

חזון בר קיימא מול מציאות זוחלת? תבנית הזחילה העירונית בישראל

אמנון פרנקל ומיה אשכנזי



אמנון פרנקל ומיה אשכנזי

חזון בר קיימא מול מציאות זוחלת?



חזון בר קיימא מול מציאות זוחלת?

תבנית הזחילה העירונית בישראל

אמנון פרנקל ומיה אשכנזי

תקציר לקובעי מדיניות

זחילה עירונית (urban sprawl) היא צורה של פיתוח עירוני, המאופיינת בצפיפויות נמוכות ובהתפשטות נרחבת ובלתי רציפה במרחב, בעיקר בשוליים של אזורים מטרופוליניים, בשטחים פתוחים או חקלאיים. לראשונה זוהתה התופעה בסוף עידן המהפכה התעשייתית בארצות האנגלו-סכסיות, ומאז ממשיכה בעקביות וביתר שאת בארצות נוספות ברחבי העולם. זחילה עירונית נחשבת כאחת מהתופעות המרחביות הבולטות והמשמעותיות ביותר של הגידול העירוני המואץ בעולם המודרני. בקרב מתכננים וציבורים רבים נחשבת הזחילה העירונית כתופעה בלתי רצויה בעלת השלכות שליליות רבות, כגון: חוסר יעילות כלכלית, זיהום אויר כתוצאה משימוש מוגבר בכלי-רכב פרטיים, החלשות הבסיס הכלכלי של מרכזי הערים ופגיעה בלתי הפיכה בשטחים פתוחים ובמשאבי טבע ונוף.

מטרת המחקר הנוכחי לתאר ולהסביר את הזחילה העירונית בישראל באמצעות מיפוי התופעה במדגם נרחב של יישובים, מדידה כמותית של מאפייניה באמצעות מגוון של מדדים, ובניית מודל שינתח את הקשר בין מדדים אלו לבין גורמים מרחביים וחברתיים-כלכליים.

החל משנות ה-80 של המאה שעברה, עם המודעות הגוברת לבעיות אקולוגיות וסביבתיות כתוצאה מהאצת העיור והזחילה המתלווה אליו, גברה הקריאה הבינלאומית לריסון התופעה, באמצעות שימוש חסכוני ומבוקר במשאב הקרקע בהתאם לעקרונות של פיתוח בר-קיימא. הוועידה הבינלאומית לפיתוח בר-קיימא אשר התקיימה בחסות האו"ם בריו-דה ז'נרו בשנת 1992 עודדה והמריצה מדינות רבות להצהיר על כוונתן ליישם מדיניות של ניהול הגידול במטרה לרסן את הזחילה העירונית. כתוצאה מכך, התעורר דיון ציבורי נוקב, המייצג גישות שונות בסוגיה זו. בהכללה ניתן לומר, כי הויכוח האם ניתן לרסן את הזחילה העירונית באמצעים תכנוניים, מייצג שתי גישות עקרוניות בתכנון ערים: האחת דוגלת בהתערבות ציבורית של תכנון על פי עקרונות של פיתוח בר-קיימא; והשנייה דוגלת באי התערבות מערכת התכנון והבקרה, תוך השארת הפיתוח לשליטה וויסות על ידי כוחות "השוק החופשי".

הזחילה העירונית בישראל היא תופעה חדשה יחסית, אשר החלה לתת אותותיה בעיקר במהלך שני העשורים האחרונים, אך ממדיה ומאפייניה טרם נחקרו לעומק. הגורמים המשוערים לתופעה בישראל נחלקים לשני תהליכים: האחד, עלייה מתמדת ברמת החיים, המובילה לעלייה ברווחת הדור, וכתוצאה מכך ההגירת תושבים לשכונות חדשות בצמוד לערים, או ביישובים מרוחקים; והשני, ביקוש חדש למגורים צמודי קרקע ביישובים קהילתיים בקרב צעירים ממעמד חברתי-כלכלי בינוני וגבוה. הביטוי המרחבי של תהליכים אלו הוא גידול ניכר בצריכת משאב הקרקע, במקביל לירידה בצפיפות הבנייה, כלומר לדפוס משוער של זחילה עירונית.

בלימת תהליכי הפירבור והזחילה העירונית שהואצו בישראל בשנות ה-80 וה-90 מהווה כיום סוגיה מרכזית, המעסיקה את מערכת התכנון בישראל. אנשי מקצוע מצביעים על השלכותיה ההרסניות של התופעה, ובייחוד נוכח מצבה המיוחד של ישראל בהשוואה לארצות מערביות אחרות; שיעור גידול האוכלוסייה בישראל הוא הגבוה ביותר בעולם המערבי, וכמות הקרקע הזמינה לפיתוח מוגבלת בשל גודלה המצומצם של המדינה. לפיכך, תופעות של פירבור וזחילה בלתי מרוסנת בישראל, בשילוב עם פריסה לא הומוגנית של האוכלוסייה במרחב הלאומי, עלולות

להוות איום על משאב הקרקע באזורים מסוימים. מצב ייחודי זה שונה מהמאפיין מדינות מערביות אחרות, בהן שיעור גידול האוכלוסייה קטן מאוד או אף שלילי, או לחילופין קיים בהן היצע רב של קרקעות פנויות לפיתוח.

דו"ח המחקר המוגש בזאת הוא ניסיון ראשון להעשיר את הידע הקיים על הזחילה העירונית בישראל תוך הארת ההיבט הדינמי, המרחבי והחברתי-כלכלי של תופעה מורכבת זו. מטרת המחקר היא לתאר ולהסביר את הזחילה העירונית בישראל באמצעות מיפוי התופעה במדגם רחב של 78 יישובים עירוניים יהודיים, מדידה כמותית של מאפייניה, ובניית מודל שינתח את הקשר בין מאפיינים אלו לבין גורמים מרחביים וחברתיים-כלכליים. במסגרת המחקר בוצע סקר שימושי קרקע עירוניים במדגם היישובים שנבחר, ותוצאותיו הושושו לסקר שימושי קרקע קודם של הל.מ.ס שבוצע במחצית שנות ה-80, כך שהתאפשרה בחינה דינמית של התפתחות תופעת הזחילה לאורך תקופה של כ-15 שנה. במקביל פותח סט של מדדי זחילה המייצגים מספר מאפיינים של תופעת הזחילה. על בסיס מדדים אלו נבנה מדד זחילה משולב (תוך שימוש בשיטה של ניתוח גורמים - factor analysis). ערכי המדד המשולב, המייצג את רמת הזחילה העירונית, חושבו בכל יישובי המדגם על סמך תוצאות מיפוי שימושי הקרקע, עבור תחילת וסוף התקופה הנחקרת. לבסוף נבנו מספר מודלים סטטיסטיים (מסוג רגרסיה ליניארית רבת-משתנים), באמצעותם נבדקו זיקות וקשרים בין רמת הזחילה העירונית לבין גורמים מרחביים ומאפיינים חברתיים-כלכליים של אוכלוסיות היישובים.

תוצאות המחקר מצביעות על כך שבניגוד לדיעה הרווחת, **מרבית היישובים העירוניים בישראל מתאפיינים במגמה של קומפקטיות במבנה המרקם הבנוי שלהם, או לחילופין בירידת רמת הזחילה לאורך זמן, כפי שבא לידי ביטוי בעלית הצפיפות הממוצעת, מילוי שטחי המרקמים, פיתוח צמוד דופן ושמירה על הרכב שימושי קרקע קבוע, יחסית. דפוס קומפקטי זה הוא יחסית ייחודי לישראל, בהשוואה לארצות צפון אמריקה, וייתכן שהוא נובע ממצאי הקרקעות המוגבל במדינה, המוביל לבינוי קומפקטי ורווי יחסית או יישום של מדיניות תכנונית מרסנת. עם זאת, יש לסייג ולומר, כי במסגרת עבודה זו נבדקו יישובים עירוניים יהודיים בלבד, ולא נבדקו יישובים מהמגזר הכפרי או יישובים ערביים, אשר ככל הנראה רמת הזחילה בהם גבוהה יותר מהיישובים העירוניים.**

יחד עם זאת, חשוב לציין כי במקביל נמצאה רמה גבוהה של זחילה עירונית, כפי שהיא באה לידי ביטוי בערכים גבוהים של מדד הזחילה המשולב בחלק משמעותי של היישובים. בנוסף, מצאנו זיקות בין רמת זחילה גבוהה לבין גורמים מרחביים ומאפיינים חברתיים-כלכליים של האוכלוסייה, בדומה לזיקות המדווחות מארצות מערביות אחרות. לדוגמה, רמת הזחילה העירונית היא גבוהה יותר ביישובים קטנים, הממוקמים בטופוגרפיה הררית, בעלי עתודות קרקע רבות ושאוכלוסייתם מבוססת מבחינה חברתית-כלכלית. בנוסף, יישובים בהם רמת הזחילה העירונית גבוהה מאופיינים באוכלוסייה בעלת רמת מינוע גבוהה, שלאורך זמן נוטה יותר לעבוד מחוץ ליישוב ונוסעת לעבודה ברכב פרטי. מכאן ניתן להסיק, כי דפוס זה של יישובים זוחלים מעודד נסיעות רבות יותר בכלי-רכב פרטיים של האוכלוסייה המתגוררת בהם. ממצא זה עשוי לחזק את אחת הטענות כנגד זחילה עירונית, לפיה תופעה זו עלולה להוביל להשלכות סביבתיות שליליות כגון גודש בכבישים, בזבז אנרגיה וזיהום אוויר כתוצאה מפליטת מזהמים מכלי-רכב.

בהיבט צריכת משאב הקרקע נמצא כי משקלה היחסי של האוכלוסייה המתגוררת ביישובים זוחלים גבוה ממשקלם היחסי של שטחי המרקמים העירוניים של יישובים אלו. בנוסף, שיעורי גידול האוכלוסייה ושיעורי גידול שטחי המרקמים העירוניים של היישובים הזוחלים לאורך התקופה הנחקרת גבוהים יותר מאלו של היישובים הקומפקטיים. מכאן, **שיישובים זוחלים הם יישובים הנמצאים בתנופת פיתוח מואצת, "זוללי קרקעות", המהווים מוקדי משיכה לאוכלוסייה צעירה ומבוססת כלכלית.** הביקוש הצרכני הגבוה למגורים ביישובים הזוחלים נובע ככל הנראה מדיוור מרווח ("צמוד-קרקע") וזול יחסית המסופק ביישובים הללו, נגישות נוחה למוקדי תעסוקה ואיכות חיים גבוהה, כפי שהיא נתפסת באופן סובייקטיבי על-ידי הצרכנים. בנוסף מצאנו כי תופעת הזחילה העירונית בישראל אינה מוכתבת על-ידי המיקום במרחב. הזחילה העירונית בישראל מבוזרת במרחב, ולא ניתן ליחסה רק או בעיקר לשולי המטרופולינים או לפריפריה, כפי שמדווח מארצות אחרות בעולם. כלומר, **בישראל מתקיים כשל-שוק, לפיו מתאפשרים דפוסים בזבזניים של זחילה עירונית גם באזורי ביקוש בהם משאב הקרקע יקר ונמצא במחסור.**

בהתאם לממצאים אלה, היות ורמת החיים בישראל צפויה להמשיך ולעלות, ניתן להניח כי הביקוש הצרכני למגורים בדגם יישובים פרברי וזוחל ימשיך ויגבר. ביקוש זה עלול להוביל לחצים לבנייה "זוחלת" נוספת עבור קבוצות חזקות באוכלוסייה, אם במסגרת יישובים קיימים, על-ידי הרחבה לא מבוקרת של גבולות שיפוט עירוניים והפשרת קרקעות לבנייה בתחומם, ואם על-ידי הקמתם של יישובים קטנים חדשים בדפוס זה. כלומר, **ללא וויסות הפיתוח עלולה רמת הזחילה העירונית בישראל לעלות, דבר שיוביל לאזילת שטחים פתוחים באזורי ביקוש בכלל, ובפרט במרכז הארץ, לשימוש מוגבר בכלי-רכב פרטיים ולהשלכות שליליות נוספות, שטרם נחקרו.**

לאור זאת, מודגש הצורך ברגולציה תכנונית בישראל בכלל, ובפרט באזורי ביקוש, במטרה לרסן דפוסי גידול זוחלים ובלתי-יעילים ועל-ידי כך למזער את השלכותיהם השליליות על הסביבה והחברה. למשל, יש צורך לבצע בקרה על כמות השטחים הפתוחים המתווספים לשטחי השיפוט של היישובים העירוניים. לצורך כך יש לוודא, כי אכן קיימת הלימה בין תוספות הקרקע המסופקות ליישובים במסגרת וועדות לחקירת גבולות לבין צרכי פיתוח עתידיים, וכי צרכים אלו מרוסנים על-פי מדיניות מושכלת של "ניהול הגידול" או "גידול חכם". בנוסף מומלץ לחקור את הפרמטרים המרכיבים את הביקוש הצרכני למגורים בקרב קבוצות חזקות באוכלוסייה, ולגבש אלטרנטיבות תכנוניות קומפקטיות ואטרקטיביות לאותן קבוצות. דוגמה לאלטרנטיבה תכנונית, שעשויה למשוך אוכלוסיות חזקות להתגורר בדפוס מגורים קומפקטי יותר, היא למשל קיומה של מערכת תחבורה מסילתית בעלת נגישות גבוהה מאד בערים הגדולות (רכבת תחתית בגוש דן). קיומה של מערכת כזו עשוי להשאיר אוכלוסיות חזקות ביישובים הקומפקטיים, כאשר הירידה ב"איכות החיים" מקבלת פיצוי בדמות קיצור משמעותי בזמן ההגעה למקום העבודה.

הממצאים שהוצגו בעבודה זו מהווים ניסיון להקיף את מורכבותה של תופעת הזחילה העירונית בכלל, ובפרט בישראל של שנות התשעים. ממצאי המחקר תורמים נדבך נוסף של ידע אמפירי באשר לאופי הפיתוח ותבנית המרקמים העירוניים בישראל, כבסיס למקבלי החלטות בבואם לגבש מדיניות ציבורית-נורמטיבית לניהול יעיל, חסכוני ובר-קיימא של משאב הקרקע. המלצתנו היא להמשיך ולחקור היבטים נוספים של פיתוח עירוני וזחילה, כגון יישום מדדי זחילה נוספים שהוצעו בספרות העולמית כמו מדדי תחבורה ונגישות, מדדים אסתטיים או מדדים אקולוגיים. כמו-כן מומלץ להרחיב את היישובים הנחקרים ולבחון גם את המגזר הכפרי והערבי, או לחילופין להרחיב את יחידת החקירה ולבחון גם תשתיות בנויות בינעירוניות בהקשר המטרופוליני או הארצי. בנוסף מעניין יהיה לחקור את השפעתם של גורמים נוספים על דפוסי הפיתוח העירוני, כמו מבנה הבעלויות על הקרקע, אילוצים כלכליים או רגולציה תכנונית-ממסדית. **האתגר העיקרי הבא הוא לבחון את ההשלכות של דפוסי פיתוח שונים על מרקמים עירוניים מבחינה סביבתית, כלכלית, חברתית, אסתטית וערכית, כאשר בבסיס בחינה זו תעמוד השאלה המרכזית והמסקרנת: האם הזחילה העירונית היא בעלת השלכות חיוביות או שליליות על החברה, והאם היא תופעה בלתי נמנעת או תופעה הניתנת לשליטה וריסון?**

תוכן עניינים

1	חלק ראשון הזחילה העירונית – סקירה בינלאומית
3	פרק 1: תופעת הזחילה העירונית
3	הגדרה מושגית
4	התפתחות הזחילה העירונית בעולם
8	הזחילה העירונית בישראל
11	זחילה עירונית: טוב או רע?
11	היבטים סביבתיים
13	היבטים כלכליים
15	היבטים חברתיים ופסיכולוגיים
17	השפעת הזחילה על ערי הגלעין
18	היבטים ערכיים
21	פרק 2: כלים לריסון הזחילה העירונית
21	אסכולות תכנוניות לפיתוח בר קיימא
21	האורבניזם החדש
22	העיר הקומפקטית
22	ניהול הגידול
23	כלים אופרטיביים לריסון הזחילה
27	פרק 3: שיטות למדידת זחילה עירונית
28	שיעורי גידול אוכלוסייה ומדד הזחילה הפשוט
29	מדדי צפיפות
31	מדדים גיאומטריים ומרחביים בגישה האקולוגית
31	הגישה האקולוגית
31	דילוגי צפרדע
32	תצורה ופרקטלים
35	עירוב שימושי קרקע
37	סיכום המסגרת התיאורטית של מחקר זה
39	חלק שני: מערך המחקר
41	פרק 4: מטרות המחקר
41	מטרות המחקר
42	הסוגיות לבדיקה
45	פרק 5: מתודולוגיה
45	מדגם היישובים
48	יחידת החקירה
49	איסוף הנתונים
52	שיטת המחקר

52	מאפייני ומדדי המרקם העירוני
57	המדד המשולב
60	המודל
63	חלק שלישי: ממצאי המחקר
65	פרק 6: מדדי הזחילה העירונית בישראל ומשמעותם
65	מדדי צפיפות עירונית
66	מדדי תצורה
70	מדד דילוגי צפרדע
72	מדד גודל פוליגון ממוצע
73	מדד עירוב שימושי קרקע
79	פרק 7: רמת הזחילה ביישובים העירוניים בישראל
79	ניתוח גורמים
84	מיון היישובים על-פי רמת הזחילה במרקם העירוני
93	מדדי הזחילה העירונית: צפיפות, פיזור ועירוב שימושי קרקע
99	פרק 8: הגורמים לזחילה העירונית - מודלים לזיהוי זיקות וקשרים במרחב
99	מודל זחילה כללי
101	השפעת המרחק מעיר הגלעין
102	היבטים תחבורתיים
103	השפעת גורמים חברתיים-כלכליים
104	מודלים נפרדים למדדי הזחילה: תצורה ועירוב שימושי קרקע
109	חלק רביעי: דיון והסקת מסקנות
111	פרק 9: סיכום מסקנות ועיקרי המלצות המחקר
111	מדדי הזחילה העירונית
1144	הזחילה העירונית בישראל
116	השפעת המיקום במרחב
117	השפעת התנאים הפיזיים: עתודות קרקע וטופוגרפיה
118	השפעת גודל היישוב
119	השפעת מאפיינים חברתיים-כלכליים של האוכלוסייה
119	עיקרי ההמלצות למחקר המשך
123	רשימת מקורות
133	נספחים
135	נספח: פירוט משתנים חברתיים-כלכליים
139	נספח: מפות יישובי המדגם לשנת 2002, בחלוקה על פי אשכול זחילה

חלק ראשון

הזחילה העירונית – סקירה בינלאומית

פרק 1:

תופעת הזחילה העירונית

פרק זה מגדיר את התופעה המכונה "זחילה עירונית וסוקר בקווים כלליים את התפתחותה בעולם ובישראל, כמו גם את ההשלכות על המרחב המיוחסות לתופעה זו. הסקירה מוצגת על רקע הויכוח המתקיים בין אסכולות שונות בהקשר הנדון.

הגדרה מושגית

זחילה עירונית (urban sprawl) מוגדרת כצורה של פיתוח עירוני, המאופיין בצפיפויות נמוכות ובהתפשטות נרחבת ובלתי רציפה במרחב, בעיקר בשוליים של אזורים מטרופוליניים, בשטחים פתוחים או חקלאיים (Hadly 2000; Burchell et al., 1998; Ewing, 1997; Peiser, 1989; Razin & Rosentraub, 2000).

Ewing (1994, 1997) הגדיר חמישה מאפיינים בולטים של תופעת הזחילה העירונית כדלהלן:

- **פיתוח מפורז ובלתי רציף** ("דילוגי צפרדע"), המותיר חללים פנויים ובלתי מנוצלים במרקם הבנוי.
- **פיתוח רצועות של מסחר** לאורך צירי תנועה ראשיים (commercial strip development).
- **פיתוח בצפיפויות מגורים נמוכות** המביא להתפשטות נרחבת של יחידות דיור צמודות קרקע עם חצרות פרטיות, וכתוצאה מכך למחסור בשטחים פתוחים ציבוריים.
- **הפרדת שימושי קרקע והרחקתם**, דהיינו הפרדת אזורי המגורים משאר הפונקציות העירוניות, והרחקת הפונקציות העירוניות זו מזו.
- **נגישות נמוכה** לתושבים והסתמכות גבוהה על כלי-רכב פרטיים, כתוצאה מהפרדת שימושי קרקע כמפורט לעיל.

בספרות העוסקת בנושא מזכירים בנוסף על הנ"ל סידרה של גורמים, אשר קיומם מעודד את התפתחות תופעת הזחילה העירונית וזיהויים במרחב עשוי להסביר ולסייע בחיזוי התופעה (Downs, 1998; Burchell et al., 1998). מבין אלה ניתן לציין: פיתוח חדש ללא הגבלה, חוסר בבקרה מרכזית על תכנון שימושי הקרקע, פיצול שלטוני ופיסקלי בין מספר רשויות באותו אזור, ריבוי בעלויות על הקרקע, שונות גבוהה בבסיס הכלכלי של הרשויות המקומיות וכן "סינון" מפלה של משקי בית על רקע חברתי-כלכלי.

יש לציין, כי החוקרים נוטים לעתים לבלבל בין מאפייני הזחילה העירונית לבין הגורמים להופעתה. חלקם מתייחסים לגורמים כאל מאפיינים נוספים של התופעה (Ewing, 1997). אנו סבורים, כי המאפיינים המרחביים של הזחילה הם אינהרנטיים להגדרת התופעה, בעוד שהגורמים מסייעים או מהווים את הסיבות להתרחשותה. חיזוק לכך ניתן למצוא במחקרים הבודקים קיומו של קשר סיבתי מובהק בין קבוצת המאפיינים הראשונה לבין הגורמים מהקבוצה השנייה (ראו למשל, Razin & Rosentraub, 2000).

הבלבול בין מאפייני הזחילה לבין הגורמים לה הוא דוגמה אחת לבעייתיות שבהגדרת המונח "זחילה עירונית". מונח זה עצמו, מקפל בתוכו משמעות שלילית, של תופעה אקראית ובלתי נשלטת. בהתאם לכך, רבות מההגדרות הן חלקיות או מוטות בהתאם להשקפת עולמו של

המגדיר (Levine, 1997; Pendall, 1999; Maret, 2002), כמו למשל: צורת פיתוח "בלתי רצויה" ו"בזבזנית" (Ewing, 1997, pp. 107-108); "תוצאה של תכנון לקוי או חסר" (Hadly, 2000, p.1); פיתוח אקראי או "לא מתואם" (Razin & Rosentraub, 2000, p.821); "ביטוי עצל ולא ממושמע של העיור" (Gordon & Richardson, 1997a, p.6) בביקורתם על מתנגדי הזחילה).

ניתן לסכם כי תופעת הזחילה מעוררת מחלוקת ערכית רבה בקרב חוקרים ומתכנני ערים, עד כי לא קיימת הגדרה אחידה ומוסכמת של מרכיביה (Johnson, 2001). Ewing (1997) טוען, כי עדין חסרה לנו הגדרת עבודה למונח זחילה עירונית. Burchell et al. (1998) קובעים, כי כמעט בשום ניתוח של תופעת הזחילה העירונית, החל משנות ה-70 ועד ימינו, לא מופיעה הגדרה מדויקת ומלאה שלה ואילו Hadly (2000) מוסיף כי אחת הבעיות בנושא הזחילה, היא הגדרה דלה ולקויה של התופעה.

מרבית החוקרים מתבססים על חמשת המאפיינים המרחביים שהגדיר Ewing (ראו לעיל) ומוסיפים משתנים בלתי תלויים המהווים סממנים להופעתה של הזחילה או גורמים להתפתחותה. חשוב לציין, כי אזורים מטרופוליניים יכולים להכיל את כל המאפיינים שפורטו לעיל, או רק את חלקם בהיקפים ובמינונים שונים. מכאן ניתן להניח, כי המונחים "זחילה עירונית" ו"אי זחילה עירונית" אינם מהווים קטגוריות כמותיות מדויקות ומוחלטות, אלא תיאורי מצב כלליים על-פני סקאלה רציפה של אפשרויות (Johnson, 2001; Pendall, 1999).

התפתחות הזחילה העירונית בעולם

השימוש במושג "זחילה עירונית" (urban sprawl) או "פיזור עירוני" (urban dispersal) על ידי קהיליית המתכננים בארה"ב החל בשלהי שנות ה-50 של המאה הקודמת, והתגבר בשנות ה-60 וה-70, בד בבד עם השימוש במושג פירבור (suburbanization), (ראו למשל: Belser, 1960; Harvey & Clark, 1965; Gans, 1967; RERC, 1974). למרות שנראה כי שני המושגים הללו דומים, הם אינם זהים, ולא קיימת הגדרה מדויקת המבחינה בין שניהם. ניתן להתייחס לפירבור כמציין בעיקר תנועת הגירה של תושבים אל מחוץ לערים המרכזיות במטרופולין לשם הקמת שכונות מגורים (Angotti, 1993). לעומת זאת, הזחילה העירונית היא תופעה דמוגרפית, כלכלית ומרחבית הכוללת בתוכה מספר מערכים עירוניים של פיזור תושבים ופעילויות, כמו פרברים, ערי קצה, מרכזים פרבריים ודעיכת ערים מרכזיות, כפי שיוצג להלן.

ישנה סברה, כי תהליך הפירבור קיים משחר ההיסטוריה, ולמעשה מאז הופעתן של הערים הראשונות (Jackson, 1985). Jackson ציין, בהקשר של ימינו אנו, כי הפירבור הוא תהליך שבו אזורי שוליים צומחים בקצב מהיר יותר מאשר הערים המרכזיות, וכי הוא הופיע לראשונה בארה"ב ובבריטניה ב-1815. עם זאת, מרבית הספרות הדנה בנושא, מתייחסת אל הפירבור כאל תנועת מעבר גדולה של תושבים ממרכזים עירוניים אל שולי הערים, שניצניה החלו בתחילת המאה ה-20, אך עיקרה התרחש לאחר מלחמת העולם השנייה באירופה ובצפון אמריקה.

Fishman (1996) הבחין בין שני דפוסים עיקריים של פירבור: דפוס אנגלו-סכסי האופייני בעיקר לאנגליה ולארה"ב, ודפוס קונטיננטלי, המאפיין את שאר אירופה. הפירבור האנגלו-סכסי מזוהה כיציאה של בני המעמד הבינוני והגבוה מהערים המרכזיות אל פרברים של בתי מגורים צמודי קרקע ומוקפי ירק, מגמה שהחלה עם גיבוש תפיסת "עיר הגנים" בסוף המאה ה-19 והמשיכה

ביתר שאת לאחר מלחמת העולם השנייה¹. לעומת זאת, דפוס הפירבור הקונטיננטלי, המודגם על ידי העיר פריז, מאופיין דווקא בפירבור של תעשיות ובני מעמד הפועלים הנמוך אל מחוץ לעיר, והתרכזות של בני המעמד הבינוני והגבוה בבנייה צפופה במרכז העיר.

Van Der Berg et al. (1982) הציעו הבחנה נוספת בין הדפוס המערב-אירופאי של הפירבור לבין הדפוס המזרח-אירופאי. הדפוס המערב-אירופאי מאופיין בפרברים מוקפי ירק, מפוזרים מחוץ לערים, שהנגישות אליהם מבוססת בעיקר על כלי-רכב פרטיים; בעוד שהדפוס המזרח-אירופאי מאופיין בפירבור בסמוך לצירי תנועה ראשיים של רכבות והתפשטות מטרופולינית בצורת "כוכב", וזאת בגלל רמת המינוע הנמוכה יחסית במזרח-אירופה וכתוצאה ממנה הסתמכות גבוהה יותר על מערכות של תחבורה ציבורית. עם זאת, ככל שרמת החיים והמינוע בארצות מזרח אירופה עלתה, כך גם התחזקה מגמת הפירבור המפוזר, בדומה למודל המערב-אירופאי.

תחילתה של תופעת הפירבור נבעה מגידול אוכלוסייה מהיר, ומחוסר יכולת של הערים המרכזיות לספק רמה נאותה של מגורים, תשתיות ושירותים עבור תוספת אוכלוסייה זו. החל משנות ה-40 התעצמה התופעה תודות לצמיחה כלכלית, שיפורי טכנולוגיה ועלייה ברמת החיים בארה"ב, שהובילו לביקוש גובר למגורים צמודי קרקע ומרווחים מחוץ לערים הגדולות, בד בבד עם התדרדרות מתמדת של מרכזי הערים הגדולות (מיליטאנו, 1999; Van Der Berg et al., 1982; Golledge and Stimson, 1997; Batty et al., 1999).

הצמיחה הכלכלית באה לידי ביטוי בשיפורי תשתית וטכנולוגיה, כמו הרכב הפרטי וגידול ברמת המינוע, שיפור מערכת הכבישים וחדושים בתחום התקשורת והמיחשוב, אשר אפשרו את מעברם של תושבים ופעילויות עירוניות רבות אל מחוץ למרכזים העירוניים הותיקים (Hall & Pfeiffer, 2000). העלייה ברמת החיים של התושבים, שהיא פועל יוצא מהצמיחה הכלכלית, הובילה לעלייה בביקוש צרכני ובהעדפה להתגורר בפרברים שמחוץ לערים הגדולות. על-פי סקר שנערך ב-1991, כ-80% מאזרחי ארה"ב הצהירו, שהיו מעדיפים לגור בבתים צמודי קרקע בצפיפות נמוכה (Hadly, 2000). הגורמים העיקריים להעדפה זו הינם: תפיסה סובייקטיבית של הפרברים כבטוחים יותר מאשר הערים, ההנחה שעלות רכישת בית מרווח בפרברים נמוכה יותר מאשר בעיר (למרות עלות הנסיעות הגבוהה הכרוכה בכך), הרצון לגור בקרבת שטחים פתוחים וטבע, והרצון להימנע מצפיפות ועומס תנועה המאפיינים את הערים הגדולות (Batty et al., 1999; Hadly, 2000).

גם מנקודת מבטם של בעלי קרקעות ויזמים, זחילה עירונית נראית משתלמת. פיתוח בקרקע "בתולה" בשולי המטרופולינים נוח יותר מאשר פיתוח בתוך הערים הגדולות. האחרון גורר עימו עלויות בלתי ישירות גבוהות הנובעות מאופי המרקם העירוני, כגון עלויות הקשורות בהריסה, אישורי בנייה, שינוי ייעוד קרקע, פינוי אשפה תעשייתית וכד'². כתוצאה מכך גובר הביקוש להפשרת קרקעות חקלאיות בשולי הערים, דבר המוביל לספקולציות ולהשעיית מכירת

¹ למשל, כל הערים החדשות בארה"ב החל משנות ה-20 ועד שנות ה-80 של המאה העשרים נבנו בדפוס פרברי (Fulton, 1996); ה-FTA (Federal Transit Administration) האמריקאי מדווח, כי ב-1950 כמעט 70% מאוכלוסיית 168 אזורים מטרופוליניים בארה"ב התגוררו בערים מרכזיות, ואילו ב-1990 מעל 60% מאוכלוסיית 320 אזורים מטרופוליניים התגוררו בפרברים עירוניים (Burchell et al, 1998).

² פעולות אלו נדרשות גם בשטח לא מבונה, אך ההערכות לקראתן אמורה להיות פשוטה יותר. למשל, בקרקע לא מבונת אין שלב של התנגדויות התושבים השכנים, וההערכות הלוגיסטית לבנייה פשוטה יותר, מאשר בקרבת שכונות קיימות.

הקרקעות על ידי הבעלים, בציפיה לעליית ערכן בשוק. הביטוי המרחבי של הזחילה העירונית במקרה זה הוא פיתוח מקומי היכן שנחתמה עיסקת מקרקעין, ולא דווקא ברציפות עם המרקם הבנוי הקיים, דהיינו פיתוח מפורז בדגם של "דילוגי צפרדע" (Leapfrog) (Ewing, 1994).

מידת תרומתם של כוחות השוק הללו לתהליך הזחילה העירונית הוא נושא לדיון בפני עצמו. על כל פנים, יש הסבורים, כי כוחות השוק הם הגורם הדומיננטי לתופעת הזחילה או הפירבור. לדוגמה, Mills & Hamilton (1989b) טוענים שמגמות של הגירה פנימית וביזור אוכלוסייה מהערים המרכזיות לפרברים נובעות בעיקר מביקושים לצורת חיים זו, כתוצאה משיקולים של כדאיות כלכלית. לטענתם, דעיכת הערים הגדולות, המאפיינת בעיקר את צפון-מרכז וצפון-מזרח ארה"ב, מתרחשת גם בהעדר "תחלואי" הערים הגדולות, כמו מתחים בין-גזעיים, מיסוי גבוה, רמה ירודה של חינוך וכיוצא ב. הסברים אפשריים לכך הם שיעורי גידול אוכלוסייה שליליים ועצירת ההגירה לערים מאזורים כפריים, לצד עלויות נמוכות של רכישת בית בפרבר ושל נסיעות ממנו לעיר. כלומר, תופעת הפירבור היא קבועה, מתמשכת ומסבירה רק בצורה חלקית את דעיכת הערים. מסקנתם היא שניסיונות לעצור תופעה זו, על-ידי מדיניות מכוונת, הם בלתי מוצדקים וככל הנראה גם בלתי אפשריים.

עם זאת, חוקרים רבים סבורים, כי גם למדיניות מכוונת מצד הממשל הפדרלי ורשויות מקומיות בארה"ב היה תפקיד נכבד ביצירת תנאים שאפשרו את תופעת הזחילה העירונית. Hadly (2000) טוען, כי מדיניות ממשלתית החל משנות ה-30 בארה"ב עודדה מעבר של תושבים לפרברים ובנייה מוגברת של יחידות דיור צמודות קרקע. הוא מונה מספר גורמים עיקריים של מדיניות זו וביניהם: עלות נמוכה יותר של קרקע ומיסים בשוליים העירוניים (ראו גם Batty et al., 1999); הלוואות ממשלתיות מצומצמות וקצרות-טווח עבור שיפוץ בית, מה שהקל ועודד רכישה של בתים חדשים; מגבלות שונות של ה-FHA (Federal Housing Authority), אשר לא אפשרו שימושי קרקע מעורבים ביחידות צמודות קרקע; תקנות עירוניות או תכניות מתאר בפרברים, אשר אפשרו פיתוח אזורי מגורים בצפיפות נמוכה ועודדו בנייה מאסיבית של שטחי חניה בסמוך לאזורי מסחר ("קניונים"), על-מנת לתמוך במערך עירוני המבוסס על כלי-רכב פרטיים בלבד; סינון עקיף של משקי בית ואפליה גזעית, באמצעות העלאת גובהם של מיסים עירוניים ברמה המתאימה למשקי בית מבוססים, שברובם הם של אמריקאים לבנים (ראו גם Downs, 1998); סובסידיות ישירות או עקיפות של המימשל עבור בניית כבישים חדשים, או עידוד השימוש בכלי-רכב פרטיים על ידי הוזלת עלות הדלק, ואי העמסה של עלויות חיצוניות כמו זיהום אוויר, עומסי תנועה וחניה.

לאחר גל ההגירה ההמוני של בני המעמד הבינוני והגבוה בארה"ב אל מחוץ לערים בשנות ה-40 וה-50, התרחש גל נוסף של פירבור מרכזי מסחר ותעסוקות מחוץ לערים הגדולות, כפי שבא לידי ביטוי בירידה דרמטית במספר מקומות העבודה בערים המרכזיות ובעלייה של מספר מקומות התעסוקה בפרברים¹. בשלב זה החלו להופיע במרחב המטרופוליני "ערי קצה" (edge cities). המונח ערי קצה נוסח והוגדר לראשונה על ידי העיתונאי האמריקאי Garreau (1991). הוא יוחס ליישובים הממוקמים בשולי אזורים מטרופוליניים המכילים את כל הפונקציות

¹ לשם דוגמה, בשנים 1987-1992, אחוז גידול מקומות התעסוקה ב-25 המע"רים הגדולים ביותר בארה"ב נמצא במגמת ירידה ועמד על -0.02% שנתי, בעוד שהממוצע השנתי הארצי היה +0.68%; ואחוז גידול השירותים ב-25 המע"רים הגדולים היה קרוב לאפס, בעוד שהממוצע הארצי היה 3.74% שנתי (Gordon and Richardson, 1997b).

העירוניות (עם דגש על תעסוקה), אשר הוקמו על קרקע שהייתה בעבר חקלאית. מכאן נגזר שמם, ערי קצה (edge cities), בניגוד לפרבר המסורתי (suburb) המכיל אך ורק מגורים. המונח האירופאי המקביל ל"ערי קצה" הוא ה-FUR (Functional Urban Region), או ה-"urban area" או "urban district". FUR הוא מקבץ של יישובים עירוניים, המכילים מגורים תעסוקה ופנאי, המתפתחים על קרקע חקלאית מחוץ לתחום ההשפעה של העיר המרכזית והפרברים הצמודים לה (Van Der Berg et al., 1982).

על פי מודל מחזור החיים המטרופוליני, שנוסח לראשונה על-ידי Hall (1971) והורחב בהמשך על-ידי (1981) Klaassen et al. ו-(1982) Van Der Berg et al., ניתן לראות בתופעת ערי הקצה או ה-FUR ביטוי מרחבי של שלב הפיזור או הפיצול העירוני (disurbanization) בחיי המטרופולין, שהוא השלב האחרון של התפשטות המטרופולין, לפני שלב ההתייצבות והדעיכה. המודל המעגלי המתאר את התפתחותן של אגלומרציות אורבניות מורכב מארבעה שלבים עיקריים: שלב העיור (Urbanization), שלב הפירבור (Suburbanization), שלב הפיצול עירוני (Disurbanization) ושלב העיור המחודש (Reurbanization).

בשלב הפירבור מתרחשת תנועת הגירה של תושבים מעיר הגלעין אל פרברים בטבעת הראשונה, אך מרבית מקומות התעסוקה עדיין נשארים בתוך עיר הגלעין. בשלב הפיצול העירוני ממשיכה גלישת תושבים מעיר הגלעין אל שאר טבעות המטרופולין והשוליים ובנוסף לכך מקומות תעסוקה רבים מועתקים מעיר הגלעין אל מרכזי תעסוקה חדשים במרחב המטרופוליני. בשלב זה הגלעין הולך ומאבד ממשקלו היחסי בכלל האוכלוסייה, והיישובים בשאר חלקי המטרופולין גדלים באוכלוסייתם ועשויים אף להגיע לגודל דומה לגלעין. כתוצאה מכך מבנה המטרופולין הופך ממבנה חד-מוקדי, שאפיין את עידן הכלכלה הפורדיסטית והתבסס על אגלומרציה של פעילויות ויתרון כלכלי לגודל, למבנה רב-מוקדי המאפיין את עידן הכלכלה הפוסט-פורדיסטית ומתבטא בגלובליזציה וביזור אמצעי הייצור (Wu & Gar-On Yeh, 1997). מבנה מרחבי רב-מוקדי מונע תפעול יעיל של מערך תחבורה ציבורית, ולפיכך גורם לשימוש מוגבר של התושבים ברכב פרטי. רוב ערי המטרופולין האמריקאיות נמצאות בשלב הפיצול כמתואר לעיל¹. לעומתן, ערי המטרופולין האירופאיות הגיעו ברובן לתחילתו של שלב הפיצול, אך נוכח התערבות מוסדית מסיבית והשקעות גדולות בתשתית תחבורתית ציבורית, בעיקר מסילתית, חלה בהן האטה משמעותית במיצוי שלב זה (שחר, 1997).

במקביל לתהליכים שתוארו לעיל, המשיכה התדרדרותם המתמדת של מרכזי הערים הגדולות. היות ומרבית כוח העבודה הלא מיומן נותר לגור במרכזי הערים, בעוד עיקר התעסוקות החדשות התמקמו בפרברים, נוצר מצב של חוסר התאמה מרחבי בין היצע מקומות התעסוקה לבין הביקוש. למעוטי היכולת במרכזי הערים אין יכולת לדעת על היצע התעסוקות בפרברים, וגם אין להם אפשרות כלכלית להגר או ליומם לשם, ולפיכך הם שוקעים במעגל של אבטלה במקום מושבם ותורמים להידרדרות מתמדת אל עוני ופשע (Kasadra, 1985; Burchell et al, 1998; Downs, 1994, 1998). כלומר, קיים קשר אינהרנטי בין תופעת הזחילה העירונית לבין תופעת דעיכת מרכזי הערים, או ערי הגלעין של האזורים המטרופוליניים. כך שבמידה מסוימת ניתן

¹ למשל, 2/3 מהמשרדים בארה"ב ממוקמים בערי קצה, ומרבית הנסיעות לעבודה ולקניות מתרחשות בפרברים ובערי קצה מסביב לערי הגלעין (Garreau, 1991); דוגמה נוספת: החל מ-1984 שטחי המשרדים בפרברים גדולים יותר משטחי המשרדים בתוך הערים, והפער רק הולך וגדל (Gordon & Richardson, 1997b).

להתייחס לדעיכת הערים הגדולות לא רק כגורם שהתחיל את תופעת הזחילה העירונית, אלא גם כתוצר לוואי שלה (Downs, 1998).

כאמור, פרברים וערי קצה הם דפוסים מרחביים של תופעת הזחילה העירונית, אשר היקפה בא לידי ביטוי בשלושה מרכיבים עיקריים של דינמיקה מרחבית: דעיכת ערים מרכזיות או ערי גלעין, הופעתן של ערי קצה שמתחרות ומשלימות פונקציות עירוניות של ערי הגלעין ופירבור מהיר של כל סוגי הערים, המתבטא בצפיפויות פיתוח נמוכות (Batty et al., 1999). ממדי תופעת הזחילה בשלושת היבטים אלו הם עצומים, עד כי יש המתייחסים אל הזחילה העירונית כאל התופעה העירונית המשמעותית ביותר, או כאל תופעה בעלת ההשלכה הצפויה הניכרת ביותר על הסביבה הבנויה במאה ה-21 (Hartshorn & Muller, 1992).

יש לציין, כי המושג "זחילה עירונית" ומרבית הספרות העוסקת בנושא מקורם בארה"ב או בארצות אנגלו-סכסיות כמו אנגליה, קנדה או אוסטרליה. שאר ארצות העולם מתמודדות גם הן עם בעיות סביבתיות ואחרות הנובעות מגידול עירוני מואץ, אך קיימת אי הסכמה בין החוקרים האם גידול זה נחשב "זוחל", כלומר לא יעיל ומזיק, או לחילופין יעיל ולא מזיק¹. Angotti (1993), למשל, טוען, כי עיקר הנזק הסביבתי נובע מדפוס הגידול העירוני הבלתי יעיל בצפון אמריקה: פרברים "זוחלים", מרכזי קניות, רשתות כבישים המגבירים את השימוש בכלי-רכב פרטיים וצריכת אנרגיה רחבת היקף². לעומת זאת, המטרופולינים באירופה, ברה"מ לשעבר ויפן הם קומפקטיים ויעילים יותר, תודות לבנייה גבוהה וצפופה למגורים, שימוש דומיננטי במערכות של תחבורה ציבורית ומחירי דלק גבוהים, המשקפים בצורה ריאלית יותר את העלות החברתית של צריכת אנרגיה.

חוקרים אחרים אינם עושים הבחנה בין הגידול העירוני בארצות שונות, ולמעט ניואנסים היסטוריים קלים בין אנגליה וארה"ב לבין שאר אירופה והארצות המתפתחות, מתייחסים לצורת הגידול העירוני המואץ במרחב בכל הארצות כאל בעיה סביבתית חמורה שיש לרסנה (Van Der Berg, et al. 1982). זאת ועוד, ישנם חוקרים המזהים את הופעתם של דפוסים פירבור או "זחילה עירונית", האופייניים לארה"ב, גם בערים שונות בדרום אמריקה או במזרח אסיה, כתוצאה מליברליזציה כלכלית והפרטת שוק הנדל"ן (Ingram, 1998 ; Wang & Zhou, 1999; Wu & Gar-On Yeh, 1997). כך או כך, נראה כי, דפוס הפירבור האנגלו-סכסי רלבנטי יותר לנושא הזחילה העירונית בעולם בכלל ובישראל בפרט, שכן הספרות מעידה על כך, שדפוס זה הוא שהוביל להאצת התופעה ולהמשכה לאורך השנים.

הזחילה העירונית בישראל

תופעת הזחילה העירונית בישראל היא חדשה יחסית, והחלה לתת את אותותיה בעיקר במהלך שני העשורים האחרונים. באופן טבעי, הגורמים לתופעת הזחילה בישראל שונים מהגורמים לתופעה בארצות האנגלו-סכסיות, שעברו את המהפכה התעשייתית בסוף המאה ה-19. עד שנות

¹ במאמר מוסגר נזכיר, כי גם בארצות האנגלו-סכסיות בהן צמח המושג "זחילה עירונית" קיים ויכוח, האם תופעה זו מזיקה ולא רצויה או, לחילופין, תופעה טבעית הנובעת מכוחות שוק, אשר אין בה נזק ממש.

² אוכלוסיית צפון אמריקה, המהווה 5% מאוכלוסיית העולם, צורכת 28% מהאנרגיה הכלל-עולמית, לעומת האוכלוסייה באפריקה, אסיה ואמריקה הלטינית, המהווה 80% מאוכלוסיית העולם וצורכת 30% מהאנרגיה הכלל-עולמית. כלומר, עיקר הבעיה בהקשר של גידול עירוני, הוא להגביר את יעילות צריכת האנרגיה במטרופולינים של הארצות המפותחות, ובייחוד ארה"ב (Angotti, 1993).

ה-60 של המאה העשרים היה בערים יהודיות רבות בישראל גרעין גדול של מעמד בינוני, ושוליים עירוניים של מעמד נמוך אשר התגורר בשיכונים ציבוריים. חלק גדול מבני מעמדות אלו הגיעו לישראל מארצות מזרח אירופה והמזרח התיכון והיו בעיקר עירוניים. הסיבה לכך היתה העדפה ברורה של האליטות ושל המעמד הבינוני בארצות אלו לגור בערים, מאשר בכפרים החקלאיים שבפריפריה. מרכזי הערים בישראל גם סיפקו את מרבית מקומות התעסוקה, ואיכות החיים בהם נחשבה לגבוהה, כך שלא היו סיבות כלכליות או חברתיות להגר החוצה אל הפרברים, כפי שארע בערים התעשייתיות בבריטניה ובצפון אמריקה בתחילת המאה ה-20 (Gonen, 1995, 1996).

בשנות ה-70 וה-80 חל שינוי בדפוס מרחבי זה. יהודים מהמעמד הבינוני, בעיקר משקי בית צעירים, החלו להעדיף בתים צמודי קרקע (חד או דו משפחתיים) בפרברים על פני דירות במרכזי הערים, במידה רבה בשל השפעה גוברת של אורח החיים הפרברי בארצות האנגלו-סכסיות. בתחילה היה קושי לממש העדפה זו, עקב מדיניות ממשלתית לשמירת קרקע חקלאית וקריטריונים ברורים שהתירו מגורים כפריים במסגרת יישובים חקלאיים בלבד. עם עליית מפלגת "הליכוד" לשלטון ב-1977, חל שינוי במדיניות הממשלה שעודדה הקמתם של יישובים קהילתיים לא חקלאיים לאורך הגבולות ובאזורי ספר במרכז הגליל ובגדה המערבית במטרה לתפוס "חזקה יהודית". מהלך זה הוביל לגידול בביקושים למגורים צמודי קרקע, ובד בבד עם המשבר בענף החקלאות הוביל להפשרה מסיבית של קרקעות חקלאיות וסיבסודן בהיקפים נרחבים לצורך פיתוח מגורים בפרברים (Gonen, 1995; Gonen, 1996; Schiffman, 1999b).

בשנות ה-90 התחזקה מגמת הפירבור המפוזר של בנייה צמודת קרקע ואזורי תעסוקה. בשנים אלו הגיעו ארצה כמליון עולים ממדינות חבר העמים, ולאחר שנים רבות של קיפאון חלה צמיחה דמוגרפית וכלכלית מהירה שחייבה תנופת בנייה (משרד החקלאות, 1998; מיליטאנו, 1999; Schiffman, 1999b). על רשויות התכנון הופעלו לחצים להפשרת קרקעות חקלאיות מצד בעלי וחוכרי קרקעות של מ.מ.י, במטרה לפתח בצורה מואצת אזורי תעסוקה, יישובים כפריים-פרבריים ושכונות מגורים בשוליים הכפריים של המטרופולינים. רשויות התכנון, מצידין, קידמו פיתוח בשטחים פתוחים לא עירוניים, שהוא קל ומהיר יותר לביצוע יחסית לציפוף הפיתוח ביישובים עירוניים קיימים. המועצות האזוריות, שסבלו ממשבר כלכלי ביישובים החקלאיים, קידמו בברכה פיתוח שימושי קרקע עיסקיים מניבי מיסים גבוהים במטרה להרחיב את בסיס המס שלהן, תוך ניצול זמינות הקרקע ועלויות זולות יותר בהשוואה לערים. סיכומו של דבר, הן למגזר הפרטי והן למגזר הציבורי היה חלק בדברון תהליכים של פרבור מגורים ותעסוקה בעשור זה (רזין וחזן, 1996; Razin, 1998).

למרות מגמת ההתפשטות לפרברים, ומדיניות ממשלתית מוצהרת לפיזור האוכלוסייה היהודית בארץ לאורך כל שנות קיומה של המדינה, המעמד הבינוני לא נטש את הערים, כפי שקרה בערים מערביות בעיקר בצפון אמריקה. להיפך, רוב המעמד הבינוני היהודי העדיף את האיכויות העירוניות כמו נגישות גבוהה לשירותים ומגוון תעסוקתי, והמשיך לגור בתוך העיר, תוך כדי שהוא מגביר את אחיזתו באמצעות בניית שכונות חדשות ותהליכי ג'נטריפיקציה בשכונות הישנות, בין השאר תודות לגלי העלייה השונים (Gonen, 1996; Carmon, 1998). מרבית ההתיישבות בישראל מקום המדינה ועד היום מתרכזת סביב שלושת גלעיני המטרופולינים

הגדולים - ירושלים, תל-אביב וחיפה, אם כי בשנות ה-90 נרשמה נקודת מפנה של פיזור מרחבי, ככל הנראה עקב גל העלייה האחרון מארצות חבר העמים (Karakover, 1998).

למרות הנטייה להשאר בערים, העלייה ברמת החיים בישראל (הגם שטרם "הדביקה" את הפער מול הארצות המערביות), מובילה גם לעלייה ברווחת הדיור, דהיינו לעלייה בשטח רצפה בנויה לנפש, ולביקוש הולך וגובר לדירות גדולות יותר גם במרקמים העירוניים הקיימים. בין השנים 1960-1997 הוכפלה בישראל רווחת הדיור מ-14.6 מ"ר לנפש עד ל-28.5 מ"ר לנפש, והיא צפויה לעלות עד שנת 2020 לרמה ממוצעת של כ-38 מ"ר לנפש (כהן, 1997). כתוצאה מכך ההערכה היא, כי כושר הנשיאה הממוצע של המרקם הבנוי ביישובים יפחת בכ-17% עד לשנת 2020 וכי תידרש תוספת קרקע לפיתוח מעבר לשטחים הבנויים היישוביים, בנוסף לביקוש הצפוי בגין הגידול הנומינלי באוכלוסייה (Frenkel, 2004a). משמעות האמור היא, כי קיימת תנועת יציאה מתמדת של תושבים אל מרקמים חדשים וירידה של צפיפות המגורים הממוצעת, בין אם בשכונות חדשות בצמוד לערים ובין אם ביישובים מרוחקים.

התוצאה המשוערת של התהליכים המתוארים לעיל, היא מחד גיסא, גידול ניכר בצריכת משאב הקרקע לצורך פיתוח עירוני, ומאידך גיסא, ירידה בצפיפות הבנייה, הן במרקמים כפריים והן במרקמים עירוניים; דהיינו, תהליך ברור של זחילה עירונית. כאמור, תופעת הזחילה בישראל היא חדשה, יחסית, והחלה לתת אותותיה רק בשני העשורים האחרונים. מימדי התופעה אינם ברורים, וגם מאפייניה טרם נחקרו לעומק, אך ההתעניינות בה גוברת מיום ליום. השימוש במונח "זחילה עירונית" בישראל מעט שונה מהמונח האמריקאי. בישראל, כמו בארה"ב, מתייחסים ל"זחילה עירונית" כאל תוצר לוואי של בנייה פרברית צמודת קרקע, או מגמה של פירבור כאוטי; אך בניגוד לגירסה האמריקאית, ההתייחסות אינה לפיתוח מקוטע ב"דילוגי צפרדעי", אלא לבנייה רציפה למילוי מרווחים בין יישובים, וגלישת מרקמים עירוניים לתוך מרקמים כפריים (יהב, 1991; יפתחאל ואחרים, 2000).

החל ממחצית שנות ה-90 מנסה מערכת התכנון הארצית בישראל ליישם עקרונות של פיתוח בר-קיימא וריסון של תופעת הזחילה העירונית באמצעות אימוץ של עקרונות מגבילים של פיתוח מרחבי בתכניות רבות כמו תכנית אב "ישראל 2020", תמ"א/35, תמ"מ/2/9 ומסמך למדיניות תכנון למרחב הכפרי (מזור וסופר, 1997; פייטלסון, 1996; משרד החקלאות, 1998). ההתעניינות בנושא מוצאת את ביטויה גם בתחומי העיסוק של גופים וולנטריים (NPO) כמו החברה להגנת הטבע, העמותה נגד כביש חוצה ישראל, ובגילויי דעת שונים של פוליטיקאים ומתכנני ערים מעל דפי העיתונות. הדיעה הרווחת בקרב גופים אלו היא, כי זחילה או פירבור הן תופעות בלתי רצויות מבחינה תיכנונית, חברתית וערכית (יפתחאל ואחרים, 2000; זנדברג, 2000; רינת, 1999; גצלר, 1999; Schiffman, 1999b).

הטיעונים התכנוניים והחברתיים כנגד תופעת הזחילה בישראל דומים, ברובם, לטיעונים המועלים בארצות המערב כמו: חוסר יעילות כלכלית, שימוש מופרז בכלי-רכב פרטיים וכתוצאה מכך הגברת זיהום אויר, החלשות הבסיס הכלכלי של מרכזי הערים ופגיעה בלתי הפיכה בשטחים פתוחים ובמשאבי טבע ונוף. הטיעונים כנגד תופעת הזחילה, שהם ייחודיים לישראל, קשורים למצבה הדמוגרפי והגיאופוליטי: שיעור גידול האוכלוסייה בישראל הוא הגבוה בעולם המערבי, ועומד על ממוצע שנתי של 2.5% בשנים 1970-1998 (Frenkel, 2004a). מאידך, קיימת מגבלה בכמות הקרקע הזמינה לפיתוח בשל גודלה המצומצם של המדינה. לפיכך, תופעות של פירבור

וזחילה בלתי מרוסנת בישראל מהוות איום ממשי על משאב הקרקע, שלא בדומה למדינות מערביות אחרות, בהן גידול האוכלוסייה הוא זניח או שלילי, או לחילופין קיים בהן היצע רב של קרקעות פנויות לפיתוח (פרנקל וטנגי, 1997).

טיעון ערכי נוסף כנגד הפשרת קרקעות חקלאיות, לצורך בנייה והרחבה של יישובים קהילתיים פרבריים, מועלה על ידי גופים כמו "הקשת הדמוקרטית המזרחית" ונציגי עיירות הפיתוח. גופים אלו טוענים, כי הפשרת קרקעות חקלאיות ומתן זכויות קנייניות לחקלאים לצורך בנייה פרברית מפלים לטובה את תושבי המושבים והקיבוצים ומעמיקים את הפערים החברתיים בינם לבין המגזר העירוני. כמו-כן, פעולה זו עומדת בניגוד לעקרונות לפיו, רובן של הקרקעות בישראל הינן נכס מדינה ומשאב השייך לכלל הציבור (הקשת הדמוקרטית המזרחית, 2000). מתנגדי הזחילה בישראל מציינים לשלילה גם את הערכים התרבותיים-חומריים המתלווים לתופעה, את חוסר ההתאמה של תרבות ה"אמריקניזציה" לישראל, ואת מות חזון ההתיישבות הציונית והחלפתו בחזון ה"נדל"ן" (רינת, 1999; הארץ, 1999). שמירה על מגזר כפרי בר-קיימא בישראל נתפסת כחיונית, דווקא בעידן של עלייה ברמת החיים ופיתוח עירוני מואץ, בשל תרומתו הסגולית לשמירה על עתודות קרקע, יישוב איזורי גבול וספר, תרומתו לשמירה על שטחים פתוחים, מקורות טבע ונוף, תיירות, אספקת מזון בעיתות חירום והשאפה לשמור על תרבות כפרית כחלק בלתי נפרד ממסורת ותרבות הלאום (משרד החקלאות, 1998).

זחילה עירונית: טוב או רע?

איזה מהגורמים אשר הוצגו בסעיפים הקודמים הוא דומיננטי בהשפעתו על העצמת הזחילה? מתברר כי התשובה לכך תלויה, בדרך כלל, בעמדת החוקר. מתנגדי הזחילה, כמו Downs, Hadly, ו-Ewing תולים את ה"אשמה" במדיניות מכוונת לאורך השנים, ואילו "מצדדיה" (או Peiser, רואים בזחילה תופעה בלתי נמנעת, הנובעת בעיקר משינויים גלובליים בכלכלה העולמית ומכוחות שוק חזקים. ניתוח הגורמים לתופעת הזחילה מהווה גם בסיס לויכוח ערכי ומעשי באשר ליכולת האופרטיבית לשלוט בה. דעה השמה דגש על הפעלת מדיניות לריסון התופעה מייצגת עמדה המצדדת ביכולתם של המתכננים לשלוט, לנהל ולרסן את תופעת הזחילה. לעומתה דעה המדגישה את השפעתו של הגורם הכלכלי-גלובלי, מייצגת עמדה ליברלית המשלימה, ולעתים אף מצדיקה את הזחילה ומתנגדת לניסיונות תכנוניים לעצור ולרסן את התופעה (Johnson, 2001). כך או כך, תופעת הזחילה מהווה סוגייה מרכזית בשיח הציבורי בארצות המערב, ובראשן ארה"ב, וכראיה ניתן להצביע על מספרם הרב של גופים ציבוריים ואתרי אינטרנט שעוסקים בנושא (Maret, 2002).

להלן נציג את מגוון הטענות העולים מהספרות בעד ונגד תופעת הזחילה העירונית. טענות אלו נחלקים לחמישה היבטים עיקריים והם: היבטים סביבתיים, היבטים כלכליים והיבטים חברתיים, הקשורים ישירות לדפוס הפיתוח הזוחל, דהיינו ליישובים הפרבריים; ושני היבטים עקיפים נוספים: השפעת התופעה על ערי הגלעין והיבטים ערכיים הקשורים לכלל החברה.

היבטים סביבתיים

תוצרי הלוואי של פיתוח עירוני זוחל בשטחים פתוחים וחקלאיים נרחבים הם: פגיעה במשאבי טבע, הפחתה בכמות השטחים הפתוחים ברמה האזורית, פגיעה בקרקע חקלאית, דילול והכחדת זנים של חי וצומח ע"י קיטוע (פרגמנטציה) של מערכות אקולוגיות והגדלה ניכרת של כמות נגר

עילי עד כדי סיכון של שטפונות. מעבר לכך קיימת פגיעה אסתטית בנוף הטבעי, הסתרת קו האופק ויצירת נוף עירוני חד-גוני ומשעמם (Wu & Gar-On Yeh, 1997; Burchell et al., 1998; Downs, 1998; Johnson, 2001).

זחילה עירונית מתרחשת בעיקר בשוליים העירוניים, דהיינו בשטחים פתוחים, תוך ניצול שטחים נרחבים יחסית לנפחי הפעילויות המאכלסות שטחים אלה. מכאן ברור, כי פגיעה בסביבה ובזווית משאב הקרקע הן שתי ההשלכות הישירות והבולטות ביותר של תופעת הזחילה. ההשלכות הסביבתיות היו אלו שהיוו זרז להצבת הנושא על סדר היום הציבורי במערב, במסגרת ועידת האו"ם ב-1987 וועידת ריו דה-ז'ניירו ב-1992, בהן עלתה קריאה לנצל את משאבי הטבע (וביניהם משאב הקרקע) בצורה מושכלת, למען רווחת הדורות הבאים (Schiffman, 1999a; Johnson, 2001). כפועל יוצא מכך, מתנגדי הזחילה תומכים בציפוף של המרקם הבנוי הקיים, ושמירה על שטחים פתוחים נרחבים ככל האפשר. בהקשר זה, שטחים טבעיים רציפים ונרחבים נחשבים כבעלי תועלת אקולוגית וערכית גבוהה יותר, בניגוד לשטחים ציבוריים פתוחים (שצ"פים) מצומצמים ה"נבלעים" בתוך המרקם הבנוי.

באשר לשצ"פים, שגם להם יש תועלת סביבתית וערכית בנוף העירוני, Ewing (1997) מצייין, כי בדפוסים שונים של זחילה כמו בנייה פרברית, פיתוח מסחר לאורך צירי תנועה או דילוגי צפרדע, לא ניתן לשמר מספיק שטחים פתוחים לשימוש ציבורי. הסיבה לכך היא, שבארה"ב מרבית הקרקעות עליהן מתבצע הפיתוח הן בבעלות פרטית, ולכן האינטרס של בעלי הקרקעות הוא לנצל את המגרשים בצורה המירבית לטובתם האישית ופחות לטובת הציבור. התוצאה המתקבלת היא חלל עירוני חד-גוני, שחסר פונקציונליות ציבורית כמו קישוריות ונגישות בין שכונות, חייצים פנויים ומקומות מפגש חברתיים (ראו גם Brueckner, 2000).

