חדית המחקר

המדרך האקולוגי לתושב בבאר שבע הוא כ־37 דונם, פי שניים מכושר הנשיאה של כדור הארץ | צילום: פועה בר

קיימות עירונית מקומית ועולמית – חקר מקרה של העיר באר שבע

זאב שטסל*, מידד קיסינגר ואבינועם מאיר

המחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן־גוריון בנגב
*zeevstl@bgu.ac.il

תקציר

יישובים עירוניים הם מוקדים מרכזיים לצריכת משאבי טבע וליצירת מזהמים, שמשפיעים על המערכות הסביבתיות המקומיות והעולמיות. כדי להתמודד עם ההשפעות השליליות של ערים על הסביבה ולצמצם אותן, יש צורך לנתח ולאמוד את מידת התלות וההשפעה העירונית על הסביבה. מאמר זה מציג מחקר, שהשתמשנו בו במדד 'טביעת הרגל האקולוגית' כדי לאמוד את מידת התלות במשאבי טבע וסביבה של העיר באר שבע. במסגרת המחקר נבחנו מגוון רכיבי צריכה עירוניים (מזון, מים, חומרי גלם, חשמל ותחבורה), וחושבו גודל השטח הנדרש לאספקת משאבים לעיר וגודל השטח הנדרש לקליטת הפחמן הדו־חמצני הנוצר כתוצאה מהפעילות בה. בו בזמן, בחן המחקר את מידת התלות במשאבים מקומיים שמקורם בתחומי ישראל לעומת צריכה שהתבססה על משאבים מרחבי העולם.

במחקר מצאנו כי השטח הדרוש לקיום תושבי העיר גדול פי 23 משטח העיר. כמו כן, נמצא כי מרבית הצריכה של תושבי באר שבע מתבססת על משאבים שמחוץ לתחומי ישראל, והשימוש במשאבים עולה על יכולת הסביבה הטבעית לספקם באופן מקיים. תוצאות המחקר יכולות לסייע בגיבוש מדיניות מטעם הרשות המקומית והמדינה, שבמסגרתה יקודמו פעולות לצמצום התלות העירונית במשאבי טבע, להקטנת ההשפעה של העיר על הסביבה המקומית והעולמית ולהגברת הקיימות העירונית.

מילות מפתח: טביעת רגל אקולוגית · ייצור מזון · יערות · כושר נשיאה · משאבים · עורף מרחבי (hinterland) · שירותי המערכת האקולוגית

חדשים במחקר

מבוא

למעלה ממחצית מאוכלוסיית העולם חיה כיום ביישובים עירוניים, תופעה שאמורה להמשיך ולהתעצם במהלך העשורים הקרובים [25]. התושבים הרבים המתגוררים בערים, סגנון החיים העירוני המתאפיין בצריכה רבה של מוצרים ושירותים, והעובדה שבערים מיוצרים רוב המוצרים, גורמים לכך שהערים הן מוקדים עיקריים לצריכת משאבים וליצירת מזהמים המשפיעים על המערכות הסביבתיות המקומיות והעולמיות [15,8]. עם זאת, לערים יש יתרון גודל ויתרון הנובע מריכוז גבוה של אוכלוסייה, ושניהם מאפשרים ניצול יעיל של משאבים והתמודדות טובה יותר עם בעיות סביבתיות [22]. שינוי כלל־עולמי באופן ההתארגנות העירונית יכול לצמצם במידה רבה את ההשפעה האנושית השלילית על הסביבה ולתרום לקיימות העולמית. מכך נגזרת חשיבותם של מחקרים העוסקים בחקר ההשפעה של ערים על הסביבה ובדרכים למימוש קיימות ברמה העירונית. רכיב חשוב בגיבוש של קיימות עירונית הוא האפשרות לאמוד אותה ולתכנן בהתאם לכך את צעדי המדיניות הסביבתית.

מדינת ישראל היא אחת המדינות ששיעור האוכלוסייה העירונית בה הוא מהגבוהים בעולם – בשנת 2011 התגוררו ביישובים עירוניים בה 91% מהתושבים [4]. היכולת לזהות בערים בישראל את מידת ההשפעה הסביבתית של רכיבי הפעילות העירונית, כגון תחבורה, צריכת חשמל, מזון, מים וחומרי גלם, ובהתאם לכך להתאים פעולות שונות בתחומי העיר ומחוצה לה כדי להקטין את ההשפעה הזו, היא בעלת חשיבות רבה לקידום הקיימות העירונית ולהגדלת הרווחה החברתית של תושבי הערים. במסגרת מאמר זה נתאר הערכה של מידת הקיימות העירונית בעיר באר שבע באמצעות מדד של 'טביעת רגל אקולוגית' (ecological footprint – מונח שלפי קביעת האקדמיה ללשון העברית יש לתרגמו ל־'מדרך סביבתי'), שהשימוש בו למטרה זו גובר בעת האחרונה.

