 67 פרנקים שוויצריים לחודש תמורת הפחתה של רמת הרעש לחצי מרמתו הנוכחית.<sup>4</sup>

← בנוסף לכך, יש לציין כי מפגעי הרעש נתפסים על ידי שכבות אוכלוסייה שונות בהתאם למאפייניהן. תוצאות המחקרים מצביעות על כך, כי מטרדים סביבתיים נתפסים ביתר חומרה על ידי תושבים בעלי סטטוס סוציו-כלכלי גבוה, ובהתאם לכך הם מוכנים לשלם יותר עבור מגורים בסביבה שקטה. מחקר של Palmquist (1982) מדגיש, כי ירידה במחירי הדירות הסמוכות לכביש באזור בו אוכלוסייה בעלת פרופיל כלכלי גבוה, הנה כ- 1.2% לכל 2.5 דציבל, כאשר רמת הרעש באזור זה מהווה 70 דציבל. לעומת זאת, לאוכלוסייה בעלת סטטוס סוציו-כלכלי נמוך ירידת ערך הדירה מסתכמת בכ- 0.2% לכל 2.5 דציבל, כאשר רמת הרעש באזור היא 80 דציבל.

באופן כללי, ניתן להסיק ממחקרים שנעשו בעולם בתחום זה, המדד NDSI נע בין 0.08% ל- 1.05% משווי הדירה, כאשר הממוצע של ירידת ערך הנכסים הינו כ- 0.4% לכל דציבל מעבר ל- 55 דציבל. מקובל להניח, כי ההבדל ברמת הרעש בין בית מגורים המצוי באזור "שקט" לבין הנכס שנמצא באזור "רעשני" הנו כ- 20-25 דציבלים (Becker and Lavee, 1999). יש לציין כי במהלך הזמן מסתמנת מגמה של עליית ה-NDSI, דבר המבטא את מודעותו הגוברת של הציבור במדינות מפותחות לאיכות הסביבה ונכונות לשלם יותר עבור איכות חיים.

---

<sup>4</sup>\$0.66 בתקופה בה נערך המחקר

אחד הכיוונים הנבדקים במחקרים המתמקדים בנושא, הוא אמידת התועלת השלילית של הכביש באמצעות שימוש במשתנים המאפיינים את התנאים הייחודיים בכביש, כגון עלייה בנפח התנועה בכבישים מהירים בעלי תנועה אינטנסיבית (כבישים גדושים במקרים מסוימים). כמו כן, ניתוח השוואתי של השפעות כבישים בעלי דירוג שונה מבחינת רמת האינטנסיביות של התנועה, מאפשר להעריך את ההבדלים במחירי הדירות בהתאם לכך. פירוש הדבר השוואת שווי של נכס הממוקם בקרבה לכבישים משניים בעלי נפח תנועה קטן (low-traffic street) לעומת הנכסים המצויים ליד כבישים ראשיים בעלי תנועה אינטנסיבית (high-traffic street).

ממחקרם של Hughes et al. (1993) עולה כי **ההפרש בין מחירי הדירות, המושפעות מכביש בעל תנועה אינטנסיבית, למחירי הדירות המושפעות מכביש עם נפח תנועה קטן (כגון רחוב ללא מוצא), מהווה כ- 11.5%.** בדיקה זו נעשתה באמצעות מודל המחירים ההדוניים.

אומנם, מקדם זה הנו גבוה למדי, אולם יש להביא בחשבון כי המקדם התקבל מהשוואת שני מקרים קיצוניים – כביש מהיר בעל תנועה אינטנסיבית במיוחד, לעומת רחוב ללא מוצא. במקרה של קביעת שווי עבור שתי דירות דומות מבחינת מאפייניהן הפיסיים, אך ממוקמות באזורים שונים מבחינת אינטנסיביות התנועה בכבישים העוברים בקרבתן, יש להביא בחשבון מיקומם של הדירות ומידת הגודש בכבישים שבקרבתם מצויות הדירות.

**מבחינת השפעת השינויים בנפח התנועה בכבישים ראשיים על שווי הדירות הסמוכות אליהם, עולה כי בין שתי דירות הדומות מבחינת מאפייניהן הפיסיים, ערך הדירה הממוקמת בסמוך לכביש שבו עוברות בכ- 1000 מכוניות ביום יותר מאשר בכביש שאליו סמוכה הדירה השנייה, נמוך ב- 0.85% משווי הדירה השנייה.**

כתוצאה מהשוואת ההשפעות של נפחי תנועה שונים על מחירי דירות המצויות בשכונות שונות מבחינת גודל ודירוג הכבישים העוברים בשכונות אלו, הגיעו החוקרים למסקנה כי ההשפעה השלילית של התנועה עולה על ההשפעה החיובית של הנגישות למרכזי תעסוקה, מסחר ושירותים.

לאותה מסקנה בעניין ההשפעות השליליות של הכבישים, הגיעו המחקרים שנעשו בארה"ב עבור Federal Transit Administration (1996). ממסקנותיהם ניתן ללמוד כי התרחקות בית

המגורים מהכביש המהיר במטר אחד כרוך בפרמיה למחיר הנכס המהווה בממוצע תוספת שווי של כ- \$24 (Hoeveler and Liu, 2000).

בין הגורמים, העשויים להוריד את מפלס הרעש ממקורות שונים, כולל תחבורה, ניתן למנות צמחיה המפרידה בין מקור הרעש (כגון כביש) לבתי המגורים הסמוכים לו. ממחקרם של שילר ועמיתיו (1999) עלה כי לא רק עצם קיומם של עצים מפחית את רמת הרעש, אלא, מידת הפחתת הרעש נגזרת ממאפייני הצמחייה השונים. התברר כי ככל שצפיפות העצים הולכת וגדלה, כך גם פוחת מפלס הרעש. כמו כן, נמצא כי עצים רחבי עלים (כגון, פיקוס, שיטה ואקליפטוס) מיטיבים להפחית את עוצמת הרעש לעומת מחטניים (כגון אורנים).

לאחרונה, נעשה גם בישראל מחקר, בו נמדדה התועלת מהפחתת הרעש כפונקציה של גידול המרחק בין הדירה לכביש הראשי בשכונות שונות בתל-אביב (בקר, 1997). בדיקה זו נעשתה על בסיס שני מקורות עיקריים: מחירון הדירות של לוי יצחק ותשאל במשרדי תיווך באזורים שנבחרו לבדיקה. באמצעות שיטת ההשוואה, נבדקו במחקר הבדלים במחירי הדירות הפונות לכביש הראשי (הדירות החזיתיות) לעומת מחירי הדירות העורפיות הנמצאות בשורה השניה של הבתים הסמוכים לכביש, וכן נבדקה השפעת קירות מיגון על מחיר הדירות. מבדיקות אלו התברר, בהפרש של 8 דציבלים בין דירה חזיתית לעורפית, קיימת ירידה ממוצעת של ערך הדירות בטווח של 0.375% - 1.25% לדציבל. כלומר, לפי נתוני שוק הדיור באזורים שונים בישראל, ההבדל בין מחיר דירה, הפונה לכביש הראשי, לבין מחיר דירה עורפית, הינו כ- 10%, כאשר קירות מיגון עשויים להקטין את השפעת הרעש של הכביש המהיר פי שתיים. חשיבות עבודה זו וממצאיה נעוצים, בין היתר, בכך שהתחום, בו נערכה העבודה, הינו דליל מאד במחקרים ובנתוני בסיס. עם זאת, יש צורך בשלב זה בבדיקה מעמיקה יותר של השפעת הרעש על מחירי הדירות, בדיקה שתבוצע באמצעות שיטה אחרת כגון, מחירים הדוניים ו/או שיטת ה-CVM, וכן על סמך מקור מידע אמין יותר לגבי מחירי הדירות כגון, נתוני עסקאות שנעשו בפועל ויילקחו ממאגר מס שבח. יתר על כן, מין הראוי לאמוד את **ההשפעה המשולבת** של הגורמים המשפיעים על ערכו של הנכס, כולל מאפיינים פיזיים של הדירה, וכן מאפיינים סביבתיים. בכלל זה, ראוי להתייחס גם להשפעת התועלות החיוביות של קירבת הבית לכביש (כגון

נגישות) והן השליליות (כולל השפעות שליליות אחרות, מלבד הרעש, כגון זיהום אוויר, שכן לא ניתן לנטרלו אף באמצעות הקיר האקוסטי) על שוויו של הנכס.

← עדויות תושבי אזור, הניזוקים על ידי הרעש הנגרם מהכביש, יכולות לשמש לא רק כלי להערכת נכונות לשלם עבור סביבה שקטה יותר באמצעות שיטת CVM, אלא, בעזרתו ניתן לאמוד את ההשפעה השולית של תפיסת הרעש על מחירי הדירות באמצעות מודל של המחירים ההדוניים.

כך נעשה במחקרם של נבו ובן-אור (1996), המהווה מחקר יחיד בישראל עד כה בו נבדקה השפעת הרעש על מחירי הדירות באמצעות המודל של מחירים הדוניים, כאשר הנתונים לבדיקה נלקחו משוק הדיור באזור רכס הכרמל בחיפה. דהיינו, בעוד שרוב המחקרים בעולם, העוסקים בנושא זה, משתמשים במונחים אובייקטיביים (כגון מרחק בין דירה לכביש) בכדי להגדיר את המשתנים המשקפים את השפעת הכביש, מחקר זה מתבסס על עדויות הדיירים הסובלים מהרעש (מדד סובייקטיבי), לבניית המשתנה שבאמצעותו נבחנת השפעת הרעש על מחיר הדירה. ממצאי המחקר מעידים על כך, כי מיקומה של הדירה באזור, הנתפס על ידי דייריו כאזור הרעש, מוריד את שוויה של הדירה בכ- 13 אלף דולר.

מחד, תוצאות הבדיקה משקפות את השפעת הרעש הריאלית, הנתפסת בפועל על ידי התושבים, על מחירי הדירות. מאידך, ההערכה התפיסתית של הדיירים אינה משקפת התייחסות למקור הרעש, שכן הרעש הנתפס כמטרד יכול להיות תוצאה של קרבת הדירה למרכז מסחרי, בית-ספר, מרכז בילוי, ספורט וכד'. יתר על כך, שימוש במדד סובייקטיבי בלבד (עדויות הדיירים) בהעדר מדדים אובייקטיביים במודל לבניית המשתנה, אשר מאפיין את השפעת הרעש על מחירי הדירות, מקשה שימוש בתוצאות המחקר לאמידת השפעת הכביש על שווי הדירות באזורים אחרים בארץ.

לשני המחקרים הנ"ל, שנעשו עד כה בישראל בתחום זה, ישנה מגבלה משמעותית והיא – מקורות הנתונים של מחירי דירות. מחקרו של בקר (1997) מבוסס על שני מקורות מידע מרכזיים: מחירון הדירות של לוי יצחק ונתונים של משרדי תיווך באזורים הנבחנו, ואילו בבדיקתם של נבו ובן-אור (1996) הבסיס העיקרי לאיסוף הנתונים שימש סקר טלפוני בקרב בעלי דירות אשר פרסמו מודעות מכירה בעיתונות המקומית. מקורות אלו ודאי עשויים לתת

אינדיקציה לגובה המחירים ולמגמות הקיימות באזורים שונים בארץ, אולם לא ניתן ללמוד ממקורות אלו מהם שוויין של דירת המגורים בשוק החופשי.

המציאות מלמדת: קיים הפרש בין מחיר המבוקש לבין המחיר בו מתבצעת העסקה בפועל, או לחילופין, קיים 'פער משא ומתן'. פער זה מודגש בעיקר בדירות הממוקמות בסביבת מטרדים הסביבתיים למיניהם. "...דירות במקום פחות טוב (עם מטרד סביבתי כגון כביש ראשי וכד') נמכרות רק לאחר התפשרות במחיר כלפי מטה..." (לוי יצחק, 1997).

יתרה מכך, תוצאות מחקר שנערך לאחרונה במחלקת המחקר של אגף שומת מקרקעין (2001) מעידות: מלבד מטרדי הסביבה, פער משא ומתן הנו גם פונקציה של מאפייני בית המגורים (כגון אופי הבניה, רוויה לעומת בניית צמודת קרקע, וגודל הדירה), של מיקום ותכונות הסביבה בה מצויה הדירה (כגון רמת יוקרה ורמה סוציו-כלכלית של שכונת מגורים), וכן של תנאי שוק הדיור השוררים בתקופת המכירה (תקופת גיאות לעומת תקופת מיתון).

לפיכך, המחירים המוצהרים על ידי המוכרים, וכן מחירים המפורסמים במחירון או במשרדי תיווך, אינם בהכרח משקפים שווי שוק, לעתים פערים בין מחירים אלו לבין המחיר שבה בוצעה העסקה יכולים להיות משמעותיים ביותר. יתר על כן, בשל מורכבות הקשר בין גובה פער המשא ומתן לבין כלל הגורמים (שהוזכרו לעיל) המשפיעים עליו, קשה לצפות להטיה מגמתית ואחידה. התברר כי השפעת מאפייני הדירה וסביבתה וכן תנאי השוק באה לידי ביטוי בטווח רחב יחסית בו נע ממוצע פער משא ומתן מ- 2.9% עד 18.3% מהמחיר המוצהר (משרד המשפטים, מח' המחקר, 2001).

למרות מגבולות אלו, לשני המחקרים שנעשו עד כה בישראל בנושא ולמסקנותיהם חשיבות ניכרת כעבודות "פריצת דרך" שיצרו מסגרת לדיון מדעי בנושא וכן בסיס למחקרים נוספים בתחום זה.

### **3. דיון וסיכום**

לכאורה, תוצאות המחקרים שנידונו לעיל, אינן עקביות מבחינת המסקנות הסופיות בנוגע לדומיננטיות של התועלות החיוביות (נגישות) לעומת התועלות השליליות (רעש, זיהום אוויר וכד'). אי-עקביות זו מצביע על מורכבות הסוגיה (השפעת הכביש על שווי הנכס) ולא על חוסר הקונסנסוס בנושא זה.

מורכבות זו נובעת הן מעצם העובדה כי השפעת הכביש על ערך הנכסים באה לידי ביטוי בכיוונים מנוגדים בעת ובעונה אחת, והן ממגוון הגורמים המאפיינים כיוונים אלה. באופן כללי, במרחק מסוים מהכביש השפעתו הדומיננטית של הכביש הנה **שלילית**, הפוגעת בשווים של הנכסים הסמוכים אליו. ככל שבית המגורים מרוחק יותר מהכביש (בהתחשב ביתר הגורמים, כמובן), ההשפעה השלילית של הכביש (רעש, זיהום וכד') פוחתת והולכת, והשפעת ה**נגישות** הטובה יותר נעשית מורגשת יותר. מעבר למרחק מסוים, משקל התועלת החיובית של הכביש נעשה ניכר יותר מאשר נזקי הרעש וזיהום האוויר, ובהתאם לכך השפעת ה"נטו" של הכביש הנה חיובית.

יתרה מכך, ניתן להסיק מתוצאות המחקרים, כי השפעת ה"נטו" של הכביש יכולה להשתנות באופן ניכר בהתאם למספר התצפיות (עסקאות) הנופלות בקבוצות שונות מבחינת המרחק מבית המגורים לכביש. כלומר, הגדרת תחום ההשפעה של הכביש ובחירה בהיקף מדגם התצפיות המייצג את המרחקים השונים בתחום זה, מהווה אלמנט רגיש ביותר לתוצאותיהם של כל מחקר ומחקר.

לפעמים, הנהנים מנגישות לכביש הנם כל התושבים באזור הנבדק, גם אלה שבתיים מצויים לא בסמוך לכביש עצמו, אלא רחוק יותר. ההנאה נובעת מהקרבה והנגישות למחלפים, או לתחנות של תחבורה ציבורית, המקנות נגישות טובה למרכזי תעסוקה, מסחר ושרות. לעומת זאת, הסובלים ממטרדי הכביש, מרוכזים בעיקר בשורה הראשונה של בתי מגורים הפונים לכביש (חזיתית). בכך מתבטא, כאמור לעיל, השוני במהות המושג "מרחק" בהקשר לכיווני השפעה שונים. בהתאם לתוצאות המחקרים, גבול זה, התוחם את אזור הרגישות הגבוהה במיוחד למפגעי רעש, זיהום אוויר והשפעות חיצוניות שליליות אחרות, עובר במרחק של כ- 150 – 180 מ' מהכביש.

בנוסף לכך, ישנם הבדלים נכרים בתפיסת ההשפעה של כבישים עירוניים לעומת כבישים בין-עירוניים, כאשר תפיסות אלו יכולות לבוא לידי ביטוי בהגדרת ההשפעות הדומיננטיות של הכביש בכיוונים שונים. דהיינו, השוואת שווי הדירה הממוקמת בתוך העיר, בקרבה לכביש המוביל למרכז תעסוקה עיקרי, עם שווי דירה המצויה בקרבה לכביש המהיר הבין-עירוני, יכולה להבליט את הדומיננטיות של השפעת הנגישות למע"ר לעומת השפעת הרעש וזיהום אוויר על שווי של הנכס. כלומר, ייתכן כי אנשים השואפים לגור קרוב למרכז העיר, מוכנים מלכתחילה לרמה מסוימת של רעש וזיהום אוויר, ועל כן מייחסים חשיבות רבה יותר לנגישות טובה למקום העבודה או למרכזי הבילוי והשירותים מאשר למידת הרעש ואיכות האוויר.

לעומת זאת, אנשים המתגוררים בפרוורי גושים עירוניים או ביישובים כפריים בצפיפות נמוכה (בעיקר בבתיים צמודי קרקע), מייחסים משקל רב יותר לשקט, שלוה, נוף ואיכות אוויר כמאפייני איכות חיים טובה. סביר כי אנשים אלו רגישים הרבה יותר לפגיעה בערכים אלו הנובעת מקרבת הכביש לבתיים, בעוד שנגישות לכביש או למרכזים עירוניים אינה מהווה חשיבות עליונה עבורם. כלומר, במקרה זה ניתן להתייחס להשפעות "נטו" שונות כפונקציה של "עלות התועלות" בהתאם לסדרי עדיפויות של אוכלוסיות שונות.