מנגד, ישנם כאלו השוללים את נכונות הטענות בדבר השפעתה המזיקה, לכאורה, של הזחילה העירונית על הסביבה. לטענתם, לא קיים מחסור הולך וגדל של משאבי טבע (קרקע, מזון, נפט) המחייבים, כביכול, חסכון והצטופפות למען הדורות הבאים. Gordon & Richardson (1997a, 1998) מעלים טענה בדבר קיומו של עודף בקרקעות חקלאיות בארה"ב. לדבריהם כמעט 90% מהקרקעות בארה"ב הן יערות וקרקעות חקלאיות. כמו-כן, קצב ייצור המזון לנפש גדל בצורה מתונה ב-15 השנים האחרונות במערב ובאסיה. רק באפריקה חלה ירידה בקצב ייצור המזון, אך זאת כתוצאה מבעיות ארגוניות ולא בגלל מחסור בקרקע פוריה. בעיות רעב נובעות אפוא מחלוקה לא צודקת, ולא בגלל מחסור בקרקעות. Brueckner (2000) טוען בנוסף, כי רק חלק קטן מהקרקעות בארה"ב הן קרקעות עירוניות, ולמעשה לא קיים מחסור בקרקעות חקלאיות. בנוסף, כוחות השוק מווסתים את הפיתוח העירוני בהתאם לכדאיות הכלכלית של החקלאות בכל מקום, כך שמקומות בהם החקלאות כדאית מאופיינים בדפוס פיתוח קומפקטי.

אשר לטיעון בדבר תרומתם של שטחים פתוחים נרחבים שבסמיכות למרכזים מטרופוליניים לאיכות החיים ורווחתם של כלל התושבים, טענת הנגד היא, כי רק תושבים שמתגוררים בקירבה ובנגישות לשטחים אלו "מרוויחים" מהם, וכי לעתים קרובות שטחים אלו צמודים לשכונות מבוססות מבחינה כלכלית. לכן עדיף, מהיבט של רווחה חברתית, לתכנן שטחים פתוחים מצומצמים יותר בפיזור רב והומוגני בפריסה המרחבית, בדומה למודל הערים האירופאיות (Levin, 1997).

השלכה סביבתית שלילית נוספת של תופעת הזחילה המוצגת בספרות היא הגדלת נפחי פסולת מזהמת וזיהום אויר הנגרמת כתוצאה משימוש מוגבר בכלי-רכב פרטיים (Wu & Gar-On Yeh, 1997; Burchell et al., 1998; Downs, 1998). טענה זו נסמכת על ההנחה, כי פיזור יישובים בצפיפות נמוכה במרחב מחייב הרחבה של מערכת הכבישים, וכתוצאה מכך גובר השימוש בכלי-רכב פרטיים כאמצעי תחבורה עיקרי, ולעתים יחיד. נפחי התנועה הגדולים בפרברים נובעים מנסיעות למרכזי הערים המרוחקות לשם קבלת שירותים אותם לא ניתן לקבל בפרברים (עקב חסרון לגודל של היישוב הקטן). בנוסף, הסיודור המרחבי של הפרברים עצמם, המאופיינים בהפרדת שימושי קרקע, מחייב נסיעה ברכב כמעט לכל מטרה (עבודה, ביי"ס, קניות, בידור וכד'). דוגמה פשטנית למצב זה נתן סגן נשיא ארה"ב לשעבר, אל-גור, בתארו יישובים "זוחלים" כיישובים בהם מבזבזים גלון של דלק בנסיעה על-מנת לקנות גלון של חלב¹. המצב שתואר לעיל מוביל לגידול בזמני הנסיעות ולגודש תנועה וכתוצאה מכך לצריכה מוגברת של דלק, פליטה רבה של מזהמי אויר והשלכות סביבתיות שליליות המשפיעות על ההתחממות הגלובאלית (Burchell et al., 1998).

מתנגדי הזחילה מסכמים את טיעוניהם במושג סביבתי-ערכי נוסף, המכונה "צדק סביבתי". גישת הצדק הסביבתי, מצביעה על הפגיעה הנגרמת לאוכלוסיות חלשות, המתגוררות בסמוך למפגעים סביבתיים מזהמים ומסוכנים, או לחילופין אוכלוסיות הסובלות מתת-פיתוח כתוצאה מהעסקת משאבים ממרכזי הערים אל הפרברים. המפגעים יכולים להיות מזהמים הנפלטים משימושי קרקע סמוכים כמו תעשייה, מזבלות, אגני חמצון; או מזהמים כמו עופרת או אסבסט הנמצאים בבניינים ישנים ואינם מורחקים כתוצאה מתת-פיתוח במקומות אלו (Johnson, 2001). הזחילה העירונית קשורה בעקיפין למפגעים אלו, שכן בעקבותיה, ההשקעה העירונית מועתקת ממרכזי הערים או ממקום המפגעים הסביבתיים אל הפרברים החזקים מבחינה כלכלית, כך שלא ניתן להשקיע כסף בצמצום מפגעים אלו במרכזי הערים.

היבטים כלכליים

מתנגדי הזחילה גורסים, כי קיומם של יישובים פרבריים קטנים ומרוחקים אינו מוצדק מבחינה כלכלית ומהווה כשל שוק (Burchell et al., 1998). Brueckner (2000), הגם שאינו נמנה עם מתנגדי הזחילה, מצביע על שלושה כשלי שוק, הבאים לידי ביטוי בעלויות כלכליות גבוהות על החברה, כתוצאה מפיתוח עירוני זוחל: מחסור בשטחים ציבוריים פתוחים (ראו סעיף קודם לעיל), גודש בכבישים עקב שימוש מוגבר בכלי-רכב פרטיים, ומחסור בתשתיות ציבוריות. חוקרים אחרים מדגישים בעיקר את כשל השוק הנובע ממחסור בתשתיות ציבוריות ובשירותים. המחסור בתשתיות בסיסיות (כמו כבישים או ביוב), נובע מפיתוח מהיר מדי ב"דילוגי צפרדעי" המאפיין את הפרברים (Hartshorn & Muller, 1992); ואילו המחסור בשירותים נובע מחסרון לגודל, פיצול שלטוני ופיסקלי של רשויות, ועלויות פיתוח גבוהות ביישובים מרוחקים מערי הגלעין, באופן שלא ניתן להישען על תשתיות קיימות או להיעזר בתקציבי פיתוח ציבוריים (Burchell et al., 1998; Downs, 1998).

¹ אל גור צוטט כך במספר נאומים שנשא בינואר 1999: *A gallon of gas can be used up just driving to get a gallon of milk*. לדוגמה, אחד הנאומים מופיע בכתובת האינטרנט הבאה: <http://www.doi.gov/livability/jan12ann.html>

Downs (1998) טוען, כי יישובים "זוחלים" מתאפיינים בהיעדר תשתיות חיוניות עקב עלויות גבוהות, ובחוסר יכולת למקם מתקנים אזוריים חיוניים (כמו שדות תעופה). כמו כן ישנה נטיה ביישובים אלו להוציא כסף על תשתיות גלויות, ופחות לתחזק תשתיות קיימות ובלתי גלויות ברמה האזורית. Burchell et al. (1998) מוסיפים, כי ביישובים אלו פוחת הסיכוי לממש מטרות משותפות ברמה הקהילתית, כמו למשל השקעה בשטחים ציבוריים פתוחים.

הטיעון בדבר אי כדאיותם הכלכלית של הפרברים והיותם "כשל שוק" נשלל עובדתית על-ידי המצדדים בזחילה. Levine (1997) טוען, כי היחס בין עלות הקמת תשתיות בפרברים לבין ערי הגלעין אינו קבוע. לדוגמה, הקמת תשתיות מים בפריפריה היא בדרך-כלל יקרה יותר מאשר בערים, ואילו הקמת תשתיות דרכים דווקא זולה יותר. קיימת גם דיפרנציאציה של עלויות תשתית בין סוגים שונים של פרברים. בפרברים ותיקים, שבעבר שימשו למגורים בלבד וכיום התפתחו בהם מקומות תעסוקה רבים, עלות התשתיות גבוהה יותר ביחס לפרברים חדשים המשמשים רק למגורים. בנוסף לכך ישנן עלויות כלכליות וחברתיות הנובעות מהגברת הציפוף במרקמים עירוניים קיימים, אך אין שום מנגנון שמודד אותן בצורה מדויקת. לכן לא ניתן לקבוע בצורה חד-משמעית את "אי-כדאיותם" הכלכלית של פרברים מסוגים שונים ביחס לערי הגלעין. לעומתו טוען Brueckner (2000), כי ניתן לאמוד כמותית את העלות הכלכלית הנובעת מכשלי-השוק של הזחילה העירונית; ובהתבסס על אומדן זה ניתן ליישם כלים פיסקליים שונים, כמו מיסי פיתוח, אגרות צפיפות בכבישים והיטלים ציבוריים, אשר "יפצו" על כשלי-השוק הנובעים מזחילה עירונית, ולאורך זמן ימתנו וירסנו תופעה זו.

בניגוד לכך, ניתן להציג טיעון כלכלי המצדיק את תופעת הזחילה הוא, שביישובים פרבריים הומוגניים וחזקים מבחינה כלכלית, התושבים מקבלים תמורה גבוהה יותר למיסיהם מאשר ביישובים הטרוגניים, שכן במצב זה הם אינם מסבסדים את השכבות החלשות (Brueckner, 2000). בהתאם לכך, השאת התועלת הכלכלית של הפרט מעודדת קיומן של קהילות פרבריות והומוגניות, ומנקודת ראותו של התושב ה"מבוסס", זחילה העירונית מגבירה את רווחתו האישית ולכן היא מוצדקת מבחינה כלכלית.

כך או כך, מוסכם על שני הצדדים, כי כוחות השוק המונעים על ידי העדפת הפרט בארה"ב, מושכים לכיוון ברור של צריכת מגורים פרבריים בצפיפות נמוכה (Brueckner, 2000). עובדה זו נתמכת הן על-ידי סקרי העדפות צרכנים, והן מאופי הבנייה בשטח. יחידות דיור צמודות קרקע קלות יותר לשיווק מאשר יחידות דיור בצפיפות גבוהה, ועל-מנת להזיל את עלותן ולהגדיל את קהל הקונים הפוטנציאלי בונים אותם בשוליים העירוניים. על רקע זה טוענים מצדדי הזחילה, כי הביקוש המתמשך למגורים בפרברים מהווה את ההצדקה הכלכלית לקיומם (Gordon & Richardson, 1997a), וכי הפירבור או הזחילה הן תופעות אוניברסליות הנובעות מכוחות השוק, ואינן מושפעות ממדיניות מכוונת (Gordon & Richardson, 1997b; Mills & Hamilton, 1989b). G&R (1997b) מחזקים את טענתם בדוגמאות מארצות שונות המתאפיינות בפרבור רב, למרות תנאים "סותרים" לכאורה בהשוואה לארה"ב. כך לדוגמה קנדה, שבה לא ניתנות הנחות במשכנתא, ארצות אירופה, שבהן מחירי הדלק גבוהים יותר, סיאול או מקסיקו סיטי, שבהן קיימת השקעה מאסיבית במערכות של תחבורה ציבורית ועוד. בהתאם לגישה זו, הפעלתם של כלים תכנוניים מרחביים במטרה לרסן את הזחילה אינם אפקטיביים, מכיוון שהעדפות הצרכנים לא ישתנו.

לעומתם, טוענים מתנגדי הזחילה, כי למרות העדפת השוק למגורים בפרברים, מרבית הציבור היה מעדיף לוותר על שאר ההשלכות השליליות של דפוס מגורים זה. לדבריהם קיים בארה"ב פוטנציאל שוק לפיתוח קומפקטי, אולי לא לפי המודל האירופאי של צפיפויות גבוהות, אך בהחלט לפי מודל אמריקאי "מרוכך" של צפיפויות בינוניות ועירוב שימושי קרקע. פיתוח כזה עשוי להיות כדאי כלכלית ונצרך על ידי השוק, אם רק תינתן לו ההזדמנות התכנונית הנאותה (Ewing, 1997).

טיעון אחר אשר מועלה על-ידי מצדדי הזחילה הוא, שלמרות העדפת הצרכנים האמריקאיים, צפיפויות הבנייה בפועל אינן כה נמוכות כפי שמציגים זאת מתנגדי הזחילה. הדוגמה המוכרת ביותר היא אזור לוס-אנג'לס המובאת במאמרו של Ewing (1997) כדוגמה אולטימטיבית לאזור זוחל, לא צפוף ובזבזני, בעוד שלמעשה זהו אחד האזורים המטרופוליניים הצפופים ביותר בארה"ב, בצפיפות של 2240 נפש לקמ"ר, מהגבוהות מבין 20 האזורים הגדולים בארה"ב, ויותר מניו-יורק (Gordon & Richardson, 1997b; Levine, 1997; Razin & Rosentraub, 2000). מצדדי הזחילה טוענים, כי למעשה כ- 50% מהבנייה לגובה באזורים מטרופוליניים נמצאת דווקא בפרברים ובאזורים חוץ עירוניים (Gordon & Richardson, 1998). בנוסף, ובניגוד לדיעה הרווחת, פיתוח לא רציף בדפוס של "דילוגי צפרדע" מוביל דווקא לבנייה קומפקטית וצפופה יותר בטווח הארוך. הסיבה לכך היא, שערכי הקרקע בחללים פנויים פנימיים גבוהים יותר מערכי הקרקע בשוליים המטרופוליניים, ועל-כן על-מנת למקסם את התועלת הכלכלית בנייה חדשה בחללים פנויים פנימיים תהיה בדרך-כלל צפופה יותר מאשר הבנייה הזוחלת והמדלגת שקדמה לה (Peiser, 1989). כלומר, זחילה המאופיינת באי-רציפות הפיתוח, היא מצב זמני ולא איום מתמיד הדורש רגולציה תכנונית (Gordon & Richardson, 1997b).

היבטים חברתיים ופסיכולוגיים

תחת כותרת זו ניתן לצרף טיעונים רבים ומגוונים הדנים בהשפעות החברתיות והפסיכולוגיות של אורח החיים הפרברי. הפרבר נחשב, בקרב מתנגדי הזחילה, כיישוב קטן ומבודד המעודד התבדלות של תושביו כלפי הסביבה החיצונית וגם כלפי עצמם. Burchell et al. (1998) סיכמו, במסגרת סקירת ספרות מקיפה על הנושא, את עיקר הטענות החברתיים-פסיכולוגיים כנגד דפוס הפיתוח הזוחל כפי שיוצג להלן.

היצע דל של הזדמנויות: גודל היישוב הפרברי וריחוקו מהמרכז העירוני מוביל בהכרח למגוון דל יותר של הזדמנויות עירוניות פנימיות כמו תעסוקה, חינוך, פנאי. חיסרון זה משמעותי במיוחד לגבי אוכלוסיות מוגבלות מבחינת ניידות, או אוכלוסיות בעלות צרכים מיוחדים כמו ילדים, קשישים, או אנשים בעלי מגבלות פיזיות (ראו גם Fulton, 1996).

תחושת ניתוק ובידוד: הארגון המרחבי של הפרבר המאופיין בהפרדה קיצונית של שימושי קרקע, מפחית את האפשרות לאינטראקציות בין פעילויות ואנשים, אינו מעודד קשר של הפרט עם סביבתו הקרובה (שכנים) או המרוחקת (קהילה), מגביר את תחושת הניתוק ומפחית מתחושת הקהילתיות (ראו גם Fulton, 1996; Ewing, 1997).

זבזבז משאבים חברתיים: הארגון המרחבי והכלכלי של הזחילה (הן בפרברים והן בערים המתרוקנות) לא מעודד הירתמות משותפת של הקהילה לתמיכה במטרות ראויות, כמו טיפוח מוסדות אמנות ותרבות או שימור היסטורי.

חוסר "זהות עירונית" ואסתטיקה: פיזור הפונקציות העירוניות השונות בפרברים והדפוס ההומוגני חסר-הייחוד של יחידות צמודות קרקע ומרכזי מסחר לאורך צירי תנועה, מובילים למחסור בשטחים ציבוריים פתוחים, מרכז עירוני או נקודות ציון (landmark). כתוצאה מכך אינם מאפשרים תחושת הזדהות ושייכות של הפרט למקום ולקהילה (Fulton, 1996).

עומס ועקה (stress): על פי Burchell et al. (1998) יש הטוענים, כי מצבים המאפיינים את אורח החיים הפרברי גורמים ללחץ ולעקה נפשיים. העיקרי שבהם הוא ההכרח לבלות שעות רבות במהלך היום בנסיעה בכבישים. מצבים מלחיצים נוספים קשורים בנסיעה בנוף חדגוני של כבישים מהירים ומרכזי קניות; והיעדרות ממושכת מהבית של שני בני הזוג (עקב נסיעות) על חשבון בילוי עם ילדיהם.

בתשובה לטיעונים אלו מציינים מצדדי הזחילה את ההיבטים החברתיים והפסיכולוגיים החיוביים של התופעה (אם כי יש לציין, כי היבטים אלו תקפים רק ליושבי הפרברים, דהיינו לבני המעמד הבינוני והגבוה). לטענתם, הזחילה מאפשרת דיור בצפיפות נמוכה, נגישות גבוהה יחסית לשטחים פתוחים פרטיים ושטחים פתוחים טבעיים, מגוון נרחב של מגורים ותעסוקה, רמה גבוהה של חינוך, שמירת ערך הנדל"ן, זמן יוממות קצר לאלו שגרים ועובדים בפרברים, תנועה קלה למעט בזמני שיא, התרחקות מבעיות עוני, ויכולת רבה של הציבור להשפיע על הממשל המקומי (Downs, 1998).

מצדדי הזחילה שוללים את הביקורת החברתית-פסיכולוגית על דפוס הפיתוח הפרברי. לטענתם, העובדה שאוכלוסיית הפרברים היא הומוגנית ובעלת צרכים דומים, מאפשרת לרשויות לספק שירותים מגוונים ברמה הנדרשת. לגבי תחושת הניתוק והבידוד בפרברים, הטיעון הנגדי הוא, כי אורח חיים פרברי דווקא עשוי לעודד קהילתיות, בהשוואה לאזורים צפופים, ושכלל מקרה קשה למדוד את מושג ה"קהילתיות" (Burchell et al. 1998). גם הביקורת האסתטית אינה מתקבלת. ישנן קהילות, בעיקר ברמה חברתית-כלכלית גבוהה, בהן קיימים שטחים ציבוריים פתוחים ועיצוב נוף ברמה גבוהה יותר מאשר באזורי מגורים צפופים. בנוסף, שטחים פרטיים פתוחים עשויים להיות אטרקטיביים יותר מאשר צורות קומפקטיות של פיתוח. האסתטיקה של אזורים בצפיפות נמוכה משתנה ממקום למקום, וכך גם ההעדפות והטעמים של האנשים. לבסוף, טיעונים פסיכולוגיים בדבר לחץ ועקה הנגרמים בפרברים נשללים כחסרי בסיס. אין עדויות לכך, שנסיעה בנוף זוחל מלחיצה. ישנן עדויות, כי קיים קשר בין יוממות לבין עקה או לחץ, וזה ברור והגיוני, אך אינו מוכיח שאורח החיים הפרברי הוא הגורם ללחץ. לטענתם לשוטטות במרכז העיר בלילה יש אפקט לחץ גדול יותר מאשר בפרבר (Gordon & Richardson, 1997b; Burchell et al., 1998).

מצדדי הזחילה מציינים לטובה גם את רמת הביטחון האישי הקיים בפרברים. הסטטיסטיקה מראה, כי רמת הפשיעה נמוכה בפרברים ביחס לערים, וכי תושבי הפרברים תופסים את רמת הביטחון האישי שלהם כגבוהה יותר מאשר תושבי הערים. מצד שני, מחקר נגדי שביצעו Newman & Kenworthy (2000) מראה, כי אין קשר סיבתי מובהק בין צפיפות אוכלוסייה גבוהה לבין רמת פשיעה גבוהה, או בין זחילה לבין רמת פשיעה נמוכה. במחקרים שונים נמצא, כי פשיעה קשורה לרמת חיים ולא דווקא לצפיפות. לכן ניתן לקשור זחילה לרמת פשיעה בצורה עקיפה. דפוס פיתוח זוחל נמצא בזיקה ישירה לאוכלוסייה ברמה חברתית-כלכלית גבוהה, דבר

שמפחית את הסיכוי לפשיעה, בגלל השקעה גבוהה יותר באמצעי מיגון ביתיים וציבוריים (Burchell et al., 1998).

לגבי עומסי התנועה הנגרמים עקב פירבור, טענת הנגד היא, כי פרבור הוא מנגנון שדווקא מפחית עומסי תנועה במרכזי הערים. פירבור מגורים ותעסוקות מגדיל את מספר האנשים שעובדים בקירבת מקום מגוריהם בפרברים, מה שמוביל להפחתת ביקושי תנועה בדרכים מהירות ובמרכזי הערים. לראיה מובא נתון, כי בניגוד לשנות ה-70, זמני הנסיעה כיום של תושבי הערים משתווים לאלו של תושבי הפרברים (Burchell et al., 1998).

לבסוף, מציינים מצדדי הזחילה את השפעתה החיובית של התופעה בתחום חברתי. הזחילה, לטענתם, היא ביטוי מרחבי של מוביליות חברתית; בני המעמד הבינוני והגבוה מפנים דירות ישנות במרכזי הערים ועוברים לפרברים בטבעת הראשונה. בשלב מאוחר יותר הם עוברים לפרברים בטבעת השנייה או השלישית, ובכך מאפשרים מעבר של משפרי דיור מעוטי יכולת ממרכזי הערים אל טבעת הפרברים הראשונה. כך שבעקיפין, הזחילה העירונית משפרת את רווחתם של בני המעמד הכלכלי הנמוך בכך שהיא מאפשרת להם מלאי גדול של בתים בעלות סבירה (Downs, 1998; Levine, 1997).

השפעת הזחילה על ערי הגלעין

דעיכת ערי הגלעין הוותיקות כתוצאה מפיתוח פרברי מייצגת בעיה של סובב ומסובב. בתחילת המאה ה-20 היא היוותה, כנראה, את הגורם להגירתם החוצה של בני המעמד הבינוני והגבוה. אולם בהמשך נוצר מצב של "מעגל שלילי", שבו הזחילה היא זו שגורמת להמשך דעיכתן של הערים. מנגנון הדעיכה מורכב ממספר שלבים: ערעור הבסיס הכלכלי של העיר כתוצאה מהגירת אוכלוסייה חזקה, הפחתה בהזדמנויות תעסוקתיות לאוכלוסייה הנשארת, הידרדרותה לעבר עוני ופשע ויצירת תדמית שלילית המונעת מתושבי הערים לשפר את מצבם ולהגר לפרברים.

Hadly (2000) מסביר את ערעור הבסיס הכלכלי של העיר, בכך שבד בבד עם עזיבתן של משפחות חזקות לפרברים, מועתק גם ההון העצמי שלהן. Burchell et al. (1998) מוסיפים, כי הזחילה מעודדת משקי בית ועסקים להעתיק את מקומם מהערים הוותיקות אל הפרברים, מבלי לשלם את העלות השולית המלאה על כך. מאידך, מגבלות עירוניות שונות מקשות על יזמים לפתח ולחדש את מרכזי הערים. כל האמור לעיל גורם להיחלשות הבסיס הכלכלי הישן של מרכזי הערים ולדעיכת הפעילות הכלכלית בו. השלב המתבקש הבא בתהליך הוא ירידה בהכנסות המקומיות, עלייה בגובה המסים על נכסים והידרדרות ברמת השירותים העירוניים כמו חינוך, תברואה, בריאות, רווחה ובטחון.

השלב השני בתהליך הזחילה הוא פרבור של תעסוקות, באופן שמרבית מקומות התעסוקה החדשים נוצרים בפרברים, ואילו במרכזי הערים חלה ירידה דרמתית במספר מקומות העבודה הזמינים. Downs (1994, 1998) ו-Burchell et al. (1998) מסכימים, כי מצב זה של מחסור בתעסוקה וריכוז גבוה של משקי בית עניים בתוך הערים גורמים בהכרח להתגברותם של עוני ופשע. Downs טוען, כי בעיות אלו של שעורי פשיעה גבוהים, חינוך ברמה ירודה, שירותים ציבוריים אחרים ברמה ירודה ומחסור במשאבים כלכליים ניכרות בערים הגדולות, אך הן מחלחלות גם לפרברים בטבעת הראשונה. לבסוף, התדמית השלילית של ערי הגלעין מחזקת את התקנות המגבילות והמפלות בפרברים, המכונות "איזור מפלה" (suburban exclusionary).

zoning). מטרתו העיקרית של האיזור היא לסנן משקי בית על בסיס חברתי, כלכלי ואתני. האיזור המפלה מונע ממשקי בית מעוטי יכולת, שבארה"ב הם ברובם שחורים והיספאנים, מלהגיע אי-פעם לפרברים ולשפר את מצבם הכלכלי. באופן זה הם שוקעים ביתר שאת במצב של עוני, פשיעה ויאווש.

בקרב מצדדי הזחילה נחשבת דעיכת מרכזי הערים כביטוי לכוחות שוק חופשיים, ולפיכך כתופעה מוצדקת. Gordon & Richardson (1997b) טוענים, שאם היתה הצדקה כלכלית לפיתוח מרכזי הערים, סביר להניח שיזמים כבר היו מבצעים זאת. העובדה שמרכזי הערים דועכים אינה קשורה למגבלות עירוניות או חוקיות, אלא לעובדה שאין לכך ביקוש בשוק. כלומר, היזמים מציעים מה שהשוק בעצם מבקש. הגורמים לבעיות האבטלה במרכזי הערים הם מורכבים ומסובכים, מעבר לטיעון הפשטני של דפוס מרחבי זוחל או קומפקטי. פעמים רבות האבטלה קשורה לנגישות תחבורתית אל מקום העבודה, לכדאיות כלכלית של התרחקות ממקום המגורים, או למחסור בהכשרה מקצועית מתאימה לתעסוקות המוצעות בפרברים.

לגבי תופעות העוני והפשע במרכזי הערים, טוענים מצדדי הזחילה, כי אלו בעיות שגרמו למעמד הבינוני להגר לפרברים ולזחילה שארעה לאחר מכן, ולא להיפך. ישנם חוקרים המצביעים על כך שריכוזי העוני בערים הם תוצר של יכולת כלכלית נמוכה, הימצאות דיור ציבורי בעיקר במקומות אלו, קיום תחבורה ציבורית זולה וקיום שירותים סוציאליים ברמת נגישות גבוהה. העובדה שמעוטי יכולת אינם מתקבלים בפרברים אינה קשורה בהכרח לסינון חברתי מפלה, אלא לדפוסי התנהגות שליליים (Burchell et al., 1998).

ולבסוף, מתנגדי הזחילה מזהים קשר סינרגי בין הפרברים לבין העיר המרכזית. לטענתם, מערכת מטרופולינית מאוזנת ובריאה צריכה להכיל תמהיל מגוון של צורות יישוב: הן ערים גדולות והן יישובים פרבריים קטנים. תפקידן של הערים הוא כפול: ראשית, הן מספקות שירותים בסדרי גודל גבוהים, מהסוג שלא יכול להינתן ביישובים פרבריים. שנית, הן מהוות גורם מאזן בכלכלה המטרופולינית. זחילה, המעודדת התפרסות של אוכלוסייה ושל פונקציות עירוניות מערערת את שיווי המשקל הכלכלי במערכת המטרופולינית ומהווה גורם הרסני לערים ולפרברים כאחד (Downs, 1994, 1998; Burchell et al., 1998).

היבטים ערכיים

הטיעון הערכי הראשון כנגד תופעת הזחילה קשור לשמירת משאבי הטבע, וביניהם משאב הקרקע, למען הדורות הבאים. מעבר למשמעות המעשית של שמירת הקרקע כעתודה לפיתוח עירוני, יש המתייחסים לסוגיית הקיימות (sustainability) כסוגיה ערכית. כלומר, מוטלת עלינו חובה מוסרית לדאוג לרווחתם של הדורות הבאים. מנגד, מעלים מצדדי הזחילה סימני שאלה לגבי הלגיטימציה שלנו להתיימר ולייצג, כביכול, את הדורות הבאים, ובשםם לרסן ולעצור את הגידול העירוני. טיעון נגדי נוסף פונה לפרגמטיזם התכנוני: חשוב יותר לדאוג לבעיות עכשוויות של עוני ואי שוויון, מאשר לבעיות "וירטואליות" של העתיד (Levine, 1997; Gordon & Richardson, 1998). כך לדוגמה, האם בשם השמירה על הטבע יהיה נכון לצופף אנשים במעמד כלכלי בינוני או נמוך, גם כאשר גודל המשפחה גדל ומצדיק מעבר לדירות גדולות יותר, שידם משגת לרכוש רק בפרברים? (Levine, 1997).

הטיעון השני מתייחס לסוגיית הוגנות חלוקת המשאבים הציבוריים. מתנגדי הזחילה טוענים, שתצורה מרחבית מפוזרת של קהילות קטנות מחייבת השקעה עצומה בתשתיות ושירותים, בהשוואה למרקמים קומפקטיים יותר. השקעה זו אינה מועמסת באופן מלא על היזמים ועל התושבים. כך למעשה, נוצר עיוות, בו משלמי המיסים מסבסדים ומעודדים בפועל את הזחילה באמצעות השקעות ציבוריות בדרכים, תשתיות מים וביוב, והטבות מס למיניהן. על כך עונים מצדדי הזחילה, כי ניתנות סובסידיות רבות יותר למערכות תחבורה ציבורית בתוך הערים מאשר למגורים בפרברים. לפיכך המדיניות הממשלתית אינה מעודדת מגורים בפרברים, ואילו תושבי הפרברים הם אלו אשר "מסבסדים" בפועל עלויות תשתיות ותחבורה במרכזי הערים. Gordon & Richardson (1997b) טוענים, כי ההוצאות הפדרליות והמקומיות על מערכות הסעה המונית גבוהות יותר ביחס להחזרים, ובמונחים של מייל לנוסע הן פי 54 מאשר הסובסידיה על רכב פרטי. גם אם לוקחים בחשבון עלויות זיהום וצריכת אנרגיה של רכב פרטי, עלויות אלו עדין נמוכות יותר מאלו של מערכות תחבורה ציבורית. טענה נוספת היא, שהמיסים העירוניים המשולמים על-ידי השכבות החזקות בערים מסבסדים, למעשה, את השירותים הציבוריים הניתנים גם לשכבות החלשות (Brueckner, 2000).

היבט ערכי נוסף הוא תועלת הפרט מול תועלת הכלל. מצדדי הזחילה מדגישים את אורח החיים האמריקאי כערך עליון, תוך מתן דגש על חופש הפרט, לרבות חופש התנועה והחופש הכלכלי. חופש התנועה מתבטא בשימוש המוגבר (והמוצדק, לטענתם) ברכב פרטי ואילו החופש הכלכלי מתבטא בכוחות השוק, המאפשרים לפרט למקסם את התועלת שלו. מצדדי הזחילה טוענים, כי אם נגביל את חופש הבחירה הכלכלי נוביל לירידה ברמת החיים (או בתועלת) של הפרט, וכתוצאה מכך נביא לירידה בתועלת הכללית של החברה (Gordon & Richardson, 1998; Brueckner, 2000). לעומתם טוענים מתנגדי הזחילה, כי ישנן השלכות שהפרט לא מביא בחשבון בחישוב התועלת הכללית לחברה; לזחילה יש השפעות חיצוניות שליליות כמו: עומסי תנועה, עלויות גבוהות של תשתיות ציבוריות, צריכה מוגברת של קרקעות חקלאיות ושטחים פתוחים ועלויות חברתיות; כל אלה מפחיתות מתועלת הכלל, ולפיכך קיים צורך חברתי לרסן אותן באמצעות תכנון מרכזי ומווסת (Ewing, 1997; Johnson, 2001), או לחילופין באמצעות כלים פיסקליים כמו אגרות גודש ומיסים (Brueckner, 2000).

פרק 2:

כלים לריסון הזחילה העירונית

פרק זה סוקר את האסכולות התכנוניות אשר קמו במטרה לרסן את הזחילה העירונית במרחב ומצביע על הכלים השונים אשר הוצעו על ידם והויכוח לגבי יעילותם של כלים אלו.

אסכולות תכנוניות לפיתוח בר קיימא

סוף המאה ה-20 ותחילת המאה ה-21 מתאפיינים במודעות הולכת וגוברת לבעיות סביבתיות. מודעות זו העלתה לסדר היום את הצורך בפיתוח בר-קיימא (Sustainable Development), דהיינו, "פיתוח העונה על צרכי הדור הנוכחי, ללא פגיעה באפשרות של דורות עתידיים לענות על צרכיהם" (ציטוט הלקוח מ- WCED- World Commission on the Environment and Development ומובא בפיטלסון, 1996, עמ' 51); או פיתוח המאזן בין היבטים סביבתיים, כלכליים וחברתיים, תוך התחשבות בהשפעות גלובליות (Williams, 2000).

משמעות עיקרון ה"קיימות" בתכנון ערים היא התחייבות לווסת את הגידול העירוני, תוך התחשבות במגבלות אקולוגיות ותכנוניות ותוך קידום הזדמנויות כלכליות וחברתיות לכלל התושבים (Schiffman, 1999a; Johnson 2001). תכנון בר קיימא מבוסס על תפיסת עולם, כי קיים קשר הדוק ואינטרקציה מתמדת בין כלל הפונקציות העירוניות (כמו: שימושי קרקע, תחבורה, פיתוח כלכלי, משאבים היסטוריים, שמירת נוף, עיצוב בתים, חסכון באנרגיה), לבין פיתוח קומפקטי (Schiffman, 1999a). על רקע הקריאה לדאוג לדורות הבאים מחד גיסא, והביקורת השלילית על הזחילה העירונית מאידך גיסא, עליה עמדנו בפרק הקודם, צמחו אסכולות תכנון אשר היוו מסגרת רעיונית לפיתוח כלים אופרטיביים לריסון הזחילה בהתאם לעקרונות הקיימות. מספר אסכולות מרכזיות יפורטו להלן.

האורבניזם החדש

האורבניזם החדש היא אסכולה תכנונית המתמקדת ביישום עקרונות של פיתוח בר-קיימא ברמה העירונית והשכונתית. הנחת העבודה הבסיסית של האורבניזם החדש היא, כי תכנון פיזי משפיע על דפוסים חברתיים (Fulton, 1996), ומכאן שההתמקדות באסכולה זו היא בכלים תכנוניים-פיזיים. האורבניזם החדש צמח כתגובת נגד לפיתוח הפרברי הנפוץ בארה"ב, ולבעיות המרחביות והחברתיות שנוצרו בעקבותיו. אולם, באסכולה זו יש שימת דגש על תחושת "אובדן הקהילתיות" שנוצרה בפרברים האמריקאיים, ולפיכך האורבניזם החדש מצדד בחזרה לגישות מסורתיות של תכנון שכונתי, ובהתאמתן למגוון של מרקמים עירוניים ופרבריים, במטרה ליצור קהילות עצמאיות, יעילות ומתוכננות בצורה מיטבית (Schiffman, 1999a; Fulton, 1996).

התכנון השכונתי על פי אסכולת האורבניזם החדש מתבסס על שני עקרונות יסודיים: עקרונות פיזיים ועקרונות חברתיים ועירוניים אחרים. העקרונות הפיזיים באים לידי ביטוי במיקום כל הפונקציות העירוניות בנגישות גבוהה ובמרחק הליכה של עד חמש דקות מהמגורים, באספקת מערכת תחבורה ציבורית ברמת שירות גבוהה ובאינטגרציה בין שימושי קרקע מסוגים שונים. מעקרונות אלו נגזרות טכניקות תכנוניות, כגון פיתוח בחללים קיימים (in-fill), פיתוח באשכולות (cluster development), בקרת עיצוב, העלאת צפיפויות, פרויקטים לשיקום והחייאה של

שכונות ותיקות במרכזי הערים ופיתוח מכוון תחבורה ציבורית, ה-TOD (Transit Oriented Development) או ה-Pedestrian Pockets. היעד הוא ליצור מערכת עירונית של מגורים ותעסוקה בצפיפות גבוהה ובמרחק הליכה מתחנות ראשיות של תחבורה ציבורית, על-מנת לאפשר נגישות גבוהה לכלל האוכלוסייה. העקרונות החברתיים באורבניזם החדש כוללים מחויבות של המתכננים לשיתוף הציבור ואספקת דיור זול ויצירת מגוון חברתי וכלכלי; אם כי לרוב עקרונות אלו אינם באים לידי ביטוי בתכנון האורבניסטי, ומכאן גם נובעת הביקורת על התנועה. רבים מאמינים, כי למעשה, האורבניזם החדש אינו מסוגל להתמודד עם בעיות עירוניות מעבר לקנה המידה השכונתי, כגון בעיות תעסוקה, מסחר, שינוי התנהגותי בהרגלי נסיעה של הפרט, אינטגרציה אמיתית של פונקציות עירוניות והתמודדות מול כוחות השוק. אם כן, האורבניזם החדש מהווה אפשרות תכנונית אחת, אך הצלחתו תלויה, ככל הנראה, בהשקעה כספית נרחבת בטכניקות נוספות (Fulton, 1996).

העיר הקומפקטית

במקביל לאסכולת האורבניזם החדש בארה"ב, צמחה באירופה גישת העיר הקומפקטית, אשר דומה לה במספר מרכיבים. הדגש בגישת העיר הקומפקטית הוא על הגדלת צפיפויות או אינטנסיפיקציה של העיור (urban intensification), בהתאם למודל העיר האירופאית הקלאסית, דהיינו: ליבה מפותחת וצפופה המאופיינת בעירוב של שימושי קרקע, מקטינה מרחקי נסיעה, מעודדת שימוש בתחבורה ציבורית, רכיבה על אופניים או הליכה, מפחיתה זיהום אוויר ומגבירה את האינטרקציה החברתית ותחושת הקהילתיות (Jenks et al., 1996). מהגדרה זו נגזרות מספר טכניקות תכנוניות, בדומה לטכניקות הניו-אורבניסטיות שהוצגו לעיל.

ההבדל הבסיסי בין אירופה (הצפופה יותר) לבין ארה"ב (הפרברית יותר וצפופה פחות) העלה על במת הדיון את משמעות המושג פיתוח קומפקטי ומידת ישימותו בארה"ב. Gordon and Richardson (1997a) מייחסים לעיר הקומפקטית מבנה מרחבי חד-מוקדי המבוסס על מע"ר אחד. טענתם היא, כי מבנה שכזה אינו מתאים לכלכלה האמריקאית המבוזרת במרחב, ולפיכך רעיון העיר הקומפקטית ככלי להתמודדות עם הזחילה העירונית אינו ישים בארה"ב. לעומתם Ewing (1997) מסכים, כי הדפוס האירופאי הקומפקטי הוא אכן חד-מוקדי, אולם לטענתו ניתן ליישם בארה"ב דפוס קומפקטי "מרוכך" באמצעות העלאת צפיפויות שכונתיות ועירוניות במרחב רב-מוקדי קיים. לדעתו, פתרון זה עשוי להיחשב קומפקטי, במונחים אמריקאיים, ולא "זוחל" כפי שטוענים Gordon and Richardson.

ניהול הגידול

מדיניות ניהול הגידול (Growth management), או השליטה בגידול (Growth Control) היא אסטרטגיה תכנונית ליישום עקרונות של פיתוח בר-קיימא, באמצעות כלים פיזיים, כלכליים ורגולטיביים. מטרתה של מדיניות זו היא להקנות לרשויות שליטה על עיתוי ומיקום הפיתוח ואפשרות לווסת בצורה מבוקרת את הגידול העירוני בהתאם לכושר הנשיאה של כל אזור. פועל יוצא של יישום מדיניות ניהול הגידול הינו מניעת פירבור והתפשטות סטיכית של הערים ושימור שטחים פתוחים וחקלאיים (מיליטאנו, 1999; האן, 2001; De Grove, 1989, 1992; Ingram, 1998; Nelson, 1999).

התנועה למען השליטה בגידול הופיעה בארה"ב בתחילת שנות ה-70, כתגובה להיווצרות מחסור בתשתיות ובשירותים בפרברים החדשים שצצו, כתוצאה מצורת פיתוח אופיינית של "דילוגי

צפרדע". התנועה פעלה לקידום הרעיון של תכנון עיתוי הפיתוח המותאם לקצב הנכון של הגידול העירוני, תוך אספקת שירותים ותשתיות, וכן לקידום הרעיון של תכנון קיבולת עירונית לטווח ארוך; אם כי באותה תקופה התנועה לא הציעה כלים אופרטיביים למימוש רעיונות אלו (Sciffman, 1999a).

בשנות ה-80 וה-90 פותחו וגובשו כלים אופרטיביים ליישום מדיניות ניהול הגידול, כמו: אזורי חיץ חקלאיים (agricultural buffers), קביעת גבולות גידול עירוניים ה- Urban UGB (Growth Boundaries), אזור מותנה (conditional zoning), מתן תמריצים לצפיפות מוגברת, מגבלות על אתרים היסטוריים, תכניות אזוריות או ארציות לטיפול בבעיות ייחודיות כמו שמירה על ערכי טבע (overlay zones), העברת זכויות פיתוח בקרקע והפעלת חזון¹. הדאגה מפני פירבור בלתי מרוסן גרמה למספר ערים ומדינות באירופה ובצפון אמריקה להניח יסודות חקיקתיים למדיניות של "גידול חכם" (smart growth). הן אימצו הלכה למעשה תכניות לניהול הגידול, במטרה לרסן באמצעותן את תופעת הזחילה העירונית בשוליים ולשנות את המורפולוגיה של הגידול העירוני (Torrens & Alberti, 1999; Nelson, 1999; Weitz et al., 1998; DLCD, 1992; Johnson, 2001).

כלים אופרטיביים לריסון הזחילה

החל משנות ה-80 של המאה הקודמת פותחו עשרות כלים אופרטיביים לניהול הגידול ולריסון הזחילה העירונית. Schiffman (1999a) מציע לחלק את הכלים ליישום ניהול הגידול לשני סוגים עיקריים: טכניקות של תכנון פיזי של שימושי קרקע וטכניקות של טיפול בבסיס הכלכלי של העיר (כמו- מיסוי). Downs (1998), Pendall (1999) ו-Hadly (2000) מסווגים את הכלים על פי היקפי מימוש וגורם מפעיל: כלי מדיניות או כלים כלכליים בקנה מידה אזורי או מטרופוליני, המופעלים בדרך כלל על ידי המדינה או הממשל הפדרלי, לעומת נקיטת צעדים וטכניקות ספציפיות, המתבטאים בדרך כלל בכלים פיזיים לניהול שימושי קרקע (כמו איזור, גבול גידול וכד') המופעלים על ידי המימשל המקומי. לעומתם האן (2001) מזהה שתי קבוצות מרכזיות של כלים: כלים המטפלים ישירות בזכויות או בבעלות על הקרקע, וכלים רגולטיביים וכלי מדיניות שאינם נוגעים ישירות לזכויות במקרקעין. אנו זיהינו שלושה סוגים עיקריים של כלים: כלים פיזיים-מרחביים, כלים כלכליים וכלי מדיניות או כלים מוסדיים.

קבוצת הכלים הפיזיים-מרחביים היא הקבוצה הגדולה ביותר מבין קבוצות הכלים לניהול הגידול. קבוצה זו כוללת כלים תכנוניים ורגולטיביים המתערבים ישירות במרחב הפיזי, וזאת באמצעות תכנון מערך עירוני של שימושי קרקע, הכוונת הפיתוח לאזורים מוגדרים ושימור שטחים פתוחים על ידי חקיקה. בקבוצה זו זיהינו ארבע תת-קבוצות עיקריות של כלים: ריכוז וציפוף הפיתוח במרקמים עירוניים קיימים, קביעת עיתוי ומיקום הפיתוח, שימור שטחים פתוחים והפחתת התלות בכלי-רכב פרטיים. דוגמא מוכרת לכלי המשתיך לקבוצה זו הוא גבול הגידול העירוני, המכונה (Urban Growth Boundary) UGB, אשר יושם בהרחבה בכל הערים במדינת אורגון ובמדינות נוספות בארה"ב (אלתרמן, 1997; האן, 2001; DLDC, 1992; Schiffman, 1999a; Johnson, 2001). כלי מרכזי נוסף הוא כלי האיזור (zoning) המוגדר ככלי רגולטיבי לשימור שטחים פתוחים. (האן, 2001).

¹ נעמוד ביתר הרחבה על כלים אלו בהמשך.

לקבוצת הכלים הכלכליים משתייכים כלים המשפיעים בצורה עקיפה על המרחב הפיזי באמצעות התערבות כלכלית או פיסקלית. התערבות זו באה לידי ביטוי בתכניות כלכליות המצטרפות לתשריטים פיזיים, בכלים הקשורים למיסוי מוניציפלי או מיסוי על קרקעות, ובתמריצים כספיים ישירים המוענקים לבעלי קרקעות או יזמים. שתי דוגמאות לכלים כלכליים הם כלי שיתוף היזמים ה - APFO (Adequate Public Facilities Ordinance) (Pendall, 1999), או כלי שיתוף בסיס המס בין מספר רשויות מוניציפליות (Razin, 1998; Atkinson, 1996; Downs, 1998;).

בקבוצת הכלים המוסדיים נמצאים כלים רגולטיביים לעצירת הזחילה העירונית באמצעות יישום ואכיפת מדיניות מצד רשויות התכנון. כלים אלו אינם מתמקדים רק במרחב הפיזי (כמו קבוצת הכלים הראשונה) או בכוחות השוק (כמו קבוצת הכלים השנייה), אלא בעיקר בתפקודן המקצועי והיעיל של רשויות התכנון המקומיות והאזוריות. אחד הכלים בקבוצה זו הוא איגוד של מספר רשויות מקומיות לגוף תכנוני אזורי אחד, כמו ה-Metro בפורטלנד שבמדינת אורגון (Razin, 1998).

החוקרים אינם מצביעים בדרך-כלל על כלי זה או אחר ככלי הבלעדי לטיפול בבעיית הזחילה העירונית, אך מנתחים את יעילותם של כלים מסוימים ביחס לכלים אחרים. כך הוא הטיעון, שתכנון סטטוטורי כוללני-ארצי אינו מצליח בדרך-כלל לעצור את הזחילה העירונית, ולכן עדיף להתמקד בתכנון קומפקטי ברמה המקומית (Razin, 1998). כאשר כבר מופעל כלי כוללני, כמו למשל גבול גידול אזורי, רצוי להפעילו תוך תיאום וסינכרון בין כל הרשויות שבתוכו, ובמקביל להפעיל כלים מקומיים, כמו איזור או עידוד בנייה של יחידות דיור קטנות (Pendall, 1999). מבין הכלים המקומיים החוקרים מציינים את הכלים הכלכליים כאפקטיביים במניעת הזחילה, ובייחוד כלי נטל היזמים, אשר מעודד יזמים להעלות את צפיפויות הפיתוח כתוצאה מעלות התשתיות והשירותים המועמסת עליהם מצד הרשות המקומית (Pendall, 1999; Johnson, 2001). החוקרים מדברים גם על הצורך לשלב בין הכלים השונים בראיה אסטרטגית ארוכת-טווח. אחת האסטרטגיות המומלצות היא ליצור מנגנון פיסקלי של שיתוף בבסיס המס של מספר רשויות מקומיות, בצירוף מנגנון תכנוני-רגולטיבי, במטרה לרסן את האינטרסים הכלכליים המניעים רשויות לפתח שימושי קרקע עיסקיים בדפוס מפוצל וזוחל (Atkinson & Oleson, 1996; Razin, 1998; Razin & Rosentraub, 2000).

במהלך שני העשורים האחרונים יושמו כלים לניהול הגידול וגישות תכנון קומפקטיות או "ניו-אורבניסטיות" במספר רב של ערים ומחוזות בארה"ב וכן במספר ערים באירופה, ובהתאם החלו להצטבר עדויות בספרות באשר ליעילותן של שיטות אלו במניעת זחילה עירונית (DLCD, 1992; Nelson, 1999; Pendall, 1999). עם זאת קשה עדין לקבוע בוודאות, האם מדיניות ניהול הגידול מונעת לחלוטין זחילה ומשיגה מטרות "בנות-קיימא" לאורך זמן (Fulton, 1996; Dieleman, 1999; Williams, 2000; Kline, 2000; Bontje, 2001). ויכוח נוקב ועקרוני באשר ליעילותן של מערכות ניהול הגידול וליכולת האופרטיבית לרסן את תופעת הזחילה העירונית. בדומה לויכוח המעשי והערכי על השלכותיה של התופעה, גם כאן נחלקים ה"מחנות" למצדדי הזחילה, המייצגים גישה תכנונית ליברלית ומבוזרת, לבין מתנגדי הזחילה, המייצגים גישה תכנונית צנטרליסטית. מצדדי המדיניות לניהול הגידול מונים את היעדים החיוביים הצפויים להשגה באמצעותה, בעוד שהמתנגדים טוענים שיתרונות אלו טרם הוכחו הלכה למעשה. לטענתם, מדיניות זו מובילה לעיתים להגברת הזחילה, ובכל מקרה כלים

לניהול הגידול מצמצמים יוזמה ויצירתיות ומובילים לתסכול בקרב מתכננים ברמה המקומית (Deakin, 1989; Fischel, 1989; Niebanck, 1989; Nicholas, 1989; Kaiser et al., 1995).

אחד הטיעונים המרכזיים המועלים כנגד כלים לניהול הגידול הוא, כי יישום כלים אלו גורם לעלייה ניכרת במחירי הקרקעות, וכתוצאה מכך מועתק הפיתוח למקומות אחרים בהם הקרקע זולה יותר. מכאן, שלעיתים כלים לניהול הגידול במקום אחד עלולים בעקיפין להגביר את הזחילה במקום אחר (Gordon & Richardson, 1997a; Levine, 1997). טיעון שכיח נוסף הוא, כי כלים פיזיים לריסון הגידול אכן תורמים לניהול בר-קיימא של שימושי הקרקע המסייע בבלימת הפירבור, אך בהיבטים אחרים הם עלולים לפגוע באיכות חיי התושבים, ולפיכך תרומתם להשגת מטרות בנות-קיימא היא חלקית ולא חד-משמעית (Dieleman, 1999; Williams, 2000).

סוגייה נוספת בויכוח לגבי יעילותם של כלים לניהול הגידול היא הקשר שבין השימוש בתחבורה ציבורית לבין ריסון הגידול העירוני. מתנגדי הזחילה העירונית מציעים להפחית את השימוש בכלי-רכב פרטיים וזיהום האויר הנובע ממנו באמצעות כלים כמו ציפוף המרקם הבנוי ומתן עדיפות לתחבורה ציבורית בתכנון העירוני. הם מבססים את טענתם לגבי יעילותו של כלי זה במחקרים המצביעים על קשר שלילי מובהק בין צפיפות עירונית לבין השימוש בכלי-רכב פרטיים, דהיינו בערים צפופות משתמשים פחות ברכב פרטי (Newman, and Kenworthy, 2000). בנוסף, קיימות מספר עדויות להצלחתם של כלים המעודדים שימוש בתחבורה ציבורית, כמו למשל מערכת ה-LUTRAQ בפורטלנד שבמדינת אורגון¹ (Schiffman, 1999a).

לעומתם גורסים מצדדי הזחילה, כי תכנון קהילות קומפקטיות בעלות אוריינטציה לתחבורה ציבורית אינו מוביל להפחתה במספר הנסיעות בכלי-רכב פרטיים או לירידה בזיהום האוויר. לדבריהם, זיהום אויר מושפע ממספר גורמים כמו מיקום מרכזים עירוניים ראשיים, משטרי רוחות, מחסומים טופוגרפיים, טמפרטורות ותנאי אקלים. לטענתם טרם הוכח קשר ישיר ומובהק בין הפעלת מערכות של תחבורה ציבורית לבין הפחתת כמות הנסיעות או ירידה משמעותית בזיהום האוויר (Burchell et al., 1998). בנוסף, יש הטוענים, כי השימוש בכלי-רכב פרטיים ועומסי התנועה נמצאים במגמה מתמדת של גידול, וכי בכל מקרה לא ניתן לשנות הרגלי נסיעה והשלכות של זיהום אויר באמצעות דפוסי פיתוח מרחביים קומפקטיים (Deakin, 1989; Downs, 1998; Ingram, 1998; Williams, 2000).

כתשובה למחקרים המציגים את מערכות התחבורה הציבורית כאפקטיביות, מובאים מחקרי נגד השוללים זאת. Gordon and Richardson (1997a) טוענים, לדוגמה, כי מערכת ה-LUTRAQ בפורטלנד שבמדינת אורגון השפיעה על פליטת מזהמים בשיעור של 6% בלבד, בעוד שמגבלות על סוג הדלקים המותרים בשימוש, כפי שיושמו בקליפורניה, הובילו לירידה משמעותית רבה יותר בהתרעות לערפיה. Burchell et al. (1998) מצטטים מחקר של Burchell (1992), על-פיו הפחתה בזיהום אוויר תתרחש בצורה שווה תחת תנאים של זחילה או של פיתוח אחר, והיא תלויה בעיקר במגבלות לגבי פליטת מזהמים שישפיעו על ייצור כלי-רכב ידידותיים יותר לסביבה. טענה זו תואמת ממצאי מחקרים נוספים (Johnson, 2001). בנוסף, טוענים Gordon and Richardson

¹ זהו כלי פיזי-מרחבי לעידוד השימוש בתחבורה ציבורית, על-ידי תכנית משולבת של שימושי קרקע, תחבורה ואיכות סביבה. למשל, בפורטלנד שבאורגון הוסבו שטחי חניה נרחבים במרכז העיר לכיכרות להולכי רגל, ודרך מהירה אחת הוסבה לפארק.

(1997a), כי למרות התמיכה הפדרלית הנרחבת ב- 25 השנים האחרונות במערכות של תחבורה ציבורית, רק 5% מהיוממים משתמשים במערכות אלו, בעוד ש- 95% מיוממים בכלי-רכב פרטיים.

ניתן לזהות שלושה גורמים עיקריים לקושי בהערכת יעילותם של כלים לניהול הגידול במניעת זחילה עירונית: ראשית, אי הבהירות בהגדרת המונח "זחילה עירונית" גורמת למחסור במדדים אוניברסליים ומוסכמים, באמצעותם ניתן לבדוק האם רמת הזחילה אכן ירדה בעקבות הפעלתם של כלים לניהול הגידול, לדוגמה האופן השונה בו נמדדת צפיפות עירונית במדינות שונות (Pendall, 1999); שנית, מורכבותה של המערכת העירונית אינה מאפשרת בידוד ובקרה מוחלטת על משתנים, או השוואה "בתנאי מעבדה" בין מקומות בהם יושמו כלים לניהול הגידול לבין מקומות בהם לא יושמו כלים כאלו. כמו-כן קיים קושי להשוות את מידת ההצלחה של כלים שונים, שכן התנאים הדרושים ליישום שונים זה מזה ואופן השימוש בהם שונה ממקום למקום, וכמו-כן התוצאות של כלים אלו ניכרות לאחר תקופת זמן ארוכה יחסית. ניתן להתגבר חלקית על בעיה זו על-ידי השוואה בין מדינות עם/בלי מערכות לניהול הגידול בהן שוררים תנאים דומים (Nelson, 1999). לבסוף, קיים חוסר הסכמה בסיסי בין מצדדי הזחילה לבין מתנגדיה לגבי אותם ממצאים עובדתיים הנוגעים להפעלת כלים לניהול הגידול, וזאת כתוצאה מחילוקי דעות אידיאולוגיים לגבי "ערכיותה" של תופעת הזחילה (ראו הויכוח לגבי יעילותן של מערכות תחבורה ציבורית, המפורט לעיל).

לסיכום, אסטרטגיות פיתוח המשלבות כלים לניהול הגידול טרם הוכחו כאפקטיביות בריסון תופעת הזחילה העירונית, אם כי חלקן יושמו במספר ארצות, ולדעת רבים, בהצלחה רבה. כמו הויכוח האידיאולוגי לגבי "ערכיותה" של הזחילה העירונית, כך גם הויכוח לגבי יעילותם של כלים לריסון התופעה מייצג, למעשה, שתי גישות תכנוניות וערכיות שונות: גישה ציבורית המאמינה ביכולתן של רשויות התכנון לבקר ולשלוט בתופעה באמצעות הפעלת כלים אופרטיביים, וגישה אינדיבידואלית הרואה בזחילה תופעה כלכלית טבעית ובלתי נמנעת, שאינה ניתנת לריסון באמצעות כלים רגולטיביים כלשהם.

פרק 3:

שיטות למדידת זחילה עירונית

מדדים רבים מוצעים לשמש ככלי מדידה של תופעת הזחילה העירונית, אם כי חלקם הגדול טרם נבדק במחקרים אמפיריים והם מושאלים מתחומי מחקר שונים. מטרתנו בפרק זה לסקור את כלי המדידה השונים כפי שהוצגו בספרות, ולהציג את יתרונותיהם וחסרונותיהם כבסיס לבחירת המדדים אשר שימשו למדידת התופעה בישראל.

כפי שהוצג בפרקים הקודמים, חוקרים רבים זיהו את הבעייתיות במונח "זחילה עירונית" ואת היעדרה של הגדרה אחידה למונח זה. כתוצאה מכך, מרבית המחקרים מתמקדים בניסיונות להעריך את ההשלכות הכלכליות והחברתיות של הזחילה, מבלי שהם מגדירים במדויק את מאפייני או מדדי התופעה (Burchell et al., 1998). מאחר ולא קיימים מדדים מוסכמים של מאפייני תופעת הזחילה, מעטים הם המחקרים המציגים מודלים אנליטיים המבטאים קשר ברור בין מאפייני הזחילה לבין הגורמים לה (מטרתו של המחקר הנוכחי), ומאפשרים בחינה כמותית של יעילותם של כלים תכנוניים לריסון התופעה.

בהתאם לטיפולוגיה שהציעו Torrens & Alberti (2000), ניתן למיין את המחקרים העוסקים בתופעת הזחילה העירונית לארבע קבוצות עיקריות: מחקרים העוסקים בתיאור מאפייני הזחילה, על ידי שימוש במדדים כמותיים; מחקרים העוסקים בזיהוי הגורמים לזחילה עירונית וביכולת לחזות אותה, תוך שימוש במודלים מתמטיים; מחקרים המנתחים את השלכות התופעה, באמצעות ניתוח עלויות כלכליות, חברתיות, או סביבתיות; ומחקרי מדיניות המציעים מגוון של שיטות לטיפול בתופעה, באמצעות כלים תכנוניים לניהול הגידול וויסות של שימושי קרקע.

מטרתו העיקרית של מחקר זה היא לתאר ולהסביר את תופעת הזחילה העירונית בישראל¹, ולפיכך הוא משתייך לשתי הקטגוריות הראשונות דלעיל. כלומר, במסגרת עבודה זו בחרנו לעסוק בעיקר בתיאור התופעה על-ידי מדידה כמותית של חלק ממאפייניה, ובהסבר התופעה על-ידי ניסוח מודלים המבטאים קשרים וזיקות בין מאפייניה לבין גורמים להיווצרותה והעצמתה במרחב, והמאפשרים חיזוי של התופעה בעתיד. עבודה זו אינה עוסקת בניחות השלכות של תופעת הזחילה העירונית או בחינת יעילותם של כלים תכנוניים לריסונה בישראל, ולכן מומלץ לחקור כיוונים אלו במסגרת מחקרי המשך. יש לציין, כי לצורך בחינה אמפירית ורטרוספקטיבית של יעילותם של כלים תכנוניים מרסנים, כמו אלו שהוצעו לקראת סוף שנות ה-90 במסגרת תכנית אב לישראל 2020 או תמ"א/35², תידרש תקופת זמן מספקת, מעבר לתקופה הנחקרת במסגרת עבודה זו.

ניתן לסווג את המדדים שפותחו במסגרת מחקרים שונים לצורך זיהוי ומדידת מאפייני הזחילה העירונית לקבוצות שונות. אנו זיהינו חמש קבוצות עיקריות של מדדים: מדדים של שיעורי גידול

¹ לפירוט מטרות המחקר ראו פרק 4.

² יש לציין כי הפרקים הקודמים של סקירת הספרות כללו איזכורים גם ממחקרים המשתייכים לשתי הקטגוריות האחרות, כלומר מחקרים המנתחים את השלכות התופעה ומחקרי מדיניות המציעים כלים לריסונה.

אוכלוסייה, מדדי צפיפות, מדדים מרחביים-גיאומטריים, מדדי נגישות ומדדים אסתטיים. כמו כן זיהינו שתי גישות עיקריות למדידת הזחילה העירונית: גישה ישירה המתמקדת בשטחים הבנויים, וגישה עקיפה המתמקדת בשטחים שאינם בנויים, כלומר בשטחים הפתוחים, וליתר דיוק בהיקף אובדנם לאורך זמן, כתוצאה מהפיתוח העירוני (ראו למשל, פרנקל, 2001; Nelson, 1999). גישה עקיפה נוספת מתייחסת לזחילה העירונית כתוצר של העדר מדיניות תכנונית מרכזית. במקרה זה הזחילה מהווה "תמונת ראי" של מדיניות ניהול הגידול, ולכן ניתן לאמוד אותה בעקיפין על-ידי בחינת יישומם של כלים לניהול הגידול, כמו תקנות המגדירות ערכי מינימום של צפיפויות פיתוח, או תכניות לעידוד תחבורה ציבורית (Weitz, 2000). בסקירה שלהלן נתמקד בשלושת סוגי המדדים אשר יושמו בפועל בעבודתנו: שיעורי גידול, מדדי צפיפות ומדדים מרחביים-גיאומטריים.