<u>ערים כמערכות אקולוגיות</u>

ערים הן מערכות אקולוגיות שהשפעת האדם ניכרת בהן מאוד. כמו במערכות האקולוגיות הטבעיות (מערכות שהשפעת האדם בהן מועטה יחסית), גם המערכת האקולוגית העירונית מתבססת על אנרגיה חיצונית המפעילה אותה. אולם בעוד במערכת האקולוגית הטבעית מקור האנרגיה העיקרי הוא השמש, במערכת העירונית המקור העיקרי הוא דלק מחצבים (fossil fuel). במערכת אקולוגית טבעית, חלק מהחומרים שהיצורים החיים מתבססים עליהם נמצאים בגבולות המערכת, וחלק מגיעים מחוץ לגבולותיה. תהליכי פירוק, של הפרשות היצורים החיים ושל היצורים המתים, ממחזרים את החומרים והופכים אותם לזמינים לשימוש מחדש. לעומת זאת, במערכת אקולוגית עירונית, כמעט כל החומרים

המשמשים את העיר מקורם מחוץ לעיר, בעורף המרחבי שלה (כלומר במרחב האספקה, תחום ההשפעה ויחסי הגומלין של העיר – hinterland). נוסף על כך, במערכת העירונית רק חלק קטן מהפסולת הנוצרת ממוחזר, ועל כן העיר תלויה בעורף המרחבי שלה לא רק כדי לקבל ממנו את החומרים הדרושים לקיומה, אלא גם כדי שיקלוט את הפסולת הנוצרת בעיר [7, 8, 9, 19, 22, 23].

על קצה המזלג

דרוש שינוי באורח החיים העירוני

* תושבי ערים חיים מעבר למה שהטבע מעמיד לרשותם, ומעמיסים באופן משמעותי על הסביבה מחוץ לעירם ומחוץ למדינתם.
* המדרך הסביבתי העירוני הגבוה מושפע מגורמים חברתיים־כלכליים ומתרבות הצריכה, המעודדת רכישת מוצרים חדשים ומזון מיותר.
* כדי לצמצם את המדרך הסביבתי של העיר יש לטפח מודעות צרכנית על־ידי חינוך והסברה, שיביאו לפיתוח התודעה הסביבתית של תושבי העיר.
* על הרשויות המקומיות והממשלה לגבש מדיניות סביבתית, שבמסגרתה יינקטו פעולות להגברת הקיימות העירונית ולהקטנת השפעת העיר על הסביבה.

עד למהפכה התעשייתית היה העורף המרחבי של הערים ממוקם בעיקר באזור הסמוך להן, ולכן הן הסתמכו על כושר הנשיאה של מערכות אקולוגיות סמוכות. מאז המהפכה התעשייתית, ובעיקר בעשורים האחרונים, גרמו שיפור אמצעי ההובלה, תהליכי הגלובליזציה הכלכלית וההתפתחות הטכנולוגית שמתבססת על שימוש במשאבים שמקורם בכל העולם, לכך שהעורף המרחבי של ערים גדל מאוד והפך בערים רבות לעולמי; כלומר – אנרגיה, מוצרים ומזון מגיעים לערים מהעולם כולו [8, 10, 15, 20].

בדומה להרחבת שטח העורף המרחבי המספק לערים את המשאבים הדרושים לקיומן, ניתן לראות גם הרחבה של העורף המרחבי, שהפסולת שנוצרת בערים מצטברת בו. בעבר הצטברה רוב הפסולת בעיקר בתוך העיר עצמה (למשל זיהום אוויר) ובשולי העיר (למשל מטמנות לפסולת מוצקה). מפגעים סביבתיים אלה קיימים גם כיום, אך נוסף להם יש לערים גם השפעות רבות על הסביבה העולמית, ובהן: פחמן דו־חמצני הנוצר מפעילותם של תושבי העיר משפיע על אפקט החממה העולמי וגורם לשינוי האקלים; צריכת משאבי דלק המחצבים על־ידי תושבי העיר גורמת להתדלדלותם העולמית; מזון ומוצרים אחרים שצורכים תושבי העיר מיוצרים במקומות מרוחקים, ותהליך ייצורם ושינועם משפיעים על מערכות אקולוגיות שאינן קשורות למערכת האקולוגית המקומית של העיר, ועל אנשים שאינם תושבי העיר (ולרוב גם אינם תושבי המדינה שהעיר נמצאת בה).

מכל אלה מתברר, שאם בוחנים את העיר מנקודת המבט של כושר נשיאה אקולוגי, ברור שכל עיר חורגת במידה רבה מכושר הנשיאה של השטח שהיא תופסת – הרי כפי שציינו, שלא כמו מערכת אקולוגית טבעית, עיר אינה יכולה להתקיים רק מהחומרים הנמצאים בתחומה. למעשה, עיר מייבאת כושר נשיאה מהעורף המרחבי המספק את החומרים הדרושים לקיומה, והיא משתמשת בעורף המרחבי לקליטת הפסולת שהיא מייצרת [16]. עובדות אלה מעלות את השאלה כיצד ניתן לאמוד את מכלול השפעותיהן של ערים על הסביבה.

