

**מכון ירושלים לחקר ישראל
המרכז למדיניות סביבתית**

אינדיקטורים לפיתוח בר קיימא בישראל

דו"ח מסכם שלב א'

עורך:

ערן פיטלסון

2004

אינדיקטורים לפיתוח בר קיימא בישראל

דו"ח מסכם שלב א'

עורך: ערן פיטלסון

פרסום זה רואה אור בסיווע קרן צירלס הי' רבסון, ניו-יורק.
הדברים הנאמרים הם על דעת המחברים בלבד.

© 2004, מכון ירושלים לחקר ישראל

בית חי אלישר

רחוב רד"ק 20, ירושלים 92186

© 2004, The Jerusalem Institute for Israel Studies

The Hay Elyachar House

20 Radak St., Jerusalem 92186

<http://www.jiis.org.il>

תקציר

איןדיקטוריים הם סטניטים העשויים להציג על הדרך לפיתוח בר קיימת (פב"ק). למרות שאין הגדרה מוסכמת ומדויקת של פב"ק, האינדיקטוריים עשויים להציג על כיוון התקדמותנו, ובכך לשמש כבסיס לדין מושכל לבני הדרך לפב"ק. דו"ח זה מסכם את השלב הראשון של עבודה אשר באה לאפיון האינדיקטוריים שרצו לעקב אחריהם מנוקזת ראות של פב"ק. העבודה התנהלה בשלושה עקריים. הראשון התמקד בהערכת הידע הקיים בישראל ובהתאמתו למערכות האינדיקטוריים המקובלות בעולם. לשם כך נרכשה טבלה המרכזת את המידע הסבירתי הקיים בישראל על-פי קטגוריות שונות, ביניהן מידת זמינות המידע ואיכותו, וכן רצף הנtones, תכיפות איסופם והגופים האויספים אותם. כמו כן נרכשה סקירה של מערכות האינדיקטוריים המקובלות בעולם, ובבחנה ישימורה של המערכת שמציעה תכנית הims התיכון. המסקנה העולה מערוז זה היא שאין זה רצוי להסתפק ביישום הגישות שפותחו על-ידי גופים בין-לאומיים, אלא שקיים צורך ליצור מערכת אשר תתן מענה מיטבי לתנאים של ישראל.

שני ערוצי פעולה הוקדשו לאפיון האינדיקטוריים הדורושים בישראל. הראשון היה הכנת שבעה ניירות עמדה לגבי האינדיקטוריים הדורושים לאיפוים של שבעה סקטוריים מרכזיים מבחינה סביבתית בישראל; על בסיס כל נייר התקיימה סדנה של מומחים בתחום, והאיןדיקטוריים המוצגים עברו אותו תחום כוללים גם את הערות שהועלו בסדנאות. כמו כן אופיינו האינדיקטוריים אשר עשויים לעקב אחר יישום טיזות האסטרטוגיה הישראלית לפב"ק. במסגרת זו זוהה הן איןדיקטוריים העשויים לאפשר מעקב אחר השגת יעדי האסטרטוגיה והן איןדיקטוריים המאפשרים מעקב אחר שבעה תהליכי מבנים הסותרים פב"ק, אשר זוהו גם הם במסגרת האסטרטוגיה.

על בסיס שלושת ערוצי הפעולה האמורים מוצעת מערכת ראשונית של איןדיקטוריים לפב"ק בישראל. איןדיקטוריים אלה מסווגים לשישה נושאים: איןדיקטוריים למעקב אחר הצמיחה הכלכלית; איןדיקטוריים למעקב אחר מידת השוויוניות החברתית והסביבתית בדור הנוכחי; איןדיקטוריים לגבי מידת היכולת (capacity) להתמודד עם נושאים סביבתיים; איןדיקטוריים לגבי ההגנה על האינטראסים של הדורות הבאים (וביחוד יכולתם לעצב את עתידם כרצונם); איןדיקטוריים לגבי יכולות ניצולם של משאבי הטבע; ואיןדיקטוריים לגבי איכות החיים של הדור הנוכחי.

מערכת האינדיקטוריים המוצגת בדו"ח זה היא מערכת ראשונית, אשר יש עוד צורך להעירך את מידת התאמתה למטרותיה, וכן להשלימה בכמה תחומיים. אלה יהיו מוקדי העבודה בשלב שני.

רשימת המחברים

- ד"ר עمير אידלמן**, גיאולוג, המרכז למדיניות סביבתית, מכון ירושלים לחקר ישראל
שאול ארלווזרוב, יוער אגודת מהנדסי המים בישראל לשעבר, עמית מחקר במכון טרומן,
האוניברסיטה העברית בירושלים
- פרופ' עמוס בנין**, המכלה לקרקע ומים; הפקולטה לחקלאות, איכות סביבה ותזונה;
האוניברסיטה העברית בירושלים
- רואי גוטמן**, המכלה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב
יוסי גמליאל, אגף תכנון, המשרד לאיכות הסביבה, ירושלים
- פרופ' תמר דיזן**, המכלה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב
ד"ר אלון טל, מכון הערבה
- ד"ר קליב ליפצ'ין**, מכון הערבה ואוניברסיטת מישיגן
אורית מינדל, המכלה לגאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים
- יעל מנדייק**, המכלה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב
יוסי מרוגנינסקי, בנק ישראל והמכלה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים
שרור סולר, המכלה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים, החברה להגנת הטבע
- פרופ' אילן סלומון**, המכלה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים
פרופ' ערן פיטלסון, המכלה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים
- ד"ר מרדי פלאג**, בית"ס למדעי שימושי, האוניברסיטה העברית בירושלים
ד"ר ג'ונתן צינוביץ, מרכז לאסטרטגיה סביבתית, אוניברסיטת סוריי (Surrey), אנגליה
מוthy קפלן, מתכנן, ירושלים

תודות

זיהוי אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בrama הלאומית מחייב מאמץ ממושך של מומחים מדיסציפלינות רבות. העבודה שלב אי' שלה מוצג בדו"ח זה היא אכן תוצאה של מאמץ רב-תחומי שהשתתפו בו רבים. אלו כוללים, בראש ובראשונה, את כותבי הפרקים ואת המשתתפים בסדנאות השונות. המימון הבסיסי לעובודה ניתן על ידי מכון ירושלים לחקר ישראל, שהעובדה נעשתה במסגרתו. במכון ירושלים ליווה ד"ר עמייר אידלמן את העבודה כראש המרכז למדיניות סביבתית, זאת בנוסף להשתתפותו בעבודה עצמה כאחד המומחים. העבודה זכתה, מלכתחילה, לתמיכת הממשרד לאיכות הסביבה. יוסי גמליאל מהאגף לתוכנון סביבתי השתתף בגיבוש העבודה וליווה אותה לכל אורכה. המשרד לאיכות הסביבה, בהמלצת ולרי ברקיה, סמן"כליית בכירה ומנהלת אשכול המדיניות הסביבתית, אף יצר קשר עם ממשלה יוון שמייננה חלק גדול מהעובדה במסגרת פרויקט MEDERMIS, שכלל חמש מדיניות נוספות סביב הים התיכון. בראש פרויקט זה עמדו פרופ' אלכס לסקרטוס והاري קווקסיס, שאפשרו למדיניות השונות חופש רב בהגדרת מטרותיהן, ובכך סייעו לקידום פיתוח האינדיקטורים בישראל. גורם נוסף שגילתה עניין רב בעבודה זו הייתה שינייסקי ולאחר פרישתה פניה צדקה. אפרת זמרי השתתפה בשורה של סדנאות מטעם הלמ"ס. העבודה זו משלימה עבודות נוספות שנערכו מטעם המשרד לאיכות הסביבה בהנחיית המדען הראשי, ד"ר אליא שטרן, שתרם אף הוא מזמן לעובודה. לבסוף בראצוני להודאות לחמותל אף ולמייכל קורח במכון ירושלים לחקר ישראל, שהביאו את הדו"ח לידי גמר בrama ובאיכות גבוהה ביותר, ולאסתטי בהם ששקדה על העיצוב. ליאורה חמיה סייעה לכל אורך הדרכ, בעיקר בהגהת הדו"ח.

ערן פיטלסון

תוכן העניינים

פרק 1: מטרות ושיטת העבודה	
ערן פיטלסון	9
שער I: גישות מקובלות לאפיון אינדיקטורים לפיתוח בר קיימה והנתונים הזמינים בישראל.....	17
פרק 2: הגישות לאפיון אינדיקטורים לפב"ק – סקירת ספרות (תקציר) ג'ונתן צ'נוביץ	19
פרק 3: אינדיקטורים לפב"ק מוקודת מבטם של המשתמשים (תקציר) קליב ליפצין ואلون טל	22
פרק 4: מצגת הנתונים הקיימים בישראל שחר סולר	24
פרק 5: ישראל ופרויקט המדים לפיתוח בר קיימת באגן הים התיכון MAP/BP אורית מינדי ויוסי גמליאל	34
שער II: אינדיקטורים מומלצים בסקטורים נבחרים	43
פרק 6: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של משאבי הקרקע בישראל עמוס בנין	45
פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים מוטי קפלן	62
פרק 8: אינדיקטורים למגון הביולוגי יעל מנדייק, רואי גוטמן ותמר דיין	88
פרק 9: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של כריית חמרי גלם עמייר אידלמן	109

פרק 10: אינדיקטורים למשק המים	
שאול ארלוורוב וויסי מרוגונינסקי	119
פרק 11: אינדיקטורים לאיכות האויר (תקציר)	
מרדכי פרג	134
פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניתוח ולהערכת של איכות הסביבה	
אלין סלומון	136
שער III: הצעה למערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימא	173
פרק 13: אינדיקטורים הנגזרים מן האסטרטגייה לפיתוח בר קיימא	
ערן פיטלסון	175
פרק 14: הצעה למערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימא בישראל	
ערן פיטלסון	183
פרק 15: כיוונים להמשך העבודה	198
נספחים:	
1. משתתפי הסדנאות	200
2. יעדים ואמצעים לקידום האסטרטגייה לפב"ק	202
הערות	203

פרק 1: מטרות ושיטת העבודה

ערן פיטלסון

המדיניות הסביבתית בישראל עברה מהפְּך ב-15 השנים האחרונות. מדיניות שהתקיימה בתגבורות ליוזמות פיתוח היא התפתחה למדיניות יוזמת, לא כמעט בזכות הקמתו של המשרד לאיכות הסביבה. ההתרחבות המתמדת במגוון הנושאים המטופלים על ידי המשרד חלה בד בבד עם התעצומות הענין הציבורי בעיקר כרכיב בהערכתה של תכניות פיתוחה הפְּך הנושא הסביבתי מנושא שלוי, הזוכה לדיוון בעיקר כרכיב בהערכתה של תכניות שעשוות, לנושא מרכזי בתכניות המתאר הארכיות והמחוזיות שהוכנו בעשור וחצי האחרונים, כמו גם בתכניות האב המטרופוליניות הכלולניות.¹ בתכנית האב לשירהן בשנות האלפיים, ישראל 2020, הציג ה策ות הסביבתיקדם מדיניות לפיתוח בר קיימא (פב'ק) לישראל.² בעקבות המלצה זו, ובמימון תכנית הים התיכון, הוכנה טויטה של אסטרטגיה לפב'ק. זו הושלמה בשנת 2000. לאחרונה אימצה ממשלה ישראלי החלטה המכירת משרדיהם ממשלה להכין תוכניות פב'ק, והוקמה ועדת ליישום ההחלטה.

המונה "פיתוח בר קיימא" זוכה לשימת לב גוברת בעולם כולו ב-15 השנים שחלפו מאז הולה אותו דוח ועדת האו"ם לפיתוח וסביבה, ועדת ברונטולד³, על הבמה הבינ-לאומית. מונח זה נדון袤 מאז רבות בספרות האקדמיות ובוועידות בין-לאומיות. הבולטות שבועידות אלה היא ועידת האו"ם על פיתוח וסביבה, שנערכה בריו בשנת 1992, ובה הוחלט לאמץ את אגינדה 21 – תוכנית פועלה לקידום רעיונות של פב'ק. בעקבות ריו הוכנו תוכניות פועלה רבות הן עבור אזורים נרחבים (ומdinot הים התיכון בכלל זה), והן עבור מדינות שונות.⁴ מוגמה זו זכתה לחיזוק בוועידת יהנסבורג, שנערכה בספטמבר 2002, בה הודגשו, לצד הנושא הסביבתי, גם נושאי החברה והכלכלה – דבר שסימן את העתקת הדגש מדיניות המדגישה את הסביבה לפב'ק. בדומה לתוכניות רבות בעולם, ואגינדה 21 בכלל זה, גם האסטרטגיה שהוכנה בישראל היא בעיקר תוכנית פועלה. התכנית יוצאת משולשת מטרות-העל המקובלות בעולם לאסטרטגיות לפב'ק – שוויון בין-דור, שוויון פנים-דור, וצמיחה כלכלית – ומטרות אחרות למטרות, ליעדים ולאמצעים.⁵

המודעה המקובלת לתוכנית, לפחות מימי פטריק גס בראשית המאה העשרים, היא לבחון תחילתה את תומונת המצב הנוכחי ואת מגמות השינוי בה בסיס לתוכנית ולגיבושה של התכנית או האסטרטגיה. ואולם, במהלך העבודה ה策ות הסביבתי בתכנית האב בישראל בשנות האלפיים ועובדות צוותי העבודה במסגרת האסטרטגיה לפב'ק,

לקראת מערכת אינדיקטוריים לפיתוח בר קיימת בישראל

התברר שאין בישראל בסיס נתונים המאפשר תיאור של תMOVות המצב הסביבתי בישראל, ועשי לשמש כבסיס לניתוח מגמות השינוי בו. יתר על כן, לא ברור מה הם המשתנים שחינוי או רצוי לעקב אחריהם.

– התמונה העולמית הכוללת אינה טובה בהרבה. בעקבות העניין הגובר בפב"ק – ורלונטיה לעניין זה גם הקရאה לפיתוח אינדיקטוריים לפב"ק בפרק 40 של אגנדה 21 – החלו כמה מדיניות וכמה גופים בגין"ל בעבודות שມטרתן לאפיין את האינדיקטוריים שראוי לעקב אחריהם כדי לבחון אם חלה התקדמות או נסיגה מנוקזת הראות של פב"ק.⁶

אינדיקטוריים, כאמור, הם סמי דרכ' הבאים להציג על המגמות ולהראות באיזו מידת הן תואמות או סותרות את המאמצים לקדם פב"ק. לשם כך יש צורך באינדיקטוריים אשר יתארו מגמות רחבות, אך מוביל לאבד את רגישותם לתמורות במגמות. מطبع הדברים אמרורים האינדיקטוריים למלא גם תנאים נוספים: עליהם להיות רלוונטיים מנוקזת ראות של המדיניות (ובמקרה זה של האסטרטגיה לפב"ק), אמינים, זמינים, פשוטים (כדי שיובנו על-ידי קהל רחב יחסית) וניתנים למשך לאורך זמן.

בראייה כוללת, עם זאת, ניתן לראות כי הדרישות שאמרורים האינדיקטוריים למלא רחבות עוד יותר. פב"ק, כזכור, הוא מונה שיש לו פרשניות רבות, הנבדלות זו מזו גם בrama הערכית. תcona זו מאפשרת לו לשמש כנקודות מפגש בין אנשים האוחזים בדעות ובアイידיאות שונות, ועל כן לאפשר את הקמתן של קואליציות בעלות אינטראסים שונים. למעשה, אחת מן המטרות של האסטרטגיה לפב"ק היא להביא לשיתוף פעולה בין סקטוריים שונים ואינטראסים שונים, ובכך להפוך גם את הנושא הסביבתי לנושא שהוא מעוניין של כל הקבוצות, ולא רק של הגוף הסביבתי ושל המשרד לאיכות הסביבה. בבעונו לאפיין מערכת של אינדיקטוריים לפב"ק, אם כן, علينا לתת את הדעת על כך שמערכת זו צריכה להיות שימושית למגוון רחב של משתמשים פוטנציאליים, הנבדלים זה מזה בתפישותיהם. ככלומר, על האינדיקטוריים לאפשר דיון מושכל גם כאשר המתעניינים בהם מנקזות מוצאת ערכיות ואיידיאות שונות.

השאלה שעבודה זו, אשר השלב הראשון שלה מסוכם בדוח זה, באה להתמודד עמה היא שאלת האינדיקטוריים שיש לבחור לשם הערצת התקדמותה (או נסיגתה) של ישראל מנוקזת ראות של פב"ק. שאלות דומות נשאלות ביום בכל רחבי העולם, ברמות מרחביות שונות. סקרות הספרות בנושא, המובאת בהמשך, מבירה כי עדין אין הסכמה לגבי האינדיקטוריים הרואים. קבוצת מומחים שהתקנסה בבלג'יו (Bellagio) שבאיטליה, בשנת 1996, גיבשה כמה עקרונות הנוגעים לאלמנטים שיש להתייחס אליהם בעת החיפוש אחר אינדיקטוריים לפב"ק. תמציתם של אלה מוצגת בטבלה 1.1.

פרק 1: מטרות ושיטת העבודה

טבלה 1.1: עקרונות לאינדיקטורים לפב"ק

(כפי שגובשו על-ידי קבוצת מומחים בבלגיה)

עקרון	פירוט/הסביר
חזון ומטרות	הערכת התקדמות לעבר פב"ק צריכה להיות קשורה לחזון של פב"ק ולמטרות יישומו
גישה כוללנית	<ul style="list-style-type: none"> על ההערכה להתייחס: ◆ לכל המערכות וכן לחקיקה; ◆ למצבן של מערכות חברותיות, כלכליות ואקולוגיות, וכן לשינויים בהן; ◆ להשפעות החיויבות ולהשפעות השליליות של פעילות האדם, תוך הערכתן במונחים כספיים ולא-כספיים.
אלמנטים חיוניים	<ul style="list-style-type: none"> על ההערכה להתייחס: ◆ לשוויוניות פנים-דורית ובין-דורית, ובכלל זה גישה למשאבים, ניצול-יתר, עוני וזכויות אדם; ◆ מצבן של המערכות האקולוגיות תומכות או מוגבלות; ◆ צמיחה כלכלית ופュליות מוחוץ לשוק התורמות לアイcot החים.
הקפ מספק	<ul style="list-style-type: none"> ◆ טווח זמן מספק כדי להתייחס לנושאים אנושיים ואקולוגיים; ◆ הקפ מרחבי שיתפות לא רק השפעות מקומיות, אלא גם השפעות רחוקות; ◆ יתבסס על מצב בעבר אך לא יאפשר תחזיות לעתיד.
פרקטיות	<ul style="list-style-type: none"> ◆ קטגוריות ברורות הקשורות בין מטרות לבין קритריונים להערכתה; ◆ מספר מוגבל של נושאים להערכתה; ◆ מספר מוגבל של אינדיקטורים שישפקו עדויות ברורות לשינויים; ◆ מדידה סטנדרטית ככל האפשר; ◆ נקודות יהוס.
פתחות	<ul style="list-style-type: none"> ◆ נתונים וגישות שיהיו נגישים לכל; ◆ חשיפה ברורה של שיפוט, של הנחות ושל אי-ודאות בנתונים.
קומוניקציה אפקטיבית	<ul style="list-style-type: none"> ◆ אינדיקטורים המותאמים לקהלי היעד; ◆ יאפשרו ויעודדו תגובה מקבלי החלטות; ◆ מבנה פשוט ושפה ברורה.

טבלה 1.1: המשך

פירוט/הסבר	עקרון
האינדיקטורים יօפינו תוך שיתוף רחב של מומחים מדיסציפלינות שונות ושל קבוצות שונות בחברה, תוך שמרירת קשר פתוח ורצף לנושאים מדיניים כדי לטפח עניין מצד מבעלי החלטות.	השתתפות רחבה
<ul style="list-style-type: none"> ◆ יכולת למדידה חוזרת; ◆ התאמנה לשינויים במידע על מערכות והתנהגות המערכות; ◆ עדכון בהתאם לתמורות במערכות וביעדים; ◆ עידוד לימוד משולב אשר יגיע למקבלי החלטות. 	הערכת מתמשכת
קשר למערכות מקבלות החלטות ויכולת לאיסוף הנתונים, לאחסונם ולהציגם.	יכולת מוסדית

רוב העבודות המסווגות בסקרנות הספרות נערכו ביוזמתם של גופים בין-לאומיים. עבודות אלה יש שני מניעים עיקריים: האחד הוא השוואת בין מדינות שונות, והשני – יצירתי בסיס משותף למערכות האינדיקטורים של המדינות השונות.⁷ ואולם, כפי שמודים כתבי כמה מן העבודות, אין בכוחה של אף מערכת שפטוחה ברמה הבין-לאומית לתת מענה מלא על כלל הנושאים הנוגעים לרמה הלאומית. יתר על כן, חלק מן הנושאים שיש לנו עניין בהם בבואהנו לעורוך השוואת בין מדינות, כמו גם חלק מן הנושאים הרלוונטיים למדינה זו או אחרת, אינם שימושיים כלל עבור חלק מן המדינות האחרות. חלק מן האינדיקטורים, למשל, מותאמים במיוחד למטרות מתפתחות, שאחו ז ניכר מאוכלוסייתן סובל מהיעדר נגישות לצרכים בסיסיים, ובכללם דיור, מים, סնיטציה וחשמל. ברוב המקרים, אינדיקטורים הבאים לעקב אחר הנגישות לשירותים אלה אינם רלוונטיים למדינות מפותחות.

- לאור כל זאת, בפני מדינות מפותחות יחסית, כישראל, עומדות ארבע אפשרויות בבואן לקבוע את מערכת האינדיקטורים המתאימה להן:⁸
1. להשתמש במערכות האינדיקטורים הקיימות במדינה, תוך התאמתם למטרות פב"ק;
 2. להתבסס על מערכות האינדיקטורים שפותחו על-ידי גופים בין-לאומיים, תוך התאמתן לתנאי המדינה;

פרק 1: מטרות ושיטת העמלה

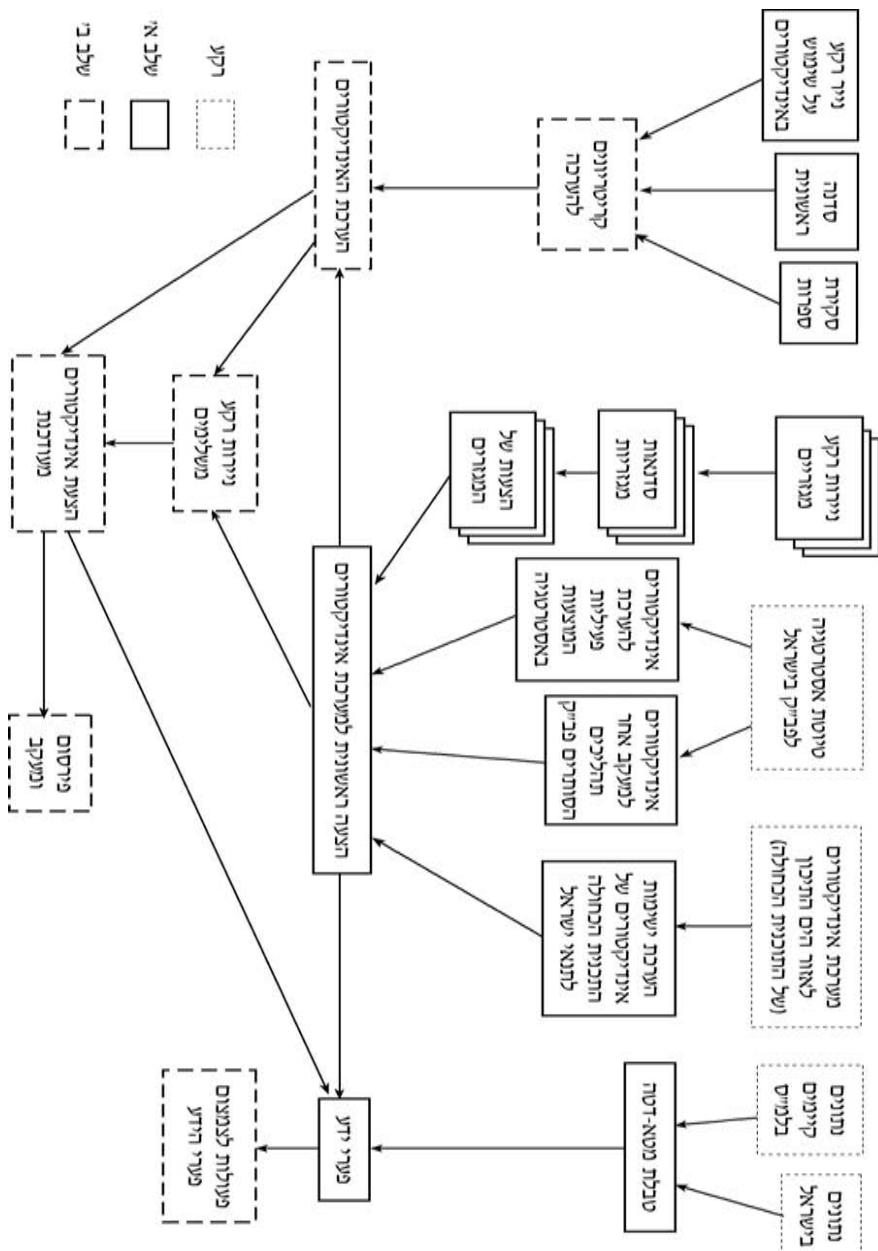
3. לפתח מערכת אינדיקטורים אשר תבוא לבחון את יישום האסטרטגיה לפב"ק של המדינה;
4. לפתח מערכת חדשה של אינדיקטורים לפב"ק, ללא קשר ליזמות קודמות.

כדי לבחון את יישומתן של שתי הגישות הראשונות, נבחנו הנתונים הנוכחיים בישראל כיום, יחד עם מידת התאמתם למערכות האינדיקטורים המוצעות בזירה הבין-לאומית. לשם כך נעשה מאיץ מרכז לבחון מהי האינפורמציה הזמין בישראל, היכן שהיא נמצאת ומה איקותה. תוכאות מאיץ זה מסוכמות בפרק 3. בנוסף נבחנה גם ישימותה של מערכת האינדיקטורים המוצעת על-ידי תכנית הים התיכון לישראל. מתוך בחינה זו, המובאת בפרק 4, עולה שעל בסיס הנתונים הנוכחיים אין אפשרות ליישם בישראל את רוב האינדיקטורים המוצעים על-ידי תכנית הים התיכון. ספק מתעורר גם באשר ליכולתם של האינדיקטורים המוצעים על-ידי תכנית הים התיכון לאפיין את הנושאים החשובים ביותר מנוקדת ראות ישראלית.