שיעורי גידול אוכלוסייה ומדד הזחילה הפשוט

במונחים של שיעור גידול, כלומר קצב השתנות לאורך זמן, הזחילה מוגדרת כמצב בו שיעור הגידול בפרברים גבוה יותר משיעור הגידול בעיר המרכזית (Jackson, 1985); או כמצב בו שיעור גידול התשתיות הפיזיות גבוה משיעור גידול האוכלוסייה (Weitz, 2000; Hadly, 2000).

ההגדרה הראשונה, על-פיה זחילה היא מצב בו שיעור הגידול בפרברים גבוה משיעור הגידול בעיר המרכזית, הובילה חוקרים לבצע סוגים שונים של השוואות דיכוטומיות של שיעורי גידול אוכלוסייה¹ בין הפרברים לבין עיר הגלעין או בין טבעות שונות מסביב לעיר הגלעין באותו מטרופולין (Karakover, 1996). עבור ההגדרה השנייה של זחילה עירונית במונחים של שיעורי גידול, הוצע בספרות מדד הנקרא מנת הזחילה או קבוע הזחילה (SI Sprawl Quotient or Index), ואנו בחרנו לכנותו "מדד הזחילה הפשוט". מדד זה מוגדר כיחס בין שיעור גידול התשתיות הפיזיות לבין שיעור גידול האוכלוסייה בתקופה נתונה. על-פי הספרות זחילה מוגדרת כמצב בו $SI > 1$ (Weitz, 2000; Hadly, 2000), כלומר כאשר שיעור גידול התשתיות הפיזיות גבוה משיעור גידול האוכלוסייה בתקופת זמן מוגדרת.

במונה משוואת מדד הזחילה הפשוט ניתן להציב ערכים שונים של תשתיות פיזיות כמו: שטח בנוי כללי, אורך דרכים, מס' כלי-רכב או מס' יחידות דיור. תקופת הזמן שעבורה נמדדים שיעורי הגידול יכולה לנוע משנה בודדת ועד מספר שנים, בהתאם לזמינות הנתונים. כמו כן, בספרות אין הנחיה מפורשת באיזה קנה מידה המדד תקף. ישנה הנחה, כי הגיוני יותר להשתמש במדד זה ברמת המטרופולין, אך עדין חסר מידע מחקרי על-מנת לקבוע זאת בוודאות (Weitz, 2000). השוואה בין שיעור גידול האוכלוסייה לבין שיעור גידול השטח הבנוי מבטאת, למעשה, את שיעור גידול הצפיפות הממוצעת באזור הנחקר. כאשר שיעור גידול האוכלוסייה גבוה משיעור גידול השטח הבנוי, משמעות הדבר שהצפיפות הממוצעת באזור הנחקר גדלה, וכאשר שיעור גידול האוכלוסייה נמוך משיעור גידול השטח הבנוי הדבר מעיד על כך שהצפיפות באזור ירדה (Pendall, 1999). בהקשר זה של צפיפות, זחילה מוגדרת כמצב בו הצפיפות נמצאת במגמת ירידה לאורך זמן ובמרחק הולך וגדל ממרכז עירוני כלשהו (ראו בהרחבה בסעיף הבא).

מדד הזחילה הפשוט, שמבטא גם את מגמת הישתנות הצפיפות הממוצעת, הוא שכיח מאוד במחקר העירוני בכלל, ובישראל בפרט. במחקרים אשר בוצעו בשנים האחרונות בישראל נעשו

¹ ניתן למדוד גם שיעורי גידול של תשתיות פיזיות או כל פעילות עירונית אחרת, ואולם מרבית המחקרים בנושא מתמקדים בשיעורי גידול אוכלוסייה.

השוואות בין שיעורי גידול אוכלוסייה לבין שיעורי גידול של שטחים בנויים, ונמצא כי שיעור גידול השטחים הבנויים גבוה משיעור גידול האוכלוסייה, עובדה המצביעה, לכאורה, על אפשרות של זחילה. לדוגמה, שושני וגולדשלגר (Shoshany & Goldshleger, 2002) מצאו, על בסיס מדידות שבוצעו עבור "ישראל 2020" ב-1103 יישובים ובתשתית בינעירונית, כי בין השנים 1983 ל-1990 השטח הבנוי בישראל גדל בממוצע ב-38% בעוד שהאוכלוסייה גדלה ב-23%, ואילו הצפיפות הממוצעת ירדה ב-11% (מ-3232 נפש/קמ"ר ל-2886 נפש/קמ"ר).

מדדי צפיפות

Ewing (1994, 1997) הגדיר צפיפות פיתוח נמוכה בשוליים העירוניים כאחד המאפיינים המרכזיים של הזחילה העירונית, ולפיכך חוקרים רבים המתארים את התופעה מתייחסים לצפיפות הפיתוח ומציעים דרכים שונות למדידתה. הגדרת המושג "צפיפות" שונה במדינות שונות ובתחומי מחקר שונים (אלתרמן וצירצ'מן, 1998; Chin, 2002; Churchman, 1999). צפיפות עירונית מוגדרת, באופן כללי, כיחס שבין כמות הפעילות העירונית לבין שטח הקרקע עליו היא מתבצעת. "פעילות עירונית" עשויה להיות כמות של יחידות דיור, נפשות או מועסקים. לא ברור אילו מהמשתנים הללו מייצג בצורה הטובה ביותר את תופעת הזחילה, ולכן במקרים רבים נבדקים צירופים שונים של סוגי פעילויות (Razin & Rosentraub, 2000). עם זאת, לרוב נהוג לבטא את הצפיפות העירונית כמספר נפשות או כמס' יחידות דיור ליחידת שטח. חלק מהחוקרים מעדיפים לחשב צפיפות של יחידות דיור, מפני שלטענתם מדד זה מייצג טוב יותר את היבט ניצול הקרקע (Galster et al., 2001). לעומת זאת בישראל ראוי להשתמש בצפיפות האוכלוסייה ליחידת שטח, וזאת על-מנת לנטרל את השונות הגבוהה בין גדלי משקי בית, הנובעים מהטרוגניות האוכלוסייה (Frenkel, 2004b). ניתן לבטא גם את הערך ההופכי של הצפיפות, המכונה בספרות מדד צריכת קרקע למשק בית (Per Household Land) PHLC (Consumption), המוגדר כיחס שבין השטח הבנוי לבין מס' משקי בית (Hadly, 2000).

לגבי קנה המידה, קיימת אי-אחידות בהגדרת יחידת החקירה וממוצע הצפיפות שאליו משווים את צפיפות ה"מרקם הזוחלי". ערך הצפיפות תלוי במידה רבה בקנה המידה של יחידות החקירה השונות. ניתן למדוד צפיפויות ממוצעות באזור מטרופוליני, בעיר, או במרקמים מסויימים בתוך עיר (שכונות, רובעים וכד'). ערכי הצפיפויות הנמדדות ביחידות החקירה הללו יהיו שונים ועלולים להשפיע על מסקנות המחקר. לגבי צפיפות ברוטו או נטו, ישנם חוקרים הסבורים שיש למדוד צפיפות יישובית נטו, כלומר צפיפות באזורי מגורים בלבד, תוך הפחתת שטחים כלל-יישוביים שאינם ממוקמים בתוך אזורי המגורים כמו שטחים פתוחים ציבוריים, בתי עלמין, אזורי תעשייה, מזבלות וכד'; לעומתם יש כאלו הסבורים, כי מדידת צפיפות ברוטו יישובית מאפשרת הסתכלות נרחבת יותר על הדינמיקה העירונית (Torrens & Alberti, 2000). לדעתנו, הפתרון ההגיוני במקרים אלו, הוא למדוד את שני סוגי הצפיפויות (ברוטו ונטו) ולהשוות ביניהם. אם, למשל, קיים פער גדול בין צפיפות מגורים ברוטו לצפיפות מגורים נטו, הדבר מעיד על כך, שקיים בעיר היצע רחב של שימושי קרקע אחרים, כמו תעסוקה ושירותים, בעוד שפער קטן בין ערכי נטו וברוטו של צפיפות המגורים מעיד על היצע מוגבל של שימושים אלו (Frenkel, 1998).

בהקשר של צפיפות נמוכה, ניתן לזהות בספרות שתי דרכים עיקריות המשמשות למדידת תופעת הזחילה. הדרך האחת, היא להשוות את הצפיפות הממוצעת, או את תמהיל הצפיפויות באזור הנחקר, לערך סף כלשהו המוסכם מראש, או להשוות צפיפויות בין אזורים שונים. אם הצפיפות

הנמדדת נמוכה מערך זה, או אם הצפיפות באזור הנחקר נמוכה מהצפיפות באזור אחר, יוגדר אותו אזור כ"זוחל". לדוגמה, Weitz (2000) הציע לבדוק האם הבנייה בפועל היא בצפיפויות נמוכות מהצפיפויות המותרות בתכניות, או האם כמות הקרקע המפותחת למגורים גדולה מהכמות שנחזתה כדרושה, שכן במקרים אלו ייחשב אותו אזור כזוחל. לעומתו, Ewing et al. (2002) בדקו את אחוז האוכלוסייה המתגוררת בצפיפות נמוכה מ-1500 נפש למייל רבוע ואת אחוז האוכלוסייה המתגוררת בצפיפות מעל 12,500 נפש למייל רבוע במספר אזורים מטרופוליניים בארה"ב. האזורים המטרופוליניים דורגו כזוחלים או קומפקטיים בהיבט הצפיפות, על-פי אחוז האוכלוסייה המתגוררת בהם, בהתאם לקריטריונים אלו של צפיפות.

הדרך השנייה לזהות זחילה על-פי מדד הצפיפות, היא לבדוק את מגמת ההשתנות של ערכי הצפיפות במקומות שונים ולאורך זמן. אם מגמת ההשתנות מצביעה על ירידה בערכי הצפיפות כתלות במרחק או בזמן הרי שניתן להניח, כי באזור הנחקר התרחשה זחילה עירונית. בדיקת מגמת הישתנות הצפיפות לאורך זמן מהווה את אחד המדדים המרכזיים של זחילה עירונית. לדוגמה, על-פי מדד זה רווחת הדיעה, כי מרבית האזורים המטרופוליניים בארה"ב זוחלים¹, וכך גם בישראל².

מדד נפוץ נוסף של השתנות הצפיפות הוא שיפוע (גרדיאנט) הצפיפות, שהוא ערך הקבוע במשוואת המודל האקספוננציאלי השלילי, שפוצח לראשונה על-ידי Clark (1951). היתרון הבולט של מדד זה הוא האוניברסליות שלו, כלומר האפשרות להשתמש בו כמדד השוואתי במקומות שונים ובתקופות זמן שונות. בהקשר של תופעת הזחילה העירונית יש לציין, כי תצפיות רבות שבוצעו הן בארצות מפותחות והן בארצות מתפתחות מצביעות על מגמה אוניברסלית ברורה ועיקבית של ירידה בשיפוע הצפיפות לאורך השנים (Ingram, 1998).

צפיפות גבוהה מאוד מבטאת גם את מידת מרכזיותו העירונית והכלכלית של אזור מסויים. מרכזים עירוניים ראשיים (מע"רים) מתאפיינים באינטנסיביות גבוהה מאוד של בנייה, וכתוצאה מכך גם בצפיפות עירונית גבוהה מאוד. לעומת זאת, זחילה עירונית מתאפיינת בהיעדרם של מרכזים עירוניים, בהחלשותו של המע"ר המסורתי וביציאה של עסקים ושירותים מעיר הגלעין לפרברים ולערי קצה (ראו בפרק 1 לעיל). הביטוי המרחבי של תהליך זה הם שימושים מסחריים, "קניונים", המופיעים לאורך צירי תנועה מחוץ לערים הגדולות (commercial strip development), ובמקביל צפיפויות הולכות וקטנות עם השנים באזור המע"ר המסורתי בעיר הגלעין. על-מנת לכמת את רמת המרכזיות של אזור מסויים פותחו מדדי צפיפות שונים. למשל, Galster et al. (2002) פיתחו מדדים הבודקים האם אזור מסויים הוא חד-מוקדי או רב-מוקדי³ באמצעות מיפוי צפיפויות בתאים ששטחם מייל רבוע סביב מוקדים מרכזיים מזוהים, שבהם הצפיפויות הן גבוהות במיוחד. לעומתם Ewing et al. (2002) בדקו את אחוז האוכלוסייה המתגוררת במרחק של פחות מ-3 מייל מהמע"ר, אחוז האוכלוסייה המתגוררת במרחק מעל 10

¹ בין השנים 1950-1990 חלה ירידה של כ-44% בצפיפות האוכלוסייה במרבית האזורים המטרופוליניים בארה"ב (Burchell, 1998).

² בין השנים 1983 ל-1990 ירדה הצפיפות הממוצעת ברוטו ארצית בשטחים הבנויים בישראל ב-11% (Shoshany & Goldshleger, 2002).

³ במאמרם של Galster et al. (2002) נעשה שימוש במושג "גילעון", Nuclearity, כמבטא את מספר המוקדים העירוניים במרחב.

מייל מהמע"ר ואחוז האוכלוסייה הנמצאת ברדיוס ההשפעה של מרכז אזורי, ועל-ידי כך השוו את רמת הזחילה בהיבט המרכזיות בין מספר אזורים מטרופוליניים.

מדדים גיאומטריים ומרחביים בגישה האקולוגית

הגישה האקולוגית

בסעיפים הקודמים דנו במדדי זחילה המתמקדים באוכלוסייה המתגוררת בשטח העירוני הנחקר (כמו שיעורי גידול או צפיפות). בסעיף זה נדון בקבוצת מדדים נוספת המתמקדת בתכסית הקרקע העירונית. אחת מגישות המחקר הנפוצות לבחינת תכסיות קרקע של מרקמים נופיים (landscape structure) היא הגישה האקולוגית. הגישה האקולוגית שימשה, במקורה, לצורך ניתוח תהליכים בטבע. תמצית גישה זו היא מיון הנוף לסוגים שונים של כתמי קרקע (patches) המייצגים סוגים הומוגניים של שימושי קרקע באזור מסוים ו/או בתקופת זמן מסוימת, וביטוי כמותי של מאפייני ההרכב והתצורה של כתמים אלו. במסגרת הגישה האקולוגית פותחו מאות מדדים לבחינה כמותית של תכסיות קרקע (Turner, 1989; McGarigal & Marks, 1995; Gustafson, 1998; Koomen et al., 2002). בגישה האקולוגית בוחנים, למעשה, שני מאפיינים עיקריים של תכסית הקרקע: תצורה (configuration) והרכב (composition). מאפיין התצורה כולל את הגיאומטריה והפריסה המרחבית של תכסית הקרקע, ואילו מאפיין ההרכב כולל את רמת הגיוון וההטרוגניות של תכסית הקרקע, ללא התייחסות להיבטים של פריסה מרחבית (McGarigal & Marks, 1995). בסקירתנו זיהינו שתי גישות עיקריות למדידת מאפייני תכסית הקרקע: גישה אגרטיבית, כלומר, הפעלת המדדים על המרקם הנחקר כמיקשה אחת וללא חלוקה לשימושי קרקע שונים; וגישה סרגטיבית, כלומר הפעלת המדדים תוך מיון התכסית לשימושי קרקע שונים.

Torrens & Alberti (2000) הציעו "לאמץ" את הגישה האקולוגית גם בניתוח תהליכים של זחילה בסביבה העירונית, באמצעות מיפוי האזור הנחקר לפוליגונים או "כתמי קרקע" המייצגים שימושי קרקע עירוניים שונים, וחישוב מדדים אקולוגיים המייצגים את מאפייניה הגיאומטריים והמרחביים של תופעת הזחילה העירונית, כמו: פיזור, קיטועיות, ועירוב שימושי קרקע. להלן יסקרו מספר מדדים, רובם¹ מובאים מהגישה האקולוגית, והוזכרו בספרות כרלבנטיים למדידת תופעת הזחילה העירונית.

דילוגי צפרדע

אחד ממאפייניה של תופעת הזחילה העירונית הוא אי רציפות או קיטועיות (פרגמנטציה) של המרקם העירוני. אחד הביטויים המרחביים של מאפיין זה הוא פיתוח בדפוס של "דילוגי צפרדע" (leapfrog) (Ewing, 1994, 1997), כלומר הרחקת הפיתוח החדש מהמרקם העירוני הישן אל השוליים העירוניים, תוך השארת שטחי קרקע פנימיים חסרי שימוש. לעומת זאת, ביטוי מרחבי למרקם קומפקטי ולא זוחל יהיה פיתוח בדפוס "צמוד דופן", כלומר הצמדת הפיתוח החדש למרקם העירוני הישן. מדדי דילוג או אי-רציפות דורשים מספר הגדרות א-פריוריות כגון: מהו תחום המרקם הישן ומהו המרחק המינימלי ממנו, עבורו ייחשב מרקם חדש "מדלג"; ולחילופין, מהי צפיפות הפיתוח המינימלית עבורה ייחשב דפוס לא רציף "זוחל". בהקשר זה טוענים Galster et al. (2001), כי לא כל פיתוח לא-רציף נחשב זוחל. למשל, פיתוח של מרכזים עירוניים

¹ יוצגו גם מדדים שפותחו במחקר העירוני, ולא דווקא במחקר האקולוגי, אך מתמקדים גם הם בתכסית הקרקע, ולכן מתאימים למיון זה.

צפופים, המופרדים על-ידי צירי תנועה וחייצים ירוקים אינו נחשב זוחל, בעוד שדפוס פיתוח דומה אולם בצפיפויות נמוכות כן ייחשב כזה. Peiser (1989) אף גורס, כי בניגוד להנחה הרווחת בקרב מתכננים, פיתוח ב"דילוגי צפרדע" עשוי להיות פעמים רבות קומפקטי הרבה יותר מאשר פיתוח רציף, בהיבט הצפיפות. Peiser בדק את הקשר שבין ערכי קרקעות לבין צפיפויות פיתוח בשלושה אזורים מטרופוליניים בארה"ב, ומצא, כי מקומות אשר בעבר אופינו בפיתוח "זוחל" בדפוס של דילוגי צפרדע, התמלאו לאורך זמן בצפיפויות גבוהות יותר. הסיבה לכך היא, שמגבלות רגולטיביות על פיתוח באזורים אלו גרם לעליית ערכי הקרקעות, כך שנוצר אילוץ כלכלי לפיתוח צפוף יותר באזורים אלו. על-סמך מחקרו של Peiser הסיקו Gordon & Richardson (1997b), שזחילה עירונית היא תופעה זמנית, ולכן לא נדרשת התערבות ממסדית לריסונה (ראו בהרחבה בפרק 1 שלעיל).

מדדי דילוג יושמו, למשל, בפורטלנד, אורגון שבארה"ב (Weitz, 2000). במקרה זה הוגדרו ערכי סף של מספר יחידות דיור בתוך גבול הגידול העירוני (ה-UGB) כמו למשל: לפחות 85% מכלל יחידות הדיור בתוך ה-UGB ימצאו בתוך המרקם העירוני הישן; לפחות 85% מיחידות הדיור החדשות, שנבנו ב-5 השנים האחרונות, ימצאו בתוך המרקם העירוני הישן או בצמוד לו; לכל היותר 5% מיחידות הדיור החדשות ב-UGB לא ימצאו בתוך המרקם העירוני הישן. השוואת מספר יחידות הדיור בפועל אל מול ערכי הסף שהוגדרו מאפשרת לקבוע, האם הפיתוח העירוני הוא בדפוס מדלג ולא-רציף או בדפוס צמוד-דופן.

מדד דילוג נוסף פותח על-ידי Galster et al. (2001), במסגרת עבודה מקיפה למדידת מספר מאפיינים של זחילה עירונית ב-13 אזורים מטרופוליניים בארה"ב. בעבודה זו חולק כל אזור מטרופוליני לתאי שטח שווים¹ בקנה מידה משתנה, ובכל תא נספרו תושבים ומועסקים. על-מנת לבדוק את היקף הזחילה בהיבט אי-רציפות ודילוגי צפרדע, הוגדר מדד רציפות (continuity), כסכום בינארי של תאי שטח בהם מתגוררים מעל 9 יחידות תושבים ומעל 49 יחידות מועסקים² לחלק לקנה המידה של המדידה. ככל שערכו של הממד מתקרב יותר לאחת, הפיתוח באזור נחשב רציף, וככל שערכו מתקרב לאפס הפיתוח באזור נחשב מקוטע וזוחל.

תצורה ופרקטלים

היבט נוסף של אי-רציפות וקטועיות, שהם אחד ממאפייניה המרכזיים של תופעת הזחילה העירונית, הוא מידת מילוי נמוכה של המרקם הבנוי במרחב. מרקם בעל צורה רגולרית ממלא את המרחב בצורה קומפקטית יותר, בעוד שמרקם שצורתו מפותלת ואי-רגולרית ממלא את המרחב בצורה פחות יעילה ומרוסנת, ויותר מפוזרת ומקוטעת, ועל-כן נחשב "זוחל" יותר. על-מנת למדוד את מידת המילוי של המרקם הבנוי, החוקרים מנסים בדרך-כלל להשוות את צורתו הגיאומטרית לצורות גיאומטריות רגולריות, כאשר הצורה הרגולרית והקומפקטית ביותר היא עיגול.

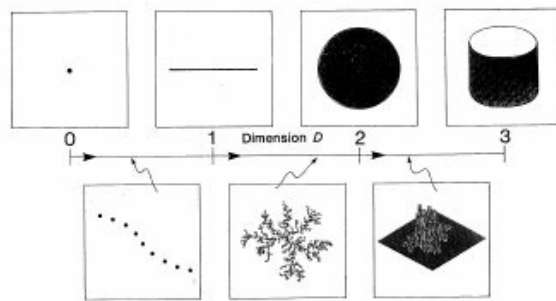
¹ קנה המידה המינימלי היה רבע מייל רבוע, והמקסימלי בהתאם לגודלו של האזור המטרופוליני הנחקר.

² מספר התושבים והמועסקים תלוי בקנה המידה של המדידה ותאי השטח שהוגדרו. למשל, בתאי שטח של מייל רבוע, נספרו תושבים ו-49,000 מועסקים כרף מינימלי לפיתוח רציף. בתאים אלו הערך הבינארי שנכנס לסכום הממד הוא אחד, ובתאים בהם מספר התושבים והמועסקים נמוך מהרף המינימלי הערך הבינארי הוא אפס.

אחד המדדים הנפוצים בקטגוריה זו הוא מדד התצורה, ה- Shape index (McGarigal & Marks, 1995). מדד זה בודק את מידת ההתאמה של פוליגון שטח לצורת עיגול, על-ידי חישוב היחס שבין היקף הפוליגון לבין שורש ריבועי של שטחו¹. ככל ששטח הפוליגון הנחקר קרוב יותר לעיגול, ערך SHAPE מתקרב ל-1, וככל שצורת השטח הנחקר פחות רגולרית ויותר מפותלת, ערך המדד גדול מ-1. מדד התצורה לא יושם עד כה במחקרים על זחילה עירונית, אך לדעתנו ניתן לישמו ככזה, שכן נוסחתו דומה מאוד לנוסחת המימד הפרטקלי, שיוסבר להלן, ואשר יושם במספר מחקרים על זחילה עירונית.

מימד פרקטלי D (fractal dimension) או פרקטל, הוא מונח הלקוח מתחום הגיאומטריה הפרקטלית אשר פותחה והוגדרה לראשונה על-ידי המתמטיקאי Mandelbrot בשנת 1983, על בסיס פיתוחים מתמטיים שונים מתחילת המאה ה-20. צורה פרקטלית מוגדרת כצורה לא מסודרת (אי-רגולרית) ובעלת דמיון עצמי, כלומר בעלת סידור פנימי החוזר על עצמו מספר רב של פעמים, בקנה מידה הולך וקטן (מרינוב, 1998). המימד הפרקטלי מוגדר כיחס מתמטי שבין גודל הצורה הנחקרת, לבין קנה המידה של המדידה, או כיחס שבין גודל הצורה הנחקרת לבין מימד ייחוס כלשהו, למשל אורך. מימד זה משמש מדד לפיתוליות (או למורכבות) של הצורה הנחקרת, וכן מדד לרמה בה הצורה הנחקרת ממלאת את המרחב (Batty & Kim, 1992; Batty & Longley, 1994).

תרומתו של המימד הפרקטלי היא בכך, שניתן באמצעותו למדוד ולתאר צורות פרקטליות מורכבות. כך, שאם במונחים של גיאומטריה מסורתית (איוקלידית) נקודה היא ממימד אפס, קו הוא חד-מימדי, שטח הוא דו-מימדי, ונפח הוא תלת-מימדי ($D = 0,1,2,3$ בהתאמה), הרי שבמונחים של גיאומטריה פרקטלית, המימדים של צורות פרקטליות יהיו בעלי ערכי ביניים לערכים אלו: קו מקוטע יהיה בעל מימד פרקטלי שבין 0 ל-1, קו מפותל או שטח לא מלא יהיו בעלי מימדים פרקטליים שבין 1 ל-2, וצורה לא מלאה כמו רכסי הרים תהיה בעלת מימד פרקטלי שבין 2 ל-3 (איור 3.1).



איור 3.1: מימדים פרקטליים על סקאלה רציפה (Batty & Longley, 1994, p. 76)

¹ נוסחת מדד התצורה מובאת בהמשך, בפרק 4.

בשנים האחרונות הפכה הגיאומטריה הפרקטלית לכלי נפוץ ושימושי לתיאור תופעות טבעיות רבות בתחומים כמו פיזיקה, כימיה וביולוגיה, וזאת בעקבות הצטברות עדויות רבות לכך, שתופעות אלו מתנהגות, בקירוב סטטיסטי, על-פי חוקיות פרקטלית. בעקבות זאת, החלו להשתמש בגיאומטריה הפרקטלית גם לתיאור תופעות אנושיות או חברתיות, ביניהן גם מערכות עירוניות, בהנחה שמערכות עירוניות כמו רשתות תחבורה או שירותים, הן בעלות הירארכיה פנימית, חזרתיות ודמיון עצמי, דבר המצביע על היותן פרקטליות (מרינוב, 1998; Batty & Kim, 1992; Batty & Longley, 1994; Benguigui, 1995).

באופן כללי קיימים שלושה סוגים של מימדים פרקטליים: מימד פרטקלי מסוג "אורך-קני"מ", מימד פרקטלי מסוג "שטח-קני"מ" ומימד פרקטלי מסוג "היקף-שטח" (שבמהותו זהה למימד פרקטלי מסוג "אורך-קני"מ"). ניתן להתייחס למימדים הפרקטליים כמדדים לחילה באופן הבא: מימד פרקטלי של גבול אזור ("אורך-קני"מ" או "היקף-שטח") שערכו קרוב יותר ל-1 יצביע על פיתוח מבוקר ומרוסן, בעוד שערך המתקרב ל-2 יצביע על פיתוח אי-רגולרי ולא מרוסן (Batty & Longley, 1994; McGarigal & Marks, 1995; Herold & Menz, 2001); לעומת זאת, מימד פרקטלי של שטח בנוי ("שטח-קני"מ") שערכו קרוב יותר ל-2 יצביע על פיתוח מלא ורציף, בעוד שערך הקרוב ל-1 יצביע על פיתוח מפוזר ולא רציף (Batty & Kim, 1992; Torrens & Alberti, 2000).¹

עם כן, בהתבסס על מאפיין הפיזור והקיטועיות של הזחילה כפי שהגדיר Ewing (1994, 1997), ניתן להערכתנו באמצעות מימדים פרקטליים לאפיין אזורים עירוניים כ"זוחלים", במידה והמימד הפרקטלי של גבולותיהם יהיה קרוב ל-2, והמימד הפרקטלי של שטחיהם יהיה קרוב ל-1. כמו-כן, עלייה בערכי מימדים פרקטליים מסוג "אורך-קני"מ" או "היקף-שטח" לאורך זמן תצביע על דפוס פיתוח בלתי מרוסן ו"זוחל", בעוד שירידה בערכים אלו לאורך זמן תצביע על מילוי המרחב בדפוס "קומפקטי".

מימדים פרקטליים ניתנים ליישום באופן אגרגטיבי, על כלל המרקם העירוני (ראו מרינוב, 1995; Benguigui, 1998), וגם באופן סגרגטיבי, כלומר, עבור שימושי קרקע שונים באותו מרקם. למשל, Batty & Longley (1994) חישבו מימדים פרקטליים מסוג "היקף-שטח" עבור פוליוגונים של שימושי קרקע שונים בעיר Swindon שבאנגליה, בשנת 1981. הם מצאו, כי קיימת שונות בין מימדים פרקטליים של שימושי קרקע שונים. לדוגמה, המימד הפרקטלי עבור שימוש קרקע לחינוך היה הנמוך ביותר, בעוד ששימוש קרקע למסחר/תעשייה היה בעל המימד הפרקטלי הגבוה ביותר. ההסבר לממצאים אלו היה, שבנייה לחינוך מבוקרת ומווסתת בצורה מרכזית, ולפיכך אופי הגידול בשימוש קרקע זה מרוסן יותר, ולכן גבולות הפוליוגונים "חלקים" יותר. לעומת זאת, בשימושי קרקע מסחריים ישנה פחות בקרה מרכזית, ולפיכך הפיתוח בשימושים אלו הוא פחות מרוסן, דבר המתבטא בגבולות מפותלים ואי-רגולריים של הפוליוגונים. דוגמה נוספת היא מחקרם של Herold & Menz (2001), שבדקו אזורים בנויים בסנטה ברברה, קליפורניה, והשוו ערכים של מימדים פרקטליים באזורי מגורים בצפיפות גבוהה, אזורי מגורים בצפיפות נמוכה ואזורי מסחר. הם מצאו, כי אזורי מגורים בצפיפות גבוהה הם מקוטעים יותר,

¹ תיאורטית, ניתן גם לחשב מימדים פרקטליים של ערים נקודתיות ($0 < D < 1$), או "ערים קומפקטיות", הצומחות לגובה ($2 < D < 3$), ואולם על-פי Batty & Kim (1992), הנסיון מלמד על כך, שערים נוטות להתפשט באופן דו-מימדי, ולכן המימדים הפרקטליים של קו ומשטח מייצגים את הגידול העירוני בצורה מיטבית.

ולכן המימדים הפרקטליים שלהם גבוהים, בעוד שאזורי מגורים בצפיפות נמוכה ואזורי מסחר ממלאים את המרחב בצורה קומפקטית, ולכן המימדים הפרקטליים שלהם נמוכים יותר¹. O`Neill et al (1988) השוו מימדים פרקטליים של שטחים פתוחים וגילו, כי באזורי חקלאות, המאופיינים בחלקות מרובעות ומישוריות, ערכי המימדים הפרקטליים נמוכים, בעוד שבאזורים הממוקמים בטופוגרפיה הררית או לאורך קו החוף, המאופיינים בצורה מפותלת ואי-רגולרית, ערכי המימדים הפרקטליים גבוהים יותר.

עירוב שימושי קרקע

מאפיין מרכזי נוסף של תופעת הזחילה הוא אי-עירוב, או עירוב נמוך, של שימושי קרקע. Ewing et al. (2002) מבחינים בשני היבטים של עירוב שימושי קרקע: האחד הוא הרכב או מגוון השימושים, כלומר מידת האיזון שבין מגורים לשימושים אחרים; והשני הוא מידת הנגישות של המגורים לשימושים האחרים, כלומר הפריסה המרחבית של שימושי הקרקע.

בהיבט הרכב השימושים, זחילה עירונית מוגדרת כצורת פיתוח הומוגנית המאופיינת במגוון דל של שימושי קרקע מעורבים ברמה העירונית והשכונתית, בייחוד שירותים ומסחר (Fulton, 1996); ולחילופין, מרקמים עם אחוז גבוה של שימושים מעורבים (מגורים עם מסחר ושירותים) נחשבים קומפקטיים ובני-קיימא (Jenks et al., 1996; Burton, 2000). הגדרה נוספת מתייחסת למידת האיזון שבין מספר התושבים למספר מקומות התעסוקה באזור מסוים, כמדד לעירוב שימושי הקרקע בו. במקרה זה זחילה נחשבת כמצב בו מופר האיזון בין מספר התושבים לבין מספר התעסוקות, כך שבאזור מסוים ישנם יותר תושבים ממקומות עבודה (Ewing et al., 2002), דבר שלדעתנו מתבטא גם במשקל גבוה של שימוש הקרקע למגורים לעומת משקל שימושי קרקע לתעסוקות.

קיימות שיטות רבות למדידת הרכב וגיוון שימושי קרקע בגישה האקולוגית. אחת השיטות השכיחות היא חישוב משקלו של כל שימוש קרקע (באחוזים) מסך השטח הנחקר באזור כלשהו. המדידה מתבצעת על-ידי סכימת שטחי פוליגונים של כל שימוש קרקע בנפרד, ושיקלולם ביחס לכלל השטח הנחקר. מדדים אלו של משקל שימושי קרקע הם נפוצים ובעלי חשיבות רבה בגישת המחקר האקולוגי, שכן הם מהווים אינדיקטורים לרמת הגיוון וההטרונגניות של אזורים טבעיים. אזורים הטרונגניים מאופיינים במגוון רב של שימושי קרקע, ולכן מתאפשרים בהם תהליכים אקולוגיים והתפתחותם של אורגניזמים שונים, מאשר באזורים הומוגניים המאופיינים במספר מועט של שימושי קרקע דומיננטיים (McGarigal & Marks, 1995). גם במחקר העירוני משתמשים במדדים של הרכב שימושי קרקע כאינדיקטורים לרמת ההטרונגניות של המרקם העירוני הבנוי. מדדים אלו מסייעים בהבנת תפקודם המרחבי ודפוסי הפיתוח של מרקמים עירוניים שונים. למשל, Frenkel (2004b) מצא, כי קיים קשר מובהק בין גודל יישוב ותפקודו המרחבי לבין הרכב שימושי הקרקע שלו: לדוגמא, שימוש הקרקע למגורים נמצא דומיננטי יותר בערי הטבעת התיכונה שמחוץ לגלעיני המטרופולין, בעוד שבערים עצמאיות המספקות שירותים לכלל האזור כגון גלעיני מטרופולין או ערים מחוץ לטווח ההשפעה של המטרופולין, משקל המגורים יורד לטובת שימוש הקרקע לשירותים.

¹ שימו-לב כי במקרה זה לא קיימת התאמה חד-ערכית בין מדדי זחילה שונים. דהיינו, אזורים קומפקטיים בהיבט הצפיפות יכולים להיות זוחלים בהיבט הפרקטל שלהם.

בהיבט של **נגישות ופריסה מרחבית**, זחילה עירונית מוגדרת כצורת פיתוח מפוזרת, מקוטעת ורב-מוקדית, המאופיינת בהפרדה מרחבית של שימושי קרקע וברמת נגישות נמוכה בין שימוש קרקע למגורים לבין שאר השימושים (Burchell et al., 1998; Ewing et al., 2002). פיזור מרחבי זה מונע תפעול יעיל של מערך תחבורה ציבורית, ולפיכך גורם לשימוש מוגבר של התושבים ברכב פרטי (שחר, 1997). כלומר, באזורים פרבריים בהם משקל שימושי קרקע שאינם מגורים נמוך, והשימושים האחרים מפוזרים במרחב המטרופוליני, היקף הנסיעות ברכב פרטי מחוץ ליישוב הפרברי לצורך צריכת השימושים שחסרים בו (תעסוקה, מסחר, שירותים) גבוה יותר, ולכן קיימת תלות גבוהה של התושבים בכלי רכב פרטיים. תלות גבוהה ושימוש מוגבר בכלי-רכב פרטיים הינם מאפיין מובהק נוסף של תופעת הזחילה העירונית (Ewing, 1994).

גם עבור מאפיין הפריסה המרחבית של שימושי קרקע קיימים מדדים כמותיים רבים שפותחו במסגרת הגישה האקולוגית (Gustafson, 1998; Koomen, 2002). מדדים אלו בוחנים את כתמי הקרקע, או את הפוליגונים הבדידים של שימושי הקרקע. בהקשר זה של פריסת כתמי קרקע, זחילה עירונית מוגדרת כצורת פיתוח הטרוגנית¹, המאופיינת במספר ובמגוון רב של כתמי קרקע בנויים, המרוחקים זה מזה ומופרדים על-ידי קרקע פנויה, כך שמתקבל מרקם בעל רמת קיטועיות (פרגמנטציה) גבוהה (Torrens & Alberti, 2000). ניתן לסווג את המדדים הללו לשתי קבוצות עיקריות: קבוצה אחת, המתמקדת ברמת הגיוון וההטרוגניות של הפוליגונים, וקבוצה שנייה, המתמקדת ברמת ההפרדה המרחבית של הפוליגונים.

אחד המדדים הפשוטים מהקבוצה הראשונה, הוא מספר הפוליגונים משימוש קרקע מסויים i (n_i). ככל שערכו גבוה יותר, כך האזור הנחקר נחשב הטרוגני יותר, מבחינת מגוון כתמי הקרקע. מדד נוסף הוא מדד צפיפות כתמי קרקע, המוגדר כיחס בין מספר הפוליגונים משימוש קרקע מסויים לבין השטח הנחקר. גם במקרה זה, ככל שערך מדד צפיפות כתמי הקרקע גבוה יותר, האזור הנחקר נחשב הטרוגני יותר. מדד נפוץ נוסף מקבוצה זו הוא מדד גודל כתם קרקע ממוצע (Mean Patch Size), אותו כינינו בעבודה זו **מדד הגפ"ם** (גודל פוליגון ממוצע). הגפ"ם מוגדר כיחס בין סך השטח משימוש קרקע מסויים לבין מספר הפוליגונים מאותו שימוש (McGarigal & Marks, 1995). ככל שערך מדד הגפ"ם נמוך יותר, האזור הנחקר מאובחן כהטרוגני, מעורב יותר מבחינת כתמי הקרקע ומקוטע, ולכן "זוחל" יותר (Torrens & Alberti, 2000).

מדדים אקולוגיים המשתייכים לקבוצת השנייה, הבודקות את ההפרדה המרחבית של פוליגונים או כתמי קרקע, ואשר הוצעו על-ידי Torrens & Alberti (2000) כרלבנטיים לתופעת הזחילה העירונית הם מדד ההידבקות, מדד הסמיכות ומדד הקירבה. מדד פיזור אחר שיושם במחקר עירוני, אך לא אומץ מהגישה האקולוגית, הוא מדד הפיזור של Suen (1998), אשר גם הוא מתואר במאמרם של Torrens & Alberti (2000). ככל הידוע לנו, מדדים לבחינת הטרוגניות ופריסה מרחבית של כתמי קרקע (פוליגונים) טרם יושמו במחקרים על זחילה עירונית, אלא רק הוצעו בספרות כאפשריים ליישום בתחום זה. על כל פנים, מדדים אלו לא יושמו בעבודתנו, ולכן לא יפורטו במסגרת סקירה זו.

¹ יודגש, כי מבחינת פריסה מרחבית של כתמי קרקע זחילה מוגדרת כצורת פיתוח הטרוגנית, בעוד שמבחינת הרכב שימושי הקרקע זחילה מוגדרת כצורת פיתוח הומוגנית, כפי שהוסבר לעיל.

לסיכום, מדדים אקולוגיים עשויים לספק מידע חשוב לגבי רמת עירוב שימושי הקרקע של מרקמים בנויים, אך טרם נעשה בהם שימוש נרחב במחקר העירוני. לכן, יש לבחון אמפירית ולאורך זמן את מידת תרומתם והרלבנטיות שלהם למחקר העירוני בהשוואה למחקר האקולוגי. בנוסף, יש לקחת בחשבון את מגבלותיהם של מדדים אלו המוזכרים בספרות. למשל, חלק גדול מהמדדים תלויים אלו באלו ולכן קיימים ביניהם מתאמים לינאריים גבוהים, מה שעלול לגרום לבעיה של מולטי-קוליניאריות (McGarigal & Marks, 1995; Forman & Gordon, 1986; Gustafson, 1998). Gustafson טוען בנוסף, כי במקרים רבים הרכב שימושי קרקע הוא המשתנה המסביר החזק ביו

תר לתופעות אקולוגיות מסוימות, עד כי השימוש במדדי גיאומטריים אחרים הופך להיות מיותר. בעיה נוספת היא סוג המיפוי המתאים לכל מדד. חלק מהמדדים מתאימים לשני הפורמטים של מפות (גם RASTER וגם VECTOR), ואולם חלקם מתאימים רק לפורמט מסויים של מפות, ועל-מנת להתאימם לפורמט השני יש צורך בנוסחאות תיקון של המדדים (McGarigal & Marks, 1995). ולסיום, יישום של מדדים אקולוגיים דורש הפעלתן של מערכות מידע גיאוגרפיות, שלצורך הקמתן והפעלתן נדרשים משאבים ומומחיות ספציפית (Pendall, 1999; Torrens & Alberti, 2000).

סיכום המסגרת התיאורטית של מחקר זה

Torrens & Alberti (2000) מציינים, כי בבחירת סוג המחקר של תופעת הזחילה העירונית יש להתחשב במספר שיקולים כמו הדינמיקה של התופעה, זמינות הנתונים, קנה המידה של יחידת החקירה וגורמים אנושיים אחרים. למשל, מודלים עירוניים "קלאסיים" אמנם פשוטים, יחסית, ליישום, אך לרוב הם סטטיים, ולכן אינם מתאימים תמיד לתאור דינמי של השתנות תופעת הזחילה העירונית לאורך זמן. לעומתם מודלים סימולטיביים מאפשרים תיאור דינמי של התופעה, אך דורשים בסיס נתונים רחב מאוד ולאורך תקופת זמן ארוכה; הגדרת קנה מידה של יחידת החקירה חשובה גם היא לצורך תאור תופעת הזחילה. בהקשר זה מומלץ לבחור קנה מידה שהוא רלבנטי לתהליכים החברתיים-כלכליים והפיזיים הקשורים לתופעת הזחילה העירונית, וכן לבחון את רגישות המודל שנבחר לאותו קנה מידה; בנוסף, בתהליך בחירת שיטת המחקר יש לקחת בחשבון גם גורמים אנושיים כגון התושבים, המבנה המוסדי-ארגוני, אינטרסים פוליטיים וכד'. אלו מרכיבים המסבכים את המערכת, אך מהווים חלק בלתי נפרד ממנה.

לסיכום, הזחילה העירונית עומדת במרכז ההתעניינות של חוקרים וגופים ציבוריים רבים, אך חקר התופעה טעון מספר שיפורים. Buerchell et al. (1998) בסקירתם המקיפה כארבעים שנות מחקר בנושא, מפרטים את עיקר הביקורת והבעיות העולות מהם. בראש ובראשונה, כמעט בכל המחקרים חסרה הגדרה מלאה ומדוייקת של תופעת הזחילה, לרבות מאפיינים ומדדים כמותיים שלה. שנית, הדיון על התופעה הוא רחב, אך מעטות הן העדויות האמפיריות התומכות בכל אחת מהעמדות. בניית בסיס נתונים לצורכי מחקר בנושא הוא כנראה יקר ובלתי אפשרי במקרים רבים. כתוצאה מכך, במחקרים אמפיריים רבים מושם דגש רב מדי על היבטים פיזיים של תשתיות, ופחות על היבטים אחרות כמו: אסתטיקה, חברה, מימשל וכד'. בנוסף, מרבית המחקרים מתבצעים באזורי פיתוח חדשים בפריפריה ולאורך תקופת זמן קצרה, כך שחסרים מחקרים בעלי פרספקטיבה ארוכת-טווח וכן מחקרים הבוחנים את השלכות הזחילה על מרכזי הערים. ולבסוף, מרבית המחקרים והמודלים של הזחילה מתמקדים באופן פשטני במספר

מצומצם של השלכות ישירות של הזחילה, ללא הסתכלות על התמונה הכוללת של השלכות עקיפות. הכלים המוצעים להתמודדות עם התופעה אינם חד-משמעיים וטרם הוכחו כאפקטיביים. מה גם, שבדרך-כלל מציגים רק שתי חלופות להשוואה, במקום מספר רב יותר של חלופות בנות-מימוש. יש אפוא ליצור מודלים בעלי יכולת בקרה על מספר מצומצם של פרמטרים, על-מנת לבחון לעומק את אפקטיביות השיטות המוצעות להתמודדות עם תופעת הזחילה.

חלק שני:
מערך המחקר

פרק 4:

מטרות המחקר

מטרות המחקר

מטרת המחקר הנוכחי לתאר ולהסביר את הזחילה העירונית בישראל באמצעות מיפוי התופעה במדגם נרחב של יישובים, מדידה כמותית של מאפייניה באמצעות מגוון של מדדים, ובניית מודל שינתח את הקשר בין מדדים אלו לבין גורמים מרחביים וחברתיים-כלכליים.

מטרה זו נגזרת מהעובדה שממדיה ומאפייניה של תופעת הזחילה העירונית בישראל טרם נחקרו אמפירית לעומק ולפיכך לא קיימת תשתית של מידע אשר נאסף בכלים מדעיים ואשר יכול לשמש בסיס מהימן לקבלת החלטות בנושא. הכלים שהוצעו עד כה על ידי מערכות התכנון לריסון הזחילה התבססו, בעיקר, על הספרות העולמית בנושא, על חקרי אירוע מצומצמים או על אינטואיציה של מקבלי ההחלטות. מרבית העבודות האמפיריות שנעשו בארץ על הפיתוח העירוני, ונסקרו בפרקים הקודמים, חסרות את המימד הדינמי על ציר הזמן, או מצמצמות את יחידת החקירה למטרופולין אחד או גלעין עירוני אחד, כמו גוש דן או העיר חיפה. ישנן עבודות המנתחות שינוי לאורך זמן במדגם נרחב של יישובים, אך עוסקות בדרך-כלל בנתוני גידול אוכלוסייה ולא בניתוח פיזי של שימושי קרקע. ואילו עבודות המשלבות ניתוח של נתוני גידול אוכלוסייה עם גידול השטח הקרקעי הבנוי מתמקדות בדרך-כלל רק במדדי צפיפות, ואינן מציעות מדדים אחרים לבחינת אופי הגידול העירוני.

המשותף למרבית העבודות שבוצעו בישראל הוא שימוש במדד כמותי אחד או שניים לתיאור אופן הפיתוח העירוני, כמו שיעורי גידול אוכלוסייה, צפיפויות, הרכב שימושי קרקע או פרטקלים, בעוד שמהספרות העולמית עולה, כי תופעת הזחילה היא מורכבת ורב-מימדית. לפיכך הבנת הזחילה העירונית והטיפול בה מחייבים הפעלה של מגוון מדדים, אשר יספקו תמונה כוללת על התופעה.

שאלת מחקר מרכזית שעמדה בבסיס עבודה זו היתה **כיצד ניתן למדוד את תופעת הזחילה העירונית?** כפי שהוצג בסקר הספרות, זחילה עירונית היא תופעה מורכבת שקשה להגדירה בצורה חד משמעית, לא כל שכן למדוד אותה בצורה כמותית ומדוייקת. עם זאת, מספר חוקרים התמודדו עם שאלה זו במהלך השנים האחרונות והציעו מגוון של מדדי זחילה עירונית. מהימנותם של חלק ממדדים אלו נבחנה במסגרת מחקרים אמפיריים, ואילו חלק אחר של המדדים נותר ברמה התיאורטית, או לחילופין נבחנו בדיסיפלינת המחקר האקולוגי, אך טרם יושמו במחקר העירוני. אחד מהאתגרים שעמדו בבסיס עבודה זו היה ליישם סוגים שונים של מדדים שהוצעו בספרות העולמית ולבחון את התאמתם למדידת תופעת הזחילה, לזהות את הקשרים ביניהם ואת מגמות השינוי בערכיהם לאורך התקופה הנחקרת ולאפיין דפוסי פיתוח סטטיים ודינמיים במדגם היישובים שנבחר. מטרה חשובה נוספת היתה להשוות בין דפוסי הפיתוח והגידול של ישראל ביחס לארצות המערב, ובפרט ארה"ב, ועל-ידי כך לבחון את מידת הרלבנטיות של מדדים מסויימים למציאות הישראלית. המטרה האחרונה היתה לנסות ולכיל מודל המתאים לישראל, ואשר באמצעותו ניתן יהיה לבחון את הגורמים המרחביים והחברתיים-כלכליים שהשפיעו על תופעת הזחילה בישראל, ולחזות את התפתחות התופעה בעתיד.

בהתאם לכך, שאלות החקירה בעבודה זו היו:

- איך מודדים זחילה עירונית? האם זחילה היא תופעה הניתנת לכימות?
- מהו היקף התופעה ומאפייניה במרקמים העירוניים בישראל בתקופה שבין מחצית שנות ה-80 לשנת 2002, תקופה המאופיינת בעלייה ברמת החיים ובגידול אוכלוסייה מואץ עקב עלייה המונית מארצות חבר העמים?
- האם הפיתוח המרחבי ביישובים העירוניים בישראל עונה להגדרה של פיתוח "זוחל", ובמה הוא נבדל מהפיתוח הזוחל בארצות המערב?
- האם קיימת זיקה בין תופעת הזחילה לבין מאפיינים מרחביים ומאפיינים חברתיים-כלכליים של אוכלוסיות היישובים העירוניים?

הסוגיות לבדיקה

א. מורכבותה של תופעת הזחילה העירונית

הספרות העולמית מציעה סוגים רבים של מדדים למדידת הזחילה העירונית, המבטאים באופן כמותי את מאפייניה ומימדיה השונים של התופעה. מדדים אלו שאובים מדיסציפלינות מחקר שונות, כמו למשל מדדי צפיפות וקצבי גידול, הלוקוחים מתחום הגיאוגרפיה העירונית, מדדים גיאומטריים השאובים מהגיאומטריה הפרקטלית ומהמחקר האקולוגי, מדדי תחבורה השאובים ממודלים עירוניים ותחבורתיים ועוד. כל מדד או כל קבוצה של מדדים מייצגים מאפיין או היבט אחר של תופעת הזחילה. לפיכך נראה, כי תופעת הזחילה היא מורכבת ורב-ממדית, ואינה ניתנת לכימות באמצעות מדד אחד בלבד. בהתאם לנו משערים, שמדדי הזחילה השונים לא יהיו תלויים אלו באלו, מה שיצביע על-כך שאכן כל מדד (או קבוצת מדדים מסוג מסויים) מייצג היבט או מאפיין אחר של תופעת הזחילה העירונית, והמדדים אינם תחליפיים אלו לאלו.

ב. עוצמת הזחילה ביחס למיקום היישוב במרחב

על-פי תאוריית המיקום של Alonso (1964), משקי בית ממעמד בינוני-גבוה מעוניינים ברווחת דיור גבוהה תוך שמירה על טווח יוממות סביר למרכזי שירותים ותעסוקה. החיתוך של שני תנאים אלו מגדיר את שיפוע עקומת הרנטה של שימוש הקרקע למגורים (bid rent curve). לאורך זמן וככל שעולה רמת החיים (ואיתה רמת המינוע), שיפוע רנטת המגורים קטן, כלומר, חזית הגידול זהה מהגלעין והטבעת הראשונה אל עבר שולי המטרופולין (טבעות תיכונה וחיצונית). תופעה זו מתוארת גם כשלב הפיצול העירוני בתאוריית מחזור החיים המטרופוליני של Van Der Berg ואחרים (1982). ההנחה הרווחת בספרות היא, כי המטרופולינים בישראל עברו בשנות ה-90 לשלב הפיצול העירוני. שלב זה זוהה עד כה בעיקר על-פי מדידת משקל האוכלוסייה ושיעורי גידול האוכלוסייה בטבעות המטרופולינים ובערי הגלעין (שחר, 1997; Karakover, 1998). בהתאם, אנו משערים כי שלב הפיצול בא לידי ביטוי גם בדפוסי פיתוח זחלים של המרקמים העירוניים, ולכן נצפה למדדי זחילה גבוהים יותר בשולי המטרופולין (טבעות תיכונה וחיצונית) ובפריפריה ולמדדי זחילה נמוכים יותר בעיר הגלעין ובטבעת הפנימית.

ג. השפעת הטופוגרפיה על עוצמת הזחילה

ישנן עדויות לכך שטופוגרפיה משפיעה על ערכי מדדים כמו צפיפות אוכלוסיה נטו (Frenkel, 1998) או ממד פרקטלי (O'Neill et al, 1988): יישובים הממוקמים בטופוגרפיה הררית נוטים להיות פחות צפופים ויותר מפוזרים מבחינה גיאומטרית. מכאן אנו משערים, כי עוצמת הזחילה מושפעת מהתנאים הטופוגרפיים בהם ממוקם היישוב, וכי היא תהיה גבוהה יותר ביישובים הממוקמים בטופוגרפיה הררית.

ד. עוצמת הזחילה כפונקציה של קיום עתודות קרקע פנויות לפיתוח

מנקודת מבטם של יזמים, פיתוח בקרקע "בתולה" נחשב זול וקל יותר מאשר פיתוח בתוך מרקם עירוני קיים, בו ערך הקרקע גבוה וכן נדרשת בו היערכות לוגיסטית ומישפטית מורכבת יותר (ראו בפרק 1 וכן רזין, 1996). מכאן שסביר להניח, שגל הצמיחה המטרופוליני יתרחש במקומות עתירי-קרקע פנויה לפיתוח, כפי שאירע, למשל, במטרופולין תל-אביב (שחר, 1997). בהתאם לזאת אנו משערים שמדדי הזחילה יהיו גבוהים יותר ביישובים בהם אחוז שימושי הקרקע הפנויים מחוץ למרקם המרכזי לבנייה הוא גבוה, כלומר ביישובים בהם עתודות הקרקע לפיתוח גדולות יותר.

ה. הקשר בין הזחילה לגודל וסוג הישוב

הפשרת קרקעות חקלאיות לצורך בנייה פרברית למגורים התרחשה בשנות ה-90 בישראל בעיקר ביישובים בעלי אופי כפרי ובמועצות אזוריות (שחר 1997). עבודה זו אמנם עוסקת ביישובים עירוניים ולא ביישובים כפריים, אך גם בין אלו ישנם יישובים סמי-חקלאיים או חקלאיים לשעבר. יישובים אלו עברו תהליכים של אורבניזציה, אך עדין נותרו בעלי אופי כפרי. אנו מצפים כי מדדי הזחילה ביישובים סמי-חקלאיים יהיו גבוהים יותר מאשר ביישובים אורבניים מובהקים, שכן הם מהווים מוקדי משיכה וביקוש למשקי בית המחפשים רווחת דיור גבוהה ב"אווירה כפרית". גודל האוכלוסייה ביישובים עירוניים מובהקים הוא בדרך-כלל גבוה יותר מזה של יישובים בעלי אופי קהילתי או כפרי. לאור זאת אנו משערים, כי ככל שגודל היישוב קטן יותר, כך הוא יתאפיין במדדי זחילה גבוהים יותר.

ו. הקשר בין הזחילה לרמה החברתית-כלכלית של תושבי היישוב

תופעת הפירבור והזחילה בארצות האנגלו-סכסיות בשנות ה-40' ואילך מוזהה בספרות עם המעמד הבינוני והגבוה (Burchell et al., 1998; Downs, 1994, 1998; Hadly, 2000), ובצורה ספציפית יותר ישנן עדויות לקשר מובהק בין דיור צמוד קרקע ולא קומפקטי, לבין רמת הכנסה גבוהה של האוכלוסייה (Burton, 2000). תופעת הזחילה בישראל במהלך שנות ה-80' וה-90', בדומה למקבילתה האמריקאית, מוגדרת בספרות כמעבר של משקי בית ממעמד בינוני וגבוה לדיור צמוד קרקע בפרברים ובשולי הערים. משקי בית אלו מתוארים כמשפחות צעירות (הורים וילדים קטנים), מבוססות כלכלית ובעלות מקצועות חופשיים (Gonen, 1995, 1996; Schiffman, 1999b). בהתבסס על תיאור זה גיבשנו "פרופיל אופייני" למשקי בית בעלי רמה חברתית-כלכלית גבוהה הכולל את המאפיינים הבאים:

- משפחות צעירות בגיל הפריור מאופיינות בחציון גיל נמוך, גודל משק בית גבוה ויחס תלות גבוה.

- מעמד כלכלי בינוני-גבוה מאופיין באחוז גבוה של בעלות על דירה, ממוצע נפשות לחדר נמוך (רווחת דיור גבוהה), הכנסה לנפש גבוהה, אחוז גבוה של מועסקים וכך אחוז גבוה של מועסקים במקצועות חופשיים.
- רמת השכלה גבוהה מאופינת בחציון שנות לימוד גבוה ובאחוז גבוה של בעלי תואר אקדמי.
- היקף גבוה של יוממות מאופיין באחוז גבוה של בעלות על רכב פרטי, ובאחוז גבוה של מועסקים מחוץ ליישוב מקרב תושבי היישוב הנחקר.

פרק 5:

מתודולוגיה

בפרק זה נציג את המתודולוגיה אשר נבחרה לביצוע החלק האמפירי של המחקר. בתחילה יוצג מדגם היישובים ששימש לבנית בסיס הנתונים האמפירי בעבודה, לאחריו יחידת החקירה ובהמשך השיטות והמודלים אשר יושמו.

מדגם היישובים

המדגם ששימש לבניית בסיס הנתונים לצורך בחינת השערות המחקר כלל 78 יישובים עירוניים. המדגם שנבחר כולל 71 יישובים עירוניים יהודיים ואת שבע הערים המעורבות במדינה, אך אינו כולל יישובים ערביים. המדגם מהווה 67% מהיישובים העירוניים היהודיים והמעורבים בישראל.¹

בחינה מוקדמת של הנתונים ביישובים הערביים הצביעה, על שוני רב בהתפתחות מערך שימושי הקרקע ביישובים אלה, הקשור, ככל הנראה, בדפוסי הבעלות על הקרקע והבנייה הרב-דורית המאפיינת את החברה הערבית. לפיכך סברנו, כי יש מקום לבחון את היישובים הערביים במחקר נפרד, ולכן לא כללנו אותם במדגם היישובים.

במחקר הנוכחי נבחר דפוס הזחילה של יישובים עירוניים בישראל, ובהתאם לזאת לא כללנו במדגם יישובים כפריים המשתייכים למועצות אזוריות. יחד עם זאת, במיפוי שימושי הקרקע שביצענו באים לידי ביטוי שינויי גבולות מוניציפליים והעברות שטחים שסופחו ממועצות אזוריות למועצות מקומיות לצורך המשך הפיתוח של היישובים העירוניים.

סך כל האוכלוסייה שהתגוררה ביישובים שנכללו במדגם בסוף שנת 2002, עמד על כ- 4.76 מליון נפש, שהם כ- 78% מכלל האוכלוסייה ביישובים העירוניים במדינה (עיריות ומועצות מקומיות) וכ- 71% מכלל אוכלוסיית ישראל², ושטחי המרקמים העירוניים הסתכמו ב- 624.5 קמ"ר ומהווים כ- 55% מהשטחים הבנויים של כל היישובים במדינת ישראל.³

היישובים במדגם כוללים יישובים קטנים המונים 2-5 אלף תושבים ועד יישובים המאכלסים למעלה מ- 100 אלף תושבים. המדגם שנבחר מייצג אפוא היטב את הפריסה הגיאוגרפית, התפקוד הפונקציונלי במטרופולין, ואת גודלם של היישובים העירוניים היהודיים בישראל המדגם כולל כמעט את כל היישובים העירוניים היהודים שגודלם מעל 20 אלף תושבים, כמחצית מהיישובים שגודלם 10-20 אלף תושבים וכרבע מהיישובים שגודלם פחות מ- 10 אלף תושבים (לוח 5.1). המדגם כולל את כל היישובים העירוניים היהודים במחוז תל-אביב ומעל 60% מהיישובים העירוניים היהודים בשאר המחוזות (לוח 5.2).

¹ סך כל היישובים העירוניים היהודיים והמעורבים בתחומי הקו הירוק ונפת הגולן הוא 116, בתוכם שבע ערים מעורבות: ירושלים, תל אביב יפו, חיפה, עכו, רמלה, לוד ונצרת עילית (ל.מ.ס., 2002).

² אוכלוסיית עיריות ומועצות מקומיות היא 6,025.3 אלף נפש, ואוכלוסיית ישראל כולה היא 6,631.1 אלף נפש בסוף שנת 2002 (ל.מ.ס. 2004, שנתון סטטיסטי לישראל מסי' 55, לוח 2.13, יישובים ואוכלוסיה לפי מעמד מוניציפלי ומחוז).

³ השטח הבנוי ברוטו בכל היישובים במדינת ישראל בשנת 1995 נאמד ב- 1141.7 קמ"ר (פרנקל, 1999).

לוח 5.1: יישובים עירוניים יהודים במדינה ובמדגם לפי קבוצות גודל אוכלוסייה

מידת ייצוגיות המדגם [B/A]	יישובים עירוניים יהודיים		גודל יישוב באלפים
	במדגם ² [B]	בישראל ¹ [A]	
25%	15	60	2-10
47%	9	19	10-20
94%	33	35	20-50
100%	7	7	50-100
100%	9	9	100-200
100%	4	4	+200

¹ ל.מ.ס, שנתון סטטיסטי לישראל 53, 2002 : לוח 2.12

² נכללו גם היישובים כפר שמריהו ושבי ציון, שב-2001 גודל אוכלוסייתם היתה קטנה מ-2000 נפש.