להלן הממצאים העיקריים של המחקרים שנידונו בחלקה הראשון של העבודה:

- ❖ הפרמיה, הנובעת מנגישות טובה יותר לכביש ולמע"ר, עשויה להגיע לכ- 15%-12%.
- ❖ ירידה במחירי הדירות כתוצאה מהתועלות השליליות של קרבת הכביש (רעש, זיהום אוויר וכד') מגיעה לכ- 11.5% (לצורך ההשוואה: לפי נתוני דו"ח הצוות הכלכלי לגבי תקני רעש מהכבישים, הפרש המחירים בין דירות באזור שקט יחסית לבין דירות הפונות לכביש הראשי הוא כ- 10%, כאשר נתון זה מבוסס על המידע של משרדי תיווך).
- ❖ לפי ממצאי מחקר שנעשה בישראל, אחוז הפגיעה של הכביש בערך הדירות ברכס הכרמל בחיפה מגיעה ל- 13 אלף דולר, כאשר בהתאם למחירים בשוק הדיור באזור סכום זה תואם לירידת ערך הדירה "הרועשת" לעומת הדירה "השקטה" בכ- 8%-7%.
- ❖ מכאן, ניתן להסיק כי הירידה המקסימאלית בשווי הדירה, כתוצאה מההשפעות השליליות של הכביש, עלולה להגיע ל- 12% - 15%. אומנם, טווחי הפרמיה למחיר הנכס כתוצאה מנגישות וירידה בשווי כתוצאה מרעש וזיהום אוויר הנם דומים, אך הדבר לא מצביע כי השפעות אלו מנטרלות אחת את השנייה, אלא יש לבדוק את כל מקרה לגופו בהתאם לכל אותם השיקולים שנידונו לעיל.
- ❖ קיימת ירידה ממוצעת של ערך הדירות בכ- 0.4% לכל דציבל מעל רמת הרעש של 55 דציבלים. יש לציין גם את מגמת העלאה של המדד NDSI המיוחס לדציבל אחד, כתוצאה ממודעות הגוברת לאיכות חיים.



❖ ערך הדירה הממוקמת בסמוך לכביש שבו עברות בכ- 1000 מכוניות ביום יותר מאשר

בכביש שאליו צמודה הדירה השנייה, הנו פחות ב- 0.85% ממחיר הדירה השנייה.

❖ גבול התוחם את אזור הרגישות הגבוהה במיוחד למפגעי רעש, זיהום אוויר והשפעות

חיכוניות שליליות אחרות, עובר במרחק של 150 – 180 מ' מהכביש המהיר. מעבר לגבול

זה, ההשפעות החיוביות הנובעות מן הקרבה לכביש עולות על ההשפעות החיכוניות

השליליות.

**במידה מסוימת ובהירות מרובה**, ממצאים אלו עשויים לשמש בסיס מידע וכלי עזר להערכת

השוויים של בתי מגורים, החשופים להשפעת הכביש.

יש להדגיש בהקשר זה כי מסקנות וממצאים אלו הינם על בסיס המחקרים שנעשו בחו"ל עם כל

המשתמע מכך. לאור מגוון הגורמים המאפיינים את כיווני ההשפעה השונים, מין הראוי לבצע גם

מחקרים אמפיריים שיעריכו את השפעת הכבישים על שוויים של הדירות באזורי הארץ שונים, על

בסיס מקורות מידע אמינים, ושיעשו שימוש בשיטות הערכה הקיימות למטרות אלו (מודלים

הדוניים, CVM, ואחרות). נכון יהיה לבסס קביעת שווי הנכס (או גובה הפיצוי בעד נזקי רעש

מהכבישים) בכל מקרה ספציפי על סמך מחקר אמפירי המתייחס לאותו אזור גיאוגרפי בו מצוי

הנכס, אולם, בד"כ הדבר אינו ניתן לביצוע בגין הצורך בהשקעות לא מבוטלות הכרוכות בכך (כגון

זמן, כסף וכד').

על כן, בשלב השני היישומי של המחקר הנוכחי ניתן להיעזר באותם ממצאי המחקרים שנעשו

בעולם ובישראל כבסיס תיאורטי ומערך מידע להערכת השפעתם של הכבישים מסוגים

שונים על שוויים של הנכסים הנמצאים בקרבתם, בהתאם לתנאים ספציפיים המאפיינים כל נכס

וסביבתו באזורים הנבחרים לבדיקה. ממצאי המחקרים הקודמים מהווים גם מסגרת ראויה לדיון

בתוצאותיו ובמסקנותיו של המחקר היישומי הנוכחי.



## השפעת הרעש הנגרם מהכבישים על שוויין של דירות מגורים: ניתוח אמפירי

לאור הנאמר לעיל, ישנה חשיבות מיוחדת להמשך המחקרים בנושא השפעת הרעש מכבישים על שווי הנכסים בישראל. השלב היישומי של הפרוייקט הנוכחי מהווה צעד נוסף חשוב בפיתוח הבסיס המדעי לנושא זה בארץ. לצורך המחקר נבחרה העיר ירושלים.

**מטרת המחקר: לאמוד את התועלת הכלכלית מהפחתת נזקי הרעש הנגרמים מתנועת כלי הרכב בכבישים לדירות מגורים, במספר השכונות בירושלים, תוך התייחסות לתועלת הנובעת מקרבת דירות המגורים למרכזי השירותים בשכונות.**

### 5. שיטות המחקר

#### 5.1 גישה לאמידת התועלת

מסקירת המחקרים שנעשו בעולם בנושא, נמצא כי מחיר המכירה של דירת מגורים נגזר מצרור מאפיינים אשר לכל אחד מהם ישנה השפעה על מחיר הדירה הכולל, או לחילופין, לכל אחת מהמאפיינים הללו מחיר משלו אשר מרכיב את המחיר הכולל של הדירה. מאפיינים אלו ניתן לחלק לשלוש קבוצות:

- מאפיינים פיסיים של הדירה, כגון שטח הדירה, מספר חדרים, חומר הקירות, וכד';
- מאפיינים שכונתיים, כגון רמה סוציו-כלכלית של האוכלוסייה, רמת השירותים בשכונה וכד';
- מאפייני איכות הסביבה, כגון רעש, איכות אוויר, נוף, קירבה לשטחים ירוקים, וכד' כאמור, אחת השיטות הכלכליות הנפוצות ביותר המאפשרת הערכת מחירי המאפיינים המרכיבים את המחיר הכולל של מוצר כלשהו (כגון דירה במקרה הספציפית הנדון) הנה שיטת המחירים ההידוניים<sup>5</sup>.

מחקר זה עושה שימוש בגישה זו, וזאת על מנת לאמוד את השפעתם השולית של מאפייני הדירה וסביבתה על מחירה הכולל, או לחילופין, לשם אמידת מחירי המאפיינים המרכיבים את המחיר ה"סופי" הכולל של הדירה. **תשומת לב מיוחדת תינתן להערכת מחירו של מאפיין הרעש המשקף**

<sup>5</sup>דאה תיאור השיטה בפרק 1

**את הערך הכלכלי במונחים כספיים שמייחסים משקי בית למגורים שקטים יותר באזורים הנבחרים בירושלים.**

## **5.2 איסוף הנתונים: שלבי עבודה ומדידות**

כאמור, לצורך ביצוע בדיקה אמפירית של השפעת התנועה בכבישים עירוניים על מחירי הדירות בבנייה רוויה נבחרו שלוש שכונות מגורים בעיר ירושלים:

- רמת אשכול

- בר-אילן

- בית הכרם

לשכונות אלו ולבתי מגורים מאפיינים שונים זה מזה, כגון מבנה סוציו-כלכלי של אוכלוסיית השכונות, צפיפות בנייה, סוגי כבישים, נפחי תנועה, קיום מערכות מיגון מהרעש, מאפיינים פיסיים של הבניינים וכד'. בכל שכונה אותרו מספר רחובות אשר חלקם חזיתם פונה לכביש ראשי סואן ואילו אחרים פונים לכבישים פנימיים ושקטים יותר.

העבודה כוללת מספר שלבים של איסוף הנתונים, אשר נבחרו והוגדרו בהתאם לאותם שלוש קבוצות המשתנים המשפיעים על שווי הנכס (דירה). קבוצות אלו צוינו בסעיף הקודם.

להלן שלבי איסוף הנתונים:

שלב הראשון נאספו נתוני עסקאות שנעשו בשוק הדיור בפועל בשנים האחרונות<sup>6</sup> כפי שדווחו למס שבח (ע"פ תכנת "כרמן"). לוקטו עסקאות המתייחסות לכל אחת משכונות מגורים שנבחרה לבדיקה. לאחר מכן מוינו כל העסקאות שענו על הקריטריונים שהוגדרו לצורך מטרת המחקר (לפי שנת ביצוע העסקאות, סוגי ומאפייני הנכסים ומיקומם). עבור כל אחת מהעסקאות, לוקטו מחירי מכירה של הדירה וכן מאפיינים פיזיים העשויים להשפיעה על שוויה ושניתן היה לקבלם, כגון: שטח הדירה, מספר חדרים, קומה, גיל הבניין, ותאריך עסקה. לגבי אותן העסקאות נשלפו מחוזי המכירה גם נתונים שאפשרו איתורם של הדירות בשטח, לשם איסוף נתונים נוספים המשפיעים על שווי של הנכס, אך אינם כלולים בתכנת "כרמן".

סה"כ אותרו כ- 170 עסקאות (תצפיות) במס שבח עבורם נשלפו הנתונים. נתונים אלו שימשו בסיס לשלב הבא שהיווה עבודת שטח.

<sup>6</sup>תקופת ביצוע עסקאות הוגדרה כטווח שבין סוף שנת 1997 עד לאוקטובר 2000, כאשר ניתן לאפיין את התקופה הזו רובה ככולה כתקופת שפל בשוק הנדל"ן. לפיכך, השפעת תאריך העסקה הנה מנוטרלת ומשתנה זה אינו נכנס במודל.

◀ השלב הבא ביישום האמפירי בעל משמעות כפולה. ראשית, בשלב זה כל העסקאות שאותרו במס שבח בשלב הקודם נבדקו בשטח לפי כתובתם על מנת להתאימם למצוי בשטח. חלק מהתצפיות הוסר מרשימת העסקאות עקב אי-התאמה בין הרשומות במס שבח לבין המצוי בשטח, או עקב מאפייני דירות החריגים מנתוני הסביבה, כאשר מאפיינים קיצוניים עלולים להביא להטיה בתוצאות המחקר. כתוצאה מבדיקה זו, רק עסקאות (דירות) המתאימות והמתואמות עם תכנת "כרמן" ונתוני השטח, שמספרם 126, שימשו בסיס למחקר זה.

שנית, לשם השלמת הנתונים שנשלפו מתוכנת "כרמן" בשלב הראשון, עבור כל אחת מהדירות בוצעו בדיקות שטח בהקשר למאפיינים פיזיים של הדירות והבניינים בהם מצויות הדירות כגון מרפסת, מעלית, מצב הבניין, חומר הקירות וחנייה.

◀ במקביל לאיסוף הנתונים בשטח הכוללים את המאפיינים הפיזיים של הדירות, בוצעו ההערכות ואמידות חיוניות הכרוכות במאפיינים סביבתיים כגון נוף הנשקף מהדירה<sup>7</sup>, וכן במאפייני הנגישות למרכז מסחרי שכונתי<sup>8</sup>.

◀ לאחר מכן עבור כל אחד מהתצפיות נערכו מדידות של רמת הרעש לה נחשפה הדירה בפועל. מדידות אלו בוצעו באופן מיוחד במסגרת המחקר הנוכחי במהלך קיץ – סתיו, 2001 על ידי אנשי מקצוע מהמחלקה לאיכות הסביבה בעיריית ירושלים. המדידות בוצעו בשעות שיא התנועה (ושיא הרעש מהכביש), בד"כ בשעות הבוקר (בין השעות 07:00 – 09:00) ואו בשעות אחרי הצהריים (בין השעות 16:00 – 18:00). פרמטר המדידה הוא מפלס רעש שווה הערך (מפלס הרעש הממוצע)  $Leq$  בדציבלים בסקלה "A" (dB A) לשעות השיא<sup>9</sup>. פרמטר זה מקובל בארץ וכן ברוב המדינות להערכת הרעש מהדרכים. המדידות בוצעו על הקרקע (בגובה כ- 1.5 מ' מעל הקרקע), בחזית הרלוונטית של הבניין ביחס לכביש הקרוב ביותר לאותו בניין. על בסיס מדידות אלו נעשתה הערכה חישובית המתארת את מפלס רעש שווה הערך באותה החזית הרלוונטית של הדירה ובגובה חלונותיה. כלומר, התוצאה הסופית (ערכי רמת הרעש שהוכנסו למודל) לוקחת בחשבון את

<sup>7</sup> בהינתן כתובות מדויקות ומאפייני דירות כגון קומה, באמצעות בדיקות קפדניות ניתן היה להעריך את הנוף הנשקף מהדירה מהחזית הרלוונטית.

<sup>8</sup> עבור שכונות הנבחרות הוחלט שאין טעם לאמוד את הנגישות למרכז העיר עקב הבדלים לא משמעותיים במרחקים שבין השכונות הללו לביים מרכז העיר.

<sup>9</sup> להערכת הרעש מדרכים משתמשים, לעתים קרובות, גם במפלס רעש שווה הערך (במפלס הרעש הממוצע) ל-24 שעות (לימימה), המשוקלל לגבי שעות הלילה והערב –  $Ldn$  dB (A) או  $Lden$  dB (A). לפי בדיקות שנעשו על ידי אנשי מקצוע בירושלים בשכונות מגורים שונות, ההפרש בין שני הפרמטרים  $Ldn$  ו- $Leq$ , או  $Lden$  ו- $Leq$  (הנו קטן: בדרך כלל פחות מ-2 dB A (ברכה, 1993)).

גובה הדירה ביחס למקורת הרעש<sup>10</sup>. במקרה וליד אותו הבניין זוהה מקור רעש נוסף (כגון, כביש מרוחק יותר מהבניין מהכיוון העורפי של הדירה) נמדדה רמת הרעש גם מהמקור השני.

◀ בנוסף לכך, עבור כל אחת מהדירות נקבעה הרמה סוציו-כלכלית של תת-האזור לפי המדד החברתי-כלכלי של האזורים הסטטיסטיים שהוגדרו על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה כיחידת הממ"ג (למ"ס, 1995)<sup>11</sup>.

נתונים, שנאספו בשלבי העבודה המתוארים לעיל, הוקלדו כקובץ מחשב בתוכנת EXEL.

## **6. השפעת מאפייני דירה פיזיים, מאפיינים שכונתיים ומאפייני איכות הסביבה**

### **על מחירי הדירות: הממצאים**

כל העיבודים והניתוחים הסטטיסטיים נעשו בתוכנת מחשב JMP. מרבית נתוני הגלם עברו תהליכי טיוב כגון ניפוי ותיקון טעויות הקלדה, קיבוץ לקטגוריות, טרנספורמציות ואיחוד משתנים. בתהליכי עיבוד הנתונים וניתוחם הופעלו אמצעים שונים, כגון ניתוח תיאורי (התפלגויות), מבחנים סטטיסטיים על התפלגויות, זיהוי ממוצעים, שכיחויות, שיעורים ופרופורציות, ניתוחי מתאם בין המשתנים, ומודלים סטטיסטיים.

פרק זה עוסק בתיאור מפורט של העיבודים והניתוחים הסטטיסטיים, וכן בדיון בממצאי ניתוחים אלו.

### **6.1 פרופיל פיזי-סביבתי של המדגם**

ניתוח השוואתי של העסקאות בשלוש השכונות הנבדקות מבחינת מחירי הדירות, שטחם ומאפייני הרעש מפורט בלוח 1.

מתוך הלוח עולה כי מחירי הדירות הנבחרות לבדיקה בשלוש השכונות הנחקרות נעים בטווח רחב יחסית: מ- \$95,000 עד \$432,000. מדגם העסקאות כולל דירות בגודל שונה, כאשר שטחה של הקטנה ביניהן הנו 33 מ"ר וגודלה של הדירה המרווחת ביותר במדגם הוא 114 מ"ר. רוב הדירות

---

<sup>10</sup> בהקשר למדידות אלו יש לציין כי נתונים לגבי פנים הדירה: סוג ומספר החדרים בדירה החשופים לרעש מהדרך, וכן תנאי מיגון פנימיים של הדירה, כגון חלונות כפולים וכד', לא נכללו בבדיקה עקב הקושי להשיגם. אך לפי הכללים על פיהם מתנהל שוק הנדל"ן, ערך ההשקעות במיגון פנימי מהרעש בדירה מתבטא בשינוי קטן יחסית במחירה הסופית של הדירה.

<sup>11</sup> בחישוב המדדים החברתיים-כלכליים השתתפו המשתנים כגון מאפיינים דמוגרפיים, מאפייני רמת חיים, השכלה וחינוך, תעסוקה ואבטלה וגמלאות. לפירוט והסברים יש לפנות לפרסומי מפקד האוכלוסין והדירור של למ"ס, 1995.

הנבדקות במחקר מצויות בבנייני אבן (82.6%) הנשמרים במצב יחסית טוב (81%), למרות שכמחצית מהבניינים נבנו לפני כ- 20-25 שנה.

כאמור, כלל מדגם העסקאות מתחלק לשלוש קבוצות בהתאם לשלוש שכונות הנבחרות לבדיקה, כאשר היקפם של הקבוצות הללו נבדלים זה מזה באופן ניכר<sup>12</sup>: 70.6% מסך גודל המדגם שייך לשכונת בית הכרם, 21.4% מכלל העסקאות שנדגמו נעשו בשכונת רמת אשכול, ו- 8% באזור בר-אילן.