טביעת רגל אקולוגית ככלי למדידת השפעתן של ערים על הסביבה

קובעי המדיניות הסביבתית ברמה העירונית והארצית משפיעים על התנהלות העיר. מדידה של מידת הקיימות העירונית היא אמצעי חשוב, שיכול לסייע להם לקבל החלטות שישפרו את מידת הקיימות העירונית. המדידה מאפשרת לזהות את רכיבי הפעילות האנושית, ובהתאם לכך לחפש את הדרכים שניתן לקיים בהן את הפעילויות הללו כך שיהיו מקיימות בַּמידה הרבָּה ביותר. השוואה של תוצאות המדידה למדידות שנערכו בעבר, יכולה לאפשר הערכה של יעילות המדיניות הסביבתית ולהתריע מפני מצבים שיש בהם התדרדרות במצב הקיימות. כמו כן, ניתן להשוות את תוצאות המדידה לערים אחרות, וכך להעריך עד כמה העיר מקיימת בהשוואה לערים אחרות. תוצאות של מדידת הקיימות העירונית יכולות לשמש גם להעלאת המודעות הציבורית לנושא הקיימות, ולהיות חלק מהדיווח של הרשויות לציבור על מצב הסביבה [8, 14].

כיום משמשים שלושה כלים עיקריים למדידת ההשפעה שיש לעיר על סביבתה: מערכות אינדיקטורים [24], חילוף חומרים עירוני (urban metabolism) [14] וטביעת הרגל האקולוגית. במחקר שנתאר במאמר זה השתמשנו במדד טביעת הרגל האקולוגית שאת יתרונותיו וחסרונותיו נציג להלן. מדד טביעת הרגל האקולוגית מודד את השטח של האדמה הפורייה וגופי המים

הנדרשים כדי לייצר משאבים ביולוגיים מתחדשים עבור יחיד, אוכלוסייה או פעילות מסוימת, וכדי לקלוט את הפסולת הנוצרת, בהינתן הטכנולוגיה שמשתמשים בה והאופן שמנהלים בו את המשאבים [12, 26]. השטח מבוטא ביחידת מידה הנקראת הקטר גלובלי (הקטר שווה לכ־10 דונם). יחידת מידה זו מבטאת את הערך הממוצע של היצרנות העולמית ליחידת שטח (יחידות של הקטר גלובלי מגדילות את גודלם של שטחים איכותיים יותר [כמו למשל שטחים חקלאיים] ומקטינות את גודלם של השטחים שאיכותם פחותה [כמו למשל שטחי מרעה] באופן כזה שסך כל השטח של כדור הארץ נשאר זהה). מדד טביעת הרגל האקולוגית מתייחס לשישה סוגים של שימושי קרקע מתחדשים: חקלאות, מרעה, יער לאספקת עץ, שטח יצרני בים לאספקת דגה, שטח יער לקליטת פחמן דו־חמצני ושטח בנוי. השטח הכולל של הקרקע הפורייה העומדת לרשות בני האדם על פני כדור הארץ מוערך ב־11.9 מיליארד הקטר. חלוקתו לאוכלוסיית כדור הארץ מאפשרת לדעת כמה שטח עומד בממוצע לרשותו של אדם בעולם. שטח זה מוערך בכ־1.8 הקטר גלובלי לאדם, אך בפועל השימוש הממוצע לאדם הוא 2.7 הקטר גלובלי [12]. משמעות נתון זה היא שאוכלוסיית כדור הארץ עושה שימוש יתר של 50% במשאבים המתחדשים. השימוש במדד טביעת הרגל האקולוגית מאפשר לבדוק עבור כל אדם (או אוכלוסייה) אם אורח חייו מתקיים במסגרת מה שעומד לרשותו מבחינת משאבים מתחדשים בעולם או בגבולות אזור מוגדר, כדוגמת מדינה [26].

לשימוש במדד טביעת הרגל האקולוגית כמה יתרונות. ראשית, מדובר במדד פשוט יחסית, הכולל רק משתנה אחד המבוטא ביחידות של שטח, שהן יחידות שכל אדם מבין אותן בתודעתו המרחבית. עובדה זו מאפשרת להשתמש בתוצאות המדידה להעלאת המודעות הסביבתית בקרב הציבור וקובעי מדיניות שאינם בקיאים במדדים מורכבים יותר [27]. נוסף על כך, קל להבין שלכל אדם יש טביעת רגל אקולוגית, ושכל אחד יכול להשפיע על טביעת הרגל האקולוגית שלו עצמו. כמו כן, המדד מציב יעד שראוי לשאוף אליו – טביעת רגל אקולוגית של 1.8 הקטר גלובלי לאדם (השטח שעומד לרשות כל אדם בכדור הארץ). במקביל מאפשר המדד להשוות בין טביעת הרגל האקולוגית הממוצעת של אוכלוסיות שונות ולהצביע בבירור על פערים ביניהן (למשל בין מדינות מפותחות למדינות מתפתחות) [21]. לעומת יתרונות אלה יש למדד חסרונות שונים. אחד המרכזיים שבהם הוא שטביעת הרגל האקולוגית כוללת בעיקר את ההיבט של צריכת משאבים ביולוגיים מתחדשים (כגון יער, דגה). התייחסות המדד לצריכת משאבים מתכלים היא חלקית בלבד, ומתמקדת אך ורק בפליטות הפחמן הדו־חמצני הגלום במחזור החיים של השימוש במשאבים אלה. כמו כן, המדד אינו מתייחס להשפעות של העיר על איכות המשאבים (למשל זיהום האוויר, המים או הקרקע).