לוח 5.2: שיוך יישובים עירוניים יהודים למחוזות במדינה ובמדגם

מידת ייצוגיות המדגם [B/A]	יישובים עירוניים יהודיים		מחוז
	במדגם [B]	בישראל ¹ [A]	
60%	3	5	ירושלים
67%	14	21	צפון
61%	11	18	חיפה
61%	25	41	מרכז
100%	12	12	תל-אביב
76%	13	17	דרום

¹ ל.מ.ס, שנתון סטטיסטי לישראל 53, 2002 : לוח 2.9

המדגם כולל יישובים הפרושים על פני כל המדינה ובעלי תפקוד מרחבי שונה: ארבע ערי הגלעין במטרופולינים ירושלים, תל אביב-יפו, חיפה ובאר-שבע, ערים בטבעות הפנימיות, תיכונית וחיזונית של האזורים המטרופוליניים בישראל, ערי קצה הממוקמות בשולי האזורים המטרופוליניים וערים הממוקמות בפריפריה הצפונית והדרומית במדינה (לוח 5.3). מבחינת הפיזור המרחבי של אוכלוסיית המדגם, הרי שהוא כולל את כל אוכלוסיית ערי הגלעין במטרופולינים, כמעט כל האוכלוסייה היהודית בערים הממוקמות בטבעות הפנימיות והתיכונית וכ- 72% מהאוכלוסייה בערים הממוקמות בטבעות החיצוניות של האזורים המטרופוליניים במדינה. סך הכל כ- 49% מהיישובים במדגם ממוקמים במטרופולין תל-אביב (38), 19% מהיישובים במדגם ממוקמים במטרופולין חיפה (15), 11% במטרופולין באר שבע (9), 4% במטרופולין ירושלים (3) וכ- 17% מהיישובים במדגם הם יישובים פריפריאליים (13).

לוח 5.3: גודל אוכלוסייה יהודית במטרופולינים במדינה וביישובי המדגם בשנת 2001 (באלפים)¹

תפקוד מרחבי	מטרופולין תל-אביב	מטרופולין חיפה	מטרופולין באר-שבע	מטרופולין ירושלים ²	סה"כ	ייצוגיות המדגם (%)
גלעין						
בישראל	358.8	272.2	177.9	670.0	808.9	100%
במדגם	358.8	272.2	177.9	670.0	808.9	
טבעות פנימית ותיכונה						
בישראל	1701.1	236.7	48.7	אין הגדרה	1986.5	96%
במדגם	1669.2	197.0	34.7	אין הגדרה	1900.9	
טבעת חיצונית						
בישראל	691.2	217.5	140.8	אין הגדרה	1049.5	72%
במדגם	458.7	193.1	107.1	אין הגדרה	758.9	
סה"כ						
בישראל	2751.1	726.4	367.4	777.4	3664.9	95%
במדגם	2486.7	662.3	319.7	739.1	3468.7	
ייצוגיות המדגם (%)	90%	91%	87%	95%	95%	

¹ ל.מ.ס שנתון סטטיסטי לישראל 53, 2002: לוח 2.15. בערי גלעין וטבעת פנימית של תל-אביב נלקחה אוכלוסייה כללית; בשאר הטבעות נלקחה אוכלוסייה יהודית בלבד. אי לכך יש עיוות קל בחישוב ייצוגיות המדגם עבור טבעות בהן מצויות ערים מעורבות נוספות: רמלה, לוד, עכו.

² ל.מ.ס, שנתון סטטיסטי לישראל 53, 2002: לוח 2.9. לגבי אוכלוסיית מטרופולין ירושלים נלקחה אוכלוסייה כללית של מחוז ירושלים, ואוכלוסייה כללית של ירושלים בלבד (ללא ספירת אוכלוסייה בתוך טבעות המטרופולין).

כמו-כן המדגם מייצג את השונות ברמה החברתית-כלכלית של האוכלוסייה ביישובים העירוניים היהודיים בישראל (לוח 5.4). המדגם כולל יישובים הממוקמים גבוה במידרג היישובים לפי אשכולות חברתיים-כלכליים (כמו סביון, כפר שמריהו, עומר) כמו גם יישובים המדורגים במקומות נמוכים (כמו ירוחם, דימונה, בני ברק).

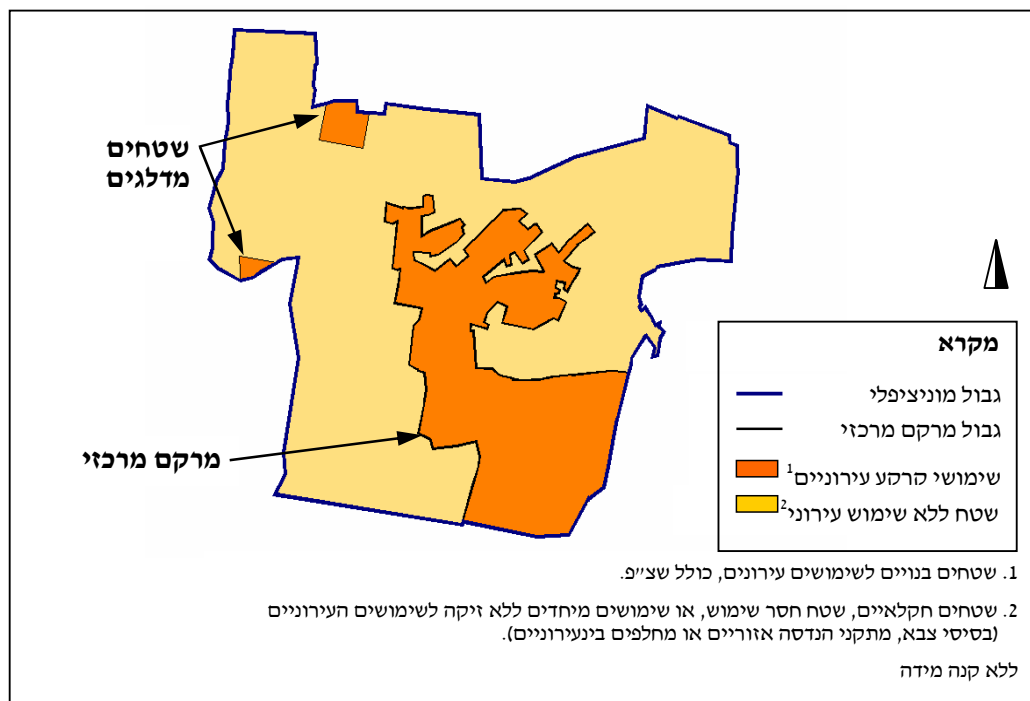
לוח 5.4: חלוקת יישובים עירוניים יהודיים לאשכולות חברתיים-כלכליים¹ ב-1995 במדינה ובמדגם

מדת ייצוגיות המדגם [B/A]	יישובים עירוניים יהודיים במדגם [B]	רשויות מקומיות יהודיות בישראל שדורגו לאשכולות [A]	אשכול חברתי-כלכלי (סדר עולה)
67%	2	3	1
80%	4	5	2
50%	4	8	3
81%	17	21	4
69%	9	13	5
85%	11	13	6
61%	14	23	7
63%	10	16	8
40%	4	10	9
75%	3	4	10

¹ מיספור האשכולות הוא בסדר עולה: 1=מדד חברתי-כלכלי משוקלל נמוך; 10=מדד חברתי-כלכלי משוקלל גבוה.

יחידת החקירה

יחידת החקירה שהוגדרה במחקר זה היא המרקם העירוני שבתוך גבול השיפוט של היישוב העירוני הנבחן (ראו איור 5.1). **המרקם העירוני** הוגדר כשטח הבנוי של המרקם המרכזי ביישוב בתוספת שטחים בנויים שדילגו מחוץ למרקם המרכזי (לא כולל שטחים מיוחדים מדלגים). **המרקם המרכזי** הוגדר כשטח בעל רצף טריטוריאלי שבתוכו מצויים מרבית השטחים הבנויים של היישוב ובכלל זה מרבית שטחי המגורים. המרקם המרכזי מכיל גם שטחים ציבוריים פתוחים (שצ"פים) פנימיים וכן שטחים פתוחים טבעיים (כמו ואדיות, חורשות וכד'), שטחים חקלאיים או שטחים חסרי שימוש פנימיים המוקפים בשטח בנוי; אך הוא אינו מכיל שטחים פתוחים שבשולי הגבול המוניציפלי כמו שטחים חקלאיים, שטחים חסרי שימוש או שמורות טבע ויערות. **השטחים הבנויים המדלגים** הוגדרו כשטחים בנויים המנותקים פיזית מהמרקם המרכזי, אך הם בעלי זיקה ישירה אליו (כמו מגורים, תעשייה, מוסדות וכו'). בהגדרה זו לא כללנו שטחים מיוחדים מדלגים (הסבר מובא בפיסקה הבאה). כמו-כן, ברור שבהגדרת השטחים המדלגים הבנויים לא כלולים שטחים שאינם בנויים מחוץ למרקם המרכזי כגון: שטחים פתוחים (שמורות טבע, יערות), שטחי חקלאות ושטחים חסרי שימוש.



איור 5.1: יחידת החקירה - המרקם העירוני (מרקם מרכזי + שטחים מדלגים בעלי זיקה למרקם העירוני), דוגמה ביישוב קדימה בשנת 2002

השיקולים בבחירת המרקם העירוני של יישוב עירוני כיחידת החקירה במחקר זה היו כדלהלן: החידוש במחקר - תופעת הזחילה טרם נחקרה בישראל, ולכן לא ניתן היה לקבוע מראש באיזה סוג יישוב היא דומיננטית יותר. לכן, נכון היה לבחון את קיומה של התופעה במגוון רחב של טיפוסים יישוביים עירוניים, כפי שהדבר בא לידי ביטוי במדגם היישוביים שנבחר.

גודלה של ישראל - בישראל קיימים שלושה אזורים מטרופוליניים עיקריים (ירושלים, תל-אביב וחיפה) ועוד מטרופולין אחד בהתהוות (באר-שבע); שלא בדומה לארה"ב, שם קיימים עשרות אזורים מטרופוליניים ומאות מרחבים מעויירים בתוך האזורים המטרופוליניים. בחירת יחידת חקירה של יישוב עירוני איפשרה לנו לבנות בסיס נתונים גדול דיו לצורך הפעלת מבחנים סטטיסטיים לזיהוי שונות בין יישובים ולבחירת ההשפעה של גורמים שונים על התופעה במרחב. בחינה שכזו לא היתה מתאפשרת בישראל, לו יחידת החקירה היתה מוגדרת כיחידה אגרגטיבית ברמת האזור המטרופוליני השלם.

זמינות הנתונים - מערך שימושי הקרקע ברשויות המקומיות מופה לראשונה, על-ידי האגף לגיאוגרפיה בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בהזמנת משרד הפנים, על-גבי מפות עיר מהמחצית השנייה של שנות ה-80' (ל.מ.ס, 1997). תוצאות המיפוי, אשר הועברו אלינו ממשרד הפנים, היוו בסיס נתונים זמין ונקודת מוצא נוחה לבחינת הדינמיקה של תופעת הזחילה במרחב ובזמן. על-מנת לשמור על עיקביות בנתונים ובקנה המידה החלטנו להיצמד לפורמט העירוני, ולמפות את תוספות הבינוי העירונית ממחצית שנות ה-80' ועד סוף שנת 2002. באופן זה יכולנו לבחון את השתנות מערך שימושי הקרקע וצורת המירקם העירוני על ציר הזמן, לחשב מדדים כמותיים של זחילה עירונית ולהשוות את הערכים המתקבלים בין מגוון של יישובים לאורך התקופה הנחקרת.

מדדי הזחילה - בעבודה זו בחרנו לבחון את תופעת הזחילה העירונית בהיבט הקרקעי, דהיינו בחנו את ההתפתחות הפיזית של המרקם העירוני הבנוי וניסינו לאבחן האם דפוס הפיתוח של המרקם "זוחל" או "קומפקטי" לאורך תקופה נתונה. בהקשר זה, מתודולוגיית המחקר שיושמה בעבודה זו שאובה במידה רבה ממחקרים אקולוגיים, הבוחנים תכסיות קרקע או מרקמים נופיים (landscape structure). בהתאם לזאת, מדדי הזחילה¹ שיושמו בעבודה זו, מתארים בחלקם את תצורת המרקמים הבנויים בצורה אגרגטיבית ובוחנים את מימד התצורה ופיזור של המרקם. סוג זה של מדדים נוח יותר למדוד על מרקמים רציפים, כמו למשל מרקמים בקנה מידה עירוני. קבוצה אחרת של מדדים שיושמה בעבודה זו מתארת את הרכב המרקם באופן סגרגטיבי, ובוחנת את מימד עירוב שימושי הקרקע, על-ידי מדידת משקל כל קטגוריה של שימוש קרקע מסך שטח המרקם העירוני. גם סוג זה של מדדים נוח יותר לבדוק בקנה מידה עירוני, בעיקר בגלל זמינות הנתונים והיכולת להשוות בין מספר רב של תצפיות (רשויות מקומיות); סוג שלישי של מדדים כולל את מדדי הצפיפות, אותם ניתן ליישם גם בקנה מידה מטרופוליני או ארצי, אך אנו בחרנו להישאר עקביים עם שאר סוגי המדדים ולבחון גם אותם בקנה מידה עירוני.

לסיכום, ההתמקדות בתכסית הקרקע כיוונה אותנו להשתמש במדדים, אותם נוח ליישם על מרקמים בקנה מידה עירוני. זאת, בצירוף זמינות הנתונים שעמדו לרשותנו הובילו אותנו להגדיר את יחידת החקירה כמרקם העירוני הבנוי של יישוב עירוני. הקשרים והזיקות שבין יחידת החקירה לבין מאפייני ומדדי תופעת הזחילה העירונית שיושמו במחקר זה יוצגו בהמשך.

איסוף הנתונים

במסגרת המחקר נבנו שני בסיסי נתונים עיקריים על יישובי המדגם: האחד, בסיס נתונים קרקעי, שכלל מידע על צורת המרקמים של היישובים ומערך שימושי הקרקע שלהם; והשני, בסיס נתונים חברתי-כלכלי, שכלל מידע על מאפייני אוכלוסיות היישובים הללו. הנתונים נאספו

¹ פירוט של מדדי הזחילה ששימשו בעבודה זו והקשר שלהם למאפייני המרקם העירוני יובא בהמשך, בסעיף 5.4.

עבור שתי נקודות זמן, המייצגות את תחילת התקופה הנחקרת ואת סופה: הנתונים הקרקעיים נאספו באמצעות סקרי שדה, שיפורטו להלן, במחצית שנות ה-80 (t_0) ובסוף שנת 2002 (t_1), ואילו הנתונים החברתיים-כלכליים נאספו מתוך נתוני מפקדי האוכלוסין של 1983 ו-1995, המייצגים בקירוב נקודות זמן מקבילות לנקודות הזמן של הנתונים הקרקעיים.

המקור לנתונים הקרקעיים במחצית שנות ה-80 היה כאמור סקר שימושי קרקע שבוצע על-ידי האגף לגיאוגרפיה של הל.מ.ס בהזמנת האגף למחקר מוניציפלי של משרד הפנים. תוצאות הסקר בוטאו בצורת טבלה המסכמת את גודל השטחים בקטגוריות שונות של שימושי קרקע (ל.מ.ס., 1997). בנוסף לכך הועמדו לרשותנו מפות המקור¹ של אותו סקר, בקני"מ 1:10,000 או 1:12,500² אשר שימשו בסיס למיפוי שיטתי של תוספות הבינוי ב-2002 (t_1) ביחס לשנת הבסיס t_0 . מיפוי שימושי הקרקע ביישובים בשנת 2002 התבצע על גבי מפות עיר ומפות טופו-קדסטטריות, אשר נרכשו ממאגרי המידע המצויים במרכז למיפוי ישראל, מעודכנות לשנים 1995-2002³ ובקני"מ התואם לקני"מ של שנות ה-80. בנוסף הועמדו לרשותנו מפות אורתופוטו של היישובים, נכון לשנת 2001, מהמשרד לאיכות הסביבה. קנה מידה של המפות איפשר זיהוי של שימושי קרקע עירוניים עיקריים (מגורים, תעשייה, מסחר, מע"ר, מוסדות וכו'), וכן איפשר עקבות עם ממצאי הסקר הקודם של הל.מ.ס.

אימות ועדכון הנתונים התבצע על-ידי בדיקה השוואתית באטלס רחובות יישובים עירוניים מעודכן לשנת 2002 (הוצאת "מפה"). בנוסף לכך, בין החודשים אוקטובר 2002 למרץ 2003 בוצעו סיורים במרבית היישובים שבמדגם, במטרה לאמת את תוספות הבינוי שסומנו על-סמך המפות המעודכנות, לזהות שימושי קרקע במרקם הישן שהשתנו לאורך התקופה הנחקרת וכן לוודא ולאתר תוספות בנייה נוספות שלא סומנו במפות המעודכנות. מיפוי שימושי הקרקע העירוניים במסגרת סקר השדה שלנו בוצע בהתאם למתודולוגיית המיפוי של הל.מ.ס, דהיינו הגדרת קטגוריות המיפוי שאופיינו ע"י הל.מ.ס בשנות ה-80 נשארה עיקבית גם בשנת 2002 (ראו פירוט קטגוריות שימושי קרקע בהמשך). כמו-כן, בסקר הל.מ.ס הוגדר גודל מינימלי של 30 דונם עבור פוליון משימוש קרקע הומוגני בנוי כלשהו, ו-50 דונם עבור שטחים חסרי שימוש. במידה ששטח הפוליון קטן מהגדרה זו, הוא הוטמע עם שימושי הקרקע הסובבים אותו. בסקר שערכנו ב-2002, ושבמסגרתו מיפוינו בעיקר את תוספות הבינוי ביישובים לאורך התקופה הנחקרת, שמרנו על הגדרת הל.מ.ס שלעיל. יחד עם זאת, מיפוינו גם פוליונים ששטחם קטן מ-30 דונם, ובלבד שהם השיקו לפוליונים ישנים משנות ה-80 מאותו שימוש, כך שצירופם יחד נתן שטח מינימלי של 30 דונם עבור שטח בנוי, על-פי הגדרת הל.מ.ס.

בניית בסיס הנתונים הקרקעי כלל את השלבים הבאים:

- זיהוי וסימון פוליונים של שימושי קרקע עירוניים המייצגים את תוספות הפיתוח שחלו בתקופה הנחקרת על גבי מפות עיר/מפות טופוקדסטטריות על סמך עיון במפות אלו והשלמת מידע באמצעות אטלס דרכים מעודכן.
- ביצוע סיורים במרבית יישובי המדגם, על-מנת לאמת את הנתונים מהמפות המעודכנות ולזהות תוספות או שינויים שלא סומנו במפות אלו.

¹ מפות שימושי קרקע של שנות ה-80 הועמדו לרשותנו הן בפורמט קשיח (נייר) והן במדיה מגנטית.

² למעט מפת ירושלים, שהיא בקני"מ 1:15,000.

³ מפות עיר של חלק מהיישובים מעודכנות לשנים 1995-2002; מפות טופוקדסטטריות מעודכנות לשנת 1996.

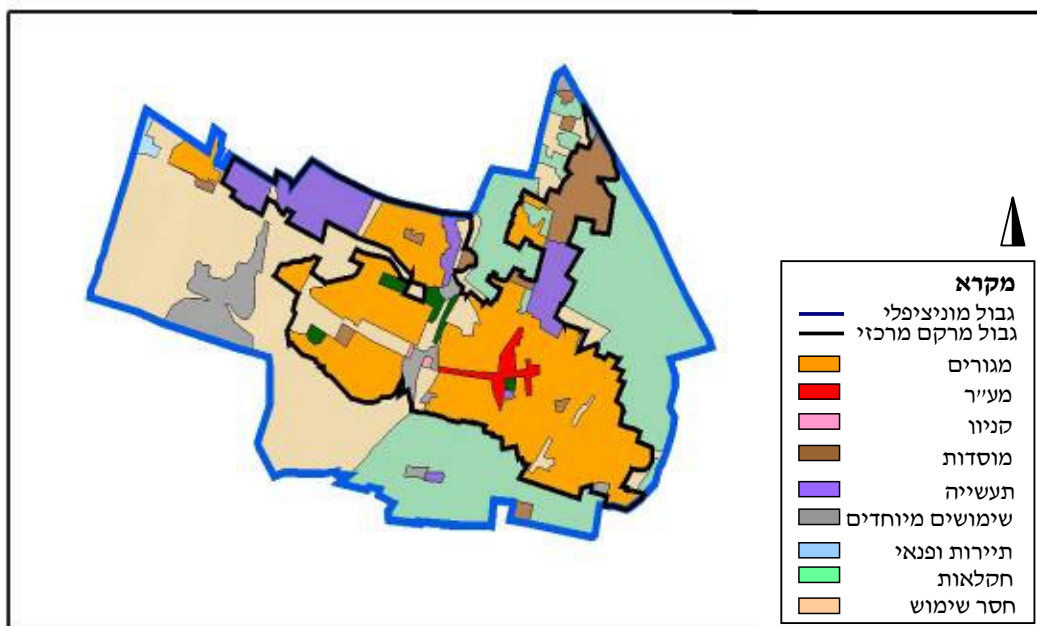
- הכנת שקף בסיס ידני עבור כל יישוב במדגם, המכיל 6 קואורדינטות ייחוס¹, סימון פוליגונים מקוריים ב- t_0 על-סמך מפות המקור של האגף למחקר מוניציפלי של משרד הפנים והל.מ.ס וסימון פוליגונים חדשים שנוספו או השתנו עד שנת 2002 על-סמך המפות המעודכנות והסיורים בשטח (t_1).
- זיהוי וסימון גבול **המרקם המרכזי**² בכל יישוב בכל נקודת זמן.
- סריקת שקף הבסיס ועיגונו ברשת הקואורדינטות הארצית, על-סמך קואורדינטות הייחוס המסומנות עליו.
- קליטת הפוליגונים אשר סומנו על שקף הבסיס במערכת GIS באמצעות תוכנת ARC/INFO, מתן קוד זיהוי לכל פוליגון והפקת מפת פוליגונים וטבלת EXCEL המכילות את קודי הזיהוי של הפוליגונים השונים.
- מילוי השדות הבאים בטבלת ה- EXCEL עבור כל הפוליגונים: קוד שימוש הקרקע של הפוליגון ב- t_0 , קוד שימוש הקרקע של הפוליגון ב- t_1 , קוד שיוך הפוליגון למרקם המרכזי ב- t_0 ($=0$ מחוץ למרקם המרכזי; $=1$ בתוך המרקם המרכזי), קוד שיוך הפוליגון למרקם המרכזי ב- t_1 .
- הפקת מפה ממוחשבת וצבעונית של שימושי הקרקע ב- t_1 , וסימון גבולות המרקם המרכזי ב- t_0 וב- t_1 .
- מדידת כמות וגודל כל פוליגון מכל שימוש קרקע ומדידת היקפים ושטחים של המרקם המרכזי ב- t_0 וב- t_1 באמצעות תוכנת ARC/INFO.
- הזנת הנתונים שחושבו לבסיס נתונים נומרי הכולל את השדות הבאים: שם היישוב, היקף ושטח המרקם המרכזי ב- t_0 וב- t_1 , שטח כל קטגוריה של שימושי קרקע ב- t_0 (מבוסס על סקר שימושי קרקע של הל.מ.ס מאמצע שנות ה-80', בניכוי שטחים פנויים חיצוניים שאינם שייכים למרקם העירוני), שטח כל קטגוריה של שימושי קרקע ב- t_1 (על-פי סקר שימושי קרקע המעודכן משנת 2002), מספר פוליגונים מכל קטגוריה של שימוש קרקע ב- t_0 , מספר פוליגונים מכל שימוש קרקע ב- t_1 .
- חישוב מדדי הזחילה שנבחרו ליישום במחקר זה, כמפורט בסעיף הבא.

סך הכל חושבו שטחים עבור תשע קטגוריות עיקריות של שימושי קרקע (איור 5.2) במרקם העירוני³ בשתי נקודות זמן t_0 ו- t_1 : 1- שכונות מגורים; 2- אזורי תעשייה ומסחר; 3- מוסדות עירוניים; 4- מע"ר, שהוא מרכז עירוני בו מעורבים שימושי קרקע של מגורים, עסקים ומסחר; 5- תיירות ונופש; 6- in שצ"פים עירוניים בתוך המרקם המרכזי; 7- in שטחי חקלאות הכלואים בתוך המרקם בתוך המרקם המרכזי; 8- in שטחים בנויים מיוחדים בתוך המרקם המרכזי כמו מרכזי ספורט, בתי קברות, מחלפים עירוניים ראשיים, תחנות אוטובוס ורכבת מרכזיות; 9- in שטחים חסרי שימוש הכלואים בתוך המרקם המרכזי; 12- מרכזי קניות ("קניונים"), קטגוריה זו מופיעה רק ב- t_1 , ובשלב מאוחר יותר של ניתוח הנתונים היא אוחדה עם קטגוריה מס' 2. שימו לב, שקטגוריות 6,7,8,9 בעבודה זו חושבו רק כאשר נכללו בתוך המרקם המרכזי, בעוד ששאר הקטגוריות מופיעות גם בתוך המרקם המרכזי וגם מחוצה לו, כשטחים בנויים מדלגים.

¹ על-פי רשת הקואורדינטות הארצית החדשה.

² ראו הגדרת המרקם המרכזי בסעיף יחידת החקירה.

³ ראו הגדרת המרקם העירוני בסעיף יחידת החקירה לעיל.



איור 5.2: מיפוי שימושי קרקע ב-2002, דוגמה בעיר ראשון לציון

שיטת המחקר

מאפייני ומדדי המרקם העירוני

בסעיף זה נפרט את המדדים ששימשו למדידת תופעת הזחילה העירונית בעבודה זו. כפי שצויין בסקירת הספרות, לא קיימת הגדרה אחידה, מוסכמת וכמותית לזחילה ולמאפייניה. מצד אחד קיימות מגוון של שיטות למדוד ולהעריך כמותית את עוצמת התופעה (Ewing, 1997; Burchell et al., 1998; Hadly, 2000; Johnson, 2001; Glaster et al., 2001; Ewing et al., 2002; Longley et al., 2002; Maret, 2002), מצד שני חלק מהחוקרים לא מתייחסים לתופעה כאל תופעה מדידה ומדוייקת, אלא כאל מצב שניתן לתיאור השוואתי על-פני סקאלה רציפה של אפשרויות (Pendall, 1999; Johnson, 2001). עם זאת, לאחרונה ישנה מגמה בקרב החוקרים אכן לנסות ולהגדיר מדדים כמותיים מדוייקים לתופעת הזחילה. הבולטים שבהם הם Torrens & Alberti (2000) אשר הציעו לראשונה מגוון רחב של מדדי זחילה מדיסיפלינות מחקר שונות, ואחריהם Glaster et al. (2001) וגם Ewing et al. (2002) שביצעו מדידות מקיפות של זחילה עירונית במספר רב של אזורים מטרופוליניים בארה"ב ואף יצרו דירוגים השוואתיים באמצעות מדד זחילה משולב, המשקלל מספר מדדים המייצגים מאפיינים שונים של התופעה.

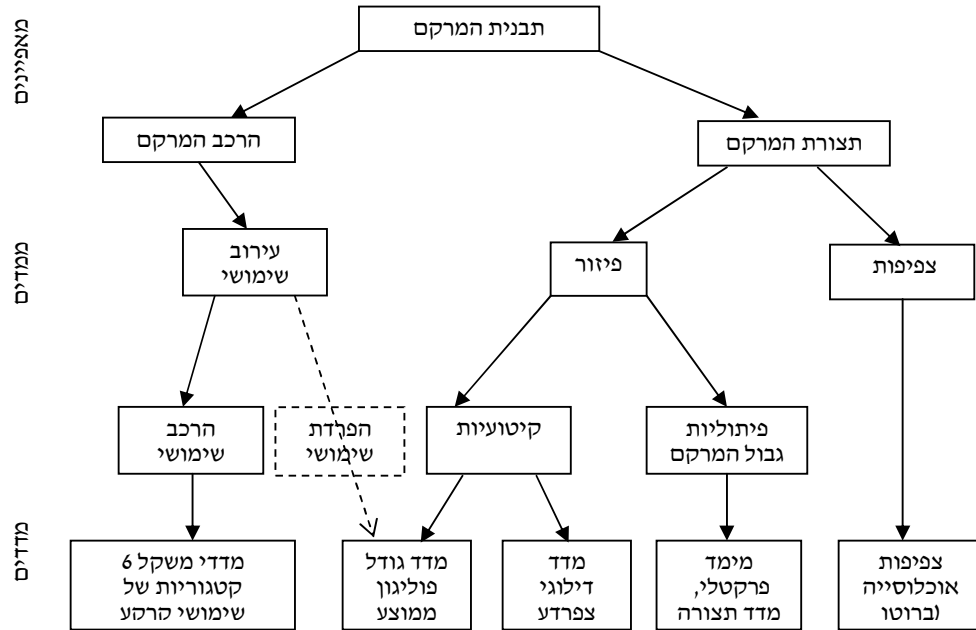
כאמור לעיל, יחידת החקירה שנבחרה בעבודה זו היא המרקם הבנוי של יישוב עירוני. בהתאם להצעתם של Torrens & Alberti (2000), עשינו אנלוגיה בין המרקם הטבעי הפתוח (המהווה את יחידת החקירה במחקרים אקולוגיים) לבין המרקם העירוני הבנוי. כלומר, התייחסנו לפוליונים של שימושי קרקע בנויים בתוך המרקם העירוני כאל "כתמי קרקע" (patches), ותארנו את תופעת הזחילה העירונית באמצעות מאפיין התצורה (configuration) ומאפיין ההרכב (composition) של המרקמים העירוניים הבנויים.

ממדי הזחילה (dimensions), שהם מאפיינים ספציפיים של תבנית המרקם העירוני הנגזרים ממאפייני תכסית הקרקע, אותם בחרנו לבחון בעבודה זו הם צפיפות, פיזור והרכב שימושי קרקע. שני הממדים הראשונים קשורים לתצורת המרקם העירוני הבנוי, ואילו הממד השלישי קשור להרכבו. בספרות נוהגים להגדיר מרקם בנוי כזוחל, כאשר הוא מאופיין בצפיפות נמוכה, תצורה מפוזרת ומקוטעת של השטח הבנוי (שבאה לידי ביטוי בתצורה אי-רגולרית, מקוטעת ובדפוס של דילוגי צפרדע) ובאי-עירוב או במגוון דל של שימושי קרקע.

ממדי הזחילה שהוצגו גזרנו את מדדי הזחילה (indices) שיושמו בעבודה זו. המדדים הם ביטויים כמותיים של מאפייני המרקם העירוני הבנוי וממדי הזחילה שנובעים ממנו. מדדים אלו חושבו עבור כל יישוב מיישובי המדגם בשתי נקודות זמן (t_0 ו- t_1). בצורה זו ניתן היה להשוות את היקף ורמת הזחילה בין יישובים שונים, ועל-ידי כך לסווגם כיישובים "זוחלים" או "קומפקטיים" באופן יחסי על רצף היישובים המתקבל. כמו-כן ניתן היה לבחון את הדינמיקה של התופעה על ציר הזמן, ולקבוע האם יישוב נעשה יותר "זוחל" או יותר "קומפקטי" לאורך התקופה הנחקרת. סיכום הקשרים שבין מאפייני הזחילה לבין מדדי הזחילה שיושמו בעבודה זו מוצג באיור 5.3.

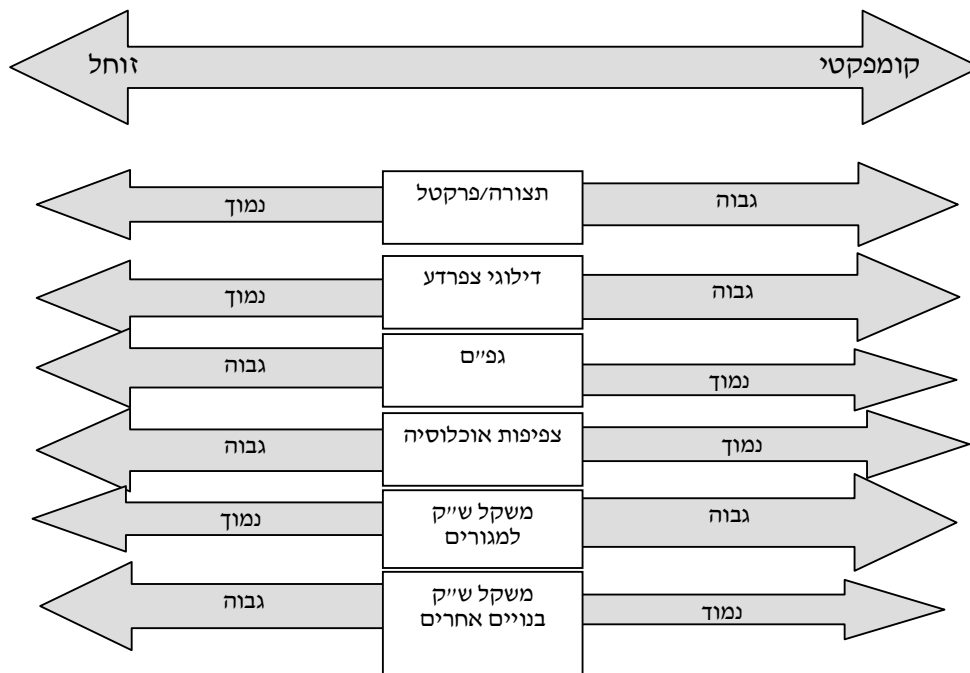
מחקרים בהם מאוזכרים המדדים בהם השתמשנו בעבודה זו מציעים לכל מדד "כיוון" (נמוך או גבוה), על-פיו ניתן לזהות באופן יחסי או השוואתי, האם יישוב כלשהו יוגדר כזוחל או קומפקטי. לדוגמה, עבור מדד הצפיפות נקבע, כי ערך נמוך (באופן יחסי) תואם דפוס זוחל, בעוד שערך גבוה של צפיפות מצביע על דפוס קומפקטי של המרקם הבנוי. לעומת זאת, עבור מדד משקל שימוש קרקע למגורים מסך שטח המרקם העירוני נקבע, כי ערך גבוה של מדד זה תואם מצב של זחילה עירונית ("פרבר שינה") בעוד אשר ערך נמוך של מדד זה מצביע על דפוס קומפקטי (עיר מרכזית). כיוון הערכים היחסיים של כל מדד זחילה לקביעת דפוס זוחל או קומפקטי על סקאלה השוואתית מבוטאים באיור 5.4.

בעבודה זו השתמשנו ב- 13 מדדים, הנחלקים לחמש קבוצות עיקריות: צפיפות, תצורה, דילוגי צפרדע, קיטועיות והרכב שימושי קרקע. המדדים חושבו עבור כל יישובי המדגם ועבור שתי נקודות הזמן t_0 ו- t_1 . להלן יפורטו המדדים המשתייכים לקבוצות אלו וכן הכיוון היחסי של כל מדד על-פיו נקבעה רמת הזחילה היחסית (דיון מפורט במדדי הזחילה המקובלים בספרות העולמית הוצג בפרק 3 לעיל).



---- ממד שלא נבדק במסגרת עבודה זו (ראו הסבר מפורט בתת-סעיף הדן בממד הגפיים בהמשך).

איור 5.3: מאפיינים, ממדים ומדדים של תבנית המרקם העירוני



איור 5.4 ערכים יחסיים של מדדי תבנית המרקם העירוני על סקאלת זחילה השוואתית

מדדי צפיפות

צפיפות היא אחד מהמדדים השכיחים ביותר במחקרים העוסקים בגידול עירוני בכלל, ובזחילה בפרט. בהקשר של צפיפות, "זחילה" מוגדרת בספרות כמצב בו הצפיפות העירונית נמצאת במגמת ירידה לאורך זמן, ו/או כמצב בו הצפיפות נמוכה מערך סף כלשהו קבוע מראש. מדדי הצפיפות (D) שערכיהם והשתנותם בין שתי נקודות זמן t_0 ו- t_1 נמדדו במחקר זה הם: צפיפות אוכלוסיה ברוטו ונטו.

צפיפות אוכלוסייה יישובית ברוטו (D_{gi}) - מוגדרת כיחס בין מספר התושבים ביישוב i לבין השטח המרקם העירוני¹ של היישוב (בקמ"ר).

צפיפות אוכלוסייה יישובית נטו (D_{ni}) - מוגדרת כיחס בין מספר התושבים ביישוב i לבין סך שטחי המגורים ביישוב².

מדדי תצורה ופרקטלים

לקבוצה זו משתייכים מדד התצורה והממד הפרקטלי³. מדדים אלו מחושבים על-ידי היחס שבין היקף לבין שטח המרקם המרכזי, והם מבטאים את מידת הפיתוליות והאי-רגולריות של גבול המרקם המרכזי. ככל שתצורת המרקם המרכזי קרובה יותר לעיגול, כך המרקם המרכזי נחשב יותר "קומפקטי". ככל שגבול המרקם המרכזי מפותל ומפוזר יותר, המרקם נחשב "זוחל". ירידה בערכי מדדים אלו לאורך זמן תצביע על מילוי קומפקטי של המרקם, בעוד שעלייה בערכי מדדים אלו תצביע על דפוס זוחל ובלתי מרוסן.

מדד תצורה SH (Shape Index), מבטא את מידת ההתאמה של שטח המרקם המרכזי לצורת עיגול, כפי שמוצג במשוואה הבאה.

$$(5.1) \quad SH_i = \frac{L_i}{2\sqrt{\pi A_i}}$$

כאשר:

L_i הוא היקף המרקם המרכזי של יישוב i (במטרים).
 A_i הוא שטח המרקם המרכזי של יישוב i (במ"ר).

ערכו של מדד התצורה גדול או שווה ל-1. כאשר ערכו שווה ל-1, צורת המרקם היא עיגול (קומפקטי), וככל שערכו גדול מ-1, צורת המרקם פחות דומה לעיגול והיא הופכת לצורה מפותלת יותר, התואמת מרקם זוחל.

הממד הפרקטלי (fractal dimension) מסוג היקף-שטח (F_i). זהו מדד המבטא את מידת האי-רגולריות של גבול המרקם המרכזי וערכו נע בין 1 ל-2. ככל שערכו של F קרוב יותר ל-2, מידת האי-רגולריות של גבול המרקם המרכזי גבוהה יותר, ולכן הפיתוח נחשב בלתי מרוסן וזוחל יותר. ככל שערכו של F מתקרב ל-1, גבול המרקם המרכזי מתקרב לצורת מעגל והמרקם נחשב קומפקטי, כמוצג במשוואה 5.2.

¹ ראו הגדרת המרקם העירוני בפרק 4.

² שטח המגורים ביישוב הוגדר כשטח ברוטו שכונתי, כלומר שטח הכולל את שטחי המגורים והשימושים השכונתיים הנלווים אליהם כגון דרכים, גני ילדים, בתי-ספר, מרכזי מסחר שכונתיים, שצ"פים שכונתיים וכד'.

³ הממד הפרקטלי הוא מדד זחילה, אך מכונה כאן "ממד" בגלל התרגום מאנגלית: fractal dimension, ומכיון שהוא מבטא לא רק את רמת הזחילה, אלא גם את הממד הגיאומטרי של תכנית הקרקע (ראו פרק 3 בסקירת הספרות).

כאשר:

$$(5.2) \quad F_i = \frac{2 \log L_i}{\log A_i}$$

L_i הוא היקף המרקם המרכזי של יישוב i (במטרים).

A_i הוא שטח המרקם המרכזי של יישוב i (במ"ר).

מדדי דילוגי צפרדע

מדד נוסף שהוגדר על-ידנו היה מדד דילוגי צפרדע (Leapfrog Index) LFI, אשר הוגדר כיחס בין השטחים המדלגים מחוץ למרקם העירוני לבין שטח המרקם העירוני. אזור ייחשב ל"זוחל" יותר, ככל שהמרקמים הבנויים החדשים בו יהיו מקוטעים ביחס למרקם העירוני הישן (Weitz, 2000). כלומר, זיהינו מצב של "זחילה" בשתי דרכים: האחת, ערך ה-LFI ביישוב i גבוה ביחס לערכי LFI בשאר היישובים; והשניה, ה-LFI נמצא במגמת עלייה לאורך תקופת המחקר.

בעבודה זו חושבו שני מדדי דילוג:

מדד דילוג ברוטו (LFI_{gi}) - היחס בין כלל השטחים הבנויים מחוץ למרקם העירוני לבין שטח המרקם העירוני.

מדד דילוג נטו (LFI_{ni}) - היחס בין שטחי המגורים שמחוץ למרקם העירוני לבין כלל שטחי המגורים ביישוב.

מדד גודל פוליגון ממוצע (גפ"ם)

גודל פוליגון ממוצע או גפ"ם (MPS_{ij}) מוגדר בספרות כיחס שבין שטח שימוש קרקע מסויים, לבין מספר הפוליגונים הלא משיקים מאותו שימוש קרקע. הגפ"ם מבטא הן את ממד עירוב שימושי הקרקע, מבחינת הפריסה המרחבית של השימושים, והן את ממד הקיטועיות של המרקם העירוני, כפי שהוצג בפרק 3 (סעיף 3.3.4). ככל שערכו של הגפ"ם קטן או נמצא במגמת ירידה לאורך זמן, השטח הנחקר נחשב מקוטע יותר, וקיימת הפרדה מרחבית רבה יותר בין שימושי הקרקע הבנויים. במצב זה ייחשב המרקם העירוני פחות קומפקטי ויותר זוחל (Torrens & Alberti, 2000). יש לסייג ולומר, כי פריסה מרחבית של שימושי קרקע המבטאת את מידת העירוב שלהם, תלויה הן בגודל פוליגון ממוצע והן במרחק בין הפוליגונים. למרחק בין פוליגונים יש השלכה על רמת הנגישות ועל היקף הנסיעות בתוך המרקם העירוני. ככל שהמרחק בין פוליגונים רב יותר, הנגישות נמוכה יותר והמרקם נחשב "זוחל". בעבודה זו בדקנו רק את גודל הפוליגונים מכל שימוש קרקע ולא בדקנו מדדי קיטועיות נוספים כמו קירבה, הדבקה או נגישות, המסתמכים על אורכי דרכים וזמני נסיעות, שלא נכללו בבסיס הנתונים שעמד לרשותנו. כך שניתן לומר, כי בהעדר חישוב של מדדים נוספים אלו, מדד הגפ"ם שיושם בעבודה זו מייצג את היבט עירוב שימושי הקרקע באופן חלקי בלבד (ולכן הקשר בינו לבין ממד עירוב שימושי קרקע באיור 5.3 סומן בקו מרוסק).

כמו-כן, בעבודה זו בחרנו להפעיל את מדד הגפ"ם באופן אגרסיבי על כלל המרקם העירוני, ולכן מדדנו אותו עבור כלל השימושים הבנויים ביישוב, כאשר קטגוריות השימושים הבנויים כוללות

את השימושים הבנויים הבאים: מגורים, תעשייה וקניונים¹, מוסדות, מע"ר, תיירות, מיוחדים² בהתאמה. הסיבה שבחרנו לחשב גפ"מ מכלל השימושים הבנויים, וללא חלוקה לשימושי קרקע שונים היא על-מנת לנטרל ככל שניתן את היבט עירוב שימושי הקרקע ביישוב, שעברו חושבו מדדים אחרים המשתייכים לקבוצת ההרכב (composition) של המרקם העירוני. היות וביישובים מסויימים במדגם (בדרך-כלל יישובים קטנים שהיו בעבר סמי-חקלאיים ועברו תהליך מואץ של עיור) ערך הגפ"מ עבור שימושי קרקע שאינם מגורים היה אפס, הדבר יצר עיוות בממד, ולמעשה הראה בעקיפין את היבט עירוב שימושי הקרקע ולא את היבט הקיטועיות. יישובים אלה נחשבים בדירוג הכללי "זוחלים" יותר מאשר יישובים בהם ערך הגפ"מ לשימושים אלו גבוה מאפס. ואולם בפועל ייתכן שיישובים אלו הם בעלי מרקם פחות מקוטע ויותר קומפקטי, דווקא בגלל מיעוט שימושי הקרקע בהם. לאור זאת החלטנו לחשב גפ"מ כללי עבור כלל השטח הבנוי ביישוב, כפי שפורט לעיל.

מדדי עירוב שימושי קרקע

מאפיין מרכזי נוסף של תופעת הזחילה הוא אי-עירוב, או עירוב נמוך, של שימושי קרקע, הבא לידי ביטוי בשני היבטים: הרכב ופריסה מרחבית. בעבודה זו בחרנו להתמקד בהיבט הרכב שימושי הקרקע, כמבטא את מידת עירוב השימושים של המרקם העירוני. בהתאם לכך הגדרנו יישובים "זוחלים" כאלה המאופיינים במשקל גבוה של שימושי קרקע למגורים, לעומת יישובים "קומפקטיים", בהם משקל שימושי קרקע למגורים נמוך יותר, אך לעומת זאת משקל שימושי הקרקע האחרים בהם (תעשייה, מוסדות, מסחר ופנאי) הוא גבוה, יחסית. כפי שפירטנו בסקירת הספרות, יישובים בהם משקל שימושי קרקע שאינם מגורים נמוך, היקף הנסיעות מחוץ ליישוב לצורך צריכת השימושים שחסרים בו (תעסוקה, מסחר, שירותים) גבוה יותר, וזהו מאפיין מובהק של יישוב "זוחל".

מתוך תשע קטגוריות של שימושי הקרקע שמופו במרקם העירוני (ופורטו לעיל) הוגדרו שש קטגוריות של שימושים בנויים, המהווים אינדיקציה לגבי רמת הזחילה ביישוב: מגורים, אזורי תעשייה ומסחר כולל קניונים, מוסדות עירוניים, מע"ר, תיירות ונופש, שטחים בנויים מיוחדים בתוך המרקם המרכזי כמו מרכזי ספורט, בתי קברות, מחלפים ראשיים, תחנות אוטובוס ורכבת מרכזיות.

המדד המשולב

לאחר חישוב המדדים שפורטו לעיל בכל היישובים במדגם, עמדה בפנינו שאלה מרכזית: כיצד ניתן לשקלל ולהעריך את רמת הזחילה בכל יישוב, בהתייחס לערכי המדדים השונים שהתקבלו? הנחות היסוד איפשרו לנו להעריך מקרי "קיצוץ": יישובים בהם התקבלו ערכים נמוכים בכל המדדים ייחשבו "זוחלים מובהקים", בעוד יישובים בהם התקבלו ערכים גבוהים בכל המדדים ייחשבו "קומפקטיים מובהקים". אך כיצד נדע להעריך את מקרי הביניים? כיצד נגדיר יישוב שבו הצפיפות היא נמוכה מאוד ("זוחל") ומנגד עירוב שימושי הקרקע בו הוא גבוה ("קומפקטי")?

¹ בחישוב מדד הגפ"מ ב-1 הפרדנו את שימוש קרקע 12 (קניונים) משימוש קרקע 2 (תעשייה), שכן ישנם מקרים רבים בהם אזורי קניונים מופרדים פיזית מאזורי תעשייה, וחשוב לקחת נתון זה בחשבון כשבוחנים את קיטועיות המרקם.

² בגלל אילוצי מיפוי, בחישוב הגפ"מ כללנו את כלל הפוליגונים של שימושי הקרקע המיוחדים, כולל מיוחדים חיצוניים שאינם בעלי זיקה ישירה למרקם העירוני. היות והדבר נעשה בכל המדגם, אנו מניחים כי הטיית המדגם היא אחידה לכל היישובים.

לאור זאת ראינו לנכון ליצור מדד משולב אחד שבאמצעותו ניתן יהיה לדרג את היישובים על-פני סקאלה אחידה.

הנסיון ליצור מדד זחילה משולב, שהוא צירוף משוקלל של מספר מדדים הוא חדש, יחסית, במחקר העירוני, והחל להופיע רק בשנים האחרונות (Galster et al., 2001; Ewing et al., 2002). ואולם, במרבית המחקרים העירוניים שסקרנו נעשה שימוש במספר מצומצם בלבד של מדדים וללא שיקלול לכדי מדד משולב אחד. כמו-כן המדדים במחקרים אלו משתייכים בדרך-כלל לאותה דיסציפלינת מחקר, ומעטים המיקרים בהם משלבים מדדים ממספר דיסציפלינות. למשל, ישנם מחקרים בהם מתמקדים בגודל אוכלוסייה ובצפיפויות, ללא שילוב של מדדים גיאומטריים ואקולוגיים (Galster et al., 2001; Ewing et al., 2002, Shoshany & Goldshleger, 2002); ולהיפך, מחקרים המשלבים מדדים גיאומטריים ואקולוגיים, ללא שילוב גודל אוכלוסייה (Herold & Menz, 2001); או מחקרים המשלבים גיאומטריה עם שיעורי גידול אוכלוסייה, אך ללא מדדים אקולוגיים או מדדים של הרכב שימושי קרקע (מרינוב, 1998). מבחינה זו עבודה זו מהווה חידוש בשדה המחקר האמפירי של תופעת הזחילה העירונית, שכן במסגרתה יישמנו מדדים מדיסציפלינות מחקר שונות (מדדי צפיפות אוכלוסייה, מדדים גיאומטריים ומדדים אקולוגיים), וכן שיקללנו את סט המדדים הזה לכדי מדד משולב אחד.

השלבים המתודולוגיים המשותפים במחקרים בהם שוקלל מדד משולב למדידת תופעת הזחילה העירונית (Galster et al., 2001; Ewing et al., 2002) הם: סיווג המדדים לקבוצות על-פי מאפייני הזחילה השונים אותם הם מייצגים, שיקלול המדדים ביחס לכל תצפית במדגם שנבחר תוך שימוש בשיטות סטטיסטיות שונות, ולאחר מכן דירוג התצפיות על-פי התוצאות המשוקללות. גם בעבודה זו יושמו שלבים אלו, כפי שיפורט להלן. מבין שלוש שיטות מיון ושיקלול עיקריות שנפוצות בסוג זה של מחקרים: דירוג ציוני תקן (Z score scaling), ניתוח גורמים (Factor Analysis) וניתוח אשכולות (Cluster Analysis), בחרנו להשתמש בשיטה של ניתוח גורמים.

ניתוח גורמים (Factor Analysis) היא טכניקה סטטיסטית, שמטרתה העיקרית היא צמצום משתנים ונתונים (data reduction). טכניקה זו שימושית בעיקר, כאשר רוצים לתאר תופעות רב-מימדיות, כלומר תופעות המורכבות ממשתנים רבים שבינם לבין עצמם קיימים מתאמים לינאריים, באמצעות סט מצומצם יותר של משתנים. בבסיס שיטת ניתוח הגורמים עומדת ההנחה, כי ניתן לייצג כל סט משתנים באמצעות מספר מצומצם של גורמים עיקריים (factors), שהם צירופים לינאריים משוקללים של אותם משתנים. ככל שהגורמים העיקריים מסבירים אחוז גבוה יותר של השונות במדגם התצפיות, כך ניתוח הגורמים הוא בעל תוקף סטטיסטי מובהק יותר¹.

טכניקת ניתוח הגורמים הופעלה בעבודה זו על נקודת זמן t_1 (2002) ובחלוקה לשתי קבוצות מדדים, המייצגות שני מאפיינים של המרקם העירוני הבנוי: האחד - מאפיין התצורה, הכולל את מדדי הצפיפות, תצורה ופרקטלים, דילוגי צפרדע וגפ"ם, ומייצג את ממדי הצפיפות והפיזור של תופעת הזחילה העירונית; והשני - מאפיין ההרכב, הכולל את מדדי משקל שימושי הקרקע

¹ למעוניינים להתעמק יותר במהות שיטת ניתוח הגורמים, מומלץ לעיין ב: Kim, J. O., Mueller, C. W. (1978), Introduction to Factor Analysis: What it is and How to do it, Paper 13 in: *Series: Quantitative Applications in the Social Sciences*, London: SAGE Publications

הבנויים, המייצגים את ממד עירוב שימושי הקרקע של תופעת הזחילה (ראו איור 5.3 לעיל). באמצעות ניתוח הגורמים חושבו שני מדדי זחילה משוקללים למאפיינים אלו: מדד משוקלל לתצורה ומדד משוקלל להרכב. לאחר מכן שוקללו שני מדדים אלו למדד משולב אחד, על-פי אחוז השונות המוסברת על-ידי כל מדד משוקלל. המדד המשולב שהתקבל איפשר לדרג את רמת הזחילה בכל יישוב במדגם בשנת 2002.

על-מנת להשוות בצורה עיקבית את רמת הזחילה ב- t_1 (2002) לרמת הזחילה ב- t_0 (מחצית שנות ה-80), יצרנו מדד משולב ל- t_0 על-ידי הפיכת מדדי הזחילה ב- t_0 לציוני תקן (Z scores) על-פי ממוצעי וסטיות תקן של מדדי הזחילה ב- t_1 ¹, ולאחר מכן הכפלת אותם ציוני תקן במקדמי ההכפלה של ערך מדד הזחילה המשולב ב- t_1 , שהתקבלו מה- Component score coefficient matrix; כך שחישוב המדד המשולב בכל אחת מנקודות הזמן יהיה עיקבי והמדדים יהיו ברי-השוואה. מתודולוגיה זו יושמה גם בעבודתם של Ewing et al. (2002).

ניתוח הגורמים שבוצע בכל קבוצת מדדים הצביע על גורמים עיקריים², שהם צירופים לינאריים משוקללים של כל המדדים שנכללו בקבוצה, המסבירים את השונות במדגם (בכל קבוצת מדדים התקבלו שלושה גורמים עיקריים שיחדיו הסבירו כ-70%-80% מהשונות במדגם). בכל גורם עיקרי זוהו המדדים הדומיננטיים: אלו המדדים שהערך המוחלט של מקדמיהם³ באותו גורם גבוה מ-0.7. משמעות הדבר היא, כי משקל אותם מדדים בגורם המסויים הוא גבוה, והם מהווים את ה"זהות" העיקרית שלו. על-פי המדדים הדומיננטיים ניתן לכל גורם שם, המאפיין את הזהות הייחודית לו.

השלב הבא היה שיקלול כל הגורמים בכל קבוצת מדדים. שיקלול זה בוצע על-ידי קביעת סימן (חיובי או שלילי) לכל גורם על-פי התרומה שלו לרמת הזחילה, ובהתייחס לסימן (החיובי או שלילי) של מקדמי ההעמסה של המדדים הדומיננטיים שלו. הסימן החיובי או השלילי ניתן לכל המדדים הנכללים באותו גורם, דהיינו לצירוף המשוקלל של המדדים בקבוצה, ולא רק למדדים הדומיננטיים שבקבוצה. כלומר, היחסים בין המקדמים של כל המדדים בקבוצה נשמרו, ללא פגיעה בצירוף המשוקלל שהופק מניתוח הגורמים⁴.

בשלב הבא נבנה מדד זחילה משוקלל לכל אחד ממאפייני תבנית המרקם העירוני: תצורה והרכב, המבטאים שלושה ממדים של המרקם: צפיפות, פיזור ועירוב שימושי קרקע⁵. השקלול נעשה על בסיס אחוז השונות המוסברת על-ידי כל גורם עיקרי בקבוצת המדדים של אותו מאפיין.

¹ כלומר, עבור כל מדד זחילה ב- t_0 חושב ההפרש בינו לבין הממוצע של אותו מדד ב- t_1 לחלק לסטיית התקן של אותו מדד ב- t_1 .

² הגורמים העיקריים הם אלו שעבורם $\text{Eigenvalue} > 1$.

³ המקדמים מתוך ה-Rotated Component Matrix שהתקבלה מניתוח גורמים בשיטת ה-Varimax.

⁴ לדוגמה, בגורם הצפיפות התקבלו מקדמים חיוביים עבור מדדי הצפיפות הדומיננטיים. כלומר, ככל שהצפיפות ביישוב גבוהה, ערך גורם הצפיפות שנקבע במודל גבוה יותר (קשר ישיר). בניגוד לכך, ככל שהצפיפות יותר גבוהה רמת הזחילה יותר נמוכה (קשר הפוך). לכן, על-מנת לקיים קשר הפוך בין גורם הצפיפות לבין רמת הזחילה קיבל גורם הצפיפות סימן שלילי, כך שכלל שהצפיפות גבוהה יותר, ערך גורם הצפיפות יהיה קטן יותר, והתוצאה תהיה ציון זחילה משוקלל נמוך יותר.

⁵ מטעמי נוחות, ומכיוון שקבוצת מדדי הצפיפות היתה קטנה והכילה רק שני מדדים (צפיפות ברוטו ונטו), היא אוחדה עם שאר המדדים הגיאומטריים, כך שממד הצפיפות של הזחילה אוחד עם ממד הפיזור. כלומר, בעבודה זו התייחסנו לשני מדדי זחילה: ממד צפיפות ופיזור, וממד עירוב שימושי קרקע כמייצגים את מאפיין התצורה ומאפיין ההרכב של המרקם העירוני.

לכן, אם נגדיר Sp_i כאינדקס הזחילה ביישוב i בנקודת זמן כלשהי, t_0 או t_1 , הרי שהמודל הכללי המוצע בעבודה זו מוצג במשוואה הכללית שלהלן:

$$(5.7) \quad Sp_i = f(N_{ij}, VL_i, T_i, P_i, SE_{ir})$$

כאשר:

N_{ij} וקטור משתנה המיקום במרחב j של יישוב i (במטרופולין אליו הוא משתייך¹). הוגדרו חמישה אזורי מיקום²: N_1 = עיר גלעין; N_2 = מיקום בטבעת פנימית; N_3 = מיקום בטבעת התיכונה; N_4 = מיקום בטבעת חיצונית; N_5 = מיקום בפריפריה ($j=1, 2, 3, 4, 5$).

VL_i אומדן הקרקע הפוטנציאלית לפיתוח בגבולות המוניציפליים של יישוב i בנקודת זמן כלשהי t_0 או t_1 .³ נמדד כאחוז שמהווה שטח השימושים הפתוחים מחוץ למרקם המרכזי מסך כל השטח המוניציפלי של היישוב⁴.

T_i משתנה דמי המייצג את תבליט השטח בו פרוס יישוב i . הוגדרו שני מצבים: $T=0$ מייצג תבליט מישורי ו- $T=1$ מייצג תבליט הררי.

P_i גודל אוכלוסיית היישוב i ב- t_0 או ב- t_1 , המהווה גם אינדיקציה לאופי היישוב (ערך גבוה מצביע על יישוב עירוני, ואילו ערך נמוך מצביע על יישוב עירוני בעל אופי כפרי או קהילתי). משתנה זה הוצב במודל בצורת פונקציית Ln.

SE_{ir} מאפיין חברתי-כלכלי r של אוכלוסיית יישוב i ב- t_0 וב- t_1 : r_1 = חציון גיל, r_2 = גודל משק בית ממוצע, r_3 = יחס תלות, r_4 = אחוז בעלות על דירה, r_5 = מספר נפשות לחדר, r_6 = חציון שנות לימוד, r_7 = אחוז בעלי תואר אקדמי, r_8 = הכנסה ממוצעת לנפש סטנדרטית, r_9 = אחוז משקי הבית שבבעלותם לפחות כלי-רכב אחד, r_{10} = אחוז העוסקים בתעשייה, r_{11} = אחוז העוסקים במקצועות חופשיים, r_{12} = אחוז המועסקים מחוץ ליישוב מסך המועסקים תושבי היישוב⁵ ואחוז הנוסעים לעבודה ברכב פרטי⁶.

שיטת המחקר שנבחרה בעבודה זו לצורך תיאור יחסי הגומלין שבין תופעת הזחילה העירונית לבין גורמים מרחביים וחברתיים-כלכליים היא ההסקה הסטטיסטית, והמודל שנבחר ליישום בשיטה זו הוא מודל של רגרסיה לינארית רבת משתנים (multiple regression). הסיבה לבחירה זו היתה פשטות הפעלתם של מודלים מסוג של רגרסיה לינארית, כמו גם האפשרות לקבל בקלות יחסית אינדיקציות לגבי רמת ההסבר הכללי של המודל, מובהקות הקשרים שבין המשתנים השונים, והתרומה של כל משתנה לרמת ההסבר הכללית. במשוואת המודל הצבנו את המדד המשולב כמשתנה התלוי, היות והוא מבטא את התופעה הנחקרת, ואת הגורמים המרחביים

¹ לחילופין גם הצבנו במשוואת המודל משתנה רציף של מרחק היישוב מעיר הגלעין הקרובה (בק"מ).

² הגדרת הטבעות במטרופולינים תל-אביב, חיפה ובראש שבע מבוססות על השנתון הסטטיסטי 2002- לוח 2.15 והגדרות המבוא, ומטרופולין ירושלים על-פי הגדרתנו לצורך מחקר זה.

³ עבור t_0 ערך זה חושב כהפרש בין השטח המוניציפלי ב- t_0 פחות שטח המרקם העירוני ב- t_0 . עבור t_1 ערך זה חושב כהפרש בין השטח המוניציפלי ב- t_1 פחות שטח המרקם העירוני ב- t_0 .

⁴ שימושי קרקע פתוחים הוגדרו כשימושי קרקע מקטגוריות 6_{out} , 7_{out} , 9_{out} , 10 , שהם שטחים פתוחים, שטחי חקלאות ושטחים חסרי שימוש הנכללים בתחום המוניציפלי, אך ממוקמים מחוץ למרקם המרכזי.

⁵ פירוט מלא של המשתנים החברתיים-כלכליים שנבחנו בעבודה זו, המקור להם מתוך הל.מ.ס ואופני המדידה מובא בנספח ב' לעבודה.

⁶ נתון זה קיים רק עבור 1995.

והחברתיים-כלכליים הצבנו כמשתנים בלתי-תלויים במודל, שכן הם המשתנים שאמורים להסביר את התופעה הנחקרת, בהסתמך על סקר הספרות.