בין שלוש השכונות הנבדקות, בשכונת בית הכרם נצפית רמת מחירים גבוהה ביותר: מחיר הדירה הממוצעת בשכונה מהווה כ- 218.5 אלף דולר לעומת 178.6 אלף דולר בשכונת רמת אשכול ו- 144.4 אלף דולר בבר-אילן. פערים אלו תואמים את הפרופיל הסוציו-כלכלי של האוכלוסייה המתגוררת בשכונות אלו: שיעור אוכלוסייה מבוססת בעלת רמה סוציו-כלכלית בינונית וגבוהה<sup>13</sup> בשכונת בית הכרם הנו 66%, כאשר בשכונת בר-אילן ואף בשכונת רמת אשכול רמה סוציו-כלכלית גבוהה לא מוגדרת כלל. שכונת בית הכרם בולטת הן מבחינת מאפיינים פיזיים

של הדירות והבניינים והן מבחינת מאפיינים סביבתיים. בפרט, במדגם שנלקח בשכונה זו, שיעורי הבניינים החדשים (36%), עם מעלית (50.6%), ו/או עם חנייה פרטית (37.1%) גבוהים יחסית לשכונות אחרות. בתים שנדגמו בשכונה זו מצויים גם בסביבה שקטה יותר בהשוואה לשכונות אחרות הודות לקיר האקוסטי המבדיל בין השכונה לבין כביש בגין (כביש מס' 4) העובר מזרחה: רמת הרעש בשכונה נעה בין 46 dB עד 70 dB, עם רמת הרעש הממוצעת כ- 60 dB, בעוד שבבר-אילן רמת הרעש המינימלית היא 61 ומגיעה עד ל- 75 dB עם רמת הרעש הממוצעת כ- 68 dB. כמו כן, בניגוד לשכונות אחרות, מחלונות של כמחצית הדירות, שנדגמו בשכונת בית הכרם, נשקף נוף שלא חסום על ידי בניינים אחרים לפחות באופן חלקית.

---

<sup>12</sup> היקף הדירות, הנופלות בכל אחת מהקבוצות, מייצג את מספר העסקאות שנעשו בפועל בשכונות הנבדקות בתקופה שבין 1997 – 2000.  
<sup>13</sup> לפי הגדרות של למ"ס

לוח 1: סטטיסטיקה תיאורית של העסקאות

שכונות			סה"כ המדגם	
בר-אילן	רמת אשכול	בית הכרם		
10 (8.0%)	27 (21.4%)	89 (70.6%)	126 (100%)	<b>מספר העסקאות</b>
				<b>מחיר הדירה (אלפי דולרים):</b>
120.000	110.000	95.000	95.000	מינימום
250.000	340.000	432.350	432.350	מקסימום
144.4	178.600	218.484	204.058	ממוצע
38.1	61.389	78.436	76.000	סטטית התקן
				<b>שטח הדירה (מ"ר):</b>
39.0	37.0	33.0	33.0	מינימום
96.0	107.4	114.0	114.0	מקסימום
54.0	71.5	72.2	70.6	ממוצע
16.4	17.9	16.3	17.3	סטטית התקן
				<b>מספר חדרים</b>
2	1	1	1	מינימום
4	4.5	5	5	מקסימום
2.6	3.1	3.2	3.1	ממוצע
0.62	0.87	0.74	0.76	סטטית התקן
				<b>רמת הרעש (מהמקור העיקרי) (dB):</b>
61	50	46	46	מינימום
75	70	70	75	מקסימום
68.2	64.1	60.2	61.7	ממוצע
6.7	5.2	6.5	6.7	סטטית התקן
10 (100%)	27 (100%)	89 (100%)	126 (100%)	<b>מספר העסקאות</b>
				<b>התפלגות הדירות לפי:</b>
				<b>רמת הרעש (dB)<sup>14</sup></b>
			6 (4.7%)	פחות מ- 55
			54 (43.4%)	55-61
			45 (35.4%)	62-68
			21 (16.5%)	69-75
				<b>קומה</b>
9 (90%)	16 (59.3%)	65 (73.0%)	90 (71.4%)	עד קומה שלישית
1 (10%)	11 (40.7%)	24 (27.0%)	36 (28.6%)	קומה רביעית ומעלה
				<b>מצב הבניין</b>
7 (70%)	-	17 (19.1%)	24 (19.0%)	מוזנח או בינוני
3 (30%)	(100%)	72 (80.9%)	102 (81.0%)	טוב
				<b>חומר הקירות</b>
1 (10%)	-	9 (10.1%)	10 (7.9%)	בלוקים
2 (20%)	-	10 (11.2%)	12 (9.5%)	שיש או בטון
7 (70%)	(100%)	70 (78.7%)	104 (82.6%)	אבן
				<b>מעלית</b>
10 (100%)	16 (59.3%)	44 (49.4%)	70 (55.5%)	אין
-	11 (40.7%)	45 (50.6%)	56 (44.4%)	יש

<sup>14</sup> החישוב של התפלגות הרעש נעשה עבור כלל המדגם בלבד. רציונל שמאחורי חלוקת טווח הרעש הוא: (1) רמת הרעש שבטווח בין 45 dB ל- 55 dB מוגדרת כרעש רקע הקיים 90% מהזמן (בקר, 1997), (2) דגישות האוכלוסייה לרעש כבישים הנה בשיעור של כ- 3 dB (A) בממוצע (ברכה, 1993).



לוח 1: סטטיסטיקה תיאורית של העסקאות (המשך)

סה"כ המדגם	שכונות		
	רמת אשכול	בית הכרם	
	בר-אילן		
- חנייה אין מקום חניה מוסדר מגרש חניה מוסדר חניה פרטית	7 (70%) 3 (30%) -	- 16 (59.3%) 11 (40.7%)	23 (25.8%) 33 (37.1%) 33 (37.1%) 30 (23.8%) 52 (41.3%) 44 (34.9%)
- גיל הבניין ישן (1966 וישן יותר) בינוני (1967 – 1984) חדש (1996 – 1999)	8 (80%) 1 (10%) 1 (10%)	- 27 (100%) -	22 (24.7%) 35 (39.3%) 32 (36.0%) 30 (23.8%) 63 (50.0%) 33 (26.2%)
- נוף אין נוף נוף חלקי או מלא	9 (90%) 1 (10%)	16 (59.3%) 11 (40.7%)	46 (51.7%) 43 (48.3%) 71 (56.3%) 55 (43.7%)
- רמה סוציו-כלכלית נמוכה בינונית גבוהה	5 (50%) 5 (50%) -	- 27 (100%) -	23 (25.8%) 33 (37.1%) 33 (37.1%) 28 (22.2%) 65 (51.6%) 33 (26.2%)
- מקורות הרעש: מקור רעש אחד (עיקרי) שני מקורות הרעש	10 (100%) -	16 (59.3%) 11 (40.7%)	57 (64.0%) 32 (36.0%) 83 (65.9%) 43 (34.1%)
- אופי הדרך: כביש ראשי כביש פנימי	5 (50%) 5 (50%)	16 (59.3%) 11 (62.5%)	33 (37.5%) 55 (62.5%) 54 (43.2%) 71 (56.8%)

באופן כללי, ניתן לדרג את שלוש השכונות הנחקרות מבחינת מחירי הדירות, מאפיינים פיזיים וסביבתיים, כאשר דירות יקרות איכותיות ויוקרתיות ביותר מצויות בשכונת בית הכרם, בעוד שדירות באזור בר-אילן הן זולות ביותר ונמצאות במדרג הנמוך ביותר.

## 6.2 מודל רגרסיה רב-משתני

### 6.2.1 משתנים וערכיהם

המשתנה התלוי הנו מחיר המכירה של הדירה (price). משתנה זה נמדד בדולרים וערכיו נעים בין \$95,000 ל-\$432,350. המשתנה התלוי (price) מושפע ממגוון הגורמים שהוזכרו לעיל. במסגרת גורמים אלו נבדקו במודל מספר המשתנים הבלתי תלויים הנכללים בשלוש קבוצות<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> מרבית ערכי המשתנים, המצוינים בסעיף זה, הנם הערכים המקובצים לקטגוריות לשם אמידת מודל רגרסיה. בהתחשב במספר מוגבל יחסית של התצפיות (126), קיבוץ הערכים על בסיס מדידתם המקורית עשוי לשפר את האומדנים של המשתנים המסבירים.

#### ❖ מאפיינים פיזיים :

- שטח הדירה (sqmtr) (מ"ר), משתנה רציף, הערכים : מ- 33 עד 114 ;
- קומה (floor) – משתנה רציף, הערכים : מ- 0 (קומת קרקע) עד 8 ;
- מספר חדרים (room) – משתנה רציף, הערכים : מ- 1 עד 5 ;
- מצב הבניין (buildd) - משתנה בדיד<sup>16</sup> המקבל את הערך 1 באם מצב הבניין מוגדר כמוזנח או בינוני, 2 - מצב טוב ;
- חנייה (parking) – משתנה בדיד המקבל את הערך 1 באם מקום חניה משותף לבניין, 2 – חניה פרטית ;
- מעלית (elevator) – משתנה בדיד המקבל את הערך 1 באם יש מעלית בבניין, 0 – אין ;
- מרפסת (balcony) – משתנה בדיד המקבל את ערך 1 באם יש לדירה מרפסת, 0 – אין ;
- חומר הקירות של הבניין (wall) – משתנה בדיד המקבל ערך 1 באם הבניין עשוי מאבן, 0 – אחרת ;
- גיל הבניין (age) – משתנה בדיד בעל שלושה ערכים : 1 באם הבינוי מוגדר כישן (לפני שנת 1967), 2 - קבוצת ביניים (שנות בנייה 1967 – 1984), 3 – קבוצת בניו חדש (1996-1999)<sup>17</sup>.

#### ❖ מאפייני איכות הסביבה :

- קיום הנוף<sup>18</sup> מול הדירה (view) – משתנה בדיד המקבל ערך 1 באם נוף מהדירה לשכונה/שכונות אינו מוסתר (לפחות חלקית) על ידי בניינים אחרים, 0 – נוף מוסתר לחלוטין ;
- מספר מקורות הרעש (source) : מקור אחד (עיקרי) או שני מקורות הרעש ;
- שני משתנים רציפים למדידת רמת הרעש (noise) (dB)<sup>19</sup> לה נחשפה הדירה, הערכים : מ- 46 עד 75

- רמת הרעש מהמקור העיקרי (הכביש הקרוב ביותר לדירה)

<sup>16</sup> מקובל להתייחס למשתנים המסבירים כאל אפקטים ובפרט למשתנים בדידים שביניהם. ייצוגם של אלה במודל נעשה באמצעות משתני דמה, כאשר K קטגוריות של האפקט המסביר הבדיד מיוצגות על ידי (K-1) משתני דמה מתאימים.

<sup>17</sup> במקור, למשתנה זה היה ערך נוסף הכולל קבוצת בנייה שבין 1985 עד 1995, אך בכל רשימת התצפיות נכללה דירה אחת בלבד בקבוצה זו (בניין הבנוי 1990). לכן, הוחלט לצרף את הדירה הזו לקבוצה של בנייה חדשה.

<sup>18</sup> מיקומן של שלוש השכונות הנבחרות מגדיר את פירושו של הנוף שהוא הנוף העירוני.

<sup>19</sup> בשל מתאם ליניארי ישר גבוה יחסית בין שני משתני הרעש ( $r = 0.844$ ) ברמת המובהקות של  $p < 0.0001$ , הוחלט ליצור משתנה רעש חדש שהוגדר כממוצע של משני הרעש המקוריים.

- רמת הרעש ממקור נוסף (במידה ודירה מושפעת מרעש מכביש נוסף)
- אופי הכביש אליו פונה הדירה (road) – משתנה דמה המקבל ערך 1 באם הכביש הוא כביש ראשי בשכונה, 2 – כביש פנימי.

#### ❖ מאפיינים שכונתיים :

- מרחק מהבניין עד למרכז מסחרי שכונתי (distance) - משתנה דמה המקבל ערך 1 באם הבניין מרוחק מהמרכז המסחרי השכונתי ביותר מ-150 מ', 2 פירושו שהמרחק בין הבניין למרכז המסחרי הנו פחות מ-150 מ' ;
- רמה סוציו-כלכלית של השכונה (level) – משתנה בדיד המקבל ערך 1 באם הרמה סוציו-כלכלית הנה נמוכה או נמוכה-בינונית, 2 – רמה גבוהה-בינונית או גבוהה ;
- שכונה בה נמצאת הדירה (neighborhood) – משתנה בדיד בעל שלושה ערכים : 1 – רמת אשכול, 2 – בית הכרם, 3 – בר-אילן.

#### 6.2.2 תוצאות המודל

על מנת לבחור את הצורה הפונקציונלית של מודל הרגרסיה אשר תתאים להערכת ההשפעה השולית של המשתנים המסבירים שהוגדרו על המשתנה התלוי (מחירי הדירות), נעשתה בדיקת התפלגויות של המשתנים המסבירים והמשתנה התלוי. בפרט, התברר כי התפלגות של מחירי הדירות אינה נורמלית, אלא קרובה יותר להתפלגות לוג-נורמלית. בעקבות ממצא זה הוחלט לבצע טרנספורמציה לוגריתמית (על בסיס טבעי - ln) של המשתנה התלוי – מחיר הדירה. בהתאם לאותם משתנים מסבירים שהוגדרו לעיל, הצורה הכללית של משוואת מודל הרגרסיה היא<sup>20</sup>:

$$(1) \text{LogPrice} = \beta_0 + \beta_1 \text{sqmr} + \beta_2 \text{nroom} + \beta_3 \text{floor} + \beta_4 \text{builcd} + \beta_5 \text{parking} + \beta_6 \text{elevator} + \beta_7 \text{balcony} + \beta_8 \text{wall} + \beta_9 \text{age} + \beta_{10} \text{view} + \beta_{11} \text{noise} + \beta_{12} \text{source} + \beta_{13} \text{road} + \beta_{14} \text{distance} + \beta_{15} \text{level} + \beta_{16} \text{neighborhood} + \varepsilon$$

כאשר  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots$  - מקדמי הרגרסיה (מקדמי השיפוע) של הגורמים (האפקטים) המסבירים (x) המבטאים את השפעת הגורמים המסבירים על המשתנה התלוי (מחיר הדירה).

$\varepsilon$  - מייצג את הסטיות של התצפיות האמיתיות מקו הרגרסיה

<sup>20</sup> במשוואה המפורטת של המודל יש לאפקט בדיד בעל K קטגוריות (K-1) מרכיבים (איברים)

תחילה נאמד המודל החצי-לוגריתמי עם כל המשתנים המסבירים שתוארו במשוואה (1). מאמידת מודל זה עלה כחלק מהאפקטים המסבירים שנכללו במודל אינם מובהקים כלל, לפיכך משתנים אלו לא נכנסו למודל הסופי. המודל הסופי כולל את האפקטים המסבירים הבאים: שטח הדירה, קומה, הימצאות מעלית, תוספת מרפסת, רמת הרעש, מספר מקורות הרעש, אופי הכביש שהוגדר כמקור רעש עיקרי, ורמה סוציו-כלכלית.

לוח 2 מציג את תוצאות המודל הסופי שנאמד במתכונת המתואר.

**לוח 2: השפעת מאפייני הדירות על מחירן.**

משתנה מסביר (1)	אומדן (Estimate) (2)	טעות התקן (Std. Error) (3)	מובהקות (pv) (Significance) (4)	שינוי במחיר (אחוזים) (5)
קבוע	11.71357	0.27769	<0.0001	
שטח הדירה	0.01152	0.00113	<0.0001	1.158
קומה	0.02335-	0.01111	0.037	2.307-
דירה עם מעלית	0.14542	0.04278	0.001	15.652
דירה עם מרפסת	0.09610	0.04637	0.040	10.087
רמת הרעש	0.00958-	0.00435	0.029	0.954-
מספר מקורות הרעש (שניים)	0.05370-	0.02456	0.031	5.228-
אופי הכביש (ראשי)	0.04050-	0.02061	0.051	3.969-
רמה סוציו-כלכלית (גבוהה)	0.19902	0.04587	<0.0001	22.021

$$R^2 = 0.7281$$

$$N = 126$$

כפי שניתן לראות בלוח 2, כל האפקטים של המשתנים המסבירים מובהקים (pv) ברמה של 10%<sup>21</sup> (עמודה (4) בלוח 2). יתר על כן, למעט המשתנה "אופי הכביש" כל שאר המשתנים מובהקים ברמה

<sup>21</sup>מובהקות (p-value) של הפרמטר מבטאת את ההסתברות שהקשר בין המשתנה המסביר למשתנה התלוי יתקבל במקרה. לדוגמה, מאמידת מודל רגרסיה (2) נובע כי הסיכוי שהשפעת הרעש על מחיר הדירה היא מקרית, הנו 2.9% בלבד. במחקרים במדעי החברה מקובל להסתמך על סף המובהקות של המשתנים ברמה המקסימלית של 10%.

של 5%, כאשר שלושת האפקטים המשמעותיים ביותר במודל הנם: שטח הדירה, הימצאות המעלית בבניין ורמה סוציו-כלכלית של השכונה. מקדם ההסבר במודל ( $R^2$ ) הנו 72.81%<sup>22</sup> בהתאם לאומדני המשתנים המסבירים (עמודה (2) בלוח 2) שנכללו במודל הסופי, משוואת מודל הרגרסיה שנאמד היא:

$$(2) \text{LogPrice} = 11.7136 + 0.0115\text{sqmr} - 0.0233\text{floor} + 0.1454 \text{elevator} + 0.0961 \text{balcony} - 0.0096 \text{noise} + 0.0537 \text{source} - 0.0405 \text{road} + 0.1990 \text{level}$$

כעקרון, מקדם של משתנה מסביר מסוים במודל רגרסיה (x) מצביע על אופי השפעתו על המשתנה התלוי וכן על הכיוון של השפעה זו, כאשר כל שאר המשתנים המסבירים כבר נמצאים במודל. באופן ספציפי, מקדם המשתנה המסביר במודל הרגרסיה מבטא את השינוי שייווצר במשתנה התלוי כתוצאה מהשינוי במשתנה המסביר ביחידה אחת, כאשר כל שאר המשתנים המסבירים הנם קבועים.

על פי המודל הנאמד (2) אומדני ההשפעה של המשתנים המסבירים על מחיר הדירה מתקבלים באמצעות טרנספורמציה מעריכית (exponential), שהיא הטרנספורמציה ההפוכה לטרנספורמציה הלוגריתמית. משום כך אומדנים אלו מבטאים את ההשפעה במונחים יחסיים ולא במונחים מוחלטים. דהיינו, במודל מסוג זה אומדני הפרמטרים אומרים פי כמה יעלה או ירד מחיר הדירה אם המשתנה המסביר ישתנה ביחידה אחת.