כדי שניתן יהיה לאמוד את טביעת הרגל האקולוגית של תושבי העיר בפרק זמן מסוים, יש צורך בנתונים כגון צריכת מזון, חשמל, תחבורה, מוצרים שאינם מזון ושטח היישוב. עבור כל אחד מהמוצרים יש למצוא כמה שטח נדרש כדי לספק אותו. הסכום של כל השטחים הללו הוא טביעת הרגל האקולוגית העירונית [17, 27, 26].

שימוש במדד טביעת הרגל האקולוגית למדידה של קיימות עירונית מקובל כיום במחקר האקדמי. עם זאת, מספר המחקרים שעשו שימוש בכלי זה עדיין מצומצם. בישראל נערך עד כה רק מחקר אחד מסוג זה – ברעננה בשנת 2002. במאמר זה יתואר מחקר שערכנו בישראל, ובו בחנו את העיר באר שבע, שנבחרה משיקולים של זמינות נתונים.

טביעת הרגל האקולוגית של באר שבע

באר שבע היא העיר השביעית בגודלה בישראל מבחינת גודל האוכלוסייה. העיר משמשת כגלעין מטרופולין לתושבי צפון הנגב, ובהתאם לכך מספקת שירותים, מסחר, תעסוקה, תרבות וחינוך לאוכלוסיית האזור [1]. במדד הדירוג החברתי־כלכלי של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הכולל משתנים כמו הכנסות התושבים, רמת הדיור, בעלות על מוצרים, רמת מינוע, השכלה ומאפייני תעסוקה ואבטלה, דורגה באר שבע בשנת 2006 במקום ה־118 מתוך 198 ערים בישראל. בדירוג הכולל של אשכולות הרמה החברתית־כלכלית (מ־1 הנמוך עד 10 הגבוה) משויכת העיר לאשכול מספר 5 [2]. נתונים אלה יכולים לספק אמת מידה לגבי רמת החיים של תושבי באר שבע ביחס לשאר תושבי ישראל, כרקע לאומדן טביעת הרגל האקולוגית שלה.

גרוטאות רכב בדרום באר שבע | צילום: דידי זילברמן (cc)

שיטת המחקר

חישוב טביעת הרגל האקולוגית של עיר מצריך נתונים משני סוגים:

א. נתונים על צריכת מוצרים ושירותים על־ידי תושבי העיר, במקרה זה של העיר באר שבע;

ב. מקדמי המרה שבאמצעותם ממירים את הצריכה לשימוש בסוגי שטח הכלולים במדד טביעת הרגל האקולוגית (שטח חקלאי, שטח יער, שטח מרעה ושטח בנוי).

טביעת הרגל האקולוגית של כל אחד רכיבי הצריכה היא מכפלת הכמות הנצרכת מאותו הרכיב, במקדם ההמרה המתאים ליחידת שטח של הקטר גלובלי.

מקדם ההמרה של המוצר לטביעת הרגל האקולוגית	x	הכמות הנצרכת ממוצר מסוים	=	טביעת הרגל האקולוגית של המוצר הנצרך

נתוני צריכת המוצרים והשירותים של תושבי באר שבע חולקו על פי הקטגוריות הבאות: מזון, תחבורה, חשמל, אספקת מים וטיהור שפכים, שימוש בגז בישול לצריכה ביתית, צריכת מוצרים שאינם מזון ושטח העיר (השייך לרשות המקומית). הנתונים התקבלו ממגוון של מקורות, ובהם הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה [3], פורום 15 הערים העצמאיות בישראל [6], ארגון המזון העולמי [13] ו־Global Footprint Network (להלן GFN) [12]. בחלק מהמקרים לא הכילו מקורות המידע נתונים לגבי העיר באר שבע, אלא נתונים אחרים שעל פיהם ניתן היה לחשב את טביעת הרגל האקולוגית על בסיס הנחות שונות. כך, למשל, מכיוון שלא ניתן היה לקבל נתונים על צריכת מוצרים שאינם מזון, הנחנו שמוצרים אלה מגיעים בסוף חייהם לפסולת, ולכן השתמשנו בהרכב החומרים המצויים בפסולת, על פי סקר פסולת של המשרד להגנת הסביבה [5], כמייצג את חומרי הגלם שהמוצרים מורכבים מהם.

מקדמי ההמרה שהשתמשנו בהם נלקחו מעבודות של GFN [3] ומעבודות שבדקו טביעת רגל אקולוגית עירונית [11, 17]. ברוב רכיבי הצריכה קיים רכיב של צריכת אנרגיה במהלך ייצור המוצר או השימוש בו. כדי לקבל את טביעת הרגל האקולוגית של רכיב זה הומרה האנרגיה ליחידות של פחמן דו־חמצני הנפלט בעת השימוש באנרגיה. באמצעות הנוסחה שלהלן [18] הומרה כמות הפחמן הדו־חמצני הזו לטביעת הרגל האקולוגית של שטח יער בהקטר גלובלי, שנדרש כדי להטמיע את הפחמן דו־חמצני. יש לציין שהנוסחה מקזזת מהכמות הכוללת של הפחמן הדו־חמצני את הפחמן הדו־חמצני שהאוקיינוסים מסלקים מהאטמוספרה באמצעות המסה במי הים ובהטמעה על־ידי פיטופלנקטון.