מודל הרגרסיה כויל עבור שתי נקודות זמן המציינות את תקופת המחקר: t_0 ו- t_1 . כמו-כן, בכל נקודת זמן הוגדרו מודלים עם משתנים תלויים נפרדים: ראשית עם המדד המשולב, לאחר מכן עם המדד המשוקלל לתצורה, ולבסוף עם המדד המשוקלל להרכב שימושי קרקע. כלומר, סך הכל גובשו שש קבוצות של מודלים של רגרסיה לינארית רבת משתנים: שלוש ב- t_0 ושלוש ב- t_1 . הסיבה לכך היתה הרצון להתחקות אחר הגורמים המשפיעים הן על תופעת הזחילה בכללותה, כפי שהיא באה לידי ביטוי במדד הזחילה המשולב, והן על כל אחד מהיבטי התופעה שנבחנו במחקר זה בנפרד, כפי שבאים לידי ביטוי בכל אחד משני המדדים המשוקללים שגובשו: תצורה והרכב.

המשתנים הבלתי-תלויים שהוכנסו למודלים נחלקים לשני סוגים: משתנים מרחביים ומשתנים חברתיים-כלכליים, כמפורט לעיל במשוואת המודל. כידוע, קיימים מתאמים לינאריים גבוהים בין חלק מהמשתנים החברתיים-כלכליים לבין עצמם (כמו, למשל, בין רמת כנסה לרמת מינוע ורמת השכלה) וכן בין חלק מהמשתנים המרחביים לבין עצמם (למשל מרחק מעיר הגלעין ומיקום בטבעת מטרופולינית), דבר היוצר בעיה של מולטי-קוליניאריות. על-מנת להימנע מבעיה זו הורצו בכל אחד משש קבוצות המודלים, שפורטו לעיל, מספר רב של איטרציות, כאשר בכל איטרציה הוצב מספר מצומצם של משתנים בלתי תלויים (שייקראו להלן, משתנים מסבירים) שביניהם אין מתאם לינארי גבוה (ערך מקדם פירסון פחות מ- 0.7 בערך מוחלט). כמו-כן הורצו איטרציות עם הרכבים שונים של משתנים מסבירים, עד לקבלת מודלים תקפים ובעלי רמת מובהקות גבוהה של כל אחד מהמשתנים המסבירים (מעל 95%). כך שבסופו של דבר, עבור כל קבוצת מודלים נבחנו 2-1 מודלים מיטביים, שעל בסיסם נבחנו השערות המחקר.

חלק שלישי:
ממצאי המחקר

פרק 6:

מדדי הזחילה העירונית בישראל ומשמעותם

בפרק זה נציג את הממצאים העיקריים שהתקבלו עבור חמש קבוצות המדדים העיקריות שיושמו בעבודה זו, ואשר מהם שוקלל בשלב מאוחר יותר מדד הזחילה המשולב. מטרתנו בפרק זה לבחון מגמות עיקריות של שינוי בערכי המדדים ביישובים השונים ולאורך תקופת המחקר, ולזהות טיפולוגיות של "זחילה" בקבוצות יישובים אופייניות. מטרה נוספת היא לבקר את הממצאים שהתקבלו עבור המדדים השונים בהשוואה למחקרים מקבילים שבוצעו בארץ ובעולם, ועל-ידי כך לגבש דעה אילו מהמדדים רלבנטיים יותר לתאור התופעה בישראל. הערכה לגבי חשיבותו של כל מדד, ביחס לשאר המדדים וביחס למדד המשולב, ואמידתו כפרמטר דומיננטי למדידת תופעת הזחילה העירונית מובאת בפרק 7.

מדדי צפיפות עירונית

אוכלוסיית יישובי המדגם מנתה בתחילת התקופה הנחקרת¹ כ-3.3 מליון נפש, ושטחי המרקמים העירוניים² של יישובים אלו הסתכמו בכ- 493.8 קמ"ר, ואילו בסוף התקופה הנחקרת (שנת 2002) מנתה אוכלוסיית המדגם כ-4.7 מליון נפש, ושטחי המרקמים העירוניים הסתכמו ב- 624.5 קמ"ר. כלומר, האוכלוסייה גדלה בממוצע ב-44% בתקופה הנחקרת, ואילו שטחי המרקמים העירוניים גדלו בממוצע רק ב-26%. בהתאם לכך, הצפיפות ברוטו העירונית הממוצעת של כל יישובי המדגם עלתה ב-13.9% (מ- 6,676 נפש/קמ"ר ל- 7,609 נפש/קמ"ר בסך כל השטחים שנחקרו). לחילופין, מדד הזחילה "הפשוט", המבטא את הישתנות הצפיפות לאורך זמן³, נמוך מ-1 במרבית יישובי המדגם. כלומר, במרבית היישובים במדגם (80%) הצפיפות עלתה לאורך התקופה הנחקרת, ובמיעוטם (20%) הצפיפות ירדה.

העלייה בצפיפות האוכלוסייה מוסברת בעיקר על-ידי שיעור הגידול הגבוה של האוכלוסייה בישראל. שיעור גידול אוכלוסייה מואץ וגבוה מאוד ביחס לארצות המערב הוא אופייני לישראל, ובתקופת המחקר הוא נבע בעיקר מהעלייה ההמונית מארצות חבר העמים. את שיעור הגידול הנמוך של שטחי המרקמים העירוניים הבנויים ביחס לשיעור גידול האוכלוסייה ניתן להסביר בשני גורמים עיקריים: האחד, ייתכן שחלק מהמרקמים העירוניים הוותיקים ממחצית שנות ה-80' ביישובים היו בעלי כושר נשיאה גבוה, ויכלו לקלוט חלק ניכר מתוספת האוכלוסייה, כך ש"נחסכו" תוספות של מרקמים חדשים באותם יישובים; השני, ייתכן שצפיפויות הבנייה במרקמים החדשים היו גבוהות יחסית למרקמים הישנים, כך שנקלטה בהם תוספת רבה של אוכלוסייה, ולכן שיעור גידול השטחים הבנויים של המרקמים הללו היה נמוך, יחסית. היות ובעבודה זו לא יכולנו לבדוק את פריסת הצפיפויות במרקם החדש ובמרקם הוותיק באותו יישוב, אלא בדקנו רק צפיפות ממוצעת על כלל המרקם העירוני, קשה לקבוע באופן אמפירי מהי

¹ מנתה אוכלוסיית כל יישוב בהתאם לשנה המדויקת שבה בוצע לראשונה מיפוי שימושי קרקע על-ידי הל.מ.ס. באותו יישוב (מחצית שנות ה-80').

² ראו הגדרת המרקם העירוני בפרק 5.

³ ראו הגדרת מדד הזחילה "הפשוט" בפרק 3.

התרומה הכמותית של כל אחד מהגורמים שפורטו לעיל על העלייה הכללית בצפיפות הממוצעת ביישובים העירוניים, ואולם ניתן לנסות ולשער מגמות כלליות בהקשר זה.

לגבי כושר נשיאה גבוה של המרקמים הישנים, אנו משערים כי הוא אופייני לשני תהליכים אפשריים. התהליך הראשון הוא קליטת גלי העלייה ההמונית של שנות ה-90 בערים וביישובים עירוניים. חלק ניכר מהעולים בתקופה זו נקלטו בדירות לא מאוכלסות במרקמים הישנים של הערים¹, כמו למשל מקרה שכונת הדר בעיר חיפה (אמיר וכרמון, 1996; Carmon, 1998), ותרמו לעליית הצפיפות במרקם הישן או לחילופין לירידה מתונה יותר בצפיפות המרקם הישן, מאשר הירידה לה היינו מצפים עקב הזדקנות האוכלוסייה וכתוצאה מעלייה ברמת החיים וברווחות הדיור (כהן, 1997; Frenkel, 1999).

התהליך השני שעשוי לתרום להעלאת כושר הנשיאה של המרקמים העירוניים הישנים הוא בנייה חדשה בתוך מרקמים אלו בדפוס של מילוי חללים פנויים (in-fill), מה שעשוי להוביל לעלייה בצפיפות הממוצעת במרקמים אלו. תופעה זו רווחת, למשל, ביישובים עירוניים סמי-חקלאיים או חקלאיים לשעבר שעברו תהליך של עיור מואץ, המתבטא בהפשרת קרקעות לבנייה למגורים בתוך המרקמים הקיימים (ב"נחלות בנים ממשיכים"). כתוצאה מכך, עשוי היה להיווצר מצב שנחלות גדולות, בשטח של מספר דונמים לכל נחלה, חולקו למספר רב של מגרשים קטנים, בשטח של מחצית דונם או פחות לכל מגרש. כך שגם אם נבנתה רק יחידת דיור אחת על כל מגרש, בבנייה צמודת קרקע שלכאורה נחשבת "זוחלת", הרי שעדין הצפיפות החדשה באותו מרקם גבוהה לאין שיעור מהצפיפות שהיתה בו בעבר. אפשרות נוספת היא, שגם ביישובים העירוניים המובהקים חלה עלייה בצפיפות המרקמים הישנים, כתוצאה מבנייה רוויה בחללים פנויים פנימיים.

לסיכום, נוכחנו כי, שלא בדומה לערים בארה"ב, הפיתוח במרבית היישובים העירוניים היהודיים בישראל מתאפיין במגמת ציפוף קלה, המתבטאת בעלייה של 13.9% בצפיפות הממוצעת לאורך זמן ובערך נמוך מ-1 של מדד הזחילה הפשוט במרבית יישובי המדגם. יחד עם זאת, קשה להקיש מכך לגבי אי-קיומה של זחילה עירונית בישראל. מתברר כי קיימת שונות רבה בדפוסי הציפוף של קבוצות יישובים שונות, הנובעת מתנאים גיאוגרפיים ודמוגרפיים ייחודיים לישראל. יישובים רבים, בהם הצפיפות עלתה לאורך התקופה הנחקרת, ולכאורה יכולנו לסווגם כ"קומפקטיים", הם בעצם יישובים שהיו בעלי כושר נשיאה גבוה, יחסית, במרקמים הישנים, ואשר כתוצאה מכך יכלו לקלוט בתוכם תוספת רבה של אוכלוסייה, ללא התפשטות גדולה של מרקמים חדשים במרחב. מכאן אנו מסיקים, שמדדי צפיפות, הגם שהם נפוצים מאוד במחקר העירוני, מבטאים את תופעת הזחילה בצורה חלקית ביותר, וכי ניתוח מעמיק יותר של תופעה זו דורש הסתכלות רחבה יותר גם על צריכת השטח של המרקמים העירוניים, על תהליכים דמוגרפיים ייחודיים ועל דפוסי הבינוי ותמהיל הצפיפויות ביישובים השונים (בנייה צמודת קרקע מול בנייה רוויה).

מדדי תצורה

סעיף זה דן בממצאים שהתקבלו עבור מדד התצורה - SH (Shape Index) והמימד הפרקטלי - F (Fractal Dimension), המבטאים את מידת הפיזור, הפיתוליות והאי-רגולריות של גבול המרקם

¹ במפקד האוכלוסין והדיור 1995 נמצאו כ-82 אלף דירות מגורים ריקות אשר היוו 5% מלאי הדירות למגורים בישראל (כהן, 1997). יצוין כי מועד עריכת המפקד היה כשנתיים לאחר שיאו של גל העלייה, כך שיש לשער שמספר הדירות הריקות עם תחילת גל העלייה היה גדול יותר.

המרכזי. בגלל הדמיון והמתאם הגבוה בין שני המדדים¹, מרבית הממצאים יפורטו עבור מדד התצורה, ויהיו תקפים גם עבור המימד הפרקטלי, אלא אם כן יצויין אחרת.

באופן כללי נמצא, כי לאורך התקופה הנחקרת ערכי מדד התצורה והמימד הפרקטלי ירדו בכ- 7% בממוצע. כלומר, מידת האי-רגולריות של תצורת המרקמים לא השתנתה בהרבה, אך ניתן להבחין במגמה קלה של התמלאות המרקמים באופן קומפקטי לאורך זמן. מדד התצורה ירד מערך ממוצע של 2.58 לערך של 2.42, ואילו המימד הפרקטלי ירד מממוצע של 1.28 ל-1.27. הערכים המינימליים של מימד פרקטלי ומדד תצורה שהתקבלו הם 1.2 ו-1.18 בהתאמה (גני תקווה ב- t_1) והמקסימליים הם 1.37 (מימד פרקטלי של היישוב קדימה ב- t_0) ו-5.68 (מדד תצורה של ירושלים ב- t_0). מתוך 78 היישובים במדגם, ב-29 יישובים היתה עלייה בערכי מדדי התצורה לאורך התקופה, כלומר ביישובים אלו היתה מגמה של זחילה בהיבט אי-רגולריות של גבול המרקם המרכזי². דוגמה ליישוב שבו ערך מדד התצורה עלה לאורך זמן מובאת באיור 6.1 (העיר כרמיאל).

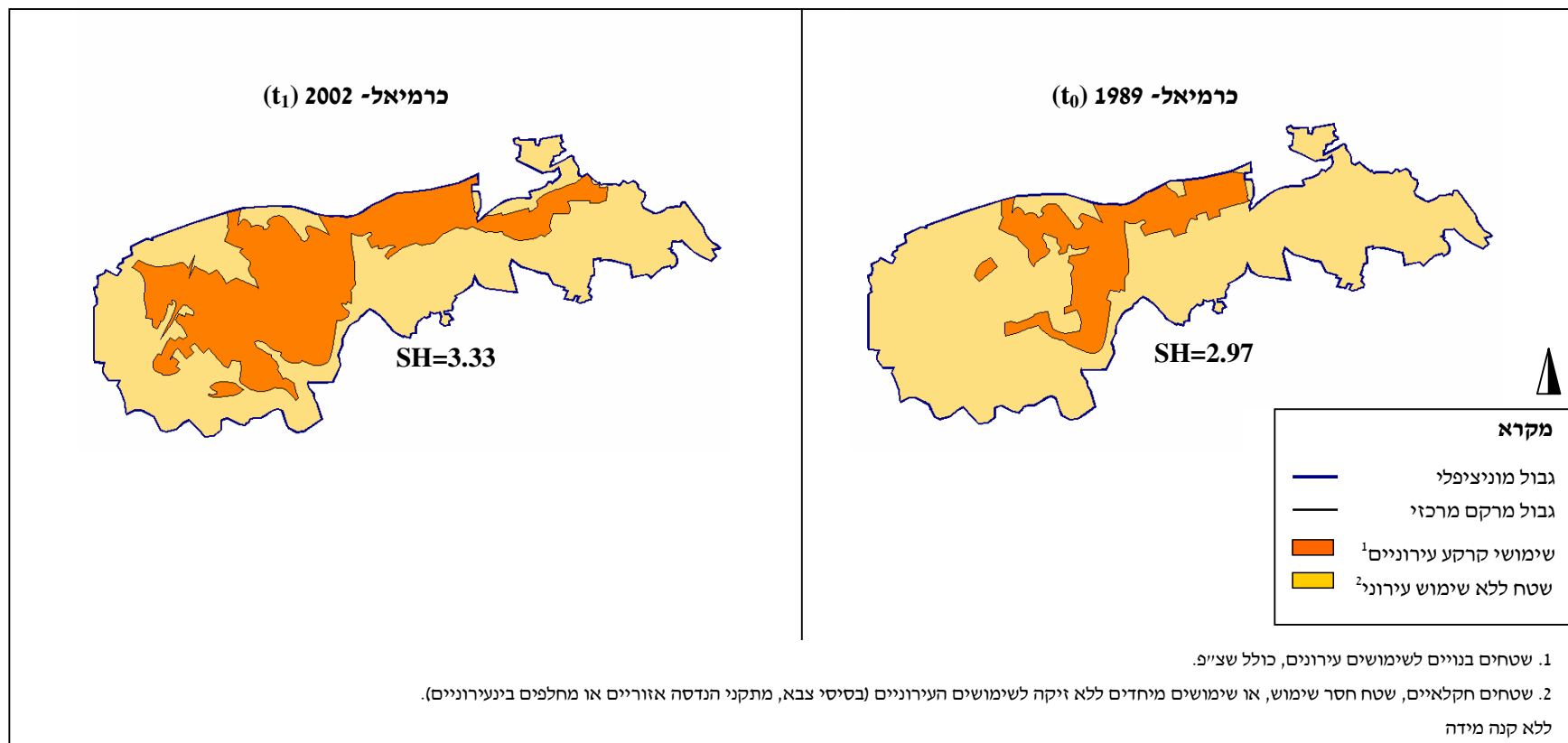
אחת מהשערות המחקר היתה, שרמת הזחילה מושפעת מהתנאים הטופוגרפיים, בין השאר בעקבות עדויות אמפיריות ממחקרים שבוצעו בעולם, לגבי קבלת ערכי פרקטלים גבוהים יותר באזורים הרריים. ממצאי עבודה זו מראים, כי אכן קיימת השפעה של טופוגרפיה על ערכי מדדי התצורה³. תצורתם של יישובים הממוקמים בשטח הררי נוטה להיות מפוזרת, מפותלת ואי-רגולרית ואף להתפזר יותר לאורך זמן. ואילו תצורתם של יישובים הממוקמים בשטח מישורי נוטה להיות רגולרית ופחות מפוזרת, ולאורך זמן יישובים אלו נוטים להתמלא באופן קומפקטי. מכאן, שטופוגרפיה הררית מעודדת זחילה בהיבט התצורה וחתימת הקרקע של המרקם העירוני הבנוי, הבא לידי ביטוי בערכים גבוהים של מדדי תצורה או פרקטלים. ממצא זה תואם ממצאים של מחקרים מקבילים בעולם (ראו, למשל O'Neill et al., 1988).

נסייג ונאמר, כי קשה לנו לקבוע בוודאות, האם הערכים האבסולוטיים ושיעורי ההשתנות של ערכי מדדי התצורה והפרקטלים שקיבלנו הם גבוהים או נמוכים, יחסית למחקרים אחרים שבוצעו בעולם, משתי סיבות: לגבי מדד התצורה, לא מצאנו מחקרים העוסקים בגידול העירוני, בהם נעשה שימוש במדד זה; לגבי המימד הפרקטלי, ישנם אמנם מחקרים עירוניים בהם נעשה שימוש במדד זה, אך במחקרים אלו המדד לא יושם במתודולוגיה זהה לזו שיושמה בעבודה זו, דהיינו לא עבור יחידת חקירה של עיר בודדת ו/או לא בשיטת המדידה של חישוב היחס שבין

¹ ראו פרק 5 לעיל.

² היישובים הם: אבן יהודה, אשקלון, בית דגן, גבעת שמואל, הוד השרון, חדרה, חצור הגלילית, טבריה, יבנה, כוכב יאיר, כפר סבא, כפר שמריהו, כרמיאל, לוד, מבשרת ציון, נס ציונה, נשר, עתלית, ק. אונו, ק. אתא, ק. ביאליק, ראש העין, ראשון לציון, רחובות, רמלה, שבי ציון, שלומי, תל-אביב, תל-מונד.

³ ב-17 יישובים הממוקמים בטופוגרפיה הררית ישנה מגמה של פיזור מרחבי לאורך זמן, שבא לידי ביטוי בעלית ערך מדד התצורה הממוצע ביישובים אלה מ-3.03 ב- t_0 ל-3.124 ב- t_1 . לעומת זאת, ב-61 יישובים הממוקמים בטופוגרפיה מישורית ישנה מגמה של מילוי קומפקטי של המרחב לאורך זמן, שבא לידי ביטוי בירידת ערך מדד התצורה הממוצע מ-2.455 ב- t_0 ל-2.228 ב- t_1 . לגבי המימד הפרקטלי, ערכו הממוצע אמנם ירד לאורך תקופת המחקר גם ביישובים הרריים וגם ביישובים מישוריים, ואולם ביישובים הרריים הירידה היא זניחה ולמעשה כמעט אין שינוי בערך מדד זה (מ-1.307 ל-1.303), בעוד שביישובים מישוריים ערך המימד הפרקטלי הממוצע ירד בשיעור גבוה יותר מ-1.28 ל-1.263.



איור 6.1: השתנות מדד התצורה (SH) של המרקם הבנוי בעיר כרמיאל בין t_0 לבין t_1

ההיקף לשטח¹. באופן כללי, מתקבל הרושם כי טווח ערכי הפרקטלים שאנו קיבלנו (בין 1.2 ל-1.37) מעט נמוך, יחסית לערכים שהתקבלו במחקרים אחרים, כמו למשל מחקרם של Herold & Batty (2001) : 1.5-1.3; מחקרם של O'Neill et al. (1988) : 1.24-1.45; ועבודתם של Swindon (1994) על שימושי קרקע שונים בעיר Swindon : 1.243-1.478. לגבי ישראל, העבודה היחידה שבדקה פרקטלים בישראל היא עבודתה של מרינוב (1998), ואולם שם יושם פרקטל של שטח באזור גוש דן, ולא פרקטל של גבולות מרקמים עירוניים של יישובים בודדים, ולכן לא ניתן להשוות את תוצאות עבודתה לתוצאות שאנו קיבלנו.

ייתכן, שהפער הקטן בין ערכי הפרקטלים שאנו קיבלנו לערכים שהתקבלו במחקרים אחרים בעולם נובע מכך, שהיישובים בישראל אכן יותר קומפקטיים בתצורתם מאשר אזורים עירוניים בחו"ל, וייתכן שהוא נובע משוני בשיטות המדידה וביחידות החקירה. נושא זה דורש מחקר השוואתי מקיף יותר לגבי שיטות המדידה של פרקטלים ובחינת השוני שבין ערכי מדד זה בישראל וארצות אחרות, שהוא מעבר למטרות עבודה זו. כך או כך יש לציין, כי מטרתו של המימד הפרקטלי שיושם בעבודה זו היא ליצור דירוג השוואתי בין יישובי המדגם. לכן, מוקד ההתעניינות שלנו הוא פחות בערכים האבסולוטיים ובשיעורי ההשתנות הכמותיים המדוייקים של מדד זה, אלא יותר במגמות ההשתנות הכלליות ובתרומתו של מדד זה למדרג היישובים הכללי, על-פי מדד הזחילה המשולב, עליו יפורט בהמשך.

בנוסף, בדקנו את המתאם הלינארי (מתאם פירסון R_p) שבין ערך מדד התצורה (SH) לבין גודל היישוב, המבוטא במספר תושבים (P) או בשטח המרקם המרכזי (MA). בדיקה זו הצביעה על קיום קשר חיובי חלש ביניהם, אם כי מובהק סטטיסטית². עם זאת, קשר זה תקף יותר עבור יישובים גדולים, ואילו עבור יישובים קטנים ישנו פיזור רב יותר בתוצאות עד כדי קשר חלש מאוד או אי קיומו של קשר בין מדד התצורה לבין גודל היישוב³. כלומר, גבולות המרקמים הבנויים של יישובים גדולים מאוד נוטים להיות מפותלים ואי-רגולריים; ואילו ביישובים בינוניים וקטנים קיים פיזור רב יותר בערכי מדד התצורה, ומכאן שביישובים אלו גודל היישוב אינו מהווה גורם דומיננטי בקביעת ערך מדד התצורה, ואינו מכתוב התפשטות אי-רגולרית ובלתי יעילה של המרקם העירוני הבנוי. בחינת הקשרים הלינאריים בין שיעור הגידול של מדד התצורה לבין משתנים כמו גודל היישוב או שיעור הגידול בשטח המרקם המרכזי לא העלתה תוצאות מובהקות מספיק⁴. מכאן, ששיעור הגידול של מדד התצורה, המבטא את מידת השתנות האי-רגולריות של גבול המרקם המרכזי לאורך זמן, אינו קשור לגודל היישוב, אלא אולי לגורמים אחרים כמו תנאים טופוגרפיים או מידת הרגולציה התכנונית באותו יישוב, שעשויה לבוא לידי ביטוי בפיזור זוחל או לחילופין במילוי קומפקטי של המרקמים לאורך זמן.

¹ ראו הסבר מפורט בפרק 5.

² $R(SH_0, MA_0)=0.446$, $sig.=0.01$, $R(SH_0, LnP_0)=0.423$, $sig.=0.01$ והתוצאות הן דומות גם עבור t_1 . לעומת זאת, בין המימד הפרקטלי לבין גודל היישוב לא נמצאו קשרים לינאריים כלל.

³ למשל, עבור יישובים שגודלם מעל 100 אלף נפש (סה"כ 10 יישובים במדגם) $R(SH_0, LnP_0)=0.669$, $sig.=0.01$ ועבור יישובים שגודל המרקם המרכזי שלהם מעל 3000 דונם (סה"כ 44 יישובים במדגם) $R(SH_0, MA_0)=0.387$, $sig.=0.01$; לעומת זאת עבור יישובים שגודלם קטן מ-100 אלף תושבים (סה"כ 68 יישובים במדגם) $R(SH_0, LnP_0)=0.335$, $sig.=0.01$ ועבור יישובים שגודל המרקם המרכזי שלהם נמוך מ-3000 דונם (סה"כ 34 יישובים במדגם) אין מתאם לינארי בינו לבין מדד התצורה.

⁴ הקשר בין שיעור גידול מדד התצורה לבין שיעור גידול שטח המרקם המרכזי מובהק סטטיסטית, אך חלש מאד: $R(dSH, dMU)=0.273$, $sig.=0.05$, ואילו בין שיעור גידול מדד התצורה לבין גודל האוכלוסייה או שטח המרקם המרכזי אין קשר לינארי.

מדד דילוגי צפרדע

מתוצאות מדדי דילוגי הצפרדע בעבודה עבור שתי נקודות הזמן (תחילת וסוף התקופה הנחקרת בהתאמה) עולה, כי בכ- 70%-80% מיישובי המדגם לא היו שטחי מגורים מדלגים מחוץ למרקם המרכזי, וכי בכ- 40%-50% מהיישובים לא היו שטחים בנויים כלשהם (מגורים ואחרים) שדילוג מחוץ למרקם המרכזי. מכאן שניתן לומר בהכללה, כי הפיתוח ביישובים העירוניים שנבדקו הוא ברובו צמוד-דופן (בעיקר המגורים), וכי מרבית השטחים המדלגים אינם שטחי מגורים אלא שטחים משימושים אחרים. לאורך התקופה הנחקרת ישנה אף עלייה במספר היישובים שמדד הדילוג שלהם היה גדול מאפס ב- t_0 והפך להיות אפס ב- t_1 . משמעות הדבר היא, שלאורך התקופה הנחקרת השטח הפנוי שבין המרקם המרכזי למרקם המדלג התמלא, כך שנוצר רצף בנוי בין המרקם המרכזי לבין שטחים בנויים שדילוגו בתחילת התקופה לכדי מרקם מרכזי גדול יותר. ממצא זה עולה בקנה אחד עם טענתו של Peiser (1989), שפיתוח עירוני זוחל בדפוס של דילוגי צפרדע נוטה למלא את המרחב לאורך זמן, ומכאן שניתן להתייחס לתופעת הזחילה כאל תופעה זמנית.

מבחינת מגמות השינוי בשטחים המדלגים, בכ-89% מהיישובים שיעור השינוי בשטחי המגורים המדלגים הוא אפס או שלילי, וכנ"ל ב-80% מהיישובים לא חל שינוי או זוהתה מגמת ירידה בשיעור השטחים הבנויים המדלגים ברוטו. עם זאת, ב-16 יישובים חלה עלייה בשטחים המדלגים ברוטו¹ (20%), מתוכם בשמונה יישובים בלבד חלה עלייה בשטחי המגורים המדלגים² (10%). כלומר, ניתן להגדיר יישובים אלו כ"זוחלים" מהיבט דילוגי הצפרדע.

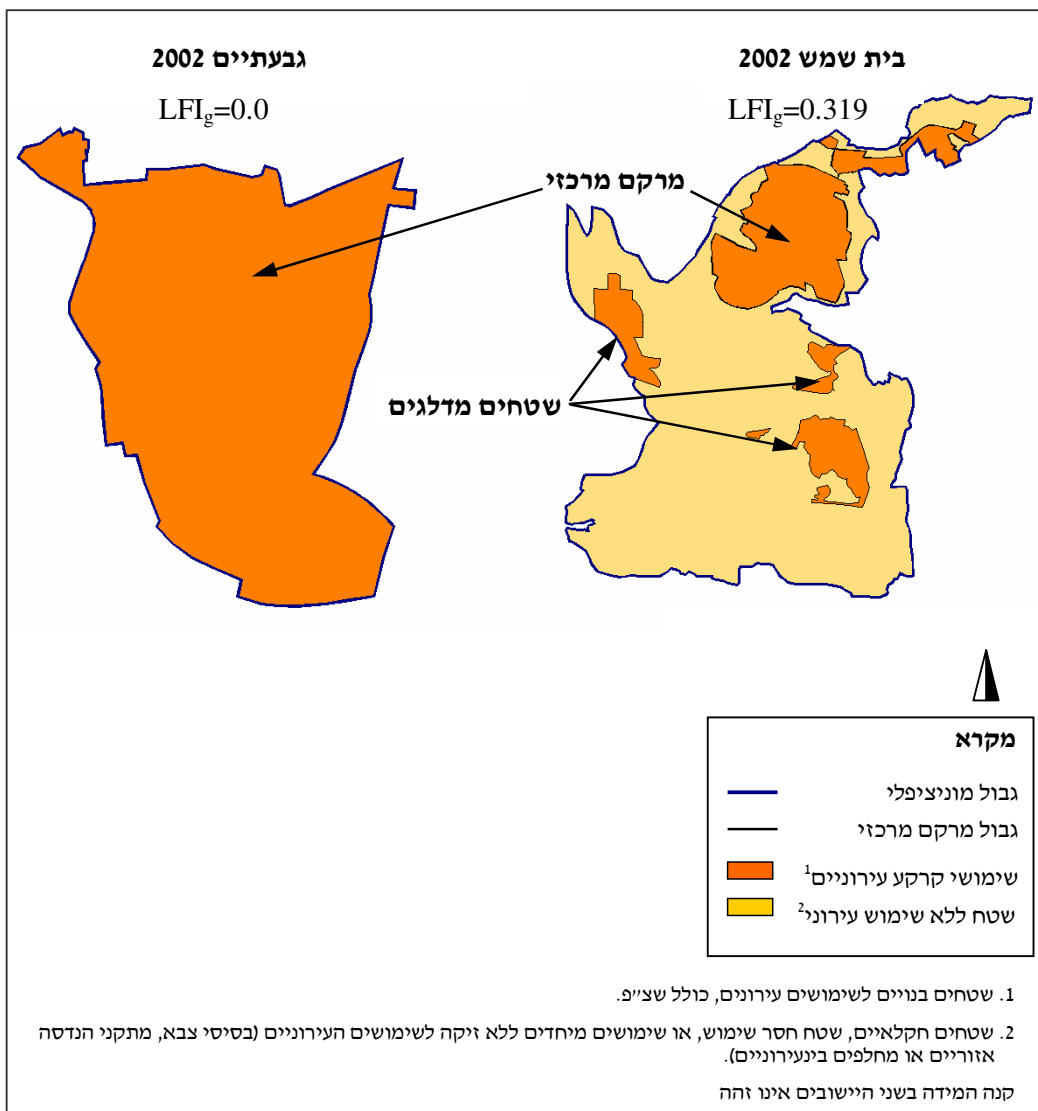
למרות שאחוז היישובים בהם זוהה דפוס פיתוח מדלג הוא נמוך יחסית, הרי שהיקף התופעה ביישובים אלו גבוה. ביישובים בהם נמצאו שטחים מדלגים מכל השימושים, ממוצע שטחים אלו נע בין 950 דונם ב- t_0 לבין 1,160 דונם ב- t_1 המהווים בממוצע כ-11% משטח המרקם העירוני של יישובים אלה; ממוצע שטחי המגורים המדלגים נע בין 1,000 דונם ב- t_0 לבין 1,300 דונם ב- t_1 המהווים 11.8% ו-13.7% בהתאמה משטחי המגורים ביישובים הללו. משמעות הדבר היא, כי אמנם הפיתוח במדגם היישובים שבדקנו הוא בדרך-כלל צמוד דופן, אולם ביישובים בהם קיים דפוס פיתוח מדלג, היקף הפיתוח המדלג הוא משמעותי מאוד ביחס לשטח המרקם העירוני וביחס לכלל שטחי המגורים ביישוב (כ-12%) ואף נמצא במגמת עלייה לאורך זמן.

יישובים בהם ערך מדד הדילוג ברוטו הוא גבוה הם בדרך-כלל יישובים המכילים מתחם גדול של שימושי קרקע לתעשייה, למסחר או למוסדות המנותק מהמרקם המרכזי. דילוג מסוג זה הוא לעתים מחוייב המציאות, מטעמים של איכות סביבה או איכות חיי התושבים, ועל כן אינו ניתן תמיד להגדרה קלאסית של זחילה עירונית. זאת בניגוד לדילוג של שטחי מגורים בלבד, שעונה יותר להגדרה של פיתוח עירוני זוחל. דוגמאות ליישובים בהם מדד הזחילה ברוטו הוא גבוה הם: רעננה (מוסד כפר נחמן ואזור מלאכה צפון מזרחי בצמוד לכפר סבא), עתלית (אזור בריכות המלח המסומן כשימוש קרקע לתעשייה), עכו (אזור התעשייה הדרומי), הוד השרון (אזור תעשייה דרומי) ורמת השרון (אזור הרב-מכר בצומת גלילות והכפר הירוק). דוגמאות ליישובים בהם מדד הדילוג נטו הוא גבוה, הם: עומר, שבתחום השיפוט שלה ישנו יישוב בדואי לא מוכר ששטחו גדל

¹ היישובים הם: אילת, באר יעקב, בית דגן, בית שמש, כפר סבא, כרמיאל, נצרת עילית, נתניה, עומר, פרדס חנה-כרכור, צפת, קרית טבעון, ראש העין, ראשון לציון, רמת השרון, תל-אביב-יפו.

² היישובים הם: בית שמש, כרמיאל, נתניה, עומר, פרדס חנה-כרכור, צפת, קרית טבעון, תל-אביב-יפו.

לאורך התקופה הנחקרת; בית שמש, עם שכונת רמת בית-שמש המנותקת לחלוטין מהמרקם הישן; וירושלים, שבתחום השיפוט שלה ישנם אזורי מגורים רבים מחוץ למרקם המרכזי וביניהם: רמות אלון, עין כרם, הר חומה, צור בהר, אם טובה וקלנדיה. השטחים המדלגים הגדולים ביותר נמצאים בירושלים: ב- t_1 הם מסתכמים בכ- 10,000 דונם, מתוכם 7,899 דונם הם שטחי מגורים מדלגים. עם זאת, מדדי הדילוג בירושלים נמצאים במגמת ירידה לאורך התקופה הנחקרת מ- 27.7% ו-23% ברוטו ונטו ב- t_0 ל- 12.2% ו-15.2% ב- t_1 . מצבה של ירושלים הוא ייחודי ביחס לשאר היישובים במדגם, ונובע, ככל הנראה, בעיקר בשל החלטות על בסיס גיאומטרית: מצד אחד סיפוח שכונות ערביות בירושלים המזרחית ומחנה הפליטים קלנדיה לאחר 1967, ומצד שני בנית שכונות יהודיות בשוליים במטרה להשיג רוב יהודי ורצף עירוני בתוך תחום השיפוט שהורחב במידה ניכרת לאחר 1967. דוגמה משווה בין יישוב עם ערך מדד דילוג גבוה (בית שמש) מול ערך מדד דילוג נמוך (גבעתיים) מובאת באיור 6.2.



איור 6.2: הדגמת מדד דילוגי צפרדע ברוטו (LFI_g) בבית שמש ובגבעתיים, 2002

בחינת המתאם הלינארי שבין מדדי הדילוג (LFI_t) לבין גודל היישוב (באוכלוסייה או בשטח המרקם העירוני - UA), מראה כי לא קיים קשר חזק ומובהק סטטיסטית ביניהם¹. כמו-כן, בחינת הקשר שבין מדדי הדילוג לבין תנאים טופוגרפיים, מראה, כי מרבית היישובים בהם מדדי הדילוג גבוהים מאפס ו/או במגמת עלייה נמצאים דווקא באזורים מישוריים. לכאורה היינו מצפים לקבל מדדי דילוג גבוהים יותר באזורים הרריים, שם קשה יותר לבנות ברצף, בגלל מגבלת הטופוגרפיה (ואדיות וכו'), אך למעשה התוצאה היא הפוכה. מכאן, שרמת דילוגי הצפרדע אינה מושפעת, ככל הנראה, מגודל היישוב או מהתנאים הטופוגרפיים באזור, אלא מגורמים אחרים, שלא נחקרו במסגרת עבודה זו, כמו הרכב בעלויות על הקרקע, החלטות ממשדיות או תנאים היסטוריים וגיאופוליטיים.

מדד גודל פוליגון ממוצע

מניתוח הממצאים התקבל, כי לאורך תקופת המחקר חלה עלייה של כ- 20% בגפ"מ במדגם היישובים, מגודל ממוצע של 441 דונם לגודל של 529 דונם. כלומר, בדומה למאפיינים המורפולוגיים האחרים בקבוצת הצפיפות והפיזור שנסקרו בסעיפים הקודמים, גם בהיבט הקיטועיות, המרקמים העירוניים נעשו יחסית יותר קומפקטיים. העלייה בגודל הגפ"מ מרמזת בעקיפין גם על דפוס פיתוח צמוד דופן, שכן במדד זה נספרים פוליגונים שאינם משיקים זה לזה. כלומר, אם לפוליגון קיים נוסף פוליגון מאותו שימוש ובצמידות אליו, הרי שמספר הפוליגונים לא השתנה, ורק שטחם הממוצע עלה. כלומר, העובדה שערך הגפ"מ בכלל היישובים שבמדגם עלה, תואם גם את הממצא הקודם לגבי ערך מדד דילוגי צפרדע שירד לאורך זמן ביישובים שנחקרו, ואת המסקנה המתבקשת כי הפיתוח העירוני במדגם היישובים שנבדקו הוא בדרך-כלל צמוד דופן. עם זאת, ב-12 יישובים מתוך 78 היישובים שבמדגם היתה ירידה בגפ"מ, כלומר דפוס הפיתוח ביישובים אלו נעשה יחסית יותר מקוטע וזוחל². ממצא נוסף הוא, שבניגוד לציפייה, אין כמעט תלות בין גודל היישוב לבין הגפ"מ (mps) שלו (שטח המרקם העירוני או גודל אוכלוסייה)³, כלומר, יישובים בעלי גודל דומה יכולים להיות בעלי גפ"מים שונים. באיור 6.3 מובאות שתי דוגמאות על-מנת להמחיש ממצא זה.

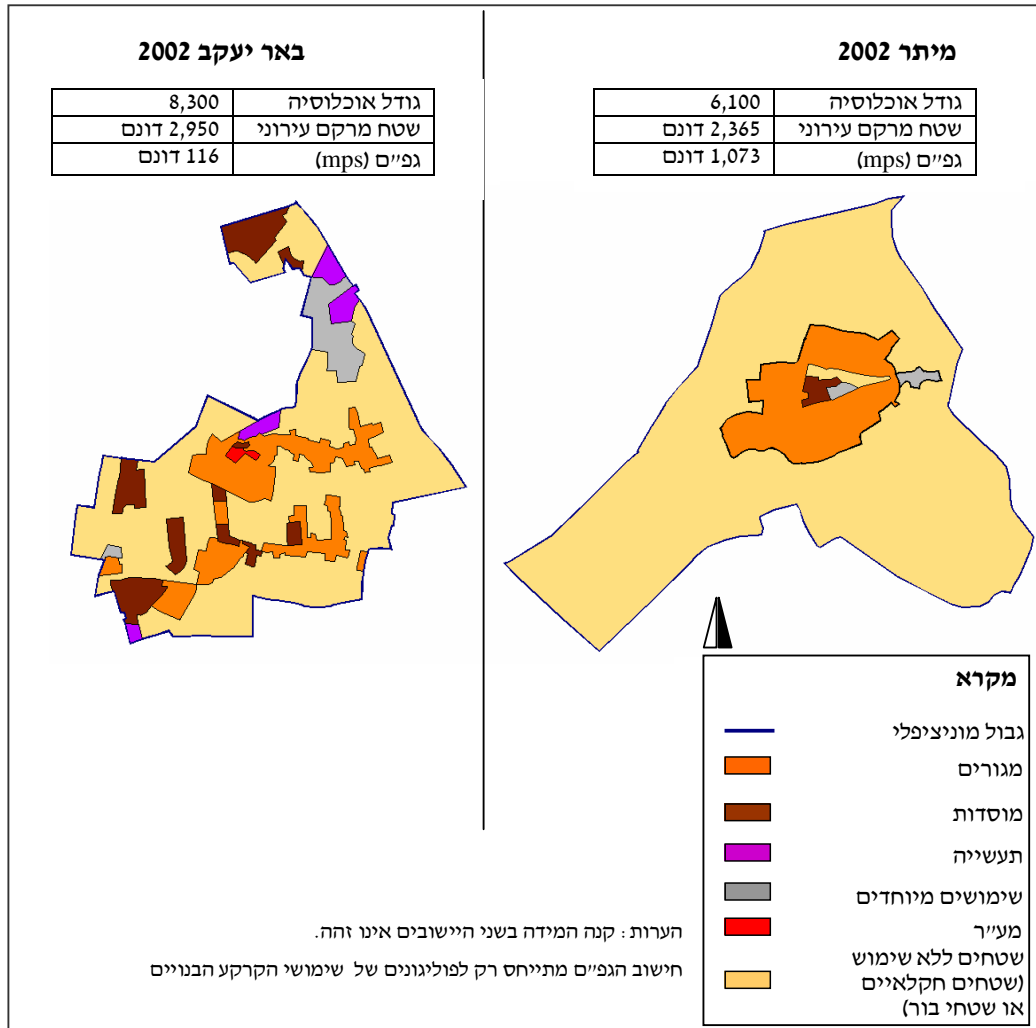
באיור מוצגות מפות שימושי הקרקע העירוניים בשנת 2002 של היישובים באר יעקב ומיתר. יישובים אלו דומים מאוד הן מבחינת גודלם הפיזי והן מבחינת גודל אוכלוסייתם. ובכל זאת, הפער בין מדדי הגפ"מ שלהם הוא מעל פי 9. הדבר נובע מכך, שבמיתר ישנם 4 פוליגונים של שימושי קרקע בנויים (1- מגורים, 1- מוסדות, 2- מיוחדים), ואילו בבאר יעקב ישנם 24 פוליגונים של שימושי קרקע בנויים (7- מגורים, 4- תעשייה, 10- מוסדות, 1- מע"ר, 2- מיוחדים). ניתן לראות בברור שהמרקם הבנוי של באר יעקב מקוטע יותר בצורתו מהמרקם הקומפקטי של מיתר. יתכן שהדבר נובע, מכך שהבנייה בבאר יעקב התבצעה בצורה מדורגת לאורך עשרות שנים (החל מ-1907) בגבולות מגרשים או חלקות שהיו בעבר חקלאיות, ובעיתוי של קצב הפשרות שטחים אלו לבנייה; לעומת זאת הבנייה במיתר התבצעה בתקופת זמן מצומצמת הרבה יותר

¹ למעט מתאם לינארי חלש אך מובהק סטטיסטית בין מדד הדילוג נטו לבין שטח המרקם העירוני ב- t_0 :
 $R(LFI_{nt}, UA_0)=0.303, sig.=0.001$

² היישובים הם: באר יעקב, בית שמש, בת ים, הרצליה, יהוד, מיתר, סביון, עומר, קרית אונו, קרית מוצקין, רמת השרון ושדרות.

³ ב- t_1 קיים קשר לינארי חלש בין הגפ"מ לגודל היישוב: $R(mps, UA_1)=0.329, R(mps, LnP_1)=0.41, sig.=0.01$; ואילו ב- t_0 לא קיימים קשרים לינאריים בעלי מובהקות סטטיסטית בין הגפ"מ לבין גודל היישוב. $sig.=0.01$

(החל מ-1984, שנת הקמת היישוב) ועל קרקע בבעלות מנהל מקרקעי ישראל, ומכאן שצורת המרקם והפוליוגונים במיתר קומפקטיים יותר, ואין פיזור של מרקמים בנויים במרחב שלה.



איור 6.3: גודל פוליוגון ממוצע (גפ"ם) בבאר יעקב ומיתר, 2002

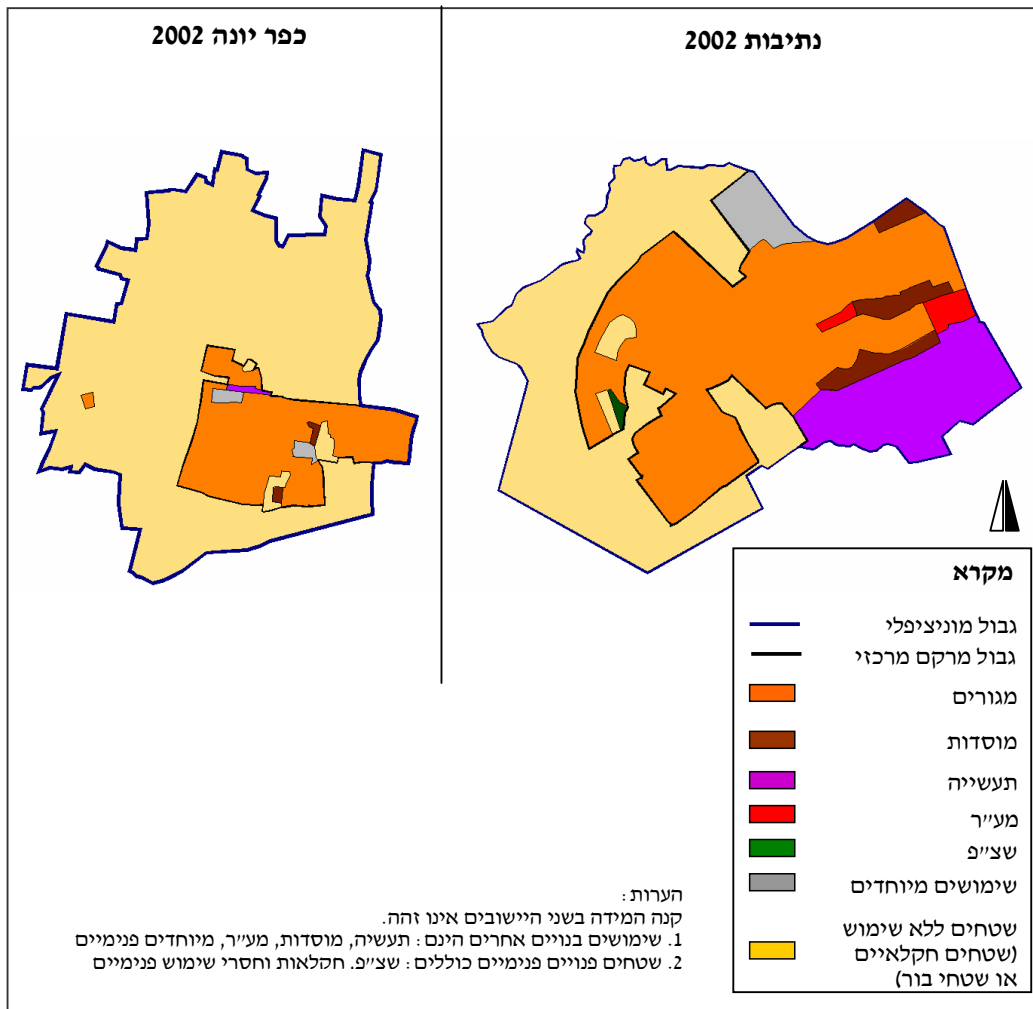
לסיכום, ראינו שמדד הגפ"ם עלה במרבית היישובים, מה שמצביע על דפוס פיתוח קומפקטי, יחסית. כמו-כן מצאנו שאין קשר בין מדד הגפ"ם לבין גודל היישוב, כך שמדד הגפ"ם תלוי בגורמים אחרים, כמו מבנה הבעלויות על הקרקע או ההתפתחות ההסטורית של היישוב. גורמים אלו לא נבחנו במסגרת עבודה זו, ומומלץ על-כן לבחון אותם בעבודות המשך.

מדד עירוב שימושי קרקע

כזכור, בעבודה זו בדקנו את מאפיין עירוב שימושי הקרקע על-ידי בדיקת הרכב שימושי הקרקע, דהיינו שטח ומשקל (באחוזים) של כל קטגוריית שימוש קרקע מסך שטח המרקם העירוני¹. בהתבסס על סקירת הספרות הגדרנו, כי יישובים בהם משקל שימושי קרקע למגורים גבוה, ומשקל השימושים האחרים נמוך ייחשבו "זוחלים" יותר מיישובים בהם ישנו מגוון גדול של

¹ ראו פירוט בפרק 5.

שימושי קרקע המעיד על רמת עירוב גבוהה של שימושים. דוגמה ליישוב "זוחל" מול יישוב "קומפקטי" בהיבט עירוב שימושי קרקע מובאת באיור 6.4 שלהלן, המציג את מפות שימושי קרקע של קרקע של כפר יונה ונתיבות ב-2002.



איור 6.4: עירוב שימושי קרקע בכפר יונה ונתיבות, 2002

ניתן לראות, כי אחוז שימוש הקרקע למגורים משטח המרקם העירוני בכפר יונה הוא כ-88%, לעומת 62% בלבד בנתיבות, וכי שאר השימושים הבנויים (מלאכה¹ ומוסדות) בכפר יונה מהווים 6% בלבד, לעומת 35% משטח המרקם העירוני בנתיבות. מכאן, שעירוב שימושי הקרקע בנתיבות גבוה בהרבה מזה של כפר יונה, ולכן כפר יונה "זוחלת" יותר בהיבט זה בהשוואה לנתיבות.

סיכום הרכב שימושי הקרקע הממוצע במדגם היישובים בשתי נקודות הזמן שנבדקו מפורט בלוח 6.1 שבהמשך. מהנתונים בלוח ניתן לראות, כי בממוצע כשני שלישים משטח מרקם עירוני משמשים כשטחי מגורים, כ-12% הם שטחי תעשייה ומסחר, ושאר הקטגוריות של שימושי קרקע מהוות בין 1%-ל-6% משטח המרקם העירוני כל אחת (למעט קניונים, שמשקלם קטן מ-

¹ קטגוריה 2 היא עבור אזורי תעשייה ומלאכה. בכפר יונה ישנו אזור מלאכה קטן.

1%). עוד ניתן לראות, כי סטיות התקן של שימוש הקרקע למגורים נמוכות יחסית לממוצעים שלו, בעוד שסטיות התקן של השימושים האחרים גבוהות יותר ביחס לממוצעים שלהם¹. משמעות הדבר היא, ששימוש הקרקע למגורים, שהוא השימוש הדומיננטי במרקם העירוני ומהווה מעל מחצית משטחו, נע בטווח ערכים מצומצם, ולכן רמת הפיזור שלו נמוכה; בעוד שטווח הערכים של שימושי קרקע אחרים במרקם העירוני גבוה יותר, ורמת הפיזור שלהם גבוהה. ניתן להסביר זאת בכך, ששטחי מרקמים עירוניים חייבים תמיד להכיל את שימוש הקרקע למגורים, שכן זהו השימוש הדומיננטי, שלמעשה, מגדיר אותם כמרקמים עירוניים, ולכן משקלם במרקם העירוני יהיה תמיד גבוה מאפס. לעומת זאת, שימושי קרקע אחרים יכולים לנוע בטווח ערכים שבין אפס לבין ערך כלשהו.

לוח 6.1: הרכב שימושי קרקע ממוצע במדגם היישובים ב- t_0 וב- t_1

מספר קטגורית שימוש קרקע	שימוש קרקע	שטח ב- t_0 (קמ"ר)	ממוצע אחוז שימוש הקרקע משטח המרקם העירוני ב- t_0 (סטיות תקן)	שטח ב- t_1 (קמ"ר)	ממוצע אחוז שימוש הקרקע משטח המרקם העירוני ב- t_1 (סטיות תקן)
1	מגורים*	294.5	66.7 (16.9)	388.2	67.9 (14.7)
2	תעשייה	66.0	11.9 (11.6)	82.7	12.4 (9.6)
3	מוסדות	28.0	4.9 (5.1)	33.1	4.7 (4.5)
4	מע"ר	23.2	3.3 (3.3)	23.1	2.6 (2.3)
5	תיירות ונופש	11.0	1.6 (4.6)	12.2	1.5 (4.3)
6	שצ"פ פנימי	13.7	1.6 (2.5)	18.5	2.0 (1.8)
7	חקלאות פנימי	5.7	1.1 (2.7)	6.1	1.0 (2.4)
8	מיוחדים פנימיים	24.5	4.0 (6.3)	30.9	4.2 (4.7)
9	חסר שימוש פנימי	27.2	4.8 (6.4)	26.6	3.2 (4.8)
12	קניון**	0.0	0.0 (0.0)	2.0	0.3 (0.7)
	סה"כ שימושים בנויים	447.3	92.4	573.5	93.8
	סה"כ שימושים פתוחים	46.5	7.6	51.1	6.2
	סה"כ שטחי מרקמים	493.8	100.0	624.6	100.0

הערות ללוח:

* שטחי המגורים כוללים מגורים בצפיפות נמוכה מאד, המופיעים ביישוב הבדואי שבעומר ובחלקים של ירושלים.
 ** בתחילת התקופה הנחקרת (t_0) לא היו קניונים בישראל (למעט קניון איילון ברמת-גן שסומן תחת קטגוריה של שטח תעשייה), ולכן שטחם שווה אפס.

¹ מקדם ההשתנות, coefficient of variation, של שימוש הקרקע למגורים, שהוא היחס בין סטית התקן לממוצע מוכפל ב-100 ומבטא את רמת הפיזור של טווח הערכים של כל משתנה, נע בין 25 ל-21, בעוד שמקדם ההשתנות של שימושי הקרקע האחרים נע בין 77 ל-290.

מבחינה זו ייתכן שמדד הרכב שימושי קרקע במרקמים עירוניים שונה ממדד זה המיושם במרקמים טבעיים, בהתאם לגישת המחקר האקולוגי. ייתכן שמרקמים טבעיים הם הטרוגניים יותר, ויכולים להכיל מגוון שונה של שימושי קרקע, זאת בניגוד למרקמים עירוניים, המוגדרים במידה רבה על-ידי משקל שימוש הקרקע למגורים, שחייב להופיע בהם בשיעור של לפחות חצי משטח המרקם העירוני. יחד עם זאת, ניתן עדין לזהות בעזרת מדד זה שונות בין יישובים עירוניים בהתאם להרכב שימושי הקרקע הבנויים שלהם שאינם מגורים. השונות הרבה בהרכב השימושים הבנויים שאינם מגורים מהווה בסיס למיון יישובים לדגמים אופייניים ושונים, כפי שהודגם לאחרונה בעבודתו של Frenkel (2004b), וכפי שניתן לראות באיור 6.4.

סך הכול ניתן לראות, כי לאורך התקופה הנחקרת אחוז שימושי הקרקע השונים מסך שטח המרקם העירוני לא השתנה בצורה משמעותית, מה שמצביע על הרכב שימושי קרקע יציב של היישובים העירוניים. כמו-כן, לאורך תקופת המחקר חלה עלייה קלה במשקל היחסי של שימושי הקרקע למגורים, תעשייה, קניונים ושצ"פים מסך שטח המרקם העירוני, ולעומתה חלה ירידה קלה במשקל היחסי של שטחי המע"ר והשטחים חסרי שימוש הפנימיים. הירידה במשקל היחסי של שטחי המע"ר מוסברת על-ידי עלייה במשקל היחסי של שטחי התעשייה והקניונים, שכן בערים רבות פעילות המסחר והעסקים הועתקה מהמע"ר המסורתי לאזורי התעשייה, כך שאזורי התעשייה שינו את אופיים מאזורי תעשייה מסורתית לאזורי תעסוקה או "מב"תים" (מרכזי מסחר, בילוי ותעסוקה), בייחוד בעקבות הופעתם של הקניונים החל משנות ה-90. הירידה במשקל השטחים חסרי שימוש פנימיים מוסברת בעיקר על-ידי ניצולם והפיכתם במהלך השנים לשטחי מגורים ושצ"פים.

מעיון בנתוני לוח 6.1 עולה כי סך כל הגידול בשטחים הבנויים של המרקמים העירוניים לאורך התקופה הנחקרת גבוה במידה ניכרת מהירידה בשטחים חסרי שימוש פנימיים - 126.2 קמ"ר לעומת 0.5 קמ"ר. משמעות הדבר היא, כי מרבית תוספות הבינוי¹ של היישובים התרחשו מחוץ לגבולות המרקמים המרכזיים ב- t_0 , על חשבון שטחים פתוחים חיצוניים, ולא בתוך חללים פנויים פנימיים, דהיינו על חשבון שטחי חקלאות ושטחים חסרי שימוש מחוץ למרקמים העירוניים. ממצא זה תואם את הטענה הרווחת בספרות, כי קל יותר לפתח קרקע פנויה מחוץ למרקם הבנוי, מאשר לפתח בתוך הערים בשיטת מילוי חללים פנימיים (in-fill).

הגידול בשטחים הפנויים הפנימיים (4.6 קמ"ר בסה"כ) הוא תוצאה של גידול בשטחים פתוחים בתוך המרקמים העירוניים, והוא נובע מכך ששימושי קרקע בנויים התפשטו ו"כלאו" בתוכם שטחים פתוחים שהיו פעם חיצוניים למרקם העירוני. מכאן, שלמרות שנמצא כי הפיתוח העירוני הוא בדרך-כלל צמוד דופן (כפי שנוכחנו לראות על-פי מדד דילוגי הצפרדע), הרי שחלה נגיסה לא מבוטלת בשטחים פתוחים חיצוניים בתוך שטח השיפוט לטובת גידול המרקם העירוני.

ממצא מעניין נוסף הוא אחוזי הגידול הגבוהים, יחסית, של שצ"פים ושטחים מיוחדים פנימיים, בשעורים דומים לשיעור הגידול של שטחי המגורים. ממצא זה מרמז על כך, שהפיתוח בשנות התשעים מאופיין באחוז גבוה של שצ"פים ושטחים מיוחדים פנימיים, בהשוואה לפיתוח של עד אמצע שנות השמונים. ניתן להסביר ממצא זה בכך שהפיתוח העירוני בשנים האחרונות מתאפיין

¹ הכוונה בתוספות בינוי בעבודה זו היא הפיכת קרקע פנויה לקרקע בנויה. לא התייחסנו בעבודה זו לעיבוי מרקמים בנויים קיימים על-ידי הריסת מבנים ובנייה לגובה במקומם.

באגלומרציה של פארקים ומתקני ספורט עירוניים במתחמים גדולים (כמו איצטדיונים ו"אשכולות פיס"), בניגוד לביזור שימושים אלו במתחמים קטנים יותר בשנים עברו. מגמה זו מאפיינת גם את שימושי הקרקע למוסדות עירוניים. כלומר, במפות של שנות ה-80 מוסדות עירוניים רבים נטמעו בשטחי המגורים, מכיוון שתפסו מגרשים ששטחם קטן מ-30 דונם. לעומת זאת בשנות התשעים ואילך ישנה מגמה לקבץ מוסדות עירוניים במתחמים ששטחם גדול מ-30 דונם, כמו למשל קריות חינוך או קריות ממשלה.

פרק 7:

רמת הזחילה ביישובים העירוניים בישראל

פרק זה דן בממצאים שהתקבלו מחישוב הממד המשולב. מדד זה הורכב מחמש קבוצות המדדים שהוגדרו ושימשו במחקר באמצעות ניתוח גורמים (factor analysis)¹, הממצאים נחלקים לשני נושאים עיקריים: ממצאים הנגזרים מהמדד המשולב, המבטא את רמת הזחילה העירונית ואת היקף הישתנותה ביישובים לאורך התקופה הנחקרת; וממצאים הנגזרים מהמדדים המשוקללים המרכיבים את הממד המשולב, ומבטאים שני ממדים עיקריים של תופעת הזחילה העירונית: צפיפות ופיזור², ועירוב שימושי קרקע.

ניתוח גורמים

כפי שצינו בפרק 5, במסגרת עבודה זו בוצע ניתוח הגורמים ב- t_1 עבור שתי קבוצות מדדים, המייצגות שני ממדי זחילה: ממד הצפיפות והפיזור - המורכב ממדדי צפיפות, תצורה ופרקטל, דילוגי צפרדע וגפ"ם; וממד עירוב שימושי קרקע - המורכב ממדדי הרכב שימושי הקרקע הבנויים בתוך המרקם העירוני: מגורים, תעשייה, מוסדות, מע"ר, תיירות ומיוחדים. ניתוח הגורמים שבוצע בכל קבוצת מדדים הצביע על גורמים עיקריים³, שהם צירופים לינאריים משוקללים של כל המדדים שנכללו בקבוצה.

תוצאות ניתוח הגורמים מפורטות בלוח 7.1 שלהלן. מהמפורט בלוח ניתן לראות, כי בכל גורם זהו מדדים דומיננטיים, שביניהם קיימת זיקה מהותית, בהקשר העירוני. לגבי קבוצת המדדים הראשונה, המדדים הדומיננטיים בכל גורם משתייכים בדרך-כלל לאותה "משפחה", שכן נוסחאותיהם דומות: צפיפות ברוטו וצפיפות נטו, דילוגי צפרדע ברוטו ונטו ומדדי תצורה ופרקטל. לגבי צמד המדדים האחרון, המבטא את מידת הפיזור הגיאומטרי של המרקם המרכזי, מעניין לציין את הקשר בינו לבין מדד הגפ"ם, המבטא את רמת הקיטועיות של המרקם. כלומר, ככל שערכי מדדי התצורה והפרקטל גבוהים יותר, כך ערך מדד הגפ"ם נמוך יותר (מקדם ההעמסה שלו שלילי). כלומר, מצאנו כי אכן קיימת זיקה בין אי-רגולריות ופיזור המרקם המרכזי ביישובים העירוניים בישראל לבין מידת הקיטועיות שלו, כפי שהוצע בספרות העולמית.