כבר בשלב הראשון של העבודה נערכה סקירת ספרות לגבי הגישות המקובלות כיום לאפיון אינדיקטורים לפב"ק. כמו כן נערכה סדרת מומחים לגבי הדרישות למערכות האינדיקטורים. מתוך סקירת הספרות, וכן בסדנת המומחים, עלו כמה הבדלים מהותיים בין מטרותיהן של מערכות האינדיקטורים המפותחות ברמה הבין-לאומית לבין הרצוי ברמה הלאומית. בעוד שברמה הבין-לאומית הדגש הוא על השוואת בין מדינות – דבר שמעודד חיפוש אחר מדים ארגנטיביים כדי להשוות בין מצבן של המדינות השונות בנקודת זמן מסוימת – ברמה הלאומית יש לשים את הדגש על מעקב אחר התהליכים שיש להם חשיבות מנוקדת ראות של המדינות הלאומית. לעומת זאת, ברמה הלאומית אין יתרון לארגנטיביות של משתנים לכדי אינדקסים. לאור כל האמור לעיל, אין זה רצוי להגביל את החיפוש אחר מערכות אינדיקטורים לאומיות לשתי הגישות הראשונות בלבד. מסקנה זו נתקכת גם בהמלצות של עבודות האו"ם, המעודדת התאמה של האינדיקטורים לאסטרטגיית הפב"ק של המדינה. ואולם, לאחר שבישראל טרם אומצה האסטרטגיה שהוכנה – אסטרטגיה שתחייב מילא עדכון תקופתי שיתבסס על נתונים – נעשה מאיץ לזהות גם אינדיקטורים אשר אינם נגזרים בהכרח מיזמות קודמות. במילים אחרות, פיתוח האינדיקטורים המתואר בדי"ח זה התבוסס על שילוב של שלוש הגישות האחרונות.

העבודה התנהלה בשלושה ערוצים עיקריים (תרשים 1.1). החלק הראשון של העבודה, המסכם בפרקים 2-4, בא לבחון את הגישות המקובלות, את הנתונים הזמינים ואת התאמתם לתנאי ישראל של האינדיקטורים המוצעים על-ידי תכנית הים התיכון. בחלוקת השני של העבודה הוכנו שבעה ניירות רקע נושאים על-ידי מומחים מובילים באוטו

תרשים 1.1. תכנית עבור אליהו אינדיקטורים ליתרונות בר קיימת (ב"ק)



תחום, כאשר בכל אחד מהם הוצעו האינדיקטורים הרלוונטיים לתחום (רשימת המומחים שהשתתפו בסדנאות מובאת בנספח 1). על בסיס כל אחד מニアיות אלה התקיימה סדנה, שאליה הזמנו מומחים נוספים מאותו תחום. העורთיהם של משתתפי הסדנאות שולבו בגרסה הסופית של ניירות הruk, המובאים כאן בחלקו השני של הדוח (פרק 5 עד 11). בנוסף, נרכשה סדנה לגבי מהותם של האינדיקטורים, וכן הוכן נייר רקע אשר בא לבחון את טבעם הרצוי של האינדיקטורים מנוקדת ואותם של הפעילים הסביבתיים, בעיקר ברמה המקומית. נייר רקע זה מובא בנספח.

בחלקה השלישי של העבודה אופיינו האינדיקטורים הדרושים לשם בחינה של הנושאים שהועלו בטיחות האסטרטגיה לפב"ק. אלה נחלקים לצעדים הדרושים כדי לקדם את יעד האסטרטגיה ואת מטרותיה, מכאן, ולמגמות אשר סותרות לפב"ק – מגמות שהשלכותיהן מחייבות אותנו, מطبع הדברים, לבחון את מידת התממשותן – מכאן. רכיב זה של העבודה מוצג בפרק 12.

בשלב העבודה הבא שולבו ברשימה אחת כל האינדיקטורים: אלה שהשימשו בהם נגזר מההתאמתה של התכנית הכלולה, אלה שהוצעו בניירות הruk הנושאים ואלה שנמצאו במהלך בחינת האסטרטגיה לפב"ק. ברשימה זו סווגו האינדיקטורים לשש קבוצות, התואמות את הרכיבים העיקריים באסטרטגיה לפב"ק. תוך כך שולבו אינדיקטורים שיש זיקה ביניהם לכדי אינדיקטורים כולם יותר, וזאת כדי לצמצם, במידת האפשר, את מספרם הכלול של האינדיקטורים. לבסוף נבחנה זמינותם של הנתונים הדרושים עבור האינדיקטורים השונים.

אחד השאלות המהוויות בכלל דיון על אינדיקטורים היא מידת הארגנזה הרצואה. מחד גיסא, ככל שמקבצים את האינדיקטורים למספר קטן יותר של אינדקסים קל יותר לתפוש את התמונה הכוללת, כך שאינדקסים ממין זה שימושיים ביותר למטרת השוואה בין מדיניות או אזוריים בנקודת זמן, או ל问问 אחר התפתחות הכוללת של מדינה לאחר זמן. מאידך גיסא, אינדקסים כאלה אינם אפשריים לנו לzechot את נקודות החולשה, או את התהליכיים החשובים והשליליים, ולעתים הם עלולים גם לטשטש תהליכיים עיקריים בשל התפתחויות חיוביות בתחום אחר. יתר על כן, בניית אינדקסים ממין זה מחייבת לרוב להיעזר במשקלות, דבר שחייב נקיות עדמה ערכית באשר לחשיבותם של נושאים או של תהליכיים שונים. ואולם, הואיל והיחס בין הממדים השונים טעון ערכית, והואיל והאינדיקטורים צריכים להיות מקובלים על אנשים וגורמים הבאים מעמדות ערכיות שונות, לא נעשה בעבודה זו כל ניסיון לקבץ משתנים לאינדקסים. במקום זאת נעשה

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

ניסיון למצמצם את סך האינדיקטורים על-ידי אפיון המספר הקטן ביותר של משתנים הדורשים כדי לאפיין תהליכיים בכל אחד מהתחומים.

דו"ח זה, כאמור, מסכם את השלב הראשון והארוך יותר של העבודה על זיהוי אינדיקטורים לפב"ק בישראל. הוא מביא הצעה ראשונית וtentativeית למערכת אינדיקטורים לפב"ק בישראל. הצעה זו מבוססת על עבודה שהתמקדה בעיקר בתחום הסביבתי. אך זהו השלב הראשון בלבד; כפי שモולץ בעקרונות בלגיון ועל-ידי האו"ם, יש צורך בבחינה ובהערכתה של האינדיקטורים. בבחינה זו תתבצע בשלב השני של העבודה. בשלב זה יהיה צורך לבחון, בין היתר, את עמידתם של האינדיקטורים גם בבחינה מוקודת המבט הכלכלית והחברתית. הצעדים העיקריים הדורשים לשם בבחינה זו מסווגים בתרשים 1.1, ומפורטים בפרק האחרון של הדו"ח.

שער I

**גישות מקובלות לאפיון
אינדיקטורים לפיתוח בר קיימא
והנתוניים הקיימים בישראל**

פרק 2: הגישות לאפיון אינדיקטורים לפב"ק – סקירת ספרות (תקציר)⁹

ג'ונתן צ'נוביץ

חלק ממהליך החתירה לקרأت פיתוח בר קיימת הוא הצורך לבחון את רמת הקיימות של החברה ושל הפיתוח, ולהעריך מגמות שונות בתחום זה לאורך זמן. כדי לאפשר בחינה והערכתה ממן זה דרושים לנו אמצעים המאפשרים פישוט, כימות ופרסום של מידע רב ומורכב. עד כה הועלו בספרות כמה גישות בסיסיות לשם כך.

לחץ-מצב-תגובה: PSR

אחד מן המתודולוגיות השכיחות ביותר לאפיון ובחרה של אינדיקטורים המאפשרים את כל אלה היא מתודולוגיה ה-PSR (Pressure-State-Response), לחץ-מצב-תגובה, שמצוין הארגון לפיתוח ולשת"פ כלכליים, ה-OECD. המודל למערכת אינדיקטורים מסוג PSR מושם על התפישה האומرت כי פעילויות אנושיות שונות מפעילות לחיצים שונים על מצבם של הסביבה ושל המשאים הטבעיים, וכי ניתן לאפיין תגובות סביבתיות, כלכליות וסקטוריאליות לחיצים הללו: פליטת מזחמים, לדוגמא, מהויה לחץ; ה"מצב" הנוצר עקב פליטת המזחמים עשוי להיות הצטברות שלם במים, באטמוספירה וכיו"ב; ה"תגובה" הרצואה למצב האמור עשויה להיות פיתוח של דלקים או של מוצרים בלתי-מזחמים, הטלת מסים מיוחדים על מזחמים, או מיחזור.

מגבלהותיה של מערכת ה-PSR – דוגמת ההנחה האומרת כי אפשר לאתר קרירים ישירים ופחותים בין הלחיצים השונים, המצביעים השונים וה滂בות השונות שבמערכת, או היוצר דגש מספק על פני הכלליים והחברתיים של הפב"ק – מאפשרות לה לשמש אך ורק כאינדיקציה כללית ביותר לתוכנם האפשרי של האינדיקטורים לפב"ק. בנוסף, יש לציין כי מדידתם של רבים מן האינדיקטורים המוצעים במסגרת זו בעיתית ומסובכת ביותר, ולעתים אף בלתי-מעשית בעיליל.

כוח מניע-מצב-תגובה: DSR

בין הוריאציות על מערכת ה-PSR הבעיתית ניתן למצוא את מערכת ה-DSR (Driving Force-State-Response, כוח מניע-מצב-תגובה), המשמשת את ועדת האו"ם לפיתוח בר

קיימה (UNCSD). מערכת זו מכירה בעובדה שהפעליות האנושיות עשוות להיות הן שליליות והן חיוביות, ומאפשרת התייחסות גם לפני הכלכליים, החברתיים והמוסדיים הקשורים בפב"ק.

ואולם, גם מערכת-h DSR אינה חפה מבעיות. מדיניות שוננות שביקשו לבחון את מערכת-h DSR מצאו כי רבים מבין האינדיקטוריים שנבחרו במסגרת אינם משקפים את מגמות הfpb"ק – לפחות לא כפי שהוא לראות – באופן פרטני די הorz. ניסיון של אותן מדיניות מלמד אותנו כי מדובר במערכת לקויה ביותר הן מבחינת האפשרות לחברות קשור בין האינדיקטוריים השונים והן מבחינת הכספי הכלכלי, או החסר לחלוstein, שהיא מאפשרת בהתייחס לסוגיות חברותיות, כלכליות וסביבתיות מסוימות.

מתודולוגיות אלטרנטיביות: תרומתו של ה-IFEN

גופים לאומיים שונים, דוגמת המכון הऋפני לענייני סביבה (IFEN), מבקשים עדין לפתח מערכות שונות לאפיון אינדיקטוריים – מערכות שאפשרו אפיון בהיר וitousיל של אינדיקטוריים לfpb"ק, ויימנו מחסرونויותיהן הבולטים של המתודולוגיות שצינו לעיל.

המערכת שהצעה ה-IFEN, לדוגמא, נשכחת על ההנחה האומרת כי יש במקרה ארבעה אופנים לפיתוח אינדיקטוריים לfpb"ק: מיחזור אינדיקטוריים סביבתיים; הסתמכות על ניסיונים של גופים בינלאומיים (דוגמת-h OECD); פיתוח אינדיקטוריים המשמשים לבדיקת תוכאותיהן של אסטרטגיות fpb"ק ספציפיות; כינון מערכת אינדיקטוריים חדשה מן היסוד. הוואיל והאוף הראשון אינם מאפשר הכללה נאותה של סוגיות חברותיות וכלכליות, ואילו השלישי מתאים רק למדיינות שכבר פיתחו אסטרטגיות fpb"ק, בחר ה-IFEN לישם את המערכות הבינלאומיות המוכרות, דוגמת-h PSR, במקביל לשימוש במערכת חדשה, ייחודית לfpb"ק, שפיתח המכון בעצמו. מערכת זו כוללת שורה מודולים, שנitin להשתמש בהם במשולב או בנפרד. מודולים אלה משמשים כדי להעריך את סוגיה הפיתוח השונות – בין היתר על סמך יכולתם לענות הן על צרכי של הדור הנוכחי והן על צרכי הדורות הבאים.

בעיות ומגבלות

הספרות המקצועית מצביעה על כמה בעיות אשר יעדדו, כפי הנראה, בפני כל המבוקש לכון מערכת אינדיקטוריים לfpb"ק. אחת מהן היא בעיית בסיס המידע: כאשר אנו באים להגדיר צורת פיתוח זו או אחרת כ"בת קיימת", הערכתנו מתבססת, מטבע הדברים, על הידע הקיים; לעומת זאת, לא בלבד שלעולם יש לצפות למידה מסוימת של אי-זדאות עתידית בעצם ניסוחם של האינדיקטוריים, אפשר לטעון גם כי הוואיל והאינדיקטוריים

פרק 2: הגישות לאפיון אינדיקטוריים לפב"ק – סקירת ספרות (תקציר)

לפב"ק נוגעים אך ורק לתחומי הידע שכבר עברו כימות ובחינה, הנושאים קשים יותר לכימות (מדיניות ניהול קרקע, לדוגמה) יצcho להעתמלות. בהתייחס לסוגיות בסיס הידע, יש לציין גם את הסכנה בכך שבחירה הפרמטרים שינוטרו תבוצע לא בהתאם לנושאים שעל הפרק, אלא תושפע יתר על המידה מסוגיות הנוגעות לומנים עברו, או משיקולים הנוגעים לעלות איסוף הנתונים החדשניים.

בעיה נוספת שיש לתת עלייה את הדעת היא הקושי לאוזן בין ה侦探 בתרמונה מלאה ככל האפשר, המחייבת מספר רב של אינדיקטוריים, בין ה侦探 לשפק תמונה בהירה ופשיטה, במידת האפשר, של המוגמות השונות – תמונה שיצירתה עשויה להימצא מסובכת, ולעתים כמעט בלתי-אפשרית, כאשר נשאלה לכלול בה אינדיקטוריים רבים יתר על המידה. על אלה יש להוסיף, כמובן, גם בעיות אחרות, הנידונות ביותר פירוט – כמו אלה שצוינו לעיל – בגרסתו האנגלית המלאה של המאמר.

סיכום

סקירה של הספרות התיאורטית ושל מערכות האינדיקטוריים הקיימות מלבדות אותנו כי התפתחותם של הרעיונות התיאורטיים הנוגעים למערכות אינדיקטוריים מתקדמת בהרבה מהתפתחותם של המערכות עצמן. הפער בין התיאוריה לבין המציאות גם בהיעדרה של מסגרת אינדיקטוריים המתיחסת לכל הרעיונות והמושגים שהוועלו בתחום התיאוריה. מערכות האינדיקטוריים הקיימות lokot, מבחינה זו, חסר – בין אם משום שהוא עוסקות רק בפן מסוים של הקיימות, ובין אם משום שאין אפשרות לחבר בין התחומים השונים שהוא אמור לכסות, בין האינדיקטוריים השונים המשמשים במסורתן, וכן הלאה. יוצאת דופן מבחינה זו היא מערכת האינדיקטוריים של-h-IFEN, הנמצאת עדין בפיתוח. יש לזכור גם כי הניסיון בפיתוח מערכות אינדיקטוריים לפב"ק רב יותר ברמה הבינלאומית, בהשוואה לרמה הלאומית – עניין שיש לתת עליו את הדעת, שהרי אין לנו עירובה לכך שאפשר יהיה להעתיק לרמה הלאומית את מערכות האינדיקטוריים שגובשו עבור הרמה הבינלאומית. זהו גם טעם נוסף לפיתוח חלופות למערכת-h-PSR ולדומותיה. פיתוח מערכת כוללת של אינדיקטוריים לפב"ק – צו שטהאפשרה בין קישורים בין האינדיקטוריים השונים, הן עמידה על יחסי הגומלין שבין הכוח המנייע, המצב והתגובה, והן קישורים בין פניה השונים של הקיימות בתחום החברתי, הכלכלי והסבירתי – עשוי לחיבב שימוש בצדוקים מולטי-דיסציפלינריים גדולים. צוותים אלה יידרשו לבחור פרמטרים המתאימים לרמה הלאומית (בהתהזה שזו אכן תיוותר הרמה המועמדת לבחינה), ובכל זאת אפשריים גם לקבל תמורה בהירה של המתוחש לרמה המקומית – הרמה שבה, בסופו של דבר,-Amor להתבצע פיתוח בר קיימת הרכה למעשה.

פרק 3: אינדיקטורים לפב"ק מנקודת מבטם של משתמשים (תקציר)¹⁰

קליב ליפציג ואלון טל

ברחבי העולם הופכים אינדיקטורים לקיימות קהילתית לחלק מהותי מן התכנון הקהילתי והלאומי. אינדיקטורים ממן זה הם כלים שלא יסלו או בפז עבור מדינות המבקשות לישם תוכניות פב"ק לאור אגנדה 21 של האו"ם. ישראל היא אחת מן המדינות הללו.

רמת חיים/aicotot chayim

לפי רוב הクリיטריונים, כלכלתה של ישראל היא החזקה ביותר במצוות. לפי דו"ח הפיתוח האנושי של UNDP (United Nations Development Program), מבחן זה בין 22 מדינות, ונחשבת למדינה ב"רמת פיתוח אנושי גבוהה". ואולם, העלייה ברמת החיים אינה כרוכה רק ב יתרונות. בתחוםים רבים ניתן להבחין בגידול כמותי הבא על חשבון פיתוח איקוטי: עומס תעבורתי, זיהום אויר ומים, גידול אורבני זוחל ואבדן שטחים פתוחים. אלה, יחד עם בעיות סביבתיות אחרות, הם סימפטומים של תקופה שהታפינה בצמיחה כלכלית ובעליה ברמת החיים.

توزאות הלואי הסביבתיות של הפיתוח מעלוות באשר ל"aicotot chayim" – דינמיקה סובייקטיבית, ועל כן קשה לאפין, הנוגעת לבחירות המשפיעות הן על ההווה והן על העתיד. דרישותיה העכשוויות של האוכלוסייה, דוגמת כלי רכב פרטיים או בתים צמודי קרקע, עשויות להביא תועלת מיידית לצרכנים, אך את מחiron – איקות אויר ירודה, צפיפות והיעדר שטחים פתוחים – ישלם הדורות הבאים. פיתוח בר קיימת, אם כן, מבקש לאוזן בין הגידול הכלומי לבין הפיתוח האיקוטי בהווה ובעתיד גם יחד.

ואולם, נכוון לזמן כתיבת הדברים, טרם נקבעו בישראל הליכים סיסטמטיים, בין-דוריים, שיאפשרו תיאום מודיעו ואיקוטי בין היזומות השונות לשיפור איקות החיים הכוללת במדינה. לשם כינונם של הליכים ממן זה דרושים, מטבע הדברים, כלים המאפשרים דיון מושכל בסוגיות השונות הנוגעות להם; ככלים אלה הם האינדיקטורים לפב"ק, אשר יכולים לשמש הן את הציבור הרחב והן את מבעלי החלטות, שייעזרו בהם בbowam לעצב תוכניות לפב"ק.

אינדיקטורים לפב"ק – הציבור הרחב, הדרישות והסיגים

על האינדיקטורים להיות יותר מאשר כלי מדידה גרידא. אנו ממליצים לפתחם חן ברמה הלאומית והן ברמה המקומית, לאפשר לציבור לחקח בתהילך פיתוחם ולאפשר לו גישה למירב המידע הנוגע בדבר – במסגרת זו, כמובן, יש להציג בפנוי את הקשרים הבורורים שבין הסביבה, הכלכלת והחברה.

יש לוודא חן כי האינדיקטורים המקומיים ישקפו את האינדיקטורים הלאומיים, ולהפך, והן כי מערכת האינדיקטורים הכוללת שתימצא לנו בסופו של התהילך תאפשר בחינה מידעת חן של הטווח הארוך והן של הטווח הקצר.

פן חשוב נוסף בהגדרת האינדיקטורים הוא זמיינותם גם עבור הציבור הבלתי מڪוציאי, כדי להבטיח את זמיינותם של האינדיקטורים, יש לשאוף לניסוחם של מדרדים שגם אם חישובם סבוך, הם עצם ניתנים להציג פשוטה – וזאת חן עבור הרמה הלאומית והן עבור הרמה המקומית. כדי לעמוד על טיבם האפשמי של אלה, בוחנו את האינדיקטורים המשמשים ארגונים סביבתיים שונים חן כאמצעי לעידוד השיח הציבורי בנושאי עיסוקם – על-ידי פרסום בתקשורת, לדוגמא – והן כלים לעובודתם הסידירה. תוכנות הספר שערכנו בקרב הארגונים מעודדות, ומלמדות כי אכן קיימים ביקושים ציבוריים לסוג המידע שהאינדיקטורים לפב"ק אמורים לספק.

בכל הנוגע לתהילך יגושיםם של האינדיקטורים עצמם, חשוב לציין כי על אף היתרונותם החשובים הכרוכים בשימוש במידע זמין, יש להבטיח כי זמיוניהם העכשוויות של נתוניים לא תהיה **בשותם פנים ואופן** הגורם המכريع בניסוחם של אינדיקטורים לפב"ק, לבל תמצא את עצמה מדינת ישראל בתפקיד השוטה המCHIP מתחת פנס הרוחב את המטיב שאבד לו בסמטה חשוכה. רק מחקר מكيف וממצאה בנושא יבטיח לנו לדעת היכן יש להציג את מנורות הרוחב, ואילו אזוריים של אי-זודאות יש להאיר – לרווחתנו ולרווחת הדורות הבאים.

פרק 4: ממצבת הנתונים הקיימים בישראל

שער סולר

לשם אפיון ממצבת הנתונים הסביבתיים בישראל נבנתה טבלת מטא-דטה שמסכמת מידע לגבי המשתנים שנאספים **בצורה סדירה** בישראל. טבלה זו היא Excel sheet-spreadsheet המבוסס על טבלה בסיסית, ריקה, שהוכנה בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס). הטבלה כוללת משתנים שעבורם נאספה אינפורמציה בנושאים סביבתיים שונים, ומאפיינת הן את תדריות איסוף הנתונים, הן את איקותם והן את זמינותם.

טבלת המטא-דטה

הטבלה מציגה מידע אודוות 18 קטגוריות סביבתיות, ביניהם פליטות מזהמי אויר, מי שתייה, מקורותמים טבעיים וכי Колхоз, פסולת מסוכנת ואחרות, יערות, חיות בר, רמות רעש ורמות קרינה (רשימת הנושאים המלאה מפורטת בטבלה 4.2). עבור כל קטgorיה פורטו כל המשתנים הנאספים; בתחום איקות האוויר, לדוגמה, נאסף מידע לגבי SO_2 , $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , CO , O_3 , NO_x , NO_2 , HC ו- NO . כל משתנה מהווע שורה בטבלת המטא-דטה.

עבור כל אחד מן המשתנים הוצגו 25 שאלות. אלה נוגעות לרקע כללי אודוות המידע הנאסף, לשיטות איסופו, לשיטות עיבוד הנתונים ולשיטות הफצתם. לטבלה צורפו גם פרטי אנשי הקשר בלמ"ס והוגף אשר אוסף את המידע, לנוחותם של אנשי המקצוע ושל בעלי העניין. השאלות מוצגות בטבלה 4.1, והמענה עליהם מhoa את עמודותיה של טבלת המטא-דטה.

פרק 4: מצבת הנזונים הקיימים בישראל

**טבלה 4.1: השאלות שנשאלו לגבי כל נושא סביבתי
(עמודות טבלת המטא-דטה)**

הערות	השאלה שנשאלה	
פליטות מזהמים, לדוגמה	הקטגוריה	המשתנה
P, לדוגמה	האם נאסף על-ידי הלמייס?	
מධ' בעל ערך סביבתי עשוי להיאסף גם במסגרת עבודתו העוסקת, לדוגמה, בבריאות הציבור	מי הגורף האחראי על העיבוד הסטטיסטי?	איסוף המידע
	מתי יש סדרה עתית	
	האם המידע נאסף במסגרת עבודה שנושאה סביבתי?	
	מאגרי מידע לדוגמא	
	שיטת איסוף המידע	
	שיעור ההיענות	
	תדריות איסוף הנזונים	
	אפיון היחידה הסטטיסטית	
	מספר האזוריים בהם מודדים	
	מה נאסף?	
תchk'ת מדידה – נייר, קבצי מחשב...	يיחידת המדידה	שימוש המידע
	כמה תחנות/ מדידות נאספות?	
	תקן למשתנה הנאסף	
	סך למשתנה הנאסף	
באיוז מדיה נאסף המידע?	תקן למשתנה – W.H.O או O.E.P.A	העיבוד
	נייר, קבצי מחשב...	

טבלה 4.1: המשך

הערות	השאלה שנשאלת	
מדיה וסוג תוכנה	באיזה פורמט מנהל המידע?	
השוואות, הערכה וכיו"ב	תהליכי בקרת איכות	
	אמינות הנתונים	
	כמה זמן אורך קבלת התוצאות לאחר סיום האיסוף?	
	תאריך הנתונים הזמינים האחרון האחרון	
	כמה זמן עבר מקבלת התוצאות ועד פרסום?	ഫצת המידע
	אופן הפצת המידע	
האם הפרסום בעותקים שמופצים	תדירות ומספר העותקים כתוב?	
	תאריך עדכונה של טבלת המטא-Дата	פרטי רקע לגביה טבלת הmeta-Дата
	הערות	
הן בלמ"ס והן בגוף שאוסף את המידע	אנשי קשר: שם, תפקיד, טלפון, דוא"ל, אתר אינטרנט וכדומה	

שיטת העבודה

כדי לעירוך את טבלת הנתונים הקיימים הגדרנו את הקטגוריות הסביבתיות שבאמצעותן ועבורן ביקשנו לאסוף את הנתונים. כדי לזהות את שמות האנשים וה גופים שאליהם יש לפנות לגביה כל קטgorיה ערכנו פגישות עם אנשי הלמ"ס, וזאת במטרה לאתר את האנשים ואת הגופים שאலיהם יש לפנות לשם קבלת המידע.

שלב העבודה הבא, הפניה לגופים הרלוונטיים עצם, היה עייתי מן המצופה. ראשית פנינו, הן בפסק והן בדואר אלקטורי, אל האחראים על המידע בגופים השונים, והעברנו תיאור קצר של המחקר ובקשה ליצור עמו קשר. אף גוף לא הגיע לפניה. הענות הרבה יותר נתגלתה לאחר יצירת קשר טלפוני עם הגופים השונים – אך במקרים רבים נדרש פניות רבות, ולא בכולן נענו. כמה גופים מלאי רצון טוב שהוו אילינו שנותנים או קבצים אלקטוריים שונים, אך באלה – בשל רמת הפירות של טבלת המטא-דטה שביקשנו להרכיב – לא הייתה תועלת רבה (למעט, יש לציין, השנותן של המכון לחקר ימים וגמים ורשות נחל הירקון).

