

הקשרים בין תכנון מרחבי, מיקום מסחר ותנועה בעיר הישראלית: המקרה של אשדוד ובת ים.

רינה מגן, יצחק אומר, יודן רופא

תקציר

מחקר זה בוחן את קשרי הגומלין בין מיקום מסחר, מבנה רשת הדרכים ותנועת הולכי הרגל וכלי הרכב בשתי שכונות - האחת בבת ים והשנייה באשדוד, במטרה לבדוק את ההשלכות של הגישות השונות לתכנון ופיתוח עירוני. המחקר משתמש בשיטת 'תחביר המרחבי' לניתוח מבנה רשת הרחובות, ובודק את ההתאמה בין מבנה זה לספירות כלי רכב והולכי רגל ולמיקום וכמות חזיתות מסחריות.

תוצאות המחקר מראות שמיקום המסחר המקומי בלב השכונה באשדוד, והפרדת תנועות כלי הרכב והולכי הרגל גרמו לירידה יחסית בכמות הולכי הרגל, בכלל זה באזורי המסחר, ולעלייה יחסית של תנועת כלי הרכב. בהיבט של עירוניות משגשגת ומקיימת המתעדפת הליכה ברגל, קיום מפגשים בין אנשים והקטנת התנועה והפליטות של כלי הרכב, דווקא בבת ים נצפתה יותר הליכה ברגל, ותנועת מכוניות מופחתת יחסית לאשדוד.

המחקר תורם ידע אמפירי להבנת הקשרים בין מבנה רשת הדרכים, תנועת הולכי רגל וכלי רכב, ומיקום המסחר, ומדגיש את חשיבות הבנת קשרים אלו לתכנון עירוני טוב יותר.

מילות מפתח: רשת דרכים, שימושי קרקע מסחריים, תנועת הולכי רגל, תנועת כלי רכב, גישות תכנון

מבוא

החיפוש אחר עירוניות משגשגת ומקיימת מעסיק חוקרים רבים ורבות נכתב על חשיבות המרחבים הציבוריים בעיר, בייחוד ניכרת חשיבותם של הרחובות (גייקובס, 1961; וויט, 1980). "מרחב עירוני טוב, הוא מרחב שעושים בו שימוש" כתב הילייר (Hillier, 1996), והשימוש העיקרי של מרחב עירוני הוא תנועה. במרחב העירוני מתקיים ממשק בין אנשים- בין זרים ומקומיים ובין זרים לבין עצמם. ממשק זה מחייב גישות לבניינים היוצרים רחוב, מחייב מרחב שבו המפגש יכול להתקיים וכמובן שהוא מחייב תנועה. הקשר בין מרחב לתנועה נחקר רבות ונבחנו גם הקשרים בין תנועת הולכי הרגל לתנועת כלי הרכב ומערכת הקשרים ביניהם (Gehl, 2010; Appleyard, 1981).

מגן, ר. אומר, י.
ורופא, י. (2017).
הקשרים בין תכנון
מרחבי, מיקום
מסחר ותנועה בעיר
הישראלית: המקרה
של אשדוד ובת ים.
תכנון, 14(2): 37-62.

רשת הרחובות, והאופן שבו רחובות מתקשרים זה לזה הוא המפתח להצלחתה הכלכלית חברתית של העיר (רופא, 2013). רשת צפופה של רחובות תורמת להליכה ברגל משום שהיא מגדילה את אפשרויות הבחירה של נתיב ההליכה ובכך תורמת לפעילות חברתית וכלכלית ברחובות העיר.

הגישה שתיאר הילייר (Hillier, 1998) מציעה שתי תאוריות בנוגע לטבע ולפונקציונליות של רשת הרחובות העירונית. התאוריה הראשונה היא תאוריית ה'תנועה הטבעית' הטוענת שהתנועה במערכת המרחבית נקבעת במידה מכרעת על ידי הרשת בעצמה. התאוריה מתייחסת לחלק היחסי של התנועה המוסבר על ידי מבנה רשת הרחובות ולא על ידי מוקדי משיכה. כאשר ההנחה היא שרשת הרחובות מסבירה את דפוסי התנועה יותר מאשר מיקום מוקדי המשיכה. כך לדוגמה, נמצא ש-80%-60% מהתנועה של הולכי רגל וגם של כלי רכב יכולה להיות מוסברת על ידי תכונות של התצורה המרחבית בלבד, באזורים שבהם שימושי הקרקע דומים והצפיפות הומוגניות (Penn, 2001). חיזוק לתאוריית התנועה הטבעית התקבל במחקר העוסק בהבנת הקשר בין קישוריות הרחוב, שימושי קרקע ותנועת הולכי הרגל באטלנטה בו נמצא שההשפעה של קישוריות הרחוב על תנועת הולכי הרגל היא עקבית ומסבירה כ-82% מהשונות בתנועה (Ozbi, Peponis & Stone, 2011).

התאוריה השנייה היא של 'כלכלת התנועה' המתארת תהליך איטרטיבי של הבנייה בין מבנה רשת הרחובות, תנועה אנושית בתוכה, התמקמות שימושי קרקע וצפיפות המבנים. העקביות של תוצאות מחקריות במגוון רחב של תופעות עירוניות מציע שהמרחב באמת מתפקד כמו 'השפה המדוברת' של העיר. מרבית היחסים בין הצורה של העיר והדרך שבה היא מתפקדת מתווכים על ידי המרחב וקשורים ליחסים בין המרחב והתנועה בו (Hillier, 1998). המכניזם פועל כך: שימושי קרקע המחפשים תנועה, כמו שווקים ומסחר, נמשכים באופן טבעי לאזורים בעלי תנועה רבה יותר, בזמן ששימושים אחרים מעדיפים אזורים בעלי תנועה נמוכה יותר. התוספת של מוקדי משיכה במקומות בעלי תנועה גבוהה, יוצרת אפקט מכפיל של התנועה, אשר מושך עוד שימושים וחוזר חלילה. בערים שהתפתחו בצורה 'אורגנית', לאורך היסטוריה רבת שנים, אנו עדים למצב של התאמה בין שימושי הקרקע למבנה המרחבי דרך התנועה.

במחקרם של ווהגן, ג'ונס, גריפית' וחקלאי (Vaughan, Jones, Griffiths, & Haklay, 2010) על עשרים ושישה מרכזים בפרברי לונדון מצאו החוקרים שמרכזים מסחריים מתפתחים ברחובות מעבר מרכזיים. ככל שהרחוב מרכזי יותר ברשת לתנועה עוברת התפתחו בו יותר מרכזים מסחריים.

במחקרם של פורטה ועמיתיו (Porta et al., 2011) נבחנו רמת המרכזיות של הרחובות והמיקום של הפעילות הכלכלית בעיר ברצלונה. מסקנתם היא שמסחר משני, החיוני לחיי השכונה, מתמקם גם הוא ברחובות עירוניים בעלי מרכזיות עירונית גלובלית. התוצאות תומכות בהנחה כי מרכזיות של רשת הרחובות, פועלת ככוח מניע ביצירה ובקיום של המבנה העירוני, כפי שבא לידי ביטוי בהתפלגות של פעילויות מסחר ושירותים ברמת השכונה.

בתחילת המאה העשרים התפתחו באופן עצמאי שני רעיונות וצורפו יחד ליצירת התכנון העירוני העכשווי האורתודוקסי: 'יחידת השכונות' ('neighborhood unit') ו'הסיווג ההיררכי של רחובות עירוניים' (the functional hierarchy of streets). הרעיונות התכנוניים נבעו מתוך מצוקה

של ערי התעשייה של המאה ה-19 והגידול במכוניות ותנועה ממונעת. הגידול במכוניות דרש שדרות רחבות, מגרשי חניה ודרכים מהירות. הדרכים המהירות קוטעות את מרחבי המגורים ולכן היה צורך לתכנן בצורה מודעת ויעילה את יחידות השכנות שנוצרו בין עורקי התנועה הראשיים הללו. יחידת השכנות סיפקה למעשה, תא מגורים שבו היעדים הבסיסיים של כל משפחה – בתי ספר, מגרשי משחקים וחנויות מקומיות – יהיו במרחק שלא דורש חצייה של עורך תנועה ראשי (Perry, 1929).

מקורה של ההירארכיה הפונקציונלית של הרחובות הוא בניתוח של תפקידי הרחוב, שבו מתן נגישות ואפשרות מעבר מפריעים זה לזה, ועל כן מצויים בקונפליקט. הפתרון ההנדסי לקונפליקט היה שכל שדרך משמשת יותר לתנועה עליה לאפשר פחות נגישות – התוצאה של עיקרון זה היא ההירארכיה הפונקציונלית. התכנון ההיררכי היה מתוכנן ליעילות מרובה ולתנועה מהירה, המהירות הייתה השיקול העיקרי.

אך כפי שחושפת גם הביקורת על שני הרעיונות הללו, על ידי הפרדה של תנועה מנגישות ועל ידי סגירה של רחובות ראשיים לסביבה הראשונית שלהם, התפקוד של הרחובות כמקומות מפגש והנעה כלכלית סוכל. הניסיון להבטיח בטחון להולכי הרגל ע"י הפחתת תנועת כלי רכב יצר מחסור בפעילות אזרחית וחיי רחוב (Mehaffy, Porta, Rofe & Salingeros, 2010). ההשלכות של גישת תכנון מודרניסטית זו, שבהן שימושי הקרקע למסחר תוכננו שלא בהתאם לתחביר המרחבי, נבחנות במחקר זה.

בחיפוש אחר תיאור וניתוח שיטתי ואובייקטיבי של המרחב העירוני, התיאוריה של 'תחביר המרחב' ('Space Syntax'), עליה מבוסס מחקר זה, נותנת אפשרות להבין ולבחון החלטות תכנוניות ועיצוביות ובעזרתה ניתן להבין את השפעת המבנה המרחבי על התנהגות מרחבית של בני אדם בהקשרים מגוונים כמו למשל תנועה של הולכי רגל, תנועת כלי רכב ומיקום של פעילויות כלכליות (אומר וצפרייר-ראובן, 2011).

ישראל, בהיותה מדינה צעירה עם ערים מודרניות חדשות, מאפשרת מחקר השוואתי מעניין על ההשלכות של גישות תכנון שונות, מודרני לעומת פרה מודרני. מחקר משווה בין שש ערים ישראליות (בת ים, רעננה, לוד, דימונה, ערד ומודיעין) בהן נבחנו המדדים של 'תחביר המרחב', מצביע על כך שערים פרה-מודרניות הן אינטגרטיביות מערים מודרניות. הן מאופיינות ברמות אינטגרציה גבוהות יותר בכל קנה מידה (Rofe & Omer, 2014). במחקרם של אומר, רופא ולרמן (Omer, Rofe & Lerman, 2015) נבחנו 14 שכונות בארבע ערים בישראל (בת ים, אשדוד, באר שבע וכפר סבא). תוצאות המחקר הראו שבשכונות פרה-מודרניות, עם מבנה רחובות בעל קישוריות גבוהה, הייתה תנועת הולכי רגל רבה יותר באופן משמעותי מזו שנמצאה בשכונות בתכנון מודרני. בנוסף, תנועת הולכי הרגל ניתנת לחיזוי באופן טוב יותר בשכונות הפרה-מודרניות מכיוון שהמתאמים בין שימושי קרקע למבנה רשת הרחובות בשכונות פרה-מודרניות גבוהים באופן משמעותי בהשוואה לשכונות מודרניות. מחקר נוסף נערך על שמונה ערים ישראליות (רעננה, כפר סבא, בת ים, באר שבע, אשדוד, מודיעין, רמלה ולוד) (Omer & Goldblatt, 2015). במחקר זה בוצע ניתוח הקשר בין התצורה המרחבית של רשת הרחובות ופעילות מסחרית ברמת הרחוב. התוצאות הראו הבחנה ברורה בין

סוגי הערים בייחוד בניתוח הרמה הגלובלית של העיר. המתאם חזק יותר בערים ותיקות ביחס לערים חדשות.