נוסחה לחישוב טביעת רגל אקולוגית ביחידות של הקטר גלובלי:

$$EF = A \times (cf \times co \times cgh)$$

A כמות הפחמן הדו־חמצני בטונות;

cf מקדם לקבלת שטח יער לקליטת כל כמות הפחמן הדו־חמצני, ערכו 0.27;

co מקדם שבאמצעותו מחסרים משטח היער לקליטת פחמן דו־חמצני את הפחמן דו־חמצני הנקלט באוקיינוסים, ערכו 0.66;

cgh מקדם להמרה של שטח היער לקליטת פחמן דו־חמצני להקטר גלובלי, ערכו 1.24.

כדי לזהות את החלוקה של השפעת העיר על המשאבים המקומיים והעולמיים, נעשתה לכל אחד מרכיבי הצריכה חלוקה בין צריכה שהתבססה על משאבים שמקורם בתחומי ישראל וצריכה שהתבססה על משאבים מחוץ לישראל.

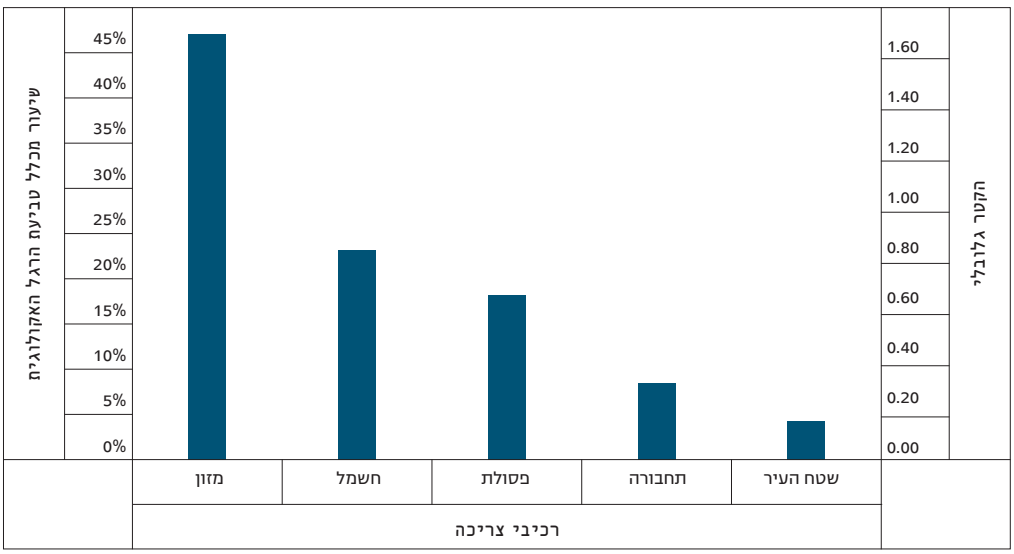
תוצאות

<u>טביעת הרגל האקולוגית לפי רכיבי צריכה</u>

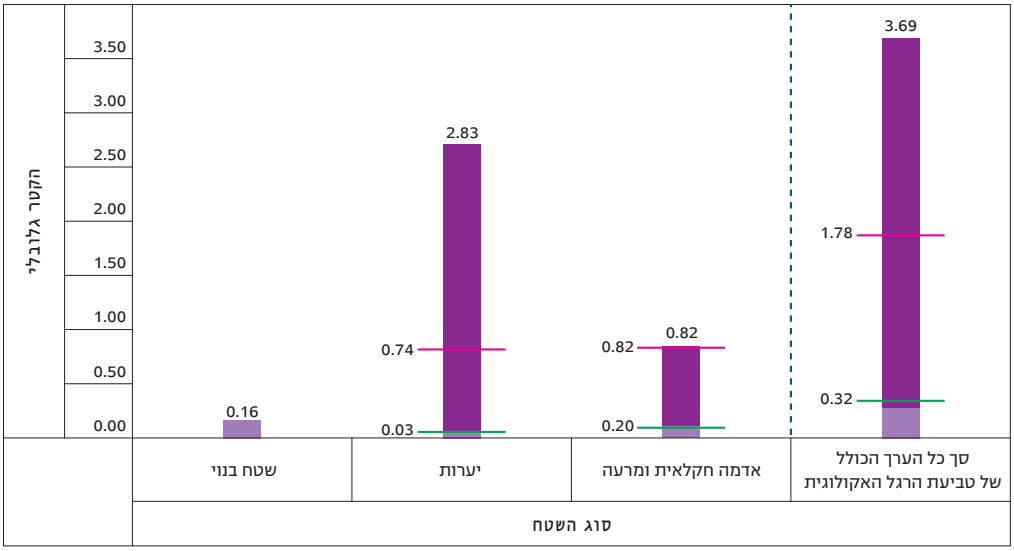
איור 1 מתאר את התפלגות טביעת הרגל האקולוגית של תושבי באר שבע על פי רכיבי הצריכה. הרכיב בעל התרומה הגדולה ביותר הוא המזון, המהווה קרוב למחצית מטביעת הרגל האקולוגית, ולאחריו חשמל (24%) וחומרי הגלם (18%). הרכיבים האחרים (תחבורה ושטח העיר) מהווים 7% או פחות. השוואה למחקרים האחרים בערים אחרות, כמו למשל רעננה [17], יורק (בריטניה) [9] וגנסו (סין) [11], מעלה שגם במחקרים אלה נמצא המזון כרכיב המשמעותי ביותר. השוואה מדויקת של רכיבי הצריכה האחרים לתוצאות של המחקרים האחרים לא התאפשרה, מכיוון שבכל אחד מהם ננקטה שיטת מחקר שונה בחלוקה לרכיבי הצריכה.