גם בקבוצת המדדים השניה, הרכב שימושי קרקע, ניתן לזהות זיקות בין שימושי קרקע דומיננטיים בכל גורם. לדוגמה, שימושי קרקע למוסדות (קטגוריה 3) מופיעים בהתאמה עם שימושי קרקע למע"ר (קטגוריה 4) כמדדים דומיננטיים באותו גורם, ושניהם מבטאים את רמת השירותים והמסחר במרקם העירוני; ואילו שימושי קרקע לתיירות (קטגוריה 5) מופיעים בהתאמה עם שימושי קרקע מיוחדים (קטגוריה 8) כמדדים דומיננטיים באותו גורם, ושתי קטגוריות אלו מבטאות את שימושי הקרקע לפנאי במרקם העירוני. מדדי הרכב שימושי קרקע למגורים (קטגוריה 1) ולתעשייה (קטגוריה 2) מופיעים גם הם בהתאמה גבוהה באותו גורם, ומבטאים את האיזון שבין משקל המגורים למשקל התעסוקה במרקם העירוני. ככל שתרומת

¹ ראו פירוט בפרק 5.

² מדובר למעשה בשלושה ממדי זחילה: צפיפות, פיזור ועירוב שימושי קרקע. אך מטעמי נוחות איחדנו את ממד הצפיפות עם ממד הפיזור לכדי ממד אחד, שיכונה להלן ממד התצורה. ראו פירוט בהמשך.

³ הגורמים העיקריים הם אלו שעבורם הערך הסטטיסטי $Eigenvalue > 1$.

משקל המגורים גבוהה יותר, כך תרומת משקל התעשייה נמוכה יותר, והיישוב מאופיין כ"יישוב שינה" פרברי. ולהיפך, ככל שמשקל התעשייה גבוה יותר, כך משקל המגורים נמוך יותר, והיישוב מאופיין כמוקד תעסוקה.

לוח 7.1: ניתוח גורמים (Factor Analysis) ב- t_1 - מדדים דומיננטיים, מקדמי העמסה ושונות מוסברת

מאפיין המרקם העירוני	ממד הזחילה	גורמים עיקריים בכל ממד	מדדים דומיננטיים ¹ בכל גורם ¹	מקדם העמסה של מדדים דומיננטיים ²	תרומת הגורם לזחילה עירונית (+ או -) ³	אחוז המוסברת ע"י הגורם	סה"כ אחוז המוסברת ע"י הקבוצה
תצורה	צפיפות ופיזור	אי-רגולריות של המרקם המרכזי	F	0.962	+	34.9	83.3
			SH	0.918			
			Mps	-0.469			
		צפיפות	D _g	0.961	-	25.1	
			D _n	0.971			
		דילוגי צפרדע	LFI _g	0.923	+	23.3	
LFI _n	0.933						
הרכב	עירוב שימושי קרקע	משקל מגורים-תעסוקה ⁴	LU ₁	-0.838	-	33.7	72.3
			LU ₂	0.925			
		משקל שימושי קרקע למוסדות ומע"ר	LU ₃	0.842	-	20.3	
			LU ₄	0.651			
		משקל שימושי קרקע לפנאי: תירות ומיוחדים	LU ₅	0.869	-	18.4	
			LU _{8in}	0.560			

¹ להגדרה מפורטת של כל מדד זחילה, ראו פרק 5.

² מתוך טבלת המקדמים Rotated Component Matrix.

³ קביעת סימן (חיובי או שלילי) לכל גורם על פי התרומה החיובית או השלילית שלו לרמת הזחילה. קביעה זו שימשה בחישוב הממד המשוקלל (ראו הסבר מפורט בפרק 5).

⁴ במקרה זה שימוש קרקע לתעשייה (קטגוריה 2) אוחד עם שימוש קרקע לקניונים (קטגוריה 12), וזאת על-מנת לאפשר עקביות והשוואה לאורך זמן בין רמת הזחילה ב- t_1 לבין רמת הזחילה ב- t_0 , שכן ב- t_0 קטגוריית הקניונים לא היתה קיימת.

יש לציין, כי זיקות אלו שזוהו בין מדדים דומיננטיים בניתוח הגורמים אינן מעידות בהכרח על מתאמים לינאריים גבוהים ביניהם. פירוט מקדמי פירסון למתאמים לינאריים בין מדדי הזחילה השונים ב- t_1 מובא בלוח 7.2. ניתן לראות, כי ישנם מדדים דומיננטיים המשתייכים לאותו גורם והם גם בעלי מתאם לינארי גבוה בינם לבין עצמם, כמו למשל מדדי דילוגי צפרדע ברוטו ונטו,

מדדי צפיפות ברוטו ונטו, מדדי משקל שימושי קרקע למגורים ותעשייה; לעומתם, ישנם מדדים דומיננטיים המשתייכים לאותו גורם, אך אינם קשורים לינארית אלו לאלו, כמו מדדי משקל שימושי קרקע למוסדות ולמע"ר, או מדדי משקל שימושי קרקע לתיירות ושימושים מיוחדים. מכאן, שהערך המוסף בביצוע ניתוח גורמים לכלל המדדים היה בכך, שבאמצעותו הצלחנו לזהות זיקות הדדיות בין מדדים דומיננטיים בכל גורם, על אף שבין חלק ממדדים אלו לא היה קיים בהכרח מתאם לינארי גבוה.

על בסיס הניתוח שנעשה עבור כל אחד מהמדדים שיושמו בעבודה זו בפרק 6 ועל סמך ניתוח הממד המשולב והמתאמים הלינאריים בין כל אחד ממדדי הזחילה לבין הממד המשולב, ניתן להעריך את חשיבותו של כל אחד המדדים. כמו-כן ניתן לאמוד את הדומיננטיות של כל אחד מהמדדים ויכולתם לשמש כפרמטרים מובהקים למדידת תופעת הזחילה.

המדד המשולב קשור לינארית בצורה חזקה ומובהקת סטטיסטית למדדים: צפיפות נטו, פרקטל, ולמשקל של שימושי קרקע מגורים, מע"ר ומיוחדים. לעומת זאת, הקשר הלינארי בין הממד המשולב לבין מדדי צפיפות ברוטו, תצורה ומשקל שימוש קרקע לתעשייה הוא בינוני. ואילו הקשר הלינארי בין הממד המשולב לבין מדדי דילוגי צפרדע ברוטו ונטו, מדד הגפ"ם ומשקל שימושי הקרקע לתיירות ולמוסדות הוא חלש מאוד, ומרמז על כך שחשיבותם של מדדים אלו למדידת תופעת הזחילה העירונית היא פחותה.

לגבי מדדי דילוגי צפרדע נוכחנו בפרק הקודם¹, כי מרבית השטחים המדלגים בתחום המוניציפלי אינם שטחי מגורים אלא שטחים משימושים אחרים. שטחים אלו מנותקים במעט מהמרקמים המרכזיים של היישובים, וזאת על-מנת ליצור חיץ הגיוני בין המרקם המרכזי, בו מתגוררים מרבית תושבי היישוב, לבין השטחים המדלגים המהווים לעיתים מיטרד סביבתי לתושבים (לדוגמה, אזורי תעשייה ומסחר). דגם זה של "פיתוח מדלג" אינו מעיד בהכרח על זחילה עירונית, על-פי ההגדרה בספרות, אלא דווקא על תכנון עירוני הגיוני ויעיל. כלומר, בהיבט שימוש הקרקע למגורים, שהוא ההיבט העיקרי של מדד דילוגי צפרדע לזחילה עירונית, הפיתוח ביישובים העירוניים בישראל הוא ברובו צמוד-דופן. לעומת זאת, בבחינה של תופעת הזחילה העירונית במרחב אזורי כולל, כדוגמת אזור מטרופוליני, חשיבותו של מדד דילוגי צפרדע עשויה להיות גבוהה. במקרה זה, הופעתם של יישובים פרבריים חדשים במרחב תחשב כדילוג צפרדע, כמו גם תוספת גדולה של שטחי מגורים ביישובים פרבריים לעומת יישובים מרכזיים במטרופולין. לעומת זאת, **בקנה מידה עירוני, כפי שנבחן בעבודה זו אין משמעות רבה לדילוגי הצפרדע במדידת תופעת הזחילה העירונית.**

לגבי מדד הגפ"ם, ניתן לראות כי לא קיים מתאם לינארי בינו לבין הממד המשולב, וכמו-כן מידת תרומתו לערך הממד המשולב בשיקלול ניתוח הגורמים נמוכה מאד². כלומר, גם מדד זה הוא בעל תרומה יחסית נמוכה לממד המשולב ביחס למדדי הזחילה האחרים שיושמו בעבודה זו. כזכור, אימצנו את מדד הגפ"ם מתחום המחקר האקולוגי ללא אימוץ מדדי קיטועיות נוספים כמו קירבה, הדבקה או נגישות, המסתמכים על אורכי דרכים וזמני נסיעות, שלא נכללו בבסיס

¹ ראו פרק 6.

² ערך מקדם ההעמסה בגורם אי-רגולריות של המרקם הוא 0.469- בלבד, והוא הנמוך ביותר בערך מוחלט ביחס למדדי הזחילה האחרים. ראו לוח 7.1 לעיל.

הנתונים שעמד לרשותנו. כך שניתן לומר, כי בהעדר חישוב של מדדים נוספים אלו, מדד הגפ"ם מייצג את הקיטועיות ועירוב שימושי הקרקע הבנויים במרקם העירוני באופן חלקי בלבד. מכאן, שיישום של מדד הגפ"ם ללא מדדי נגישות נוספים אינו נותן תמונה מספקת לגבי מידת הקיטועיות של המרקם העירוני ולכאורה מהווה בפני עצמו פרמטר מובהק פחות למדידת רמת הזחילה העירונית של היישובים.

באשר למשקל שימושי הקרקע השונים במרקם העירוני נמצאו שני ממצאים עיקריים: האחד, קיימים מתאמים לינאריים בינוניים בין כל אחד ממדדי הרכב שימושי קרקע בנויים לבין הממד המשולב, למעט שימושי הקרקע לתיירות למוסדות. כלומר, ביחס לשאר שימושי הקרקע, שימושי הקרקע לתיירות ולמוסדות הם זניחים במדידת תופעת הזחילה. הממצא השני הוא, כי קיים מתאם לינארי גבוה מאוד בין משקל שימוש הקרקע למגורים לבין הממד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע ($R=0.939$ ברמת מובהקות של 99%). ומכאן, שמשקל שימוש הקרקע למגורים מסך שטח המרקם העירוני מייצג היטב את היבט הרכב שימושי הקרקע של המרקם העירוני, ושאר השימושים הבנויים חשובים פחות לצורך מדידת היבט זה.

סוגיה נוספת היא קשורה למשמעות של עירוב שימושי הקרקע במרקם העירוני. כפי שצינו בסקירת הספרות (ראו פרק 3), עירוב שימושי הקרקע מורכב משני היבטים: הרכב השימושים, דהיינו משקל כל שימוש קרקע ביחס לסך שטח המרקם העירוני; והפריסה המרחבית של השימושים, דהיינו מידת ההפרדה המרחבית שבין השימושים לבין עצמם, דבר הבא לידי ביטוי במדדים כמו נגישות, הדבקה וקירבה¹. בעבודה זו לא עמדו לרשותנו נתונים על אורכי דרכים וזמני נסיעות, ועל-כן לא יישמנו מדדים המבטאים את הפריסה המרחבית של שימושי הקרקע, אלא רק מדדים המבטאים את הרכב המרקם העירוני (משקל השימושים). כלומר, במידה מסוימת היבט עירוב שימושי הקרקע של המרקם העירוני נמדד בעבודה זו באופן חלקי. לכן, לצורך מדידה מקיפה יותר של עירוב שימושי הקרקע, נדרש למדוד גם את היבט הפריסה המרחבית של המרקם, וזאת באמצעות יישום של מדדים גיאומטריים נוספים, שלא יושמו במסגרת עבודה זו, כמו מדדי נגישות, הדבקה וקירבה.

בנוסף לזאת, לגבי היבט הרכב השימושים מצאנו כי המרכיב הדומיננטי בהרכב השימושים של מרקמים עירוניים הוא שימוש הקרקע למגורים, שמופיע תמיד בשיעור של לפחות מחצית משטח המרקם העירוני. כלומר, מרקמים עירוניים הם הטרוגניים פחות בהשוואה למרקמים טבעיים בהיבט הרכב שימושי הקרקע שלהם. מכאן, שבניגוד למרקמים טבעיים, בהם מדד הרכב שימושי הקרקע נחשב כמשתנה מסביר חזק לתופעות אקולוגיות מסוימות, במרקמים עירוניים ישנה ככל הנראה חשיבות פחותה להיבט הרכב שימושי הקרקע. ייתכן אפוא כי במרקמים עירוניים יש לתת דגש רב יותר למדידת הפריסה המרחבית של שימושי הקרקע.

לסיכום, ניתוח הגורמים, שיושם בעבודה זו, התגלה כשיטה אפקטיבית לצמצום משתנים, שביניהם קיימים מתאמים לינאריים גבוהים או נמוכים. על-מנת לקבל תוצאות קוהרנטיות, בעלות רמות הסבר גבוהות יחסית (שוונות מוסברת של 70%-80%) ומספר מצומצם של גורמים מסבירים (לא יותר משלושה), גילינו כי רצוי לקבץ כ-6-7 מדדים בעלי מכנה משותף מבחינה

¹ שימו לב כי מדדים אלו מודדים הן את הפריסה המרחבית של שימושי הקרקע השונים והן את היבט הקיטועיות של המרקם העירוני. ראו איור 5.3 בפרק 5.

עירונית, ועליהם לבצע את ניתוח הגורמים. במקרה שלנו חילקנו את 13 מדדי הזחילה לשתי קבוצות עיקריות, ובכל קבוצה בצענו ניתוח גורמים לקבלת מדד משוקלל בהיבט אחר: מדד משוקלל לתצורה, המורכב ממדדים אגרגטיביים המופעלים על כלל המרקם העירוני; ומדד משוקלל לעירוב שימושי קרקע, המורכב ממדדים סגרגטיביים של הרכב שימושי קרקע שונים בתוך המרקם העירוני.

מיון היישובים על-פי רמת הזחילה במרקם העירוני

בסעיף זה יוצגו עיקרי הממצאים הנוגעים למדד המשולב, שנבנה למטרת דרוג רמת הזחילה העירונית ביישובים, בכל אחת מנקודות הזמן בנפרד, t_0 ו- t_1 . על-מנת לפשט את הדיון בממצאים שהתקבלו, בנינו גרפים של דירוג רמת הזחילה ביישובים בסדר יורד, על-פי ערך המדד המשולב (Z_i) בכל אחת מנקודות הזמן, וחילקנו את המדגם שהתקבל לארבעה אשכולות עיקריים, כך שבכל אשכול נכללים כרבע מיישובי המדגם (ראו איור 7.1 שלהלן). ארבעת האשכולות מבטאים ארבע רמות של זחילה עירונית במרקמים העירוניים כדלהלן:

- **אשכול 1:** מרקם "קומפקטי מאוד", כאשר $0 < Z_i < 200$
- **אשכול 2:** מרקם "קומפקטי", כאשר $200 < Z_i < 300$
- **אשכול 3:** מרקם "זוחל", כאשר $300 < Z_i < 350$
- **אשכול 4:** מרקם "זוחל מאוד", כאשר $Z_i > 350$

פירוט כל היישובים על-פי חלוקתם לאשכולות זחילה בשתי נקודות הזמן מובא בלוחות 7.3 ו-7.4 שבהמשך. מפות המציגות את תבנית המרקם העירוני של יישובי המדגם לשנת 2002 והממוינות לפי ההשתייכות לארבעת האשכולות הזחילה נמצאות בנספח. מהמוצג באיור 7.1 ובלוחות 7.3-7.4, ניתן לראות את המיקום היחסי של כל יישוב בדירוג היישובים הכללי בכל נקודת זמן בנפרד, כלומר עד כמה כל יישוב "זוחל" או "קומפקטי" יותר ביחס לשאר היישובים במדגם באותה נקודת זמן. כמו-כן ניתן להשוות בין ערך המדד המשולב בכל אחד מהיישובים ב- t_0 וב- t_1 , ובממוצע על כל המדגם, ועל-ידי כך לקבוע האם רמת הזחילה הכוללת עלתה או ירדה לאורך התקופה הנחקרת¹.

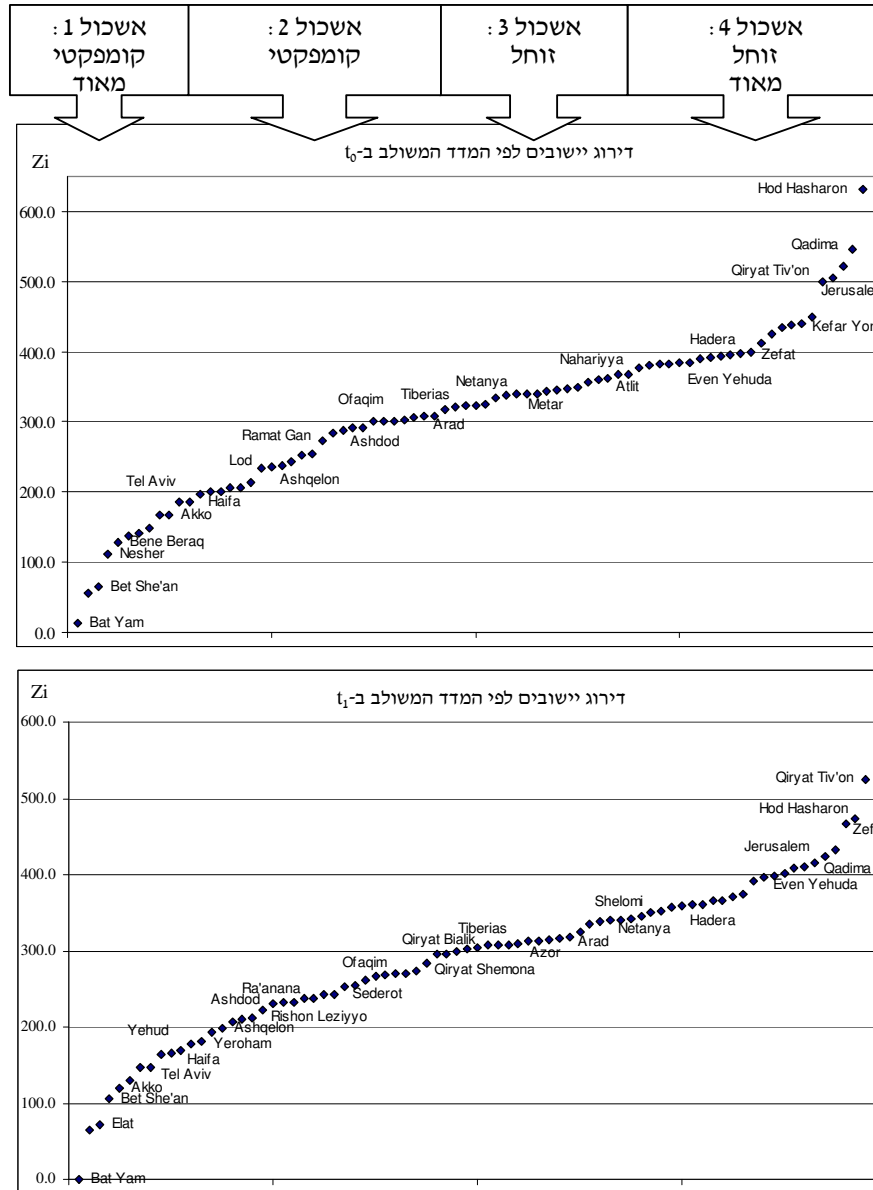
באופן כללי ערכי המדד המשולב ב- t_0 נעים בטווח שבין 12.8 ל-631.9, עם ממוצע של 310.3 וסטיית תקן 114.5; ואילו ערכי המדד המשולב ב- t_1 נעים בין 0 ל-524.6, עם ממוצע של 286.8 וסטיית תקן 100.0. משמעות הדבר היא, שרמת הזחילה הממוצעת במדגם היישובים ירדה ב-0.235 סטיות תקן מתחילת התקופה ועד סופה². כלומר, ב- t_0 תבנית המרקמים העירוניים של יישובי המדגם היתה יחסית יותר זוחלת מאשר ב- t_1 , ולאורך זמן היישובים נעשו בממוצע מעט יותר קומפקטיים. כמודגם באיור 7.1, ישנם יישובים שלא שינו משמעותית את מיקומם היחסי בגרף הדירוג לאורך התקופה הנחקרת: חלקם היו ונשארו ב"קצה הזוחל", כמו הוד השרון, קרית טבעון, ירושלים, אבן יהודה; וחלקם היו ונשארו ב"קצה הקומפקטי", כמו בת ים, בני ברק, נשר, תל אביב-יפו וחיפה. לעומתם ישנם יישובים, ששינו את מיקומם היחסי בגרף הדירוג לאורך

¹ המדד המשולב ב- t_0 נבנה באופן עיקבי למדד שחושב ב- t_1 על-מנת לאפשר השוואה בין רמות הזחילה בתחילת ובסוף התקופה הנחקרת (ראו פירוט בפרק 5).

² $(310.3-286.8)/100=0.235$

התקופה הנחקרת: חלקם נעשו יותר זוחלים לאורך זמן, כמו ראש העין, נצרת עילית ובית שמש; וחלקם נעשו יותר קומפקטיים לאורך זמן, כמו אור יהודה, רעננה ויבנה.

איור 7.1: דירוג יישובים בסדר יורד לפי ערך הממד המשולב ב- t_0 וב- t_1



באשכולות הקומפקטיים (1-2) נמצאות מרבית הערים הגדולות במדגם היישובים, ואילו האשכולות הזוחלים (3-4) כוללים ברובם יישובים פריפריאליים או פרבריים, חלקם בעלי אופי סמי-חקלאי (בעיקר היישובים המרכיבים את אשכול 4- הזוחל מאוד). ממצא זה מצביע על קשר אפשרי בין תופעת הזחילה לבין גודל היישוב, עליו נעמוד ביתר הרחבה בפרק המודל שבהמשך. כלומר, נראה כי יישובים קטנים יותר בגודלם הם גם בדרך-כלל זוחלים יותר.

לוח 7.3: חלוקת היישובים לאשכולות זחילה על-פי המדד המשולב ב-t₀

אשכול זחילה 3: זוחל (המשך)				אשכול זחילה 1: קומפקטי מאוד													
שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)	שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)										
קרית ביאליק	324.6	30,673	3.4	בת ים	12.8	128,738	6.8										
נתניה	334.0	123,657	13.3	אילת	56.4	18,914	6.6										
עומר	337.7	5,000	1.8	בית שאן	64.1	12,866	3.8										
עפולה	339.1	21,277	5.8	נשר	111.1	11,157	3.2										
מיתר	340.0	333	1.9	בני ברק	127.9	96,150	5.9										
אור יהודה	340.1	19,259	1.8	רמלה	137.3	44,643	7.1										
אזור	343.5	7,271	1.5	קרית גת	141.3	29,357	5.3										
יבנה	346.0	17,671	3.7	ראשון לציון	148.3	102,182	16.9										
בית דגן	347.0	2,140	0.7	באר שבע	166.5	118,800	17.8										
רעננה	348.5	49,286	6.6	עכו	166.6	38,071	6.6										
יישובים 21				תל אביב-יפו				185.2	327,265	41.4							
אשכול זחילה 4: זוחל מאוד				יהוד				185.6	13,100	2.7							
שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)	שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)	יישובים 13									
נס ציונה	356.0	15,172	3.9	אשכול זחילה 2: קומפקטי													
יקנעם עילית	359.7	6,029	1.1	שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)	חולון		200.2	133,460	11.0					
עתלית	362.5	2,780	2.1	ירוחם	200.3	6,200	1.9	תל מונד		207.0	3,330	1.1					
שבי ציון	366.9	672	0.3	גבעתיים	207.1	46,744	3.2	נתבות		213.4	9,586	2.0					
כוכב יאיר	367.2	440	0.8	לוד	233.2	41,643	5.7	כרמיאל		235.4	22,971	3.5					
נהריה	377.9	27,834	5.7	דימונה	238.3	26,600	4.2	קרית מוצקין		243.3	26,614	2.5					
מבשרת ציון	381.0	9,986	2.3	אשקלון	252.7	57,757	13.9	פתח תקווה		255.3	123,868	14.8					
קרית אתא	382.7	38,043	7.0	רמת גן	272.8	117,072	10.6	רחובות		284.6	67,935	9.9					
גבעת שמואל	383.3	8,320	1.1	ראש העין	288.6	11,600	4.4	קרית ים		290.7	29,654	2.5					
כפר שמריהו	384.4	1,670	1.3	אשדוד	291.0	70,900	10.2	יישובים 16									
אבן יהודה	385.3	6,500	2.5					אשכול זחילה 3: זוחל									
הרצליה	390.9	73,200	14.0					שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)	אופקים		300.1	13,386	2.4	
סביון	392.3	2,460	1.9					שדרות		300.9	9,857	3.8	חצור הגלילית		301.4	7,200	1.4
גני תקווה	393.9	6,201	0.9					נצרת עילית		302.7	27,886	3.4	בית שמש		306.2	15,314	4.1
חדרה	394.9	40,671	10.6					רמת השרון		307.4	35,643	5.7	מגדל העמק		307.6	15,571	2.2
קרית שמונה	398.4	16,400	3.9					טבריה		317.7	32,657	6.5	ערד		321.1	13,257	4.4
צפת	398.8	18,814	3.0					כפר סבא		322.5	48,529	7.1	קרית אונו		323.4	21,770	2.3
שלומי	413.1	2,460	0.7														
פרדס חנה-כרכור	425.0	16,386	7.2														
אליכין	434.3	1,550	0.5														
פרדסיה	437.6	1,010	0.4														
כפר יונה	440.4	4,200	1.3														
באר יעקב	448.7	5,129	2.3														
ירושלים	498.9	456,071	51.1														
קרית טבעון	504.9	11,152	4.2														
זכרון יעקב	522.1	6,286	2.3														
קדימה	545.6	3,696	1.4														
הוד השרון	632.0	24,457	5.7														
יישובים 28																	

לוח 7.4: חלוקת היישובים לאשכולות זחילה על-פי המדד המשולב ב-1

אשכול זחילה 3: זוחל			
שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)
חצור הגלילי	302.0	8,500	1.7
קרית אונו	304.2	23,900	2.6
נצרת עילית	307.6	44,300	6.4
טבריה	307.7	39,800	6.5
נהריה	307.8	47,400	6.6
רמת השרון	309.3	35,600	6.0
אזור	312.0	9,700	1.6
ראש העין	312.7	35,200	7.9
גבעת שמואל	314.1	15,200	1.5
מיתר	316.4	6,100	2.4
עפולה	318.5	38,500	7.3
ערד	324.7	24,500	5.7
פרדסיה	334.3	5,900	0.9
קרית אתא	339.2	48,800	7.5
נתניה	339.7	164,800	18.4
בית דגן	340.6	4,800	1.1
עתלית	341.9	4,400	2.3
שלומי	344.8	4,900	1.1
סה"כ		562,300	87.4
18 יישובים			
אשכול זחילה 4: זוחל מאד			
שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)
עומר	351.0	5,800	4.7
נס ציונה	352.1	25,800	4.9
כוכב יאיר	357.9	4,800	1.5
כפר יונה	359.4	10,900	2.3
חדרה	359.9	74,000	13.1
שבי ציון	360.8	641	0.4
בית שמש	366.3	53,400	7.6
הרצליה	366.5	83,300	14.5
יקנעם עילית	370.2	16,700	2.2
כפר שמריהו	374.9	1,756	1.3
פרדס חנה-כ	392.0	28,800	8.5
סביון	396.3	2,500	1.9
אבן יהודה	397.9	8,500	2.7
באר יעקב	401.8	8,300	3.0
מבשרת ציון	408.2	20,800	3.5
קדימה	410.6	9,100	2.5
אליכין	415.7	2,400	0.8
זכרון יעקב	424.4	14,300	4.0
ירושלים	432.7	680,400	64.8
צפת	465.9	26,400	4.4
הוד השרון	473.1	38,600	7.8
קרית טבעון	524.7	13,300	5.4
סה"כ		1,130,497	161.9
22 יישובים			

אשכול זחילה 1: קומפקטי מאוד			
שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)
בת ים	0.0	133,900	7.6
בני ברק	64.2	138,900	6.2
אילת	71.4	42,100	10.5
בית שאן	106.8	15,900	4.8
עכו	120.0	45,800	7.5
רמלה	129.6	62,800	8.7
נשר	147.2	20,900	4.5
תל אביב-יפו	147.7	360,400	43.7
קרית גת	163.9	48,200	7.9
חיפה	166.3	270,800	46.0
יהוד	169.3	22,000	3.2
חולון	178.0	165,800	12.7
ירוחם	181.0	8,600	3.3
נתיבות	193.5	21,800	4.0
אשקלון	198.3	103,200	18.7
סה"כ		1,461,100	189.3
15 יישובים			
אשכול זחילה 2: קומפקטי			
שם היישוב	מדד זחילה משולב	גודל אוכלוסייה	שטח מרקם עירוני (קמ"ר)
גבעתיים	207.6	47,400	3.2
לוד	209.8	66,500	7.5
פתח תקווה	211.9	172,600	19.2
אשדוד	222.4	187,500	17.0
רחובות	231.6	98,800	11.7
רמת גן	232.1	126,600	10.8
יבנה	232.3	31,700	5.1
ראשון לציון	237.3	211,600	23.0
באר שבע	237.6	181,500	26.1
רעננה	242.7	68,900	8.0
כפר סבא	243.4	77,800	9.1
קרית מוצקין	253.5	39,400	2.8
דימונה	254.6	33,700	5.9
שדרות	261.3	19,400	3.8
אופקים	265.8	23,200	4.1
תל מונד	268.3	7,300	2.0
קרית ים	269.8	38,700	3.0
אור יהודה	269.8	28,600	2.8
גני תקווה	273.7	11,500	1.1
כרמיאל	283.5	42,400	8.0
מגדל העמק	295.7	24,500	3.6
קרית ביאליק	295.8	37,100	3.9
קרית שמונה	298.9	21,600	4.7
סה"כ		1,598,300	186.4
23 יישובים			

יוצאת דופן בקבוצת היישובים הזוחלים מאוד (אשכול 4) היא ירושלים, המדורגת כבעלת רמת זחילה גבוהה, למרות היותה עיר גדולה וצפופה יחסית. אוכלוסייתה של ירושלים מהווה 60% מאוכלוסיית אשכול 4, ושטח המרקם העירוני שלה מהווה 40% משטחי המרקמים העירוניים של אשכול זה. ומכאן, שהיא שונה משמעותית משאר היישובים הנכללים באשכול. רמת הזחילה הגבוהה בירושלים, נובעת ככל הנראה מתנאים דמוגרפיים ייחודיים, שאינם מאפיינים את שאר היישובים הזוחלים¹. לאור זאת, ביצענו חישוב נוסף של משקל האוכלוסייה ושטחי המרקמים העירוניים ב- t_1 בהשמת ירושלים מהמדגם², כמפורט בלוח 7.5.

סיכום מספר היישובים, פריסת האוכלוסייה ושטחי המרקמים העירוניים באשכולות הזחילה, בכל אחת מנקודות הזמן שנבדקו מובא בלוח 7.5 שלהלן. מהנתונים ניתן לראות, כי בתחילת התקופה (t_0) רוב היישובים במדגם (63%) דורגו באשכולות הזוחלים (3-4) ומיעוטם (37%) דורגו באשכולות הקומפקטיים (1-2). ואילו ב- t_1 התמונה "התאזנה", כך שמספר היישובים הקומפקטיים והזוחלים השתווה (49% מול 51% בהתאמה). כלומר, חלה עלייה במספר היישובים הקומפקטיים במדגם.

לוח 7.5: אשכולות הזחילה בתחילת, סוף ולאורך התקופה הנחקרת

שטח זחילה	מספר יישובים	אחוז היישובים	גודל אוכלוסייה	אחוז האוכלוסייה		שטח מרקמים עירוניים (קמ"ר)	אחוז שטח המרקמים העירוניים		צפיפות ממוצעת (נפש/קמ"ר)	שטח זחילה	מספר יישובים	אשכול זחילה
				100%	100%		100%	100%				
קומפקטי מאוד-1	13	17%	349,786	11%	38%	68.1	14%	39%	5,134	6,450	13	קומפקטי מאוד-1
קומפקטי-2	16	21%	901,898	27%	38%	125.9	25%	39%	7,162	6,450	16	קומפקטי-2
זוחל-3	21	27%	889,714	27%	62%	126.8	26%	61%	7,018	6,822	21	זוחל-3
זוחל מאוד-4	28	36%	1,155,419	35%	62%	173.0	35%	61%	6,678	6,822	28	זוחל מאוד-4
סה"כ	78	100%	3,296,817	100%	100%	493.8	100%	100%	6,676	6,676	78	סה"כ
קומפקטי מאוד-1	15	19%	1,461,100	31%	64%	189.3	30%	60%	7,720	8,143	15	קומפקטי מאוד-1
קומפקטי-2	23	29%	1,598,300	34%	64%	186.4	30%	60%	8,572	8,143	23	קומפקטי-2
זוחל-3	18	23%	562,300	12%	36%	87.4	14%	40%	6,435	6,791	18	זוחל-3
זוחל מאוד-4	22	28%	1,130,497	24%	36%	161.9	26%	40%	6,983	6,791	22	זוחל מאוד-4
סה"כ	78	100%	4,752,197	100%	100%	625.0	100%	100%	7,604	7,604	78	סה"כ
קומפקטי מאוד-1	15	19%	1,461,100	36%	75%	189.3	34%	67%	7,720	8,143	15	קומפקטי מאוד-1
קומפקטי-2	23	30%	1,598,300	39%	75%	186.4	33%	67%	8,572	8,143	23	קומפקטי-2
זוחל-3	18	23%	562,300	14%	25%	87.4	16%	33%	6,435	5,488	18	זוחל-3
זוחל מאוד-4	21	27%	450,097	11%	25%	97.1	17%	33%	4,635	5,488	21	זוחל מאוד-4
סה"כ	77	100%	4,071,797	100%	100%	560.2	100%	100%	7,269	7,269	77	סה"כ

מבחינת פריסת האוכלוסייה, 60% מאוכלוסיית יישובי המדגם התגוררו ביישובים המשתייכים לאשכולות קומפקטיים ב- t_0 ו-40% מהאוכלוסייה התגוררו ביישובים המשתייכים לאשכולות זוחלים; וב- t_1 חלה עלייה של 4% במשקל האוכלוסייה המתגוררת ביישובים קומפקטיים, כך

¹ ראו בפרק 6 הדן בממצאים הנוגעים למדד דילוגי הצפדע.

² השמטת ירושלים ב- t_1 בוצעה רק לשם ניתוח הממצאים בנקודות זמן זו. בשלב זה לא בוצע ניתוח דינמי של השתנות רמת הזחילה בין t_0 לבין t_1 , ולכן לא בוצעה השמטה כנייל גם עבור הנתונים של t_0 .

שסך הכל 64% מהאוכלוסייה התגוררו באשכולות קומפקטיים לעומת 36% מהאוכלוסייה שהתגוררו באשכולות זוחלים. באשר לפריסת שטחי המרקמים העירוניים, ב- t_0 55% משטחי המרקמים העירוניים נמצאו ביישובים המסווגים באשכולות קומפקטיים, מול 45% משטחי המרקמים שנמצאו ביישובים המסווגים באשכולות זוחלים. ב- t_1 חלה עלייה במשקל שטחי המרקמים העירוניים ביישובים הקומפקטיים ל-60%, לעומת 40% משטחי המרקמים העירוניים שנמצאו באשכולות הזוחלים. בניכוי העיר ירושלים מאשכול 4 ב- t_1 מתקבל, כי 75% מהאוכלוסייה מתגוררת ביישובים המסווגים כקומפקטיים, לעומת 25% מהאוכלוסייה המתגוררת ביישובים זוחלים; לעומת זאת, שטחי המרקמים העירוניים של היישובים הקומפקטיים מהווים 67% מכלל שטחי המרקמים העירוניים, לעומת 33% ביישובים הזוחלים.

עוד עולה מהנתונים, כי משקלה היחסי של האוכלוסייה ביישובים המסווגים באשכולות הזוחלים, מכלל האוכלוסייה, גבוה יותר מאשר משקלם היחסי של שטחי המרקמים העירוניים, בשיעור של כ-8% (אם נתייחס לנתונים ב- t_1 בניכוי ירושלים). כלומר, יישובים עירוניים זוחלים הם צרכני קרקע יעילים פחות באופן יחסי מאשר יישובים עירוניים קומפקטיים. זהו חיזוק אמפירי לאחת ההנחות הרווחות בספרות העולמית, לפיה אחת מההשלכות המרכזיות של תופעת הזחילה העירונית היא צריכת שטח מוגברת ובזבוז משאב הקרקע. עם זאת ראוי לציין, כי פער זה שנמצא בין משקל האוכלוסייה לבין משקל שטחי המרקמים העירוניים ביישובים הזוחלים עדין נמוך משמעותית, מפער דומה הקיים ביישובים כפריים יהודיים בישראל, והעומד על כ-35%¹. מכאן ניתן להסיק, שלמרות שנמצא כי היישובים העירוניים הזוחלים הם צרכני שטח פחות יעילים מהיישובים העירוניים הקומפקטיים, הרי שהם ככל הנראה עדין יעילים יותר יחסית ליישובים כפריים. מכיוון שחלק גדול מהיישובים העירוניים הזוחלים זהו בעבודה זו כיישובים סמי-חקלאיים או פרבריים בעלי אופי כפרי, ולאור הממצא באשר ליעילות צריכת הקרקע של יישובים זוחלים יחסית ליישובים הקומפקטיים, ניתן לשער, כי רמת הזחילה גבוהה יותר ביישובים כפריים מאשר ביישובים עירוניים.

בלוח 7.6 שבהמשך מוצגים, בין השאר, שיעורי גידול אוכלוסייה ושיעורי גידול שטחי מרקמים עירוניים לאורך התקופה הנחקרת ביישובים השונים, על-פי השתייכותם לאשכולות זחילה ב- t_1 . ניתן לראות, שלאורך התקופה הנחקרת שיעור גידול האוכלוסייה ביישובים המשתייכים לאשכולות הקומפקטיים (2-1) הוא 39.9% ושיעור גידול שטחי המרקמים העירוניים שלהם הוא 24.5%, ואילו ביישובים המשתייכים לאשכולות הזוחלים (3-4) שיעור גידול האוכלוסייה עמד על 52.5% ושיעור גידול שטחי המרקמים העירוניים הוא 29.7%. כלומר, תנופת הגידול והפיתוח העירוני ביישובים המשתייכים לאשכולות הזוחלים היתה רבה יותר, בהשוואה ליישובים המשתייכים לאשכולות הקומפקטיים ב- t_1 , ביחוד בהיבט של גידול אוכלוסייה.

בלוח 7.6 ניתן עוד לראות, כי הצפיפות הממוצעת ביישובים המשתייכים לאשכולות זוחלים (3-4) נמוכה יותר מיישובים המשתייכים לאשכולות קומפקטיים² (2-1), ואולם בכל קצה של סקאלת

¹ השטח ברטו של דגם היישובים הכפריים היהודיים (עד 2000 נפש) מהווה 42% מסך שטחי הקרקע ברטו של היישובים במדינה, ואוכלוסייתם מהווה 7.2% מכלל האוכלוסייה בארץ (פרנקל, 1994).

² יציין, כי הצפיפויות ב- t_0 המובאות בלוח 7.6 שונות מאלו המובאות בלוח 7.5, מכיוון שבלוח 7.5 נמדדו צפיפויות של היישובים המשתייכים לאשכולות הזחילה בכל נקודת זמן בנפרד. ואולם, הרכב האשכולות ב- t_0 שונה מהרכב האשכולות ב- t_1 . ולכן, בלוח 7.6 נמדדו צפיפויות ב- t_0 על-פי הרכב היישובים ב- t_1 , גם אם ב- t_0 הם השתייכו לאשכולות אחרים, וזאת על-מנת להשוות בצורה עיקבית את היישובים עצמם.

הזחילה אין בהכרח התאמה מלאה בין רמת הזחילה לבין הצפיפות הממוצעת¹. מכאן, שמדד הצפיפות, הגם שהוא נפוץ מאוד במחקר העירוני בכלל ובמחקרים על זחילה בפרט, אינו תחליפי למדד הזחילה המשולב, המבטא מאפיינים נוספים של תופעת הזחילה, וביניהם פיזור גיאומטרי, קיטועיות ועירוב שימושי קרקע.

לגבי השתנות הצפיפות לאורך תקופת המחקר, מצאנו בשלב מוקדם יותר של העבודה, כי הצפיפות הממוצעת במדגם היישובים עלתה ב-13.9%, מה שמעיד על מגמה של קומפקטיות בהיבט זה². בדיקת השתנות הצפיפות לאורך זמן בדגמי יישובים שונים העלתה, כי שיעור גידול הצפיפות לאורך התקופה הנחקרת גבוה יותר ביישובים הזוחלים, לעומת היישובים הקומפקטיים ועומד על ערך של 17.6% ביישובים הזוחלים לעומת 12.3% ביישובים הקומפקטיים. ממצא זה מצביע על המורכבות והייחודיות של תופעת הזחילה העירונית בישראל, ועל כך שבניגוד להנחה המקובלת במחקרים רבים, זחילה עירונית אינה מתבטאת בהכרח במגמה של ירידה בצפיפות לאורך זמן.

לוח 7.6: שיעורי גידול אוכלוסייה ושטחי מרקמים עירוניים לאורך התקופה הנחקרת, על-פי אשכולות זחילה

סה"כ	אשכול זחילה ב- t_1				מדד
	זוחל מאד-4	זוחל-3	קומפקטי-2	קומפקטי מאד-1	
4,752,197	1,130,497	562,300	1,598,300	1,461,100	אוכלוסייה t_1
625.0	161.9	87.4	186.4	189.3	שטח מרקם עירוני t_1 (קמ"ר)
1,455,380	405,642	177,162	573,154	299,422	תוספת אוכלוסייה $(t_1 - t_0)$
131.1	38.2	19.0	47.8	26.2	תוספת שטח מרקם עירוני בקמ"ר $(t_1 - t_0)$
44.1%	56.0%	46.0%	55.9%	25.8%	אחוז גידול אוכלוסייה $(t_1 - t_0)$
	52.5%		39.9%		
26.6%	30.8%	27.7%	34.5%	16.1%	אחוז גידול שטח מרקם עירוני $(t_1 - t_0)$
	29.7%		24.5%		
0.60	0.55	0.60	0.62	0.62	מדד זחילה פשוט
	0.57		0.61		
6,676	5,858	5,629	7,395	7,124	צפיפות t_0
	5,777		7,249		
7,604	6,983	6,435	8,572	7,720	צפיפות t_1
	6,791		8,143		
13.9%	19.2%	14.3%	15.9%	8.4%	אחוז גידול הצפיפות $(t_1 - t_0)$
	17.6%		12.3%		

בפרק 6 עמדנו בפירוט על הגורמים האפשריים, שהינם ייחודיים לישראל, ושייתכן שתרמו למגמת הציפוף ביישובים העירוניים בישראל, ובפרט ביישובים בהם רמת הזחילה העירונית גבוהה יחסית. חלק גדול מהיישובים המשוייכים לאשכולות הזוחלים, הם יישובים פרבריים וחלקאיים-לשעבר, בהם הופשרו קרקעות חקלאיות לבנייה צמודת-קרקע, הן בתוך המרקמים

¹ לשם הדגמה, הצפיפות ב- t_1 באשכול 3 היא 6,435 נפש לקמ"ר, ואילו באשכול 4, הזוחל יותר, הצפיפות הממוצעת דווקא גבוהה יותר וערכה הוא 6,983 נפש לקמ"ר. בדומה, הצפיפות הממוצעת באשכול 1, הקומפקטי מאוד, היא 7,720 נפש לקמ"ר, ואילו הצפיפות הממוצעת באשכול 2, הקומפקטי פחות, היא 8,572 נפש לקמ"ר.

² ראו פרק 6.

הישנים, על-ידי חלוקתם של מגרשים גדולים למגרשים קטנים יותר ("נחלות בנים ממשיכים"), והן על-ידי שינוי ייעוד והפשרת שטחים חקלאיים וחסרי שימוש מחוץ למרקמים העירוניים הישנים. מהכרות חלקית של היישובים ומסקר השדה שנערך בהם מצאנו, כי ביישובים רבים המסווגים באשכולות הזוחלים, דפוס הבנייה הדומיננטי הוא צמוד קרקע, המאופיין בצפיפות נמוכה, יחסית, ליישובים הקומפקטיים. ואולם, בגלל כושר הנשיאה הגבוה של המרקמים הישנים ומלאי הקרקעות הפנויות בהם, הצפיפות החדשה ביישובים הסמי-חקלאיים גבוהה לאין שיעור מהצפיפות שהיתה בהם לפני שנות התשעים. ולכן, למרות דפוס הבנייה הפרברי והזוחל ביישובים אלו, הצפיפות בהם עלתה לאורך תקופת המחקר בשיעור גבוה יחסית ליישובים היותר קומפקטיים.

הסבר אפשרי לתנופת הצמיחה ביישובים הזוחלים הוא ביקוש הולך וגובר בקרב האוכלוסייה להתגורר ביישובים אלו, המהווים מוקדי משיכה לתושבים חדשים בהיבט של דיור מרווח ("צמוד-קרקע") וזול יחסית, נגישות נוחה למוקדי תעסוקה או איכות חיים גבוהה, כפי שהיא נתפסת באופן סובייקטיבי על-ידי הצרכנים. עבודה זו אמנם לא עסקה בדפוסי הבינוי הפיזי ביישובים שנבדקו, דהיינו בהיקף הבנייה צמודת-הקרקע בהשוואה לבנייה הרוויה, וגם לא בהעדפותיהם הסובייקטיביות של צרכנים, המכתיבות את הביקוש לדיור ביישובים הזוחלים. ואולם, כפי שצינו לעיל, נוכחנו במהלך סקר השדה, כי ביישובים רבים המסווגים באשכולות הזוחלים, דפוס הבנייה הדומיננטי הוא צמוד קרקע. מכיוון שמצאנו, כי תנופת הפיתוח ביישובים הזוחלים מואצת יותר באופן יחסי ליישובים הקומפקטיים, ובהסתמך על ההנחה הרווחת הן בספרות העולמית והן בישראל שזחילה משמעותה גם איכות דיור ואיכות חיים גבוהות יותר¹, ניתן לשער, כי תנופת הפיתוח ביישובים הזוחלים נובעת מביקוש צרכני גבוה להתגורר ביישובים אלו, המבוסס על תפיסתם כמקומות המספקים איכות חיים גבוהה.

בחינת השינוי בערך מדד הזחילה העירונית המשולב בכל יישוב במדגם לאורך התקופה הנחקרת מראה, כי מרבית היישובים במדגם הפכו ליותר קומפקטיים לאורך התקופה הנחקרת. 25 מהיישובים במדגם (32%) הפכו ליותר זוחלים, בעוד ש-53 יישובים (68%) הפכו ליותר קומפקטיים. עוד ניתן לראות, כי כ-76% מהאוכלוסייה מתגוררת כיום ביישובים בהם רמת הזחילה ירדה, כלומר ביישובים שנעשו יותר קומפקטיים לאורך התקופה הנחקרת, ושטחי המרקמים העירוניים ביישובים הללו מהווים כ-72% משטחי המרקמים העירוניים של המדגם כולו. לחילופין, מיעוט האוכלוסייה (כ-24%) מתגוררת ביישובים שנעשו זוחלים יותר לאורך התקופה הנחקרת, ושטחי המרקמים העירוניים של יישובים אלו מהווים כ-28% משטחי המרקמים העירוניים של המדגם כולו (ראו לוח 7.7 בהמשך).

במונחים של תוספת אוכלוסייה ותוספת שטח בנוי לאורך התקופה הנחקרת, ניתן לראות בלוח 7.7, כי אמנם מרבית תוספות האוכלוסייה והשטח הנין ביישובים שהפכו ליותר קומפקטיים; ואולם במונחים של שיעורי גידול יחסיים, דווקא ביישובים שנעשו זוחלים יותר לאורך זמן שיעורי גידול האוכלוסייה ושטחי המרקמים העירוניים גבוהים יותר, מאשר ביישובים שנעשו יותר קומפקטיים. ביישובים שנעשו יותר קומפקטיים לאורך התקופה הנחקרת שיעור גידול האוכלוסייה הוא 39.4% ושיעור גידול שטחי המרקמים העירוניים הוא 20.3%, ואילו ביישובים שנעשו יותר זוחלים שיעור גידול האוכלוסייה הוא 61.2% ושיעור גידול שטחי המרקמים

¹ ראו פירוט בפרק סקירת הספרות, פרק 1.

העירוניים הוא 45.8%. מכאן, שבנוסף לאמור, לפיו תנופת הפיתוח מואצת יותר ביישובים בהם רמת הזחילה הסטטית (ב- t_1) גבוהה יחסית, **תנופת הפיתוח מואצת גם ביישובים בהם רמת הזחילה הדינמית נמצאת במגמת עלייה.**

לוח 7.7: השוואה בין יישובים בהם הזחילה עלתה, לעומת יישובים בהם הזחילה ירדה בין t_0 ל- t_1

תקופה	פרמטר	יישובים בהם הזחילה עלתה	יישובים בהם הזחילה ירדה	סה"כ	
התקופה t_0	סה"כ	25	53	78	
	אחוז	32.1%	67.9%	100.0%	
	מספר יישובים	אשכול 1	4	11	15
		אשכול 2	7	16	23
		אשכול 3	6	12	18
		אשכול 4	8	14	22
	גודל אוכלוסיה t_1	גודל	1,150,700	3,601,497	4,752,197
	אחוז	24.2%	75.8%	100.0%	
	שטח מרקם עירוני t_1	גודל	177.2	447.8	625.0
	אחוז	28.4%	71.6%	100.0%	
צפיפות t_1 (נפש/קמ"ר)		6,494	8,043	7,604	
התקופה t_1	תוספת האוכלוסיה	גודל	436,667	1,018,713	1,455,380
		אחוז	30.0%	70.0%	100.0%
	שטח מרקם	גודל	55.7	75.5	131.1
		אחוז	42.4%	57.6%	100.0%
	אחוז גידול אוכלוסיה		61.2%	39.4%	44.1%
	אחוז גידול שטח מרקם		45.8%	20.3%	26.6%
	מדד זחילה הפשוט		0.75	0.51	0.60
	צפיפות t_0 (נפש לקמ"ר)		5,875	6,937	6,676
	שיעור גידול הצפיפות		10.5%	15.9%	13.9%

לסיכום, מצאנו, כי צריכת הקרקע ביישובים זוחלים יעילה פחות מצריכת הקרקע ביישובים קומפקטיים, בהיבט של יחס בין משקל אוכלוסייה לבין משקל שטחי המרקמים העירוניים, ובנוסף זיהינו, כי תנופת הפיתוח ביישובים הזוחלים מואצת יותר, ייתכן עקב ביקוש צרכני הולך וגובר להתגורר ביישובים אלו. מכאן, שלמרות שמרבית האוכלוסייה בישראל מתגוררת כיום ביישובים קומפקטיים יחסית, הרי שניכרת מגמה של ביקוש גובר להתגורר ביישובים בעלי דפוסי פיתוח זוחלים ו"בזבזנים" יותר בהיבט צריכת הקרקע. לאור זאת, ולאור מצוקת הקרקעות בישראל, נראה כי קיימת הצדקה לדאגה הרווחת בקרב מתכננים בישראל באשר לפיתוח הפרברי ה"זוחלי" הגובר בשנים האחרונות, והנסיונות לרסן מגמות אלו באמצעות כלים תכנוניים מווסתים. על כל פנים, המלצתנו היא להמשיך ולבחון את הקשר שבין רמת הזחילה העירונית לבין דפוסי בנייה ויעילות צריכת הקרקע, וכן את הקשר שבין פרמטרים אלו לבין

ביקושים צרכניים, כבסיס מידע אמפירי נרחב יותר, אשר ממנו ניתן יהיה לגבש המלצות אופרטיביות לריסון התופעה בעתיד.

ממדי הזחילה העירונית: צפיפות, פיזור ועירוב שימושי קרקע

כזכור, הממד המשולב מורכב משני מדדים משוקללים, המייצגים שני ממדים של תופעת הזחילה העירונית: צפיפות ופיזור¹ (או תצורה), ועירוב שימושי קרקע. מטרת סעיף זה היא לבחון את ממדי הזחילה הדומיננטיים בדגמי יישובים שונים, ולהעריך מהי תרומתו של כל אחד מהם לשינוי הדינמי ברמת הזחילה העירונית לאורך התקופה הנחקרת.

בדיקת ממדי הזחילה העלתה, כי באופן כללי ישנם יישובים שרמת הזחילה בהם מושפעת משני הממדים גם יחד, ולעומתם ישנם יישובים שרמת הזחילה שלהם מושפעת מאחד הממדים בלבד. לשם המחשה מוצג גרף תלת-מימדי המובא באיור 7.2 והמפרט את דרוג היישובים על-פי רמת זחילה כללית ב- t_1 (בציר z), ואת שני ממדי הזחילה, תצורה ועירוב שימושי קרקע (מישור x,y).

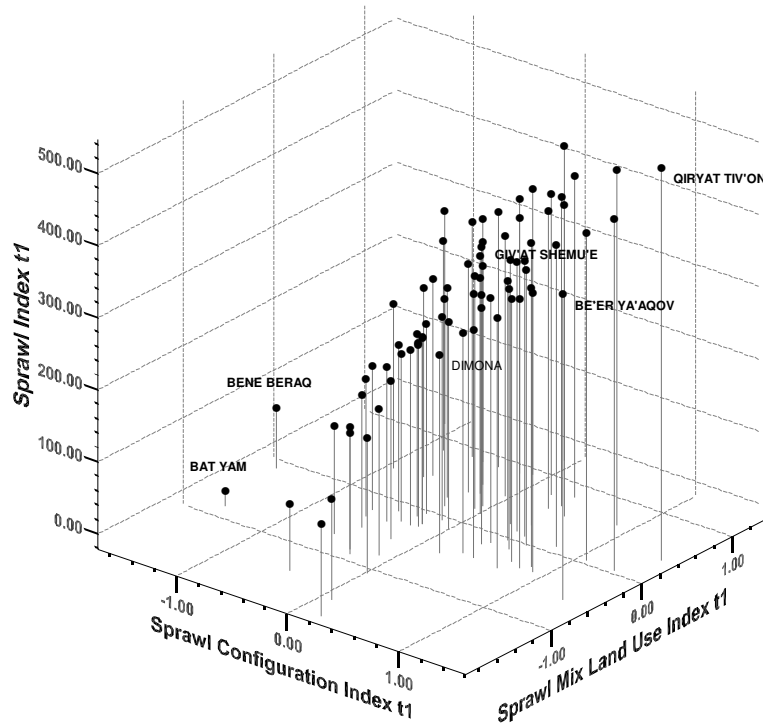
מאיור 7.2 ניתן לראות, כי ישנם יישובים זוחלים על-פי שני הממדים, כמו קרית טבעון, או יישובים הזוחלים רק לפי ממד אחד, כמו באר יעקב שזוחלת לפי ממד התצורה, או גבעת שמואל שזוחלת לפי ממד עירוב שימושי קרקע. באופן דומה מתקבלת תמונה לגבי היישובים המסווגים כיישובים קומפקטיים. בת-ים היא דוגמה ליישוב שתבניתו המרחבית קומפקטית לפי שני הממדים, לעומת בני ברק שסיווגה הקומפקטי נובע מממד התצורה, או דימונה שסיווגה הקומפקטי נובע מממד עירוב שימושי קרקע.

כפי שצויין לעיל, לאורך התקופה הנחקרת, מרבית היישובים נעשו יותר קומפקטיים, כפי שהדבר בא לידי ביטוי בירידת ערך הממד המשולב הממוצע על כל המדגם מ-310.3 ב- t_0 ל-286.8 ב- t_1 , ובירידת סטיית התקן מ-114.4 ל-100 בהתאמה. בחינת כל אחד מהמדדים המשוקללים המרכיבים את הממד המשולב (צפיפות ופיזור ועירוב שימושי קרקע) מראה, כי ממוצע הממד המשוקלל לתצורה ירד בשיעור של כ-0.38 סטיות תקן ביחס לסטיית התקן של t_1 , ולעומת זאת מדד הזחילה המשוקלל לעירוב שימושי קרקע עלה בשיעור של כ-0.1 סטיות תקן ביחס לסטיית התקן של t_1 לאורך התקופה הנחקרת². משמעות הדבר היא, כי **מדגם היישובים נעשה קומפקטי יותר בהיבט צפיפות ופיזור (תצורה), ומאיך נעשה מעט יותר זוחל בהיבט עירוב שימושי קרקע** (בשיעור נמוך יותר מאשר שיעור השינוי של היבט התצורה), ובשיקלול הסופי רמת הזחילה הכללית במדגם ירדה לאורך התקופה הנחקרת. ממצא זה תואם את הממצאים שקיבלנו עבור כל מדד זחילה בנפרד (ראו פרק 6), ואשר לפיהם המגמה הכללית במדגם היישובים שנבדק היא לכיוון פיתוח קומפקטי יותר לאורך זמן.

¹ מדובר למעשה בשלושה ממדי זחילה: צפיפות, פיזור ועירוב שימושי קרקע. ואולם, מטעמי נוחות חישוביים איחדנו את ממד הצפיפות עם ממד הפיזור. לשם נוחות, נכנה מעתה ואילך את ממד הצפיפות-פיזור בשם ממד תצורה, שכן הוא מייצג את מאפיין התצורה של המרקם העירוני האגרגטיבי. ראו בהרחבה פרק 5.

² ממוצע מדד התצורה המשוקלל ב- t_0 היה 0.233, וב- t_1 ערכו אפס, עם סטיית תקן 0.587; ממוצע מדד עירוב שימושי קרקע המשוקלל ב- t_0 היה -0.063, וב- t_1 ערכו אפס, עם סטיית תקן 0.599.

איור 7.2: דירוג יישובים לפי הממד המשולב ושני ממדי הזחילה ב- t_1



יישוב	דירוג תצורה	דירוג עירוב שימושי קרקע	דירוג מדד זחילה משולב	דפוס מרקם
ק. טבעון	78	55	78	זוחל בשני ממדים
באר יעקב	77	10	79	זוחל בממד תצורה
נבעת שמואל	22	65	47	זוחל בממד עירוב שימושי קרקע
דימונה	49	3	28	קומפקטי בממד עירוב שימושי קרקע
בני ברק	1	36	2	קומפקטי בממד תצורה
בת ים	2	7	1	קומפקטי בשני ממדים

על-מנת שנוכל לזהות מהי השפעתם היחסית של כל אחד מהממדים המשוקללים על הממד המשולב בתחילת ובסוף התקופה הנחקרת הגדרנו ארבעה דפוסים עיקריים של מרקם עירוני כדלהלן:

- **דפוס 1:** מרקם המאופיין על ידי תצורה קומפקטית ועירוב שימושי קרקע קומפקטי.
- **דפוס 2:** מרקם המאופיין על ידי תצורה זוחלת ועירוב שימושי קרקע קומפקטי.
- **דפוס 3:** מרקם המאופיין על ידי תצורה קומפקטית ועירוב שימושי קרקע זוחל.
- **דפוס 4:** מרקם המאופיין על ידי תצורה זוחלת ועירוב שימושי קרקע זוחל.

הקביעה לגבי רמת הזחילה/קומפקטיות של המרקם העירוני בכל אחד מהממדים נעשתה באופן שרירותי על-ידי הדירוג היחסי של היישוב במדגם. חציון דירוג הזחילה בכל אחד מהממדים (תצורה ועירוב שימושי קרקע), במקרה שלנו זהו המקום ה-39 בדירוג היחסי, שימש כנקודת חיתוך בין היישובים הזוחלים ליישובים הקומפקטיים. סיכום חלוקת היישובים על-פי אשכולות זחילה ודפוסי מרקמים מפורט בלוח 7.8 שלהלן.

לוח 7.8: חלוקת יישובים לאשכולות זחילה ודפוסי מרקם עירוני ב- t_0 וב- t_1

דפוס מרקם t_0 -ב	אשכולות קומפקטיים (2-1)	אשכולות זוחלים (4-3)	מספר יישובים t_0 -ב
דפוס 1	23%	*1%	19
דפוס 2	9%	17%	20
דפוס 3	5%	21%	20
דפוס 4	0%	24%	19
סה"כ	37%	63%	78
דפוס מרקם t_1 -ב	אשכולות קומפקטיים (1-2)	אשכולות זוחלים (3-4)	מספר יישובים t_1 -ב
דפוס 1	28%	0%	22
דפוס 2	9%	13%	17
דפוס 3	10%	12%	17
דפוס 4	*1%	27%	22
סה"כ	49%	51%	78

הערה*: יישובים שסווגו בקטגוריה לא הגיונית, למשל יישובים זוחלים שדפוס המרקם שלהם קומפקטי בשני ממדים. הנ"ל נובע כנראה בגלל החלוקה שרירותית לאשכולות זחילה, ולכן יש להתייחס לנתונים אלו כזניחים.

מהמפורט בלוח ניתן לראות, כי הן בתחילת התקופה הנחקרת והן בסופה היישובים נחלקים בצורה כמעט שווה בין דפוסי המרקמים העירוניים השונים. כלומר, בכל דפוס מרקם, כמוגדר לעיל, נמצאים כרבע מהיישובים במדגם. מבחינת חלוקת דפוסי המרקמים לאשכולות זחילה שונים, הרי שמרבית היישובים הינם זוחלים או קומפקטיים על-פי שני הממדים (דפוסים 1 ו-4). כמו-כן ניתן לראות, כי השינוי בדפוסי המרקמים, מבחינת הממד הדומיננטי, לאורך התקופה הנחקרת הוא מועט. ישנה עליה קלה במספר היישובים הזוחלים או הקומפקטיים על-פי שני הממדים, וירידה קטנה ביישובים הזוחלים או הקומפקטיים על-פי ממד דומיננטי אחד בלבד.