מחקרים נוספים התמקדו בניתוח הקשר בין מבנה רשת הדרכים והתפלגות המסחר (Omer & Goldblatt, 2015), ובחינת ההבדלים המורפולוגיים בין ערים ותיקות לערים חדשות (Rofe & Omer, 2014).

ייחודו של המחקר הנוכחי בהשוואה למחקרים קודמים שנערכו בישראל הוא בבחינת הקשרים בין שלושה משתנים: מבנה רשת הדרכים, מיקום המסחר והתנועה, וזאת כאשר התנועה כוללת הן הולכי רגל וכלי רכב. ראוי להדגיש שכל המחקרים שנערכו בישראל התרכזו בתנועת הולכי רגל. בחינת הולכי רגל וכלי רכב באותו קונטקסט חיונית להבנת הדינמיקה העירונית המשלבת תנועה מבנה מרחבי ושימושי קרקע. החקירה נערכה בערים אשדוד ובת ים שנבדלות בגישות התכנון שלהן - אשדוד היא עיר מתוכננת על פי עקרונות מודרניסטיים, ואילו בת ים התפתחה ממושבה במה שניתן לכנות התפתחות אורגנית.

המאמר בנוי באופן הבא: בסעיף הבא תוצג המתודולוגיה של 'תחביר המרחב' והמדדים שנחקרו. לאחר מכן תתואר גישת התכנון של ערים בישראל, של אזורי המחקר בפרט ודרך איסוף הנתונים. בחלק האחרון יוצגו הממצאים והמסקנות.

מתודולוגיה

מחקר זה מנסה לתאר את ההשלכות של גישות תכנון - מודרנית לעומת פרה-מודרנית, על קשרי הגומלין בין מיקום שימושי קרקע למסחר, מבנה רשת הדרכים, תנועת הולכי רגל ותנועת כלי רכב. השערות המחקר מניחות כי תצורת רשת הרחובות היא המשתנה העיקרי המשפיע על התנועה ברחוב ולכן התאמה בין מיקום שימושי קרקע מסחריים למרכזיות ברשת הדרכים, תורמת לחיוניות המרחב העירוני. חיוניות זו באה לידי ביטוי בתנועת הולכי הרגל.

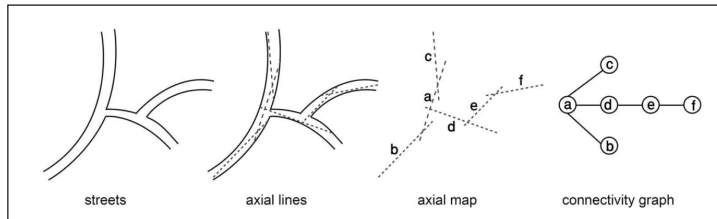
השאלות שנשאלו במחקר:

- כיצד שכונות שהוקמו על פי גישות תכנון שונות נבדלות זו מזו בתנועת הולכי הרגל ותנועת כלי הרכב?
- מהו היחס בין מבנה רשת הדרכים לשימושי קרקע למסחר?
- וכיצד יחס זה קשור להתפלגות תנועת הולכי רגל וכלי רכב?

מתודולוגית המחקר כללה איסוף נתונים דמוגרפיים, בדיקת מיקום וכמות החזיתות המסחריות על רשת הדרכים, וספירות תנועת הולכי רגל וכלי רכב באזורי המחקר. רשת הדרכים נותחה במתודולוגית 'תחביר המרחב' בעזרת תוכנת DepthMap ברמה של סגמנטים על מפת צירי ראייה. מדדי המרכזיות שנבחנו היו choice (המודד עד כמה הרחוב הוא רחוב מעבר מרכזי) ו-integration (המודד את נגישות הרחובות ורמת הקישוריות). המדדים נבחנו בשלושה סוגי מרחק: מטרי, טופולוגי (מספר פניות) וזוויתי (זוויות פנייה מצטברות - 'angular'), על מנת לבחון מי מהמרחקים מייצג את התפיסה האנושית למרחק בצורה המתאימה ביותר. לבסוף בוצע ניתוח סטטיסטי של הנתונים וחושבו מתאמים בין המשתנים להבנת הקשרים ביניהם.

'תחביר המרחב'

מבנה רשת הדרכים העירונית מנותח במחקר העכשווי בעיקר באמצעות המתודולוגיה של 'תחביר המרחב'. המרכיבים הבסיסיים מודגמים ע"י רשת דרכים היפותטית (ראה איור 1).



איור 1: דגם של רשת דרכים היפותטית היוצרת מפת צירי ראייה ממפה עירונית והפיכתה לגרף קישוריות (Omer & Goldblatt, 2015 עמ' 6)

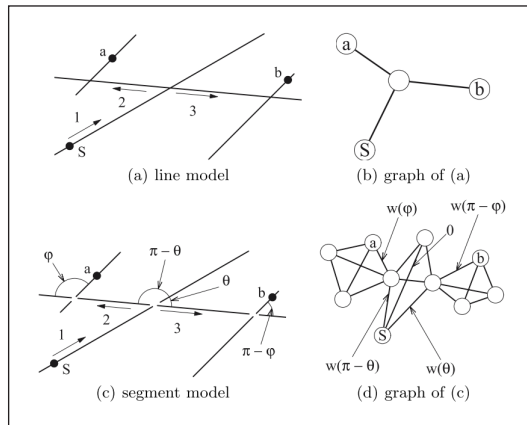
הניתוח מבוסס על מפה צירית axial map המגדירה את מערכת הקשרים הקצרה ביותר בין הקווים הישרים- צירי הראיה המכסים את רשת הדרכים העירונית. המפה הצירית מייצגת מרחב ראייה המאפשר להבין את הסביבה הבנויה כפי שהיא נחווית על ידי האנשים על הקרקע. את המפה הצירית הופכים לגרף קישוריות שבו הקווים והצמתים מהמפה הצירית הם נקודות וקשרים של הגרף בהתאמה. במחקר זה הניתוח התבסס על מפת סגמנטים. מפת סגמנטים מתחילה ממפה צירית המייצגת את מספר הקווים המועט שמייצגת רשת הרחובות, באיור 2 רואים את המפה הצירית (a) וגרף הקישוריות המייצג שלה (b). ב-(c) רואים איך המפה הצירית הופכת למפת סגמנטים על ידי פירוק כל קו צירי לקווים נוספים בין הצמתים- סגמנטים. וב-(d) רואים את הייצוג בגרף הקישוריות של המערכת, כל סגמנט מיוצג כנקודה והקשרים בין הנקודות הם הצמתים (Hillier & Iida, 2005).

מחקר זה עושה שימוש במפת הסגמנטים כפי שמוצעת כאן. מפות סגמנטים נבנו לכל אחת מהערים (אשדוד ובת ים), על בסיס רשת הרחובות ומפת קווי הראיה. בניית מפות אלו בוצעו בעזרת תוכנת Depthmap (UCL version) (10.15).

את המרחק בין כל שני קווי סגמנט מודדים על ידי המסלול הקצר ביותר מאחד לשני, את המרחק מייצגים שלושה מדדים שונים על מנת לבחון מי מהם מייצג את התנועה האגרטיבית בצורה המתאימה ביותר:

- מרחק מטרי (metric) - מייצג מרחק קצר ביותר באורכו המטרי, המרחק נמדד כחיבור של האורך המטרי של כל הסגמנטים במסלול. האורך המטרי נמדד בין שתי נקודות אמצע של הסגמנטים הסמוכים זה לזה והמרחק בין שני סגמנטים סמוכים מחושב כחצי מהסכום של האורך הכללי שלהם.
- מרחק טופולוגי (topologic) - מייצג מספר הפניות הקצר ביותר במסלול, המרחק נמדד כמספר שינויי הכיוון הנעשים במסלול.

- מרחק זוויתי (angular) - המרחק נמדד כחישוב סך כל שינויי הזווית שנעשים במסלולים הקצרים ביותר. לכל צומת מוערך המשקל היחסי של זווית הפניה בין שני קווי סגמנט בצומת. המשקל מוערך כך שהמרחק יהיה 1 כאשר הפניה היא בזווית ישרה של 90 מעלות.



איור 2: רשת הקווים והפיכתה לגרף קישוריות לכל מודל (מפה צרית למעלה ומפת סגמנטים למטה). (Hillier & Iida, 2005 עמ' 482)

ההגדרות הללו משקפות השערות שונות בספרות לגבי הדרך שבה המרחק נתפס על ידי אנשים. מסלול בין כל הסגמנטים יכול להיות מוערך כמרחק הקצר ביותר (מטרי), כמסלול בעל מספר הפניות המועט ביותר (טופולוגי) או כמסלול בעל הזווית המצטברת הקטנה ביותר (זוויתי). (Hillier & Iida, 2005).

במחקר שערכו הילייר ואידה (Hillier & Iida, 2005) נמצא שאנשים מתמצאים ברשת העירונית במונחים טופולוגיים (topologic) (מספר שינויי הכיוון ברשת) ובמונחים זוויתיים (angular) (הכוללים בנוסף התייחסות גם לשינויים בזווית התנועה) יותר מאשר במונחים מטריים (metric). למרות שהגיוי ביותר שאנשים ירצו להפחית למינימום את מרחקי התנועה, התפיסה של מרחק מעוצבת יותר ע"י המאפיינים הזוויתיים והטופולוגיים של הרשת יותר מאשר היכולת לחשב מרחקים מטריים (Hillier & Iida, 2005; Jayasinghe, Sano & Nishuchi, 2015).

במחקר זה הנתונים נותחו בכל שלושת מדדי המרחקים המוצעים.

מדדי מרכזיות

תאוריית 'התנועה הטבעית' שתוארה במבוא עוסקת בשני סוגים של תנועה: תנועה למרחב מסוים המוגדרת על פי המרחק שצריך לעבור ממוצא ליעד – 'to movement' המרחב שדרכו עוברים המסלולים הקצרים בין מקומות ברשת הדרכים – 'through movement'.

המדד המבטא את תנועת ה-'to movement' כביטוי לנגישות מקטע הרחוב ביחס לרשת הרחובות הוא מדד ה-integration. מדד זה מתאר את דרגת הקרבה (מרחק מטרי/טופולוגי/זוויתי) של הרחוב לכל אחד מהרחובות האחרים ברשת, מכאן שהמדד מתאר את דרגת האינטגרציה והנגישות של הרחוב עם כלל הרחובות ברשת. (לנוסחת החישוב ראה אומר 2011, עמ' 37-38).