<u>טביעת הרגל האקולוגית של הצריכה לפי סוגי המשאבים</u>

איור 2 מציג את צריכת המשאבים לנפש בבאר שבע לפי סוגי השטחים הנדרשים לצורך אספקת המוצרים והשירותים. כמו כן, מוצגים בו כושר הנשיאה לנפש בתחומי ישראל וכושר הנשיאה העולמי, כפי שחושבו על־ידי ה־GFN, עבור כל אחד מסוגי השטחים [12]. הערך הכולל של טביעת רגל אקולוגית לנפש בבאר שבע הוא 3.69 הקטר גלובלי (כ־37 דונם). טביעת רגל אקולוגית זו חורגת מכושר הנשיאה של כדור הארץ, שכאמור עומד על 1.8 הקטר גלובלי לנפש [12]. חריגה ניכרת מכושר הנשיאה העולמי התקבלה גם במחקרים שבחנו טביעת רגל אקולוגית עירונית בערים שהוזכרו בפסקה הקודמת [7, 9, 11]. כאשר משווים על פי איור 2 את צריכת המשאבים של תושבי באר שבע לכושר הנשיאה העומד לרשותם בתחומי ישראל, רואים שבאדמת יער חורגת הצריכה של תושבי באר שבע במידה ניכרת מהשטח העומד לרשותם הן בתחומי ישראל הן בעולם. באדמה חקלאית ובמרעה עומדת טביעת הרגל



איור 1. התפלגות טביעת הרגל האקולוגית של באר שבע על פי רכיבי צריכה בשנת 2007



איור 2. טביעת רגל אקולוגית לנפש לפי סוג השטח המשמש לאספקת המשאבים לתושבי באר שבע בשנת 2007

חזית המחקר

האקולוגית של תושבי העיר בדיוק בכושר הנשיאה העולמי (0.82). עם זאת, כושר הנשיאה בתחומי ישראל אינו מאפשר לייצר את המזון של תושבי באר שבע בתחומי ישראל, ולכן רוב השטח הנדרש לשם כך צריך להיות מחוץ לתחומי מדינת ישראל. איור 2 מציג גם את הערך הכולל של טביעת הרגל האקולוגית של באר שבע. ניתן לראות כי מקורם של רוב המשאבים שצורכים תושבי העיר הוא מחוץ לגבולות ישראל. תוצאה נוספת היא ששטח העיר עצמה (0.16 הקטר גלובלי לנפש) הוא רק כ־4% מהשטח הכולל המספק את משאביה (3.69 הקטר גלובלי לנפש), כלומר העורף המרחבי של העיר גדול פי 23 משטח העיר בפועל.

דיון ומסקנות

במהלך השנים האחרונות הולכת וגוברת המודעות בעולם, ובכלל זה בישראל, לחלק המרכזי שיש ליישובים עירוניים בהשפעה הסביבתית המקומית והעולמית. מודעות זו יצרה שורה של יוזמות לקידום קיימות עירונית. אחד הצעדים החשובים במסגרת תהליך זה הוא אומדן של רכיבים שונים בקיימות העירונית. תוצאות המחקר מאפשרות לכמת את מידת התלות של העיר בסביבה ואת ההשפעה שלה עליה, וכן לבחון את תרומתם היחסית של רכיבי צריכה שונים בתחומי העיר לטביעת הרגל האקולוגית העירונית. מידע זה יכול לסייע בגיבוש מדיניות סביבתית על־ידי הרשות המקומית והממשלה, שבמסגרתה יינקטו פעולות שונות

להקטנת ההשפעה של העיר על הסביבה ולהגברת הקיימות.

המחקר זיהה שורה של תחומי פעילות עירונית המשפיעים על טביעת הרגל האקולוגית העירונית. מתוך מגוון תחומים אלה, צריכת המזון בתחומי העיר היא הרכיב העיקרי. תחומי פעילות נוספים שיש להם חלק נכבד בטביעת הרגל האקולוגית הם צריכת חשמל, תחבורה וחומרי גלם. כמו במקרה של ערים אחרות בעולם, כדי לקיים פעילויות אלה תלויה באר שבע בעורף מרחבי מקומי ועולמי, ומשפיעה עליהם. מתוצאות המחקר עולה כי תושבי באר שבע משתמשים במשאבי הסביבה המקומיים והעולמיים הרבה מעבר לכושר הנשיאה היחסי העומד לרשותם ברמה העולמית וברמה המקומית. ברמה העולמית מצא המחקר כי טביעת הרגל האקולוגית של תושבי העיר חורגת פי 2 מטביעת הרגל האקולוגית לנפש שיכולה להתקיים בהתאם לכושר הנשיאה העולמי. עוד מצא המחקר כי החריגה מכושר הנשיאה הארצי גבוהה אף יותר, ונאמדת ביותר מפי 11 מזה העומד לרשותם בתחומי ישראל (איור 2). משמעות הנתונים היא שתושבי באר שבע מעמיסים באופן משמעותי על הסביבה במקומות שמחוץ לעיר, וחיים מעבר למה שהטבע מעמיד לרשותם. תוצאות דומות התקבלו גם במחקרים אחרים שבדקו קיימות עירונית באמצעות טביעת הרגל האקולוגית בערים אחרות בארץ ובעולם [9, 11, 17].