בדיקה נוספת נעשתה לגבי השפעתם של הממדים המשוקללים לתצורה ועירוב שימושי קרקע על השינוי בערך הממד לאורך התקופה הנחקרת. סיכום תוצאות בדיקה זו מובא בלוח 7.9. מהמפורט בלוח עולה, כי ממד התצורה הוא דומיננטי יותר במידת השפעתו על שינוי ערך הממד המשולב מאשר ממד עירוב שימושי קרקע. ב-41% מהיישובים רמת הזחילה השתנתה (באופן חיובי או שלילי) בגלל תרומתו של ממד התצורה, ב-40% מהיישובים רמת הזחילה השתנתה בגלל שני הממדים ורק ב-19% מהיישובים רמת הזחילה השתנתה בגלל ממד עירוב שימושי קרקע. עוד ניתן לראות, כי ממד התצורה דומיננטי יותר בהעלאת הקומפקטיות של תבנית היישובים: ב-33% מהיישובים במדגם (26 יישובים) רמת הזחילה ירדה בגלל ממד התצורה. לעומת זאת, ממד עירוב שימושי קרקע דומיננטי יותר בהעלאת רמת הזחילה ביישובים: ב-13% מהיישובים במדגם (10 יישובים) רמת הזחילה עלתה בגלל ממד עירוב שימושי קרקע.

לוח 7.9: השפעת ממדי הזחילה על השינוי ברמת הזחילה העירונית בין t_0 ל- t_1

סה"כ	יישובים בהם הזחילה ירדה		יישובים בהם הזחילה עלתה		ממד דומיננטי בשינוי רמת הזחילה
	אחוז	מספר	אחוז	מספר	
41%	33%	26	8%	6	תצורה
19%	6%	5	13%	10	עירוב שימושי קרקע
40%	28%	22	12%	9	שניהם
100%	68%	53	32%	25	סה"כ

בדיקה אחרונה נעשתה עבור השילוב שבין דפוסי המרקמים העירוניים, כמוגדר לעיל, לבין רמת הזחילה הכללית המוגדרת על-פי אשכולות זחילה, כאמור בסעיף 7.2. תוצאות בדיקה זו מובאות בלוח 7.10 שלהלן. ניתן לראות, כי קיימת שונות באחוזי גידול אוכלוסייה ושטחי מרקמים עירוניים בין דפוסי מרקמים ובין אשכולות זחילה שונים. באופן כללי, שיעורי גידול האוכלוסייה ושטחי המרקמים העירוניים באשכולות הזחילים גבוהים מאלו שבאשכולות הקומפקטיים בכל דפוס מרקם עירוני, למעט דפוס מרקם 3.

לוח 7.10: אוכלוסייה ושטחי מרקמים עירוניים, לפי דפוסי מרקמים עירוניים ואשכולות זחילה שונים

סה"כ	דפוס 4		דפוס 3		דפוס 2		דפוס 1		דפוס מרקם עירוני	
	זחלים (3-4)	קומפקטיים (1-2)	זחלים (3-4)	קומפקטיים (1-2)	זחלים (3-4)	קומפקטיים (1-2)	קומפקטיים (1-2)	קומפקטיים (1-2)	אשכולות זחילה	
4,752,197	1,106,641	21,600	111,456	294,800	474,700	440,400	2,302,600	t_1	אוכלוסייה	
625.0	153.4	4.7	19.4	28.9	76.4	77.8	264.3	שטח מרקם עירוני t_1	מספרים מוחלטים	
1,455,380	393,749	5,200	29,689	72,983	159,366	86,577	707,816	תוספת אוכלוסייה ($t_1 - t_0$)		
131.1	34.3	0.8	3.4	5.7	19.4	11.3	56.2	תוספת מרקם ($t_1 - t_0$)		
44.1%	55.2%	31.7%	36.3%	32.9%	50.5%	24.5%	44.4%	אוכלוסייה	אחוזי גידול ($t_1 - t_0$)	
26.6%	28.8%	21.0%	21.0%	24.3%	34.1%	17.0%	27.0%	שטח מרקם עירוני		
0.60	0.52	0.66	0.58	0.74	0.68	0.69	0.61	מדד זחילה פשוט		
6,676	5,984	4,252	5,086	9,526	5,538	5,321	7,666	צפיפות t_0	צפיפויות	
7,604	7,212	4,628	5,732	10,183	6,215	5,660	8,713	צפיפות t_1		
13.9%	20.5%	8.8%	12.7%	6.9%	12.2%	6.4%	13.7%	שיעור גידול הצפיפות ($t_1 - t_0$)		

בהשוואה בין דפוסי מרקמים עירוניים ניתן לראות, כי שיעורי הגידול המקסימליים, הן של אוכלוסייה והן של שטחי מרקמים עירוניים, הינם ביישובים זחלים בשני ממדים, או ביישובים זחלים בממד התצורה. בהתאם לכך, בהשוואת היישובים בדפוס מרקם 2 ליישובים בדפוס מרקם 3 ניתן לראות, כי ביישובים בהם ממד התצורה דומיננטי, בין אם סווגו באשכולות זחלים או קומפקטיים, נמצאו שיעורי גידול אוכלוסייה ושטחי מרקמים עירוניים גבוהים יותר מאשר

ביישובים בהם ממד עירוב שימושי קרקע הוא הממד הדומיננטי. כלומר, ממד התצורה קשור לגידול עירוני מואץ ולצריכת קרקע מוגברת, בעוד שממד עירוב שימושי קרקע קשור לגידול עירוני וצריכת קרקע מתונים יותר. או במילים אחרות, **זחילה הנובעת מתצורה מפוזרת ולא צפופה קשורה ל"בזבוז" קרקע יותר מזחילה הנובעת מאי-עירוב שימושי קרקע.**

ממצא זה מרמז על האפשרות, שלדפוס זחילה שונים ישנן השלכות שונות על המרקם העירוני. השלכה ישירה אחת היא על היקף צריכת משאב הקרקע, כפי שהדגמנו לעיל, אך עשויות להיות השלכות סביבתיות, כלכליות, חברתיות וערכיות נוספות על המרקם העירוני, כמפורט בפרק 1. כך לדוגמה, יתכן שביישובים זוחלים בהיבט עירוב שימושי קרקע ישנו שימוש מוגבר בכלי רכב פרטיים, המוביל לעומסי תנועה, זיהום אויר ובזבוז אנרגיה, בעוד שביישובים בהם קיים עירוב גבוה של שימושי קרקע השלכות אלו מתונות יותר.

פרק 8:

הגורמים להחילה העירונית - מודלים לזיהוי זיקות וקשרים במרחב

בפרק זה נציג מודלים סטטיסטיים מסוג רגרסיה לינארית רבת-משתנים, המנתחים את הקשר שבין רמת הזחילה לבין משתנים מרחביים ומשתנים חברתיים-כלכליים שונים. משתנים אלו הוצעו בספרות העולמית כגורמים מסבירים אפשריים להחילה העירונית, ולכן באמצעות מודלים אלו ניתן, למעשה, להבין את מנגנון ההיווצרות וההעצמה של תופעה זו.

מטרתנו בפרק היא להציג מודלים מיטביים שהתקבלו ממספר רב של הרצות שבוצעו, על בסיס המודל הכללי שנבנה במסגרת עבודה זו והוצג בפרק 5. בכל מודל יוצגו הממצאים העיקריים, הכוללים את הרכב המשתנים המסבירים, רמת הזיקה של כל משתנה לתופעת הזחילה, וההשפעה של משתנים אלו על כל אחד מממדי הזחילה השונים שנחקרו (תצורה ועירוב שימושי קרקע). יש לציין, כי במהלך העבודה הורצו מודלים עבור תחילת וסוף התקופה הנחקרת (t_1 ו- t_0), אך המודלים שהתקבלו עבור t_1 היו בעלי רמות הסבר גבוהות יותר, וכן כללו מספר רב יותר של משתנים מסבירים. לכן הם אלו אשר נבחרו לייצג את תופעת הזחילה, ולפיכך יפורטו בהמשך.

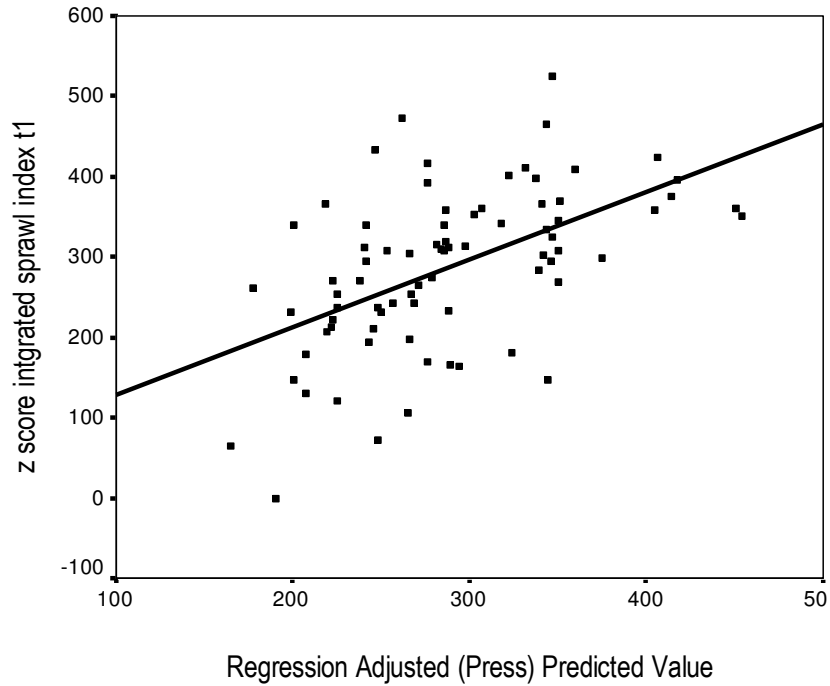
מודל זחילה כללי

בלוח 8.1 ובאיור 8.1 מובאת דוגמה למודל רגרסיה עבור המדד המשולב ב- t_1 . מודל זה גובש לאחר מספר איטרציות של מודלים בהרכבים שונים של משתנים בלתי-תלויים. ניתן לראות כי רמת ההסבר של המודל טובה (ערך R^2 adjusted הוא 0.348), וכל המשתנים הבלתי תלויים מסבירים את התופעה ברמת מובהקות של מעל 95% ($\text{sig.} < 0.05$). מהמוצג בלוח ניתן לראות, כי קיים קשר שלילי בין רמת הזחילה העירונית לבין גודל היישוב, המבוטא במספר תושבים. כלומר, **ככל שמספר התושבים ביישוב גדול יותר, כך רמת הזחילה בו פוחתת**. עוד ניתן לראות כי קיים קשר חיובי בין רמת הזחילה לבין אחוז הקרקע הפנויה ביישוב והטופוגרפיה בה ממוקם היישוב. כלומר, **יישובים בהם עתודות הקרקע החיצוניות רבות, ויישובים הממוקמים בטופוגרפיה הררית הם זוחלים יותר**. לבסוף, ניתן לראות כי קיים גם קשר חיובי בין רמת ההכנסה לנפש לבין רמת הזחילה, ובין אחוז גידול היוממים ביישוב לאורך התקופה הנחקרת לבין רמת הזחילה. כלומר, **יישובים שאוכלוסייתם מבוססת כלכלית ושלאורך זמן נוטה ליומם מחוץ ליישוב זוחלים יותר**. ממצא זה עולה בקנה אחד עם מחקרים אחרים, הקושרים את תופעת הזחילה העירונית עם מעמד חברתי-כלכלי בינוני וגבוה, כפי שיפורט בהמשך.

על-מנת לחשב את תרומתו של כל משתנה מסביר שהוצג לעיל לרמת ההסבר הכללית של המודל, בוצעה הרצה נוספת ואולם הפעם בשיטת ה-Stepwise. בלוח 8.2 מוצגות תוצאות הרצה זו. ניתן לראות, כי מבין המשתנים המסבירים גודל האוכלוסיה תורם יותר מכל משתנה אחר לרמת ההסבר של המודל (17.6%), אחריו משתנה הטופוגרפיה (7.7%), ואחריו משתנה ההכנסה, שיעור גידול היוממים וכמות הקרקע הפנויה, התורמים כל אחד כ-3% לרמת ההסבר הכללית של המודל.

לוח 8.1: מודל רגרסיה רבת משתנים עבור המדד המשולב ב- t_1

משתנה	B	t- value	Sig.
קבוע	308.371	2.756	0.007
אוכלוסייה t_1 (Ln)	-24.016	-2.951	0.004
טופוגרפיה הררית	62.194	2.649	0.010
הכנסה ממוצעת לנפש 1995	0.018	2.650	0.010
יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983	87.222	2.114	0.038
אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1	93.642	2.098	0.039
משתנה תלוי: המדד המשולב ב- t_1			
R ² adjusted = 0.348			



איור 8.1: גרף פיזור- קו רגרסיה של המדד המשולב ב- t_1

לוח 8.2: מודל רגרסיה רבת-משתנים למדד הזחילה המשולב

ב- t_1 בשיטת Stepwise

משתנה	תרומת המשתנה לערך Adjusted R square על-פי Stepwise	Adjusted R Square
אוכלוסייה t_1 (Ln)	0.176	0.176
טופוגרפיה הררית	0.077	0.253
הכנסה ממוצעת לנפש 1995	0.033	0.286
יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983	0.031	0.317
אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1	0.031	0.348

השפעת המרחק מעיר הגלעין

במודל שהוצג לעיל הוכנסו כל סוגי המשתנים המסבירים על-פי נוסחת המודל שגובשה במהלך עבודה זו¹, למעט מרחק היישוב מעיר הגלעין. על-מנת לבדוק את השפעת משתנה זה על רמת הזחילה, הורצו מודלים נוספים בהם הוכנס גם משתנה מרחק היישוב מעיר הגלעין; ראשית הוכנס משתנה דמה המציין את מרחק היישוב מעיר הגלעין לפי סוג הטבעת המטרופולינית בה הוא ממוקם, ולאחר-מכן הוכנס למודל משתנה רציף המציין את המרחק בק"מ בין כל יישוב לבין עיר הגלעין הסמוכה לו. תוצאות מודלים אלו מובאות בלוחות 8.3 ו-8.4.

לוח 8.3: מודל רגרסיה רבת משתנים כולל משתנה מיקום בטבעת מטרופולינית

Sig.	t- value	B	משתנה
0.019	2.406	303.925	קבוע
0.008	-2.724	-26.209	אוכלוסייה t_1 (Ln)
0.070	1.842	93.732	טופוגרפיה הררית
0.006	2.821	73.011	הכנסה ממוצעת לנפש 1995
0.050	1.991	0.015	יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983
0.070	1.839	83.603	אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1
0.516	0.653	39.307	מיקום 1- עיר גלעין
0.306	1.032	42.005	מיקום 2- טבעת מטרופולינית פנימית
0.254	1.151	48.942	מיקום 3- טבעת מטרופולינית תיכונה
0.248	1.166	40.609	מיקום 4- טבעת מטרופולינית חיצונית
משתנה תלוי: המודד המשולב ב- t_1			
R^2 adjusted = 0.325			

לוח 8.4: מודל רגרסיה רבת משתנים כולל משתנה מרחק היישוב מעיר הגלעין (בק"מ)

Sig.	t- value	B	משתנה
0.002	3.217	363.402	קבוע
0.002	-3.246	-26.101	אוכלוסייה t_1 (Ln)
0.009	2.681	124.047	טופוגרפיה הררית
0.008	2.721	62.580	הכנסה ממוצעת לנפש 1995
0.052	1.980	0.014	יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983
0.077	1.794	73.526	אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1
0.048	-2.009	-0.676	מרחק מעיר הגלעין הסמוכה (ק"מ)
משתנה תלוי: המודד המשולב ב- t_1			
R^2 adjusted = 0.374			

מהמוצג בלוח 8.3 ניתן לראות, כי אין קשר בין המיקום בטבעות המטרופוליניות השונות לבין רמת הזחילה. כלומר, בניגוד להשערת המחקר, היישובים הממוקמים בפריפריה או בטבעות החיצוניות של המטרופולינים אינם זוחלים יותר בהשוואה ליישובים הממוקמים בטבעות הפנימיות או בגלעין. מהמוצג בלוח 8.4 ניתן לראות, כי בניגוד להשערת המחקר קיים קשר שלילי ומובהק סטטיסטית ברמת מובהקות של כ-95% בין רמת הזחילה לבין מרחק היישוב מעיר

¹ ראו פרק 5.

הגלעין הסמוכה לו. יחד עם זאת, הכנסת משתנה המרחק מעיר הגלעין למודל הביא לירידה במובהקות הסטטיסטית של משתנה הטופוגרפיה ומשתנה כמות הקרקע החיצונית הפנויה ביישוב (ראו לוחות 8.3 ו-8.4) לכ- 93% בלבד. כלומר ניתן לסכם, כי המיקום במרחב לא נמצא משתנה בעל השפעה משמעותית ומובהקת סטטיסטית על רמת הזחילה העירונית ביישובים, והשפעתו עלייה היא ככל הנראה זניחה. משמעות הדבר היא, כי פיזור הזחילה העירונית במרחב הוא גדול, והתופעה קיימת במרחב כולו.

היבטים תחבורתיים

היבט מעניין נוסף בהקשר של זחילה עירונית הוא ההשלכה התחבורתית של תופעה זו על המרחב. אחד המאפיינים המרכזיים של זחילה עירונית הוא הסתמכות גבוהה על כלי-רכב פרטיים כתוצאה מנגישות נמוכה של אזורים זוחלים, אשר גורמת, לטענת חוקרים מסויימים, לגודש בכבישים, צריכת אנרגיה מוגברת, זיהום אוויר ואף השלכות חברתיות ופסיכולוגיות שליליות כגון לחץ ועקה כתוצאה מנסיעות ממושכות¹. קשה לקבוע בוודאות מהו הסובב ומהו המסובב במקרה זה, שכן ייתכן כי בניה מפוזרת גורמת לאי-כדאיות ביצירת מערכות גדולות של תחבורה ציבורית, דבר המוביל לעליה בשימוש בכלי-רכב פרטיים. לחילופין, ייתכן כי מלכתחילה נמשכים להתגורר ביישובים זוחלים תושבים מרמה חברתית-כלכלית גבוהה, יחסית, המעדיפים לנסוע בכלי-רכב פרטיים. על כל פנים מסקירת הספרות עולה בברור, כי ישנו קשר בין כמות מוגברת של נסיעות, ובעיקר ברכב פרטי, לבין דפוסים של זחילה עירונית.

במסגרת עבודה זו אמנם לא מדדנו במישרין את רמת הנגישות של היישובים תוך שימוש במדדי נגישות, ואולם במסגרת בסיס הנתונים החברתי-כלכלי עמדו לרשותנו מספר נתונים הקשורים לרמת המינוע והיוממות של אוכלוסיות היישובים. לפיכך יכולנו לבחון את הקשר שבין משתנים תחבורתיים אלו לבין רמת הזחילה העירונית, כפי שמוצג בלוחות 8.5 ו-8.6 שלהלן.

מנתוני הלוחות ניתן לראות, כי קיים קשר חיובי ומובהק בין אחוז הבעלות על רכב פרטי, או לחילופין בין אחוז הנוסעים לעבודה ברכב פרטי, לבין רמת הזחילה העירונית ביישובים, ברמת מובהקות סטטיסטית גבוהה.

לוח 8.5: מודל רגרסיה רבת משתנים כולל משתנה אחוז בעלות על רכב פרטי

משתנה	B	t- value	Sig.
קבוע	167.334	1.434	0.156
אוכלוסייה t ₁ (Ln)	-19.166	-2.446	0.017
טופוגרפיה הררית	66.308	2.976	0.004
יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983	94.564	2.411	0.018
אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t ₁	86.183	2.053	0.044
אחוז בעלות על רכב 1995	2.556	3.986	0.000
משתנה תלוי: המדד המשולב ב-t ₁			
R ² adjusted = 0.414			

¹ ראו פרק 1.

לוח 8.6: מודל רגרסיה רבת משתנים כולל אחוז המועסקים הנוסעים לעבודה ברכב פרטי

Sig.	t- value	B	משתנה
0.181	1.352	166.503	קבוע
0.040	-2.098	-18.805	אוכלוסייה t_1 (Ln)
0.004	2.951	66.837	טופוגרפיה הררית
0.028	2.238	90.113	יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983
0.000	3.937	335.264	נוסעים לעבודה ברכב פרטי 1995
0.014	2.524	109.226	אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1
משתנה תלוי: המדד המשולב ב- t_1			
R^2 adjusted = 0.404			

כמו-כן קיים קשר חיובי ומובהק בין רמה גבוהה של זחילה עירונית לבין שיעור גידול חיובי של כמות היוממים מהיישוב לאורך התקופה הנחקרת (קשר זה מובהק בכל המודלים המוצגים בפרק זה). כלומר, **יישובים בהם רמת הזחילה העירונית גבוהה יחסית מאופיינים באוכלוסייה בעלת רמת מינוע גבוהה, שלאורך זמן נוטה יותר לעבוד מחוץ ליישוב ואף לנסוע לעבודה ברכב פרטי. מכאן ניתן להסיק, כי יישובים זוחלים הם יישובים בהם כמות הנסיעות ברכב פרטי גבוהה יותר.** ממצא זה תואם את הטיעונים המועלים בספרות כנגד תופעת הזחילה והשפעתה על הגידול בנסיעות ברכב פרטי, דבר שעלולות להיות לו השלכות שליליות כגון גודש בכבישים, זיהום אויר, בזבוז דלק ואנרגיה ועוד¹.

השפעת גורמים חברתיים-כלכליים

מהמודל הכללי המוצג בלוח 8.1 מצאנו, כי קיים קשר חיובי ומובהק סטטיסטית בין רמת ההכנסה של אוכלוסיות היישובים לבין רמת הזחילה העירונית, דבר המצביע על קשר בין תופעת הזחילה העירונית לבין מעמד חברתי-כלכלי בינוני וגבוה, כפי שהוצע גם בספרות (Burchell et al., 1998; Downs, 1994, 1998; Gonen, 1995, 1996; Schiffman, 1999b; Hadly, 2000; Burton, 2000). על-מנת לבחון ביתר עומק את ההשפעה של מעמדן החברתי-כלכלי של אוכלוסיות היישובים על רמת הזחילה העירונית הורצו מודלים נוספים עם משתנים חברתיים-כלכליים חלופיים²: אחוז בעלות על דירה, אחוז בעלי תואר אקדמי ואחוז המועסקים במקצועות חופשיים. תוצאות בדיקה זו מובאות בלוחות 8.7-8.9 שלהלן.

מנתוני הלוחות ניתן להוכיח, כי קיים קשר חיובי ומובהק סטטיסטית ברמת מובהקות של למעלה מ-97% בין מדד הזחילה המשולב לבין אחוז בעלות על דירה, אחוז בעלי תואר אקדמי ואחוז המועסקים במקצועות חופשיים. כלומר, **יישובים שבאופן יחסי אוכלוסייתם מבוססת כלכלית, משכילה ועוסקת במקצועות חופשיים נמצאו זוחלים יותר.**

¹ ראו בהרחבה פרק 1.

² היות ומרבית המשתנים החברתיים-כלכליים שנבחנו במסגרת עבודה זו הם בעלי מתאמים לינאריים מובהקים אלו לאלו, לא ניתן היה להזינם למודל באופן מרוכז, בגלל בעיה של מולטי-קוליניאריות. לכן הורצו מספר מודלים, כאשר בכל מודל הוזן משתנה חברתי-כלכלי אחר, עד לקבלתם של מספר מודלים מובהקים סטטיסטית.

לוח 8.7: מודל חברתי-כלכלי חלופי כולל אחוז בעלות על דירה

משתנה	B	t- value	Sig.
קבוע	28.365	0.203	0.839
אוכלוסייה t_1 (L.n)	-25.400	-3.514	0.001
אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1	104.756	2.483	0.015
טופוגרפיה הררית	74.720	3.320	0.001
יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983	101.116	2.583	0.012
אחוז בעלות על דירה 1995	4.588	4.119	0.000
משתנה תלוי: המדד המשולב ב- t_1			
R^2 adjusted = 0.421			

לוח 8.8: מודל חברתי-כלכלי חלופי כולל אחוז בעלי תואר אקדמי

משתנה	B	t- value	Sig.
קבוע	411.465	4.232	0.000
אוכלוסייה t_1 (L.n)	-30.581	-4.021	0.000
אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1	91.020	2.010	0.048
טופוגרפיה הררית	52.155	2.210	0.030
יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983	82.101	1.965	0.053
אחוז בעלי תואר אקדמי מבני 15 + 1995	2.680	2.186	0.032
משתנה תלוי: המדד המשולב ב- t_1			
R^2 adjusted = 0.329			

לוח 8.9: מודל חברתי-כלכלי חלופי כולל אחוז המועסקים במקצועות חופשיים

משתנה	B	t- value	Sig.
קבוע	369.056	3.721	0.000
אוכלוסייה t_1 (L.n)	-29.754	-3.972	0.000
אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1	80.405	1.824	0.072
טופוגרפיה הררית	52.215	2.252	0.027
יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983	92.799	2.245	0.028
אחוז מועסקים במקצועות חופשיים ב-1995	2.825	2.734	0.008
משתנה תלוי: המדד המשולב ב- t_1			
R^2 adjusted = 0.351			

מודלים נפרדים לממדי הזחילה: תצורה ועירוב שימושי קרקע

כזכור, המדד המשולב מורכב משני מדדים משוקללים, המייצגים שני ממדים של זחילה: מדד משוקלל לתצורה ומדד משוקלל לעירוב שימושי קרקע. על-מנת לבדוק את השפעתם של כל אחד מהמשתנים המסבירים במודל שגובש על ממדי הזחילה, בוצעו שתי הרצות נוספות של המודל, כאשר בכל פעם שימש אחד מהמדדים המשוקללים, לתצורה או לעירוב שימושי קרקע, כמשתנה התלוי במודל. בכל הרצה נכללו אותם משתנים מסבירים שנמצאו מובהקים עבור מדד הזחילה המשולב, כפי שהוצג בלוח 8.1 לעיל. תוצאות הרצות אלו מובאות בלוחות 8.10 ו-8.11 שלהלן.

מנתוני לוח 8.10 ניתן לראות, כי המדד המשוקלל לתצורה מושפע באופן חיובי ברמת מובהקות סטטיסטית גבוהה מאחוז קרקע חיצונית פנויה, טופוגרפיה הררית ושיעור גידול היוממים לאורך התקופה הנחקרת, ואינו מושפע מגודל האוכלוסייה ומהרמה החברתית-כלכלית שלה. כלומר,

יישובים בהם עתודות קרקע רבות, הממוקמים באזורים הרריים, ושלאורך זמן אוכלוסייתם נוטה לעבוד יותר מחוץ ליישוב הם זוחלים יותר בהיבט תצורת המרקם העירוני שלהם.

לוח 8.10: מודל רגרסיה רבת משתנים עבור המדד המשוקלל לתצורה ב- t_1

משתנה	B	t- value	Sig.
קבוע	-1.122	-1.734	0.087
אוכלוסייה t_1 (Ln)	-0.048	-1.017	0.313
טופוגרפיה הררית	0.435	3.204	0.002
יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983	0.715	2.997	0.004
אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1	0.957	3.707	0.000
הכנסה ממוצעת לנפש 1995	0.000	1.558	0.124
משתנה תלוי: המדד המשוקלל לתצורה ב- t_1			
R ² adjusted = 0.367			

ניתן להסביר זאת בכך, שביישובים בעלי עתודות קרקע רבות לא קיים אילוץ גבוה על משאב הקרקע, ולכן הבנייה ביישובים אלו פחות צפופה ויותר מפוזרת, מאשר ביישובים בהם משאב הקרקע נמצא במחסור. כמו-כן, ביישובים הממוקמים באזורים הרריים אופי הבנייה מפוזר יותר, בגלל אילוצים טופוגרפיים¹. לגבי שיעור גידול רמת היוממות ביישובים הזוחלים, ניתן להסביר ממצא זה בכך, שליישובים אלו היגרה אוכלוסייה חדשה, מתוך העדפה להתגורר ברווחת דיור או באיכות חיים גבוהה. אוכלוסייה זו ככל הנראה לא היגרה ליישובים אלו בגלל מקום העבודה, ועל כן ממשיכה להישען על ערים אחרות בהיבט תעסוקה. כלומר ככל הנראה, ביישובים הזוחלים קיימת עלייה בשיעור היוממים מחוץ ליישוב, הנובעת מתוספת האוכלוסייה שהיגרה ליישובים אלו, אך עדיין ממשיכה לעבוד במקומות אחרים מחוצה להם.

מנתוני לוח 8.11 ניתן לראות, כי רמת ההסבר של מודל זחילה לעירוב שימושי קרקע היא נמוכה יחסית (R^2 adjusted=0.166). כמו-כן ערך מדד הזחילה לעירוב שימושי קרקע מושפע באופן שלילי ברמת מובהקות סטטיסטית גבוהה מגודל האוכלוסייה, ובאופן חיובי אך ברמת מובהקות סטטיסטית נמוכה, מרמת ההכנסה הממוצעת של התושבים. כלומר, יישובים קטנים, ושהרמה החברתית-כלכלית של אוכלוסייתם גבוהה יחסית, מאופיינים באי-ערוב של שימושי קרקע במרקם העירוני.

לוח 8.11: מודל רגרסיה רבת משתנים עבור המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע ב- t_1

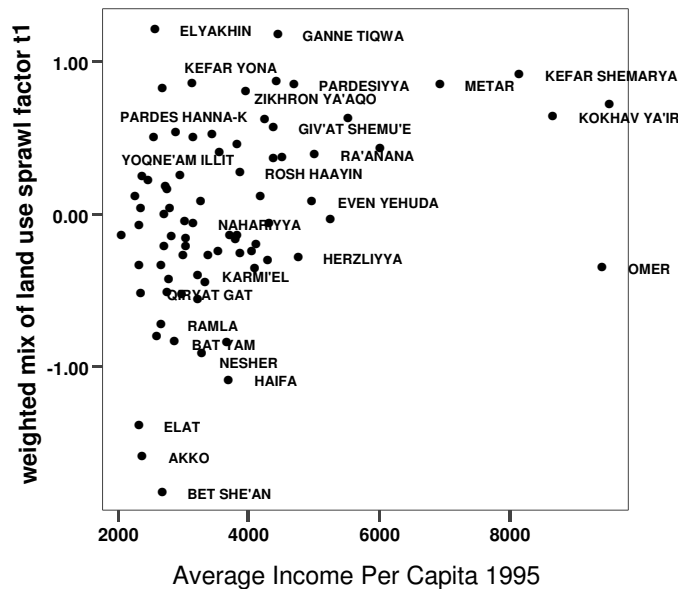
משתנה	B	t- value	Sig.
קבוע	1.482	1.952	0.055
אוכלוסייה t_1 (Ln)	-0.155	-2.815	0.006
טופוגרפיה הררית	0.044	0.275	0.784
יחס בין אחוז יוממים ב-1995 ל-1983	-0.059	-0.212	0.833
אחוז קרקע חיצונית פנויה בתחילת t_1	-0.282	-0.931	0.355
הכנסה ממוצעת לנפש 1995	0.000	1.895	0.062
משתנה תלוי: המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע ב- t_1			
R ² adjusted = 0.166			

¹ זכור, הוכחנו כי ביישובים הממוקמים באזורים הרריים ערכי מדדי התצורה והפרקטל, המבטאים את מידת הפיזור הגיאומטרי של המרקמים המרכזיים, גבוהים יותר. ראו בהרחבה בפרק 6.

את הממצא הראשון ניתן להסביר בכך, שביישובים גדולים מתקיים ככל הנראה עקרון "היתרון לגודל" המאפשר התפתחותם של שירותים עירוניים ברמת שירות גבוהה, ולכן ביישובים אלו שטח שימושי הקרקע הבנויים שאינם מגורים (תעשייה, מסחר, שירותים) יהיה גדול יותר, וערך המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע יהיה נמוך יותר. לעומת זאת, ביישובים קטנים לא מתקיים העקרון הכלכלי של "יתרון לגודל", ולכן יישובים אלו יאופיינו במשקל גבוה של שימוש קרקע למגורים ובמשקל נמוך של שימושי קרקע בנויים אחרים ("פרברי שינה"), וערך המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע שלהם יהיה גבוה יותר.

את הממצא השני לגבי הקשר שבין רמת הכנסה לבין אי-עירוב שימושי קרקע ניתן להסביר בכך, שאוכלוסייה חזקה ומבוססת כלכלית מעדיפה להתגורר ברווחת דיור גבוהה, אותה ניתן להשיג ביישובים המאופיינים בדפוס בנייה צמוד קרקע למגורים; יישובים אלו מסתמכים בדרך-כלל על ערים גדולות לצורך קבלת שירותים עירוניים, ועל כן מאופיינים במגוון דל יותר של שימושי קרקע בנויים שאינם מגורים. יחד עם זאת, הקשר שנמצא במודל בין רמת הכנסה גבוהה לבין אי-עירוב שימושי קרקע הוא ברמת מובהקות סטטיסטית נמוכה ($\text{sig}=0.062$), מה שמצביע על כך שההסבר שהוצע לעיל ככל הנראה אינו תקף לכלל התופעה בישראל.

לצורך זיהוי טוב יותר של המאפיינים המייחדים את היישובים הזוחלים בישראל, מוצג להלן איור 8.2 ובו גרף פיזור המתאר את הקשר שבין רמת ההכנסה של האוכלוסייה לבין ערך המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע.¹



איור 8.2: גרף פיזור המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע ב- t_1 כפונקציה של רמת ההכנסה הממוצעת ב-1995

¹ ערך גבוה של המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע מצביע על יישוב זוחל בהיבט זה (אי-עירוב שימושים), בעוד שערך נמוך של מדד זה מצביע על יישוב קומפקטי בהיבט עירוב שימושי הקרקע.

באיור ניתן לראות, כי ישנם יישובים "זוחלים" בהיבט אי-עירוב שימושי קרקע המאופיינים בבנייה צמודת קרקע וברמת הכנסה גבוהה של האוכלוסייה (כפר שמריהו, כוכב יאיר, מיתר, גני תקווה), ועל-כן מתאימים למודל הזחילה שהוצע לעיל. מאידך, ישנם יישובים "זוחלים" המאופיינים גם הם בבנייה צמודת קרקע, אך מאידך רמת ההכנסה של אוכלוסייתם אינה גבוהה (כמו אליכין, כפר יונה, פרדס חנה-כרכור). יישובים אלו הם יישובים סמי-חקלאיים, שהרמה החברתית-כלכלית של תושביהם הוותיקים אינה גבוהה, יחסית. ואולם, בשנים האחרונות יישובים אלו מהווים מוקדי משיכה לאוכלוסייה עירונית משפרת דיור ממעמד חברתי-כלכלי גבוה יותר, המחפשת דיור צמוד-קרקע ואיכות חיים גבוהה מחוץ לערים הגדולות. כלומר, **אנו צופים כי רמת הזחילה ביישובים הסמי-חקלאיים תמשיך לעלות בעתיד בד בבד עם העלייה ברמה החברתית-כלכלית של התושבים, כתוצאה מהמשך הגירה חיובית של אוכלוסיות עירוניות וחזקות מבחינה חברתית-כלכלית ליישובים אלו.** היות והתקופה הנחקרת במסגרת עבודה זו הקיפה 15 שנים בלבד, אימות ההסבר שהוצע לעיל דורש המשך מחקר ומעקב ביישובים הסמי-חקלאיים למשך תקופה נוספת, כמו גם המשך של מחקר מעמיק יותר לגבי דפוסי הבינוי ביישובים הללו (צמודי קרקע למול בנייה רוויה).

לסיכום, נוכחנו כי כל אחד מממדי הזחילה העירונית מושפע מסוגים אחרים של משתנים מסבירים. ממד התצורה הוא בעל זיקה חזקה לתנאי השטח בו ממוקם היישוב (עתודות קרקע, טופוגרפיה) וכן לרמת היוממות של התושבים. ואילו ממד עירוב שימושי הקרקע מושפע מגודל האוכלוסייה ומתכונות חברתיות-כלכליות שלה. ממצא זה מצטרף לממצאים קודמים, אשר הוצגו בפרקים הקודמים, ואשר מוכיחים את מורכבותה ורב-ממדיותה של תופעת הזחילה העירונית. מורכבות זו באה לידי ביטוי הן במגוון המאפיינים ושיטות המדידה של התופעה, הן בגורמים המסבירים או המעודדים אותה והן בהשלכות האפשריות של היבטיה השונים. היתרון בבניית מדד משולב טמון אפוא באפשרות להסביר ולחזות באמצעותו את תופעת הזחילה העירונית באופן המקיף מגוון של משתנים מסבירים: החל בתנאי השטח בו ממקומים היישובים וכלה בתכונות האוכלוסייה המתגוררת בהם.

**חלק רביעי:
דיון והסקת מסקנות**

פרק 9:

סיכום מסקנות ועיקרי המלצות המחקר

בפרק זה נדון במסקנות העולות מהמחקר. תחילה נציג מסקנות הקשורות למתודולוגיית המדידה של תופעת הזחילה בכלל. לאחר מכן נתמקד במסקנות הקשורות להיקף ולאופי התופעה בישראל. בהמשך נדון במשמעות הממצאים.

מדדי הזחילה העירונית

בספרות קיימות הגדרות רבות לתופעת הזחילה העירונית, מהן נגזרים מאפיינים ושיטות מדידה רבים ומגוונים. אי-ההסכמה לגבי הגדרת התופעה העלתה השערה, שהתופעה היא רב-ממדית ומורכבת, ושלמעשה אינה ניתנת לכימות באמצעות מדד אחד בלבד. בנוסף, קיימת טענה, לפיה זחילה עירונית, מעצם הגדרתה, אינה תופעה מוחלטת אלא תופעה יחסית. ומכאן, שלא קיימת שיטה אחת ומוחלטת למדידת התופעה, ושאופייה של התופעה משתנה ממקום למקום, ומארץ לארץ.

בעבר היתה נטיה בקרב חוקרים לפשט את התופעה ולהגדירה באמצעות מדד עיקרי אחד. בדרך כלל שימשו למטרה זו מדד הצפיפות, גרדיאנט הצפיפות, או "מדד זחילה פשוט" המבטא את היחס שבין שיעור גידול השטחים הבנויים לבין שיעור גידול האוכלוסיה. בשנים האחרונות גוברת הנטיה בקרב החוקרים לבחון את מורכבותה של תופעת הזחילה על-ידי מספר רב יותר של מדדים, מעבר למדדי צפיפות או שיעורי גידול כמתואר לעיל. בספרות הוצעו סוגים רבים של מדדי זחילה הלקוחים מדיסיפלינות מחקר שונות, וביניהם: מדדי צפיפות קלאסיים מתחום התכנון העירוני, מדדי פיזור ותצורה מהגיאומטריה הפרקטלית, מדדי קיטועיות והרכב שימושי קרקע שאובים מתחום המחקר האקולוגי, מדדי תחבורה מתחום תכנון התחבורה והנדסת התחבורה, מדדים כלכליים מתחום הכלכלה העירונית, ומדדים אסתטיים מארכיטקטורה ועיצוב עירוני. בעבודה זו גיבשנו חמש קבוצות מדדים מדיסיפלינות שונות, תוך התמקדות בתכסית הקרקע של המרקם העירוני הבנוי: מדדי צפיפות, מדדי תצורה ופרקטל, מדדי דילוגי צפרדע, גודל פוליגון ממוצע והרכב שימושי קרקע. **השילוב בין מדדים מדיסיפלינות שונות מהווה חידוש של מחקר זה הן ביחס למחקרים אחרים בעולם המתמקדים בתופעת הזחילה העירונית, ובעיקר ביחס למחקרים דומים שנעשו בישראל.**

מורכבותה של תופעת הזחילה התבררה בעבודה זו (בין השאר באי-קיומם של קשרים סטטיסטיים אמיצים ובעלי מובהקות סטטיסטית, בין מדדים מקבוצות שונות). כלומר, נוכחנו, כי מדדים שונים אינם תחליפיים אלו לאלו, ולכן לא נכון יהיה לתאר ולכמת את התופעה באמצעות מדד אחד בלבד, אלא באמצעות צירוף משוקלל של מספר קבוצות של מדדים. לצורך צמצום ושקלול סט מדדי הזחילה שיושמו בעבודה זו נעשה שימוש בטכניקת ניתוח גורמים (factor analysis). 13 מדדי הזחילה חולקו לשתי קבוצות עיקריות המכילות 6-7 מדדים כל אחת, ואשר ייצגו שני ממדים של תופעת הזחילה: ממד התצורה, המורכב ממדדים אגרטיביים של צפיפות ופיזור, המופעלים על כלל המרקם העירוני; וממד עירוב שימושי קרקע, המורכב ממדדים סרגטיביים של הרכב שימושי קרקע שונים בתוך המרקם העירוני. הממד המשולב והסופי התקבל מצירוף משוקלל של שני המדדים המשוקללים לתצורה ולעירוב שימושי קרקע.

ניתוח פרטני של כל מדד זחילה בנפרד הראה, כי מדדי הצפיפות, התצורה ומשקל שימוש הקרקע למגורים הם דומיננטיים יותר במדידת זחילה עירונית מאשר מדדים אחרים שנבחנו בעבודה זו. מדדי דילוגי צפרדע נמצאו כבעלי חשיבות יחסית פחותה בקנה מידה עירוני, וככל הנראה נכון יותר ליישם בקנה מידה אזורי או מטרופוליני. מדד הגפ"ם הוא בעל התרומה היחסית הנמוכה ביותר לממד המשולב בהשוואה למדדי הזחילה האחרים שיושמו בעבודה, ובנוסף מבטא רק באופן חלקי את היבט הקיטועיות ופריסת שימושי הקרקע של המרקם העירוני. ביטוי מקיף יותר של היבטים אלו מחייב יישום של מדדים אקולוגיים ומדדי נגישות נוספים לגפ"ם. לגבי הרכב שימושי הקרקע נמצא, כי משקל שימוש הקרקע למגורים מסך שטח המרקם העירוני מייצג היטב היבט זה, ועל-כן משקלו כל אחד מהשימושים הבנויים האחרים במרקם העירוני משמעותי פחות במדידת תופעת הזחילה. מעניין לציין, כי בניגוד למרקמים טבעיים, בהם מדד הרכב שימושי הקרקע נחשב כמשתנה מסביר חזק לתופעות אקולוגיות מסוימות, במרקמים עירוניים ישנה ככל הנראה חשיבות פחותה להיבט זה, שכן משקל שימוש הקרקע למגורים הוא דומיננטי מאד במרקם העירוני ושיעורו הוא לפחות מחצית משטחו. ייתכן אפוא כי בהקשר של תופעת הזחילה במרקמים עירוניים יש לתת דגש רב יותר למדידת הפריסה המרחבית של שימושי הקרקע, ולא להרכבם.

המדד המשולב, שנבנה במסגרת עבודה זו, שימש כלי אפקטיבי להשוואה יחסית של רמת הזחילה העירונית ביישובים השונים ובנקודות זמן שונות. יתרונו העיקרי הוא, בכך שסייע לפשט את מורכבותה של תופעה רב-ממדית זו. מניתוח פרטני של מרכיבי הממד המשולב נוכחנו, כי ממד התצורה וממד עירוב שימושי קרקע אינם תלויים זה בזה. כלומר, יישוב יכול להיחשב "זוחל" או "קומפקטי" לפי ממד התצורה, ממד עירוב שימושי קרקע או לפי שני הממדים יחדיו. הצירופים הללו מגדירים, למעשה, ארבעה דפוסים אפשריים של מרקם עירוני, בהתאם לממד הזחילה הדומיננטי בכל אחד מהם. בעבודה זו מצאנו, כי מעל מחצית מהיישובים הם בעלי דפוס פיתוח מעורב המושפע הן מממד התצורה והן מממד עירוב שימושי קרקע. לעומת זאת, המחצית השניה של יישובי המדגם "זוחלים" בחלקם לפי ממד התצורה אך "קומפקטיים" לפי ממד עירוב שימושי קרקע ולהיפך.

כמו-כן מצאנו, כי קיימת שונות בין ממדי הזחילה והשפעתם על תבנית המרקמים העירוניים בהיבט הדינמי של התופעה על ציר הזמן. מדגם היישובים שנחקר נעשה קומפקטי יותר בהיבט התצורה, ומאידך נעשה מעט יותר זוחל בהיבט עירוב שימושי קרקע. ובסך-הכל רמת הזחילה הכללית והממוצעת במדגם היישובים ירדה לאורך התקופה הנחקרת. עוד מצאנו כי זחילה הנובעת מממד התצורה קשורה לצריכת קרקע מוגברת, ואילו זחילה הקשורה לאי-עירוב שימושי קרקע אינה קשורה בהכרח לצריכת קרקע מוגברת. לעומת זאת, ממד עירוב שימושי הקרקע של המרקם העירוני קשור לרמה החברתית-כלכלית של האוכלוסייה, שאחד ממאפייניה הוא רמת מינוע גבוהה וכמות גבוהה של נסיעות לעבודה ברכב פרטי. ממצאים אלו מרמזים על האפשרות, שלדפוס זחילה שונים ישנן השלכות שונות על המרקם העירוני, כמו היקף צריכת משאב הקרקע או השלכות הנובעות משימוש מוגבר בכלי-רכב פרטיים.

ממד עירוב שימושי קרקע, המיוצג על-ידי מדד הזחילה המשוקלל לעירוב שימושי קרקע, מורכב בעבודה זו ממדדי משקל שימושי הקרקע הבנויים במרקם העירוני: מגורים, תעשייה, מע"ר, מוסדות, תיירות ומיוחדים (פנאי). מדדים אלו אומצו בעבודה זו מתחום המחקר האקולוגי, שבו

נהוג למדוד את הרכב שימושי הקרקע הפתוחים כאינדיקטור לרמת ההטרונגניות של מרקמים טבעיים. במסגרת עבודה זו מצאנו, כי בדרך-כלל הרכב שימושי הקרקע במרקמים עירוניים הוא יציב לאורך זמן, ובנוסף משקל שימוש הקרקע למגורים בו מהווה תמיד מעל מחצית שטח המרקם העירוני. מכאן אנו מסיקים, שככל הנראה קיים שוני מהותי בין מרקמים עירוניים בנויים לבין מרקמים טבעיים - אקולוגיים. מרקמים טבעיים הם, ככל הנראה, הטרונגניים יותר, ויכולים להכיל תמהיל מגוון של שימושי קרקע מכל סוג שהוא. לעומת זאת, הרכב שימושי הקרקע במרקמים עירוניים הוא פחות הטרונגי, שכן מעצם הגדרתו כמרקם עירוני, שימוש הקרקע למגורים בו תמיד יהיה דומיננטי. הדומיננטיות של שימוש הקרקע למגורים במרקם העירוני באה לידי ביטוי גם במתאם הלינארי הגבוה מאוד הקיים בין הממד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע לבין משקל שימוש הקרקע למגורים. יחד עם זאת, ניתן עדין לזהות בעזרת הממד המשוקלל שונות בין יישובים עירוניים בהתאם להרכב שימושי הקרקע הבנויים האחרים שלהם: תעשייה, מסחר, מוסדות, תירות ופנאי.

מבחינת דינמיקת הזחילה העירונית מצאנו, כי במרבית המקרים רמת הזחילה ביישובים העירוניים לא השתנתה בצורה משמעותית לאורך התקופה הנחקרת. כשני שליש מהיישובים במדגם נותרו באותו אשכול זחילה לאורך התקופה הנחקרת. רק מיעוטם של היישובים עברו שינוי משמעותי ברמת הזחילה, כך שדורגו באשכול זחילה שונה בסוף תקופת המחקר. כלומר, **מרבית היישובים שמרו על דפוסים קבועים של גידול עירוני, ולא שינו את "אופיים" בצורה משמעותית.**

בשאר היישובים במדגם (כ-30%) חלו שינויים דינמיים משמעותיים בדפוסי הזחילה או הקומפקטיות. יישובים זוחלים בהם רמת הזחילה עלתה משמעותית במהלך התקופה הנחקרת מאופיינים בתנופת פיתוח מואצת ביותר, שהתבטאה בצריכת קרקעות גבוהה, עקב בנייה צמודת-קרקע או התפשטות של שימושי קרקע אחרים במרחב. יישובים זוחלים שנעשו קומפקטיים יותר לאורך זמן כמעט הכפילו את אוכלוסייתם לאורך התקופה הנחקרת, אך שטחי המרקמים העירוניים שלהם גדלו בשיעור נמוך יחסית, כתוצאה מכושר נשיאה גבוה של המרקמים הישנים הנובע ממלאי דירות ו/או קרקעות פנויות. יישובים קומפקטיים בהם רמת הזחילה עלתה משמעותית לאורך התקופה הנחקרת הם בעיקר ערים גדולות וצפופות, שהתפשטו במרחב על חשבון שטחים פתוחים. ויישובים קומפקטיים שנעשו קומפקטיים יותר לאורך זמן הם בעיקר יישובים עירוניים ותיקים הממוקמים באזורי ביקוש, בהם ערכי קרקעות גבוהים הובילו לניצול אינטנסיבי יותר של משאב הקרקע.

לסיכום, נוכחנו כי **זחילה עירונית היא תופעה רב-מימדית ומורכבת שלא ניתנת לכימות באמצעות מדד אחד בלבד, אלא באמצעות צירוף של מספר מדדים. כל קבוצת מדדים מייצגת מאפיין או ממד אחר של התופעה, שאינו תלוי בהכרח בממדים האחרים.** חוקרים שונים מייחסים השלכות שליליות שונות לתופעת הזחילה מבחינה סביבתית, כלכלית, חברתית וערכית. היות ותופעת הזחילה התגלתה כתופעה מורכבת ורב-ממדית, ניתן לשער כי גם השלכותיה של התופעה הן מורכבות, וייתכן שהן נובעות מדפוסי פיתוח עירוניים שונים. ככל הנראה מורכבות זו היא אחת הסיבות לחילוקי הדיעות בקרב חוקרים ומתכננים באשר לסוגיה זו, כפי שתוארנו בפרקים 1-2.

הזחילה העירונית בישראל

תופעת הזחילה נבדקה במסגרת עבודה זו במדגם של 78 יישובים עירוניים יהודיים, כאשר יחידת החקירה הוגדרה כמרקם העירוני הבנוי בתוך גבול השיפוט של הרשות המקומית. בחינה פרטנית של כל אחת מחמש קבוצות מדדי הזחילה מצביעה על מגמה כללית של ירידה בזחילה ועלייה בקומפקטיות במרבית יישובי המדגם ולאורך תקופת המחקר. סך-הכל במהלך שני העשורים האחרונים הצפיפות הממוצעת עלתה, תצורת המרקמים התמלאה באופן קומפקטי, המרקמים נעשו מקוטעים פחות, והרכב שימושי קרקע לא השתנה בצורה משמעותית, אם כי חלה בו עלייה קלה של משקל שימוש הקרקע למגורים. ממצא זה סותר את הדיעה הרווחת בישראל, על כך שהפיתוח העירוני במהלך שנות התשעים עודד דפוסים של פירבור, פיזור עירוני וזחילה. דיעה זו נובעת, ככל הנראה, מההכללה הנעשית על כלל מגזרי התיישבות בישראל, ללא הבחנה בין המגזר העירוני לבין המגזר הכפרי, שייתכן והוא זוחל יותר מהמגזר העירוני, כפי שיוסבר בהמשך.

האם המרקמים העירוניים ביישובים העירוניים היהודים בישראל זוחלים יותר או פחות ביחס ליישובים אחרים במדינה, או ביחס לארצות מערביות אחרות? מענה לשאלה זו אינו פשוט, שכן לא מצאנו מחקר מקביל בו יושמו יחדיו כל מדדי הזחילה שיושמו בעבודה זו, באותה שיטת מדידה ועבור אותה יחידת חקירה. המדד היחיד שניתן במידה מסויימת להשוות עם מחקרים עירוניים אחרים, עקב שכיחותו הרבה, הוא מדד הצפיפות. באשר למדד זה ראינו, כי מדגם היישובים שנבדק בעבודה זו מאופיין במגמת עלייה בצפיפות הממוצעת לאורך התקופה הנחקרת. לכן מבחינה זו הוא נחשב קומפקטי יותר הן ביחס למגזרי התיישבות אחרים בישראל, והן ביחס לארצות מערביות אחרות, בהן קיימת מגמה של ירידה בצפיפות הממוצעת בשנים האחרונות (ראו Ingram, 1998; Shoshany & Goldshleger, 2002).

אחת הסיבות לשוני זה היא, שבעבודה זו נבדקו צפיפויות ברוטו ונטו עירוניות, בעוד שבמחקרים אחרים נהוג למדוד צפיפויות ברוטו אזוריות או ארציות, הכוללות מגזרי התיישבות צפופים פחות (כמו למשל יישובים כפריים), וכן שטחים מבונים בינעירוניים שאינם משוייכים לרשויות מקומיות. סיבה אפשרית נוספת למגמת הציפוף המאפיינת את היישובים העירוניים בישראל היא תנאים גיאוגרפיים ודמוגרפיים ייחודיים לישראל בכלל, ובפרט במהלך שנות התשעים, שאופיינו בגידול אוכלוסייה מואץ עקב העלייה ההמונית מארצות חבר העמים. במהלך שנים אלו נוספו ביישובי המדגם כ-131 קמ"ר של מרקמים עירוניים בנויים, המהווים גידול של כ-26% בשטחי המרקמים העירוניים של יישובים אלו, רובם על חשבון שטחים פתוחים חיצוניים בתחום שטחי השיפוט של היישובים. יחד עם זאת, האוכלוסייה גדלה בממוצע בתקופה זו בשיעור גבוה יותר של 44%, הן בגלל שיעורי הגידול הטבעי הגבוהים המאפיינים את ישראל ביחס לארצות המערב, והן בגלל העלייה ההמונית מארצות חבר העמים. כך שלמרות שחל גידול משמעותי בשטחי המרקמים העירוניים של היישובים שנחקרו, הרי שאחוז גידול האוכלוסייה בתקופה זו היה גבוה יותר, כך שבסופו של דבר הצפיפות הממוצעת במרבית היישובים עלתה.

יישובים רבים, בהם הצפיפות עלתה לאורך התקופה הנחקרת, ולכאורה יכולנו לסווגם כ"קומפקטיים", הם בעצם יישובים שהיו בעלי כושר נשיאה גבוה, יחסית, במרקמים הישנים, ואשר כתוצאה מכך יכלו לקלוט בתוכם תוספת רבה של אוכלוסייה, ללא התפשטות גדולה של מרקמים חדשים במרחב. חלק מאותם יישובים, הם יישובים פרבריים וחקלאיים-לשעבר, בהם הופשרו קרקעות חקלאיות לבנייה צמודת-קרקע במגרשים קטנים יותר, שנוצרו על-ידי חלוקה

של נחלות גדולות. ולכן, למרות דפוס הבנייה הפרברי והזוחל ביישובים אלו, הצפיפות בהם עלתה לאורך תקופת המחקר. תופעה נוספת היתה קליטת גלי עלייה בדירות לא מאוכלסות בתוך מרקמים ישנים. תופעה זו עשויה היתה לתרום לעלית הצפיפות אותם מרקמים, ועל-ידי כך להביא לקיזוז חלקי של גלישת האוכלוסיה מאותם מרקמים עקב עלייה ברמת החיים וברוחות הדיור. קבוצה גדולה נוספת היא יישובים בהם היתה קליטת אוכלוסייה ותנופת בנייה, כך שצפיפותם אמנם עלתה, אך במקביל לה גדלו גם שטחי המרקמים העירוניים. כלומר, בהיבט הצפיפות בלבד יכולנו לסווגם כ"קומפקטיים", אך לעומת זאת בהיבט צריכת הקרקע ואובדן שטחים פתוחים אפשר לסווגם כ"זוחלים".

ייתכן שמגמת הציפוף תקפה רק עבור שנות התשעים, ואינה מעידה על מגמה דומה גם בעתיד. לחילופין, ייתכן שמדובר במגמה יציבה של ציפוף לאורך שנים, הנובעת משיעורים גבוהים של גידול אוכלוסייה ומחסור בקרקעות המאפיינים את מדינת ישראל, ואשר מכתבים בסופו של דבר פיתוח צפוף יחסית לארצות מערביות אחרות. מחסור בנתונים על פריסת הצפיפויות בחלוקה בין המרקמים הישנים והמרקמים החדשים מנע מאתנו לנתח אמפירית מהי תרומת כל אחד מהגורמים שפורטו על עלית הצפיפות הממוצעת ביישובים; האם מדובר בציפוף המרקמים הישנים, בבנייה צפופה במרקמים החדשים, או בשני הגורמים הללו יחדיו. על כל פנים, נוכחנו כי **מדדי צפיפות, הגם שהם נפוצים מאוד במחקר העירוני, מבטאים את תופעת הזחילה בצורה חלקית ביותר, ואינם מעידים על היבטים אחרים של זחילה עירונית**, כמו למשל פיזור, צריכה מוגברת של קרקעות על חשבון שטחים פתוחים או אי-עירוב שימושי קרקע. ומכאן נובעת ההצדקה והצורך ליישם מדדי זחילה נוספים, שישקפו טוב יותר את מורכבותה של תופעה רב-ממדית זו.

למרות היקפה הנמוך, יחסית, של תופעת הזחילה ביישובים העירוניים שנבדקו במסגרת עבודה זו, בהשוואה למצוי בצפון אמריקה, הרי שלרוב מצאנו, כי **התנהגותה של תופעת הזחילה העירונית בישראל דומה להתנהגות המדווחת או המשוערת בארצות אחרות בעולם**. הדבר בא לידי ביטוי בעבודה זו בפרמטרים של יעילות צריכת קרקעות; בפרמטרים של שיעורי גידול אוכלוסייה ושטחי מרקמים עירוניים, המצביעים על תנופת הפיתוח ורמת המשיכה והביקוש למגורים בדגמי יישובים שונים; ובגורמים המשפיעים על היווצרות והעצמת התופעה במרחב, כפי שיפורט בהמשך.

לגבי יעילות צריכת הקרקע מצאנו, כי משקלה היחסי של אוכלוסייה המתגוררת ביישובים זוחלים יחסית, גבוה בכ-8% ממשקלם היחסי של שטחי המרקמים העירוניים של יישובים אלו. ומכאן **שיישובים זוחלים הם צרכני קרקע יעילים פחות באופן יחסי מאשר יישובים קומפקטיים**. עם זאת יש לציין, כי הפער שנמצא בין משקל האוכלוסייה למשקל שטחי המרקמים העירוניים בקבוצת היישובים העירוניים הזוחלים עדין נמוך בהרבה מפער גבוה יותר הקיים במגזר היישובים הכפריים בישראל. היות ויישובים רבים שסווגו כזוחלים בעבודה זו זוהו כיישובים פרבריים או חקלאיים לשעבר, ניתן לשער כי **רמת הזחילה גבוהה יותר ביישובים כפריים מאשר ביישובים עירוניים**.

לגבי שיעורי הגידול בדגמי יישובים שונים מצאנו, כי לאורך התקופה הנחקרת שיעורי גידול האוכלוסייה ושטחי המרקמים העירוניים גבוהים יותר ביישובים זוחלים יחסית, וגם ביישובים בהם רמת הזחילה נמצאה במגמת עלייה לאורך זמן. כלומר, **תופעת הזחילה העירונית קשורה**

לתנופת גידול ופיתוח עירוני מואצים יותר. עוד מצאנו, כי **יישובים זוחלים מאופיינים לרוב בדפוס בנייה צמוד-קרקע וכן באוכלוסיה חזקה יחסית מבחינה חברתית-כלכלית.** מכאן, שניתן להסביר את תנופת הגידול ביישובים הזוחלים ככל הנראה כמענה לביקוש צרכני גבוה יותר בקרב האוכלוסייה להתגורר ביישובים אלו. ביקוש זה נובע, ככל הנראה, מהיותם מוקדי משיכה לאוכלוסייה צעירה ומבוססת כלכלית בהיבט של דיור מרווח ("צמוד-קרקע") וזול יחסית, נגישות נוחה למוקדי תעסוקה ואיכות חיים גבוהה, כפי שהיא נתפסת באופן סובייקטיבי על-ידי הצרכנים. ומכאן סביר להניח, כי **מגמת הזחילה העירונית תגבר ככל שרמת החיים בישראל תמשיך לעלות.** לאור מצוקת הקרקעות בישראל, נראה כי **קיימת הצדקה לדאגה הרווחת בקרב מתכננים בישראל באשר לפיתוח הפרברי ה"זחל" הגובר בשנים האחרונות, והנסיגות לרסן מגמות אלו באמצעות כלים תכנוניים מווסתים.**

ממצא מעניין נוסף קשור להיבטים תחבורתיים של תופעת הזחילה. **יישובים בהם רמת הזחילה העירונית גבוהה יחסית מאופיינים באוכלוסיה בעלת רמת מינוע גבוהה, שלאורך זמן נוטה יותר לעבוד מחוץ ליישוב ואף לנסוע לעבודה ברכב פרטי.** מכאן ניתן להסיק, כי **כמות הנסיעות ברכב פרטי שמבצעת האוכלוסייה המתגוררת ביישובים זוחלים גבוהה יותר.** כלומר, דגם זה של יישובים מעודד שימוש מוגבר ברכב פרטי לצרכים שונים, ממצא העולה בקנה אחד עם ממצאים דומים ממקומות אחרים בעולם. בנוסף, ממצא זה עשוי לחזק את הטענה המושמעת על-ידי מתנגדי הזחילה העירונית, לפיה תופעה זו עלולה להוביל להשלכות שליליות כגון גודש בכבישים, בזבוז אנרגיה, זיהום אוויר ולחץ נפשי כתוצאה מנסיעות ממושכות.