בפגישות שנערכו עם בעלי התפקידים הרלוונטיים, לעומת זאת, זכינו להיענות מלאה, שאפשרה את מילויו של טבלת המטא-דטה. יש לציין, עם זאת, כי בשלב זה הסתבר שיש לעורך שינויים לא מעטים בטבלת הנתונים שבנו אנשי הלמ"ס לצרכיהם, בעיקר בגלל מאפייניהן של שיטות העבודה בשדה.¹¹

ממצאי מצבת הנתונים על-פי נושאים סביבתיים

טבלה 4.2 מסכמת את הקטגוריות העיקריות של טבלת המטא-דטה. כבר בשלב הכתנת הטבלה התבירה מידת הקושי שעמוד בפני מי שיבקש להציג נאמה רבים מן היבטים הסביבתיים בישראל: התחומיים המנוטרים היבט הם רק אלה שהשגת הדגימה בהם קללה יחסית, דוגמת מים וזיהום אוויר. תחומיים אחרים, קשים לניטור,¹² כלל אינם נדגמים בזורה סדרה.

המעקב אחר חיות הבר, לדוגמה, מתבצע באופן סדר רך באמצעות סקר עופות המים שנערך אחת לשנה; כל יתר הפעולות בתחום מתבצעת במסגרת תצפיות אקראיות, או סקרים ממוקדים (נשיםים בוגמלה, סקרי אוכלוסיות הצבאים והיעלים, וכן הלאה). מבחינת הפצת המידע, דומה כי ציפוי שיפור ניכר כבר בעתיד הנראה לעין. אף-על-פי שחלק ניכר מן המידע שMPIים רוב הגופים אינם זמינים בניתוחים לציבור הרחב, כבר במהלך העבודה על הטבלה נבנה אתר אינטרנט חדש עבור המשרד לאיcotת הסביבה, והסתבר כי רבים מן הגופים האחרים שוקדים גם הם על הקמת אתרים אינפורטטיביים.

טבלה 4.2: תМОונת-על של ממצאי טבלת המטא-דטה

זמיןנות	שנת התחלה האיסוף	aicות המידע	מיידע מדווח על-ידי הלמ"ס/אחר	איסוף: שגרתי או מקרי	הנושא השביבתי
אינטרנט	1988	בינוני	למ"ס	שגרתי	פלילות מזהמי אוויר
אינטרנט	1980	טוב מאוד	למ"ס	שגרתי	aicות אוויר
דו"חות, לא נפוצים	מ-1949, בהדרגה	טוב	למ"ס + השירות hydrologi + אחרים	שגרתי	מקורות מים טבעיים
דו"חות, לא נפוצים	1982	טוב עד טוב מאוד	למ"ס + משרד הבריאות	שגרתי	מי שתייה
דו"חות, לא נפוצים	מ-1974, בהדרגה	טוב	רט"ג (הרשאות הטבע והגנים), בפיקוח משרד הבריאות	שגרתי	טיפול וaicות שפכים
+ אינטרנט, דו"חות	מ-1974, בהדרגה	טוב עד טוב מאוד	למ"ס + אחרים	שגרתי + מקרי	גופי מים
אינטרנט	1997	נמוך עד בינוני	למ"ס	שגרתי	פסולת מוניציפלית, ייצור וטיפול
אינטרנט	1995	טוב עד טוב מאוד	למ"ס	שגרתי	פסולת מסוכנת, ייצור וטיפול
אין		נמוך	המשרד לאיכות הסביבה	מקרי	פסולת אחרת, ייצור וטיפול
בעיתי להשגה	±'90	בינוני עד טוב	אחרים	שגרתי + מקרי	שימושי קרקע

טבלה 4.2: המשך

זמינות	שנת התחלה האיסוף	aicot ha-miduah	midu maduot ul-yidi lem"m/s/achor	aisof: shagroti au maki	הושא הסביבתי
חלקית באינטרנט	±'80	טוב	מנהלו מקרקעי ישראל (ממ"י) + למ"ס	שגרתי	כרייה וחציבה
אין	±'50	טוב	התנהה לחקר הסחר (מעט)	מקרי	בלאי קרקעות
איןترنت		טוב	למ"ס	שגרתי	יערות
איןترنت		טוב	אחר (רות"ס)	מקרי	צומח
+ איןترنت + דוחות	1980	טוב	למ"ס + רט"ג	שגרתי + מקרי	בעלי-חיים
חלקית באינטרנט	1990		המשרד לאיכות הסביבה	שגרתי חלקית	רעש
חלקית באינטרנט	1999	טוב מאוד	למ"ס	שגרתי חלקית	קרינה
איןترنت	-1977, 1983 1992 ואילך	טוב	למ"ס	שגרתי	הוואות 齊聚 כיבור לטובת הסביבה

מן הטבלה עולה בבירור כי ישנה שונות ניכרת בזמינות הנזונים בתחוםים השונים, כמו גם באיכותם:

- ◆ פליטת מזחמי אויר: פליטת המזחמים מחושבת על בסיס קבוע מאז שנת 1988. בסיסי המדע לחישובים מגיעים מנתוני משרד התעשייה והתשתיות, כיוון שההערכה מתבצעת על-פי כמות דלקים שנמכרו, נסועה וכו'. רמת דיקן הנזונים, לפיכך, ביןונית.

- ◆ **aicot otzor:** נמדדת ומווערת בזמן אמת על-ידי תחנות של מנ"א וחברת החשמל. המידע מדויק מאוד וזמן. באתר האינטרנט של המשרד לאיכות הסביבה, הנמצא בהקמה, יהיה המידע זמין אף יותר.
- ◆ **mekorot mivim tabuyim:** האקוופרים נדגמים בקרה סדרה על-ידי השירותים הידרולוגיים. המידע מדויק, ונאסף בכינרת מאז שנות 1949 וביתר האקוופרים מאז שנות השישים. מאז שנות 1968 נאסף בכינרת מידע מדויק ורב יותר על-ידי המכון לחקר ימים ואגמים. על-ידי הלמ"ס מתפרנסים רק הנתונים מן הבינרת ומאקויפר החוף; יתר הנתונים מתפרנסים דרך השירותים הידרולוגי, או דרך המכון. עתידי הקרוב אמר לאחר האינטרנט של המכון לחקר ימים ואגמים לכלול נתוני זמן אמת מן הבינרת. 14 נחלים מטويلים נdagמים על-ידי רשות הטבע והגנים, בשיטה קבלן של משרד הבריאות. הנתונים מדויקים ומווערים למל"ס.
- ◆ **mi shatihia:** המידע המיקרוביולוגי מועבר למל"ס, אך לא כן המידע הכימי. תדיות הדגימה המיקרוביולוגית שונה מתדיות הדגימה הכימית. לא זו בלבד שתדיות הדגימה הכימית אינה מותעתת כראוי, אלא שישנו גם מחסור בדגימות — מחסור שאולי הוא הגורם להיעדר המידע הן בעבר הציבור והן בעבר הלמ"ס עצמה. לмотג לצין כי תדיותן הנמוכה של הדגימות עשויה להביא לכך שהם יימצא בימים זמן רב לפניה שיתגלה.
- ◆ **tipol va aicot shfachim:** המידע נאסף פעמיים בשנה ממוצאים של חמשים מתקני טיפול. רמת הדיק גובהה, והמידע מועבר למל"ס על-ידי רשות הטבע והגנים.
- ◆ **gopi mivim achrim:**
 - א. חיפוי רחצה ומעיינות המשמשים לרחצה נבדקים, בעונת הרחצה, פעם בשבוע, על-ידי משרד הבריאות. המידע אمنם מדויק, אך קבלת התוצאות אורכת 24 שעות.
 - ב. הירקון והקיישון נdagמים באורך סדר (פעמיים במשך עבור הקישון, חמש פעמיים במשך עبور הירקון) על-ידי רשות שהוקמו לצורכי העניין. המידע מפורט ומדויק, אך איינו מועבר למל"ס. המידע מן הקישון מפורסם באינטרנט, ואילו המידע מן הירקון מפורסם בשנותן דל עותקים.
 - ג. ים המלח והים התיכון נdagמים על-ידי המכון לחקר ימים ואגמים. הים האדום נdagם על-ידי המכון הבין-אוניברסיטאי, שמקום מושבו באילת. המחקר שנערך ביום האדום איינו מועבר למל"ס, אך מתפרסם באינטרנט; עם זאת, במסגרת זו אין גישה לנ נתונים עצם, כי אם לטבלת המטה-דטה בלבד (יש לציין כי ניתן לבקש נתונים שירותך האינטרנט). המידע אודות הים התיכון נאסף, משנה

פרק 4: מצבת הנתונים הקיימים בישראל

1978, פעם או פעמיים בשנה. המדבר במידע מדויק ומקיף, שאינו מועבר למל"ס, וניתן ביום להשיגו רק בשנתון של המeon. בעtid הקרוב, עם זאת, יתפרסם המידע גם באתר האינטרנט של המeon. נתונים אודות ים המלח נאספים בזמנם אמת, ומוצגים באתרו של המeon (יש לציין כי הדיגום מתבצע באמצעות דוברה, שלא פעולה במשך זמן מה עקב סערה).

- ◆ פסולת מוניציפלית: מידע על מיחזור ועל שימוש חוזר בפסולת נאסף בשאלונים המופצים ל-180 רשותות מוניציפליות. שיעור ההיענות לשאלונים עומד על 50%-70%, ואיסוף המידע החל בשנת 1997. קבורת פסולת מדוחת במלואה על-ידי אתרי קבירת הפסולת, ואיסוף המידע החל בשנת 1998. את המידע מרכז המשרד לאיכות הסביבה, אשר מעבירו למל"ס. נתונים שאינם מועברים למל"ס הם נתוני הפסולת האינרטית, אשר אינה נדodata בצורה סדרה. כ-80% מן האתרים הפועלים עוקבים באופן סדייר, אמנם, אחר כמות הפסולת האינרטית, אך ההערכה היא שחלק ניכר מהפסולת לא מגיעה לאתרים אלה, אלא מושלך במקומות אחרים.
- ◆ פסולת מסוכנת: המידע נאסף בצורה מדויקת וmpsורתת מאז שנת 1995, על-ידי המשרד לאיכות הסביבה. המידע נאסף מ-700 מפעלים (עיקר המידע מגיע מרמת חובב), ומועבר למל"ס.
- ◆ שימושי קרקע: מידע נאסף ומוצג שכבות GIS על-ידי גופים רבים (רשויות, משרדי ממשלה, גופים ירוקים וכיו"ב), אך הגופים השונים עדין אינם מתואימים מבחינה השכבות.¹³ ברוב המקרים מדובר במידע הקשה ביותר להשגה, הזמן רק לבני קשרים וידע.
- ◆ כרייה וחציבה: המידע נאסף על-ידי מנהל מקרקעי ישראל משנות השמונים, וmpsורת חלקית באינטרנט. חיסין תחרותי מונע פרסום והפצה של מידע אודות כמות החומר הנכרה (אף-על-פי שהמידע נאסף).
- ◆ בלאי קרקע והמלחタン: המידע משתמש בחלקו הגדל על עבודות של סטודנטים לתארים متקדמיים, ונאסף באופן מזדמן בלבד החל משנות החמשים. איכות המידע גבוהה, אך הוא אינו מפורסם בצורה סדרה. התנהנה לחקר הסחף מפרסמת לעיתים דו"חות שעיקרים hidrologi.
- ◆ יערות: המידע נאסף על-ידי קק"ל ומעבר למל"ס. הנתונים נאספים פעם בשנה, ורמת דיוקם גבוהה.
- ◆ צומח: המידע מרכז על-ידי מרכז רות"ם, המשותף לאוניברסיטה העברית והחברה להגנת הטבע. תצפיות צומח נאספות בקביעות, אך לא באופן סיסטמטי. מידע חלקי מפורסם באינטרנט, אך ניתן לקבל מידע מפורט יותר באמצעות דואר אלקטרוני.

- ◆ בעלי חיים: נתונים סדיירים קיימים רק אודות אוכלוסית עופות המים, אשר מפקד עברה נערך אחת לשנה, החל משנת 1980. המידע מדויק ומועבר למל"ס. ספירות בלתי-סדיירות נערכות עבור יעים, צבאים, נשים ומינים אחרים שנמצאים בסכנה. כמו-כן נאספים נתונים המתבללים מתצפיות אקרואיות. רק נתונים עופות המים רציפים.
- ◆ רעש: השונות הרבה, הן למרחב והן בזמן, מקשה מאוד על בדיקתם והציגם של נתונים ברורים אודות מגע סביבתי מורכב זה. נתונים נאספים בצורה סדרה ורק סביבת נתב"ג.
- ◆ קריינה: הנתונים היחידים הנאספים באופן סדרי וזוכים לפרסום על-ידי הלמ"ס הם נתונים משך זהירות השימוש ונתוני הקריינה הגלובלית. את רמותיה של קריינה מזיקה דוגמת UV-A ו-UV-B מודדים הן אוניברסיטאות באר שבע והן המכון המטאורולוגי. ואולם, היעדר הסכמה באשר לצורת המדידה, לכיוול המכשירים וכיוצ"ב אינו מאפשר קבלת נתונים אחידים ומדויקים.
- ◆ הוצאות ציבור לטובת הסביבה: נתונים אלה מחושבים במקוטע מסוף שנות השבעים, ובצורה סדרה מאז 1992. הנתונים המפורטים ומחושבים על-ידי הלמ"ס מדויקים מאוד. עם זאת, הויל והם נאספים רק מן המgor הציבורי, הם חלקיים.

מסקנות

דומה כי כמה וכמה גורמים עשויים להסביר את השונות באיכות הנתונים ובסדיורות AISOPS.

- ◆ הגורם הראשון הוא מרכיבותו ועלותו של תהליך איסוף הנתונים; נתונים שmediותם קלה וזולה, דוגמת נתוני איכות האוויר, נאספים בקפידה, אך נתונים שעלות דגימותם גבוהה (דוגמאות כימיות של איכות מי השתייה, לדוגמא) אינם נבדקים בתדירות האופטימלית.
- ◆ הגורם השני המשפיע על AISOPS הנתונים הוא התועלת הכלכלית שניתן להפיק מאיסופם – פן הבולט במיחוד בסקטור הכספי והחציבה. עם זאת, דוקא חшибותם הכלכלית של הנתונים, כפי שניתן לראות בסקטור זה, עלולה לצמצם במידה ניכרת את הפצטם, אם לא למונעה כליל.
- ◆ גורם חשוב נוסף המשפיע על מצבת הנתונים הוא מידת ריקוזיתו של הנושא מן הבדיקה המוסדית. דומה כי האחראים לאיסוף המידע עושים זאת היבט בתחוםם שבhem ברורה האחריות המוסדית, אך דומה כי במקרים של פיצול מוסדי אין לגופים

פרק 4: מצבת הנ吐נים הקיימים בישראל

השונים תMRIץ מובהק לספק תמונה כוללת על המתרחש. עניין זה בולט במילוי בתחום שימושי החקלא; דומה כי קשה במיוחד להציג תמונה כוללת נהייה עבר תחום זה דווקא משומש שנותוני נאспרים על-ידי כמה גופים – ללא תיאום ולא מערכת הגדרות מסודרת.

◆ גורם נוסף שיש לתת עליו את הדעת – גורם שאנשי מקצוע, פעילי איניות סביבה וארגוני שתדניים עשויים למצואו בו עניין מיוחד – הוא חשיבותם של תקנים קשיחים. דומה כי קביעתם של אלה מביאה לא אחת לשיפור ניכר באיכות ובתדירות הניטור ובאיסוף הנתוניים.

חשיבותם הרבה של גורמים אלה ניכרת, כמובן, דווקא בתחוםים הביעיתיים¹⁴ – תחומיים שעלות איסוף הנתוניים בהם גבואה, תחומיים שלא נקבע עבורם תקן מחיבב, ותחומיים שבהם לא הוגדר אף גוף אחראי על מלאכת האיסוף. מקורם של נתונים בתחוםים כאלה, אם נמצא, הוא חוקרם שונים ויוזמת מקומות – נתונים מועילים לא אחת, אך עדין לא כללה המאפשרים עבודה מן הסוג וההיקף הנוגעים לעניינו.

לאור כל זאת עולה שיש להכין תוכנית פעולה מוסדרת ליזיהו המשתנים החסרים – תוכנית אשר תקבע תחומי אחראות, הגדרות ומקורות לאיסוף הנתוניים החסרים, לשיפור איניותם של הנתוניים הקיימים ולשיפור זמינות הממצאים לציבור.

פרק 5: ישראל ופרויקט המדדים לפיתוח בר קיימה באגן הים התיכון MAP/BP

אורית מינדי וויסי גמליאלי

1. רקע: מדדים לפיתוח בר קיימה

חטירה לקיימות (Sustainability) דורשת, מעצם הגדרתה, בוחינה של תהליכי לאורך זמן ובוחינה של השפעות החיצונות גובלות מרוחקים, מנהליים ופוליטיים. כדי לקדם מדיניות ופעולות התומכות בפיתוח בר קיימת (פב"ק), יש להתחשב במגוון רחב של גורמים משפיעים ומוספעים.

ההתקדמות הטכנולוגית, יחד עם ריבוי הסוגיות הסביבתיות ומורכבותן, יוצרים שפע של מידע בנושאים סביבתיים וכלכליים. כדי להפעיל מדיניות חברתית, כלכלית וסביבתית התומכת בקיימות, יש ליצור מערכות של כלים אשר יסייעו בקבלת החלטות התומכות בפב"ק. אינדיקטורים לפב"ק נועדו להיות כלי לקידום ולהפעלה של מדיניות פב"ק, ולשמש בתפקידם זה בכמה אופנים:

- ◆ סינון מידע רלוונטי לקבלת החלטות;
- ◆ הتمקדות בגורם לביאות הסביבתיות או הכלכליות והשפעה עליהם;
- ◆ בוחינה והצגה של ההשפעות לטווח הארוך ובקנה מידה מרחבי מתאים.

גיבושה של מערכת האינדיקטורים מייצג העדפות לגבי התחומים שאליים מכוונת המדיניות; מערכת אינדיקטורים אחת עשויה לשרת את מטרותיהם של גופים על-לאומיים, ואילו אחרת יכולה לשמש לניתוח מגמות אזוריות, או גלובליות.

מאז 1996 מקומות מדיניות הים התיכון יצירה של מערכת מדדים לפב"ק – מערכת אשר תשמש את אזור הים התיכון ברמה הלאומית וברמה האזורית. מסמך זה יסקור את המדדים שנוסחו עבור מדיניות הים התיכון, ואת מידת ישימושם עבור ישראל.

כמו וכמה טעמים מקרים למערכת מדדים של מדיניות הים התיכון את חשיבותה:¹⁵

1. יצירת מערכת אחידה ומוסכמת של מושגים ושל כלים משותפים למדיניות באגן הים התיכון, אשר תבטיח שימוש באותו הגדרות ובאותן נוסחאות עבודה, מסייעת ביצירתה של שפה אחידה שתשתמש גופים ופרטים מדיניות שונות באגן הים התיכון. הביעות

הסבירתיות והכלכליות בגן הים התיכון אינן מכירות בגבולות הפוליטיים, וחוץות גבולות לא אחת. יתר על כן, מאפייניהן הדומים של המדינות השוכנות בגן הים גורמים לכך שתஸבולה, אף-על-פי שאין שכנות, מבעיות דומות: ניהול משאבי החול החופי, הזרמת שפכים לים, זמינות מים שפירם ושימוש בהם, ועוד.

2. יצירתה של מערכת מדדים מסייעת לקידומה של מדינות פב"ק במדינות האזור השונות. אחת מטרות פועלתן המשותפת של מדינות הים התיכון היא חיזוקן של יכולות פב"ק וייצרתם של כלים שישו יבנה בפיתוח מדינות הולמת. קיומו של גוף עלי-לאומי – גוף אורי, במקורה זה – המציע מתודולוגיות, מפעיל אנשי מקצוע ויוצר כלים, יוצר עבור כל אחת מן המדינות תמרץ לקידום הנושאים של פב"ק. עצם מלאכת הגדרת המדדים, לדוגמה, דורשת קביעה של יעדים ושל מטרות למדינות לאומיות.

2. מערכת המדדים של האו"ם

ועידת האו"ם לפיתוח בר קיימא (UN Commission for Sustainable Development) שהוקמה בעקבות פסגת כדור הארץ הראשונה (1992), הכרזיה ב-1995 על תכנית עבודה לבניית מדדים לפב"ק – מדדים אשר יוננו במערכות המדדים והדיות הלאומיות השונות. מטרת היוזמה הייתה פיתוח של מערכת מדדים שתהייה זמינה למקבלי החלטות, ותאפשר במסגרת מתודולוגית מסוימת ובת בדיקה, שתאפשר מדידה, הערכה והשווואה ברמה הלאומית. השאייפה הייתה ליצור מערכת מדדים אחידה לכל מדינות העולם. אגינדה 21 שימשה כבסיס להגדרת הנושאים למדידה, והתקבלה ברמה הגלובלית כתכנית פעולה כוללת לפב"ק. עבר כל סעיף רלוונטי באגינדה 21 הוגץ מכך, והמדדים כולם קובצו לארבע קבוצות: מדדים חברתיים, מדדים סביבתיים, מדדים כלכליים ומדדים המבטאים רמת ארגון.

התוצאה היא ערכה של 130 מדדים אשר פרסם האו"ם ב-1996.¹⁶ בנוסף על החלוקה שתוארה לעיל, אופינו המדדים לפי השתייכותם לאחד משלושה טיפוסים במודל המכונן Driving Force : DSR (אינדיקטורים המייצגים פעילות אנושית, תהליכי ודפוסי פעולה, המשפיעים על האיזון בין פיתוח וסביבה), State (מצב איכות הסביבה ומאפיינים חברתיים וככליליים) ו-Response (תגובה לחץ הנוגע לאיזון בין הפיתוח לשביבה, בין אם באמצעות שינוי מדיניות או אמצעים אחרים).

מערכת מדדים זו היא הבסיס הנפוץ בעולם לדיוון במדדים לפב"ק ולבדיקות. על אף מגבליות וחסרונותיה, בהתבסס עליה נבנתה גם מערכת המדדים שהוצאה למדינות הים התיכון.¹⁷

3. מזדים לפב"ק עבור מדינות הים התיכון

בחודש אפריל 1978 אישרה מדינת ישראל את אמנת ברצלונה להגנה על הים התיכון מפני זיהום. אמנת זו היא הממשלה המשפטית והחוקית לביצוע תוכנית הפעולה האופרטיבית עבור הים התיכון, MAP (The Mediterranean Action Plan), כמו גם לפועלתה של המועצה לפב"ק באגן הים התיכון, MCSD (The Mediterranean Commission for Sustainable Development). המועצה, אשר הוקמה ב-1996, קראה

לגיבושה של מערכת מדדים לפב"ק עבור מדינות אגן הים התיכון.

האינדיקטורים עבור מערכת זו נבדקו ונבחנו במסגרת של כמה סדרנות עובדה רבת-לאומיות, שהשתתפו בהן גופים מקצועיים והן נציגים של המדינות הרכזוניות. מקורות המידע ששימשו עבור תהליכי גיבוש האינדיקטורים היו:

1. האינדיקטורים של נציבות האו"ם לפב"ק;
2. אינדיקטורים שפותחו עבור אזור הים התיכון במסגרת ה-Blue Plan;
3. עבודות שהתבצעו בפרויקט ה-MEDSTAT – שיתוף פעולה אירופי-ים תיכוני בתחום הסטטיסטיקה.

חלוקת מתחילה בנימיטה של סדרת האינדיקטורים הוגדרו קבוצות הנושאים ותת-הנושאים שעבורם נדרשה הגדרת מדדים.¹⁸ לאחר מכן חולקו המדדים עצם לקבוצות, וסועגו לפי מודל PSR.

לאחר בניית הסדרה הראשונה נבחנו חמישים מדדים, על סמך הנתונים הזמינים אודות כל מדינה. במקביל נבחנו, עבור טוניס וסלובניה, כל 130 המדדים שנתקבלו, ובשלב האחרון נקבעו המדינות החברות ב-MAP לבחון את כל המדדים שהוצעו. תוצאות בחינה זו עברו ישראלי מוגנות במסמך זה.

קנה המידה המרחבי והעתי של המזדים

רוב המדדים מתייחסים לרמה הלאומית, ולפיכך קנה המידה המרחבי שלהם הוא שטח המדינה. מדדים המתייחסים לאזורי החוף מתייחסים לאזורים הסטטיסטיים השוכנים לחוף הים התיכון. בغالגול הדלה של מדינת ישראל, מקבילים אזוריים אלה למחוזות בחלוקת האדמיניסטרטיבית. בפועל, בעבודה זו הוגדר כל שטח מדינת ישראל כאזור השוכן לאורך חוף.

כאשר מדדים התייחסו לרצועת החוף, הتبיעה המדידה עבור עשרה ק"מ מקו הים אל תוך השטח היישתי ועבור שטח המים הטריטוריאליים (12 מייל).

כמו מדדים התייחסו לנקודות ספציפיות – אזורים אורבניים גדולים הסמוכים לחוף הים (לדוגמה גוש דן, עזה, אלכסנדריה וכו'). הפן העטி של כל מערכות המבדדים הוגדר על בסיס השנה האזרחית, ואחד מן הקритריונים לשימושם של אינדיקטורים הוא יכולת למדוד אותם שנה אחר שנה.

4. איסוף נתונים בישראל

איסוף הנתונים עבור מדינת ישראל הטענו בהתאם להנחיות ה-Blue Plan, אשר ריכז את העבודה המקצועית. הנתונים המוצגים במסמך זה נאספו בסדרות עתיות שנתיות, המוצגותן הן בטבלה והן כגרף עבור השנים 1985-1999; שנים אלה נבחרו כדי לאפשר את בחינת המגמותן הן לפני ההגירה לישראל ממדינות ברה"ם-לשעבר (שהחל ב-1989) והיה בעל השפעה משמעותית על ישראל) והן אחרי.

האינדיקטורים נאספו בהתאם להנחיות שפורסמו באוגדן מונחים שהופץ על-ידי ה-Blue Plan למידינות המזרח התיכון. עבור כל אינדיקטור שהוצע לחישוב הוצגו הגדרה (הmbosstet על עבודות קודמות שנעשו לגבי אינדיקטורים במזרח התיכון¹⁹) ושיטת חישוב. הבחירה בהגדירות איחודת נעשתה, כמובן, כדי לאפשר בסיס השוואה אחיד בין המדינות, שהרי האינדיקטורים נועדו לשם השוואה בין מדינות, לא לשם הערכת מצבה הסביבתי של מדינה בפני עצמה.