בנוסף, משיקולי נוחות קריאת התוצאות, חושבו האומדנים במונחים של אחוזי שינוי במחיר. הנוסחה לחישוב השפעת משתנה מסביר מסוים (x) על מחיר הדירה נתונה להלן:

$$(3) \text{אחוז השינוי במחיר} = (e^{b(x)} - 1) * 100$$

כאשר b הוא מקדם הרגרסיה של המשתנה (x) המבטא את השפעת המשתנה הבלתי תלוי על מחיר הדירה. ממצאי החישובים הללו הניתנים בעמודה (5) בלוח 2 מעידים על היקף השינוי במחיר הדירה (באחוזים) כתוצאה משינוי המשתנה המסביר ביחידה אחת (אם משתנה זה הוא משתנה רציף) או במעבר המשתנה המסביר מקטגוריה אחת לקטגוריה שניה (אם משתנה זה הוא משתנה

<sup>22</sup>מקדם ההסבר  $R^2$  מבטא את התרומה הכוללת (באחוזים) של המשתנים המסבירים במודל להסבר המשתנה התלוי (במקרה ספציפי זה - מחיר הדירה). דהיינו, ניתן להסביר כ- 73% מהשונויות במחיר הדירה על ידי המשתנים המסבירים במודל הסופי (2). גורמים אחרים שאינם נבדקים במודל זה מסבירים את חלק מ- 27% מהשונויות במחיר הדירה.

קטגוריאלי). סימן האומדן מעיד על כיוון ההשפעה: סימן שלילי של הפרמטר פירושו שמשנתנה מסביר גורם לירידה במחיר הדירה, בעוד שסימן חיובי מבטא את השפעת המשתנה להעלאת המחיר.

למשל, בהתאם לחישובי האומדנים שנעשו לפי הנוסחה (3), הגדלת שטח הדירה ביחידה אחת (מ"ר) כרוכה בעליית המחיר ב- 1.16%, המצאות המעלית בבניין מוסיף למחיר הדירה כ- 15%, קיום המרפסת כרוך בתוספת המחיר בהיקף של כ- 10%. לרמה סוציו-כלכלית של השכונה השפעה ניכרת ביותר: ההבדל בין מחיר הדירה המצויה בשכונה בעלת רמה סוציו-כלכלית גבוהה לבין מחיר הדירה המצויה בשכונה בעלת פרופיל סוציו-כלכלית נמוך הנו כ- 22%.

כאמור, מטרתו המרכזית של המחקר הנוכחי לבדוק ולאמוד את מידת השפעת הרעש הנגרם מהכבישים על מחירי דירות המגורים. לפיכך, במוקד המחקר נמצאים אומדנים של שלושת המשתנים המאפיינים את ההשפעה הזו. מבחינה זו, בין הממצאים המוצגים בלוח 2, הממצא החשוב ביותר הנו שינוי במחיר הדירה כפונקציה של שינוי ברמת הרעש לה חשופה הדירה. בהקשר זה חשוב לציין, כי ביסודו של המודל שנאמד קיימת ההנחה המנוגדת להנחה הרווחת כי הצורה הפונקציונלית של השפעת הרעש על מחירי הדירות היא ליניארית. להנחה הליניארית ישנם בד"כ שני נימוקים עיקריים: האחד הוא שהמחקרים הרלוונטיים בתחום זה גם הם עושים שימוש בפונקציה ליניארית (Ariel and Brade, 1985); השני הוא שבטווח הרעש הנבדק "עקומת המוטרדים" (% המוטרדים כפונקציה של רמת הרעש) הנה ליניארית (Becker and Lavee, 1999).

מאמידת מודל חצי-לוגריתמי במחקר הנוכחי ניתן להסיק כי:

- המודל המעריכי הנו מדויק יותר ומתאר נכון יותר את השינויים האמיתיים במחירי הדירות מאשר המודל הליניארי שנאמד גם הוא לצורך המחשת ההבדלים בין המודלים. מניתוח השוואתי של האיורים 1 – 3 (נספח 2), התפלגות המחירים החזויים לפי המודל המעריכי (איור 3) הנה קרובה יותר להתפלגות המחירים האמיתיים במדגם (איור 1) מאשר התפלגות המחירים החזויים לפי המודל הליניארי (איור 2). מסקנה זו נובעת גם מנתוני הלוח 1 (נספח 2) המייצג את הסטטיסטיקה התיאורית של התפלגות המחירים האמיתיים וכן המחירים החזויים לפי המודל המעריכי לעומת המודל הליניארי. בפרט, ניתן להסיק כי השונות בהתפלגות המחירים לפי המודל המעריכי הנה קטנה יותר בהשוואה לשונות בהתפלגות המחירים לפי המודל הליניארי. אותה

המסקנה נובעת מאיור 4 (נספח 2) המציג את התפלגות הערכים החזויים של מחירי הדירות לפי המודל המעריכי (סימנים בצבע אפור) וכן לפי המודל הליניארי (סימנים בצבע אדום). נקודות אלו מפוזרות סביב הקו הצהוב המייצג את ההתאמה המלאה בין המחירים האמיתיים (ציר X) לבין המחירים החזויים (ציר Y). כפי שניתן לראות, הנקודות האפורות קרובות יותר לקו הצהוב לאורך כל טווח המחירים, ובייחוד בחלקו העליון.

- ההנחה שהקשר בין רעש למחיר הינו ליניארי אינה מתיישבת עם הנחת ההתפלגות הנורמלית שדורש מודל הרגרסיה, לכן הנחת הליניאריות במקרה זה הנה בעייתית מבחינה מתודולוגית. במחקר זה, לעומת זאת, נבדקו התפלגויות הן של המשתנה התלוי (מחיר) והן של השאריות במודל חצי-לוגריתמי, ונמצא כי הנחות ההתפלגות הנורמלית מתקיימות.

- עם זאת, מהשוואת נתוני הלוח 1 (נספח 2) וכן מאיורים המציגים את התפלגות הערכים האמיתיים והחזויים של מחירי הדירות (איורים 1-4, נספח 2) נראה, כי ניתן להשתמש במודל הליניארי למטרת ניבוי גס של מחירי הדירות, אך השינויים במחירי הדירות כפונקציה של שינויים במשתנים המסבירים, המודל המעריכי מתאר מדויק יותר.

נתוני הלוח 2 מלמדים על כך כי העלאת רמת הרעש **בדציבל אחד** עלולה לגרום לירידה במחיר בכ- 0.95%. לשם השוואה יש לציין כי על פי תוצאות המחקרים הרלוונטיים שנעשו בעולם, מדד ה-NDSI (המתאר אחוז השינוי בשווי הנכס ביחס לשינוי בחשיפה לרעש) הממוצע הנו כ- 0.4% לכל דציבל מעבר ל- 55 dB<sup>23</sup>. מכאן יוצא, כי השונות במחירי דירות, כפונקציה של הגברת הרעש מכבישים, שזוהתה במחקרים בעולם, עולה בקנה אחד עם ממצאי המחקר הנוכחי, אם כי במקרה הישראלי השפעת הרעש באה לידי הביטוי בירידת מחיר הדירה בצורה ניכרת יותר מהממוצע המשוקלל המקובל בעולם על פי מחקרים אלו<sup>24</sup>.

משתנה נוסף ב"צרור" המשתנים המאפיינים השפעת הרעש על מחירי דירות, הינו מספר מקורות הרעש (כבישים) בסביבת הדירה. עפ"י נתוני לוח 2 (עמודה 5), במקרה ובקרבה לבית עוברים שני כבישים, אזי עצם העובדה כי הדירה חשופה להשפעת הרעש משני המקורות (ללא התייחסות לרמת הרעש מהכבישים הללו) מורידה כ- 5% מערך הדירה, לעומת ממוצע של מחירי הדירות בשתי הקטגוריות: א) דירות מגורים החשופות לשני מקורות הרעש (שני כבישים); ב) דירות

<sup>23</sup>אומנם, לפי התפלגותם של ממדי הרעש במדגם, עבורו נאמד המודל, נבדקו במחקר זה גם דירות החשופות לרמת הרעש שהיא פחות מ- 55 dB, אך לאור השיעור המצומצם של הדירות הללו יחסית לכלל המדגם (כ- 4.7%), השוואתם של ממצאי מחקר זה עם תוצאות המחקרים שנעשו בעולם הנה בעלת תוקף בהחלט.  
<sup>24</sup>בהקשר זה, ניתן להזכיר כי גם הערכתו של בקר (1993) לגבי השפעת הרעש מתחבורה על מחירי דירות מצביעה על ממדי ההשפעה ניכרים יותר בישראל בהשוואה לממדי ההשפעה בארצות אחרות.

מגורים החשופות למקור רעש אחד (כביש אחד). יש לציין בהקשר זה, כי בפועל אין בהכרח קשר חד-משמעי בין מספר הכבישים העוברים בסמיכות לדירה לבין רמת הרעש הנגרם מכבישים אלו. כלומר, ייתכן מצב בו דירת מגורים שבקרבתה עובר כביש סואן אחד סובלת מרמת הרעש גבוהה יותר, בהשוואה לדירה הנמצאת בסביבת שני כבישים ה"שקטים" יותר. אולם, עצם הקיום של שני כבישים בסמיכות לדירה, עוד לפני בדיקת הרעש הנגרם מהם, נתפס על ידי הקונים כמטרד רציני יותר מאשר כביש אחד העובר בקרבת הדירה.

יתרה מכך, התברר כי מחיר הדירה רגיש גם לאופי הכביש שהדירה מושפעת ממנו. כפי שניתן להסיק מנתוני לוח 2, רק העובדה כי הדירה חשופה לרעש מכביש הראשי (ללא התייחסות לנפח ולאופי התנועה בכביש זה), מורידה ממחירה כי 4% לעומת ממוצע של מחירי הדירות בשתי הקטגוריות: א) דירות מגורים החשופות לכביש הראשי; ב) דירות מגורים החשופות לכביש הפנימי בשכונה.

בנוסף לממצאי המודל המוצגים בלוח 2 ותוארו לעיל, חושבו על סמך מודל רגרסיה (2) טווחי ביטחון (רווחי סמך) למקדמי אחוזי השינוי המתאימים לכל המשתנים המסבירים במודל. רווחי סמך אלו חושבו ברמת סמך של 95% לאומדני המשתנים המשפיעים על המחיר. לוח 3 מציג את תוצאות החישובים.

**לוח 3: טווח בטחון למשתנים המשפיעים על מחירי הדירות**

טווח הביטחון של מקדמי השינוי (אחוזים) (2)		משתנה מסביר (1)
0.93	1.38	שטח הדירה
4.41-	0.15-	קומה
6.35	25.77	מעלית
0.52	20.56	מרפסת
1.79-	0.11-	רמת הרעש
9.68-	0.55-	מספר מקורות הרעש (שניים)
7.77-	0.01-	אופי הכביש (ראשי)
11.53	33.50	רמה סוציו-כלכלית (גבוהה)



פירושו של טווח הביטחון שחושב עבור כל אחד מהמשתנים המסבירים הוא שבהסתברות של 95% **הערך האמיתי** של אחוז השינוי במחיר הדירות נמצא בגבולות הרווח שחושבו. כלומר, בהסתברות של 95% ינוע השינוי **במחירי הדירות האמיתיים בכלל העסקאות** שנעשו בשוק הדיור (ולאו דווקא במדגם הדירות שנבדקו במחקר), בגבולות הרווח שצוינו בלוח. לדוגמה, לפי ממצאי הלוח 3, השפעת גודל הדירה (שטח) על מחירה באה לידי ביטוי בשוק הדיור בכך שתוספת של מ"ר אחד לשטח הדירה מביאה לעלייה במחירה שנעה בטווח שבין 0.93% ל- 1.38%, ולכך קיים סיכוי של 95%.

כפי שעולה מנתוני הלוח, טווחי הביטחון למשתנים כגון רמה סוציו-כלכלית, קיום המעלית וכן תוספת המרפסת הנם הניכרים ביותר יחסית לשאר המשתנים הקטגוריאליים ומגיעים לכ- 20%. דהיינו, קיום המעלית בבניין מוסיף לשווי הדירה מ- 6.3% עד ל- 25.7%, בעוד שתוספת המרפסת כרוך בעליה בשווי הדירה מ- 0.5% עד ל- 20.5%. יש לציין כי מבין שלושת המשתנים הללו, לרמה הסוציו-כלכלית של אזור המגורים, בו ממוקמת הדירה, ההשפעה על מחיר הדירה הנה משמעותית ביותר. השפעה זו באה לידי ביטוי בתוספת לשווייה של הדירה המצויה באזור "יוקרה" שהיא מהווה לכל הפחות כ- 11.5% בהשוואה לדירה זהה אך ממוקמת באזור המאופיין על ידי רמה סוציו-כלכלית נמוכה.

בדומה לכך, בהסתברות של 95% ההבדל בירידת ערך הדירה על עליית הרעש **בדציבל אחד**, יהיה בטווח שבין 0.11% ל- 1.79%. מכאן, ניתן להסיק כי רצועת אחוזי הירידה במחירי הדירות כפונקציה של עליית הרעש בדציבל אחד, שהתקבלה במחקר הנוכחי, הנה ארוכה יותר מאשר רצועת מדד ה- NDSI עליה מעידים מחקרים רלוונטיים בעולם (0.11% - 1.79% לעומת 0.08% - 1.05% בהתאמה), כאשר הפער הניכר יותר נצפה בקצה העליון של הטווחים הללו.

ניתן להניח כי לתופעה זו כמה סיבות אפשריות:

◆ **הסיבה המתודולוגית:** כאמור, למרות שבטווח הרעשים בו מדובר השימוש במודל מעריכי מניב תוצאות קרובות למדי למודל הליניארי, אך תוצאות המודל הלא-ליניארי הנן מדויקות יותר.

◆ **הסיבות המהותיות:**

- ראשית, עליית המודעות של תושבי מדינת ישראל לאיכות הסביבה בכלל, ולאיכות סביבת מגורים, בפרט. בכלל זה, ייתכן שאנשים מוכנים לשלם יותר על מנת "לקנות" את מרכיבי איכות החיים כגון איכות אוויר, שקט וכד'.

- שנית, שוק הדיור בישראל מאופיין על ידי רמה גבוהה של מחירי הדירות יחסית למדינות מפותחות רבות בעולם, כתוצאה מצפיפות אוכלוסין גבוהה, במיוחד בחלקה הצפונית של הארץ (צפונה מבאר-שבע) ובביקוש הולך וגובר לקרקע למגורים עקב גידול אוכלוסייה מהיר וכן עליה ברווחת הדיור. מכאן, שקניית בית או דירה בישראל כרוכה בהשקעות ניכרות ביותר, לכן לא רק מאפייני דירה עצמה, אלא מאפייני סביבתה נבדקים היטב על ידי הקונים. מכאן, אנשים אינם מוכנים להשקיע סכום ניכר בקניית דירה החשופה לרעש, או, לחלופין, מוכנים להיות חשופים למטרד הרעש תמורת הורדת מחיר משמעותית על ידי המוכר.

- שלישית, אקלים בישראל מביא לכך שרוב ימות השנה ורוב שעות היום חלונות בדירות המגורים פתוחים. דבר המכתיב תשומת לב מיוחדת למטרדי רעש, בהשוואה לארצות אחרות בהן נעשו רוב המחקרים בתחום (ארה"ב, קנדה, מערב אירופה).

בהסתברות של 95%, שני מקורות הרעש (כבישים), להם חשופה הדירה ברמה זו או אחרת, יכולים להוריד ממחירה עד לכ- 10%, בעוד שכביש ראשי אליו פונה הדירה עלול להוריד ממחירה עד לכ- 8%.

### 6.2.3 חישובי ירידת ערך הדירות בגין עלייה ברמת הרעש

באמצעות משוואת הרגרסיה (2) ניתן לחשב את מחיר הדירה כאשר ידועה האינפורמציה הדרושה לגבי מאפייניה. דהיינו, על מנת לחשב מחיר הדירה לפי משוואה (2) יש צורך בכל נתוני המשתנים המסבירים הנכללים בה.

מודל רגרסיה שנאמד במחקר זה, משמש כלי עזר לחישוב השינוי במחיר הדירה כפונקציה של שינוי ברמת הרעש לה נחשפה הדירה. לדוגמה: יש להעריך ירידת ערך של דירת מגורים כתוצאה מהרחבת כביש קיים או סלילת כביש חדש העובר בקרבתה. מחיר הדירה לפני העלייה ברעש 100%. לצורך חישוב מחיר הדירה לאחר העלייה ברעש, מוגדר הערך המוחלט של השינוי במחיר הדירה עם עליית הרעש בדציבל אחד ( $\Delta$ ), בצורה הבאה:

$$\Delta = |1 - e^{b(x)}|$$

כאשר:

b - מקדם של משתנה הרעש (-0.00958 לפי לוח 2)

מכאן:

$$e^{b(x)} = 0.9904647$$

$$\Delta = 1 - 0.9904647 = 0.0095353$$

כתוצאה מסלילה או הרחבת הכביש, רמת הרעש לה נחשפה הדירה עלה ב-V דציבלים. היות והמודל שנאמד על מנת להעריך את השינויים במחירי הדירות כפונקציה של שינויים במשתנים המסבירים הינו מודל מעריכי ולא ליניארי, **לחישוב מדויק** של מחיר הדירה לאחר העלייה ברמת הרעש ב-V דציבלים יש להיעזר בנוסחה הבאה<sup>25</sup>:

$$(4) \quad P_V = (1 - \Delta)^V * 100\%$$

כאשר:

$P_V$  – מחיר הדירה לאחר ירידת ערכה עקב עלייה ברמת הרעש (באחוזים)

דוגמה: ירידת הערך של דירת מגורים לאחר עליית הרעש ברמה של 20 דציבלים כתוצאה מסלילת כביש חדש בקרבתה. על פי הנוסחה (4), ערכה לאחר העלייה ברמת הרעש הינו:

$$P_V = (1 - 0.0095353)^{20} * 100\% = 0.9904647^{20} * 100\% = 82.562\%$$

**לניבוי גס של הירידה בערך הדירה ניתן להשתמש בנוסחה הליניארית, אך לא נכון להשתמש בה לחישוב מדויק של מחיר הדירה לאחר העלייה ברמת הרעש:**

$$(5) \quad P_V = [1 - (\Delta * V)] * 100\%$$

מחיר הדירה על פי הנוסחה (5) הוא:

$$P_V = [1 - (0.0095353 * 20)] * 100\% = 80.929\%$$

כפי שניתן לראות, ההבדל בין תוצאות החישובים הללו אינו גדול. איור 6 בנספח 2 ממחיש בצורה גרפית את הפער הלא גדול בין שינוי במחיר הדירה כפונקציה של שינוי ברמת הרעש לפי שתי הנוסחאות (4) ו-(5), בייחוד כאשר מדובר בעליית הרעש עד 10 דציבלים. הירידה בערך דירות המגורים כתוצאה מעלייה ברמת הרעש, הינה מתונה יותר לפי הנוסחה (4) בהשוואה לחישובים הנובעים כתוצאה מהנחת הליניאריות של השתנות מחיר הדירה כפונקציה של השתנות ברמת

<sup>25</sup> זאת בתנאי שכל שאר מאפייני הדירה הינם קבועים, והגורם היחיד שמשתנה הוא רעש.