השפעת המיקום במרחב

תאוריית המיקום ומודל מחזור החיים המטרופוליני שהוצגו בסקירת הספרות הבינלאומית מתארים את תופעות הפירבור והפיצול העירוני כביטויים מרחביים של זחילה עירונית, כתופעות בהן חזית הגידול העירוני זזה לאורך ציר הזמן מעיר הגלעין והטבעת הראשונה אל עבר שולי המטרופולין. לפיכך ניתן היה לצפות שמדד הזחילה יהיה גבוה יותר בשולי המטרופולין (טבעות תיכונה וחיצונית) ובפריפריה, לעומת מדד זחילה נמוך יותר בערי הגלעין ובטבעות הפנימיות של המטרופולינים.

תוצאות הרצת המודלים הצביעו כי לא נמצא קשר מובהק בין רמת הזחילה העירונית לבין הטבעת המטרופולינית בה ממוקם היישוב. לגבי המרחק הרציף של היישוב מעיר הגלעין (בק"מ) נמצא באחד המודלים קשר הפוך: ככל שמתרחקים מעיר הגלעין רמת הזחילה העירונית פוחתת ואולם רמת המובהקות הסטטיסטית של מודל זה אינה גבוהה והשפעתו זניחה. ומכאן שרמת הזחילה ביישובים אינה מוכתבת על-ידי המיקום במרחב, ופיזור התופעה במרחב הוא גדול. כלומר, **תופעת הזחילה העירונית בישראל מבוזרת במרחב, ולא ניתן ליחסה רק או בעיקר לשולי המטרופולינים או לפריפריה.**

מכאן, שהשלכות שליליות של זחילה, כמו בזבוז קרקעות או שימוש מוגבר בכלי-רכב פרטיים, עלולות להתרחש במקומות שונים במרחב, לרבות באזורי ביקוש בקירבת ערי הגלעין. כלומר, **בישראל מתקיים כשל-שוק, לפיו מתאפשרים דפוסים בזבזניים של זחילה עירונית גם באזורי ביקוש בהם משאב הקרקע יקר ונמצא במחסור.** ממצא זה תואם עבודות נוספות שנעשו בישראל, המתריעות על ההיקף הגבוה של צריכת קרקע לבנייה עירונית על חשבון שטחים פתוחים באזורי ביקוש בכלל, ובפרט במרכז הארץ. צריכה זו עלולה להוביל להיעלמות חלק ניכר

מהנוף הכפרי הפתוח במרכז הארץ, והפיכתו לנוף עירוני (פרנקל, 2001). **לאור זאת, מודגש הצורך ברגולציה תכנונית בישראל בכלל, ובפרט באזורי ביקוש, במטרה לרסן דפוסי גידול זוחלים ובלתי-יעילים ועל-ידי כך למזער את השלכותיהם השליליות על הסביבה והחברה.**

השפעת התנאים הפיזיים: עתודות קרקע וטופוגרפיה

פיתוח בקרקע "בתולה" נחשב זול וקל יותר מאשר פיתוח בתוך מרקם עירוני קיים, בו ערך הקרקע גבוה וכן נדרשת בו היערכות לוגיסטית ומישפטית מורכבת יותר. מכאן ניתן היה לצפות שמדד הזחילה יהיה גבוה יותר ביישובים עתירי-קרקע פנויה לפיתוח מחוץ למרקם העירוני הבנוי. הבדיקה שבוצעה אכן הוכיחה שרמת הזחילה ביישובים בעלי עתודות קרקע רבות היא גבוהה יותר ביחס ליישובים בעלי רזרבה קרקעית פחותה. מכאן ניתן להסיק, כי ביישובים בהם כמות עתודות הקרקע תגדל לאורך זמן כתוצאה מהרחבת גבולות השיפוט, דפוס הגידול העירוני צפוי להיות זוחל ובזבזני יותר. לאחרונה קיים לחץ גובר על הרחבת שטחי שיפוט של יישובים עירוניים רבים כמענה על צרכי גידול, דבר הבא לידי ביטוי בהקמתן התדירה של וועדות לחקירת גבולות. לאור האמור לעיל, הרחבה לא מבוקרת של גבולות שיפוט עירוניים עלולה לתמוך בהתפתחות סטיכית זוחלת של היישובים במרחב. לפיכך, מומלץ לבצע בקרה על כמות השטחים הפתוחים המתווספים לשטחי השיפוט של היישובים העירוניים. לצורך זאת יש לוודא, כי אכן קיימת הלימה בין תוספות הקרקע המסופקות ליישובים במסגרת וועדות לחקירת גבולות לבין צרכי פיתוח עתידיים, וכי צרכים אלו מרוסנים על-פי מדיניות מושכלת של ניהול הגידול או גידול חכם.

בדומה לעדויות אמפיריות מעבודות אחרות, על קיומו של קשר בין מדדי צפיפות או פרקטלים לטופוגרפיה הררית (O'Neill et al., 1988; Frenkel, 1998), מצאנו כי גם בישראל רמת הזחילה העירונית גבוהה יותר ביישובים הממוקמים באזורים הרריים, לעומת יישובים הממוקמים במישור. תוצאות הרצת המודל הצביעו, כי קיים קשר חיובי ומובהק סטטיסטית בין רמת הזחילה הכללית לבין טופוגרפיה הררית. קשר זה מוסבר בהשפעתה של טופוגרפיה הררית על ערכים גבוהים של מדדי תצורה והפרקטל, כפי שהוצג בפרק 6. כלומר, **יישובים הממוקמים בטופוגרפיה הררית זוחלים יותר מאשר יישובים הממוקמים במישור.**

בחינה נוספת של השפעת תנאי השטח על כל מדד משוקלל בנפרד (תצורה ועירוב שימושי קרקע) העלתה, כי הזיקות שפורטו לעיל תקפות סטטיסטית עבור המדד המשוקלל לתצורה, ואינן תקפות עבור המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע. כלומר, **תנאי השטח הפיזיים משפיעים על תצורת המרקם העירוני ולא על מידת עירוב שימושי הקרקע בו.** ניתן להסביר זאת בכך, שככל שהרזרבות הקרקעיות של היישוב גדולות יותר, כך מתאפשרת בו בנייה מרווחת וצפופה פחות, בעוד שביישובים ללא עתודות קרקע קיים אילוץ פיזי לבנות בצפיפות גבוהה יותר. בנוסף, בטופוגרפיה הררית קיים אילוץ של פיתוח המרקם העירוני בהתאמה לגבולות הרכסים והגיאיות, ולכן הגיוני שבתנאים אלו נמצא רמות גבוהות יותר גבוהות של פיזור ופיתוליות גבולות המרקמים העירוניים, מאשר בתנאים של טופוגרפיה מישורית. לעומת זאת, מידת עירוב שימושי הקרקע במרקם העירוני קשורה פחות לכמות הרזרבה הקרקעית או הטופוגרפיה, וקשורה יותר לגודל היישוב ולמידת תפקודו המרחבי כמוקד לאספקת שירותים ושימושים שונים מעבר למגורים (כפי שיוצג בהמשך).

השפעת גודל היישוב

מסקירת הספרות עולה, כי הפשרת קרקעות חקלאיות לצורך בנייה פרברית למגורים התרחשה בשנות התשעים בישראל בעיקר ביישובים בעלי אופי כפרי ובמועצות אזוריות (שחר 1997). עובדה זו נובעת מהביקוש הגבוה למגורים ביישובים אלו בשל רווחת דיור גבוהה שהתאפשרה בהם וכן בשל "אווירה כפרית" הנתפסת בקרב הציבור כמדד לאיכות חיים גבוהה. היישובים שבחרנו לחקור בעבודה זו הם אמנם יישובים עירוניים המשתייכים לרשויות מקומיות, ולא יישובים כפריים המשתייכים למועצות אזוריות. יחד עם זאת, בין יישובי המדגם קיימים גם יישובים סמי-חקלאיים או חקלאיים לשעבר שעברו במהלך השנים תהליכים של עיור (כמו זכרון יעקב, כפר יונה, קדימה, פרדסיה ועוד) או יישובים קהילתיים שאופיים "כפרי" יותר בהשוואה לערים גדולות (כמו כוכב יאיר, ראש העין וכד'). ביטוי עקיף לאופיו ה"כפרי" של יישוב הוא מספר התושבים בו, שכן יישובים סמי-חקלאיים או קהילתיים מתאפיינים, בדרך-כלל, בגודל אוכלוסייה קטן ביחס ליישובים עירוניים יותר. לאור זאת שיערנו, כי מדד הזחילה יהיה גבוה יותר ככל שמספר התושבים ביישוב יהיה נמוך יותר.

ממצאי הבדיקה שערכנו אכן הצביעה על קשר שלילי ומובהק סטטיסטית בין גודל האוכלוסייה לבין המדד המשולב. כלומר, **ככל שהאוכלוסייה גדולה יותר, היישוב "זוחל" פחות**, ודפוס הגידול שלו הוא, יחסית, יותר "קומפקטי". כמו-כן תרומת גודל האוכלוסייה לרמת ההסבר הכללית של המודלים היא גבוהה. כלומר, רמת הזחילה העירונית מושפעת מגודל היישוב בצורה חזקה, יחסית לשאר המשתנים המסבירים במודל.

בחינת המדדים המרכיבים את המדד המשולב הראתה, כי **גודל האוכלוסייה הוא משתנה מסביר חזק ומובהק סטטיסטית למדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע**, בעוד שעבור מדד הזחילה לתצורה לא התקבלה מובהקות סטטיסטית. היישובים הגדולים מאפשרים כניסה של שימושי קרקע שאינם מגורים (שירותים, מסחר) בהיקף גדול יותר מאשר היישובים הקטנים. באחרונים אין כדאיות כלכלית לקיומם של שימושים אלו ברמת שירות גבוהה, מה שמוביל להישענותם על ערים גדולות וסמוכות להם במתן שירותים עירוניים. כתוצאה מכך יישובים קטנים בעלי אופי כפרי מאופיינים במגוון דל של שימושי קרקע שאינם מגורים, ובמשקל גבוה של שימוש הקרקע למגורים (פרברי שינה). לעומת זאת, היבט התצורה וחתירת הקרקע של המרקם העירוני אינו תלוי בגודל היישוב, אלא בתנאי השטח בו הוא ממוקם.

ממצא זה מעלה שאלה, האם הזחילה העירונית היא תופעה זמנית. האם לאורך זמן, וככל שהיישוב יגדל, כך תקטן בו רמת הזחילה והוא ייהפך לקומפקטי יותר, ללא כל התערבות תכנונית? מצדדי הזחילה עשויים לטעון, כי לאורך זמן וככל שהיישוב גדל ומושך אליו אוכלוסייה נוספת, כך יעלו ערכי הקרקע, דבר שיוביל בהכרח לניצול אינטנסיבי, בנייה רוויה ודפוסים קומפקטיים יותר של פיתוח עירוני. לעומת זאת אין להתעלם מקיומה של אופציה אחרת לקליטת תוספת האוכלוסייה הצפויה שתבוא לידי ביטוי בהמשך הפיכתם של יישובים חקלאיים וקהילתיים ליישובים עירוניים קטנים והקמתם של יישובים פרבריים קטנים חדשים. שיעורי הגידול הגבוהים ביישובים הזוחלים והקטנים, כפי שנמצאו בעבודה זו, מצביעים על ביקוש צרכני גבוה להתגורר ביישובים קטנים בעלי אופי כפרי או קהילתי. לפיכך אנו משערים כי **ללא וויסות הפיתוח במרחב, השפעת לחצי השוק תעודד את הקמתם במרחב של יישובים קטנים** ו"זוחלים" נוספים, שישפכו את דגם המגורים המועדף על קבוצות חזקות באוכלוסייה.

השפעת מאפיינים חברתיים-כלכליים של האוכלוסייה

מחקרים שונים בספרות הבינלאומית קושרים את תופעת הזחילה עם המעמד הבינוני והגבוה נוספים לייחס את תופעת הפירבור לדיור צמוד קרקע בפרברים ובשולי הערים למשקי בית ממעמד זה (Gonen, 1995, 1996; Schiffman, 1999b).

המודלים העיקריים שהורצו במחקר זה אכן הצביעו על קשרים חיוביים ומובהקים סטטיסטית בין רמת הזחילה הכללית לבין רמת הכנסה, אחוז בעלות על דירה, אחוז בעלי תואר אקדמי, אחוז המועסקים במקצועות חופשיים ואחוז בעלות על רכב פרטי. כלומר, **יישובים שבאופן יחסי אוכלוסייתם מבוססת כלכלית, משכילה, בעלת רמת מינוע גבוהה ונוטה לכיוון המקצועות החופשיים מאופיינים בדפוסי פיתוח זוחלים יותר**. כפי שהראנו לעיל, יישובים המאופיינים ברמה גבוהה יחסית של זחילה הם גם בעלי שיעורי גידול גבוהים יותר, הן של אוכלוסייה והן של שטחי המרקמים העירוניים. כלומר, **קיים ביקוש צרכני גבוה להתגורר ביישובים המאופיינים בדפוסי פיתוח זוחלים, המהווים מוקדי משיכה לקבוצות חזקות באוכלוסייה**.

לאור האמור, אנו צופים כי **ללא וויסות הפיתוח רמת הזחילה תמשיך לעלות, עם המשך העלייה הצפויה ברמת החיים בישראל, והביקוש הצרכני למגורים בדפוס זחל הנובע ממנה**. על-מנת לרסן בצורה אפקטיבית את רמת הזחילה בישראל יש לתת את הדעת גם להעדפות הצרכניות של המעמד הבינוני והגבוה. **יש לחקור את הפרמטרים המרכיבים את הביקוש הצרכני בקרב קבוצות חזקות באוכלוסייה, ולגבש אלטרנטיבות תכנוניות קומפקטיות ואטרקטיביות לאותן קבוצות**. דוגמה לאלטרנטיבה תכנונית קומפקטית, שעשויה למשוך אוכלוסיות חזקות, היא למשל קיומה של מערכת תחבורה מסילתית בעלת נגישות גבוהה מאד ביישובים קומפקטיים (רכבת תחתית בגוש דן). קיומה של מערכת כזו עשוי להשאיר אוכלוסיות חזקות ביישובים הקומפקטיים, כאשר הירידה ב"איכות החיים" מקבלת פיצוי בדמות קיצור זמן ההגעה למקום העבודה בצורה משמעותית.

עיקרי ההמלצות

עבודה זו מתייחסת מהווה נסיון להקיף את מורכבותה של תופעת הזחילה העירונית בכלל, ובפרט בישראל של שנות התשעים נבחנה בעבודת מחקר זו. הממצאים שעלו מהמחקר תורמים נדבך נוסף של ידע אמפירי באשר לאופי הפיתוח ותבנית המרקמים העירוניים בישראל, ועל כן עשויים לשמש בסיס למקבלי החלטות בבואם לגבש מדיניות ציבורית-נורמטיבית לניהול יעיל, חסכוני ובר-קיימא של משאב הקרקע. יחד עם זאת, קיימים מספר נושאים שלא נכללו בעבודה זו, ואשר מומלץ לחקור במסגרת מחקרי המשך על-מנת לקבל תמונה מקיפה ומעמיקה יותר על התופעה בישראל.

מדגם היישובים שנבדק במסגרת עבודה זו כלל יישובים עירוניים יהודיים. חלק מהיישובים העירוניים שסווגו בעבודה זו כזוחלים הם יישובים פרבריים או סמי-חקלאיים. יישובים אלו מאופיינים בשיעור גבוה יחסית של צריכת קרקעות ביחס למספר התושבים. היות וידוע, כי צריכת הקרקעות של היישובים הכפריים בישראל גבוהה מצריכת הקרקעות של היישובים העירוניים, אנו משערים, כי גם רמת הזחילה גבוהה יותר ביישובים כפריים מאשר ביישובים עירוניים. בחינתם של יישובים אלה בתחומי השיפוט של המועצות אזוריות יתכן ותצביע כי עיקר

הבעיה בישראל, בהקשר של תופעת הזחילה ובזבוז משאב הקרקע, הינה ביישובים כפריים, ולא דווקא ביישובים עירוניים.

הממצאים שהוצגו בעבודה זו באשר למגמת הציפוף ביישובים העירוניים שונים ממדידת צפיפויות שבוצעה בישראל בכלל היישובים והשטחים הבינעירוניים, ואשר ממנה עולה כי הצפיפות הברוטו ארצית נמצאת במגמת ירידה (ראו Shoshany & Goldshleger, 2002). היות וגרדיאנט הצפיפות הוא אחד המדדים המרכזיים לזיהוי תופעת הזחילה, מומלץ להרחיב את יחידת החקירה ולבדוק לא רק מרקמים בנויים בתוך גבולות מוניציפליים של יישובים עירוניים, אלא אזורים גיאוגרפיים נרחבים יותר, כמו נפות, מחוזות או מטרופולינים. במקרה זה יש למדוד את כלל השטחים הבנויים בתוך אותם אזורים, לרבות שטחים המשתייכים למועצות אזוריות ובעיקר שטחים בנויים בינעירוניים. ייתכן שיישום מדדי הזחילה שהוצגו בעבודה זו על יחידת חקירה נרחבת יותר יובילו לממצאים שונים באשר לאופיה של תופעת הזחילה העירונית בישראל כולה.

על כל פנים, אחת ההשערות שעלו במהלך העבודה היא, שמגמת הציפוף שזוהתה בחלק מהיישובים נובעת מגל העלייה של שנות התשעים וממלאי של דירות לא מאוכלסות במרכזי הערים הוותיקות בהן נקלטו העולים החדשים, כך ששטחי המרקמים העירוניים גדלו בשיעור נמוך יותר לו היינו מצפים כתוצאה מגלישת אוכלוסייה ותיקה אל מחוץ למרקמים אלה עקב עלייה ברווחת הדיור. השערה נוספת היא, שהמרקמים החדשים שנוספו ליישובים העירוניים נבנו בצפיפויות גבוהות יותר מהצפיפויות הממוצעות במרקמים הותיקים, כך שסך הצפיפות הממוצעת על כלל המרקם העירוני (הותיק והחדש יחדיו) עלתה לאורך התקופה הנחקרת. מחסור בנתונים על פריסת הצפיפויות במרקמים הישנים ובמרקמים החדשים מנע מאתנו לנתח אמפירית מהי תרומת כל אחד מגורמים שפורטו על עליית הצפיפות הממוצעת ביישובים: האם מדובר בציפוף המרקמים הישנים, בבנייה צפופה במרקמים החדשים, או בשני הגורמים הללו יחדיו. על כן, מומלץ בעתיד לחקור נושאים אלו ביתר עומק, תוך ניתוח צפיפויות שכונתיות בתוך המרקמים העירוניים, ניתוח של דפוסי הבינוי (צמוד קרקע מול בנייה רוויה) ותמהיל הצפיפויות במרקמים הישנים והחדשים של היישובים השונים.

בדיקת המדדים המרכיבים את המדדים המשוקללים לתצורה ולעירוב שימושי קרקע העלתה, כי המדד המשוקלל לתצורה אינו תחליפי למדדים המרכיבים אותו ולכן זהו מדד אפקטיבי לתאור המורכבות של מאפייני הצפיפות והפיזור של המרקם העירוני; לעומת זאת, המדד המשוקלל לעירוב שימושי קרקע הוא בעל מתאם לינארי גבוה מאוד עם מדד הרכב שימוש הקרקע למגורים, ועל כן שני מדדים אלו תחליפיים. מכאן עולה הצורך במדדים נוספים שיבטאו טוב יותר את היבט עירוב שימושי הקרקע של המרקם העירוני. נזכיר, כי המדד המשולב לעירוב שימושי קרקע שנבנה בעבודה זו מייצג את ההרכב והמגוון של שימושי הקרקע, או מידת האיזון שבין שימוש הקרקע למגורים לבין שאר שימושי הקרקע במרקם העירוני. היבט נוסף של עירוב שימושי קרקע, אשר לא נמדד במסגרת עבודה זו, הוא היבט הפריסה המרחבית של שימושי הקרקע, הבא לידי ביטוי במידת ההפרדה והנגישות שבין שימוש הקרקע למגורים לבין שאר שימושי הקרקע במרקם העירוני. על-מנת לקבל מדד המבטא טוב יותר את עירוב שימושי הקרקע

של המרקם העירוני, מומלץ לבנות בעתיד גם מדדים המייצגים את הפריסה המרחבית של שימושי הקרקע, כגון: מרחקים, זמני נסיעה ונגישות בין השימושים השונים, גיאומטריית הפריסה במרחב, ופריסת האוכלוסייה במרחקים שונים משימושים אלו. במקרה זה, מרקם המאופיין במשקל גבוה של שימושים מעורבים כמו גם בפריסה מרחבית הטרוגנית של שימושים אלו במרחב ייחשב "מעורב" ו"קומפקטי" יותר, בעוד שמרקם בו השימושים מופרדים ורחוקים אלו מאלו ייחשב "זוחל" יותר.

ממצא נוסף שהתגלה בעבודה זו הוא, שיישובים זוחלים מאופיינים באוכלוסייה בעלת רמת מינוע גבוהה, שנוטה לנסוע לעבודה ברכב פרטי ושרמת היוממות שלה נמצאת במגמת עלייה לאורך זמן. מכאן הסקנו, כי יישובים זוחלים הם יישובים בהם כמות הנסיעות ברכב פרטי גבוהה יותר. על-מנת לבסס מסקנה זו, מומלץ בעתיד ליישם מדדי נגישות ומדדים תחבורתיים נוספים, כמו אורכי דרכים, כמות נסיעות, מדדי גרביטציה, מדד הידבקות, מדד סמיכות וכו'.

אחד הממצאים המרכזיים בעבודה זו הוא, שהיישובים הזוחלים בישראל מאופיינים בתנופת פיתוח מואצת לאורך התקופה הנחקרת, הן בהיבט שיעור גידול האוכלוסייה והן בהיבט שיעור גידול שטחי המרקמים העירוניים. הסבר אפשרי לתנופת הגידול המואצת ביישובים הזוחלים הוא ביקוש צרכני גבוה בקרב אוכלוסייה מבוססת להתגורר ביישובים המאופיינים בבנייה צמודת-קרקע. על-מנת לאמת קביעה זו, יש לבחון את הקשר שבין רמת הזחילה העירונית לבין דפוסי בנייה צמודי קרקע, וכן את הקשר שבין פרמטרים אלו לביקושים והעדפות צרכניות סובייקטיביות.

מודל הזחילה שיושם בעבודה זו קושר את תופעת הזחילה עם גורמים מרחביים וחברתיים-כלכליים. מעניין יהיה לחקור בעתיד את השפעתם של גורמים נוספים על דפוסי הפיתוח העירוני, כמו מבנה הבעלויות על הקרקע, אילוצים כלכליים או רגולציה תכנונית-ממסדית.

לבסוף, נוכחנו כי זחילה עירונית היא מושג טעון ושנוי במחלוקת, הטומן בחובו מאבק בין שתי אסכולות תכנוניות מרכזיות. בבסיס מאבק זה עומדת שאלה מרכזית ומסקרנת: האם זחילה עירונית היא תופעה בעלת השלכות חיוביות או שליליות על החברה, והאם היא בלתי נמנעת או ניתנת לשליטה וריסון? ממצאי עבודה זו מרמזים על קיומם של דפוסי זחילה שונים המשפיעים באופן שונה על המרקם העירוני. לדוגמה מצאנו, כי זחילה הקשורה לממד התצורה של המרקם העירוני מובילה לצריכה מוגברת של משאב הקרקע; בעוד שזחילה הקשורה לממד עירוב שימושי הקרקע עלולה להוביל לגודש בכבישים, בזבוז אנרגיה וזיהום אויר. עבודה זו לא התמקדה בהשלכות של תופעת הזחילה על המרקמים העירוניים, למעט ההשלכה הישירה של צריכת משאב הקרקע. לאור זאת, האתגר המרכזי הבא יהיה לבחון את מגוון השלכותיה של תופעת הזחילה העירונית על מרקמים עירוניים מבחינה סביבתית, כלכלית, חברתית, אסתטית וערכית. בכך ניתן יהיה לאשש או להפריך את הטענות המועלות בספרות העולמית בעד או נגד תופעה זו.

רשימת מקורות

- אלתרמן, ר. (1997), שמירה על קרקע חקלאית מול לחצי העיור: פיתוח כלים חדשים על-פי מחקר בין-לאומי, חיפה: המרכז לחקר העיר והאזור.
- אלתרמן, ר. וצירימון, א. (1998), צפיפות הבנייה למגורים: מדריך להגברת יעילות הניצול של קרקע עירונית, המרכז לחקר העיר והאזור, חיפה: מוסד הטכניון למחקר ופיתוח.
- אמיר, ס. וכרמון, נ. (1996), עולים חדשים במרכז העיר הישן- תחנת מעבר או התחדשות עירונית? בדיקה בהדר הכרמל, חיפה, *אופקים בגאוגרפיה*, מס' 44-45, עמ' 7-25.
- גצ'ר, א. (1999), חידוש הפיתוח העירוני- במקום שינוי ייעוד של קרקע חקלאית, הארץ, 29/8/1999.
- האן, א. (2001), *זכויות במקרקעין והכושר לשמר שטחים פתוחים בישראל*, חיבור על מחקר לשם מילוי חלקי של הדרישות לקבלת תואר מגיסטר למדעים בתכנון ערים ואזורים, חיפה: הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
- הקשת הדמוקרטית המזרחית (2000), *קרקעות וצדק חברתי: עיגון זכויות החקלאים בקרקע לעומת עיגון זכויות דיירי הדיור הציבורי- נייר עמדה*, <http://hakeshet.tripod.com/article2/landposition-new.htm>
- זנדברג, א. (2000), יש מקום לכולם, הארץ, 8/6/2000.
- יהב, ד. (1992), עיר משולבת בטבע או עוד עיר הומיה- הרהורים על העיר מודיעין, *ביוספירה*, כ"א, עמ' 3-4.
- יפתחאל, א., לו-יון, י., כרמון, נ., סמוחה, ס., קלוש, ר., רבינוביץ', ד., שנהב, י. (2000), *תגובה על הצעת החלטת ממשלה- מדיניות החכרת קרקע חקלאית*, <http://www.geocities.com/CapitolHill/congress/3716/response.html>
- כהן, י. (1997), *התפתחות הבנייה למגורים בישראל ותחזית עד שנת 2020*, תמ"א/35 - תוכנית מתאר ארצית משולבת לבנייה לפיתוח ולשימור, תל-אביב.
- ל.מ.ס (1995), *אפיון הרשויות המקומיות ודירוגן לפי הרמה החברתית-כלכלית של האוכלוסייה* -ב-1995, פרסום מס' 1039, ירושלים.
- ל.מ.ס (1995), *פרסומי מיפקד האוכלוסין והדיור 1995*, אתר הל.מ.ס באינטרנט <http://www.cbs.gov.il>
- ל.מ.ס (1997), *הרשויות המקומיות בישראל, נתונים פיזיים*, פרסום מס' 1103, ירושלים.
- ל.מ.ס (2002), *לוח 2.9: יישובים ואוכלוסייה לפי קבוצת אוכלוסייה, מחוז, נפה וצורת יישוב*, שנתון סטטיסטי לישראל 53, ירושלים.
- ל.מ.ס (2004), *לוח 2.13: יישובים ואוכלוסיה לפי מעמד מוניציפלי ומחוז*, שנתון סטטיסטי לישראל 55, ירושלים.
- מזור, א., סופר, מ. (1997), *"תמונת העתיד"- תכנית לארגון המרחב הלאומי*, ישראל 2020 - תכנית אב לישראל בשנות האלפיים, חיפה: הטכניון.
- מיליטאנו, ש. (1999), *סוגיות הגידול והשינוי הפיזי בתכנון הערים החדשות בישראל*, חיבור על מחקר לשם מילוי חלקי של הדרישות לקבלת תואר מגיסטר למדעים בתכנון ערים ואזורים, חיפה: הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.

מרינוב, מ. (1998), פריסה מרחבית לא-רציפה במטרופולין תל אביב- מודל סימולציה דינמי, חיבור על מחקר לשם מילוי חלקי של הדרישות לקבלת תואר מגיסטר למדעים בתכנון ערים ואזורים, חיפה: הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.

מדינת ישראל, משרד החקלאות ופיתוח הכפר (1998), הכפר בשנות ה-2000: הצעה לקווי מדיניות, דו"ח ועדה, מוגש לשר החקלאות ופיתוח הכפר.

פייטלסון, ע., מרינוב, א., קפלן, מ. (1996), מדיניות מרחבית נושאת- כיוונים לפיתוח בר קיימא, ישראל 2020- תכנית אב לישראל בשנות האלפיים, חיפה: הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל.

פרנקל, א. (1994), מודל חיזוי שטחי קרקע לשנת 2020, ישראל 2020- תכנית אב לישראל בשנות האלפיים, שלב ב' - דו"ח מס' 19, חיפה: הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.

פרנקל, א., טנגי, ל. (1997), הביקושים לקרקע בישראל בשנות האלפיים- עקרונות פרוגרמטיים מרחביים בתוכנית האב, ישראל 2020 – תכנית אב לישראל בשנות האלפיים, שלב ג' - דו"ח מס' 12, חיפה: הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל.

פרנקל, א. (1999), "הביקוש לעתודות קרקע לפיתוח יישובים", בתוך אסיף, ש., שחר, א., תכנית מתאר ארצית משולבת לבנייה לפיתוח ושימור תמ"א/35, כרך א': עיקרי התכנית ואמצעי המדיניות, עמ' 143-104, ירושלים: משרד הפנים, מנהל התכנון.

פרנקל, א. (2001), פתוח מול פיתוח: הפסד השטחים החקלאיים במדינת ישראל בשנות האלפיים, המרכז לחקר העיר והאזור, הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל, חיפה.

קפלן מ., אסף שפירא י., דבצ'ירי-דרום ל. (2003), דפסי השימוש בשטחים בנויים, ירושלים: מכון ירושלים לחקר ישראל- המרכז למדיניות סביבתית, המשרד לאיכות הסביבה- אשכול מדיניות ותכנון. <http://www.environment.gov.il>

שחר א. (1997), "גישה מטרופולינית לתכנון המרחב המעויר של תל-אביב", מתוך: מחקרי תל-אביב יפו- תהליכים חברתיים ומדיניות ציבורית, כרך ב', אוני תל-אביב: רמות.

רזין, ע., חזן, א. (1996), צעדים לבלימת הפרבור המפוזר: בקרה תכנונית או שינוי כלכלי המשחק", ירושלים: מכון פלורסהיימר למחקרי מדיניות בע"מ.

רינת, צ. (1999), אמריקניזציה שלא במקומה, הארץ, 20/4/1999.

Alonso, W. (1964), *Location and Land Use Towards a General Theory*, MA: Harward University Press.

Alperovich, G. (1995), The Effectiveness of Spline Urban Density Functions: An Empirical Investigation, *Urban Studies*, Vol. 32, No. 9, pp. 1537-1548.

Angotti, T. (1993), "The Century of the Metropolis", chp. 1 in: Angotti, T., *Metropolis 2000: Planning, Poverty and Politics*, pp. 1-35, New York: Routledge.

Atkinson, G., Oleson, T. (1996), Urban Sprawl as a Path Dependent Process, *Journal of Economic Issues*, Vol. 30, No. 2, pp. 609-616.

Batty, M., Kim, K. S. (1992), Form Follows Function: Reformulating Urban Population Density Functions, *Urban Studies*, Vol. 29, No. 7, pp. 1043-1070.

Batty, M., Longley, P. (1994), *Fractal Cities: A Geometry of Form and Function*, London: Academic Press.

- Batty, M. (1998), Urban Evolution on the Desktop: Simulation with the Use of Extended Cellular Automata, *Environment and Planning A*, Vol. 30, pp. 1943-1967.
- Batty, M., Xie, Y., Zhanli, S. (1999), *The Dynamics of Urban Sprawl*, Centre for Advanced Spatial Analysis, Working Paper Series, paper 15, London: University College London, www.casa.ucl.ac.uk/sprawl.pdf.
- Belser, K. (1960), Urban Dispersal in Perspective, in Engelbert, E. A., *The Nature and Control of Urban Dispersal*, , pp. 1-18, Berkely, California: California Chapter of the American Institute of Planners.
- Benguigui, L. (1995), A Fractal Analysis of the Public Transportation System of Paris, *Environment and Planning A*, Vol. 27, pp. 1147-1161.
- Benguigui, L., Marinov, M., Czamznski, D. (1998), *City Growth as a Leap-Frogging Process: An Application to the Tel-Aviv Metropolis*, Center for Urban and Regional Studies, Haifa: Technion-Israel Institute of Technology.
- Bontje, M. (2001), Dealing with Deconcentration: Population Deconcentration and Planning Response in Polynucleated Urban Regions in North-West Europe, *Urban Studies*, Vol. 38, No. 4, pp. 769-785.
- Brueckner, J. K. (2000), Urban Sprawl: Diagnosis and Remedies, *International Regional Science Review*, Vol. 23, No. 2, pp. 160-171.
- Burchell. R. W. (1992), *Impact Assessment of the New Jersey State Development and Redevelopment Plan*, Trenton: New Jersey Office of State Planning.
- Burchell, R. W., Shad, N. A., Listokin, D., Phillips, H., Downs, A., Seskin, S., Davis, J., Moore, T., Helton, D., Gall, M. (1998), *The Costs of Sprawl-Revisited*, Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 39, chapters 6-8, pp. 83-125, Washington, D.C: Transportation Research Board, National Research Council.
- Burton, E. (1996.), The Potential of the Compact City for Promoting Social Equity, in Jenks, M., Burton, E., Williams, K. (eds.): *The Compact City- A Sustainable Urban Form*, pp. 19-29, London: E&FN Spon.
- Burton, E. (2000), The Compact City: Just or Just Compact? A Preliminary Analysis, *Urban Studies*, Vol. 37, No. 11, pp. 1969-2001.
- Carmon, N. (1998), Immigrants as Carriers of Urban Regeneration: International Evidence and an Israeli Case Study, *International Planning Studies*, Vol. 3, No. 2, pp. 207-225.
- Chin, N. (2002), *Unearthing the Roots of Urban Sprawl: A Critical Analysis of Form, Function and Methodology*, Working Paper Series, paper 47, Centre for Advanced Spatial Analysis London: University College. www.casa.ucl.ac.uk.
- Christaller, W. (1966), *Central Places in Southern Germany*, NJ: Prentice-Hall, Engwood Cliffs.

- Churchman, A. (1999), Disentangling the Concept of Density, *Journal of Planning Literature*, Vol. 13, No. 4, pp. 389-411.
- Clark, C. (1951), Urban Population Densities, *Journal of the Royal Statistical Society*, A114, pp. 490-496.
- De Grove, J. M. (1989), Growth Management and Governance, in: Brower D., Godschalk D., Porter D. (eds.), *Understanding Growth Management- Critical Issues and a Research Agenda*, pp. 22-42, Washington D.C.: Urban Land Institute.
- De Grove, J. M. (1992), *The New Frontier for Land Policy, Planning and Growth Management in the States*, Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy.
- Deakin, E. (1989), Growth Controls and Growth Management: A Summary and Review of Empirical Research, in: Brower D., Godschalk D., Porter D. (eds.), *Understanding Growth Management- Critical Issues and a Research Agenda*, pp. 2-21, Washington D.C.: Urban Land Institute.
- Diappi, L., Bolchi P., Franzini L., Buscema, M., Intraligi, M. (2002), *The Urban Sprawl Dynamics: Does a Neural Network Understand the Spatial Logic Better than a Cellular Automata?*, Paper presented at the 42nd ERSACongress in Dortmund Germany, August 27-31.
- Dieleman, F. M. (1999), Planning the Compact City: The Randstad Holland Experience, *European Planning Studies*, Vol. 7, No. 5, pp. 605-621.
- DLCD - Department of Land Conservation and Development (1992), *What is an Urban Growth Boundary*, <http://darkwing.uoregon.edu>.
- Downs A. (1994), *New Visions for Metropolitan America*, Washington D.C.: The Brookings Institution.
- Downs, A. (1998), How America's Cities Are Growing: The Big Picture, *Brooking Review*, Fall 1998, Vol. 16, No. 4, pp. 8-12.
- Ewing, R. (1994), Characteristics, Causes, and Effects of Sprawl: A Literature Review, *Environmental and Urban Issues*, Vol. 21, No. 2, pp. 1-15.
- Ewing, R. (1997), Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable?, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 63, No. 1, pp. 107-126.
- Ewing, R., Pendall R., Chen, D. (2002), *Measuring Sprawl and its Impact*, Volume 1 (Technical Report), Washington D.C.: Smart Growth America, www.smartgrowthamerica.org
- Fischel, W.A. (1989), What Do Economists Know about Growth Controls? A Research Review, in: Brower D., Godschalk D., Porter D. (eds.), *Understanding Growth Management- Critical Issues and a Research Agenda*, pp. 59-86, Washington D.C.: Urban Land Institute.
- Fishman, R. (1996), Bourgeois Utopias: Visions of Suburbia, in: Fanstein, S. and Campbell, S. (eds.), *Readings in Urban Theory*, pp. 23-47, UK: Blackwel.

Forman, R. T. T., Gordon, M. (1986), Matrix and Network, in: Forman, R. T. T., Gordon, M. (eds.), *Landscape Ecology*, chp. 5, pp. 157-189, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Frenkel, A. (1998), *Urban Densities and Land Uses: Towards Classification of Urban Patterns*. Paper presented at the XII AESOP Congress: "Planning and Public Expectations", Aveiro, Portugal.

Frenkel, A. (2004a), A Land Consumption Model: Its Application to Israel's Development, *Journal of the American Association*, Vol. 70, No. 4, pp. 453-470.

Frenkel, A. (2004b), Using Land-Use Patterns in the Classification of Cities: The Israeli Case, *Environment and Planning B, Planning and Design*, Vol. 31, No. 5, pp. 711-730.

Fulton, W. (1996), *The New Urbanism*, Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., Freihage, J. (2001), Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept, *Housing Policy Debate*, Vol. 12, Issue 4, pp. 681-717.

Gans, H. J. (1967), *The Levittowners: Ways of Life and Politics in a New Suburban Community*, New York: Pantheon Books.

Gar-On Yeh A., Li X. (2002), A Cellular Automata Model to Simulate Development Density for Urban Planning, *Environment and Planning B*, Vol. 29, pp. 431-450.

Garreau, J. (1991), *Edge City: Life on the New Frontier*, New York: Doubleday.

Gibbs, J. P. (1961), A Method for Comparing the Spatial Shapes of Urban Units, in Gibbs, J. P. (ed.), *Urban Research Methods*, chp. 4, pp. 99-106, Princeton, N.J.: D. Van Nostrand.

Golledge, R. G., Stimson, R. J. (1997), Urban Patterns and Trends, in: Golledge, R. G. (ed.), *Spatial Behavior - A Geographic Perspective*, chp. 4, pp. 111-154, New York: The Guilford Press.

Gonen, A. (1995), Recent Middle-Class Spread to Suburbia, in: Gonen, A. (ed.), *Between City and Suburb- Urban Residential Patterns and Processes in Israel*, chp. 9, pp.114-138, England: Avebury.

Gonen, A. (1996), Changing Urban Residential Structure in Israel, in: Gradus, Y. and Lipshitz, G. (eds.), *The Mosaic of Israeli Geography*, pp. 55-62, The Negev Center for Regional Development, Beer Sheva: Ben-Gurion University of the Negev Press.

Gordon, P. and Richardson, H. W. (1997a), Are Compact Cities a Desirable Planning Goal?, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 63, No. 1, pp. 95-106.

Gordon, P., Richardson, H., W. (1997b), Where's the Sprawl- Letters to the Editors, *Journal of American Planning Association*, Vol. 63, No. 2, pp. 275-278.

- Gordon, P., Richardson, H., W. (1998), Prove it: The Costs and Benefits of Sprawl, *Brooking Review*, Fall 1998, Vol. 16, No. 4, pp. 23-26.
- Gustafson, E. J. (1998), Quantifying Landscape Spatial Pattern: What is the State of the Art?, *Ecosystems*, No. 1, pp. 143-156.
- Hadly, C. C. (2000), Urban Sprawl: Indicators, Causes , and Solutions, Prepared for the Bloomington Environmental Commission, <http://www.city.bloomington.in.us/planning/boardcomm/ec/reports/sprawl.html.p>, Accessed 12/5/01.
- Hall, P. (1971), Spatial Structure of Metropolitan England and Wales, in: Chrisholm, M. & Manners, G. (eds.), *Spatial Policy Pobleom of the British Economy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hall, P., Pfeiffer, U. (2000), *Urban Future 21: A Global Agenda for Twenty-First Century Cities*, The Federal Ministry of Transport, Building and Housing of the Republic of Germany, London: E & FN.s
- Hartshorn, T. A., Muller, P. O. (1992), The Suburban Downtown and Urban Economic Development Today, in: Mills, E. S., McDonald, J. F. (eds.), *Sources of Metropolitan Growth*, pp. 147-158 , New Jersey: Center for Urban Policy Research.
- Harvey, R. O., Clark W. A. V. (1965), The Nature and Economics of Urban Sprawl, *Land Economics*, No. 41, pp. 1-9.
- Hastings, H. M., Sugihara, G. (1993), *Fractals: A User's Guide for the Natural Sciences*, Oxford: Oxford University Press.
- Herold, M., Menz, G. (2001), Landscape Metric Signatures (LMS) to Improve Urban Land Use Information derived from Remotely Sensed Data, in: Buchroithner, M. F. (ed.), *A Decade of Trans-European Remote Sensing Cooperation*, pp. 251-256, Proceedings of the 20th EARSEL Symposium 14-16 June 2000, Dresden, Germany.
- Hill, E. W., Brennan, J. F., Wolman, H. L. (1998), What is a Central City in the United States? Applying a Statistical Technique for Developing Taxonomies, *Urban Studies*, Vol. 35, No 11, pp. 1935-1969.
- Ingram, G. K. (1998), Patterns of Metropolitan Development: What Have We Learned?, *Urban Studies*, Vol. 35, No. 7, pp. 1019-1035.
- Jackson, K. T. (1985), *Crabgrass Frontier: The Suburbanization of the United States*, New York: Oxford University Press.
- Jenks, M., Burton, E., Williams, K. (1996), *The Compact City- A Sustainable Urban Form*, London: E&FN Spon.
- Johnson, M. P. (2001), Environmental Impacts of Urban Sprawl: A Survey of the Literature and Proposed Research Agenda, *Environment and Planning A*, vol. 33, pp. 717-735.

- Kaiser, E. J., Godschalk, D.R., Chapin F. S. (1995), The Land Planning Arena, in: Kaiser, E. J., Godschalk, D.R., Chapin F. S. (ed.), *Urban Land Use Planning*, chp.1, pp.5-34, Urbana and Chicago: University of Illinois Press.
- Karakover, S. (1996), Metropolitan Spatial Dynamics, in: Gradus, Y. and Lipshitz, G. (eds.), *The Mosaic of Israeli Geography*, pp. 63-69, Beer Sheva: The Negev Center for Regional Development, Ben-Gurion University of the Negev Press.
- Karakover, S. (1998), Testing the Turning-Point Hypothesis in City-Size Distribution: The Israeli Situation Re-Examined, *Urban Studies*, Vol. 35, No. 12, pp. 2183-2196.
- Kasadra, J. D. (1985), Urban Change and Minority Opportunities, in: Peterson, P. E. (ed), *The New Urban Reality*, pp. 33-67, Washington D.C.: The Brookings Institute.
- Kim, J. O., Mueller, C. W. (1978), Intoduction to Factor Analysis: What it is and How to do it, Paper 13 in: *Series: Quantitative Applications in the Social Sciences*, London: SAGE Publications.
- Klaassen, L. H., Molle, W. T. N., Paelinck, J. H. P. (1981), *The Dynamics of Urban Development*, Gower: Aldershot.
- Kline, J. D. (2000), Comparing States with and without Growth Management Analysis Based on Indicators with Policy Implications Comment, *Land Use Policy*, No. 17, pp. 349-355.
- Koomen, E., Groen, J., Borsboom, J., Scholten, H. (2002), *Modelling the Fragmentation of Open Space: A Framework for Assesing the Impact of Land Use Change on Open Space*, Paper for the 42nd Congress of the European Regional Association, August 27th-31st 2002, Dortmund, Germany.
- Levine, N. (1997), Credit Distributed, New Points Raised - Letters to the Editors, *Journal of American Planning Association*, Vol, 63, No. 2, pp. 279-282.
- Li, H., Reynolds, J. F. (1994), A Simulation Experiment to Quantify Spatial Heterogeneity in Categorical Maps, *Ecology*, No. 75, pp. 2446-2455.
- Longley, P., Mesev, V. (1997), Beyond Analogue Models: Space Filling and Density Measurement of an Urban Settlement, *Papers in Regional Science*, Vol. 76, No. 4, pp. 409-427.
- Maret, I. (2002), *Understanding the Diversity of Sprawl and the Need for Targeted Policies*, Paper Presented at the Congress on Environmental and Planning, Oxford, 23-27th September 2002.
- McDonald, J. F. (1989), Econometric Studies of Urban Population Density: A Survey, *Journal of Urban Economics*, Vol. 26, pp. 361-385.
- McDonald, J. F., McMillen, D. P. (1998), Population Density in Suburbun Chicago: A Bid-rent Approach, *Urban Studies*, Vol. 35, No. 7, pp. 1119-1130.

McGarigal K., Marks, B. (1995), *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*, General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service.

Mesev, T. V., Longley, P. A., Batty, M., Xie, Y. (1995), Morphology from Imagery: Detecting and Measuring the Density of Urban Land Use, *Environment and Planning A*, Vol. 27, pp. 759-780.

Mills, E. S., Hamilton, B. W. (1989a), Trends in Sizes and Structures of Urban Areas, in: Mills, E. S., Hamilton, B. W. (eds.), *Urban Economics* (4th edition), chp. 4, pp. 68-83, U.S.A.: Scott, Foresman and Company.

Mills, E. S., Hamilton, B. W. (1989b), Introducing Land and Land Rents into Price Theory, Theoretical Analysis of Urban Structure, A Critical Examination of the Model, in: Mills, E. S., Hamilton, B. W. (eds.), *Urban Economics* (4th edition), chp. 5-7, pp. 85-144, U.S.A.: Scott, Foresman and Company.

Mills, E. S., Hamilton, B. W. (1989c), Sizes and Structures of Urban Areas, in: Mills, E. S., Hamilton, B. W., *Urban Economics* (4th edition), chp. 15, pp. 366-400, U.S.A.: Scott, Foresman and Company.

Muth, R. F. (1961), The Spatial Structure of the Housing Market, *Papers of the Regional Science Association*, Vol. 7, pp. 207-220.

Nelson, A. C. (1992), Preserving Prime Farmland in the Face of Urbanization - Lessons from Oregon, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 58, No. 4, pp. 476-488.

Nelson, A. C. (1999), Comparing States with and without Growth Management Analysis Based on Indicators with Policy Implications, *Land Use Policy*, No. 16, pp. 121-127.

Newman, P., Kenworthy, J. (2000), Sustainable Urban Form: The Big Picture, in: Williams, K., Burton, E., Jenks, M. (eds.), *Achieving Sustainable Urban Form*, pp. 109-120, London: E & FN Spon.

Nicholas, J. C. (1989), The Costs of Growth: A Public vs. Private Sector Conflict or a Public/Private Responsibility, in: Brower, D., Godschalk, D., Porter, D. (eds.), *Understanding Growth Management- Critical Issues and a Research Agenda*, pp. 43-58, Washington D.C.: Urban Land Institute.

Niebank, P. L. (1989), Growth Controls and the Production of Inequality, in: Brower, D., Godschalk, D., Porter, D. (eds.), *Understanding Growth Management- Critical Issues and a Research Agenda*, pp. 105-122, Washington D.C.: Urban Land Institute.

Noyelle, T. J., Stanback, T. M. (1983), *The Economic Transformation of American Cities*, Totowa, NJ: Rowan & Allanheld.

O'Neill, R. V., Krummel, J. R., Gardner, Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D. L., Milne, B. T., Turner, M. G., Zygmunt, B., Christensen, S. W., Dale, V. H., Graham, R. L. (1998), Indices of Landscape Pattern, *Landscape Ecology*, Vol. 1, No. 3, pp. 153-162.

- Peiser, R. B. (1989), Density and Urban Sprawl, *Land Economics*, Vol. 65, No. 3, pp. 193- 203.
- Pendall, R. (1999), Do Land-Use Controls Cause Sprawl?, *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 26, pp. 555-571.
- Razin, E. (1998), Policies to Control Urban Sprawl: Planning Regulations or Changes in the 'Rules of the Game'?, *Urban Studies*, Vol. 35, No. 2, pp. 321-341.
- Razin, E., Rosentraub, M. (2000), Are Fragmentation and Sprawl Interlinked?: North American Evidence, *Urban Affairs Review*, Vol. 35, No. 6, pp. 821-836.
- Real Estate Research Corporation (1974), *The Costs of Sprawl: Detailed Cost Analysis*, Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Schiffman, I. (1999a), *Alternative Techniques for Managing Growth (2nd edition)*, Institute of Governmental Studies Press, Berkeley: University of California.
- Schiffman, I. (1999b), The Limits of Ideology: The Fight for Open Space in Israel, in: Soden D. L. & Steel B. S. (eds.), *Handbook of Global Environment Policy and Administration*, chp. 29, pp. 559-578, New York: Marcel Decker.
- Shoshany, M., Goldshleger, N. (2002), Land-use and Population Density in Israel-1950 to 1990: Analysis of Regional and Local Trends, *Land Use Policy*, No. 19, pp. 123-133.
- Smeed, R. J. (1963), The Effect of some Kinds of Routeing Systems on the Amount of Traffic in the Central Areas of Towns, *Journal of the Institution of Highway Engineers*, Vol. 10, No. 1, pp. 5-26.
- Stich, A. (1999), On Rich Cities and Boring Places, *Urban Studies*, Vol. 36, No. 10, pp. 1660-1649.
- Suen, I. S., (1998), *Measuring Sprawl: A Quantitative Study of Residential Development Pattern in King County*, Washington. Ph.D. Thesis, Seattle: University of Washington.
- Torrens, P., M., Alberti, M. (2000), *Measuring Sprawl*, Centre for Advanced Spatial Analysis, Working Paper Series, paper 27, London: University College, presented to the Association of Collegiate Schools of Planning Conference, Atlanta, GA, www.casa.ucl.ac.uk.
- Torrens, P. M., O'Sullivan, D. (2001), Cellular Automata and Urban Simulation: Where Do We Go From Here?, *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 28, pp. 163-168.
- Turner, M. G. (1989), Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process, *Annual Review of Ecological Systems*, No. 20, pp. 171-197.
- Van Den Berg, L., Drewett, R., Klaassen, L. H., Rossi, A., Vijverberg, C. H. T. (1982), Stages of Urban Development, in: Van Den Berg, L., Drewett, R., Klaassen,

- L. H., Rossi, A., Vijverberg, C. H. T. (eds.), *A study of Growth and Decline*, Vol. 1, chp. 3, pp. 24-45, New York: Pergamon Press.
- Wang, F., Zhou, Y. (1999), Modelling Urban Population Densities in Beijing 1982-90 : Suburbanisation and its Causes, *Urban Studies*, Vol. 36, No. 2, pp. 271-287.
- Wang, F. (2001), Regional Density Functions and Growth Patterns in Major Plains of China, 1982-1990, *Papers in Regional Science*, Vol. 80, pp. 231-240.
- World Commision on the Environment and Development (1987), *Our Common Future*, Oxford UK: Oxford University Press.
- Weitz, J. (2000), *State Programs that Bust Sprawl and Measures that Can Be Used in Diagnosing Sprawl*, 2000 APA National Planning Conference, www.asu.edu/caed/proceedings00/WEITZ/weitz.htm, Accessed 12/05/01.
- Weitz, J., Moore, T. (1998), Development Inside Urban Growth Boundaries: Oegon's Empirical Evidence of Contiguous Urban Form, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 64, No. 4, pp. 424-440.
- Williams, K., Burton, E., Jenks, M. (2000), Achieving Sustainable Urban Form: An Introduction, in: Williams, K., Burton, E., Jenks, M. (eds.), *Achieving Sustainable Urban Form*, pp. 1-5, London: E & FN Spon.
- Williams, K. (2000), Does Intensifying Cities Make Them More Sustainable? in: Williams, K., Burton, E., Jenks, M (eds.), *Achieving Sustainable Urban Form*, pp. 30-45, London: E & FN Spon.
- Wu, F., Gar-On Yeh, A. (1997), Changing Spatial Distribution and Determinants of Land Development in Chinese Cities in the Transition from a Centrally Planned Economy to a Socialist Market Economy: A Case Study of Guangzhou, *Urban Studies*, Vol. 34, No. 11, pp. 1851-1880.

נספחים

נספח: פירוט משתנים חברתיים-כלכליים

1. נתוני מפקד 1983

להלן טבלה המפרטת את הנתונים החברתיים-כלכליים שנבדקו במסגרת עבודה זו. נציין, כי הנתונים עבור יישובים שגודלם מתחת ל-2000 נפש חושבו עבור אוכלוסיית משקי בית רגילים בלבד (לא כולל דיירי מוסדות וקיבוצים). הנתונים נגזרו מתוך קובץ המדגם, המהווה 20% מהאוכלוסייה ביישובים אלו.

שם המשתנה	מקור הנתונים בפרסומי המפקד	הערות לגבי צורת החישוב
חציון גיל	פרסום 15 לוח 2 עמ' 78	מחושב לפי גילאים בודדים
ממוצע נפשות למשק בית	פרסום 15 לוח 2 עמ' 78	אוכלוסייה הגרה במשקי בית חלקי מספר משקי הבית ביישוב
יחס תלות	פרסום 15 לוח 2 עמ' 78	היחס בין בני 0 עד 19 ו-65 ומעלה לבין בני 20 עד 64. המנה מוכפלת ב-1000.
אחוז משקי הבית הגרים בדירה שבעלותם	פרסום 15 לוח 2 עמ' 78	% משקי הבית הגרים בדירה הנמצאת בבעלותם מתוך סך כל משקי הבית, לא כולל לא ידוע (אם הדירה בבעלותם).
ממוצע נפשות לחדר	פרסום 15 לוח 2 עמ' 78	חלוקת סך כל הגרים במשקי בית ביישוב בסך כל החדרים המשמשים למגורי כל משקי הבית ביישוב.
הכנסה ממוצעת לנפש	פרסום 18 לוח 43 עמ' 306	הכנסה ממוצעת נטו לנפש סטנדרטית. הנתונים בשקלים ישנים.
חציון שנות לימוד של בני +15	פרסום 15 לוח 2 עמ' 78	ללא ילדים.
אחוז בעלי תואר אקדמי מבני +15	פרסום 15 לוח 2 עמ' 78	אחוז בעלי תואר אקדמי ראשון, שני ושלישי ותארים מקבילים מתוך סך בני 15 ומעלה.
אחוז מועסקים מבני +15	פרסום 15 לוח 2 עמ' 78	אחוז מועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי מתוך סך בני 15 ומעלה.
אחוז העובדים בתעשייה	פרסום 8 II ממפקד 95 לוח ב' עמ' 178	אחוז העובדים בענף כלכלי "תעשייה" מתוך סך כל המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי.
אחוז העובדים במקצועות חופשיים	פרסום 8 II ממפקד 95 לוח ב' עמ' 178	אחוז העובדים במשלח יד מסדר ראשי אקדמי ו-חופשי וטכני מתוך סך כל המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי.
אחוז משקי הבית שברשותם מכונית	פרסום 8 I ממפקד 95 לוח ג' עמ' 186	אחוז משקי הבית שברשותם מכונית מתוך סך כל משקי הבית
סה"כ מועסקים	פרסום 20 לוח 2	
יוממות : אחוז מועסקים מחוץ ליישוב	פרסום 20 לוח 2	אחוז המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי המתגוררים ביישוב אך עובדים מחוצה לו מתוך סך כל המועסקים המתגוררים ביישוב, לא כולל מועסקים שמקום עבודתם אינו ידוע.
אחוז מועסקים בתוך היישוב	פרסום 20 לוח 2	אחוז המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי המתגוררים ועובדים באותו יישוב מתוך סך כל המועסקים המתגוררים ביישוב, לא כולל מועסקים שמקום עבודתם אינו ידוע.

2. נתוני מפקד 1995

הנתונים הללו הם על אוכלוסית משקי בית רגילים בלבד (לא כולל דיירי מוסדות וקיבוצים). משתנה הכנסה ממוצעת לנפש חושב מחדש לכל הישובים (קשה היה לשחזר את הנתונים ולהשוות אותם לפרסומי הנייר).

שם המשתנה	מקור הנתונים בפרסומי המפקד	האוכלוסייה הרלוונטית למשתנה	הערות לגבי צורת החישוב
חציון גיל	פרסום 13 לוח 1 עמ' 52	100%	מחושב לפי גילאים בודדים
ממוצע נפשות למשק בית	פרסום 13 לוח 1 עמ' 52	100%	אוכלוסייה במשקי בית חלקי מספר משקי הבית ביישוב
יחס תלות	פרסום 13 לוח 1 עמ' 52	100%	היחס בין בני 0 עד 19 ו-65 ומעלה לבין בני 20 עד 64. המנה מוכפלת ב-100.
אחוז משקי הבית הגרים בדירה שבבעלותם	פרסום 8א' לוח 4 עמ' 88	מדגם ה-20% משקי בית	% משקי הבית הגרים בדירה הנמצאת בבעלותם מתוך סך כל משקי הבית, לא כולל לא ידוע (אם הדירה בבעלותם).
יחס חדרים לאוכלוסייה	פרסום 13 לוח 1 עמ' 52	מדגם ה-20%	היחס בין סך כל החדרים המשמשים למגורי כל משק הבית לבין סה"כ אוכלוסיית משקי הבית
הכנסה ממוצעת לנפש	פרסום 13 לוח 1 עמ' 52	מדגם ה-20%	הכנסה של שכירים ועצמאיים, וכן 5 גמלאות מהביטוח הלאומי: ילדים, זקנה, אבטחת הכנסה, אבטלה ונכות.
חציון שנות לימוד של בני 15+	פרסום 8 לוח 1 עמ' 206	מדגם ה-20% ללא ילדים	חושב עפ"י שנים בודדות.
אחוז בעלי תואר אקדמי מבני 15+	פרסום 8 לוח 1 עמ' 206	מדגם ה-20% ללא ילדים	אחוז בעלי תואר אקדמי ראשון, שני ושלישי ותארים מקבילים מתוך סך בני 15 ומעלה.
אחוז מועסקים מבני 15+	פרסום 8 לוח א' עמ' 162	מדגם ה-20% ללא ילדים	אחוז מועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי מתוך סך בני 15 ומעלה.
אחוז העובדים בתעשייה	פרסום 8 לוח ב' עמ' 178	מדגם ה-20% ללא ילדים, המועסקים בכח עבודה אזרחי שנתי	אחוז העובדים בענף כלכלי מסדר ראשי "B" מתוך סך כל המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי, לא כולל לא ידוע (ענף כלכלי).
אחוז העובדים במקצועות חופשיים	פרסום 8 לוח ב' עמ' 178	מדגם ה-20% ללא ילדים, המועסקים בכח עבודה אזרחי שנתי	אחוז העובדים במשלח יד מסדר ראשי 0 (אקדמי) ו-1 (חופשי וטכני) מתוך סך כל המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי, לא כולל לא ידוע (משלח יד).
אחוז משקי הבית שברשותם מכונית	פרסום 8 לוח ג' עמ' 186	מדגם ה-20% משקי בית	אחוז משקי הבית שברשותם מכונית מתוך סך כל משקי הבית, לא כולל לא ידוע (אם ברשותם מכונית).

שם המשתנה	מקור הנתונים בפרסומי המפקד	האוכלוסייה הרלוונטית למשתנה	הערות לגבי צורת החישוב
יוממות : אחוז מועסקים מחוץ ליישוב	פרסום 8 II לוח 4 עמ' 532	מדגם ה-20% ללא ילדים, המועסקים בכח עבודה אזרחי שנתי	אחוז המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי המתגוררים ביישוב אך עובדים מחוצה לו מתוך סך כל המועסקים המתגוררים ביישוב, לא כולל מועסקים שמקום עבודתם אינו ידוע.
אחוז מועסקים בתוך היישוב	פרסום 8 II לוח 4 עמ' 532	מדגם ה-20% ללא ילדים, המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי	אחוז המועסקים בכוח עבודה אזרחי שנתי המתגוררים ועובדים באותו יישוב מתוך סך כל המועסקים המתגוררים ביישוב, לא כולל מועסקים שמקום עבודתם אינו ידוע.

חזון בר קיימא מול מציאות זוחלת? תבנית הזחילה העירונית בישראל

אמנון פרנקל ומיה אשכנזי

עם התגברות המודעות לבעיות אקולוגיות וסביבתיות כתוצאה מהאצת העיור והזחילה המתלווה אליו, גברה הקריאה הבינלאומית לריסון התופעה, באמצעות שימוש חסכוני ומבוקר במשאב הקרקע בהתאם לעקרונות של פיתוח בר-קיימא. בלימת תהליכי הפירבור והזחילה העירונית שהואצו בישראל בשנות ה-80' וה-90' של המאה הקודמת מהווה כיום סוגיה מרכזית, המעסיקה את מערכת התכנון בישראל. הספר מציג ממצאים ממחקר מקיף אשר בחן את תופעת הזחילה העירונית בישראל מאז שנות ה-80' והשפעתה של תבנית היישובים העירוניים.



המשרד לאיכות הסביבה
ירושלים



מוסד שמואל נאמן
הטכניון, חיפה



המרכז לחקר העיר והאזור
הטכניון, חיפה