בפרק זה עוסוק אך ורק באינדיקטורים שנאספו עבור ישראל, ויוצגו כארבעים אינדיקטורים (מתוך 132 שהוגדרו ב-Blue Plan Glossary). רוב הנתונים, יש לצין, נאספו ממאגרי המידע של הלמ"ס. בטבלה 5.1 מוצגת מידת הכיסוי של הנושאים השונים לאינדיקטורים: כיסוי מלא, כיסוי חלק, או חסר כיסוי. חוסר כיסוי מוחלט של נושא מעיד על כך שהמידע עבורו לא היה נגיש, או שטרם נאספו די נתונים. כיסוי חלק משמעו כיסוי של עד 70% מהאינדיקטורים בנושא ספציפי, ואילו כיסוי מלא משמעו שנאסף מידע עבור לפחות 70% מן האינדיקטורים.

כיסוי מלא או חלק הושג בראש ובראשונה עבור אינדיקטורים כלכליים (דפוסי צריכה, תעסוקה, כלכלה, חוקאות, תיירות, תחבורה וכו'), עבור אינדיקטורים דמוגרפיים, ועבור נושאים הנחשבים בעלי קשר ישיר לתחומי אינטראקצייתם (ארגוני, תחבורה, אינטראקציית אוויר וכדומה). הנושאים שבהם לא נמצא נתונים כלל (זהיינו חסר כיסוי מוחלט) הם לרוב נושאים השוכנים בתחוםי בינוניים שבין כלכלה לאיכות סביבה; איסוף הנתונים עבור נושאים אלה לוקה בחסר משום שנhog להערכתם ככלאה שאינם תורמים מידע רב לגבי מצב הפיתוח הכלכלי, מחד גיסא, ואינם מוגדרים כמהותיים במיוחד להבנת מצבה של

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

aicoot ha-sabiba, ma-ayidz gisa (natonim avodot dig, l-dogma, au avodot karkuot). Tum shni le-hosher ha-kiyoshi hoa sha-aisor ha-natonim ubor Yisrael ha-tbachu ud ca bat-dirot nomcha ud ma-oyd — nomcha ud ca-ak, she-hatzatm b-mafot ha-GIS, l-dogma, noga'ut la-nkudot zman achat v-yachida (bin alha nitin la-metza, bin ha-itir, natonim machavim, chofim v-akosistmot).

habuyot ha-merkaziot shelalu ba-aisor ha-natonim la-chisuv ha-indeiktoriim han cdhalon:

1. הגדרות האינדיקטורים

rob ha-indeiktoriim, camor, hogdro roermat ha-medina. Um zat, bin ha-indeiktoriim nmachim gam calah she-hogdro ubor knah midah agorafi m-zomach yotar, dogmetz rutzut ha-chof, azor ha-har v-kidoma. Bmekrim calah matuorot be-uhia m-bachinat ha-gedra azor bi-Yisrael, zo'at m-pat ha-shetka ha-m-zomach. Cicid, l-dogma, ish la-hedra azorim ha-rrayim (Mountain area) bi-Yisrael? ha-am ha-gedra zo rolontit li-Yisrael k'l v-uyikr? ha-am azorim ha-rrayim bi-Yisrael zo'is b-mafinim la-azorim ha-rrayim b-medinot achrot?

2. פיזור המידע

ha-noshaim she-houlu ba-hedraot ha-Blue Plan maccsim iru'a rchba bi-yoter shel tchomim — ha-hal b-mafinim so'uzo-akonomiyim, sabibtiim v-chinocim, wchalla b-matzav politi. Bi-Yisrael al-achra'at ha-lm'ss ul aisor ha-midu'r ha-rishmi shel Yisrael ul ha-zatnu. Lemotar la-zayin ci bniyat mddim ul basim natonim mmusad la-omni merkazi, cogen ha-lm'ss, m-beticha natonim amminim la-orach zman, v-af mukla ma-oyd ul bniyat indeiktoriim matayimim. w-o'lam, l-צד ha-itturot ha-brorim shel dr'd ha-pule'ah zo, tzponim ba-hem g'm kshimim masovim. la zo lab'da sh'tchom ha-sikor shel ha-lm'ss, como zo shel go'anim la-omniim achrim bi-Yisrael v-bmedinot achrot, ai'no chofp b-haceret shel tchomim ha-drushim ubor indeiktoriim le-pb'k, alla shel ha-lm'ss af nuzeret, matbu'd ha-dbarim, bgorimim shoni'im ha-msafkim la-natonim. uzm ha-hedraot aisor ha-natonim shel ha-gevrimim shoni'im ha-msafkim at ha-natonim — v-yehu alha m'shad'i m'shala, r'shiyot m'komiyot, go'anim ziv'orim im go'anim prati'im — ain zehot b-haceret la-hedraot shenku'u b-mtoddologia zo shel indeiktoriim le-pb'k.

3. רצף של סדרות עתיות שנתיות

cdi la-habun prermotim shel kiymot, ish la-bchon otot b-mmd ha-zman. w-o'lam, b-mhal'c aisor ha-natonim la-indeiktoriim be-uboda zo nmaza ci chalak mn ha-natonim zomimim li-Yisrael mogbelim l-shene spatzifit. Bmekra'ah zo'a, cmobon, apsherot li-izor s'dra' utiyyat shnittit. ha-mekrim she-bahem to'ufe'ah zo npo'za ha-am natonim asher kl yotar la-hatzgim b-mafa.

טבלה 5.1: מידת הכיסוי בתנאים של תחומי נדרשים במדינת קיימות עבור ישראל

הערות	כיסוי מלא	כיסוי חלק	חומר כיסוי	THEME
		+		דמוגרפיה ואוכלוסייה
		+		רמת חיים, תעסוקה, אי- שוויון חברתי, עוני, אבטלה
		+		תרבות, חינוך, הכשרה, SHIPOR MODUOT
		+		בריאות, בריאות הציבור
	+			דפוסי צריכה וייצור
		+		נסיבות חיים ומערכות אורבניות
בעיות בהתדרת האזור ההררי			+	אזורים קלאים, שחונים, הרריים, פנים-ארציים
		+		יערות
			+	אזורים חוף ו"חיו"ף"
			+	ים
	+			כלכלת גלובלית
	+			קלאות
			+	אזור דיאג, קלאות מים
מידע קיים רק לגבי שנה אחרת (GIS)			+	מכרות, תעשייה
			+	שירותים ומסחר

טבלה 5.1: המשך

הערות	כיסוי מלא	כיסוי חלק	חומר כיסוי	THEME
		+		אנרגיה
		+		תעבורה
		+		תיירות
			+	מים טהורים וקולחים
			+	קרקעות, צמחייה ומדבור
			+	מגוון ביולוגי, אקויסיטומות
			+	פסולת מוצקה, תעשייתית ומסתוכנת
		+		aicות אויר
			+	גורמי סיכון טבעיים וטכנולוגיים
			+	גורמים בתחום הפב"ק
		+		מדיניות ואסטרטגיות לפב"ק
			+	סחר בינלאומי, אורי סחר חופשי וסבירה
			+	סחר חליפין ים-תיכוני
			+	שתי"פ ים-תיכוני בתחום סבירה ופב"ק

5. סיכום

עובדת זו הتبיעה על סמך בסיסי נתונים קיימים, הפתוחים לציבור. לא הוצעו במסגרת איסוף נתונים או מחקר כדי לבנות סדרות נתונים שלא היו קיימות וזמן, וזאת בעיקר משיקולי תקציב וזמן. חסרונותיה של גישה כזו בורורים, אך גם בתרונותיה אין לזלול; ממצאייה יכולים למדנו דבר או שניים אודות נהלי איסוף הנתונים בישראל, ולא פחות מכך — על עצם האפשרות להשתמש, עבור ישראל, באינדיקטוריים שהוצעו במסגרתה. יש לציין כי המידה שבה מכוסות סדרות הנתונים המתאימות והזמן שציבור את הנושאים השונים מהויה מעין אינדיקטור כלפי עצמו. לא זו בלבד שפערים במידת הכספי יכולים להעיד על הבדלים בין מדינות מבחינת רמת איסוף המידע ופרסומו, אלא שהם עשויים להעיד גם על עצם התאמת של סדרות המדדים למדינות השונות. כמוות האינדיקטוריים הנומכה יחסית שהתאימו לישראל ו שנמצאו עבורה נתונים זמינים ומסודרים — 44 מתוך 133 אינדיקטוריים שנקבעו עבור מדינות הים התיכון — אומורת דרשו.

יש להניח כי פערים בכספי מצביים לא רק על בעיות מנהליות ועל חוסר משאבים, כי אם גם על מידת החשיבות המוחשבת לנושאי הסביבה השונים. נושאים שזכה לכיסוי מועט, או שלא כoso כלל, עדין אינם נתפסים כנושאים "חשיבותם" דיים במצב הדיוויני הציבורי על סביבה ופיתוח. מידת הכספי מעידה גם על מידת נוכנותם של המוסדות המקצועיים להשكיע בפרשומם הנתונים לציבור. גילו הצער ייחסת של המנהל הסביבתי בישראל, כמו גם ההתקפות האטיות בנושא פב"ק, עשויים אף הם להסביר את הכספי המוגבל.

מערכת המדדים שפרסם האו"ם בעקבות אגינדה 21 נבנתה מן הכלל אל הפרט: מן הבין-לאומי אל הלאומי. מערכת המדדים של מדינות הים התיכון נבנתה, במידה רבה, בגישה דומה. ואולם, על אף יתרונותיה הברורים של גישה זו עבור הגופים הבין-לאומיים, המעניינים בתמונה מצב על-לאומי, ספק רב אם יש בכוחה לשרת את מדיניות הפב"ק ברמה הלאומית. מנקודת הראות הלאומית ניתן להבחן בכמה חסרונות בולטים של מערכות המדדים העל-לאומיות:

- ◆ **מיוזת הרלוונטיות של האינדיקטור למדיניות הלאומית.** האינדיקטוריים העלאומיים לא גובשו מתוך הצרcis והיעדים הלאומיים. חלוקם, לפיכך, אינם רלוונטיים למדיניות הלאומית, הזוקקה למדדים שישקפו את יעדיה ומטרותיה.
- ◆ **קבילות פוליטית.** מערכת המדדים העל-לאומיות לא נבדקה אל מול מערכות קובלות החלטות של המדינות. במלים אחרות, לא ברור מה מידת התועלת שניתן להפיק ממנה בבוינו לתמוך בגישה של פב"ק אצל מבעלי ההחלטה.

- ◆ **שיתוף הציבור ומקבלי החלטות.** הסכמה משותפת על יעדיה ומטרותיה של מדיניות פב"ק היא הכרחית. מערכות המודדים הול-לאומיות לא גובשו על סמך דין משותף ברמה הלאומית, ولكن כוחן לשרת יעדים ומטרות ברמה הלאומית מוגבל.
- ◆ **שוני בנושאי קונפליקט אזרחי/לאומי.** ברמת המדינה אנו עדים לא את להטעורנותו של קונפליקט בין הרמה האזורית לבין הרמה הלאומית (בנייה מול שמירה על שטחים פתוחים, לדוגמה). ואולם, התchromים המועדים לkonflikteim מסווג זה אינם מקבלים ביטוי במערכות המודדים הול-לאומיות.

מערכת המודדים למדינות הים התיכון, במלים אחרות, אינה יכולה לשרת מדיניות פב"ק לאומי, ואני מספיקה לגיבושה של מדיניות כזו. כמו מה מן המודדים אשר נושא עבור האו"ם ועבור מדינות הים התיכון יכולם, לעיתים, לשרת את צרכי המדינות של ישראל, אך יש צורך ניכר ובולט בפיתוחה של מערכת מודדים מקומית – מערכת של מודדים שישרתו את מדיניות הפב"ק בישראל ויתאימו למצבה, לשאייפותיה ולצריכה הלאומיים.

שער II

**אינדיקטורים מומלצים
בסקטוריים נבחרים**

פרק 6: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימא של משאבי הקרקע בישראל

עמוס בניו

1. רקע

משמעות זה מציע מערכת אינדיקטורים מדדיים למדzon של הקרקע בישראל, ומובא כבסיס לדיוון עתידי בנושא.

אינדיקטור בסיסי למדzon של הקרקע הוא, מטבע הדברים, הפרישה הכמותית והרחובית של הקרקע לשימושה וייעודיה השונים, והשינוי שחל בהלה במהלך השנים. זהו נתון בסיסי ומהותי, שהשגתנו, כמו גם עדכנו על בסיס שנתי, קלים יחסית. במהלך הזמן יהיה, כموן, צורך לקבוע את האיזון הרצוי בין שימושי קרקע שונים במורחב הגאוגרפי של המדינה, ולקבוע בחוק אותו ואת נחלי הפיקוח והאכיפה שיבטיחו את שמירתנו.

מעבר לשימושי הקרקע השונים, מובן כי יש צורך גם במדדיים לבחינה של הקרקע עצמן ושל השינויים החלים בהן גופן. ואולם, קשה יותר להגיע לאפיון איקוני מייצג של הפסוספירה (מרחוב הקרקע) מאשר של האטמוספירה וההידרוספירה (מרחוב המים). קושי זה נובע מעצם טבען של הקרקע — פאה מוצקה, שאינה מתערבבת בנקל. כלומר, אם נרצה לייצג באופן מלא את השתנותן האיקונית של הקרקע, לא רק את השינויים החלים בשימוש שנעשה בהן, נדרש לערוֹק סקר מפורט ורב דגימות, יקר וקשה לביצוע. כדי להתגבר על קושי זה, אבקש להציג גישה שבבסיסה טיפול באזוריים שלמים בהסתמך על מאזני החומרים ומכלולי התהליכיים החלים בהן, תוך מעקב הן אחר הנסיבות של חומרים מסוימים בשכבות הקרקע (מלחים מסיסיים, יסודות קורט, מזהמים אורגניים), והן אחר תהליכיים של הרס מבני.

בחירת המדדיים שישמשו אותנו עברו כל אזור ואזור תבוצע בהסתמך על שימושי הקרקע הרווחים באזור. החלוקה לאזוריים, כפי שאפרט בהמשך, תבוצע בהסתמך על שיקולים פיזיוגרפיים, הידרולוגיים ואדמיניסטרטיביים. מן הבדיקה המעשית, יפושט התהליך אם נבקש למדוד, עברו כל אזור ואזור, את הפרמטר העיקרי המשפיע על איקונון של הקרקע באותו אזור, תוך התייחסות לשימושי הקרקע (שטח בניו או פתוח, שטח פתוח המשמש לחקלאות בעל מול כזה המשמש לחקלאות שלחין, או מיוער). בשטחי השלחין נבקש לעמוד על סכנת המלחאה, והמדד לכך יהיה מאزن המלחים האזורי, תוך הסתכמתו

על כלורידים כאינדיקטור עיקרי; אם השקית הקרקע מותבצעת באמצעות מי קולחין, אינדיקטור נוסף יהיהamazon יסודות קורת. האינדיקטור שנבחר עבור שטחי הבעל הוא מצב הסחיפה ויציבות המבנה; לצורך זה ניתן לעשות שימוש באמצעותם, בהתחשב במאפיין חישה מרוחק לצרכי האפיון האזרחי. מובן כי באזורי מסוימים יידרש לעתים, בהתאם לצורכי המקומי, גם מדידות מפורטות של תכונות רבות נוספות של חתך הקרקע, בין אם לשם הגדרתו של אירוע זיהום מחד ובין אם כדי לקבוע את מידת התאמתה של הקרקע לשימושים שונים.

2. מבוא וגישה

ישראל היא בין המדינות צפיפות האוכלוסייה ביותר בעולם. תוך דור אחד, אם לשפט על-פי גידול האוכלוסייה הנוכחי והצפוי (כ- 2.5% בשנה), תעמוד האוכלוסייה בשיטה שמערבה לירדן על כ-11-12 מיליון נפש. גידול האוכלוסייה מחייב הרחבת של השיטה הבניוי, אך מטייל גם דרישות נוספות על משאבי הקרקע, בעיקר ככל המתחייבות מן השאיפה לעלייה ברמת החיים. חוסר יכולת לייצר קרקע יש מאין, אם כן, הופך את משאב הקרקע לנכס החשוב והיקר ביותר של מדינת ישראל.

הדרישות מן הקרקע רבות ומגוונות, ובשנים האחרונות אנו עדים לתחרות עזה ומרה עליה ועל משאבייה. המודעות להגבלה הכתומית והaicوتית שמצויה בפנים הקרקע נמצאת רק בראשיתה, אך כבר כיום אנו עדים להtauורוֹתָה האטיט הַן של מודעות חברתיות והן של מודעות בקרב מבעלי החלטות לגבי הצורך בניצול נבון, זהירות ושמור של משאבי הקרקע.

רבים משתמשים בקרקעות לצרכים רבים ושיוניים: עיר או מתפתח, סילוק פסולת, חקלאות, משאבי מים, דרכים ותחבורה, ביטחון וצבא, פנאי, שימוש וייעור. הדרישות הנגזרות מריבוי השימושים הללו שונות, ולא אחת אף מנוגדות. על מדינת ישראל להתייחס לבעה בהקדם, וליצור מערכת של חוקים, של תקנות ושל הנחיות אשר יבטיחו שמירה על הקרקע ועלaicותה, ולגבות מערצת זו באמצעות ניהול ניטור ופיקוח ובאמצעות פעולות הסברה ואכיפה.

אם ברצוננו להা�יץ ולבסס את מגמות השימוש של הקרקע ושלaicותה, דרושים לנו גם אינדיקטורים נוספים למצב הקרקע במדינה. אינדיקטורים אלה, שיאפשרו פיתוח של כלי ניהול וייחו בסיס להחלטות אודוט פעילות הרכוכות בשימוש בקרקע, אמורים לעמוד בכמה וכמה קритריונים: ניתנים למדידה ולמעקב שוטף (ואף פשוט וחסכוּני במידת האפשר), ועם זאת כוללים ומקיפים מבחינות יכולת לאמוד באמצעותם את השינויים במצבה של שכבת הקרקע בישראל. במסגרת מסמך זה אבקש להציג ניתוח ראשון של מאפיינים נבחרים אלה.

פרק 6: אינדיקטורים ל피תוּח בָּר קיימא של משאבי הקרקע בישראל

בניגוד למצב בתחום חקר האטמוספירה וההידרוסתפה, לגבי המרכיבים הסביבתיים (spheres) השכנים לקרקע, אין בידינו משנה סדרה ומפורטת המאפשרת אפיון וייצוג ממצאים ויעילים של שכבת הקרקעות (הפסופרה). במסגרת זו, על כן, מצאתי לנכון לסקור בקצרה את התהליכיים השכניים של דעיכת איכות קרקע, ולהציג על אלה שמצאתי כי הם הקritisטים ביותר לישראל. בהמשך לכך אציג מערכת של אינדיקטורים אשר ראוי להתחיל במדידתם וניטורם – ולעתות כן בהקדם האפשרי.

3. הקרקע ותפקידיה: שכבת הקרקעות העולמית

הקרקע היא השכבה העליונה של קליפת כדור-הארץ, החשופה להשפעות אטמוספריות וביוויטיות. שכבת הקרקעות העולמית היא חוליה רבת חשיבות במערכת הסביבתית, ומערכות הריאקציות הביווגוכימיות המתרחשת בה משפיעה על מחזורי היסודות הביווגניים של כדור-הארץ ועל מאזנייהם (ר' טבלה 6.1). קשיית הפחמן לחומר אורגני, המתרחשת בקרקעות העולם, קובעת את ריכוז דו-תרכומת הפחמן באטמוספירה. שחרור מוגבר של גזי קורט חנקניים (NO_x) מקרקעות משפייע גם על אפקט החממה הגלובלי (ר' טבלה 6.1).

טבלה 6.1: שילוב הקרקע במערכת הסביבתית והשפעתה של פעילות אנושית מואצת

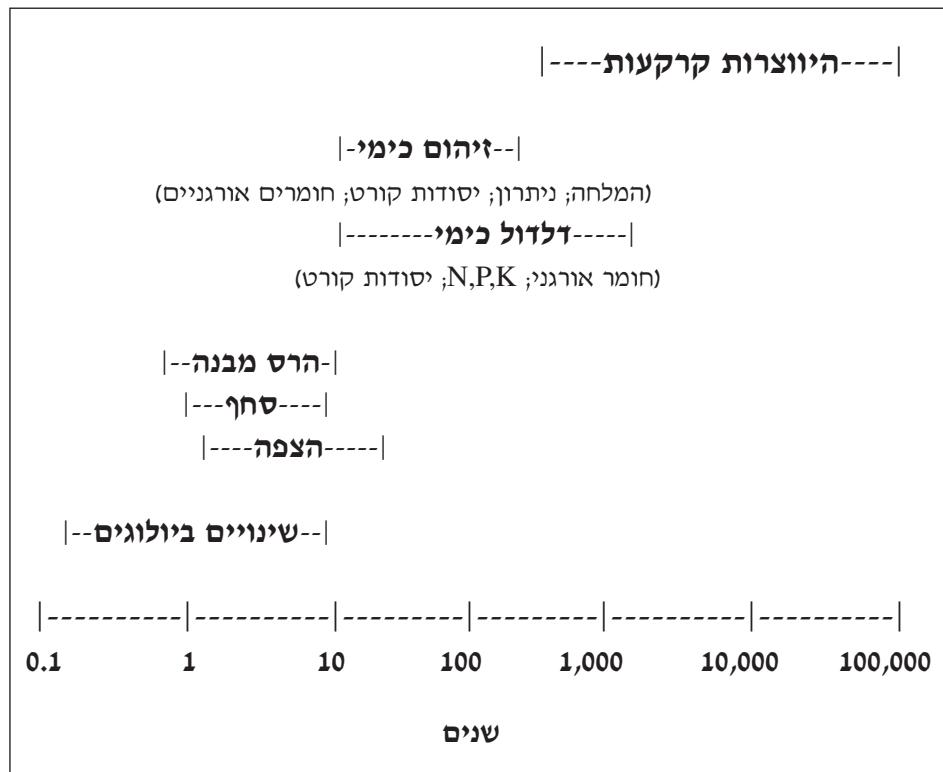
הקרקע במערכת הסביבתית הגלובלית
◆ תפקוד במחוזות הפחמן – קשייה דינמית של הפחמן לחומר אורגני
◆ תפקוד במחוזות החנקן – השפעה על גזי חממה (NO_x) באטמוספירה
◆ תפקוד במחוזות הגפרית
◆ תפקוד במחוזות יסודות קורט אטמוספיפיים (עופרת, קדמים)
הקרקע כגורם גידול לצמחים וליצור מזון
◆ ויסות תשומות – יסודות מזון, מים
◆ סביבה ביולוגית מתאימה
◆ יחס אוויר/מים
◆ תמיכה מכנית
הקרקע כאתר סילוק וטיפול מזהמים
תהליכיים מוכוונים
◆ סילוק פסולות עירוניות מוצקות
◆ סילוק בוצות
◆ השקיה בקולחין מושבים
תהליכיים בלתי-מוכוונים
◆ נפלות אווירות
◆ דליפות (דלקים, שפכים עירוניים ותעשייתיים, כורדים גרעיניים)

קרקעות משמשות מצע גידול לצמחים, ומספקות להם מים, יסודות הזנה ותמיכת מכנית. רוב ייצור המזון העולמי מבוסס עליהם. נוסף על כך משמשות הקרקעות גם כבסיס וכחומר לבניינים, כשבבת סינון וسفיחה לחומרים שונים, כתזוז מעביר למים החודרים למאגרי מי התהום (המשפיע גם על הרכבות הכימי של מים אלה), וכמוך לאבק אטמוספרי וסטרטוספרי. מרחב הקרקעות הגלובלי (הפסוספה) משולב ומעורב במרחבים הגלובליים האחרים – הביאופפה (מרחב החיים), האטמוספירה (מרחב האוויר) וההידרואספירה (מרחב המים הגלובלי).

מצבה ויציבותה של המערכת הסביבתית שאנו חיים בה – בין אם נתיחס לאזור חיינו המוצמצם ובין אם נבחן את הסוגיה ברמה הגלובלית – תלואה במובהק במצבן של הקרקעות. ואולם, הפעולות האנושית המוגברת בדורות האחרוניים משפיעה לרעה על תפקודיהן ועל מצבן של הקרקעות באזורי המאוכלים. התגובה האטיטית לשינויים הסביבתיים היא מטבען של קרקעות, ועל כן דומה כי ניתן להתייחס אליהן, לכארהן, כאל גוף סביבתי "אמין, סובלני וסבירני", שאינו טוען טיפול, טיפול או השגחה. אך אין דבר רחוק יותר מן האמת. פועלתם המצטברת של תהליכי המתארשים בטוחוי זמן של עשור עד מאה שנים יכולה גם להביא לשינויים משמעותיים בקרקעות שבאזור מסוים, ולפגוע פגיעה ניכרת ואף אנושה בתפקודן במערכת הסביבתית (ר' תרשימים 6.1). השלוותיהם הכלכליות והחברתיות הניכרות של תהליכי החילים בטוחוי זמן כאלה שעויות להיות ניכרות וחוורות, אך טרם נחרקו די צורכן. שחזון של קרקעות שנפגעו הוא הליך קשה וסבוך מן הבדיקה הטכנית, ויקר ומכביד מן הבדיקה הכלכלית. מובן, אם כן, שהגישה הנכונה לטיפול בעיות הקרקע, כמו בעיות רבות אחרות, אינה טיפול שבדיעד, כי אם מניעה של תהליכי הנזק בהתבסס על הבנה ועל חיזוי שליהם ושל הגורמים להם.

פרק 6: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של משאבי הקרקע בישראל

תרשים 6.1: קבועים תהליכי השתנות בקרקע ומועדם ביטויים



4. משאבי הקרקע בישראל

4.1 מצאי הקרקע ו שימושיהם

במהלך שני דורות מאז הקמת המדינה חלו שינויים מפליגים בניצול הקרקע בישראל (ר' טבלה 6.2 ותרשים 6.2). בחום השראון לקיומה של מדינת ישראל חל גידול ניכר בשטחים המעובדים. בשנים שלאחר מכן נותר השטח הכללי המנוצל לעיבוד חקלאי כמעט ללא שינוי, אך אחזו השטח המושקה מכלל השטח המעובד הלא וגדל במשך שנים רבות הבאות, עד שהגיע לשיא בסוף שנות השבעים. במהלך שנות השמונים התיציב אחזו השטח המושקה, ומואז אף ירד מעט. שטח העיר הנטו, לעומת זאת, גדל באופן מתמיד ועקביו במהלך השנים, ודומה כי מגמה זו אף תימשך.