המדד המבטא את תנועת ה-'through movement' כביטוי למרכזיות הרחוב כרחוב מעבר ברשת הוא מדד ה-choice. מדד זה מתאר עד כמה הרחוב משמש כנתיב מעבר בין רחובות העיר ובכך נמדדת השתתפותו של הרחוב במסלולים הקצרים ביותר המחברים את רחובות העיר זה לזה, משמע מרכזיותו כרחוב מעבר (לנוסחת החישוב ראה אומר 2011, עמ' 37-38).

כל המדדים חושבו על בסיס מפת סגמנטים (לשלושה סוגי המרחקים : מטרי, טופולוגי וזוויתי) בנוסף המדדים חושבו הן ברמה הגלובלית של כלל העיר (כלומר חישוב מדדי המרכזיות באופן שלוקח בחשבון את כל הרשת העירונית) והן עבור מרחק ברדיוסים שונים (250 מ', 500 מ' שנבחנו לאור העובדה כי אזורי המחקר נחלקים לאזורים סטטיסטיים בגודל של כ-400/400 מ'). גם חישוב זה נעשה עבור כל העיר.

חישובי מדדי המרכזיות בוצעו בעזרת תוכנת Depthmap (UCL version) (10.15) וחיבור המדדים חזרה אל רשת הרחובות המקורית נעשה בעזרת תוכנת ממי"ג (ArcMap).

גישות תכנון בערי ישראל

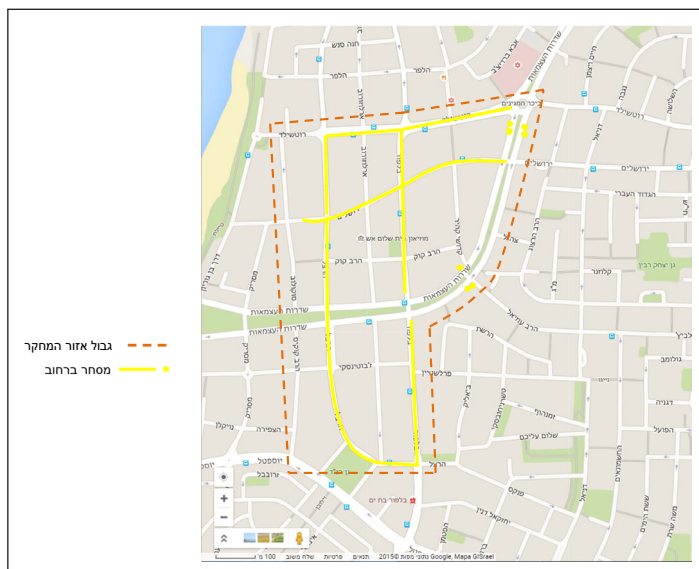
בישראל קיימות אומנם ערים עתיקות שראשיתן לפני מאות ואלפי שנים, אך ככלל המערכת העירונית בישראל החלה להתפתח ולהתגבש בעיקר בסוף המאה ה-19, עם ראשיתה של ההתיישבות הציונית בארץ. הערים המרכזיות מערכת זו הושפעו מגישות תכנוניות שונות אך גם, ולעיתים בעיקר, מגורמים פוליטיים, חברתיים ותרבותיים. אחד מהביטויים המוחשיים של התפתחות זו הם השינויים בדגם רשת הרחובות.

גישת התכנון של בת ים ואזור המחקר

בת ים נוסדה לפני הקמת המדינה, ראשית ההתיישבות בה החלה בשנת 1926. אדמת בת ים נרכשה מתושבים ערבים שהתגוררו בינו ב-1921 ונקראה 'בית וגן' ב-1936 הפכה 'בית וגן' למועצה מקומית ובשנת 1937 שונה שמה ל-'בת-ים'. ב-1958 קיבלה בת ים מעמד של עיר. בת ים מתאפיינת במרכז עירוני קדם מודרני, מבחינת רשת הדרכים שלו, ושכונות חדשות יותר בתכנון מודרני סביבו. (Fenster & Misgav, 2014).

בבת ים המייצגת אילוצים שונים, תפיסות שונות או תקופות שונות של תכנון וארכיטקטורה, ניתן למצוא פסיפס תבניות מרחביות מורכב יותר מאשר במרבית הערים שקמו לאחר קום המדינה. בת ים נוסדה לפני קום המדינה, מה שאפשר לה תקופת התפתחות ראשונית ללא תכנון עירוני מוסדי קשוח (צפריר ראובן, 2006). אזור המחקר בבת ים מאופיין בתבנית אורתוגונלית בגישת תכנון פרה-מודרנית. תבנית אורתוגונלית (המכילה שלושה תתי טיפוסים : גריד, אורתוגונלי משובש ואורתוגונלי מסודר) מבוססת על רשת

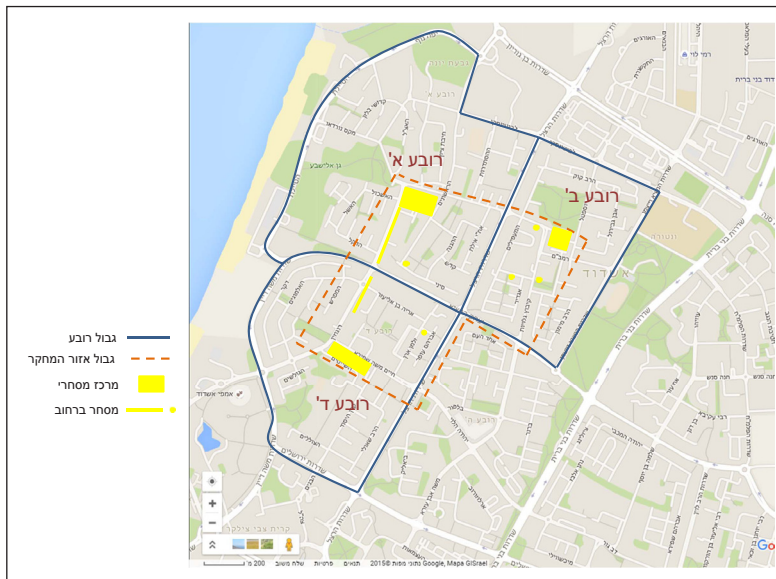
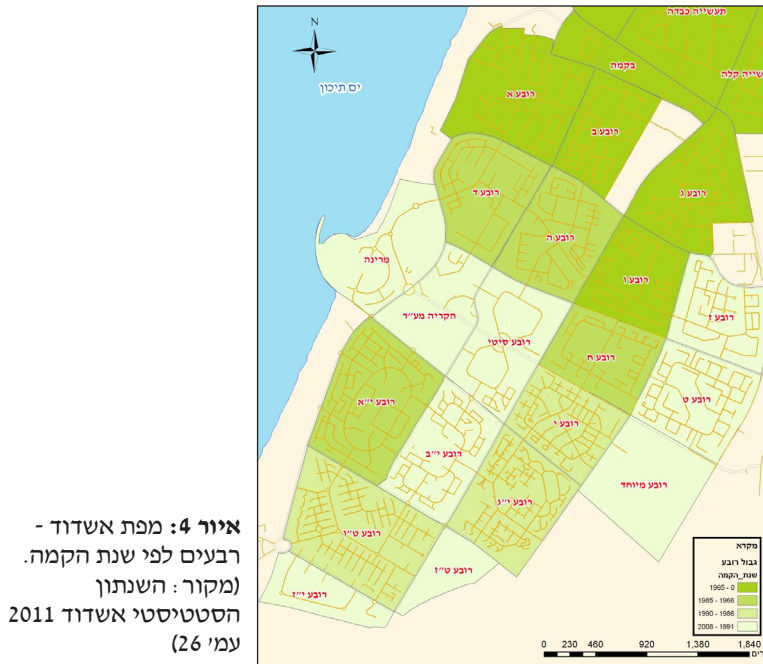
רחובות אורתוגוונלית (צפריר ראובן, 2006). תהליך התפתחות צורני זה התרחש מרביתו תחת שלטון המנדט (שפעל בארץ בין 1920-1948) ואפיין במהלך שנות ה-20 וה-30 לא רק את המושבות ופרברי העיר תל אביב, אלא גם את מרכזי הערים שכבר התגבשו בתקופה זו. (אומר וצפריר ראובן, 2011). בבת ים אין חלוקה ברורה לשכונות והמחקר התמקד סביב אזור המסחר העירוני ברחוב בלפור, מה שמכונה שכונת ותיקים (ראה איור 3). האזור המסחרי של בת ים התפתח על רחוב בלפור, רוטשילד ובעוד רחובות בסביבתם, המחקר בחן אזור גאוגרפי רציף סביב אזורים אלו, שטח המחקר הכולל בבת ים כ-0.45 קמ"ר.



איור 3: בת ים - אזור המחקר

גישת התכנון של אשדוד ואזור המחקר

אשדוד נוסדה לאחר קום המדינה ומאופיינת בגישת תכנון מודרני מוטה תחבורה ממונעת. אשדוד תוכננה מראש לחלוקה לרבעים המופרדים ביניהם על ידי דרכים עורקיות. כיום היא מורכבת מ-17 רובעי מגורים, ושני רובעים ייעודים: רובע הסיטי (הקריה) והרובע המיוחד. נוסף על החלוקה לרובעים, התכנון העירוני הכולל של אשדוד נאמן לרעיון האיזור (zoning), ומוגדר בו אזור תעשייה הממוקם מצפון לעיר, אזור מוסכים, תחבורה ורכבת בחלקה הדרומי-מזרחי של העיר, ואזור מסחר ייחודי בתפר שבין העיר ובין הנמל ואזור התעשייה הצפוני-מערבי. העיר תוכננה כמערכת שתי וערב של דרכים עורקיות המגדירות את רובעי המגורים, ובצדה מערכת משנית שעוברת בתוך הרובעים וקושרת אותם זה לזה. הכבישים העורקיים (כבישים רחבי



ידיים, שניים או שלושה נתיבי תנועה בכל כיוון), על עמודי התאורה הנישאים במרכזם, משמשים קווי גבול בתוך המרחב האורבני. במסגרת התכנון העירוני נועד הרובע לעודד אינטגרציה חברתית באמצעות מגוון יחידות דיור ותכנון הרובע כלפי פנים, כשבלבו מרכז מסחרי ושירותים שכונתיים (אהרון, 2010).

אשדוד אשר נוסדה כשמונה שנים לאחר הקמת המדינה, תוכננה תוך מעורבות גדולה של גורמים מוסדיים בתחום התכנון העירוני. השיטוט ברובעי אשדוד לפי סדר הקמתם הוא מעין מסע בזמן. הרבעים הוותיקים ביותר (רבעים א', ב', ג', ה', ו' ו ז') תוכננו בתבניות מקוטעות. תבנית מקוטעת היא מרובת רחובות ללא מוצא וצמתי 'T' מבוססת על היררכיה מבנית, אזורית וקווית, מה שיוצר אזורים ותת אזורים ומשפיע על הנגישות בתבנית. בתי הרחוב בתבנית המקוטעת ממוקמים בהעמדה ובמרחק משתנים משני צדי הרחוב, כך שלמעשה ברוב המקרים מתפקדים הרחובות כלא יותר מ'דרך' שלאורכה פזורים המבנים. חלק גדול מהבניינים מפנה לרחוב את עורפו ומחזק את התחושה של 'המצאות מחוץ לבתים' ולא דווקא 'בתוך רחוב'. העדרו של מסחר, שרובו ממוקם במרכזים נקודתיים הפזורים במוקדים עצמאיים שונים, במנותק מהרחוב, מעצים את היות הרחוב בתבנית זו 'דרך' ולא 'מקום' שבו מתרחשת פעילות אנושית ערה. שכונות המגורים תוכננו כ"יחידות שכונת" קלאסיות, מוגדרות ומובחנות היטב מבחינה מרחבית (צפריר ראובן, 2006).