הרעש. לפי ההמחשה המספרית וכן ההמחשה הגרפית, ניתן להסיק:

◀ לניבוי גס של הירידה במחירי הדירות הנגרמת מהרחבה או סלילת כביש בקרבתן, ניתן להשתמש בנוסחה (5).

כאשר על השמאי לקבוע גובה הפיצוי בגין ירידת ערך הדירה הנגרמת מסלילת כביש חדש בקרבתה, "ההבדל הקטן" באחוזי ירידת ערכו של הנכס הופך לסכום לא מבוטל.

**לכן, על מנת לחשב באופן מדויק גובה הפיצוי בגין ירידת ערך הנכסים לפי סעיף 197 של חוק תכנון ובנייה (פגייה תכנונית), יש להיעזר בנוסחה (4).**

#### 6.2.4 בדיקות תוקף המודל

על מנת לבחון תוקפן של מסקנות המודל, נבדקו הנחות המודל באמצעות גרפים וסטטיסטיים. כל הבדיקות הללו הן בדיקות האספקטים של ליניאריות.

◆ בדיקת מולטי-קולינאריות; משמעותה של מולטי-קולינאריות במודל היא שאומדנים של המשתנים המסבירים, שעל פיהם חושבו אחוזי שינוי במחירים, אינם אמינים. כלומר, בדיקה זו באה לבחון האם ישנו מתאם מרובה בין המשתנים המסבירים במודל. במילים אחרות, בדיקה זו באה להראות עד כמה משתנים מסבירים במודל הנם טולרנטיים ("סובלניים") אחד לשני. מבדיקה זו עלה כי הטולרנטיות המינימלית (min Tolerance) מהווה 43% ברמת המובהקות של  $p < 0.0001$ . ממצא זה מעיד על כך כי אין מולטי-קולינאריות בין האפקטים המסבירים במודל.<sup>26</sup>

◆ בדיקת ההנחה של אוטו-קורלאציה<sup>27</sup>; משמעותה של הנחה זו היא שאין מתאם סידרתי עצמי (אוטו-קורלאציה) בין התצפיות במודל. כלומר, בדיקה זו באה להראות שהעסקאות (מחירי הדירות), שנבדקו במודל, הן בלתי תלויות זו מזו. ממצאי הבדיקה עולה כי יש מתאם עצמי מסדר ראשון של השאריות, מתאם זה מובהק אך זניח ( $r = 0.28$ ).

◆ בדיקת ההנחה של שיוון שונויות (הנחת ההומוסקדסטיות); משמעותה של הנחה זו היא שהמחירים מתפזרים בממוצע באופן אחיד מסביב לקו הרגרסיה. מהבדיקה נראה כי הנחת שיוון שונויות מתקיימת בקירוב (ראה גרף בנספח 3).

<sup>26</sup> ככל שטולרנטיות (Tolerance) של המשתנה היא גבוהה יותר, כך הוא מוסבר פחות ע"י המשתנים האחרים, ולכן איכות המודל טובה יותר.  
<sup>27</sup> המונח 'אוטו-קורלאציה' מקובל בנייתוח של סדרות עתיות (time series analyses).

◆ בדיקת ההשערה לגבי התפלגות השאריות הנורמלית; ממצאי בדיקה זו מצביעים על כך כי השערת התפלגות נורמלית אינה נדחית ברמת המובהקות של 10% ( $p = 0.054$ ).

### 6.3 מודלים חצי לוגריתמים חד-משתנים: התוצאות

כאמור, חלק מהמשתנים המסבירים שנכללו במשוואת מודל הרגרסיה החצי-לוגריתמי (1) לא יצאו מובהקים במודל, ולפיכך משתנים אלו לא נכנסו למודל הסופי (2). עקרונית, יש להניח שלוש סיבות לאי-מובהקותם של האפקטים הללו: האחת היא שמשנתה מסוים אכן כלל לא משפיע על שוויו של הנכס, השנייה היא שהאפקט קיים, אך הנו מזערי בהשוואה למשתנים אחרים, והשלישית שהאפקט של משנתה מסוים מופנם בהשפעתם של משתנים אחרים שנכנסו במודל. מכאן, ייתכן כי לחלק מהמשתנים הללו ישנה השפעה על שווי הנכס, כאשר זו השפעת "ברוטו", כלומר, השפעה שאינה מפוקחת על ידי אפקטים אחרים.

על מנת לבדוק קיום ההשפעות מסוג זה, הורצו מודלים חצי-לוגריתמים חד-משתנים עבור משתנים רציפים וניתוחי שונות חד-כיווניים עבור משתנים קטגוריאליים. המשתנים המסבירים שלא נכנסו למודל הנם: מספר חדרים, גיל ומצב הבניין, חומר הקירות, קיום חנייה, נוף הנשקף מהדירה, מרחק מהבית עד למרכז המסחרי בשכונה וגם נבדקה השפעתה של השכונה בה מצויה הדירה<sup>28</sup>. כאמור, משנתה מוסבר בכל אחד מהמודלים הנו לוג-מחיר (בדומה למודל רגרסיה רב-משתני).

בלוח 4 סוכמו תוצאות של אמידת מודלים חד-משתנים.

---

<sup>28</sup>תיאור המשתנים המסבירים, עבורם נאמדו מודלים חד-משתנים, הובאו בסעיף הקודם.

לוח 4: ממצאי מודלים חד-משתנים

מס' מודל	משתנה	אומדן (Estimate)	סטיית התקן (Std. Error)	מקדם ההסבר R <sup>2</sup>	מובהקות (p-value) (Significance)	שינוי במחיר (אחוזים)
1	מספר חדרים	0.2887	0.0307	0.42	<0.0001	33.47
2	מצב הבניין (מוזנח ובינוני)	0.3603-	0.0716	0.17	<0.0001	30.25-
3	גיל הבניין (1984-1967)	0.2358	0.0584	0.43	<0.0001	26.59
	גיל הבניין (1996-1999)	0.3867	0.0565	0.43	<0.0001	47.21
4	חומר הקירות (בלוקים, שיש ובטון)	0.3000-	0.0766	0.11	0.0001	25.92-
5	חנייה (משותפת לבניין)	0.3905-	0.0544	0.29	<0.0001	32.33-
6	נוף (אין נוף כלל)	0.2395-	0.0583	0.12	<0.0001	21.30-
7	מרחק למרכז מסחרי (יותר מ- 150 מ')	0.3906	0.0532	0.30	<0.0001	47.78
8	שכונה (בית הכרם)	0.1909	0.0463	0.12	0.0004	21.04
	שכונה (בר-אילן)	0.1884-	0.0727	0.12	0.0004	17.17-

כפי שניתן לראות בלוח 4, כל המודלים מובהקים ברמת מובהקות של 5%. יתר על כן, למעט המודל עבור המשתנה "שכונה", כל שאר המודלים מובהקים ברמה של פחות מ- 0.0001. מקדמי ההסבר של המודלים (R<sup>2</sup>), המבטאים את טיבם, נעים בטווח שבין 11% ל- 43%.

בדומה למודל רב-משתני (2), אומדני ההשפעה של המשתנים המסבירים על מחיר הדירה מתקבלים באמצעות טרנספורמציה מעריכית (exponential). בהתאם לכך, חושבו אומדני המשתנים המסבירים במונחים של אחוזי שינוי במחיר<sup>29</sup>.

ממצאי החישובים הללו (המוצגים בעמודה האחרונה בלוח 2) מעידים על היקף השינוי במחיר הדירה (באחוזים) כתוצאה משינוי משתנה מסביר ליחידה אחת (אם משתנה זה הוא משתנה רציף) או במעבר המשתנה המסביר מקטגוריה אחד לקטגוריה שניה (אם משתנה זה הוא משתנה קטגוריאל). כעקרון, מנתוני הלוח ניתן ללמוד על ממדים גבוהים יחסית של היקפי שינוי במחיר כפונקציה של השפעתם של משתנים מסבירים שהוזכרו לעיל. אחוז שינוי במחיר הדירה נע מ- 21.3% עד ל- 47.8%.

<sup>29</sup>נוסחה לחישובים הובאה בסעיף 6.2.2.

אולם, יש לפרש את ממצאי המודלים הללו תוך ידיעה ברורה כי האפקט של משתנה מסביר מסוים, עבורו נאמד המודל מבטא את ההסבר "ברוטו" ללא התייחסות לאפקטים של משתנים אחרים. הואיל ודירות הנבדקות במודלים אלו אינן זהות מבחינת מיקומן ומאפייניהן הפיזיים, אין לראות בתוצאות המודלים הללו את הערכים המדויקים של היקפי שינוי במחירי הדירות בפועל כפונקציה של השפעת משתנה מסביר מסוים. ערכים אלו, שהתקבלו כתוצאה מהרצת מודלים נפרדים לכל אחד מהאפקטים, בד"כ גבוהים למדי יחסית לתרומתם "נטו" כאשר הם מופיעים יחד במודל. מכאן, ישימותם של ממצאי מודלים אלו בהערכת השומות הנה מוגבלת יחסית. עם זאת, ממדים אלו עשויים לשמש **אינדיקציה** לסדרי גודל ולמידת חשיבותה של השפעת מאפייני דירה או בניין, או מאפיינים שכונתיים, על מחיר הדירה, וכן לכיוון השפעה זו.

בנספח 4 מוצגים איורים רלוונטיים הממחישים בצורה וויזואלית את הקשר בין המשתנים, עבורם הורצו מודלים אלו, ולוג-מחיר. איורים אלו מבטאים סוג של ניתוח סטטיסטי במכונה 'ניתוח שונות חד-כיווני' שבו בודקים את הקשר בין משתנה מסביר X קטגוריאלי, ומשתנה מוסבר Y רציף. בכל האיורים הללו הציר האנכי הינו לוג-מחיר, והציר האופקי מראה את ערכי המשתנה המסביר הרלוונטי לאותו מודל. למעט המשתנה "מספר חדרים", כל המשתנים עבורם נאמדו המודלים החד-משתנים, הנם משתנים קטגוריאליים (איורים 1-7). מיקומם של המעוינים אחד יחסית לשני וכן יחסית לקו לוג-המחיר הממוצע לכל המדגם (קו המקביל לציר האופקי), מצביע על כיוון הקשר בין המשתנה המסביר למחיר הדירה. המרחק האנכי בין המעוינים מצביע על קיום ההבדל בין הקבוצות. כלומר, ככל שמרחק זה גדול יותר, כך גם השפעתו של המשתנה הנבדק על מחיר הדירה הנה נכרת יותר. גובה המעוין מצביע על טווח הביטחון (רווח סמך)<sup>30</sup> לממוצע האמיתי (תוחלת) של לוג המחיר בקבוצה, עבור משתנה מסביר מסוים. להלן פירוט הממצאים של אמידת המודלים החד-משתנים.

◀ מספר חדרים ; מבחינת טיב המודל ( $R^2$ ), האפקט של משתנה זה, הנו משמעותי ביותר (42%). לפי ממצאי מודל הרגרסיה החד-משתני, תוספת חדר לדירה מוסיפה לשווייה כ- 33.5%. כעקרון, תוצאה זו תואמת את הממצא לגבי השפעתו של שטח הדירה על מחירה, שעולה מאמידת המודל הרב-משתני. בשל קורלאציה גבוהה בין שני המשתנים הללו - שטח הדירה ומספר החדרים - ייתכן כי אילו במודל רגרסיה רב-משתני משתנה "מספר חדרים" היה במקום משתנה "שטח

<sup>30</sup>הסברים לגבי רווח סמך הובאו בסעיף 6.2.2

הדירה", התוצאות של המודל (2) היו דומות. אם זאת, אמידת המודל חד-משתני עבור "מספר חדרים" נותנת אינפורמציה נוספת לגבי משמעותה של תוספת חדר לדירה לעומת תוספת מ"ר לשטחה, במונחי שווי הנכס.

➤ **גיל הבניין** (איור 1); מקדם ההסבר של משתנה זה במודל חד-משתני הנו הגבוה ביותר (43%) בין כל המודלים האחרים מסוג זה. מהאיור 1 נראה כי ההבדל במחירי הדירות בין שתי הקבוצות הקיצוניות של טווח הגילים הנו המשמעותי ביותר. ברור כי הבדלים במחירי הדירות כפונקציה של גיל הבניין נובעים מהבדלים בסטנדרטים ובאיכות הבנייה, ממצבם הכללי של התשתיות בבניין, ממראה החיצוני של הבניין, ועוד. מנתוני הלוח 3 ניתן להסיק כי שני המשתנים עבורם נאמדו המודלים - "גיל הבניין" ו"מספר חדרים" - הנם בעלי השפעה משמעותית ביותר: כל אחד מהם בנפרד מסביר יותר מ- 40% משונות במחירי הדירות.

➤ **מצב הבניין** (איור 2); מאמידת המודל חד-משתני עולה כי תחזוקתו של הבניין משפיעה גם היא על מחירי הדירות, שכן אף בניין ישן יכול להיראות טוב יותר אחרי השיפוצים. המראה החיצוני של הבניין יכול להסביר כ- 17% מהשונות במחיר, והזנחת הבניין גורמת לירידת המחירים עד ל- 30%.

➤ **חומר הקירות** (איור 3); נתוני הלוח 3 מצביעים על השפעת חומר הבנייה על שווי הנכס. דהיינו, ההבדל במחירי דירות הבנויות מאבן לעומת חומרי בנייה אחרים (כגון בלוקים, שיש ובטון) יכול להגיע עד ל- 26%, כאשר משתנה זה לבד מסביר כ- 11% משונות במחירים.

➤ **מרחק למרכז מסחרי** (איור 4); משתנה זה מספק כ- 30% מהסבר השונות במחיר הדירה. הערך הגבוה במיוחד של אחוז השינוי במחיר הדירה כפונקציה של המרחק ממנה למרכז מסחרי בשכונה (כ- 48%), מצביע על אפקט מובהק ובולט של קרבת בתי מגורים למרכזי מסחר ושירותים, כאשר מיקומם של המעוינים אחד יחסית לשני וכן יחסית לקו לוג-המחיר הממוצע לכל המדגם מעיד על כיוון הקשר: קרבה מיידית (פחות מ- 150 מ') של הבית למרכז שכונתי (במונחים של כמה עשרות מטרים) נתפסת בשלילה על ידי תושבי השכונה, ומורידה מערך הדירות הצמודות אליו. אפקט זה נובע, ככל הנראה, מהמטרדים האפשריים הכרוכים בפעילות עסקי מסחר ושירותים המרוכזים בקרבה מיידית לבתי מגורים, כגון רעש, לכלוך, בטיחות ירודה וכד'. ייתכן, כי יתרונותיה של נגישות טובה למרכז המסחרי מתבטאים יותר בתנאי חניה נוחים במתחמו ובמרחק סביר בין הבית למרכז השכונתי (אף במונחי נסיעה במכונית הפרטית), מאשר בסמיכותו הבלתי-אמצעית של הבית למרכז המסחרי.



מקום חניה (איור 5); כפי שיוצא מנתוני הלוח 3, משתנה זה לבד מסביר 29% משונות במחיר הדירה, כאשר חניה פרטית יכולה להוסיף לשווי הדירה כ- 32% בהשוואה למקום חניה משותפת.

נוף (איור 6); לגבי בדיקת ההשפעה של משתנה זה על שווי הנכס יש לציין כי המחקרים הרלוונטיים העוסקים בסוגיה זו מגלים תוספת כספית ניכרת למחיר הבית או הדירה שהיא בד"כ פונקציה של הנוף הנשקף לשטחים פתוחים למיניהם כגון יערות, פארקים גדולים, הרים, וכן לים, אגמים וכד' (Adamowich et al., 1994; Seiler et al., 2001; Bond et al., 2002). במחקר הנוכחי נבדקו הדירות בתוך העיר שלא נשקף מהן נוף כמצוין לעיל, אלא הנוף הנשקף מחלונות הדירות בשכונות הנדבקות הנו, במקרה הטוב, לשכונות שכנות בסביבה העירונית. התברר, כי גם במקרה זה קיימת השפעה של הנוף שאינו מוסתר לחלוטין על ידי בניינים אחרים, על מחיר הדירה, אם כי לא כה נכרת הבאה לידי ביטוי במודל רב-משתני. מאמידת המודל חד-משתני עבור משתנה זה עולה כי הנוף יכול להסביר כ- 12% משונות במחיר הדירה, כאשר שלילת הנוף העירוני מוחלטת יכולה להוריד עד ל- 21% ממחיר הדירה.

שכונה (איור 7); מקדם ההסבר במודל זה הנו 12%. כפי שניתן לראות באיור וכן לפי נתוני הלוח 3, ההבדל המובהק והעיקרי בין מחירי הדירות כפונקציה של השפעת המיקום השכונתי קיים בין העסקאות שנעשו בשכונת בית הכרם לעומת העסקאות שנעשו בבר-אילן, בעוד שההבדל בין שכונות רמת אשכול ובר-אילן אינו מובהק (כפי שניתן לראות באיור 7, ישנה חפיפה בין שני המעוניינים המבטאים את השונות במחירי הדירות בשתי השכונות הללו). תוצאות אלו תואמות את ממצאי מודל רגרסיה רב-משתני לגבי השפעת הרמה הסוציו-כלכלית על מחירי הדירות, אם כי האפקט של הרמה הסוציו-כלכלית משקפת את השונות בשווי הנכסים בצורה ראויה ונכונה יותר, שכן ישנם פערים באיכות וביוקרת המגורים אף בתוך שכונה אחת.