טבלה 2.6: השנות ניצול משאבי הקרקע בישראל¹

שטח סגול ⁶ (דונם/תושב)		אחוזים מן השטח הכללי		שטח (אלפי דונם)		יעוד
1999	1948/9	1999	1948/9	1999	1948/9	
0.14	0.33	4.2	1.7	848	355	חקלאי
	0.40	0.93	12.0	2,455	986	מטעים
	0.15	0.25	4.5	1.3	905	גידולים חד-שנתיים
	0.69	1.51	20.7	7.9	4,208	2 שימושים אחרים ²
	0.31	0.28	9.5	1.5	1,923	סה"כ מושקה מן הסה"כ
0.15	0.05	4.6	0.3	930	53	עיר
	0.21	0.38	6.3	2.0	1,280	נטוע
						סה"כ ³
0.38		11.3		2,300		עירוני
	0.21	6.4		1,310		כוכרז ⁴
						בנייה ⁵

¹ על-פי השנתון הסטטיסטי לישראל ואחרים.

² כולל פרחים וגידולי נוי, מדגה ואחרים.

³ כולל 350,000 דונם יער טבעי.

⁴ מוקרוב, על-פי תכניות מתאר ארציות.

⁵ "פרישת שטחים בנויים בישראל". מנהל מקרקעי ישראל, 2001.

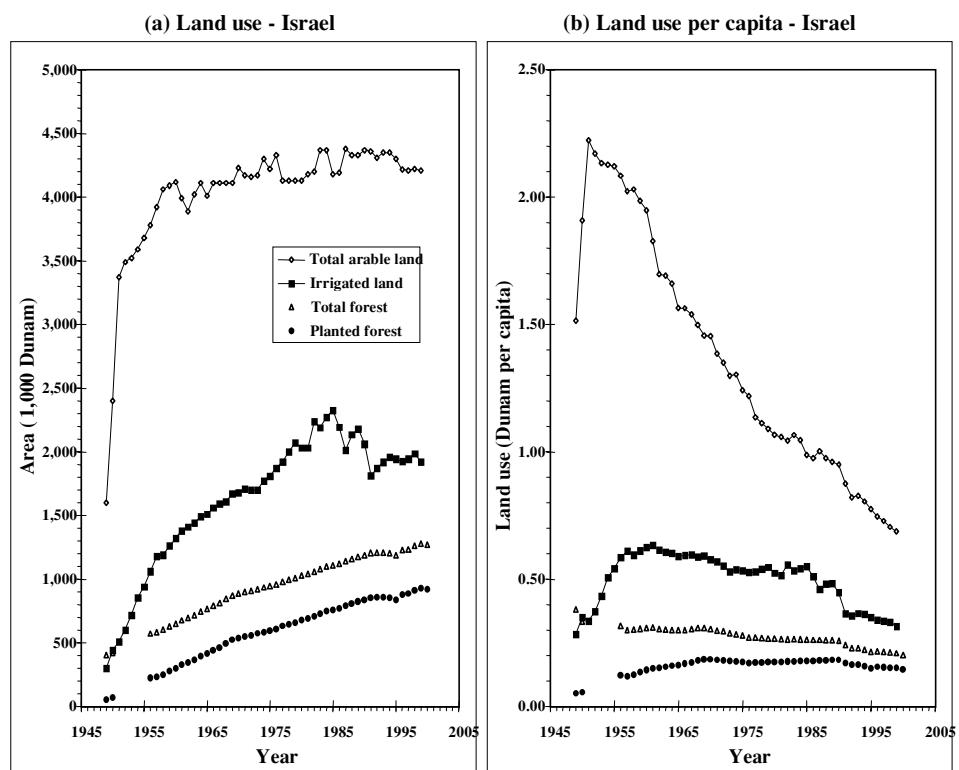
⁶ אוכלוסייה: 9:1948, 1,057,000; 1999: 6,125,300; נפש; נפש.

מתוך עיון במדדי השטח הסגול (דונם לתושב) לאור שטח משאבי הקרקע הכללי בישראל, על שימושיו השונים, עולה תמונה ברורה של העומס על שכבות הקרקע בישראל. הגידול

פרק 6: אינדיקטורים לפיתוח בו קיימת של משאבי הקרקע בישראל

באוכלוסייה בחמישים השנים האחרונות הביא לכך שהשטח הסגוליל כיום הוא רך עשירירית מזיה שהיה עם הקמת המדינה; בין 9/1948 ל-1999 עלה צפיפות האוכלוסין הממוצעת מ-34 נפש לקמ"ר ל-295 נפש לקמ"ר, ואילו השטח המעובד לנפש הוא כיום בשליש שהוא בראשית התקופה הנבחנת. ואולם, מוגמת העלייה שניכרה במדוד השטח המושקה לנפש עד שנות השמונים הביאה לשיעור יחסית גבוה, של כ-0.6 דונם מושקה לנפש (המוצע העולמי הוא כ-0.47 דונם מושקה לנפש). בשנות התשעים, עם המחשור במים ועם הצלטמצמות רוחנית של החקלאות, ירד השטח הסגוליל המושקה באופן ניכר, עד ל-0.35 דונם לנפש. מוגמה זו נשכחת גם בראשית שנות האלפיים. שטח העיר הסגוליל עלה בהתמדה במהלך השנים.

תרשים 6.2: שינוי הקט השטח הכלול (a) והשטח לתושב (b) מבחינה עיבוד חקלאי, שטח חקלאי מושקה ושטח העיר הכלול והנטוע בישראל



4.2 הגישה למשאבי הקרקע בישראל

בישראל קיימת מודעות פוליטית עמוקה לחשיבותה של הקרקע. "גאולת הקרקע" על ידי ראשוני וחלוצי היישוב היהודי בארץ ישראל, כמו גם המשך "המאבק על הקרקע" עד עצם היום הזה – אלה הם חלק ממערך הערכים והנושאים שכלי ישראלי מודיע להם. בישראל קיימת מערכת חוקית וכלכלית ענפה המיועדת לניהול הכלכלי של משאבי הקרקע בישראל ולশמיותם נכסים לאום לאורך ימים. המודעות לשוגיות של שימירת הקרקע ושל טיפול בה מן היבט האיכותי נוכחה בהרבה. למורות פועלות הברוכה של גופים דוגמת המשרד להגנת איכות הקרקע, האגף לשימור הקרקע וניקוז של משרד החקלאות, המשרד לאיכות הסביבה, רשות מקומיות ומוסדות אזרחיות וכן של משתמשי הקרקע העיקריים, החקלאים, נושא השימירה על הקרקע מן הבחינה האיכותית לא זכה לטיפול מڪצועי ותחוקתי הולם. לחזין הפיתוח עלולים להביא אותנו, בעוד עשור או שניים, לשוקת שבורה. אז יהיה علينا להשקיע משאבים רבים ויקרי ערך בניסיון לשחרר ולהחדש שטחי קרקע שהושחתו, והפכו למפגעים מבחינות מערכות המים, ייצור המזון ואיכות הסביבה; אם לא תוקדש תשומת לב מתאימה לנושא ולא תותקן מערכת "תקנות וחוקים לשימירת הקרקע (איכות ותפקוד)", המקבילה לתקנות המופעלות כבר לגבי משאבי האויר והמים, ודאי הוא שנמצא עצמן במצב שבו נמצאות יומי מדיניות אחרות בעולם (דוגמת ארה"ב וכמה מדינות אירופה); מצבם של אטרים רבים במדיניות אלה חifyו, בשנים האחרונות, ביצוע פעולות "ניקוי קרקע", שעולתן המשוערת היא מאות מיליארדי דולרים. מצבם העגום של אטרים אלה הוא בעיקר תוצר של פעולות תעשייתיות, אזרחיות ובתוניות. מטבעם של מפגעי היזhom הללו שהם סמכים למקומות יישוב, ומשפיעים במישרין על בריאות התושבים ועל איכות חייהם. כן ניתן להביא דוגמאות אחרות לתוצאות הזנחה הקרקע, החל מהתדרדרותן של קרקעות חקלאיות באזוריים רבים, עבר בתופעות סחף, הרס וזיהום של קרקעות, וכלה בתהיליך של מדובר חוזר באזוריים צחיחים ובתהליכי המלחה מואצים בקרקע.מושקות באזוריים רבים ברחבי העולם.

בשנים האחרונות מבשילים בישראל מספר תהילכים חברתיים וכלכליים, המביאים לתזוזה של מרכזי הכוח ושל תחומי האחריות על הקרקע בעקבות בד בבד עם הגברתם של לחץ "שינוי ייעוד". מחד גיסא, החקלאות הישראלית נמצאת עדין בעיצומו של מעבר לעידן חדש. אף-על-פי שהוא של זה טרם גובש, יש להניח שתיבטה גם בהתפנותם של שטחי קרקע, אף-על-פי שהחקלאות תמשיך להיות המשמש העיקרי בקרקע ובמים, ועל כן גם האחראי העיקרי לשימירת הקרקע. מאידך גיסא, העיר המואץ, יחד עם הגידול באוכלוסייה ובציפיות האוכלוסין, מבאים להעברת שטחים משמעותיים לשימוש עירוני. הן עליית הביקוש לשטхи נופש וליריאות ירוקות" והן הדרישה לשטחים נוספים שישמשו

לסילוק פסולות עירוניות בכמות הולכת וגדלה יוצרים ביקוש מוגבר לקרקעות ותחרות עזה עליהן. תהיליך נוסף המשפיע על משאבי הקרקע בישראל הוא היורם המתרחב והולך בהתקדמות. בשנת 2000 כיסה השטח המיווער בישראל כ-920,000 דונם. רוב השטח המיווער ניטע בשטחים גבעתיים, הרריים ו/או דלי קרקע, שפוטנציאלית העיבוד החקלאי שלהם מוגבל. עם זאת, מצב זה עשוי להשנות בעתיד עם פיתוחו של ענף יער חקלאי-תעשייתי. הצורך הבורר בשמרות אינכוטם של מאגרי המים התת-קרקעיים (האקוויפרים) של ישראל, בעיקר באזורי מרכז הארץ ורכוזת ההרים המישבים בצפיפות, מחייב גם הוא התחשבות מירבית באופיה של שכבות הקרקע. תשומות של פסולות, מלחים, דשנים ודלקים במישרין לקרקע, כמו גם נפולת אטמוספרית מצטברת של מזוהמים הנפלטים משרפפת דלקים ופליטות אחרות מתחנות כוח, מתעשייה וממכוניות, משנהות את הרכב של הקרקע מבחן תפוקדיהן הסביבתיים – לרעה. הצטברותם של מזוהמים בקרקע מחייבת דיליפותם אל האקוויפרים, לחדרה אפשרות לשחרשת המזון, ולהשפעות ארוכות תביה לדיליפתם אל האוכלוסייה. חובה למנוע תהליכיים כאלה. הכרח הוא להקים מערכת מתאימה למעקב אחר שינויים קריטיים בקרקע. מערכת כזו, שדומות לה כבר פועלות עבור משאבי המים והאוויר במדינת ישראל, יכולה להקטמו של גוף מקצועני האחראי לביצוע מעקב אחר אינכוטם של משאבי הקרקע בישראל. גוף מקצועני כזה יפותח להיות מופקד, באמצעות סמכות שתואצל לו בחוקים מתאימים, על הגנת אינכוטה הקרקע מפני הלחצים הבלטי-פוסקיים של האוכלוסייה הגדלה בישראל. החוק חייב לספק גם מסגרת קונצפטואלית להגדרת הגישה לקרקע ולשימושה בידי האדם, ולהביא את משתמשי הקרקע השונים להתחשב ב מגבלותיה של שכבה טבעית שברירית ורגישה זוazon מבחן המחשבתית והן מן הבדיקה הארגונית.

4.3 תהליכי דעיכת אינכוטה של קרקעות בישראל

תהליכי ירידת האינכוטה הכימית של קרקעות כוללים הן תהליכי של הוספת חומרים מזוקים לקרקע והן תהליכי של החקקה ודילול (רי טבלה 6.3). הבעיה העיקרית בתחום התוספות היא המלחמה. זהה תופעה נפוצה בכל האזורים היבשים שאליהם דומה לנו, שפתחים בהם חקלאות בהשקייה. ההשקייה מביאה להצטברות מלחים, המתווספים על עודפי המלחים שכבר מצויים בקרקע. עודפי מלחים במצב הגידול פוגעים בגידול צמחים על-ידי כך שהם מקטינים את זמינות המים וכן על שום רעלותם של מרכיבים יוניים שונים של המלחים. בעיית המלחמה נלוית גם בעית הנitrон – חדירת נתרן לקרקע. הנitrון גורם לירידה באינכוטה הקרקע מבחן חקלאית בגל הרס מבנה הקרקע, בגל עיכוב בתנועת המים דרך הקרקע ובגל הגברת הסכנה לשקיפה.

טבלה 6.3: תהליכי דעיכת איכות של קרקעות וgormים

שינויים כימיים	
המלחה	◆
ניתרנו	◆
זיהום ביסודות קוורט (מתכוות כבדות, אוקסיאנוניים)	◆
זיהום בדלקים	◆
זיהום במיקרו-מרכיבים אורגניים (חמרי הדבשה, פסולת)	◆
זיהום ביסודות רדיואקטיביים	◆
התפרחות החומר האורגני הטבעי בקרקע	◆
דלול ביסודות המזון העיקריים (חנקן, זרחן, אשלגן)	◆
שינוי H _p (החמצה; אלקליניזציה)	◆

שינויים פיזיקליים	
hrs מבנה — שינוי התפלגות גודל החלקיקים	◆
הידוק וαιיטום	◆
סחף מים ורוח	◆
התקרמות	◆
הצפה (Waterlogging)	◆

שינויים ביולוגיים	
החדרת גורמים פתוגניים	◆
השמדת אוכלוסיות רצויות	◆
שינוי מאזנים אקולוגיים — השפעה על פלורה ופאונה	◆

סקרים שנערכו לאחרונה בישראל הראו כי שטח הקרקעות שהומלחו עומד על יותר מ-100,000 דונם. קרקעות שהומלחו מצויות בבקעת יבנאל, בעמק יזרעאל, בשפלה הדרומית, באזורי הנגב המערבי ובבקעת הירדן. אוטות לתופעות המלחה ניכרים בקרקעות לאחר כמה עשרות שנים. בשנים הראשונות שבהן נעשה שימוש בהשקה ובעיבוד אינטנסיבי מגיבה הקרקע בתנובה גבוהה, אך עם חלוף השנים נותנים תהליכי המלחה את אותן תוצאות: צמצום היבול וחוסר הנבנה. כתוצאה לכך נכנס האזור כולה לעקה כלכלית וחברתית.

פרק 6: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של משאבי הקרקע בישראל

בין תהליכי התוספות האחרים ניתן למצוא זיהום ביסודות קוורט וזיהום בדלקים, בחומרים אורגניים אחרים ובחומר הדבשה.

בהתיחס לזיהום ביסודות קוורט, אנו עוסקים במתכות דוגמת קדמים, ניקל, עופרת, אבץ, נחושת וקובלט – מתכות שחלקן אמנם חיוניות לאדם, לבני-חיים ולצמחים, אך כאשר עליה ריכוזן הן גורמות להרעלת המרכות הביולוגיות. המתכות הנמצאות בסלעים הן לרוב בלתי-משמעות ובלתי-זמניות, אך כרייתן לצרכים טכנולוגיים מביאה מאוחר יותר להפרשתן כפסולת לאויר, למים ולאשפה. חלק ניכר מן המתכות מגיע לשכבות הקרקע העליונה, ומגדיל את ריכוזו יסודות הקורט לרמה צזו שהקרקע כבר אינה יכולה לסנן כדי למנוע את תנועתם אל הצמחים או אל מי התהום. בישראל גם הסכנה של חידרת יסודות הקורט לאקווייפים שמתחתי לאזוריים עירוניים או חקלאיים, וזאת בעקבות השימוש החזר בקולחון להשקייה וכן עקב סילוק אשפה ופסולות לקרקעות. בין מסלולי הסיכון הנוטפים הנובעים מטופחת מתכות רעילות לקרקעות ניתן למצוא גם חדרה של מתכות לשרשת המזון, בין אם באמצעות יבולים ובין אם באמצעות מגע ישיר, בעיקר של ילדים, עם קרקעות מזוהמות.

זיהום בדלקים, בחומרים אורגניים אחרים ובחומר הדבשה מתורחש כתוצאה מדיליפות ממלכליים – אירוע שכיח בישראל ובעולם. אף-על-פי שאוכולוסיית המיקרו-אורגניזמים המצויה בקרקע מפרקת חומרים אורגניים, אין אפשרות להתחמם עם הצלבות כמיוות כה גדולות של חומרים אורגניים. באזוריים מסוימים אנו נתקלים גם בזיהום קרייטי ביסודות רדיואקטיביים.

מן הצד השני של המטבע אנו נתקלים בתהליכי של דלוזול הקרקע: ניצול מתמשך של קרקעות למטרות חקלאיות מביא לדלוזול החומר האורגני שבהן. החומר האורגני חשוב לייצוב הקרקע ולהתפתחות צמחים, אך עיבוד הקרקע גורם לפירוקו. יתר על כן, גידול אינטנסיבי של יבולים מدلול את הקרקע ממצברים של יסודות ההזנה לצמחים כגון חנקן, זרחן ואשלגן. בישראל, להבדיל מארצות רבות אחרות בעולם, מטפלת בעיתת המחשבור ביסודות הזנה בשיטות של חקלאות מתקדמת ומתוחכמת, המdashנת את הגידולים בצורה מאוזנת ומונעת את דלוזול הקרקע.

תחום אחר שיש לתת עליו את הדעת הוא שינויים פיזיקליים רבים, אשר חלים בקרקע בעקבות הפעולות האנושית. בכל העולם סחף הקרקע על-ידי מים ורוחות גורם להרחיקתם אל הים של עשרות עד מאות אלפי טון קרטע בכל שנה. תופעה זו חמורה במיוחד באזורי מדבר, וمتקשרת לתופעת המדבר המשני (Secondary desertification) – חידרת המדבר בעקבות הפרה אנושית של שיווי המשקל הטבעי באזוריים שהיו קודם פוריים יותר. הידוק ואיתום הקרקע משנים את קצב תנועת המים והאויר דרך, ופוגעים ביעילות תפקודה במסגרת המערכת הסביבתית הכוללת.

ולבסוף, פעילות אנושית גורמת גם לתהליכי שינוי ביולוגיים בקרקע, כגון החדרת גורמים פתוגניים, מחד גיסא, והשמדת אוכלוסיות רצויות, מאידך גיסא.

5. אינדיקטורים מוצעים

מבחינת שימושי הקרקע והגדרתם התכנונית, השתרשה בישראל ההבחנה בין שטחים "בניים" ו"פתוחים". הגדרה זו מועילה לנו גם בנוגע לבחירת האינדיקטורים. את השטחים הפתוחים נחלק לשטחי עיבוד חקלאי, לשטחי יער טבעי ולשטחי יער נתוע, לשטחים פתוחים בתחום העירוני ולשטחים אחרים, בעיקר אלה השוכנים בתחום המדבר הקיצוני, הצחיח מאוד.

שטחים בניויים

למרות שלמעלה ממחצית האנושות כבר מתגוררת בשטחים עירוניים בניויים, טרם התרבות גישה ל蹶ע כמותי אחר איכות הקרקע העירונית. בין המדים החשובים שעליינו לקבוע עבור איכות הקרקע באזוריים עירוניים יש לציין את ריכוז המזהמים בקרקע שתושי העיר, וב勠יק ילדים, באים אתן במגע. יש לכלול בכך זה את ריכוזיהם של מזהמים נזיפים טבעיים, כגון גז רדיון, ושל סולבנטים שונים שהצטברו בקרקע. בשטחים עירוניים חשובים יש לקבוע את ריכוזיהם של מתקנות כבאות ושל יסודות קורת אחים בעלי פוטנציאל רעילות בשכבות הקרקע העליונה – זו שאתה באים התושבים במגע, בין אם ישירות ובין אם בעקבות הסעת אבק לבתים.

שטחים פתוחים

שטחי עיבוד חקלאי – שלחין, בעל, מרעה

מיסודם של השטחים הפתוחים כמרכיב חשוב ומוגן במעט הקרקע של ישראל הוא תהליכי המתחזק והולך בשנים האחרונות. אינדיקטור עיקרי לפיתוח בר קיימת ול蹶ע אחריו הוא האינדיקטור הכימי – מעקב אחר השינוי בהקף השטחים המוגדרים כ"פתוחים" ומעקב שהם אכן כאלה מבחינת שימושיהם. علينا לקבוע ערכיהם אופטימליים למאזן בין שטחים "בניים" ו"פתוחים", ולפעול למען שמריתנו של מאزن זה.

שטחי שלחין מצויים ברוב חלקי הארץ, וריכוזם העיקרי הוא בחבלים המרכזים והצפון. מגמות הפיתוח העירוני, מצוקת המים והתנאים הכלכליים דוחקים בשנים הקרובות את החקלאות בכלל, ואת חקלאות השלחין בפרט, מן האזוריים המאוכלסים

פרק 6: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של משאבי הקרקע בישראל

שבמרכז הארץ אל הפליה, ובעיקר אל אורי הנגב. שטחי הבעל העיקריים מצויים בשפלה הפנימית, בחבל לכיש ובנגב המערבי. מאז הקמתה של מדינת ישראל ניכרת מגמה ברורה של ירידת בהיקף השטח המעובד לחקלאות בעל לנפש. שטחי המרעה שכנים בעיקר ברמת הגולן, בשפלה הפנימית-דרומית, ובאזורים שונים בשיפולי הרי יהודה ובבקעת ערד.

ראשונה בסדר העדיפויות היא בחרותם של אינדיקטורים ראויים למעקב אחר השימוש ברקיימת בקרקעות החקלאות. האינדיקטור המרכזי הבסיסי הוא, כמובן, שטחן של הקרקע באזור זה. הירידה בהיקף הקרקע החקלאית, בעיקר באזור שפת החרן "בין חדרה לגדרה", ואולי אף "בין נהריה לאשקלון", היא מאפיין קל למדידה. ערכו של זה צריך לשמש קו מנהה וקו גבול למוגמות הפיתוח בישראל.

בשטחי השלחין יש שני אינדיקטורים עיקריים שעליינו לתת עליהם את הדעת מבחן המאפיינים האיכותיים:

1. **מאזני המלחים המסיסים האזוריים**, והיחס בין תשומת המלח לאזור לבין השטיפה ממנו מדי שנה. מאזני מלח אזוריים יש לבחון עבר האזוריים המושקים העיקריים, המועדים לסכנות המלחזה: עמק יזרעאל, חוף הגליל המערבי, אזור השرون, השפלה הפנימית, השפלה הדרומית והנגב המערבי. השימוש בכלורידים כבאינדיקטור עיקרי לרכיב מלחים מתבקש הן מטעמים אגוכימיים והן הודות לזמןנותם של נתוני רבים.

2. **מאזני יסודות קורוט מזוהמים עיקריים**. בין אלה ניתן לציין קדמים, עופרת, קרום, נחושת, ניקל ואבץ (או, כמובן, רשתה הראשונית בלבד). באינדיקטור זה עלינו להשתמש בתארים שבהם רב במיעוד הסיכון לתשומות מתכוות, דהיינו, אזוריים שקיימות בהם תשומה על-ידי קולחין, בוצת מיחוזר מים, פסולות תעשייתיות ונשורת אוורית. אזוריים מודדים לסיכון הם אזור מפרץ חיפה, עמק יזרעאל, אזור חוף הכרמל/חדרה ואזור אשדוד.

האינדיקטור העיקרי המוצע עבור שטחי הבעל והמרעה נוגע להערכתה של סכנת הסחף ושל הרס מבנה הקרקע. הישגים נאים בתחום שימור הקרקע בישראל הושגו על-ידי הנהגתן של שיטות עיבוד נכונות וモთאמות לתנאי השטח, לאופי הגידולים ולסוג הקרקע. כדי להבטיח שמירה מתמשכת על הייציבות הפיזיקלית של הקרקע — עניין הכרחי לדעת כל — יש לבצע מעקב מתמשך אחר תהליכי סחף, ובעיקר להකפיד על המשך הטיפול הנקון במערכות למניעת סחף, הן בשטחי חקלאות בעל והן בשטחי מרעה. לצורך מדידת אינדיקטור זה ניתן ורצוי לעשות שימוש באמצעות חיישה מרוחק לצרכי אפיון אורי.

שטחי עיר

האינדיקטור הראשון לפב"ק של שטח העיר הכלול והאזור הוא האינדיקטור הcompaniy. אפיון איקוני של השתנות תכונותיהן של קרקעות העיר אמן רצוי, אך דומה שעדיין אינו בר ביצוע.

שטחים פתוחים בתחום העירוני ובשוליו הערים

תהליכי דעיכת הקרקע ניכרים בעוצמה בלתי-מצויה בשטחים העירוניים, ובעיקר בשוליים הערוניים הגובלים בשטחים פתוחים, חקלאיים ואחרים. תהליך התפשטותם של השטחים הבנויים על חשבון שטחים חקלאיים ושטחים פתוחים אחרים מונע בכוחם של צרכים חברתיים חזקים, וכן גם תמריצים כלכליים ניכרים. אף-על-פי שהזהו תהליך הכרחי ובלתי-מנען, אופן התנהלותו בישראל, למropa הצער, מתבטאת בפגיעה ניכרת באיכות הקרקע. אין מדובר, אמן, בשטחים המאוכסלים מביא לכך שהזנחה בולטת וניכרת, ופגיעה ריכוזן של קרקעות אלה באזורי המאוכסלים מביא לכך שהזנחה בולטת וניכרת, ופגיעה באיכות חייהם של תושבים רבים קשה. הזנחה שטחי חקלאות השוכנים בספר העיר" הפכה לחזון נפרץ; חסר כדאיות כלכלית מחד גיסא, ותקווה להרמות ייעוד מהירה לשטחי בנייה, שכירה לצד, מайдך גיסא, הביאו לכך שישובים עירוניים בישראל "עתורים" שטחי חקלאות מזנחים המקיפים אותם. אלו משמשים כمزבות מאולתרות ומהווים מגע סביבתי וחוזתי, כמו גם מקור לזיהום של הקרקע ושל מאגרי מי התהום.