רובע ד' שנבנה בשנות השבעים של המאה העשרים מאופיין בתבנית משולבת. תבנית זו מאופיינת ברשת רחובות המשולבת עם רשת אורתוגונלית בתוך קווי רחובות קמורים, מופיעה לרוב בפרברי העיר בדרך כלל באזורים הכוללים מערכי בתים פרטיים בלבד והרחובות משמשים כ'דרכים' למכוניות. הרבעים שתוכננו לאחר מכן (רבעים יא', ח', ט', י', יג' וטו') מאופיינים על ידי תבניות ציוריות, התבנית הציורית מבוססת על רשת רחובות שמאפייניה הציוריים ברורים: קוים קצרים (רחובות ללא מוצא) אשר מסתעפים מקוים ארוכים מהם ויוצרים דיאגרמה גיאומטרית כלשהי, קלה לתפיסה ויזואלית ממבט על והיא משרתת מרחבים פיזיים קטנים בשטחם- שכונות ורבעים (צפריר ראובן, 2006). (ראה איור 4).

באשדוד התמקד המחקר במרכזי שכונות א', ב' וד' שהן השכונות הוותיקות של אשדוד. בתוך שלושת השכונות, המחקר התמקד סביב אזורי המסחר (ראה איור 5), אשדוד תוכננה כך שבמרכז כל שכונה נמצא האזור המסחרי המשרת את השכונה, המחקר התמקד באזור בעל רציפות גאוגרפית בין שלושת המרכזים המסחריים של השכונות הוותיקות, שטח המחקר הכולל באשדוד כ-0.75 קמ"ר. יש לשים לב שמרכזי המסחר ממוקמים בגבולות אזור המחקר אך למעשה הם המרכזים של כל רובע.

למרות השוני ההיסטורי והתכנוני, דומות שתי הערים בהרכב החברתי-כלכלי: שתיהן מדורגות במקום 5 מתוך 10 בדרוג חברתי-כלכלי לפי נתוני הלמ"ס (2012).

בלוח 1 ניתן לראות את ממוצעי הנתונים בכל אחד מאזורי המחקר. אי לכך, ניתן להניח ככלל, שאת ההבדלים בין מרחבים עירוניים, ניתן לייחס במידה רבה למבנה המרחבי של רשת הדרכים ולמערך שימושי הקרקע. המחקר מתמקד באזורי המסחר העירוניים באשדוד ובת ים. ההבדל בגודל

מגן, אומר ורופא: תכנון מרחבי, מיקום מסחר ותנועה בעיר הישראלית

אזורי המחקר נובע מההבדל בגודל הערים, וזאת כאשר צפיפות התושבים המתקבלת דומה באזורי המחקר.

בת ים ואשדוד נבדלות זו מזו בגישות התכנון השונות ובהתפלגות שימושי הקרקע על רשת הרחובות ואילו ההרכב הדמוגרפי שלהן הוא דומה וכך גם התכונות הגאוגרפיות. שתיהן מישוריות וממוקמות לחופו של הים התיכון.

עיר	אשדוד	בת ים
גודל אזור המחקר	0.75 קמ"ר	0.45 קמ"ר
גודל האוכלוסייה	11791	7602
צפיפות תושבים לקמ"ר	15,721	16,893
ממוצע אשכול כלכלי חברתי (מתוך 20)	8.7	10
ממוצע נפשות למשק בית	3.06	2.35
ממוצע שנות לימוד של בני 25-54	12.5	14.3
ממוצע כלי רכב בשימוש משק בית לבני 18 ומעלה	0.28	0.25
הכנסה חודשית ממוצעת לנפש סטנדרטית	4085	4315

לוח 1: ממוצעי הנתונים הסטטיסטיים באזורי המחקר באשדוד ובבת ים. (מתוך נתוני הלמ"ס 2008)

איסוף הנתונים

- תנועת הולכי רגל וכלי רכב

לצורך נתוני נפח התנועה נערכו ספירות תנועה מדגמיות שנאספו במקטעי רחובות בעלי מאפיינים שונים, בכל אחד מאזורי המחקר. המדידה בוצעה בשיטת ה"שערים" (gate counts) שנעשה בה שימוש במחקרים רבים (Hillier & Iida, 2005; Lerman, Omer & Rofe, 2014; Ozbil, Peponis & Stone, 2011; אומר ורופא, 2013; לרמן ואומר, 2011). התצפיות נערכו ב-28 נקודות באשדוד ו-24 נקודות בבת ים, בסך הכל 52 תצפיות כשבכל נקודה נמדדו גם הולכי הרגל וגם כלי הרכב. המדידות התבצעו בימי אמצע שבוע רגילים, שני ושלישי בין השעות 13:30-9:30. הן התבצעו בתקופת האביב, מתחילת חודש מרץ ועד יוני 2015, במזג אוויר נאה ולא בימי חג או חופש.

- שימושי קרקע

בכל אזור מחקר נערך סקר שטח ובו נספרו החזיתות המסחריות על מקטעי הרחובות. הנתונים נאספו לכל מקטעי הרחובות באזורי המחקר (לא רק במקטעי הרחובות בהם נמדדה תנועת הולכי הרגל וכלי הרכב). הספירה נעשתה במהלך חודש נובמבר 2015.

ממצאים

בפרק זה יוצגו ממצאי המחקר האמפיריים בניתוח הסביבה העירונית. הממצאים יוצגו בתחילה לכל אזור (בת ים ואשדוד) בנפרד ולאחר תיערך השוואה בין אזורי המחקר.

בת ים

- מציאת מדד המרכזיות המתאים לניתוח בבת ים

מניתוח מדדי המרכזיות המבוססים על מפת הסגמנטים בבת ים נימצא כי המתאמים הגבוהים ביותר עם כל שלושת המשתנים (הולכי רגל, כלי רכב וחזיתות מסחריות) הם במדד ה-choice במרחק הזוויתי והרדיוס הגלובלי (משמע מרכזיות כרחוב מעבר, במרחק הנמדד כחישוב סך כל שינויי הזווית שנעשים במסלולים הקצרים ביותר ברמה הגלובלית של כלל העיר). מדד זה הראה קשרים חזקים ומובהקים גם לתנועת הולכי הרגל ($r=0.837$, $p<0.05$), לתנועת כלי הרכב ($r=0.738$, $p<0.05$) ולהתפלגות החזיתות המסחריות ($r=0.875$, $p<0.05$). תוצאות אלה ככלל, תומכות בממצאי מחקרים קודמים לגבי תפיסת המרחק הקצר ביותר אצל אנשים כמרחק זוויתי וטופולוגי ולא מרחקים מטריים (Ward & Smith, 2003; Desyllas, Duxburt, Ward & Smith, 2003; Bafna, 2003; Hillier & Iida, 2005; Jayasinghe, Sano & Nishuchi, 2015)

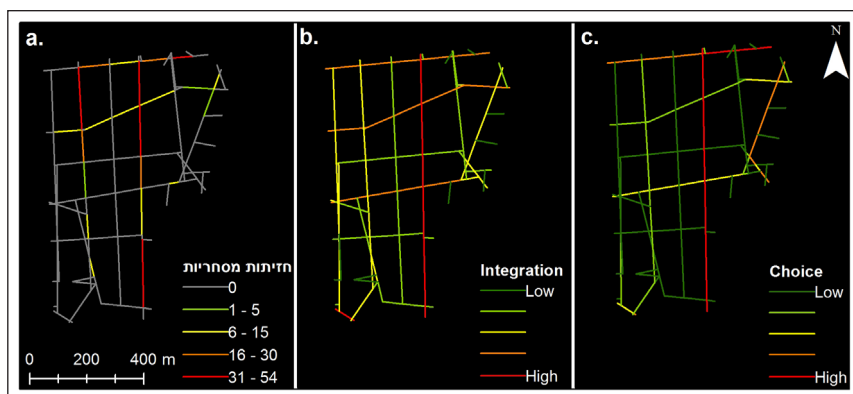
- היחס בין מדדי המרכזיות והתפלגות המסחר בבת ים

ב-22 מתוך 161 הסגמנטים באזור המחקר בבת ים יש מסחר. קיים מתאם גבוה ומובהק בין מדד המרכזיות choice (מרכזיות כרחוב מעבר) במרחק הזוויתי ברדיוס גלובלי לבין התפלגות המסחר ($r=0.875$, $p<0.05$) בבת ים. דבר זה מצביע על כך שמסחר נוטה להתמקם ברחובות שלהם פוטנציאל מסוג תנועה עוברת ברמה הגלובלית. כמו כן קיים מתאם גבוה גם עם מדד המרכזיות integration ($r=0.748$, $p<0.05$) דהיינו, נגישות ברשת תורמת אף היא להתפתחות המסחר שנוטה להתרכז באזורים יותר אינטגרטיביים. כשבוחנים את הדגם המרחבי של התפלגות המסחר, מתגלה כי בבת ים המסחר נוטה להתפזר בצורה לינארית על גבי הרחובות בעלי מדדי המרכזיות הגבוהים. רחובות אלה הם בדרך כלל רחובותיה הראשיים של העיר שהיוו את המוקד ההיסטורי שממנו התפתחה העיר (איור 6).

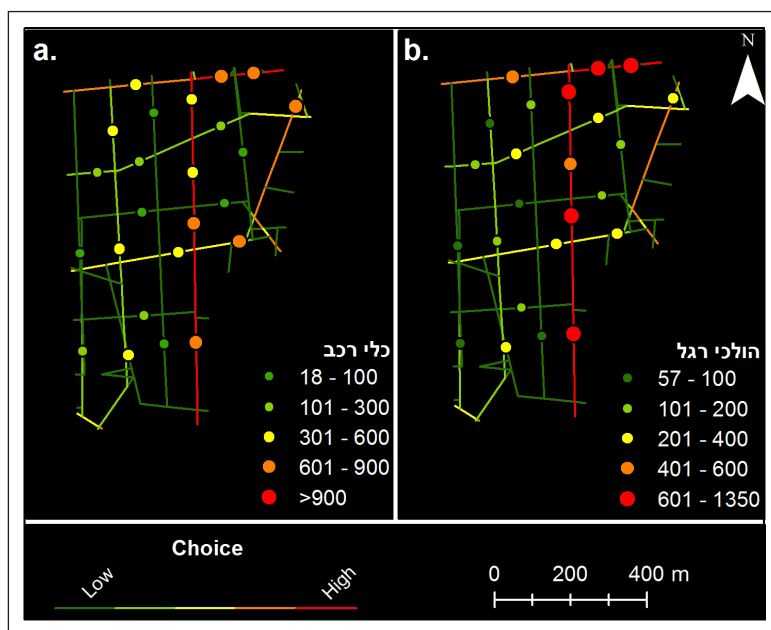
ניתן לראות כי בסגמנטים בעלי מדד choice גבוה במרחק הזוויתי ברדיוס גלובלי יש גם כמות רבה של מסחר ואילו הרחובות בעלי מדד מרכזיות נמוך הם גם כמעט ללא מסחר.