הסיבה העיקרית לחריגות אלה נובעת מתלות בשטחי יער רחבים להטמעת הפחמן הדו־חמצני הנפלט כתוצאה מצריכת אנרגיה – צריכה ישירה של אנרגיה בפעילויות כגון שימוש בתחבורה וצריכת חשמל, וצריכה עקיפה של אנרגיה שמתקיימת עקב צריכת מוצרים שבמחזור החיים שלהם גלומה אנרגיה. החריגה מכושר הנשיאה העולמי של משאב היער היא פי 3.8, והחריגה מכושר הנשיאה הארצי שלו היא יותר מפי 90. החריגה הניכרת מכושר הנשיאה המקומי נובעת מהעובדה שבישראל אין די שטחי יער שיכולים להטמיע את הפחמן הדו־חמצני שמייצרים תושבי העיר. במקרים רבים, המודעות של תושבי העיר לבעיות עולמיות – כמו פליטה של פחמן דו־חמצני שגורמת להתחממות העולמית – נמוכה, מאחר שהם אינם מודעים לקשר שבין צריכת האנרגיה לבין ההשפעות הסביבתיות שהיא יוצרת בקנה המידה העולמי. לכן, רכיב מרכזי בהתמודדות עם בעיות עולמיות שיוצרות ערים הוא הגדלת המודעות של תושבי העיר והממשל העירוני והלאומי, לכך שיש להם אחריות מוסרית ואינטרס מעשי לא רק לקיימות בהיבט של הסביבה המקומית, אלא גם לקיימות בהיבט הכלל־עולמי, במובן של "חשוב גלובלית פעל מקומית". באופן מעשי מתקפים ממצאי המחקר תובנות שקיימות כיום בתחום עיצוב המדיניות הסביבתית, בנושאים כמו חיסכון בצריכת החשמל, תכנון תחבורה מקיימת וקידום שימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים.

עוד רכיב התורם לטביעת הרגל האקולוגית הוא צריכת קרקע לייצור מזון עבור תושבי העיר. למרות חשיבותו של רכיב זה, הוא אינו זוכה בדרך כלל להתייחסות בהקשר העירוני. ברכיב זה, תושבי באר שבע אינם חורגים מכושר הנשיאה העולמי העומד לרשותם, אולם כושר הנשיאה בתחומי ישראל אינו מאפשר לגדל את כל המזון של תושבי העיר, והם נאלצים להיות תלויים באספקת מזון ממקומות שמחוץ לישראל. מצב זה יוצר תלות רבה של העיר בסביבה העולמית והשפעה רבה עליה. ניתן לצמצם תלות זו במידה מועטה על־ידי הגדלת הייצור החקלאי המיועד לצריכה מקומית על חשבון שטחי חקלאות, שמשמשים כיום לגידולים שמיועדים ליצוא, ועל־ידי הכנסה לשימוש של שטחים שיכולים לשמש לחקלאות, אך אינם מנוצלים כיום.

רכיב נוסף, שלרוב אינו מובא בחשבון במסגרת אומדן הקיימות העירונית, הוא המשאבים הנחוצים (קרקע, מים, אנרגיה) לייצור המוצרים שתושבי העיר משתמשים בהם, והפחמן הדו־חמצני הנפלט בתהליך הייצור. רמת הצריכה של תושבי העיר מושפעת במידה רבה מגורמים חברתיים־כלכליים שונים ומתרבות הצריכה, שמעודדת רכישה של מוצרים חדשים. צמצום הצריכה הוא בעיקר נושא של מודעות צרכנית בקרב תושבי העיר, מודעות שניתן ליצור על־ידי טיפוח של תודעה סביבתית באמצעות חינוך והסברה.

סיכום

במחקר זה התמקדנו בעיקר ברכיב אחד של ההשפעה העירונית, צריכת משאבים מתחדשים, שנמדדה באמצעות מדד טביעת הרגל האקולוגית. צריכה זו היא רק רכיב אחד ממכלול ההשפעות של ערים על הסביבה. תמונה מלאה שתתמודד עם מגבלה זו מצריכה התייחסות לרכיבים חשובים נוספים, כמו השפעת העיר על איכות המשאבים (זיהום משאבים), שימוש העיר במשאבים מתכלים וניתוח התנהגותם הפרטנית של התושבים. דבר זה מצריך לא רק שימוש במדדים קיימים אלא גם פיתוח מדדים נוספים ושילוב ביניהם. תמונת המצב הכוללת שתתקבל ממחקרים אלה יכולה ליצור את התשתית לפיתוח כלי מדיניות סביבתית שונים, שיצמצמו את השפעתן של ערים על הסביבה ויגדילו את תרומתן לקיימות המקומית והעולמית.