האינדיקטור הcompaniy החינוי לעניין זה הוא הקף השטח החקלאי המעובד בשטחים העירוניים, יחד עם השינויים החלים בו עם הזמן. מן הרاوي למדוד אינדיקטור זה בככל היישובים העירוניים, כולל מועצות מקומיות, בכל אזור הארץ. יש לחזור לכך שה גופים המוניציפליים ינהלו מעקב זה באופן סדר — מדי שנה, אם ניתן, אך לפחות מדי חמש שנים. הכלים לכך מצויים בידיהם: נתוניים של הקצתת מים, של תצרוכתם, של שיעורי מיסוי וכיוצא באלה. כל שדרוש הוא רק עיבוד של נתונים קיימים.

כמו כן, יש לפתח ולבצע מעקב אחר סילוק פסולות — מכון, אך בעיקר בלתי-מכון — בתחום העיר ובסביבתה הקרובה. בקרקעות במרחבים העירוניים יש לבצע מעקב אחר אירובי דליפת דלקים ואחר סילוק קבוע של ביוב תעשייתי ופסולת מוצקה, כמו גם אחר אירובי דליפתם של אלה, יחד עם הערכת כמותם של המזהמים בכל אירוע. הלि�כי המעקב והערכתה האמורים הם חיוניים להגדלת עומסי הזיהום על שכבות הקרקעותomi ומי התהום בישראל, ויש להניגם כאינדיקטוריים כמותיים למעקב אחר מצב שכבות הקרקעות בישראל.

6. סיכום

לאחר שבחנו בהרחבה את הטיעמים בבחירה אינדיקטורים מדדים אלה ואחרים לצרכי פיקוח, הערכה וניטור של מצב הקרקע בישראל, על שימושה השוניים, נבחן שוב, בתוכית, את האינדיקטורים השונים שהוצעו:

אינדיקטורים עיקריים

1. הפרישה הכלומתית והמרחבית של שימושי הקרקע ושינוייה עם הזמן.
2. אפיקון איקוני של أماוני חומרים ומכלול תהליכי אזוריים; מעקב אחר הצלברותם של חומרים מזיקים בשכבות הקרקע (מלחים מסיסיים, יסודות קורט, מזהמים אורגניים), ולאחר תהליכי הרס מבנה.

עקרונות בחירה ויישום

1. בחירת האינדיקטורים שיש למדוד באזור נתון תtabצע על-פי שימושי הקרקע העיקריים באזור.
2. קביעת גבולות האזוריים תעשה על-פי שיקולים פיזיוגרפיים, הידרולוגיים וADMINISTRATIVE-TECHNICAL.
3. מדידת הפרמטר המרכזי, המלמד אותנו על הגורמים העיקריים המשפיעים על איקותן של הקרקע באזור נתון, תוך התייחסות לשימושי הקרקע: שטחים בנויים או פתוחים, ובשטחים הפתוחים — הבחנה בין שטחי חקלאות בעלי, שטחי חקלאות שלחין, ושטחי יער.

מערך האינדיקטורים המוצע

שטחים בנויים

רכיבי מזהמים בקרקע

דגש על שכבות הקרקע העליונה בשטחי קרקע עירוניים חשובים, שההתושבים באים

עמה ב מגע — בין אם ישירות ובין אם בעקבות הסעת אבק לבתים.

גורמי זיהום עיקריים:

חומראים נציגים

טובעים (גוז הרDON, לדוגמא)

סולבניטים

יסודות קורט

מתקנות כבdot — קדמים, עופרת, קרום, נחשת, ניקל ואבץ
יסודות קורט אণוניים ואוקסו-אणוניים — כספית, ארסן, סלן

שטחים פתוחים

האינדיקטור הכמותי

מעקב אחר השינוי בהקף השטחים המוגדרים "פתוחים", ומעקב שהם אכן כאלה מבחינות שימושיהם. יש לקבוע ערכאים אופטימליים למאזן בין שטחים "בניים" לבין שטחים "פתוחים", ולדואג לשמרה מיטבית על מאזן זה.
בראש ובראונה יש למודד ולנטר את הקפ' השטח החקלאי המעובד בשטחים העירוניים, על השינויים החלים בו במהלך הזמן. אינדיקטור זה יש למודד בכל היישובים העירוניים, כולל מועצות מקומיות, בכל אזור הארץ. יש לחזור לכך שהגופים המוניציפליים ינהלו מעקב זה באופן סדיר — מדי שנה, אם ניתן, אך לפחות מדי חמש.

אינדיקטורים איכוטיים

I. שטחי עיבוד חקלאי

1. שטחי השלחין

א. מאזני המלחים המסיסים האזוריים, והיחס שבין תשומת המלח לאזורה לבין שתיפה ממנו מדי שנה. את מאזני המלח האזוריים יש לבצע עבור האזוריים המושקים העיקריים, המועדים לסכנות המלחאה: עמק יזרעאל, חוף הגליל המערבי, אזור השרון, השפלה הפנימית, השפלה הדרומית והנגב המערבי. מומלץ לעשות שימוש בכלורידים כאינדיקטור לרכיב מלחים, וזאת הן מטעמים גאוכימיים והן הودות לזמןנותם של נתונים רבים.

ב. מאזני יסודות קורט מזהמים עיקריים, הכוללים קדמים, עופרת, קרום, נחשת, ניקל ואבץ (רשימה ראשונית, כאמור). אינדיקטור זה צריך להימدد באתרים נבחרים, הנתונים בסיכון מיוחד מבחינת תשומת מתקנות. אזורים אלה הם אזוריים שקיימות בהם תשומה על-ידי קולחין, בוצת מיחוזר מים, פסולות תעשייתית ונשורת אוורית. אזוריים מוגדים לסייעון הם אזורי מפרץ חיפה, עמק יזרעאל, אזור חוף הכרמל/חדרה ואזורי אשדוד.

פרק 6: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של משאבי הקרקע בישראל

2. שטחי הבעל והמרעה

סכנת הסחף והרס מבנה הקרקע. לצורך מדידת אינדיקטור זה ניתן ואך רצוי להשתמש באמצעי חישה מרוחק לצרכי האפיון האזורי. שטחי הבעל העיקריים מצויים בשפלה הפנימית, בחבל לכיש ובנגב המערבי. שטחי המרעה מצויים בעיקר ברמת הגולן, בשפלה הפנימית-דרומית, ובאזורים שונים בשיפולי הרי יהודה ובקעת ערד.

II. שטחי יער

אפיון איקוני של השונות תוכנות קרקעות העיר רצוי, אמן, אך דומה שאינו בר ביצוע.

III. שטחים פתוחים בתחום העירוני ובשוליו הערים

יש לבצע מעקב אחר אירופי דילפת דלקים, אחר סילוק קבוע של ביוב תעשייתי ושפיכת בסולת מזקה, כמו גם אחר אירופי דילפותם של אלה. במסגרת המעקב אחר האירופים יש להעריך את כמותם של המזהמים בכל אירופ. כל אלה יסייעו באמצעות עומסי הזיהום על שכבות הקרקע ועל מי התהום בישראל.

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

מוטי קפלן

1. רקע

הדיון בשטחים הפתוחים נגורן מן הדין הכלל במשאבי הקרקע – כלי ראשון ומרכזי בתכנון הארצי. משאבי הקרקע בישראל מצומצמים. הם הולכים ואוזלים, ועםם אובדים ערכיים הקשורים בהם בתחום האקולוגיה, התרבות והחברה. חומרתו של א辨ן משאבי הקרקע רבה מזו של פגיעה במשאבים אחרים, ומשמעותו ניכרת יותר, וזאת ממשטי בחינות עיקריות:

א. הפגיעה בקרקע היא בלתי-הפיכה. אין דרך מהסבטו של שטח טבעי, המקיים אי-יכולות ותפקידים אקולוגיים וסבירתיים, לשתח בנוי, זאת בגיןו למשאבי סובב אחרים (כגון מים או אויר) אשר גם פגיעה חמורה בהם ניתנת לתקן.

ב. הביקוש לקרקע קיים ומتمיד בכל נקודת זמן. ההיצע, לעומת זאת, הולך ופוחת. משאב הקרקע אינו מתחדש, ועם חלוף הזמן יהיה לרשותנו פחות ופחות שטחים פתוחים. כל שנות היעד הנקבעות בתכנון הלאומי (כגון שנות 2020) אינן אלא תחנה בדרך ארוכה של צמיחה וביקוש נוסף. תכנון משאבי הקרקע אמור להיות, למעשה, "תכנון לצמויות", או לפחות אינסופי, אשר טווה הזמן שלו כלל אינו מוגדר.

בשנים האחרונות עולה נושא זה בראש היום התכנוני, ואף הציבורי, ונעשה ניסיון כוונתי להביא לתכנון מושכל, חסכוני וזהיר של השימוש במשאבי הקרקע. ניסיון זה נוטן אתותיו בתכניות המתאר הנערכות יום, והוא עולה לדין בשיח הציבורי הקשור בתכנון, בתקשות ובקדמיה, כמו גם בקרב הרשוויות. השלכותיהם של הדין במצבם של משאבי הקרקע ושל התערורות הנושא בתודעה הציבורית ניכרות בשינוי שחל בעמדות הנוגעות לשטחים פתוחים, כמו גם בתיאיות הפרטנית אליהם. עם זאת, עדין ארוכה הדרך לגבושה של מדיניות כוללת ובת קיימת המתיחשת לנושא.

2. מערכות מידע הקשורות לשטחים פתוחים

בушור האחרון התבכעה במוסדות אקדמיים, במערכות התכנון ובקרבת רשות הטבע והסביבה עוסכה מקיפה ורבה באשר לחקור השטחים הפתוחים. בין תוכניתה הבולטים של עבודה זו ניתן למנות את מסדי הנתונים אשר הוקמו לצורך עיריכתן של תוכנית אב לישראל בשנות האלפיים ושל תמי"א 35, ואת סקר השטחים הפתוחים שביצע משרד הפנים – סקר הכלול נושאים רבים ומגוונים הקשורים לנושא, החל במפות רגישות שטחים פתוחים, הכוללות מסדי נתונים נרחבים, וכלה בסקירת השטחים הבנויים, המציג את הקפ' ופרישת השטח המבונה בישראל, ועודן, כאמור, את הקפ' ופרישת השטחים הפתוחים.

עובדות סקר רבות מתבצעות גם במסגרת המידע והחשוב של החברה להגנת הטבע, של רשות הטבע וננים, של הקרן"ל ושל משרד לאיכות הסביבה. ואולם, מסדי הנתונים הללו, מקיפים ומגוונים ככל שייהיו, אינם מושרים ביניהם ואינם חוברים ליצירתה של מערכת אינטראקטיבית ייחודית. גם הנגישות למערכות המידע מסורבלת, וכרוכה באישורים, בהמתנות ובסיגים – לא אחת בגלגול אופייני של קשרי גומלין בין הגופים בעלי המידע עצם.

היעדר השקיפות של המידע, יחד עם הקושי שהשגתו, אינם מאפשרים את ניתוחו, את עיבודו ואת הסקט המסקנות ממנו – קל וחומר יצירה של אינדיקטורים. לשון אחר: היעדר ידע מספק באשר למצב הקיימים מונע הבנה של התהליכים המתורשים בתחום.

לסיכום, אחד הגורמים העיקריים את גיבושה של מדיניות ארצית כוללת ביחס למשאבי הקרקע הוא היעדרו של מסד ידע אחד ומוגובש באשר למצב של השטחים הפתוחים ולמגמות הצפויות בתחום זה. המידע הקיים אינו סדור באופן שיאפשר התמודדות אפקטיבית עם השינויים התוכופים הקיימים במצבם ובמעםם של השטחים הפתוחים – לא אחת לרעה. מטרתו של הנieur שלפנינו, אם כן, היא הצבת אינדיקטורים ומסדי נתונים כבסיס להערכת מצבם של השטחים הפתוחים.

3. מהותם של אינדיקטורים לשטחים פתוחים

ראוי להבדיל בין אינדיקטורים המתפקידים כ"סמנים", כאלה המאותים ומעידים על שינויים וMOVEMENTS בתחום, לבין אינדיקטורים המשמשים כמאפיינים, ובאים להצביע על נתוני יסוד ולשקף מצב סטטי נתון.

על פניו, בנייר עמדה אנו באים לעסוק באינדיקטורים האמורים לשקף שינוי ותחילך. ואולם, תנאי הכרחי לגיבושים של אינדיקטורים הוא היכרותם עם נתוני היסוד העומדים.

לקרأت מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

- בבסיסם. נתונים חלקיים ובלתי-Mbasisim יביאו בהכרח לגיבושם של אינדיקטורים יהודים ובלתי-יעילים. לפיכך יש להבדיל בין:
- תמונה המצביע על השטחים הפתוחים בהווה, כאמור, התיאחות למאפיינים או תוכנות בסיסיות של השטחים הפתוחים ובהן כמות, פרישה, אופי, איכון, רגשות, שימושים, תפקודים, ייעודים וכיו"ב.
 - הנתה הדינמית הקשורה בשטחים הפתוחים, ובעיקר דינמיקת הסבטים לשימושים אחרים, ושינוי התוכנות, האופי והתפקיד הנגורים מכך.

4. אינדיקטורים: תמונה מצב של השטחים הפתוחים

בנוסף לחלוקת הנזכרת לעיל, יש להבחין בין אינדיקטורים שניים להערכם כמותית לבן ככלה שהערכתם אינכוטית וסובייקטיבית.

4.1 אינדיקטורים מדידים

4.1.1 פרישת שטחים בניויים ופתוחים

אינדיקטור זה הוא לכואה פשוט והבסיסי ביותר. כל יחסית למדוד אותו ולערוך השוואות בין תוכאות המדידה במצבים ובמועדים שונים. אף-על-פי-כן, הנתונים שבידינו חלקיים וראשוניים בלבד (ר' נספח בסוף פרק זה).
המידע בדבר פרישת השטח הבניי בישראל חיוני לכל מערכת תכנונית, הן ברמה הארץית והן ברמות המקומיות. עד כה התבכשו כמה עבודות המנסות לאתר ולכמה את השטח הבניי, אך ברמות דיוק כלילות בלבד. בינהן יש להזכיר את עבודות הבסיס שנערכו בעבר תכנית האב לישראל בשנות האלפיים (תכנית 2020).

מסד נתונים ארצי

מפתח הבינוי הארץ של סוגי הבינוי והחלוקת למחוזות מהוות מסד נתונים לנקודת זמן מוגדרת — שנת 1998.

מסד נתונים זה ניתן לעדכון שוטף על-ידי איתור שטחי הבינוי המתווספים מדי שנה. כלי זה מאפשר לעקב אחר התפתחות השטח הבניי בארץ ולבקרה, ומאפשר מעקב אחר קבועי השינוי לאורץ זמן, בחיתוך מקומי, בחיתוך אורי, ועוד.

הנתונים המסכם מובאים בטבלה 7.1.

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

טבלה 7.1: סוגים ביוני ארצי על-פי חלוקה למחוזות (השטחים בדונם)

סוג שטח	צפון	חיפה	מרכז	תל-אביב	ירושלים	דרום	סה"כ
בניו עירוני	72,885	78,104	121,235	103,769	67,032	98,982	542,007
בניו פרברי	37,399	31,977	29,039	2,479	6,799	6,287	113,980
בניו כפרי	139,778	35,947	97,790	2,532	22,340	81,332	379,719
תעשייה	40,827	40,732	35,204	6,736	8,807	73,109	205,415
תעשייה/מוסד/ ቤת קברות	12,772	1,346	7,107	1,096	1,740	4,867	28,928
מחכבה	5,497	3,886	7,548		3,960	18,808	39,699
סה"כ	309,158	191,992	297,923	116,612	110,678	283,385	1,309,747

הערכתות ראשוניות

א. צפיפות האוכלוסייה

השטח המבונה בארץ מקיים 1.31 מיליון דונם (1,310 קמ"ר). שטח הבינוי העירוני מגיעה ל-542 אלף דונם. שטח הבינוי החקלאי והפרברי הוא 494 אלף דונם. יש לזכור כי מרבית האוכלוסייה בארץ מתרוכז בעירים. האוכלוסייה העירונית והפרברית היא כ-90% מסך האוכלוסייה, לעומת עשרה אחוזים ביישובים החקלאיים. הצפיפות המומוצעת המומוצעת ביישובים החקלאיים היא 8,245 נפש לקמ"ר. הצפיפות המומוצעת ביישובים החקלאיים היא 1,580 נפש לקמ"ר.

נתונים אלה גובאים מן הנתונים שמקובל לנקוב בהם בהקשר של צפיפות המגורים בישראל, וזאת כיוון שרוב החישובים מתבססים על השטח הכלול בגבולות המוניציפליים של היישובים השונים, ואילו כאן נערך החישוב על בסיס השטח הבוני בפועל, שהוא קTON בהרבה.

משמעות

בפרישה כלל-ארצית של השטחים הבוניים, ניכרת דיכוטומיה שמשמעותה אי-יעילות בניצול השטח. כאשר עשרה אחוזים מכלל האוכלוסייה תופסים כ-90% מכלל השטח הבוני.

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

התכוון הארץ נדרש להתמודד עם נושא זה, ולהביא לפרישה מأוזנת ויעילה יותר של השטח הבניי.

ב. רמת CISI השטח

טבלה 7.2 מציגה את רמת CISI השטח, בחתך על-פי מחוזות משרד הפנים.

טבלה 7.2: רמת CISI השטח על-פי חלוקה למחוזות

קמ"ר	סה"כ שטח		שטח פתוח		קמ"ר	מחוז
	אחוז	קמ"ר	אחוז	קמ"ר		
4,478	93%	4,174	7%	304	צפון	
863	78%	675	22%	188	חיפה	
1,276	77%	986	23%	290	מרכז	
171	32%	54	68%	117	תל-אביב	
652	84%	545	16%	107	ירושלים	
14,231	98%	13,966	2%	265	דרום	

מן הטבלה עולה כי במחוזות תל-אביב, מרכז וחיפה עולה שיעור השטח הבניי על 20% מכלל שטח המחזז.

פיתוח וכיסוי שטח בשיעור המתקרב ל-30% נחשב בדרך כלל גבוה ביותר, ומשפיע על איכות סביבתית ועל יעילותן של מערכות התשתיות והתחבורה.²⁰ משמעות הדבר היא כי יש צורך ברור בחיזוק המגמה לשמרות שטחים פתוחים באזור הצפוף בליבת המדינה, ولو רק כדי להבטיח את קיומה של מערכת סביבתית ותשתיתית יעילה.

יש לציין כי ככל שנגע הדבר לLIBTET המדינה (המחוזות חיפה, מרכז, תל-אביב וירושלים) יש לצרף למדד אחוז הכספי מدد נוסף, המתייחס לפיזור הבניין על פני השטח, וביתורו של השטח ליחידות קטנות: להבדיל בין מצב שבו הבניין מרכז באזור אחד בלבד רוב השטח נותר פתוח, לבין מצב שבו הבניין מפוזר על פני כל השטח. המצב הראשון יזכה לכיוון גבוה יותר, שכן הוא מאפשר רציפות של שטחים פתוחים, על היתרונות האקולוגיים והחברתיים הנובעים מכך.

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

מדד "הביתור" אמור לספק אינפורמציה נוספת על ממד הכספי.אזורים שמדד הכספי לבדו עשויו לייצר את הרושם כי הם מרוחקים וב的日子里 שטחים פתוחים נרחבים (מחוז מרכז או מחוז חיפה, לדוגמה) ייחשפו, באמצעות מדד הביתור, כמוות שהם באמת: אזורים קטועים וمبוטרים, שהשטחים הפתוחים בהם קטנים ותוחמים על-ידי מערכות התשתיות ואזרחי הבינוי הפזורים בהם.

4.1.2 רציפות

מדד זה מבטא את מידת הרציפות של השטחים הפתוחים, דהיינו, את מידת ההפרה או הקיטוע שלהם.

פרישת השטחים הפתוחים והמבוניים, יחד עם יחסיהם ההבדלים, מהוות סוגית תכנון מרכזית. אופי הבינוי בארץ הוא של ריבוי ישובים ושל פרישת קווים תשתיתיים ביןיהם – פרישה הפוגעת ברציפותו של השטח הפתוח. מכאן שגם השטח הפנוי-לכארה אינו אלא שטח סגור-למחצה: שטח מוקף תשתיות, " ממתקן" לטבעת הבינוי שתתפתח סביבו. השאלה התכנונית אם כן, אינה דזוקא **במה** שטח יוסב מן הפתוח לבניין, אלא **היכן** ובאיזה מתכוון. אנו זוקקים למדד שיאפיין את השטח הפתוח מבחינת מידת רציפותו, או מידת בитורו על-ידי בניוי ותשתיות.

יתרונות הרציפות

ערביו ותפקודיו של שטח פתוח גבויים יותר ככל שהשטח נרחב יותר, רציף, נעדן נקודות פיתוח וחופשי משטחים בנויים.

בחינת רציפותם של השטחים הפתוחים, קביעת עצמת הפתוחות של השטח הפתוח כפונקציה של גודלו ושל המרחק ביןו לבין השטח הבניוי, אינה מתייחסת למשabi הסובב, ולמעשה גם לא לחטיבת הנוף בכללותה. הבדיקה נעשית באמצעות ניתוח טיפולוגי של השטחים הבוניים לעומת הפתוחים. ערכו הסגוליל של השטח הפתוח כזה גדל ככל שהוא רציף יותר, נרחב יותר ונעדן הפרעות.

ניתן להניח שני מצבים קיצוניים של יחס הבינוי והפתוח. בשני המקרים כמוות השטח הבוני זהה, אלא שבראשוν היא מרכזת במקבץ אחד ומותרה את המרחב פתוחו, ואיילו שני נמצוא כמוות זהה של שטח בניוי המפוזרת על פני המרחב. מובן כי במצב הראשון, כאשר השטח הבוני מרוכז, נותרים שטחים פתוחים, רציפים וגדולים – ועריכות השטח הפתוח גבואה. במצב השני, כאשר השטחים הבוניים פזורים, לא מתקיים רצף. אדרבא: לא זו בלבד, כבישים ותשתיות בין השטחים המבוניים, הפרושים על פני השטחים הפתוחים,

מהווים הפרה בפני עצמה של השטח הפתוח. רציפותו נגמת, וערכיו הכלליות יורדות. את חשיבותו של רציפות המרחב ניתן להסביר על-ידי שלושה גורמים מרכזיים:

נדירות: הסיבה העיקרית להערכה הגבוהה הנינתנת לשטח פתוח גודל ורצוף, ולהעדרתו על פני שטח מצומצם ומופר, נועצה בקריטריון המובע ב"נדירות המשאב". מעת ממדיה הקטנים של הארץ ופרישת קווי התשתיות והתחבורה המפירה את המרחב, כמעט שלא נותרו שטחים פתוחים רצופים וגדולים. שטח רצוף ופתוח הוא נדיר ביותר בתנאי הארץ. ליותר לציין כי השטחים הפתוחים רק יפחתו, ייעשו נדירים יותר ויותר, שהרי תמיד יוסב שטח פתוח לבניין, ואין זה בכלל האפשר להסביר שטח בניו פתוח. לפיכך נקבע כי בערכת השטחים — ואך לא שום דבר לא יכול לאיኮיותיהם ולדרגת רגישותם — שטחים רצופים יהיו חשובים וראויים לשימורה ולהגנה בתוכנות התכנון הארצי, ויזכו לעדיפות על פני שטחים מופרדים ומקוטעים (כוונת הדברים לעדיפות מבחינת הורתת השטח כפתוח והימנות מבניוי בו).

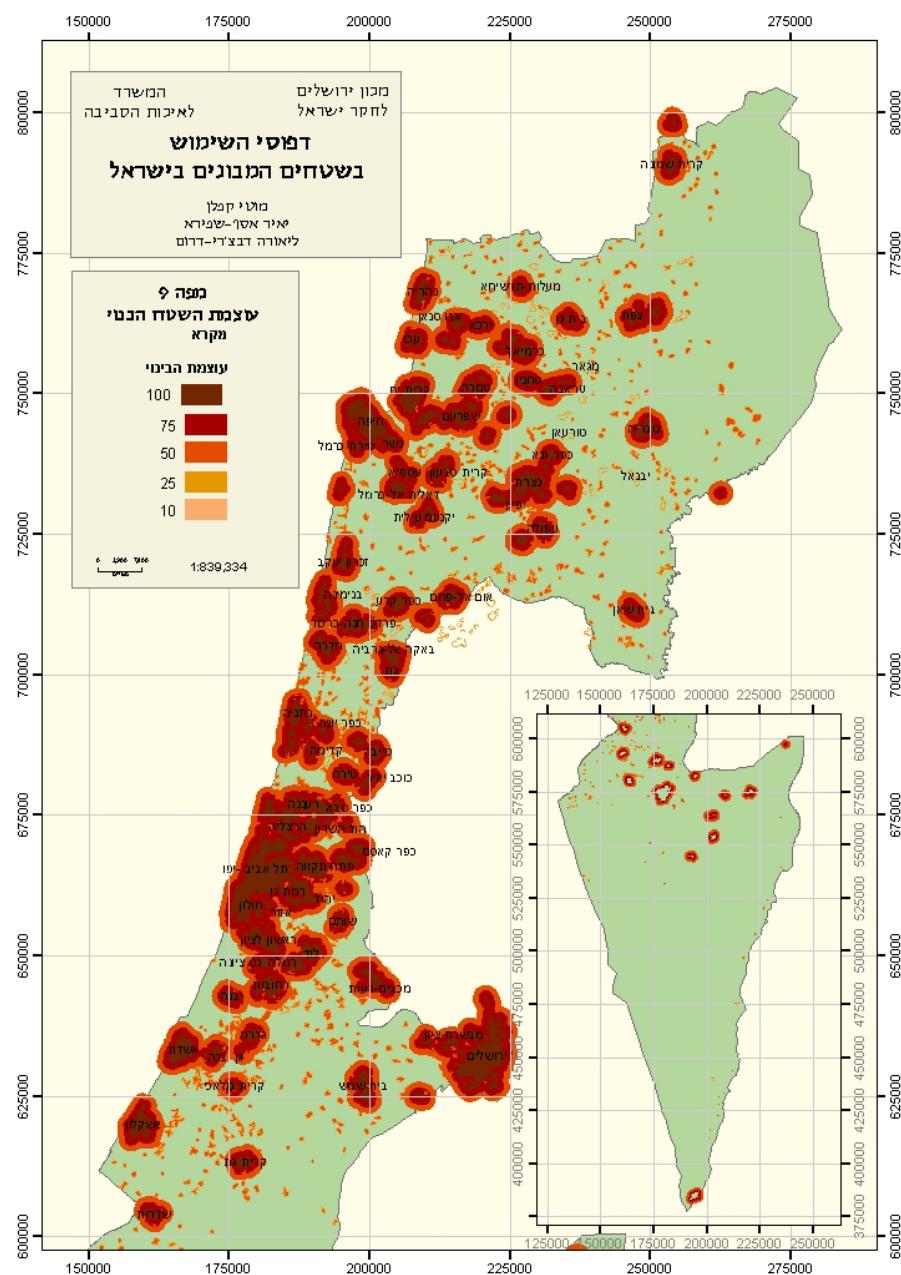
תפקידים אקולוגיים: היבט מרכזי נוסף הקשור ברציפותם של שטחים פתוחים נוגע לתפקידו האקולוגי של השטח. לשטח פתוח ורציף חשיבות רבה מבחינות קיומם של בתים גדולים, של אקויסיטמות ושל תהליכי ותפקידים אקולוגיים, הזוקקים, מעצבים טיבם והגדրתם, למרחבים גדולים. ככל שנitin עדין לדבר על "תהליכי טבעיים" ועל שימירת תבניות אקולוגיות בתנאי הצפיפות והעקה בישראל, הרי שתבניות אלה תתקיימנה רק בשטחים רחבי ידיים.