- היחס בין מדדי המרכזיות ותנועה בבת ים

המתאם בין מדד choice הזוויתי ברדיוס R=N (גלובלי) לבין כמות הולכי הרגל שנצפתה הוא גבוה ומובהק ($r=0.837$, $p<0.05$) וכך גם המתאם עם כמות כלי הרכב שנצפתה ($r=0.738$, $p<0.05$) כלומר יש קשר חזק בין סגמנטים בעלי מדד מרכזיות גבוה ונפח התנועה בסגמנטים הללו. ממצא זה מצביע על החשיבות המכרעת של רשת הדרכים להבנת התפלגות התנועה בעיר (איור 7).



איור 6: הניתוח המרחבי במדדי המרכזיות *choice (c) ו-integration* (b) והניתוח המרחבי של התפלגות המסחר (a) בבת ים. * במרחק זוויתי ברדיוס גלובלי



איור 7: הניתוח המרחבי במדד המרכזיות *choice* ועליו הניתוח המרחבי של התפלגות תנועת הולכי הרגל (b) והניתוח המרחבי של התפלגות תנועת כלי הרכב (a) בבת ים. * במרחק זוויתי ברדיוס גלובלי

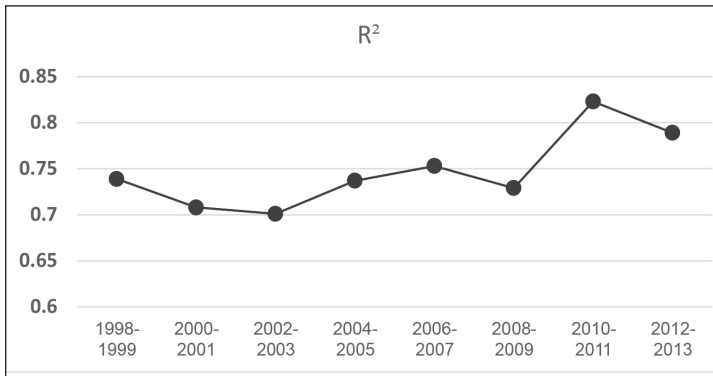
יש קשר חזק ומובהק בין תנועת כלי הרכב לתנועת הולכי הרגל ($r=0.787$, $p<0.05$), כלומר כאשר סגמנט היה בעל תנועה רבה, תנועה זו הייתה מורכבת מהולכי רגל וכלי רכב באופן דומה.

הכמות המקסימלית של הולכי רגל בסגמנט לשעה (המתאים לטווח בין השעות 13:30-19:30) היא 1350 הולכי רגל, הכמות המקסימלית של כלי הרכב היא 879. שתי התנועות נמדדו על אותו הסגמנט. באופן דומה הכמות המינימלית של הולכי רגל בסגמנט לשעה היא 57 הולכי רגל, והכמות המינימלית של כלי הרכב היא 18. גם כאן שתי התנועות נמדדו על אותו הסגמנטים.

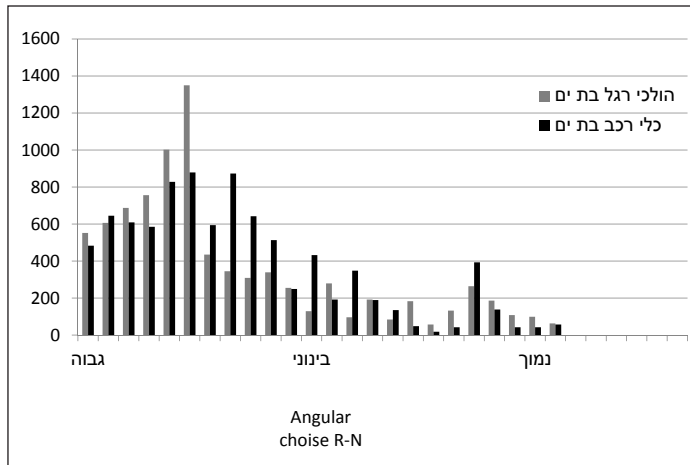
ה-יחס בין תנועה והתפלגות המסחר בבת ים

המתאם בין תנועת הולכי הרגל ומסחר הוא חזק ומובהק ($r=0.712$, $p<0.05$), תוצאה זו ממחישה את חשיבותם של שימושי קרקע כמוקדי משיכה עיקריים במיוחד לתנועת הולכי הרגל. המתאם בין כלי הרכב למסחר גם כן חזק ומובהק ($r=0.642$, $p<0.05$), דבר זה ניתן לייחס למיקום שימושי הקרקע המסחריים על הצירים המרכזיים ברמה הגלובלית התואמת ככל הנראה את תנועת כלי הרכב. הקשר בין המסחר לתנועת הולכי הרגל הוא חזק יותר מאשר הקשר של מסחר עם תנועת כלי הרכב אך באופן כללי, למסחר יש קשר חזק עם תנועה.

בגרפים של התפלגות המסחר לפי סגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice הזוויתי ברדיוס גלובלי (איור 8) ושל התפלגות התנועה לפי סגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice הזוויתי ברדיוס גלובלי (איור 9), ניתן לראות התפלגות דומה בין שלושת המשתנים התלויים הממוינים לפי מדד המרכזיות של הסגמנט.



איור 8: התפלגות חזיתות מסחריות בסגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice*. *choice* - ה-choice הזוויתי ברדיוס גלובלי



איור 9: התפלגות התנועה בסגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice*.
* choice הזוויתי ברדיוס גלובלי

אם מסתכלים על ששת הסגמנטים בעלי מדד המרכזיות choice הזוויתי ברדיוס גלובלי הגבוהים ביותר, ניתן לראות שבממוצע, היחס בין הולכי רגל לכלי רכב הוא 1:0.85, כלומר על כל הולך רגל יש 0.85 כלי רכב באותם סגמנטים.

אשדוד

- מציאת מדד המרכזיות המתאים לניתוח באשדוד

מניתוח מדדי המרכזיות המבוססים על מפת הסגמנטים באשדוד ניתן לראות שהמצב באשדוד פחות ברור ומובהק מבת ים. המתאם הגבוה והמובהק בין מדדי מרכזיות להולכי רגל במדד ה-choice הוא דווקא במרחק המטרי ברדיוס גלובלי ($r=0.602$, $p<0.05$), ככל הנראה מכיוון שצירי התנועה הראשיים ברשת הרחובות מצויים במרחקים הגדולים מידי לתנועת הולכי רגל ואילו רשת הדרכים המשנית בתוך השכונות היא מקוטעת, מפותלת ובעלת קישוריות נמוכה, המרחק המתאים להולכי הרגל באשדוד נמצא כמרחק המטרי. כפי שצוין, הרשת הגלובלית באשדוד כנראה מתאימה במרחקה דווקא לתנועת כלי הרכב ולכן המרחק שנמצא במדד מרכזיות choice כמתאים ביותר לתנועת כלי רכב הוא במרחק זוויתי ברדיוס הגלובלי ($r=0.760$, $p<0.05$). באופן לא מפתיע לא נמצא קשר מובהק בין התפלגות המסחר באשדוד עם אף אחד ממדדי המרכזיות של הרשת באף מרחק או רדיוס, מה שמצביע על אקראיות בחירת מיקום המסחר ברשת הדרכים, על פי גישת התכנון המודרני.

מכיוון שלא נמצא מדד אחד מובהק המייצג קשר חזק עם תנועת הולכי הרגל, כלי הרכב והמסחר הוחלט לבחון את המדדים מול סך כל התנועה

(סכום של כמות הולכי הרגל וכלי הרכב הממוצעת לשעה לסגמנט). סך כל התנועה נמצאה במתאם הגבוה ביותר עם מדד choice הזוויתי ברדיוס גלובלי ($r=0.563, p<0.05$) ועם מדד ה-integration הזוויתי ברדיוס גלובלי ($r=0.668, p<0.05$). תוצאות אלה מראות אם כן כי למשתני הרשת יש קשר לתנועה במרחקים זוויתיים ברדיוסים הגלובליים בשני מדדי המרכזיות.

חקירת היחס בין מדדי המרכזיות והתפלגות המסחר באשדוד

מתוך 265 הסגמנטים באזור המחקר באשדוד, ב-24 יש מסחר. להתפלגות המסחר לא נמצא קשר משמעותי עם אף מדד מרכזיות של רשת הדרכים, דבר זה נובע מגישת התכנון המודרני שלא לקחה בחשבון את מדדי מרכזיות הרשת בבואה לתכנן את מיקום המסחר. ניתוח הדגם המרחבי של התפלגות המסחר באשדוד, מגלה שהמסחר מפוזר באופן שוויוני בין מרכזי השכונות השונות, במקבצים יותר אינטנסיביים אך ללא קשרים חזקים למדדי המרכזיות של רשת הרחובות.

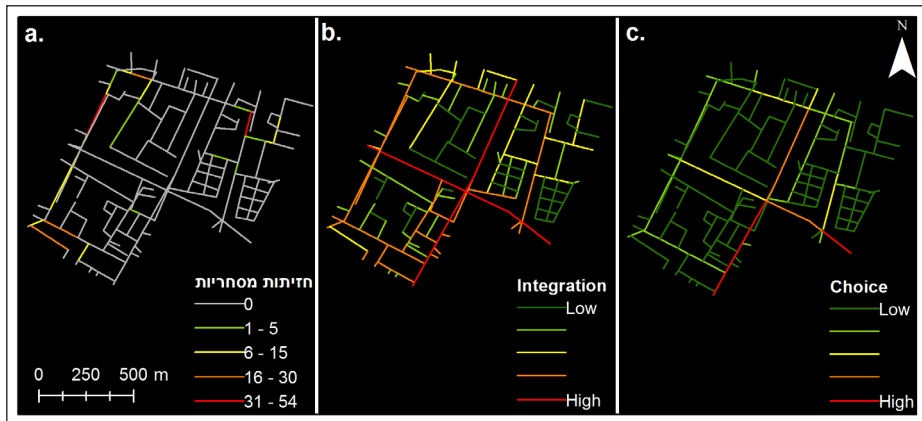
ניתן לראות באיור 10 את הניתוח המרחבי במדד המרכזיות choice במרחק הזוויתי ברדיוס גלובלי (c) ולידו את הניתוח המרחבי במדד המרכזיות של integration במרחק הזוויתי ורדיוס גלובלי (b) ושל התפלגות המסחר (a) באשדוד.

ניתן לראות כי המסחר ממוקם בסגמנטים בעלי מדדי מרכזיות נמוכים יחסית ברמה הגלובלית.