נוסף על כך, ראוי לבחון במחקרי המשך כיצד גורמים פיזיים (כגון אקלים, מבנה העיר ועוד) וגורמים חברתיים־כלכליים שונים משפיעים על מידת התלות העירונית במשאבי טבע ומעצבים את היקף טביעת הרגל האקולוגית של העיר. כמו כן, יש מקום לבחון ערים נוספות בישראל על פי שיטת מחקר זו, תוך נקיטת גישה השוואתית, ולנתח את המשמעויות העולות מכך למדיניות הסביבתית ולקידום הקיימות בישראל.

מגוון פֵּרות וכלי בית של משפחה בבאר שבע.
מתוך הפרויקט ישראל - הבית שלי? | צילום: טטיאנה מורא ©

מקורות

[1] אסיף ש. 1996. תכנית אב מתאר ופיתוח מטרופולין באר שבע. ירושלים: משרד הפנים.

[2] הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2006. אפיון רשויות מקומיות וסיווגן לפי הרמה החברתית־כלכלית של האוכלוסייה. www.cbs.gov.il/publications/local_authorities06/local_authorities_h.htm.

[3] הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2007. מאזן אספקת המזון. www.cbs.gov.il/webpub/pub/text_page.html?publ=45&CYear=2008&CMonth=1.

[4] הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2011. יישובים ואוכלוסייה לפי צורת יישוב וקבוצת אוכלוסייה, שנתון סטטיסטי לישראל לוח 2.12. ירושלים. www.cbs.gov.il/reader/shnaton/shnatonh_new.htm?CYear=2011&Vol=62.

[5] המשרד להגנת הסביבה. 2006. הרכב הפסולת הביתית, סקר ארצי 2005. www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Waste/Types/MixedWaste/Documents/seker_herkev_psolet_2005.pdf.

[6] לזר ז. 2010. השלמת נתונים לסקר מצאי פליטות גזי חממה ומזהמי אוויר בעיריות החתומות על אמנת האקלים של פורום ה־15. המשרד להגנת הסביבה ומרכז השלטון המקומי.

[7] Alberti M. 1999. Modeling the urban ecosystem: A conceptual framework. *Environment and Planning B: Planning and Design* **26**(4): 605-630.

[8] Alberti M. 2008. Advances in urban ecology. New York: Springer.

[9] Barrett J, Vallack H, Jones A, and Haq G. 2003. A material flow analysis and ecological footprint of York. York: Stockholm Environment Institute.

[10] Decker EH, Elliott S, Smith FA, et al. 2000. Energy and material flow through the urban ecosystem. *Annual Review of Energy and the Environment* **25**(1): 685–740.

[11] Du B, Zhang K, Song G, and Wen Z. 2006. Methodology for an urban ecological footprint to evaluate sustainable development in China. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* **13**(4): 245-254.

[12] Ewing B, Goldfinger S, Wackernagel M, et al. 2010. The Ecological Footprint Atlas 2010. Oakland: Global Footprint Network.

[13] FAO. 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor.

[14] Fragkou MC. 2009. Evaluation of urban sustainability through a metabolic perspective: Application in a Mediterranean coastal region (PhD dissertation). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.

[15] Grimm NB, Faeth SH, Golubiewski NE, et al. 2008. Global change and the ecology of cities. *Science* **319**: 756-760.

[16] Haughton G. 1997. Developing sustainable urban development models. *Cities* **14**(4): 189-195.

[17] Kissinger M and Haim A. 2008. Urban hinterlands - The case of an Israeli town ecological footprint. *Environment, Development and Sustainability* **10**(4): 391-405.

[18] Monfreda C, Wackernagel M, and Deumling D. 2004. Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity assessments. *Land Use Policy* **21**(3): 231-246.

[19] Newman P. 2006. The environmental impact of cities. *Environment and Urbanization* **18**(2): 275.

[20] Rees W and Wackernagel M. 1996. Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable – And why they are a key to sustainability. *Urban Ecology* **16**(4-6): 537-555.

[21] Rees WE. 2006. Global change, urban (un) sustainability and the vulnerability of cities: An ecological footprint perspective. *Seeking Truth (Quishi Xuekan)* **33**(4): 51-57.

[22] Rees WE. 1997. Urban ecosystems: The human dimension. *Urban Ecosystems* **1**(1): 63-75.

[23] Schott D. 2004. Urban environmental history: What lessons are there to be learnt. *Boreal Environment Research* **9**(6): 519-528.

[24] Shen LY, Jorge Ochoa J, Shen MN, and Zhang X. 2011. The application of urban sustainability indicators – A comparison between various practices. *Habitat International* **35**(1): 17-29.

[25] UN DESA (Department of Economic and Social Affairs, Population Division). 2008. World urbanization prospects: The 2007 revision: Highlights. New York: United Nations.

[26] Wackernagel M, Kitzes J, Moran D, et al. 2006. The ecological footprint of cities and regions: Comparing resource availability with resource demand. *Environment and Urbanization* **18**(1): 103.

[27] Wilson J and Grant JL. 2009. Calculating ecological footprints at the municipal level: What is a reasonable approach for Canada? *Local Environment* **14**(10): 963-979.