תהליכי ותפקידים אקולוגיים חוצים, מטבע הדברים, גבולות של תבניות נוף. יתר על כן, עצמותם של תהליכיים אלה מודגשת דווקא על רקי המגוון והשונות האזורית, כאמור מרחב הכלול תבנית נוף הררית או מישורית, החוצה אקלימיים ואקויסיטמות שונות, ומהווה שדה פעילות ומעברם לסוגים שונים של צמחים ושל בעלי-חיים. לפיכך, אף-על-פי שמדובר בקריטריון "טבעי", הקשור למערכת משאבי השטח הטבעיים הכלולה במסלול אשר תואר לעיל, הרי שמקומו במערכת השיקולים החוצה את גבולות תבניות הנוף.

שמירת עתודות קרקע: אחד העקרונות החשובים העומדים בסיסו של פב"ק הוא שימירה על מרחב אשר יותר בידי הדורות הבאים אפשרויות פיתוח, ביוני וסיפוק צרכים, אשר יתכן שבדור הנוכחי כל אין מודיעות אליהם. כדי לאפשר את כל אלה, علينا להותיר מרחב אפשרויות רחב דיו לדורות הבאים. מכאן שמרחבים פתוחים גדולים ורציפים יהיו עדיפים, מבחינה זו, על פני מרחבים מופרדים ומקוטעים. לפיכך ניתן ערכיות גבוהה לשטחים פתוחים ביחס ישיר למידת הפתיחות והרציפות של השטח, כפונצייאלי של מימוש לדורות הבאים, מעבר לטווח התכנון הנראה לעין.

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

המפה הבאה מטארת بصورة סכמטית את פרישת הבינוי ואת דרגות הרציפות של שטחים פתוחים (מקור: מכון דש"א – החברה להגנת הטבע).



4.1.3 מצב סטטוטורי

מקור הנתונים במקורה זה יהיה תכניות מתאר ארציות או מחוזיות. אינדיקטור זה בוחן את מצבם העתידי של השטחים הפתוחים: שטח פתוח שייעודו שימושים פתוחים (עיר, שמורות טבע, גן לאומי, צ'פ' וכדומה) לעומת שטח שייעודו שימושים סגורים (בינוי, פיתוח, דרכים וכן הלאה). אינדיקטור פשוט, לכארה, אך מפת קומפליציה של תכניות שונות מציגה אי-התאמות רבות במערכת הסטטוטורית.

טבלה 7.3: סיווג סטטוטורי של שטחים פתוחים בתכניות אב ומתאר ארציות ומחוזיות

תכנית	סיווג שטחים פתוחים
תמ"א 31 תכנית מתאר ארצית משולבת לבניה, פיתוח וקליות עלייה	שטח כפרי פתוח פארקים, שמורות טבע, גנים לאומיים, שמורות נוף שטח משאבי טבע שטחים לשימור משאבי מים
תמ"א 35 תכנית מתאר ארצית משולבת ומסמך עקרונות לבניה ופיתוח (טרם אושרה סטטוטורית)	שמורת טבע גן לאומי שמורת נוף עיר אזור חקלאי/נוף כפרי פתוח שמורות חוף חוף רחצה אתר הנצחה ואזור לאומי רצועת נחל מכלולים נופיים: התיישבות, מורפולוגיה וערבי טבע, חקלאות, חקלאות מסורתית, ארכיאולוגיה
תמ"מ 3/21 תכנית מתאר מחוזית למחוז המרכז (טרם אושרה סטטוטורית)	אזור חקלאי / נוף כפרי פתוח: חקלאות, מתקני ספורט ונופש, שטחים ציבוריים פתוחים, יערות, נופש ותיירות אזור נופש מטרופוליני: חקלאות, מתקני ספורט ונופש שטחים ציבוריים פתוחים, גני חיות, מתקנים לנופש איןנסיבי אזור נחל וسبיטו גנים לאומיים ו שמורות טבע יערות אזור חציבה ושיקום בתים קבוצתיים חופי רחצה אתר הנצחה ואזור לאומי

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

טבלה 7.3: המשך

תכנית	סיווג שטחים פתוחים
תמ"ם 14/4 תכנית מתאר מחוזית מחוז דרום (אושרה סטטוטורית)	שמורת טבע גן לאומי שמורת נוף אתר עתיקות אתר לאומי ואתר הנצחה רצועת חוף חופיים קרקע חקלאית שטחים פתוחים
תמ"ם 6 תכנית מתאר מחוזית מחוז חיפה	אזורים פתוחים: מרחב פתוח, שטח פתוח במרחב עירוני, פארק מטרופוליני, שטח פתוח במוקד עיר או מרחבי, שטח פתוח מוגן. ערבי טבע ונוף: יער וחורש, שמורות טבע וגנים לאומיים, שטח משאבי טבע ונוף, שטחים חקלאיים בעלי חשיבות לשימור, ועוד. אזור פיתוח נופי: רצועת חוף פתוחה, רצועת חוף עירוני, נוף חקלאי לשימור ועוד.
תמ"ם 30/1 תכנית מתאר מחוזית מחוז ירושלים (טרם אושרה סטטוטורית)	שמורת טבע גן לאומי עיר צרי נחלים LIBEWA שמורה חקלאות מסורתית חקלאות

(מתוך מסמך מדיניות וכליים לשימירה על שטחים פתוחים, סביבות תכנון, 2002)

4.1.4 שימושי השטח (תכנית)

במסגרת זו נכללים יער, מרעה, בור, חקלאות, שימושי תיירות ופנאי, וכן רמות שונות של פיתוח. אינדיקטור פשוט, אך מהיבב עבודה מפורטת בענוה שימושי קרקע על פני הארץ. עד כה לא נעשתה בישראל מפה "שימושי שטח" (Actual Land Use), הנהוגה במדינות אחרות.

4.1.5 תפירות

מסגרת זו אמורה לענות על השאלה **היכן** מצויים השטחים הפתוחים. נושא זה נחלק לשניים:

1. מיקום שטחים פתוחים ביחס לרכיבי אוכלוסייה. מدد זה מבטא את מידת החשיפה של השטח לציבור.
2. מיקום ביחס למפת הרגישות או למדדרונות אקולוגיים.

רגישות: מידת התאמה לדרגת רגישות השטח, בהיבטים שונים. מدد זה מחייב הסתמכות על מפות הרגישות אשר נערךו בעשור האחרון, אשר מציגות דרגות שונות של רגישות משאבי סובב, חלקם מדידים וחלקם אICONOTIYS.

ערכים כלכליים של שטחים פתוחים, ובهم ערכי חקלאות, חידור מים, חציבה וכו'.

4.2 אינדיקטורים אICONOTIYS

אינדיקטורים אICONOTIYS מתיחסים לתפקיד שטחים פתוחים בrama הערכית, החברתית והנופית, ובהם:

1. חשיבות השטח מבחינת היבטי פנאי ונופש;
2. חשיבותו של השטח מבחינת ערכי תרבות ותיירות;
3. חשיבות מערכת חברתית (חייצים, מעטפות ורצועות חיץ);
4. ערכים חזותיים ונופיים.

4.2.1 חשיבות השטח מבחינת היבטי פנאי ונופש

בעת העמדת מערכת אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים, יש לראות בתפקיד הפנאי והרוווחה של שטחים פתוחים נושא בפני עצמו.

שטחים המוגדרים לצרכי נופש, קיט ורוווחה הם שטחים אשר מיועדים לכך סטוטורית, או המשמשים לכך בפועל, ונחוצים באיכות הדורשות לקיום תפקדים אלה. במסגרת זו כוללים יערות, פארקים, גנים לאומיים ואתרי עתיקות, חוות וגדות נחלים.

קיימות גישות שונות באשר להערכת הדורשה בין שטחים פתוחים לסוגיהם לבין הקפי האוכלוסייה ודרישותיה. יש לקבוע אינדיקטורים לשם בסיסו של מدد כמותי לקביעת מכסות השטחים שישמשו עבור תפקיד נופש ורוווחה לאוכלוסייה. לשם כך דרושה אבחנה בין הגורמים השונים המרכיבים את המערכת, ובין האינדיקטורים המאפיינים כל אחד מהם.

אינדיקטורים בהקשר של שימושי פנאי וNOPF

- א. סוג השטח:** סיווג השטחים הפתוחים לפי תכסיות ושימושי שטח למיניהם: צורוֹת יער בצפיפות ובצורות נטעה שונות, חורש טבעי לסוגיו ויערות פארק, שמורות טבע, גנים לאומיים ואתרי עתיקות ברמות פיתוח שונות, חוות ים בעלי עורף יבשתי ורוחב חוף משתנה, גדות נחלים וכדומה. לכל צורה כושר נשיאה ותנאי קליטה שלחה.
- (אינדיקטור איכוטי, סיווג)
- ב. תפקוד:** נהוג להפריד בין שטחים שונים במתכונת עירונית: שכונתי-רוּבנית, מתכונת מטרופולינית, אזורית או ארצית. במקרים רבים נהוגה גם מתכונת בין-לאומית, דהיינו, שטחים המשרתים כמה הארץ. (אינדיקטור איכוטי, תפקוד, רמת שירות)
- ג. דרגת הפיתוח:** צורות הפיתוח השונות משפיעות על קיבולת השטח ועל כושרו לקלוט מבקרים. כושר הנשיאת של שולי יער מפותחים, הכוללים שטח מישורי, חנון וمتקנים, לדוגמא, יהיה שונה מזוהה של מעבה יער בלתי-מופתוח, כמו גם מזוהה של שמורת טבע.
- (אינדיקטור איכוטי, כורת פיתוח)
- תפקידן של שמורות טבע בהקשר של שירותי פנאי וNOPF מוגבל, אף-על-פי שנitin להן משקל מסוים באספקת צרכי NOPF ורוחחה. הטעם לכך הוא הגדרת ייעודן בשימור ערכיים ובהגנה עליהם. תרומותם של שטחי בור, טרשים ומדבריות, לדוגמא, זעומה, שהרי הם משמשים פלח אוכולוסייה מצומצם ביותר.
- ד. מיקום (רדיאיסי שירות):** למיקום השטח חשיבות ראשונה במעלה; חשיפתו לאזורים צפופי אוכלוסין וקרבתו אליהם מעלה בהרבה את ערך תפקודיו כספק שירות רוחחה. תפקודם של שטחים מרוחקים — מפותחים וזמינים ככל שיהיו — מוצטמצם לתקופות זמן מוגבלות (חויפות וימי שבתון). (אינדיקטור כמותי, מרחק)
- ה. נגישות:** קיומן, טיפולו איכוטן של מערכות הדריכים המובילות לשטחי הרוחחה. מערכת דרכיים יעילה "מקצתת" את המרחק ומעלה את זמינות השטח. (אינדיקטור כמותי, מרחק, קירבה לאוכולוסייה, איכوت הדרך)
- ו. מידת אטרקטיביות:** גורמים תיירותיים אטרקטיביים, המctrופים למרחב הפתוח, מעלים את ערכו ומילא — את תפקודיו. אחר עתיקות אטרקטיבי, מותקני NOPF פעיל ודמותם מעלים את סיכוי ערכיו של השטח ואת מידת חשיפתו לאוכולוסייה.
- (אינדיקטור איכוטי, מידת אטרקטיביות)
- ז. תרבות הפנאי:** דפוסי הבילוי והנופש של הציבור, מידת המודעות, כמות הזמן הפנוי, מדרג סוציאו-כלכלי, רמת מינוע — כל אלה השפעה ישירה על הגדרת המכוסה והיחסים שבין האוכולוסייה והשטח פתוח. (אינדיקטור איכוטי, התאמה לדפוסי פנאי)

סטנדרטים לקביעת מכשות: אוכלוסייה, שטחי נופש ורווהה

לצורך זיהוי חסרים בשטחי נופש ורווהה, וכי להביא לפרישה רציונלית של שטחים פתוחים האמורים לספק מענה למצוקות אלה, דרישים כלים תכנוניים, נורמות ואינדיקטורים, אשר באפשרותם לאפשר הגיע להערכות כמותיות.

הכלים התכנוניים המקובלים הם:

1. **מכשות תכנון**, הקשורות בין גודל האוכלוסייה, הקפ' השטחים, סוגיהם ופרישתם.
2. **כושר הנשייה של השטח**, מתיחס למספר הנופשים שהשטח מסוגל לשאת.

מכשות תכנון

המדד הכספי לצורכי בשטחים פתוחים, מבחינת תפקודם כספקי נופש ורווהה לציבור, מבוטא במכשות שטחים ביחס לאוכלוסייה, ברדיוסי שירות שונים. מקובל להניח כי ככל שגדל המרחק ממוקם המגורים לשטח הנופש כן דרושה מכשת שטח גבוהה יותר, מחד גיסא, ורמת פיתוח נמוכה יותר, מאידך גיסא.

תנאייה המיוחדים של ישראל

המכשות בישראל אמורות להיות גבוהות מן המכשות הנוהגות בארץ המערב מן הסיבות הבאות:

1. גבולותיה הסגוריים של הארץ והקושי לצאת לשטחים השוכנים מעבר לגבולותיה – דבר מובן מالיו בארץות אחרות.
2. שטח המשמש כשטח אש מהוות קרוב ל-40% מכלל שטחי המדינה.
3. הדיכוטומיה בפייזור האוכלוסייה ובפרישת השטחים הפתוחים; למרחב הצפוני קיים מחסור בשטח וריכוז האוכלוסייה גבוה, ואילו בדרום יש שפע של שטחים פתוחים, אך הם מוגבלים מבחינת נגישותם וזמינותם.
4. תנאי האקלים הקשיים יחסית והנוף הצחיח, בעיקר בדרום, אינם מאפשרים ניצול אופטימלי של השטח בכל עונות השנה.
5. הריבוי הטבעי הגבוה (לעומת הריבוי הטבעי הנמוך עד אפסי במדינות המערב), שבעקבותיו יצטמכו בעתיד השטחים הפתוחים, אך הביקוש להם יגדל.

כושר נשיה

כושר הנשייה הוא כלי תכנוני, המאפשר הערכה כמותית של היעד הנופש ביחס לשטח נתון. היעד זה מבוטא במספר נופשים ליום ליחידת שטח בת دونם אחד. כושר הנשייה

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

נקבע על-פי סוג השטח ותפקידו, על-פי רמת הפיתוח של השטח ועל-פי מיקומו ביחס לרכיבי האוכלוסייה.

כליזה מאפשר "להעלות" רמת פיתוח וקיibilitת של שטח כאשר השטח המדובר שוכן באזורי מצוקה וכאשר דרישות היעוץ ממנו גבוהות יותר.
כושר הנשייה מתייחס לארבעה סוגים שטח עיקריים:

א. רמת פיתוח גבוהה

שטח בעל רמת פיתוח גבוהה, מישורי יחסית ונוח, רווי בمتקנים ובפעילות — ברמת פיתוח אינטנסיבי ומלא. נגישות טובה מאוד לכל חלקו של השטח.
(דוגמאות: פארק קנדה, חורשת טל, עין חמד, פארק הירקון)

ב. רמת פיתוח בינונית

שטח בעל טופוגרפיה מתונה, כולל מתקנים ופעילות ברמת פיתוח בינונית, נגישות כללית טובה.

(דוגמאות: יער השלום, יער יתיר, פארק הכרמל, יער אשתאול)

ג. רמת פיתוח נמוכה

שטח מפותח ברמה נמוכה, טופוגרפיה מתונה עד תלולה. מספר מועט של מתקנים וחנויות ביחס לשטח, פיתוח מועט (דרכים בלבד), נגישות בינונית עד נמוכה.
(דוגמה: יער הקדושים, שמורת הר מירון)

ד. שטח ללא פיתוח

שטח בלתי-مفופת, טופוגרפיה תלולה ורבגונית, ללא מתקנים, נגישות נמוכה בשטח עצמו ואליאו, תנאי שטח קשים לשהייה.
(דוגמה: שמורות טבע מדבריות)

במסגרות תכניות שונות הוצעו המכסות הבאות לכושר נשיה של שטחים פתוחים:

מכסת קיבולות

סוג שטח	נופשים ליום לדזון
רמת פיתוח גבוהה	20
רמת פיתוח בינונית	10
רמת פיתוח נמוכה	1
שטח ללא פיתוח	0.1

הביקורת לשטחי נוף

בחינת הביקוש לשטחי נוף היא משימה מורכבת ביותר. הביקוש הוא פונקציה חברתית, המושפעת ממשתנים רבים ומגוונים, התלויים גם בזמן, באורח החיים ובאיזה שטחי הנוף. נושא נוסף המכוביד על הבדיקה הוא עצם הגדרתה של יחידת העבודה, כאמור – מהי יחידת ביקוש ולאיזה אזור היא מתייחסת (האם הביקוש של תושב תל-אביב כולל את יער בן שמן? את יערות ירושלים? את הכרמל?). תחום הביקוש לשטחי פנאי נחלק בין הרמה האזורית-מטרופולינית לרמה הארץית. חלק מן הגורמים המכובדים על הגדרת הביקוש ועל יחסיו להיצעה ייימנו להלן:

- א. קביעת המרחק בין ריכוז האוכלוסייה לבין מקומות של שטחי הנוף, ברמה האזורית והארצית.
- ב. הנטישות, זמינות התchapורה, איכות הדרכים וזמן ההגעה.
- ג. מגוון צורות הנוף שדורש הציבור.
- ד. דינמיות הביקוש, העלייה המתמידה בגודל האוכלוסייה, בתודעת הנוף ובזמן הפנו שבידי הציבור.
- ה. הקשיי בהגדרת ייחדות ביקוש גאוגרפית, החפיפה בין ייחדות שונות והשפעה על ייחדות ביקוש סמוכות.

פרמטרים שונים של ביקוש

מערכת הנתונים לבחינת ההיצע והביקורת מפורטת בערכים כמותיים, חד-ערכיים, המבטאים שטח בדונמים ואוכלוסייה – במספר תושבים. בפועל נקבע הביקוש לפי הרכב האוכלוסייה, רמת הכנסה, תרבות ניצול שעות הפנאי ואופנות חברות. לצד הביקוש, יש להציג כי לפיתוח שטחים פתוחים נועדו ערכים נוספים – מבחינה תרבותית, חברתית וחינוכית. על-פי התפישה המקובלת, ההיצע – בדמותם של שטחים פתוחים מסווגים שונים – ייצור את הביקוש ויביא לחיזוק הקשר בין הציבור לערכי הארץ.

4.2.2 חשיבותו של השטח מבחינת ערכי תרבות ותיירות

בשטחים הפתוחים משתקפות תרבותה ופניה של ישראל, והם נושאים בחובם את הזיכרונו הколоקטיבי של ההיסטוריה העברית – מכאן חשיבותו, ברמה הלאומית והולמית, של המשך קיומה הפיזי של מסורתה ו מורשתה של ארץ-ישראל. יש לכך משמעות ראשונה במעלה כערך תיירותי למבקרים בארץ (שהרי זו סיבת בואם העיקרית), אך יותר מכך –

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

לתושבי הארץ עצם. על מדינת ישראל מוטלת אחריות זו של הגנה על ערכי השטח אשר שימשו רקע בתולדות העם לאירועים ההיסטוריים אשר התרחשו בארץ, של המשך הנחלתם של ערכים אלה לדורות הבאים, ושל שמירה על הרץ ההיסטורי-תרבותי שנושאים נופי הארץ. עוצמתו של הערך התרבותי, כמובן, אינה ניתנת למדידה ולכימות. קיימים מקומות הנושאים במובhawk ערכי תרבות ומורשת, ואחרים שערכיהם אלה אינם מובהקים בהם. מדידת עוצמת הערך התרבותי תלולה בהשquette עלמו של המתבונן.

4.2.3 חשיבות מערכתי חברתית (חייצים, מעטפות וrzcouot chiv)

השטחים הפתוחים יוצרים מסגרת מואצת למוקם הבניוי. המרחב הפתוח יוצר מעטפת סביב ובינוות הבינוי – מעטפת שכובחה להעניק גבולות מוגדרים, ייחוד זהות למכלולים האורבניים. מסגרת אשר מבדילה ומיחסת כל מכלול אורבני בפני עצמו (עיר או קבוצה ערים), ונוננת להם דימויו שלהם. קיטוע הרצף הבוני על-ידי שטחים פתוחים מעלה ומוסיף על ערכו של הבינוי. מגורים על שפת שטח פתוח, יער, פארק, או אגם יהיו בעלי ערך כלכלי נבואה במובhawk בהשוואה למגורים בכרכ' צפוף. כך הדבר במבנים בודדים, וכך לגבי ערים ומכלולים גדולים. תפקיד השטחים הפתוחים, במקרה זה, הוא ביצירת איזון מערכתי בין הפתוח והבנייה. שמירה על תבנית של "ארץ" ומונעת הפיכתה של ליבת המדינה לעיר רצפה וمتמשכת. מדידת תפקודם של השטחים הפתוחים מבחינה חשיבותם המערכתית תתבצע גם היא בכלים איקוטיים, כאמור, בחינת מיקום השטח על פני המרחב, יחסו לשטחים המאוכלים, תפקודיו בחיז' ואוצר הפרדה. גם כאן ככלים שיקולים ערכיים ותכנוניים בדירוג חשיבות השטח הפתוח, העשויים להשתנות בין מעריכים שונים ובתקופות שונות.

4.2.4 ערכי חזותיים ונופיים

מראות ונופים מרשימים היו מאז ומתמיד אבן שואבת ומקור השראה ליושבי הארץ ולמבקרים בה, אם כייד בפני עצמו ואם כרקע וכסובב לאתרים תיירותיים אחרים. הנוף הפתוח מושך את העין ויוצר את דמותה ואת חזותה הכוללת של ארץ, ומהווה מסגרת אשר בה משובצים אתרים הנקודתיים (חומות העיר העתיקה בירושלים זוקות לשיטה הפתוח סבירן כך שלא יאבדו במרקם הבוני. החורש הטבעי והנוף המצווק סביר מבקרים צלבניים כמוניפור מבליטים את בידודת המקומות. מנזר מר-סבא והמצודה זוקקים למרחב המדורי ששביבם להבלטה עוצמתם). לפן החזותי חשיבות רבה בכל הקשור לצירי התיאוריות העיקריים ולנוף הנשקף מכבישי הארץ. בפועל בישראל, נושאים התיאר והמבחן את

עיניהם בראש וראשונה אל נופיה של "ארץ התנ"ך" – בדמותם של יערות, חורש טבעי, נופי טרסות ובוסתנים ותלי עתיקות – רובם ככלם נמצאים בשטחים הפתוחים. בשנים האחרונות נעשו ניסיונות אחדים להעריך את ערכו החזותי של הנוף ולהעניק לו ממד כמותי. ההתרששות מן הנוף, החוויה הטמונה בו, וממד היפוי – כל אלה נתוניות בעין המתבונן, והם שונים מאדם, ותלויים באישיותו ובהשקפת עולמו. ממד זה הוא אICONOTI במובה^ק, ויש להכיר בכך בובאו לשפטו ולהעריך את ההיבטים הללו.

5. תהליכי ודינמיקה בשטחים הפתוחים

במסגרת זו יורחב הדיוון בהיבט המركזי – שירוטי פנאי ונופש של השטחים הפתוחים. חקר הדינמיקה נחלק לשניים:

הראשון עוסק בעבר, ויציג את שיעורי הסbat השטחים הפתוחים לבניינים, את הרקע ואת הצרכים אשר עמדו בסיס השינוי, את פרישת השינוי על-פי אזורים ו哉ורי התישבות וכו'. הכנסת תמונה מצב של השטחים הפתוחים בפרק זמן נתוניים על-ידי שימוש באינדיקטורים כמותיים (כלומר, עדכון מסדי נתוניים בתונתי רציפות, כמות, תפוקדים ועוד) ובאינדיקטורים אICONOTIים (ערכיהם חזותיים, תפוקדי פנאי ועוד) תיצור מאגר נתונים על כמות ואיכות השטחים הפתוחים באותן נקודות זמן.

בחינת הדינמיקה באה ידי ביטוי **בהערכת השינוי** במצבם של השטחים הפתוחים, בין נקודות הזמן הנמדדות. השינוי בערכיהם כמותיים ובאיכותו של השטח הפתוח יעלה מתוך ניתוח הפערים בין מסדי הנתוניים.

כלי להערכת השינוי בנסיבות ובנסיבות של השטחים הפתוחים הוא מפת רגשות השטחים הפתוחים. שינויים באינדיקטורים כמותיים ואICONOTIים של השטחים הפתוחים יבואו לידי ביטוי בשינוי רגשות ייחודות הנוף. מפת הרגשות תשקף לא רק את מידת השינוי ברגשות השטח, כי אם גם את מיקום השינוי – נתון אשר יצביע על מגמות פגיעה מרחביות כלל-ארציות בשטחים פתוחים, ויסיע באיתור אזורים החשופים לפגיעה בעלת עצמה ובווהי יותר.²¹

השני עוסק בעתיד, וניסה לעמוד על צפי הסbat שטחים פתוחים לבניינים בתרחישים שונים, זאת מתוך לימוד מגמות העבר, על-פי מפת הרגשות ומיקום האזוריים הנתוניים לשינויים משמעותיים, וכן על-פי זריכים פרוגרמטיים עתידיים.