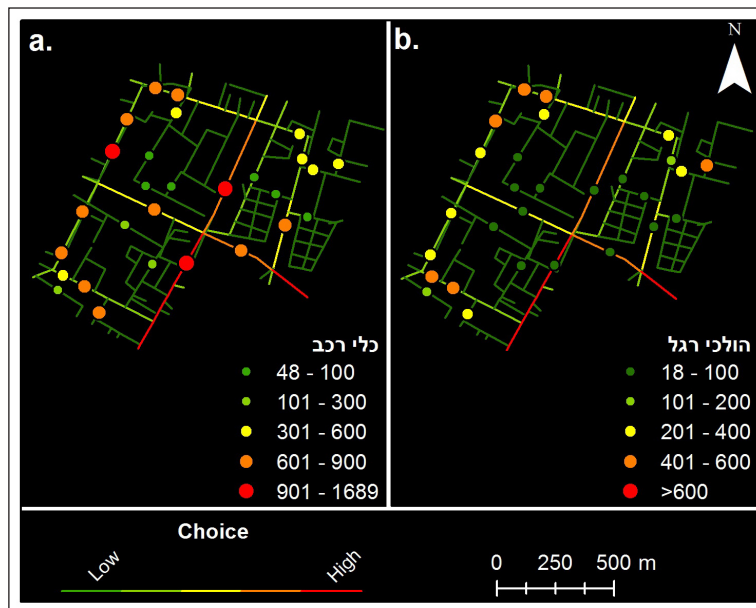
חקירת היחס בין מדדי המרכזיות ותנועה באשדוד

קיים מתאם בין מדד choice הזוויתי ברדיוס $R=N$ (גלובלי) לבין כמות התנועה הכוללת (של כלי רכב והולכי רגל) שנצפתה ($r=0.563, p<0.05$) כלומר יש קשר מסוים בין סגמנטים בעלי מדד מרכזיות גבוה ונפח התנועה על הסגמנטים הללו. ואולם, התנועה באשדוד לא מתחלקת באופן דומה בין כלי רכב והולכי הרגל, כך שמדדי המרכזיות קשורים באופן הרבה יותר חזק לתנועת כלי הרכב, גם במדד ה-choice הזוויתי ברדיוס גלובלי ($r=0.760, p<0.05$) וגם במדד ה-integration הזוויתי ברדיוס גלובלי ($r=0.755, p<0.05$). לתנועת הולכי הרגל נמצא קשר מובהק למדד המרכזיות choice במרחק מטרי ברדיוס גלובלי באשדוד ($r=0.605, p<0.05$), דבר שנובע כנראה מרשת הדרכים המקוטעת והמפותלת, כך שמרחק מטרי מבטא את תפיסת המרחק הקצר באופן טוב יותר. ממצא דומה התקבל במחקרם של אומר, רופא ולרמן (Omer, Rofe & Lerman, 2015) שמצאו כי תנועת הולכי הרגל בשכונות המתוכננות בגישת התכנון המודרנית לא ניתנת לחיזוי על פי מדד מרכזיות, מרחק ורדיוס מובהקים ונמצאו קשרים עם מדדים מגוונים יותר מאשר בשכונות הפרה-מודרניות. יחד עם זאת, רשת הדרכים הראשיות באשדוד הנמדדת על פי מרחקים זוויתיים ברדיוס הגלובלי, תואמת את תנועת כלי הרכב.

ניתן לראות באיור 11 את הניתוח המרחבי במדד המרכזיות choice במרחק הזוויתי ברדיוס גלובלי כשעליו הניתוח המרחבי של התפלגות תנועת הולכי הרגל (b) ואת הניתוח המרחבי של התפלגות תנועת כלי הרכב (a).



איור 10: הניתוח המרחבי במדדי המרכזיות *choice (c) ו-*integration (b) והניתוח המרחבי של התפלגות המסחר (a) באשדוד. *במרחק זוויתי ברדיוס גלובלי



איור 11: הניתוח המרחבי במדד המרכזיות *choice ועליו הניתוח המרחבי של התפלגות תנועת הולכי הרגל (b) והניתוח המרחבי של התפלגות תנועת כלי הרכב (a) באשדוד. *במרחק זוויתי ברדיוס גלובלי

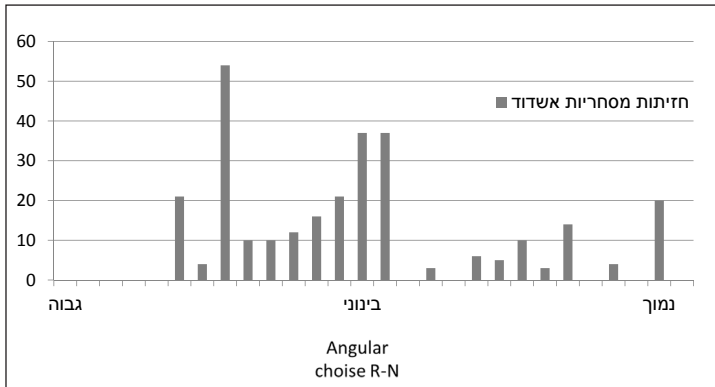
בין תנועת כלי הרכב לתנועת הולכי הרגל יש קשר נמוך ולא מובהק, כלומר כאשר סגמנט היה בעל תנועה רבה, תנועה זו הייתה מורכבת מהולכי רגל וכלי רכב באופן שונה.

הכמות המקסימלית של הולכי רגל בסגמנט לשעה (המתאים לטווח בין השעות 30:13-9:30, כפי שהוסבר בסעיף 3.2.3 לעיל) היא 579 הולכי רגל, והכמות המקסימלית של כלי הרכב היא 1689, שתי התנועות לא נמדדו על אותו הסגמנט.

באופן דומה הכמות המינימלית של הולכי רגל בסגמנט לשעה היא 18 הולכי רגל, והכמות המינימלית של כלי הרכב היא 48, וגם כאן, שתי התנועות לא נמדדו על אותו הסגמנט.

היחס בין תנועה והתפלגות המסחר באשדוד

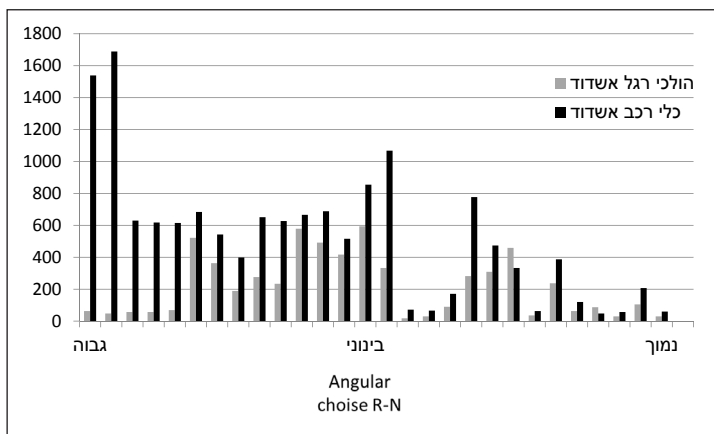
קיים מתאם מובהק אך לא מאוד גבוה בין תנועת הולכי הרגל ומסחר קיים מתאם מובהק אך לא מאוד גבוה בין תנועת הולכי הרגל ומסחר (r=0.535, p<0.05) כלומר תנועת הולכי הרגל באשדוד קשורה במידה מסוימת להתפלגות המסחר. במיוחד כאשר בוחנים אזור מובחן ולא את כל העיר, לשימושי הקרקע יש יתרון משמעותי בהסבר פיזור תנועת הולכי הרגל לעומת מדדי המרכזיות של רשת הדרכים. לעומת זאת, הקשר בין תנועת כלי הרכב למסחר ובין סך כל התנועה למסחר הוא חלש מאוד, זה קשור למבנה רשת הרחובות המודרני שבה תנועת כלי הרכב קשורה לסגמנטים בעלי מדדי מרכזיות גבוהים כאשר המסחר נעדר מהם. העדר מסחר על צירי התנועה הראשיים, המשמשים בעיקר את תנועת כלי הרכב באשדוד, גורמת, ככל הנראה לקשר הנמוך בין מסחר ותנועת כלי הרכב באשדוד. המסחר באשדוד נמצא ברמה הלוקלית, בתוך השכונות ואילו תנועת כלי הרכב מתרחשת ברובה על צירי התנועה הראשיים שהם ללא מסחר.



איור 12: התפלגות חזיתות מסחריות בסגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice*. choice* הזוויתי ברדיוס גלובלי

בגרפים של התפלגות המסחר לפי סגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice הזוויתי ברדיוס גלובלי, (איור 12) ושל התפלגות התנועה לפי סגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice הזוויתי ברדיוס גלובלי (איור 13) ניתן לראות את התפלגויות שלושת המשתנים התלויים הממוינים לפי מדד מרכזיות של הסגמנט. בגרפים אלו רואים כי התפלגות המסחר והתפלגות הולכי הרגל דומה יחסית ואילו התפלגות תנועת כלי הרכב שונה ולעיתים אף הפוכה.

אם מסתכלים על חמשת הסגמנטים בעלי מדד המרכזיות choice הזוויתי ברדיוס גלובלי הגבוהים ביותר, ניתן לראות שבממוצע, היחס בין הולכי רגל לכלי רכב הוא 1:18, כלומר על כל הולך רגל יש 18 כלי רכב באותם סגמנטים.



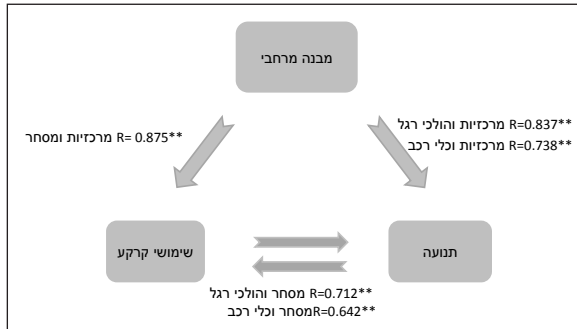
איור 13: התפלגות התנועה בסגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice*.
 choice* הזוויתי ברדיוס גלובלי

השוואה בין אזורי המחקר

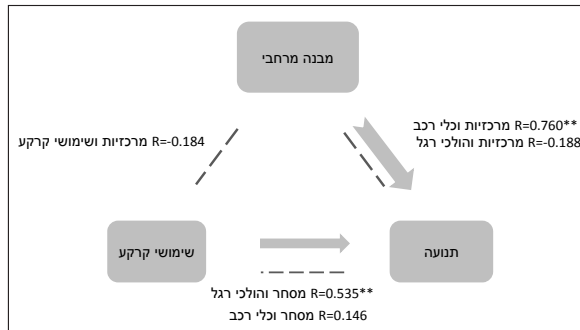
ניתוח הנתונים למעלה הראה כי בבת ים הפרדיגמה המבנית מתקיימת וישנם קשרים חזקים ומובהקים בין המשתנים (איור 14), ואילו באשדוד גישת התכנון המודרני הובילה למתאם חלש בין מבנה מרחבי ושימושי קרקע למסחר, בין מבנה מרחבי (מרכזיות ברשת) ותנועת הולכי הרגל, ובין שימושי קרקע למסחר ותנועת כלי הרכב. הקשר בין שימושי קרקע למסחר ותנועת הולכי רגל נשמר, ונשמר גם הקשר בין המבנה המרחבי (מרכזיות ברשת) וסך כל התנועה (הכוללת בעיקר תנועת כלי רכב). (איור 15).

יחסים אלו עשויים להיות קשורים עם נפח התנועה בכל אחת מהערים (איור 9 ואיור 13). נפח התנועה מושפע גם מכמות התושבים באזור המחקר והתפלגות התנועה לכלי רכב והולכי רגל מושפעת ממוצע כלי הרכב שברשותם. כפי שכבר תואר בטבלה 1 לעיל (ממוצע הנתונים הסטטיסטיים באזורי המחקר), גודל האוכלוסייה באזור המחקר בבת ים הוא נמוך יותר, 7602 תושבים באזור המחקר לעומת 11,791 באזור המחקר באשדוד. ממוצע כלי רכב בשימוש משקי בית לבני 18 ומעלה בבת-ים הוא 0.25 לעומת 0.28 באשדוד

(הלמיס 2008). אין בנתונים אלה כדי להסביר את השוני בכמות הולכי הרגל במרחב העירוני באזורי המחקר.