## 7. סיכום

הבדיקה שנערכה במחקר זה באה לאמוד את התועלת משקט (העדר רעש) או את הנזקים מקרבה לרעש שמקורו בתשתיות התחבורה כגון כבישים מסוגים שונים. למטרה זו נבחרו שלוש שכונות בעיר ירושלים: בר-אילן, רמת אשכול ובית הכרם. בדיקה זו נערכה באמצעות מודל מחירים הידוניים.

הממצא העיקרי של המחקר הנוכחי הנו:

❖ העלייה ברעש לדציבל אחד, הנגרמת מתחבורה בכבישים, מקטינה את ערך הדירות בבנייה רוויה בממוצע בכ- 0.95% (מעבר ל- 46 dB), כאשר ממדיה של ירידת ערך זו נעים בטווח שבין 0.11% ל- 1.79%. בעיקרון, ממצאים אלו תואמים את הטווח של NDSI עליו מלמדים המחקרים בתחום הרלוונטי בעולם (0.08% - 1.05%), ולפיו קיימת ירידת ערך ממוצעת של כ- 0.4% לדציבל אחד מעבר ל- 55 dB.

❖ לחישוב מדויק של מחיר הדירה ( $P_V$ ) לאחר העלייה ברמת הרעש ב- V דציבלים (כתוצאה מסלילת כביש חדש או הרחבת כביש הקיים בקרבתה), יש להיעזר בנוסחה הבאה:

$$P_V = 0.9904647^V * 100\%$$

כמו כן, התגלו במחקר היבטים נוספים הקשורים גם הם בהשפעת מטרדי הרעש:

◆ העובדה כי הדירה חשופה לשני מקורות הרעש (כבישים) עלול להוריד משוויה עד ל- 5%, וזאת ללא התייחסות לעוצמת הרעש ולתדירותו.

◆ הכביש הראשי העובר בסמיכות לדירה מוריד עד ל- 4% מערכה לעומת הכביש הפנימי, וזאת ללא קשר עם נפח התנועה בכבישים אלו.

בין שאר ההיבטים שנבדקו במודל רב-משתני, ניתן לציין כמה מאפייני הנכס וסביבתו הבולטים מבחינת העוצמה וחשיבות השפעתם על שוויו של הנכס:

- שטח הדירה: תוספת של מ"ר אחד לשטח הדירה גורם להעלאת מחירה בכ- 1.16%.
- מעלית: הימצאות המעלית בבניין עשויה להוסיף עד ל- 15% לערכה של הדירה.
- רמה סוציו-כלכלית: סביבה יוקרתית וסטטוס סוציו-כלכלי גבוה של האוכלוסייה בשכונה (או לעתים, בתת-שכונה) מעלים את ערך הנכס המצוי בסביבה כגון זו לכ- 22%.

בנוסף לממצאים אלו שהתקבלו כתוצאה מהרצת רגרסיה חצי-ליניארית רב-משתנית, נאמדו בחקר מודלים חצי-ליניאריים חד-משתנים עבור מספר המאפיינים שלא נכנסו למודל העיקרי. למרות שמודלים אלו מספקים הסבר "ברוטו" שאינו מפוקח על ידי אפקטים אחרים, (לעומת מודל רב-משתני המאפשר להעריך את השפעת ה"נטו" של כל אחד מהמשתנים על שינוי במחיר

הדירה) ממצאי המודלים חד-משתנים מאפשרים להעריך את כיווני ההשפעה ואת מידת חשיבותה.

ניתן להדגיש כמה נקודות בנוגע לממצאים אלו:

- הקרבה המיידית של הדירה למרכזי מסחר (עד ל- 150 מ') ושירותים **מורידה** באופן מובהק ומשמעותי משווייה. בכך באה לידי ביטוי את ההשפעה הדומיננטית של המטרדים הכרוכים בריכוז עסקי מסחר ושירותים למיניהם בסמיכות המיידית למגורים בהשוואה ליתרונות "הנגישות הטובה" למרכז זה.
- כידוע, ערך הדירה עולה בהתאם להשתקפות לנוף פתוח הנשקף ממנה לעבר השטחים הירוקים, מאגרי מים שונים וכד'. אולם, ממצאי מחקר זה מעידים כי נוף עירוני פתוח (באופן מלא או חלקית) גם הוא יכול להוסיף לשווי של הנכס.

## סיכום כללי

ממצאי המחקרים שנעשו עד כה בעולם ובישראל ונדונו בחלקה הראשון של העבודה, עשויים לשמש מקור מידע בסיסי לאנשי מקצוע בתחום השמאות לשם הערכת שוויים של הנכסים המושפעים מהתנועה המוטורית בכבישים. אולם, יש להתאים תוצאותיהם של המחקרים השונים לתנאים הייחודיים של ישראל בשתי רמות מרחביות שונות:

(א) ברמת המאקרו (ארצי), כגון: מחסור במשאבי הקרקע, תנאי בעלות או תנאי חכירה, צפיפות אוכלוסייה, צפיפות שימושי הקרקע, רמת מחירי דיור גבוהה יחסית בארץ וכו';

(ב) ברמת המיקרו (אזורי ואף שכונתי), כגון: מרחקים שונים, זמן נסיעה למרכזי תעסוקה ושירותים, סוגי כבישים (האם מדובר במגורים לאורך הכביש הבין-עירוני או השפעת הכביש העירוני המוביל למע"ר), סטטוס סוציו-כלכלי של אוכלוסייה ודגמי הנסיעות הרווחים בקרב אותה האוכלוסייה, מידת הזיקה של אוכלוסיית האזור למע"ר, מאפייני הסביבה ועוד.

לנוכח הכמות הרבה של הגורמים המאפיינים את כיווני ההשפעה השונים, לא ניתן להסתפק בהתאמת תוצאות המחקרים, שנידונו לעיל, לישראל.

לפיכך, לממצאי המחקר האמפירי שנערך במסגרת עבודה זו, חשיבות ניכרת מכמה בחינות. **המחקר אישש את המסקנה העיקרית, אליה הגיעו מחקרים רבים בעולם, כי לגורם הרעש, המהווה מטריד ומפגע סביבתי, יש מחיר.**

בנוסף לכך, למחקר הנוכחי כמה חידושים חשובים:

#### ➤ מבחינת בסיס הנתונים:

- המשתנה התלוי (מחיר הדירה) במודלים רב-וחד-משתנים מבוסס על נתוני העסקאות שנעשו בפועל בשוק הדיור בשלוש השכונות שנבחרו לבדיקה;
- לשם הגדרת המשתנה המסביר המרכזי במודל (2) שבחינת השפעתו על מחירי הדירות הוגדרה כמטרה העיקרית של המחקר (רמת הרעש), בוצעו מדידות הרעש בעבור כל אחת מהתצפיות (דירות) שנכללו במחקר.

#### ➤ מבחינה מתודולוגית:

- המחקר הנוכחי מעיד על כך כי הרעש משפיע על המחיר בצורה לא ליניארית. דהיינו, המודל המעריכי הנו מדויק יותר הן מבחינת זיהוי השינויים האמיתיים במחיר כתוצאה מהשפעת האפקטים הנבדקים במודל, והן מבחינת ניבוי המחירים על סמך אפקטים אלו.
- מודל רגרסיה רב-משתני (2) אומד את השפעת "נטו" של האפקט הסביבתי (הרעש) על מחירי הדירות **בשילוב** עם מאפייני דירות פיזיים ומאפיינים שכונתיים, כאשר התרומה הכוללת של כל המשתנים המסבירים (האפקטים) להסבר המשתנה התלוי (מחיר הדירה) הנה גבוהה למדי ומהווה כ- 73%.

#### ➤ מכאן, למחקר זה השלכות חשובות ביותר מבחינה יישומית:

- אחוזי שינוי בשוויין של דירות המגורים כפונקציה של השפעתם של המשתנים המסבירים, שזוהו במחקר, עשויים לשמש בסיס יישומי וכלי עזר מהותי לכימות התוספות או ההפחות בשווי הדירות באזורים שונים בארץ, תוך התאמתם של אחוזים אלו לתנאים הספציפיים של כל אזור ואזור. ממצאי המחקר עשויים להוות בסיס להערכת גובה הפיצויים עבור פגיעה בשווי הנכס כתוצאה מהעלייה ברמת הרעש הכרוכה בסלילת כביש חדש בקרבת המגורים או בהרחבת הכביש הקיים, ובהתאם לתקן הרעש המוגדר באותה התקופה ובאזור המוערך.

- Adamowich, W.L., Louviere, J., and M. Williams, (1994), "Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities", *Land Economics*, 26, 271-292.
- American Institute of Real Estate Appraisers, (1987), *The Appraisal of Real Estate*, 8<sup>th</sup> ed., Chicago.
- Ariel, A., and J. P. Brade, (1985), "The valuation of noise", *Organization for Economic Cooperation and Development*, France, Paris.
- Asabere, P. K., and F.E. Huffman, (1996), "Thoroughfares and apartment values", *The Journal of Real Estate Research*, 12 (1): 9-16.
- Becker, N. and D. Lavee, (1999), "The benefits and costs of noise reduction: A cost benefit case study in Israel", Working paper, 15, Conference of European Statisticians.
- Boarnet, M.G., and S. Chalermpong, (2001), "New highways, house prices, and urban development: A case study of toll roads in Orange County, CA", *Housing Policy Debate*, 12 (3): 575-605.
- Bond M.T., V.L. Seiler, and M.J. Seiler, (2002), "Residential real estate prices: A room with a view", *Journal of Real Estate Research*, 23 (1-2): 129-137.
- Gamble, H. B., et al. (1974), "The influence of highway environment effects on residential property values", *Institute for Research on Land and Water Resources*.
- Huang, W., (1994), "The effects of transportation infrastructure on nearby property values: A review of the literature", *Institute of Urban and Regional Development (IURD)*, Working paper 620, Berkeley, CA: University of California.
- Hoelveler, J.K., and D. Liu, (2000), "Accessibility vs. Mobility: The Location Efficient Mortgage", Working Paper, Chicago.
- Hughes, W. T., and C. F. Sirmans, (1993), "Adjusting house prices for intra-neighborhood traffic differences", *The Appraisal Journal*, October.
- Kelly, E. D., (1994), "The transportation land-use link", *Journal of Planning Literature*, 9 (2): 128-145.

- Nelson, J. P., (1982), "Highway noise and property values", *Journal of Transport Economics and Policy*, May, 117-138.
- Palmoquist, R. B, (1982), "Impact of highway improvements on property values in Washington state", WA-R-D-37.1. *National Technical Information Service*, (Springfield, Va.).
- Reichert, A.K., (2002), "Hedonic modeling in real estate appraisal: The case of environment damages assessment", In: K. Wang and M.L. Wolverton (Edts.), *Real Estate Valuation Theory*, Research Issues in Real Estate, Vol. 8, Appraisal Institute, USA.
- Ryan S., (1999), "Property values and transportation facilities: finding the transportation-land use connection", *Journal of Planning Literature*, 13 (4): 412-427.
- Seiler M.J., M.T. Bond, and V.L. Seiler, (2001), " The impact of world class Great Lakes water views on residential property values", *The Appraisal Journal*, July, 287-295.
- Sirmans, G. S., C. F. Sirmans and J. D. Benjamin, (1994), "Apartment rent concessions and occupancy rates", *Journal of Real Estate Research*, 9 (3): 299-312.
- Voith, R., (1991), "Transportation, sorting and house values", *American Real Estate and Urban Economics Association Journal*, 19 (2): 117-137.
- Wilhelmsson, M., (2000), "The impact of traffic noise on the values of single-family houses", *Journal of Environmental Planning and Management*, 43 (6): 799-815.
- William, T.H. and C.F. Sirmans, (1993), "Adjusting house prices for intra-neighborhood traffic differences", *The Appraisal Journal*, October, 533-538.
- Willis, K. G., G. D. Garrod and D. R. Harvey, (1998), "A review of cost-benefit analysis as applied to the evaluation of new road proposals in the U.K", *Transportation Research – D*, 3 (3): 141-156.
- Federal Transit Administration Study, (1996), "Transit's value in neighborhoods: Working paper 1", April, Hickling Lewis Brod, Inc., 15.

בקר נ., 1997, "השפעת רעש מתחבורה על מחירי הדירות", נספח 10 מתוך דו"ח סופי של הצוות הכלכלי "בחינת המשמעויות הכלכליות ביישום רמות תקן שונות לרעש מכבישים", עמוס לביא – יעוץ כלכלי והשקעות בע"מ, תל-אביב.

ברכה ר., 1993, "פיתוח תקנות סביבתיות לרעש תחבורה", הביוספירה כ"ב 10-11, יולי-אוגוסט, משרד לאיכות הסביבה.

לוי יצחק, 1997, "מחירון הדירות המלא", מחירון, אפריל – יוני, תל-אביב.

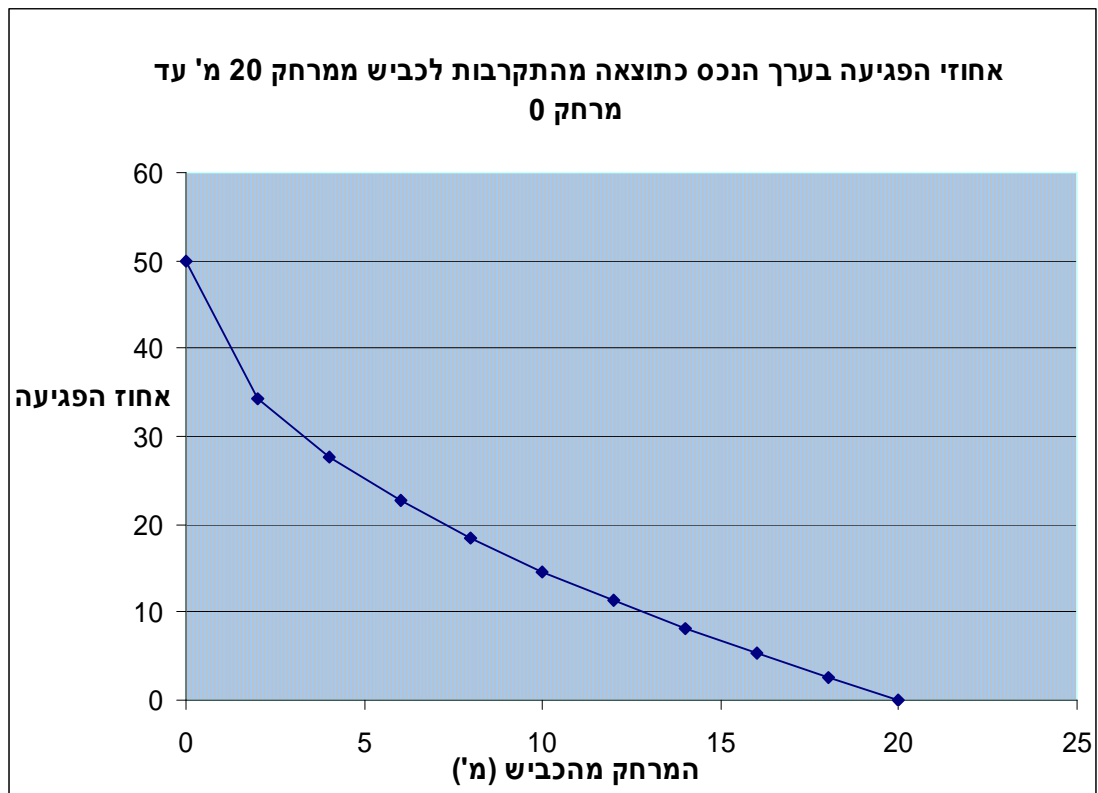
שילר ג., שאודיניצקי ל. ה., קלר י., 1999, "רעש וצומח", אקולוגיה וסביבה

נבו ש., בן-אור ד., 1996, "השפעת הרעש על מחירי דירות", הביוספירה, 3, משרד לאיכות הסביבה.

"אפיון יחידות גיאוגרפיות וסיווגן", 1995, פרסומי מפקד האוכלוסין והדיוור, פרסום מס' 13, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

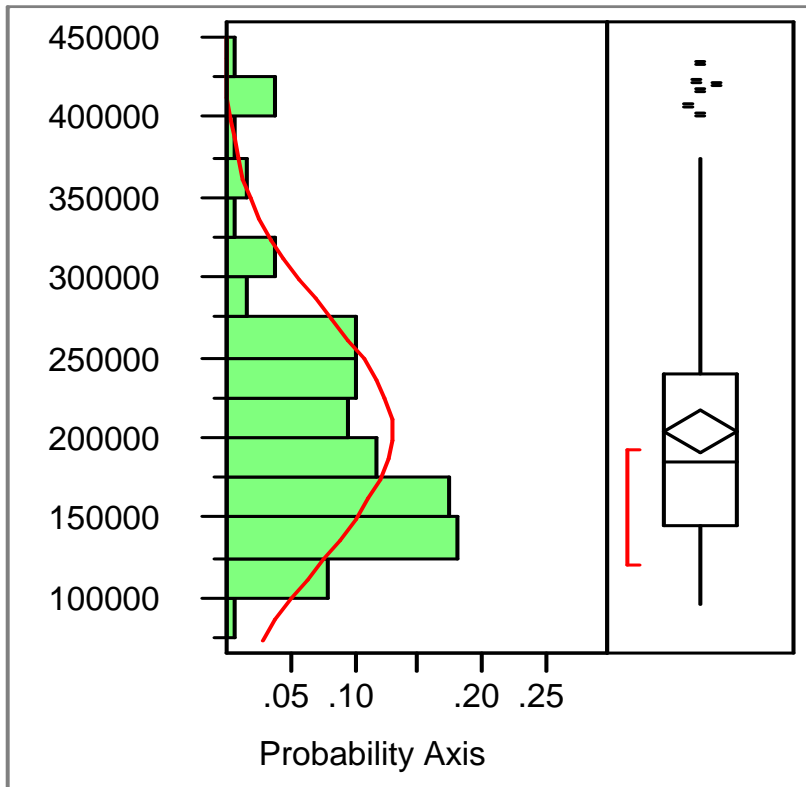
"גובה הפער בין המחיר המבוקש לבין מחיר העסקה: דירות מגורים בירושלים (פער משא-ומתן), 2001, משרד המשפטים, אגף שומת מקרקעין, מחלקת המחקר והמידע במקרקעין.