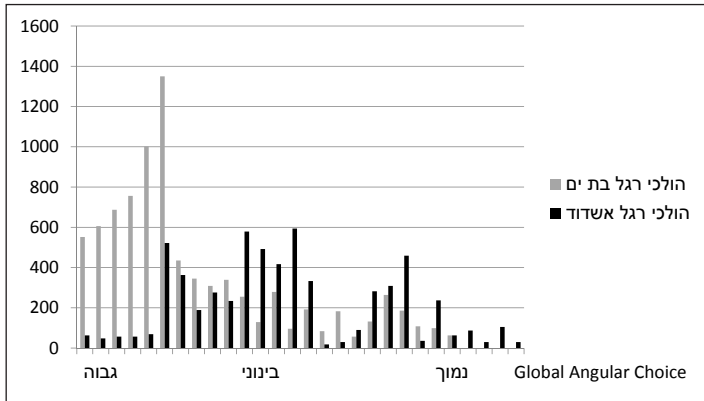


איור 14: מתאמי פירסון בין מבנה מרחבי, שימושי קרקע ותנועה בבת ים
** מתאם מובהק ברמה של 0.05 (התפלגות דו זנבית)



איור 15: מתאמי פירסון בין מבנה מרחבי, שימושי קרקע ותנועה באשדוד
** מתאם מובהק ברמה של 0.05 (התפלגות דו זנבית)

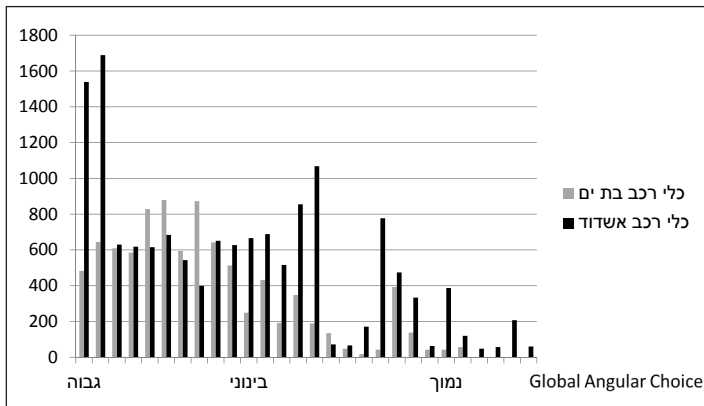
איור 16 מראה את התפלגות תנועת הולכי הרגל בבת ים מול אשדוד, ממוינת לפי סגמנטים בסדר עולה במדד choice הזוויתי ברדיוס גלובלי. איור 17 מראה את התפלגות תנועת כלי הרכב בבת ים מול אשדוד. ניתן לראות תנועת הולכי רגל רבה בסגמנטים בעלי מדד מרכזיות גבוה בבת ים אל מול תמונה הפוכה באשדוד, אך הכמויות הרבות יותר של הולכי הרגל בבת ים מול אשדוד נשמרות לאורך כל הגרף, כאשר המספר המועט ביותר של הולכי רגל בסגמנט כלשהו שנספרו בבת ים היה 57 ואילו באשדוד המספר המועט של הולכי רגל בממוצע בסגמנט הגיע ל 18.



איור 16: התפלגות תנועת הולכי רגל בסגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice.*choice. הזוויתי ברדיוס גלובלי

מצב הפוך קורה כשמשווים את תנועת כלי הרכב בבת ים מול אשדוד (איור 17) כמעט לאורך כל הגרף נשמרת תנועת כלי רכב רבה יותר באשדוד מול בת ים, כאשר המספר המועט ביותר של כלי רכב שנמדד בבת ים היה 18 ואילו באשדוד המספר המועט ביותר של כלי רכב בממוצע בסגמנט היה 48.

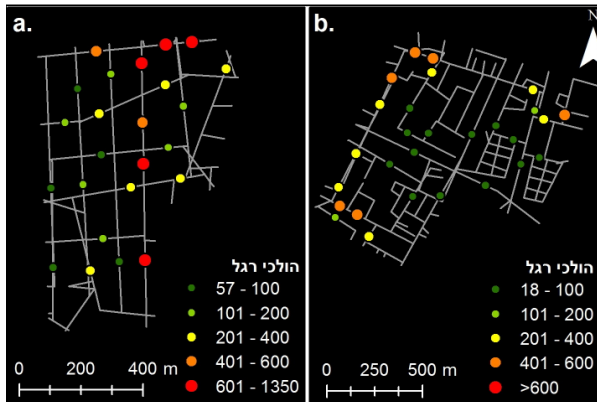
באיור 18 ניתן לראות את הניתוח המרחבי של התפלגות תנועת הולכי הרגל בבת ים (a) מול אשדוד (b), כפי שרואים בבת ים יש מעט נקודות שבהן תנועת הולכי הרגל מועטה לעומת אשדוד שבה יש הרבה נקודות עם תנועת הולכי הרגל מועטה, כלומר פיזור תנועת הולכי הרגל בבת ים הוא רחב יותר. בבת ים יש כמה נקודות שבהן תנועת הולכי הרגל היא מעל 600 לעומת אשדוד שבאף נקודה לא נצפתה תנועת הולכי רגל מעל 600.



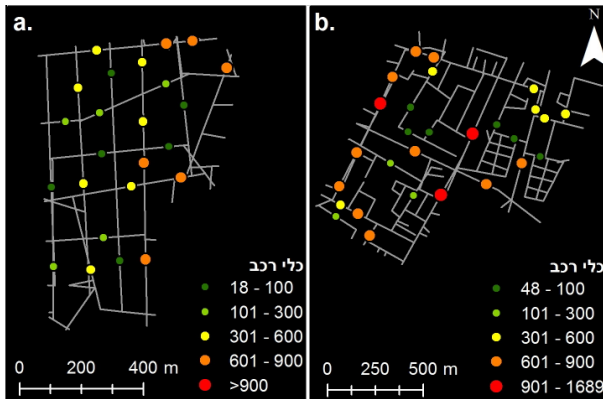
איור 17: התפלגות תנועת כלי הרכב בסגמנטים הממוינים לפי מדד ה-choice.*choice. הזוויתי ברדיוס גלובלי

באיור 13 מוצג הניתוח המרחבי של התפלגות תנועת כלי הרכב בבת ים (a) מול אשדוד (b), כפי שרואים באשדוד יש מעט נקודות שבהן תנועת כלי הרכב מועטה לעומת בת ים שבה יש יותר נקודות עם תנועת כלי רכב מועטה. כמו כן, באשדוד יש כמה נקודות שבהן תנועת כלי הרכב היא מעל 900 לעומת בת ים שבאף נקודה לא נצפתה בה תנועת כלי רכב של מעל ל-900 כלי רכב.

מהתוצאות ניתן לראות כי היעד של גישת התכנון המודרני בעידוד תנועת הולכי רגל בתוך השכונות והפחתת תנועת כלי רכב בתוך השכונות, לא נחל הצלחה, לפחות לא באזור הבדק באשדוד. נהפוך הוא – הנתק בין תנועת כלי הרכב והולכי הרגל, ובין התנועה העירונית והשכונתית קשור בירידה משמעותית בכמות ההליכה ברגל במרחב הציבורי, ועלייה בנסיעה ברכב הן ברשת העירונית, והן ברחובות המשניים בתוך השכונות.



איור 18: ניתוח מרחבי- נפחי תנועת הולכי רגל בת ים (a) ואשדוד (b)



איור 19: ניתוח מרחבי- נפחי תנועת כלי רכב בת ים (a) ואשדוד (b)

דיון ומסקנות

תוצאות המחקר מצביעות על כך שבבת ים מתקיימת זיקה מובהקת בין מבנה הרשת, תנועת הולכי הרגל וכלי הרכב ושימושי קרקע, בעוד שבאשדוד זיקה זו נמצאה חלשה ולא עקבית. ממצאים אלה תואמים את הממצאים במחקרם של אומר, רופא ולרמן (Omer, Rofe & Lerman, 2015). בהקשר רחב יותר, ממצאי המחקר מספקים תימוכין לפרדיגמה המרחבית של התנועה הטבעית באזורים שהתפתחו בתהליך הדרגתי וללא תכנון מודרניסטי כוללני מתקיים משווא חיובי בין מבנה רשת הדרכים ושימושי קרקע אטרקטיביים לתנועה, המהווה מכפיל כוח של תנועה ושל המסחר.

התוצאות מראות שאמנם מתקיים קשר בין מסחר לתנועת הולכי רגל באשדוד, אך באופן יחסי כמות תנועת הולכי הרגל פחותה לעומת בת ים. הדבר קשור גם לדרגת האינטגרציה הנמוכה יחסית של מבנה הרשת באשדוד שעשוי לתרום למיעוט הולכי רגל ברחובות הסמוכים למסחר. בבת ים המבנה האינטגרטיבי של רשת הרחובות תורם לכך שגם ברחובות הסמוכים למסחר אנו עדים לתנועת הולכי רגל רבה יותר מאשר באשדוד. התוצאות מאששות גם את תוצאות המחקר של ברן, רודריגו וקהטק (Baran, Rodríguez & Khattak, 2008) שחקרו את מאפייני רשת הדרכים והשפעתה על תנועת הולכי הרגל. במחקרם נמצא כי קישוריות גבוהה ברמות הגלובליות והלוקאליות מסבירה את תנועת הולכי הרגל הגבוהה. האיכות של היחסים בין מאפיינים מקומיים וגלובליים של הרחוב משחקים תפקיד חשוב בהסבר התפלגות תנועת הולכי רגל. באשדוד ניתן לראות שמבנה הרשת בכללותה (רמה גלובלית) אינו תואם את המבנה המקומי שלה. זוהי תוצאה ישירה של התכנון ההירארכי של רשת הדרכים. מדד ה-choice נמצא במתאם עם תנועת כלי רכב (הרמה הגלובלית) במרחקים זוויתיים, ואילו עם תנועת הולכי הרגל (רמה לוקאלית) המתאם היה במרחקים מטרניים. בבת ים, לעומת זאת, מדד ה-choice נמצא במתאם גם עם תנועת כלי הרכב וגם עם תנועת הולכי הרגל במרחקים זוויתיים. דבר זה מצביע על מאפיינים דומים בין הרמה הגלובלית לרמה הלוקלית בעוד שבאשדוד אין התאמה כזאת.