"קווים מנחים, אגף שומת מקרקעין", 1965, משרד המשפטים.

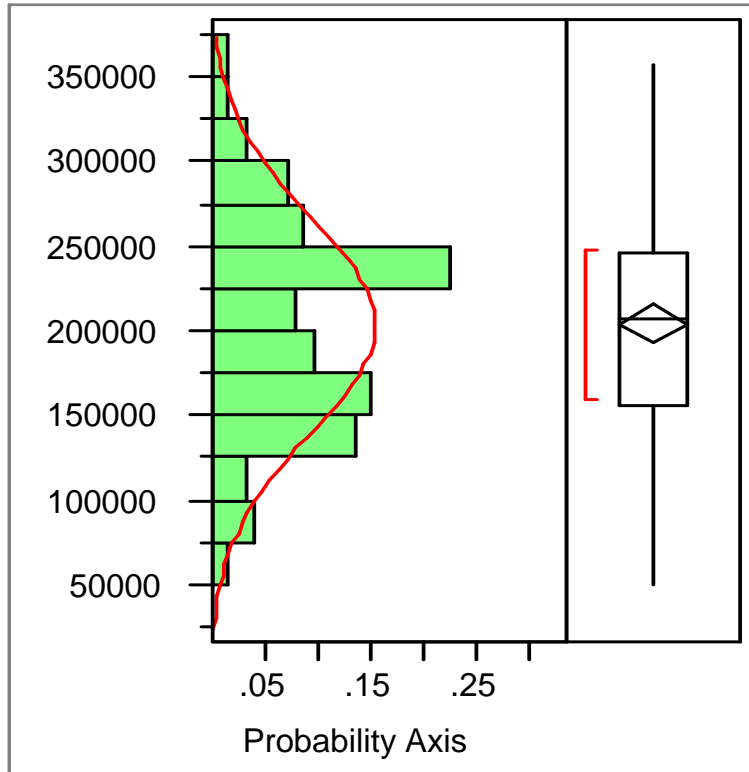




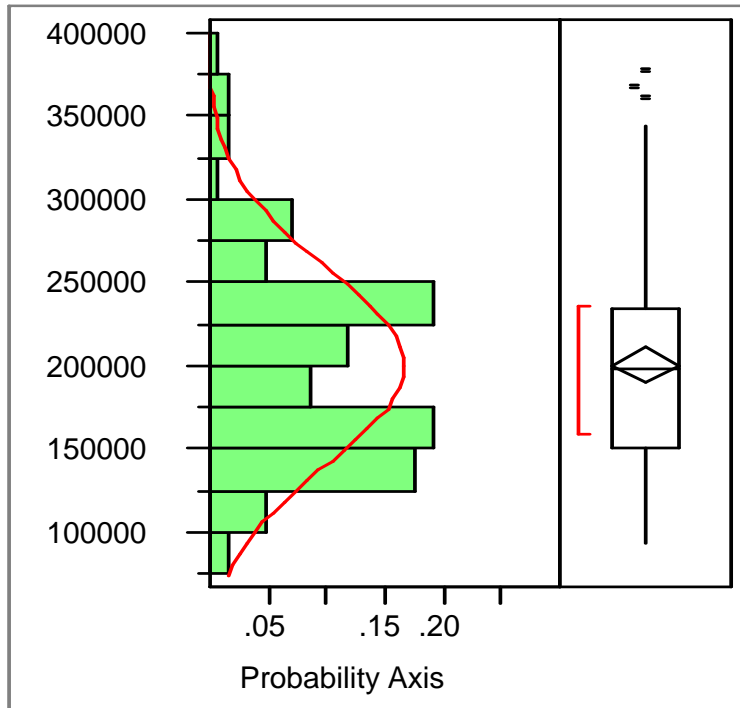
איור 1: התפלגות המחירים האמיתיים במדגם



איור 2: התפלגות המחירים החזויים לפי המודל הליניארי



**איור 3: התפלגות המחירים החזויים לפי המודל המעריכי**

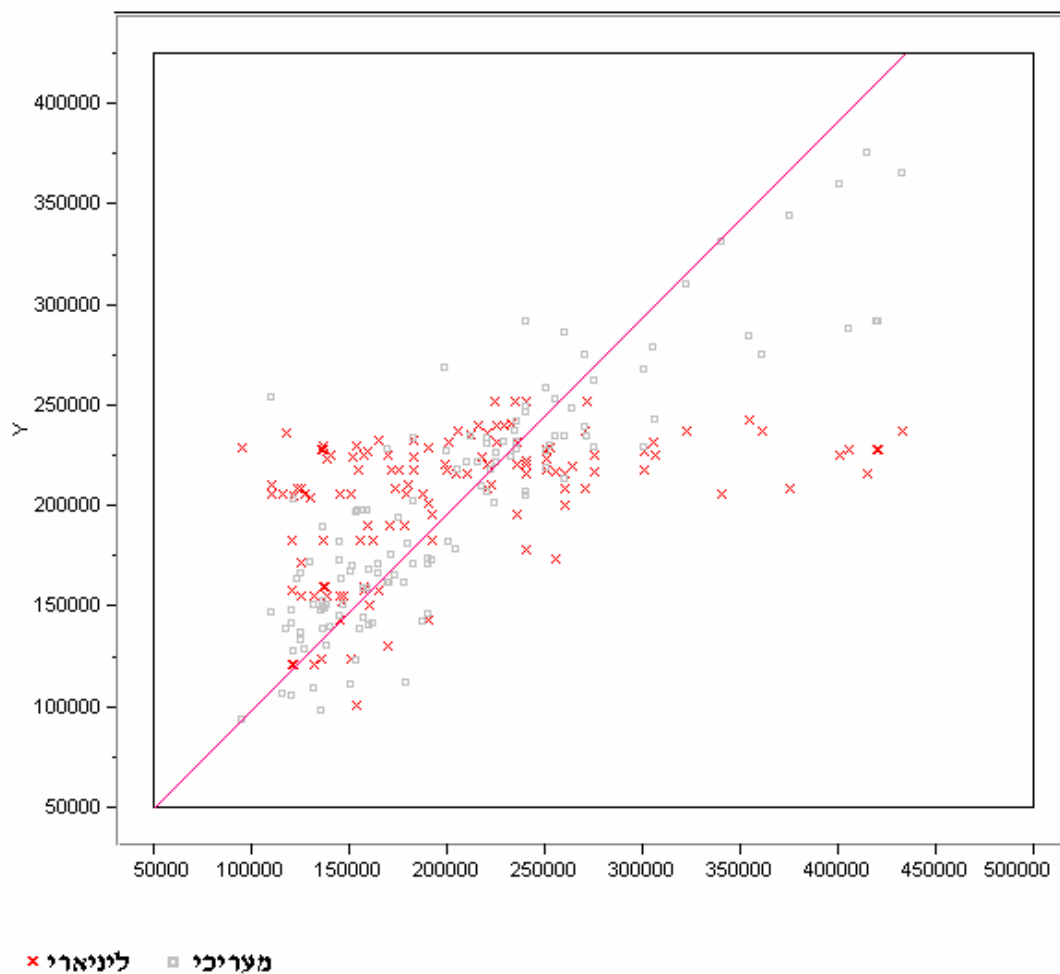


**לוח 1: סטטיסטיקה תיאורית של התפלגות המחירים האמיתיים והחזויים**

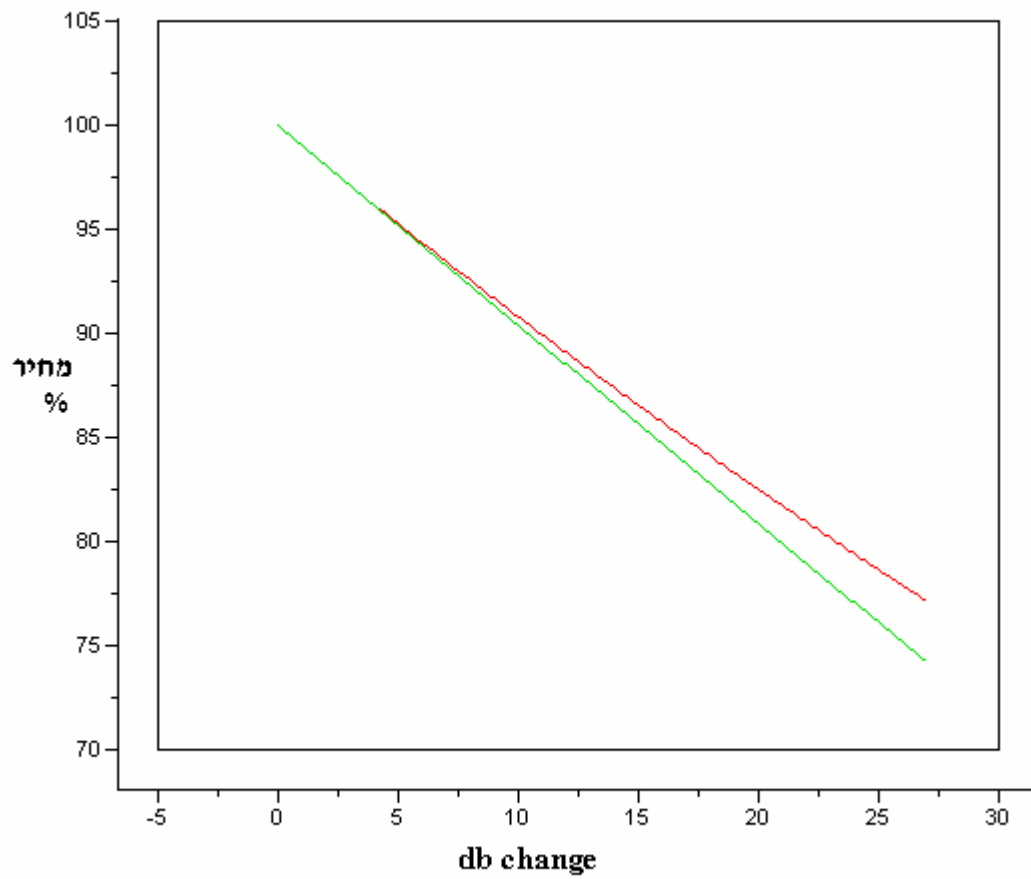
מחירים אמיתיים (\$)	מודל ליניארי (\$)	מודל מעריכי (\$)	
432,351	356,906	375,522	הערך המקסימאלי
95,000	50,454	93,518	הערך המינימאלי
185,000	207,926	197,528	חציון
<sup>31</sup> 204,057	204,154	200,296	ממוצע
76,111	64,230	59,219	סטית התקן

<sup>31</sup> ישנם חמש דירות שהם "חריגות" מבחינת מחירים הגבוהים במיוחד (N=126) במדגם הדירות במחקר זה בהשוואה לכל שאר התצפיות, דבר המשפיע על הערך הממוצע של מחירי הדירות האמיתיים.

איור 4: הערכים החזויים של מחירי הדירות לפי המודל המעריכי והמודל הליניארי



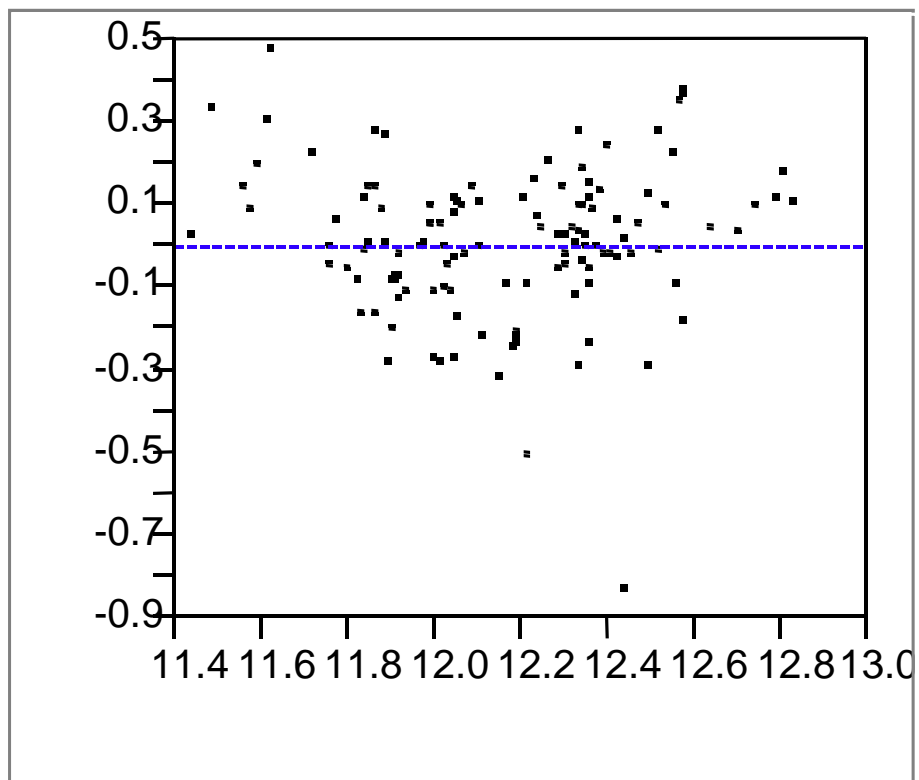
איור 5: שינוי במחיר הדירה כפונקציה של השינוי ברמת הרעש (אחוזים)



ליניארי      לא ליניארי

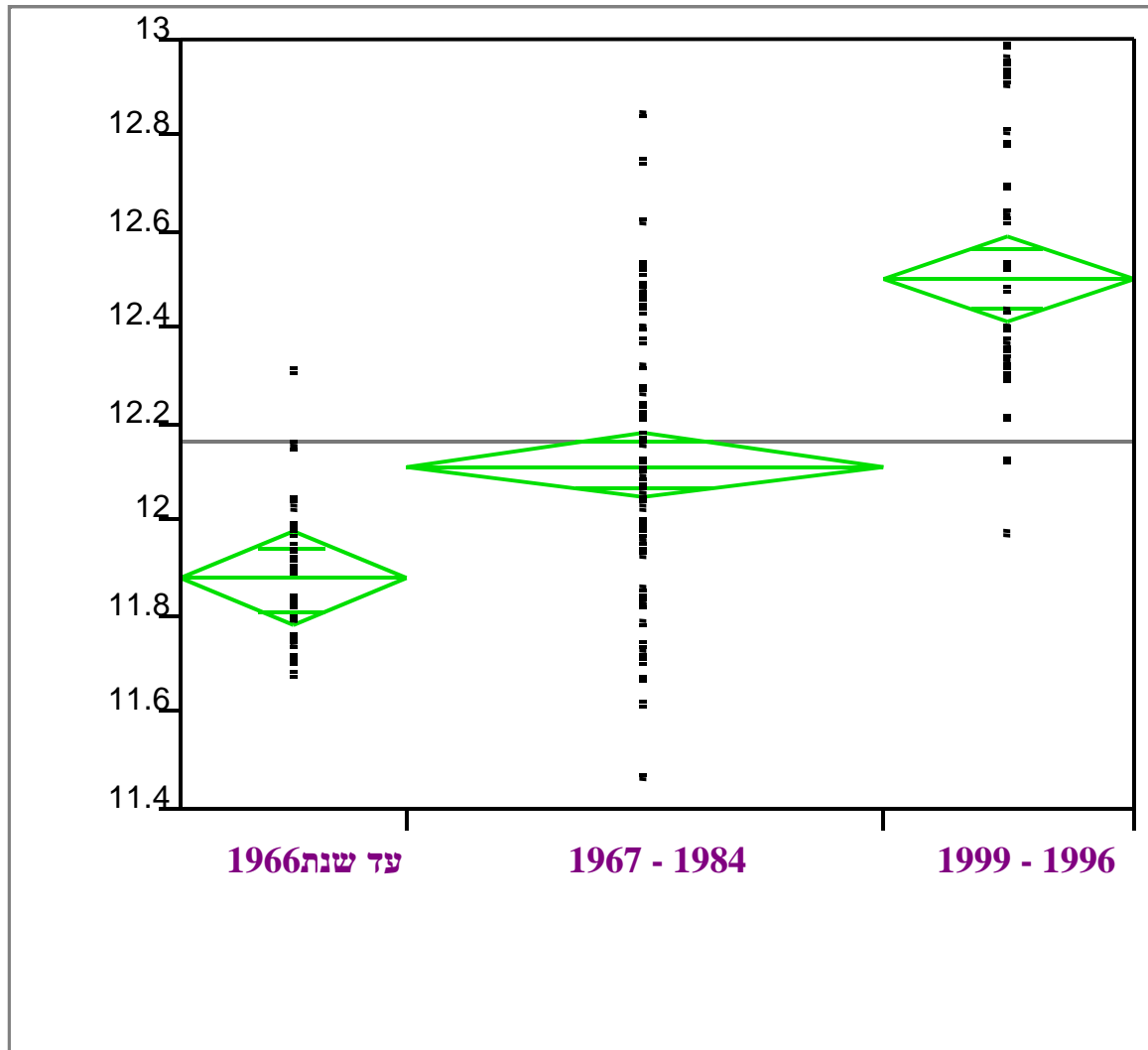
נספח 3: בדיקת שיוון שונויות (הנחת ההומוסקדסטיות) במודל רגרסיה רב-משתני

Residual by Predicted Plot



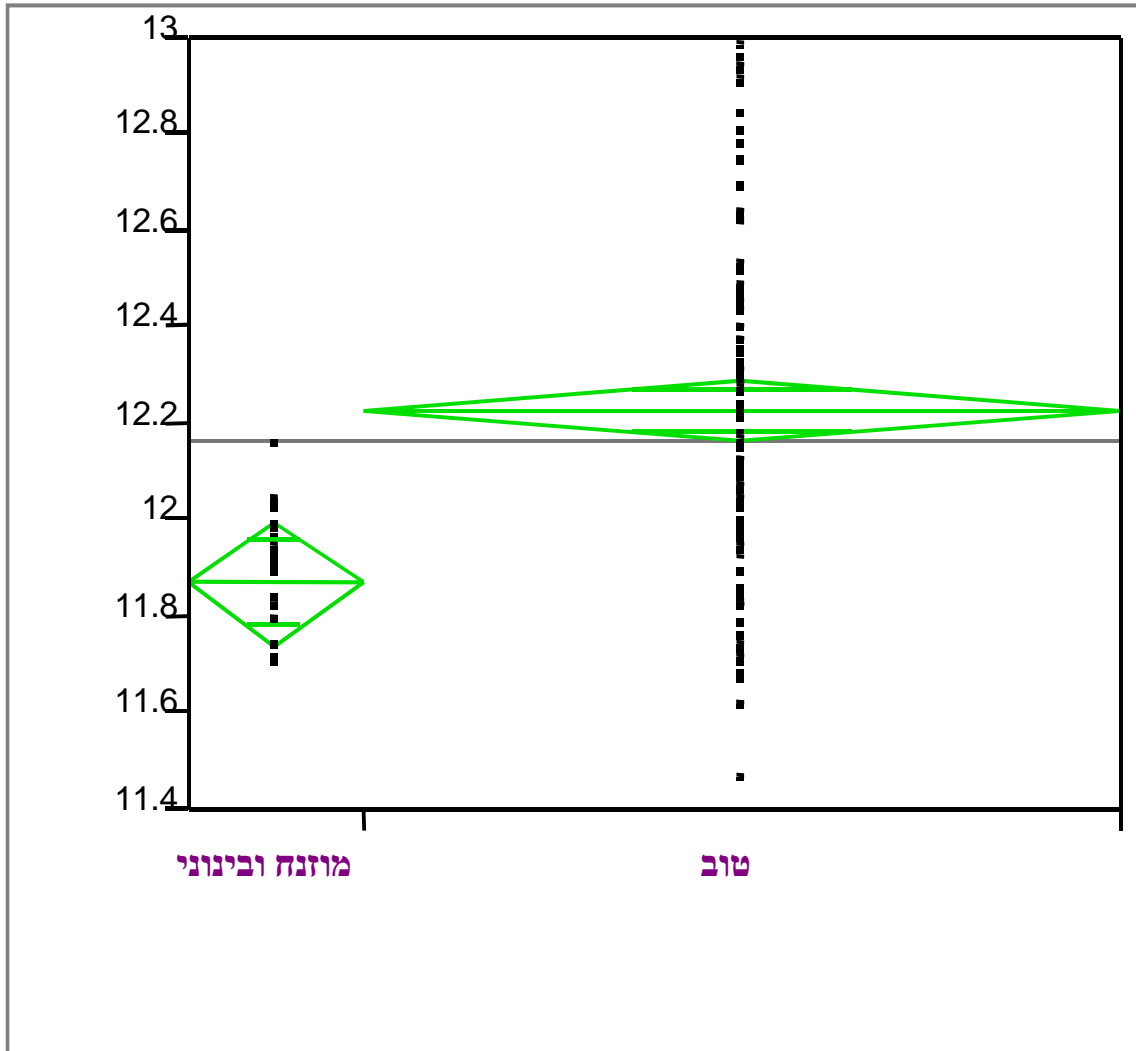
נספח 4: ניתוח שונות הד-כיווני – איורי המודלים

איור 1: השפעת גיל הבניין על מחיר הדירה

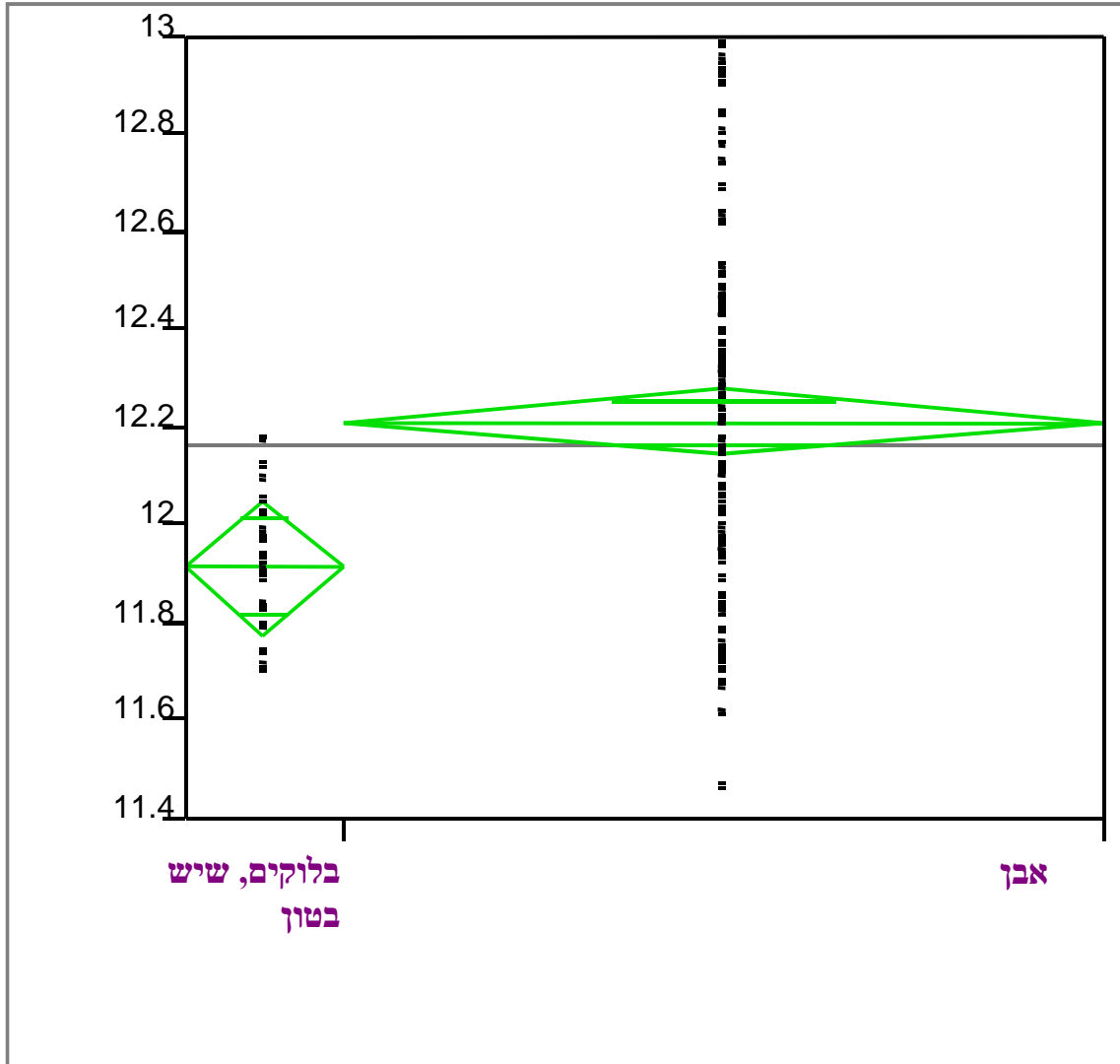




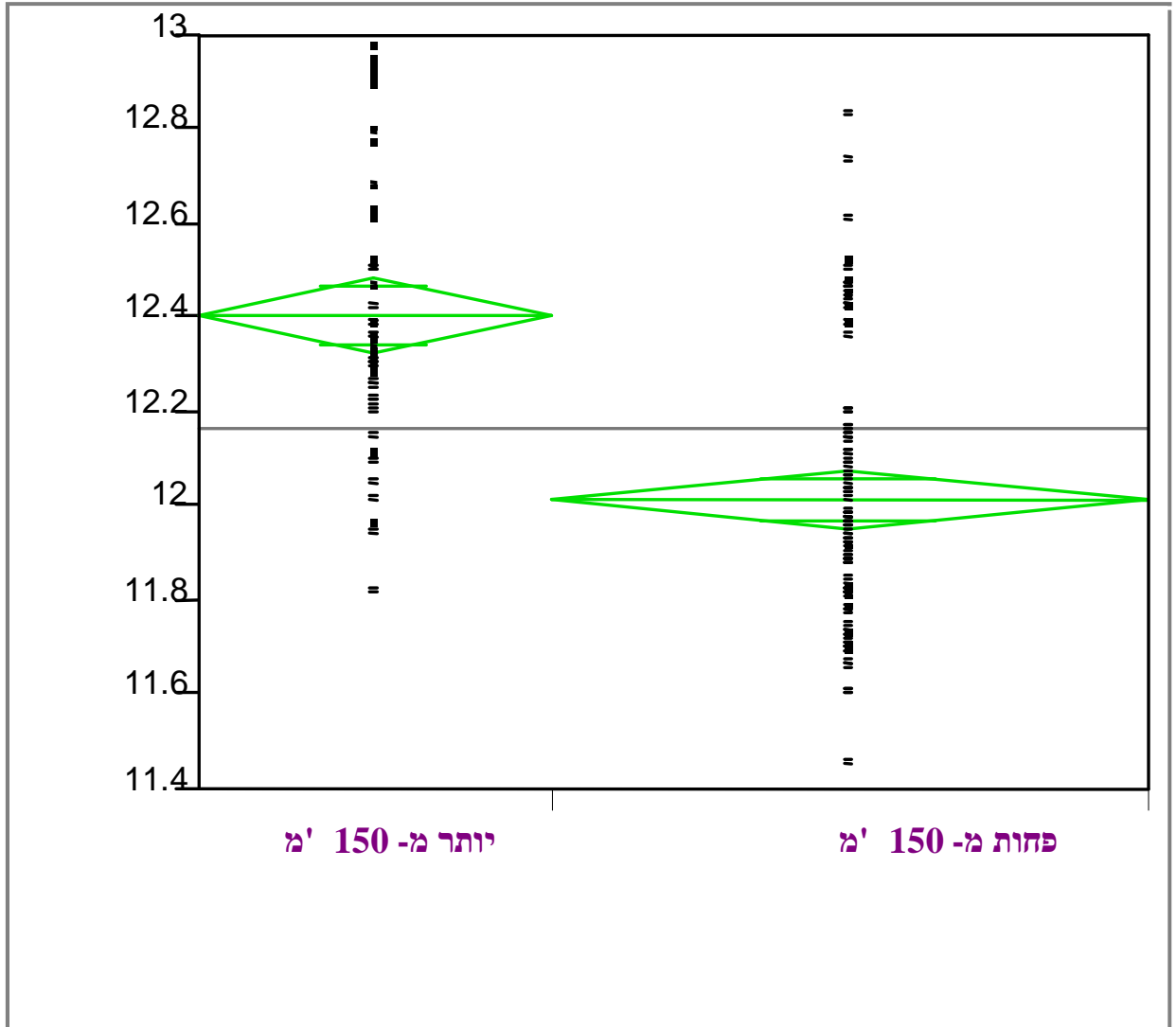
איור 2: השפעת מצבו של הבניין על מחיר הדירה



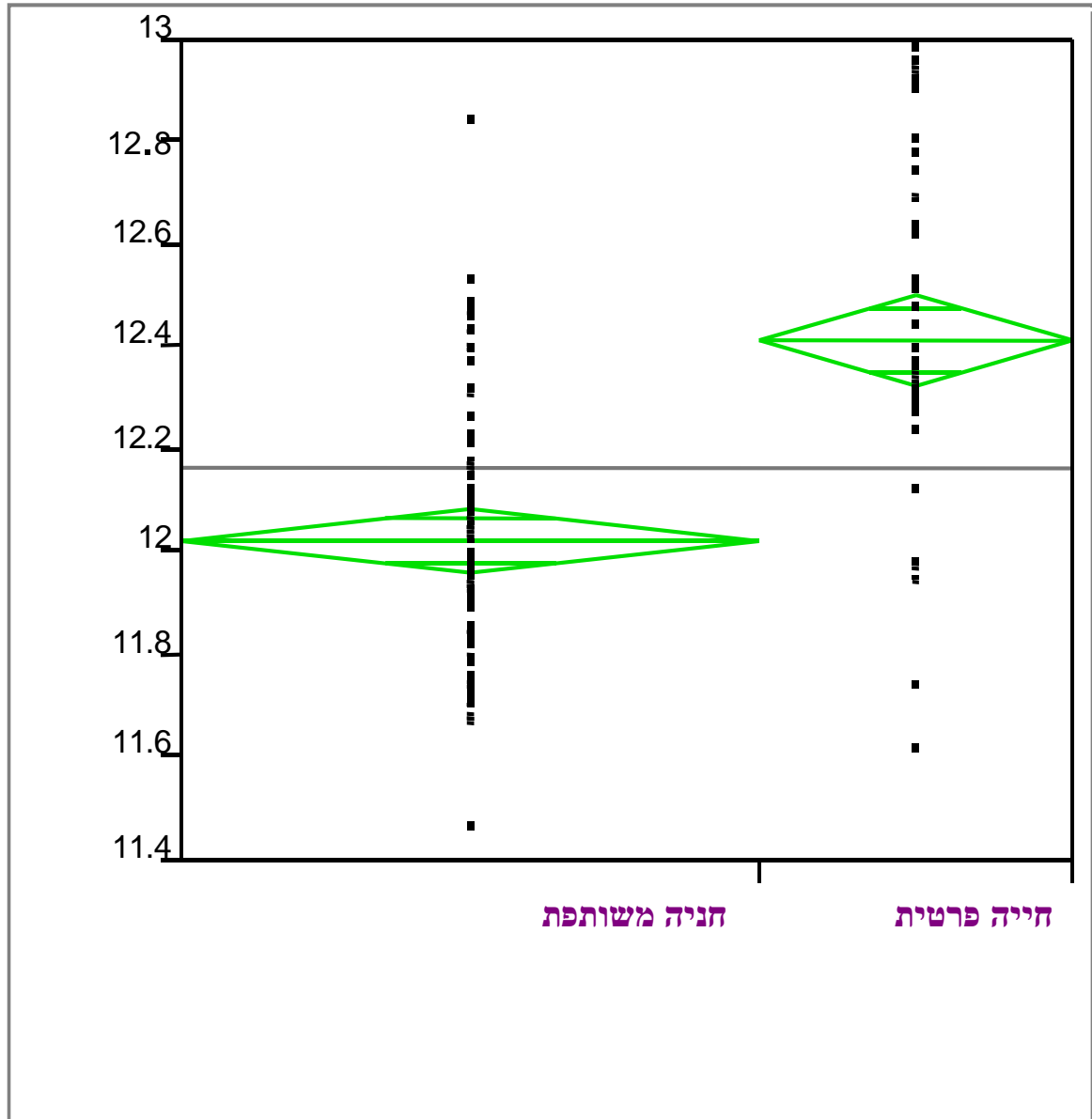
איור 3: השפעת חומר הקירות על מחיר הדירה



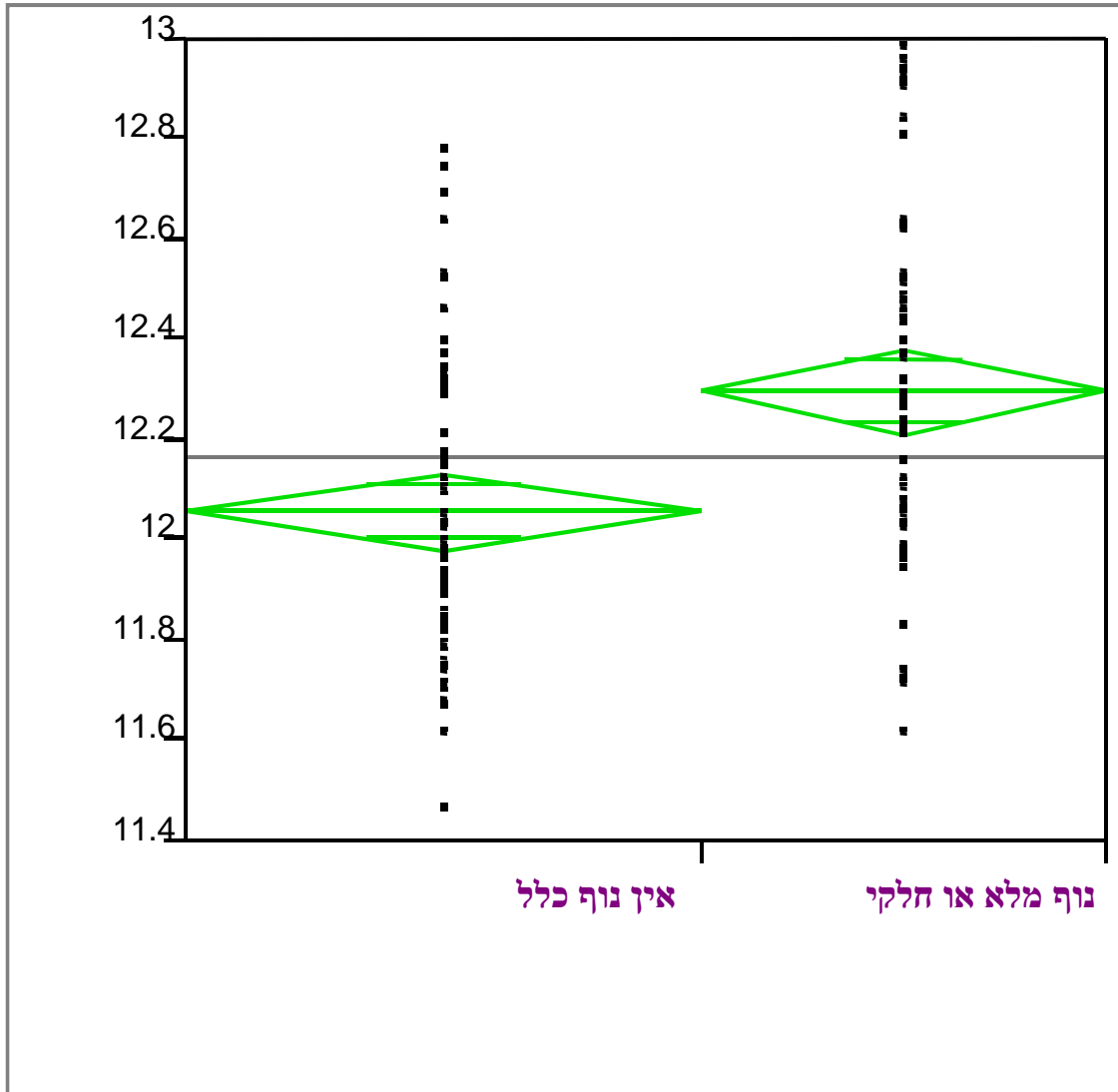
איור 4: השפעת המרחק למרכז המסחרי



איור 5: השפעת החנייה על מחיר הדירה



איור 6: השפעת הנוף על מחיר הדיירה



איור 7: השפעת השכונה על מחיר הדירה