כאשר הבחינה מתמקדת בתנועת כלי רכב מתגלה ריבוי תנועת כלי הרכב באשדוד לעומת בת ים. ברחובות הראשיים המתפקדים כצירי תנועה ראשיים ללא מסחר, התופעה פחות מפתיעה מכיוון שרחובות אלו תוכננו לתנועת כלי רכב רבה. הפער הנצפה בין תנועת הולכי הרגל לתנועת כלי הרכב ברחובות בעלי מדד מרכזיות choice גלובלי גבוה באשדוד היה בממוצע 1:18 כלומר פי 18 כלי רכב מהולכי רגל בסגמנטים בעלי מדד המרכזיות הגבוה ביותר. בבת ים לעומת זאת הפער הנצפה בין תנועת הולכי רגל לכלי רכב ברחובות בעלי מדד choice גלובלי גבוה היה הפוך 1:0.85 כלומר על כל הולך רגל רק 0.85 כלי רכב. במחקרם של פן, הילייר, בניסטר וקסיו (Penn, Hillier, Banister & Xu, 1998) הם מציינים כי כל עוד הפער בין כלי רכב להולכי רגל ברחוב הוא מעל 1:8 (מעל 8 כלי רכב להולך רגל), השליטה של המכוניות במרחב הציבורי ניכרת וצריך לשנות את המצב לכך שיהיו תנאים שוויוניים יותר בין תנועת הולכי רגל לכלי הרכב על מנת לאפשר למרחב להיות יותר מקיים. בנוסף, התוצאות מראות שגם בתוך השכונה, ברחובות הלא מרכזיים והלא מסחריים, יש באשדוד תנועת כלי רכב רבה יותר מאשר ברחובות מסוג זה

בבת ים. כנראה שהיעדר אזורי מסחר לאורך הרחובות הראשיים הנמצאים בטווח הליכה מהשכונה, מחייב נסיעה בכלי רכב לאזורי המסחר הנמצאים במרכז העיר או בקניונים שמסביבה. ועל כן מייצר המרחב באשדוד יותר נסיעות גם בתוך השכונות.

ממצאי המחקר מלמדים אפוא ששכונות שהוקמו על פי גישות תכנון שונות נבדלות בתנועת הולכי הרגל וכלי הרכב. היחס בין מבנה רשת הרחובות ומיקום שימושי הקרקע ברשת השפיע על כמות נמוכה של הולכי רגל באשדוד לעומת בת ים ובנוסף ניכרת השפעה זו גם על כמות כלי הרכב הגדולה יותר באשדוד לעומת בת ים. התכנון המודרני שנועד לתרום לשיפור הבטיחות של תנועת הולכי הרגל על ידי הפרדתה מהתנועה העירונית העוברת, ולהפחתת תנועת כלי הרכב ב'יחידות השכנות' לא עמד אם כן ביעדיו. ההפרדה של הפעילות הכלכלית מתנועת כלי רכב, ההפרדה של תנועת כלי רכב מתנועת הולכי הרגל והתכנון ההיררכי של הרחובות גרם לירידה בכמות הולכי הרגל גם באזורי המסחר ואילו תנועת כלי הרכב בעיר מורגשת גם ברחובות השוליים ביותר (מבחינת מדדי מרכזיות). אם מסתכלים על התנהגות סביבתית הנובעת מהליכה ברגל ומחקטנת הפליטות של כלי הרכב, דווקא בבת ים נצפתה התנהגות סביבתית יותר כתוצאה מהתכנון המרחבי. כפי שגם הראו פן ועמיתיו (Penn et al, 1998), במחקרם, אסטרטגיות השונות מהתארגנות אורגנית המאפיינת את התכנון הפרה-מודרני, ועובדות כנגד האפקט הטבעי של התצורה המרחבית, דורשות מאמץ מתמשך וחקירה נוספת על מנת לגרום להם להיות מקיימות יותר. כאשר חנויות ממוקמות במרכז שכונת המגורים אך ללא התאמה עם מבנה רשת הדרכים, קיים קושי להחיות את השכונה ולתרום להליכה ברגל והתוצאה פחות מקיימת גם במונחים כלכליים וגם במונחים של תנועה.

מסקנותיו של מחקר זה מצביעות על חשיבות הקשר בין תכונות הרשת ומדדי המרכזיות השונים ובין תכנון עירוני הלוך בחשבון את המורכבות הזו. כפי שטען קרימי (Karimi, 2012), גישה אנליטית לתכנון אורבני המבוססת על ניתוח מרחבי עשויה לספק כלי בעל ערך להשגת תוצאות משופרות בתכנון. הכלי של 'תחביר המרחב' מאפשר בחינה מתודולוגית ואמפירית של הרשת המרחבית (בערים מישוריות) שבאמצעותה ניתן לבחון הצעות תכנוניות שנוצרו בעזרת יצירתיות ואינטואיציה. השימוש ב'תחביר המרחב' ככלי לבחינת התכנון ולשיפורו נמצא בשימוש בערים שונות, בשכונות, ברחובות ובכיכרות ברחבי העולם ומוכיח את יעילותו.

למחקר עשויה להיות תרומה אמפירית להבנת הקשרים בין מיקום שימושי קרקע למסחר, מבנה רשת הדרכים, תנועת הולכי רגל וכלי רכב. יחד עם זאת יש צורך בהמשך חקירה באזורי מחקר גדולים יותר לצורך ביסוס, תוך בחינת הייחודיות של תנועת הולכי רגל ותנועת כלי רכב, והיחס ביניהן.

ביבליוגרפיה

- אהרון, מ'. (2010). "כלוב הברזל של האתניות". סוציולוגיה ישראלית, יב (1), 181-210.
- אומר, י'. (2011). "מבנה טופולוגי של רשת רחובות והתפלגות נפח תנועת כלי רכב בעיר". תנועה ותחבורה, 99 עמ' 37-41.

- אומר, י', וצפריר-ראובן, א'. (2011). "תחביר המרחב של ערים בישראל". תכנון : בטאון איגוד המתכננים בישראל, 8 (1) : 289-306.
- אומר, י', ורופא, י'. (2013). "מודל חיזוי להערכת נפח תנועת הולכי הרגל במרחב העירוני". דו"ח מדעי מסכם שהוכן עבור הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים. גייקובס, ג'. (1961). מותן וחייהן של ערים אמריקאיות גדולות. (תרגום : מרים טליתמן). הוצאת בבל, 2008. תל אביב.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס) (2012). אוכלוסייה וצפיפות לקמ"ר ביישובים שמנו 5,000 תושבים ויותר ב-2011.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס) (2008). מדד חברתי כלכלי של האזורים הסטטיסטיים, עיריות ומועצות מקומיות והמשתנים המשמשים לחישוב המדד. וויט, ו'. (1980). מקום בעיר - החיים החברתיים של המרחבים העירוניים הקטנים (תרגום : אנאלו ורביץ). דניאלה די נור מוציאם לאור 2014. תל אביב.
- לרמן, י', ואומר, י'. (2011). "השלכות מורפולוגיות על התפלגות הולכי הרגל במרחב עירוני: המקרה של אזור רחוב אבן- גבירול בתל אביב". תנועה ותחבורה.
- עיריית אשדוד : היחידה לתכנון אסטרטגי (2012). שנתון סטטיסטי אשדוד 2011.
- צפריר-ראובן, א'. (2006). "תבניות מרחביות בעיר הישראלית". מתוך : העיר הישראלית : העיר העברית האחרונה: נערך על ידי ע' הילבורנר ומ' לויץ עמ' 109-83 הוצאת רסלינג. תל אביב.
- רופא, י'. (2013). "לקראת עירוניות תוססת בישראל". פנים - כתב עת לתרבות חברה וחינוך, 64 : 32-42.
- Appleyard, D. (1981). *Livable streets*. University of California Press, Ltd
- Bafna, S. (2003). Space Syntax: A Brief Introduction to Its Logic and Analytical Techniques. *Environment & Behavior*, 35(1), 17-29.
- Baran, P. K., Rodríguez, D. A. & Khattak, A. J. (2008). Space Syntax and Walking in a New Urbanist and Suburban Neighbourhoods. *Journal of Urban Design*, 13(1), 5-28.
- Desyllas, J., Duxbury, E., Ward, J. & Smith, A. (2003). "Pedestrian demand modelling of large cities: an applied example from london." *Centre for Advanced Spatial Analysis University College London*.
- Fenster, T. & Misgav, C. (2014). "Memory and Place in Participatory Planning." *Planning Theory & Practice* 15 (November), 349-369.
- Gehl, J. (2010) *Cities for people*. Islandpress.
- Hillier, B. (1996). "Cities as Movement Economies." *Cambridge University Press*.
- Hillier, B. (1998). "The Common Language of Space: A Way of Looking at the Social, Economic and Environmental Functioning of Cities on a Common Basis." *Journal of Environmental Science*.
- Hillier, B & Iida, S. (2005). "Network Effects and Psychological Effects: A Theory of Urban Movement." [online], p. 553-564. Available from: <http://spacesyntax.tudelft.nl/media/Long%20papers%20I/hillieriida.pdf> [Accessed: June 7, 2015]
- Hillier, B., Penn A., Hanson J., Grajewski, T. & Xu, J. (1993). "Natural Movement - Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement." *Environment and Planning B: Planning and Design* 20 (1), p. 29-66.

- Jayasinghe, A., Sano, K., & Nishiuchi, H. (2015). "Network Centrality Assessment (NCA) as an alternative approach to predict vehicular traffic volume: A case of Colombo, Sri Lanka". *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.11, (January 2016), p. 833-853. <http://doi.org/10.11175/easts.11.834>
- Karimi, K. (2012). "A Configurational Approach to Analytical Urban Design: 'Space Syntax' Methodology." *URBAN DESIGN International* 17: 297–318.
- Lerman, Y., Rofè, Y. & Omer, I. (2014). "Using Space Syntax to Model Pedestrian Movement in Urban Transportation Planning". *Geographical Analysis* 46(4): 392-410.
- Mehaffy, M., Porta, S., Rofè, Y. & Salingaros, N (2010). "Urban Nuclei and the Geometry of Streets: The 'Emergent Neighborhoods' Model." *URBAN DESIGN International* 15: 22-46.
- Omer, I., & Goldblatt, R. (2015). "Spatial patterns of retail activity and street network structure in new and traditional Israeli cities". *Urban Geography*, 3638 (December): 1–21.
- Omer, I., Rofè, Y., & Lerman, Y. (2015). "The impact of planning on pedestrian movement: contrasting pedestrian movement models in pre-modern and modern neighborhoods in Israel". *International Journal of Geographical Information Science*, (August): 1–22.
- Ozbil, A., Peponis, J., & Stone, B. (2011). "Understanding the link between street connectivity, land use and pedestrian flows". *URBAN DESIGN International*, 16(2), 125–141.
- Penn, A. (2001). "Space Syntax and Spatial Cognition Or, why the axial line?" *Proceedings, 3rd International Space Syntax Symposium Atlanta*, 11.1-11.17.
- Penn, A., Hillier, B., Banister, D., & Xu, J. (1998). "Configurational modeling of urban movement networks." *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25: 59-84.
- Perry, A. C. (1929). "City planning for neighborhood life" *Social Forces*, 8 (1): 98–100.
- Porta, S., Latora, V., Wang, F., Rueda, S., Strano, E., Scellato, S., ... Latora, L. (2011). "Street Centrality and the Location of Economic Activities in Barcelona." *Urban Studies*, 49(7): 1471–1488.
- Rofè, Y. Y. & Omer, I. (2014). "How urban grids generate urbanism – examples from Israel". *New Urban Configurations* (2014): 673 – 678
- Vaughan, L., Jones, C. E., Griffiths, S., & Haklay, M. (2010). "The spatial signature of suburban town centres", (July). Retrieved from <http://discovery.ucl.ac.uk/20101>.