6. הגדרת ייחדות התייחסות

גודלה של ייחדות השטח שהאינדיקטורים מתייחסים אליה. הבעיה בהגדרתה של ייחדות התייחסות במרקזה זה היא כי שטחים פתוחים הם הטרוגניים ורחבי ידיים מעצם טבעם, ועל כן הגדרת תפקודם מתייחסת למדיד הומוגני ומוגדר היטב. ככל שהשטח יהיה גדול יותר, כך ימלא תפקידים רבים יותר בשונות גודלה. מהי, אם כן, ייחדת השטח הקטנה ביותר שניתן להתייחס אליה כמשמעותו "מצע" ל"קליטתה" האינדיקטורים? האפשרויות המוצעות הן:

ייחדות נוף

ייחדת נוף מוגדרת להלן כיחידה בעלת קווי מתאר בולטים ומשותפים, אשר מתקיימות בה תכונות איחודות מבחינת משאבי השטח: פניהם, אקלים ובתי גידול. ייחדת נוף מתאפיינת בכך שהיא ניתנת לתיאום על-פי קווי נוף ברורים ועל-פי שימוש אופייני מסורתי שעושה בה האדם.

ייחדה סטטוטורית (יעוז שטח)

ייחדה סטטוטורית היא שטח מסוים, שייעודו הוגדר על-פי תכניות המתאר. גבולותיה ותכוניה של ייחדה כזו ברורים וחד-משמעותיים. למעשה קיימת חפיפה רבה בין היחידות הסטטוטוריות לבין ייחדות הנוף שהוגדרו לעיל.

ייחדה אדמיניסטרטיבית (מרחב מוניציפלי)

ייחדה זו, שלא כקודמותיה, עשויה לכלול תכורות נוף וייעודי קרקע שונים. יתרון השימוש בה נובע מתייחסה המוניציפלי ומן המידע הבורור הקיים על אודותיה (נתוני למ"ס), אשר מקלים על אישור המידע שישמש לבניית האינדיקטורים הcompaniyim.

7. אינדיקטורים עקיפים

לצד האינדיקטורים הפיזיים, הקשורים בתכונות מהותיות של השטחים הפתוחים, יש להזכיר גם אינדיקטורים "עקיפים", העשויים לשיער בחיזוי מגמות ביחס לשטחים הפתוחים. אינדיקטורים אלה חיצוניים, אמנים, למערכת השטחים הפתוחים, אך מקיימים זיקה ישירה אליה. ניקח, לדוגמה, מגמות וביקושים ביחס לצורות מגורדים: זיהוי נתיחה

למגורים פרבריים וכפריים, נטיה הרווחת בישראל מזה שנים, מהוות אינדיקציה (או שמא איום ישיר) להסתה שטחים לבניין כפרי, ומכאן להסבת שיעור גдол של שטח לבניין אשר יספק כמות קטנה של אוכלוסייה. זיהוי מגמות עיר, לעומת זאת, ייטיב עם הקף השטחים הפתוחים ועם פרישתם, שהרי די בשטח מעורר קטן כדי להכיל ביקושים למגורים בהקף נרחב.

ניתן, אם כן, להציג על אינדיקטורים חברתיים, דמוגרפיים, כלכליים, חברתיים, ביטחוניים ואחרים, אשר תנודות בהם עשויות לשמש כאינדיקטורים למצבם של השטחים הפתוחים.

דוגמאות נוספות:

1. הרצון לחזק את קו ישובי הצפון מביא ל兆מות של בניין ושל פרישת ישובים, כולל הקמת ישובים חדשים באזורי גבול הצפון. לאמור: הרעה במצב הביטחוני מהוות אינדיקציה לפרישת בניין רחבה.
2. קיומן של פזורות מיועטות על שטחים, בעיקר בנגב, מביאה את מוסדות המדינה להגיב במגמת התישבות נרחבת, כולל התישבות בודדים, ולפגעה ברכזיות השטחים הפתוחים.

בקשר זה יש לדון במערכת קשרים רחבה ומסובכת, ובהתפעות עקיפות וממושכות של תופעות ותהליכי על מצבם של השטחים הפתוחים. דומה כי אלה חורגים מן המסגרה הנתונה בזאת, אך הן ראויות לעיון ולמחשבה.

8. סיכום והמלצות

במסמך הנוכחי אותרו התחומיים המרכזיים שבהם ניתן להעמיד אינדיקטורים כמודיעים וaicוטיים באשר למצבם של השטחים הפתוחים. כל העבודות שנעשו בנושא השטחים הפתוחים, במסגרת תכנון ומחקר שונות, מתארות מצב קיים ואיומים עתידיים. ראוי ליצור מסגרת ייעודית אשר תציג, בchnerה, כמותית ותיאורית, את מצבם של השטחים הפתוחים בנקודות זמן שונות; מסגרת כזו תאפשר את ניהולו של מעקב מסודר, שיהווה כלי ראשון במעלה לביסוסה של מדיניות קרקעית ארצית.

על בסיס המסמך הנוכחי ניתן להציג כבר עתה המלצות באשר ל أساسם של אינדיקטורים ביחס לשטחים הפתוחים, כדלהלן:

התחום המוטי

מדידת היקף השטחים הפתוחים בנקודות זמן קבועות, על בסיס צילומי אווריר מעודכנים ומערכות GIS מתקדמות. בסיסי נתונים מסווג זה מצוינים ביום בידי רשותות שונות, ועשויים להיות מסד להערכת מעין זו. נוכחות הקושי הרב הטמון במדידה זו, מומלץ לבצע אחת לכמה שנים. ניתן שבאזורים רגילים יידרשו מדידות תכופות יותר. המדידה מתבצעת בחניכים אזוריים, ביחידות מנהליות, ביחידות תכנון (מרקמים) ובוחתכי שימושי שטח שונים.

רציפות שטחים פתוחים

מדידת רציפותם של השטחים הפתוחים בנקודות זמן קבועות, קביעת ממד כמותי לערך הרציפות, ואיתור השינוי בערך זה במהלך הזמן. אינדיקטורים אלה יש לzechות בקנה מידיה ארצי (מסדרונות אקולוגיים), כמו גם בקנה מידיה מקומי.

региשות שטחים פתוחים

מדידה כמותית של הפגיעה בשטחים פתוחים בדרגות רגישות שונות, והשפעת פגיעה זו על תפקודם הכללי של שטחים פתוחים. בנייה באזורי חידוש לאקוופר (региשות הידרולוגית גבוהה), לדוגמה, תיכון על-פי אינדיקטור לבתימות שטח החידור לאקוופר ופגיעה במים תהום. גם כאן תבוצע המדידה על-פי חתכי רגישות שונים, בהתאם לנושאים השונים (ראה פרק 7 לעיל).

יעודי שטח

אינדיקטור כמותי להערכת השינוי בשטחים מוגנים, שמורות טבע, גנים לאומיים, ביערות בחופי ים וכיו"ב. לצד אינדיקטור כמותי זה יוצב אינדיקטור שיישמש להערכת העוצמת ההגנה (הכרזה, ייעוד בתכנית מקומית, מחוזית, ארצית וכו'). גם במקרה זה תבוצע ההערכת בחתך אזרחי ועל-פי יעודי הגנה שונים. ממד זה קל לחישות לביצוע, הן בשל האיתור הקיים של שטחים פתוחים מוגנים לסוגיהם בתכניות השונות והן הודות למעקב אפשרי במערכות GIS.

שימושי שטח

אינדיקטור להערכת השינוי בתפרושת שימושי השטח בשטחים הפתוחים, לאחר קביעת מפת שימושי השטח של המדינה. שינוי במצב השימושי השטח, כמו גם צורת השינוי (מעבר

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימה בישראל

משטח טרשי ליער נטווע, לדוגמא, או מעבר מshedah עיבוד לפארק נופש), יקבלו ערכים מספריים.

תקודם פנאי ונופש

יצירת מבדדים כמותיים של יחס אוכלוסייה/שטחים פתוחים מבחינה אספקט שירוטי פנאי ונופש, ברמות השונות: שטח פתוח ציבורי עירוני, מטרופוליני, אזורי או ארצי, מדידת

בנוסף למבדדים הכתובתיים, יוגדר גם מודד איקוני ליכולתו של השטח לספק את השירותים הפנאי בחתק נטוון. מודד זה יבחן את קיבולת השטח, את זמינותו לקלילות קהילתיות ואת קיומם של מתקנים, שירותים, מסלולים, שילוט וכיו"ב.

נשפתה:

הערכת רגישות שטחים פתוחים ככלי להערכת דינאמית

רקי

הסבת שטח פתוח לבניין

הצורך המתמיד בהשbstת שטח פתוח לבניוי מעלה מייד את השאלה אלו שטחים יהיו מיועדים לפיתוח ואלו לשימור. לצד שאלה זו ניצבות סקאלות של אפשרויות ביןיהם (පיתוח מבוקר, נקודתי, הפיך וכו'). התשובה לשאלות אלה צריכה להתבסס על הערצת כלל המשתנים: השטחים הפתוחים, עריכיהם, רגישותם ותפקידיהם מחוץ גיסא, וצרבי הפיתוח, האוכלוסייה ורווחתה מайдן גיסא.

השאלה התכנונית המרכזית בתנאי מצוקת הקרקע בישראל, אלו שטחים יוסבו מרחב פתוח לבנייה, ואלו ייוטרו בשטח פתוח, מוצגת בכל חומרתה וחיריפותה, משומס שהחלטות הקשורות בבנייה ובפיתוח אינן הפיכות. שטח פתוח אשר הhabi' לבנייה שוב לא יתפקיד בשטח פתוח. וערכיו וסגולותיו יאבדו.

השיקולים בדבר עיצוב המרחב ופרישתו, ובדבר השבת שטח פתוח לבניין, ייקבעו על יסוד התכוונות והaicויות של השטח הפתוח, נדירותו וזיקתו למרחב הבניין. מכאן הצורך החיוני במערכת קבלת החלטות המתבססת על שיטות הערכה והשואה.

הערכת המרחב הפתוח מכוונת לשני מישורים:

הראשון – הערכת גישותם של שטחים פתוחים, מתוך ידיעה כי חלק מסוים מהם יוסב לשימושי קרקע אחרים הקשורים בפיותה. מהלך זה, מהלך בלתי-הפייך מטבעו, מחייב זהירות ושיקול דעת בקבועו מסמורות בדמותה והפניה של הארץ.

השני – קביעת תוכן, משמעות ותפקוד לשטחים הפתוחים, וזאת מתוך הכרה בתנאי החלץ והביקוש הגואים לקרקע, בכל נקודת זמן בעtid. בתנאים אלה תידרש הנמקה ברורה בדבר הצורך בשמרתו ובטיפוחו של המרחב הפתוח. תנאים אלה יבטאו את הערך התרבותי והחברתי של השטחים הפתוחים ויבססו את קיומם ושמירתם.

מסגרות עבודה

ריבוי התחומיים הקשור בשטחים הפתוחים – טבע ונוף, חקלאות, הידרולוגיה, תיירות, ערכי מורשת וכו' – מחייב את הקמתו של מבנה לוגי אשר יוכל כל אחד מן התחומיים ויתיחס לאיכותו. בסופו של דבר יקבע ערך כמוות (שרירותי ככל שהיה) לאיכות אלה.

מורכבות זו מחייבת גיבוש של תהליכי עבודה סדר, ובעיקר "סקופ", הנitinן לבחינה ולביבורת; כך תובטח האפשרות לבחון בכל שלב את הטיעונים והשיקולים לגבי כל נתון וצומת החלטות, לעקב אחר התהליך, לאמנו ולהשתמש בו ב מבחני שטח דומים.

מסלולי העבודה

הצורך לעמוד בדרישות האמורות הביא לייצרת מודל ובו שלושה מסלולי עבודה נפרדים, אשר כל אחד מהם בודק בדרך כלל של נושאים המהווים, למעשה, קriterionים להערכת שטחים פתוחים.

א. **评议ות השטחים**: מחתמת איכותיהם וסגולותיהם העצמאיות;
ב. **רציפות השטח הפתוח**: כאשר רציפות גבואה היא ערך בפני עצמו, הרואוי להגנה ולשים;

ג. **שיקולים מערכתיים**: חשיבותם של מרחבים פתוחים במרחב התכנון הארצי, הן כאורי חיז' וכיוטע בין מערכיים אורבניים והן כמערכות ערביים חברתיים, הקשורים, בין היתר, ביכולתו של השטח לספק שירות פנאי ונופש לציבור.

שני המסלולים הראשונים ניתנים לבקרה ולבינה אובייקטיבית מksamעת. בבנייה המסלול האחרון מעורבת השקפה תכנונית.

לקרأت מערכת אינדיקטוריים לפיתוח בר קיימת בישראל

שלושת המסלולים מתלכדים, בסופו של דבר, לכדי מסמך מוגבש אחד, המציג את הערכיות הכללת של שטחים פתוחים.

בכל אחד מן המסלולים ניתן להציג גישות שונות ולקבל, בהתאם, מסקנות ותוצאות שונות. הפרדה ביןיהם מארגנת את המערכת לכדי מכלול לוגי, ומאפשרת ביקורת, שינויי גישה והיערכות מחדש בכל אחד מצומת העבודה, והיא הנותנת לעובדה את שקיופתה, ומאפשרת ביקורת עליה והכנסת שינויים בה.

שלושת המסלולים עוסקים בנושאים שונים ונפרדים. הגדרותיהם ותיאורם הם כדלהלן:

המסלול הראשון: בחינת רגישות שטחים פתוחים

רגישות (Sensitivity): מבטאת ערך גבוה של השטח בתחום מסוים. ערך זה עשוי להיפגע תוך כדי פיתוח (Vulnerability). הרגישות מתבטאת במשאבי אדם סובב. תיכון רגישות של הצומח, של משאבי המורשת, של הפיזיוגרפיה, של החקלאות וכן הלאה. מסלול זה בוחן את משאבי השטח על-פי תוכנותיהם, מאפייניהם ורגישותם. הבדיקה מבוצעת על-ידי חלוקת השטח לייחדות נורף אשר מאופיינות ומודרגות על-פי סדרת קרייטריונים מוסכמת.

המסלול השני: בחינת רציפות שטחים פתוחים

רציפות (Continuity): טיפולוגיה של שטחים פתוחים, שיעור הגודל, הרציפות, היחס בין שטח הפנים וגודל השטח, ומידת ההפרה (ביןוי, תשתיות וכו') של השטח. במסלול זה מתבצעת עבודה מייפוי של השטחים המבונים, וזאת כדי לבחון את הטיפולוגיה של השטחים הפתוחים מבחינת הקפ, במות, פרישה, מידת הרציפות וההפרה, בדיקת יחס שטחים פתוחים ובנויים ובחינת קווי המגע ביניהם. אופיינו מרחבים פתוחים ורציפים גדולים, החוצים במרקם רבים את יחידות הנוף, לעומת מצלולים מופרים, אשר בהם הוגדרה רמת ההפרה.

המסלול השלישי: תפוקוד ארכי של שטחים פתוחים ושיקולים מערכתיים

הארת חשיבותם של שטחים פתוחים מבחינת תפוקדים נוספים, בעיקר חברותיים ומערכותיים. במסגרת זו נבחן מיקומם של השטחים הפתוחים למרחב הפיזי, ומכאן – תפוקדים כתווך בין המטרופולינים וכחיצים פתוחים בין האזורים המבוניים, למניעת יצירות רצף אורבני במרכז המדינה; מוקם בעיצובם וביצירתם של דימוי וזהות למצלולים עירוניים; ותפקודם כראות יrokות לרוחת האוכלוסייה.

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

אינטגרציה של שלושת המסלולים תביא לייצור מסמך ומפה מסכמים של "ערכיות" השטחים הפתוחים.

איחוד המסלולים – ערכיות כוללת של שטחים פתוחים

ערךיות (Value): צירוף או חפיפה של ערכי הרגשות, הרציפות והמערכותיות. ערכיוו של השטח הפתוח תגדל ככל שדרגת רגשותו גבוהה יותר, ככל שהוא מופר פחות ורץ' יותר, וככל שגדל ערכו מבחינה מיקומו ותפקודיו. סיכון זה משלב את תוכנות הבחינות אשר נעשו בכל אחד מミישורי העבודה, ומצבע על הערךיות הכוללת של המרחב הפתוח.

בחינת רגשות שטחים פתוחים

יחידות העבודה – ייחדות הנוף

הערכת רגשות שטחים פתוחים מתחשבת תוכנות, מאפיינים וערכים למשאבי השטח. לשם כך דרושה הגדרת ייחדות המיפוי הראשונית אשר לה תייחסנה התוכנות האמורות, כאמור – הגדרת "יחידות העבודה". לתיחסם ייחדות המיפוי תהיה השפעה רבה על המסקנות והنتוצאות. קביעת ייחדות מיפוי רבות ומפורטות תיתן תמונה אゾורית טוביה, אך תהיה יעילה פחות מבחן יכולת ההכוונה האסטרטגית ברמה הארץית. דרגת פירוט נמוכה מדי, לעומת זאת, תפסח על בעיות מקומיות חשובות, אשר יש לתת להן ביטוי גם ברמה הארץית.

יחידות הנוף נגزو מחרטיבות הנוף המרכזיות של ישראל. ליחידת נוף קווי מתאר בולטים ומשותפים, ומתקיימות בה תוכנות איחידות מבחן משאבי השטח (פני השטח, אקלים ובתי גידול). ייחידת נוף מתאפיינת בכך שהיא ניתנת לתיחסם באמצעות קווי נוף ברורים ושימוש אופייני מסורתי על-ידי האדם.

בחינת רגשותן של ייחדות הנוף

יחידות הנוף עברו סדרת מבחנים, וזה קובעת את דרגת רגשותן על-פי קритריונים מסוימים. התוצר – סדרת מפות המציגת את מידת הרגשות בתחוםים השונים (מפה הרגשות הידROLוגית, מפה רגשות מבחן המורשת התרבותית וכיו"ב).

יחידות הנוף מוגדרות על-ידי שורת משאבי שטח – טבעיות, נופיים, תרבותיים – הקובעים את אופיין ואת ההומוגניות המרחבית שלהם. השם הכלל להם הוא "משאבי אדם – סובב".

תיאור משאבי אדם – סובב ביחידות הנוף

תבלייט: הגדרת התבלייט (מיישורי, גלוני, גבעי, הררי, הררי-תלול וכן הלאה); גובה מעל פני הים; מאפיינים גאומורפיים בולטים כגון בתרונות, ערוצים, אפיקי נחלים.

مسلسل: סוג הסלע הבונה את תשתיית פני השטח. נתון זה התקבל בעבודת אינטראפרטציה של המפה הגאולוגית ושל מפת הקרקע של ישראל.

צמחייה: יחידות הצומח המרכזיות של ישראל, כפי שהן באוט לידי ביטוי בהגדרתן כ"חברות צמחים", על-פי האפיונים המקובלם בספרות הגאוביוגנית בארץ.

חידור למי תהום: מצב החידור למי תהום. כאן נבחנו שני פרמטרים: א. קיומו של אקווייפר מתחת לפני השטח; ב. מידת חידור פני השטח אל מפלס מי תהום. בהתאם לנוכחותם של שני גורמים אלה נקבעו שלוש דרגות: מצב חידור גבוה, בינוני ונמוך. נוכחות קו מים בגבולות החטיבה (מגע עם ים או עם אגם) קובעת לה ערכcis בתחום הנוף.

חקלאות: ערכה החקלאי של יחידת הנוף. ערך זה כולל: א. שיעור הקרקע הראוית לעיבוד ביחידת הנוף; ב. איקות הקרקע (על-פי הערכת F.A.O Capability Land); ג. כמות המשקעים באזורי (ערכה החקלאי של הקרקע עולה ככל שכמות המשקעים גבוהה יותר).

מורשת: תפוצת אתרים ארכיאולוגיים והיסטוריים, וחומרה של המורשת התרבותית הבנויה. בכלל זה יש למנות גם מקומות בעלי משמעות תרבותית ורוחנית, שקשורים בהם מאירועים וציוני דרך בחיי העם.

הערכת רגישיות של משאבי אדם – סובב, תיאור מערכת הקריםיוונים

במסגרת זו נבחנים ערכם, עוצמתם וחשיבותם של משאבי השטח. בחינה זו מתבצעת לפי קריטריונים – אבני בוחן, שבוצרתן "נשפטים" משאבי הסובב ונקבעת מידת רגישותם וחשיבותם. ל החלופין, ניתן לבטא זאת מכשיך למדידה של כושר הספגה של משאבי הסביבה, ושל מידת התאמתם לפיתוח ברמות ובצורות שונות. עקב השונות והזרות של משאבי הסובב אלה מאליה (לפחות חלק מהם), יש ליישם אבני בוחן שונות כדי לקבוע את איקותם ואת ערכיהם של המשאבים האמורים.

תיאור הקריםיוונים ויחסם למשאבי סובב אדם

מצב השתמרות: מידת שלמותם ואי-הפרתם של משאבי השטח, ולמעשה – של חטיבת הנוף בכללו. מידת השתמרות וההתפתחות של הצומח הטבעי, מידת השלמות (אי-

פרק 7: אינדיקטורים בתחום השטחים הפתוחים

הפגיעה) של פני השטח, היעדר חציבות וمفגעים, מידת ההשתמרות של אטרים ארכיאולוגיים, וכן הלאה.

נדירות המשאב: קרייטריון זה בוחן את מידת הנדרות של משאבי אדם – סובב, וכן את מידת הנדרות (ולמעשה, את ההקף ואת מידת החלופות) של חטיבת הנוף כולה. מידת הנדרות מדידה, וכך ליחסה למשאבי השטח השונים. קרייטריון זה הוא בעל חשיבות נוספת, בהיותו אינדיקטור למצבן האקולוגי של הממערכות, כמו גם לייציבותן.

מגון התכונות: קרייטריון זה מבטא את קיומה של שונות בתכונות חטיבות הנוף, וմבדיל בין חטיבות נוף המאפיינות מגון ועושר של תכונות ומינים לבין אלה המתאפיינות במונוטוניות של התכונות. העושר יתבטא במגוון רב של מינים, בנופים שונים ומגוונים, ברבגניות של הממצא הארכיאולוגי וכיו"ב.

פגעות חזותיות: המידה שבה עשויה הפיתוח לפגוע בפני השטח. קרייטריון זה מבטא ערכיים חזותיים-אסתטיים, ועל כן אינו ניתן למדידה ולכימוטם בכלים אובייקטיביים (בעקיפין). מבטא קרייטריון זה ערך אסתטי: את יפי הנוף הנוכחי, לכל הדעת, לטעםו של המתבונן).

ערך תרבותי-חינוכי: מקום של המשאב, מבחינת ערכים חינוכיים או תרבותיים – ייצוג מראות המשקפים את נופיה ואת ערכיה המסורתיים של ארץ-ישראל. הדירוג יקבע בצורה כמותית ומדידה על-ידי אומדן הקפי הביקורים, הטיולים והסורים הנערכים במקום.

פרק 8: אינדיקטורים למגון הביולוגי

על מנדייק, רואי גוטמן ותמר דיין

"The worst thing that can happen during the 1980's is not energy depletion, economic collapse, limited nuclear war, or conquest by a totalitarian government. As terrible as these catastrophes would be for us, they can be repaired within a few generations. The one process ongoing in the 1980's that will take millions of years to correct is the loss of genetic and species diversity by the destruction of natural habitats. This is the folly that our descendants are least likely to forgive us."

E.O. Wilson, 1985

1. רקע

המגון הביולוגי הוא משאב חשוב ומרכזי. אין תחליף לתרומותיו לאדם ולסביבה, והשמירה עליו היא מרכיב חשוב מאין כבויו בפיתוח בר קיימת (פב"ק). המגוון הביולוגי כולל שלוש רמות ארגון עיקריות: מגוון אקויסיטמות (מערכות אקוולוגיות), מגוון מינים (species) ומגוון גנטי. במשמעותם זה נתמך במשמעות המינימום, המרכיב המרכזיו והנ查קר ביותר, אך נבחן גם — במידה פחותה, אמנים — את סוגיות מגוון האקויסיטמות.

ניתור פרטני של המגוון הביולוגי נחשב קשה עד בלתי-ישים, ועל כן علينا למצואו אינדיקטורים שיישמשו כ"קייזורי דרך" להערכת המגוון הביולוגי והשינויים הקיימים בו. כבסיס לדיוון בדבר השימוש באינדיקטורים למגוון הביולוגי בישראל, נציג את טיפוסי האינדיקטורים למגוון ביולוגי שהוצעו בעולם, יחד עם הצגת ההנחות המדועות שבבסיסי השימוש בהם. עיקר הדגש יושם על אינדיקטורים למערכות יבשתיות, שהרי מערכות ימיות דורשות התיעחשות נפרדת, שלא תתאפשר במסגרת זו מחמת קוצר היריעה.

סקירת הספרות המדעית בנושא חmiaה סוגים מרכזיים של אינדיקטורים ושל גישות להערכת המגוון הביולוגי ולשמירה עליו: משתנים סביבתיים, טקסונים² אינדיקטוריים, מיני מטריה, מיני מפתח ו משתנים מרוחביים. במשמעותם זה נסקרו גישות אלה והוצעו המלצותינו לקידום השמירה על המגוון הביולוגי בישראל.

2. המוגון הביולוגי

המוגון הביולוגי נחשב כיום לשאוב ומרכזי, התורם לאדם ולסביבה באופן שאינו לו תחליף. הוא משפיע על איכות האוויר והמים ועל פוריות הקרקע, מייצב משטר זרימה ומונע סחר קרקע, מהויה מאגר מזון ומאג'ר גנים להשבחת מזון, משפיע על יציבותן של חברות אקולוגיות, מאבק גידולים כלליים, משמש כמקור לתרופות רבות, ועוד בהנה וכנהנה. הערכה כספית של תרומות המוגון הביולוגי לסביבה לבדה (ecosystem services) נאמדת כיום במאות מיליון דולר לשנה, וזאת אף ללא הערכה של תרומתו לחקלאות ולתשתיות התרבות. אין כיוון איש החולק על חשיבותו של שימור המוגון הביולוגי כחלק מפבי'ק²³. מטעמים אלה חתומות מדינות רבות בעולם, ובهنן ישראל, על אמנה לשימור המוגון הביולוגי.

המוגון הביולוגי כולל רמות ארגון שונות, ובهنן שלושה מרכיבים עיקריים: מוגון אקויסיטמו, מוגון מינים (species) ומוגון גנטי. כל אחד מלאה דריש התיאחות שונה בתחום המעבד. ניטור מגוון האקויסיטמו דרוש מיפוי מרחביו ובחינת הפרעות מרחביות, ואילו המוגון הגנטי הוא במידה רבה פועל יוצא של מגוון המינים. בהסתמך על המתאם הגבוה שבין מספר המינים לבין מידת הגיון הגנטי שלהם מייצגים, לא נתיחס במסמך כלל למרכיב הגנטי התוך-מין שבסוגון הביולוגי, ונתרכו ברמת המין.

מספר המינים על פני כדור-הארץ עדין אינו ידוע לאדם. בעולם מוכרים כ-1.5 מיליון מינים, והערכות שונות מדברות על 6 עד 100 מיליון מינים נוספים, שעדיין אינם מוכרים לנו. לצד המאמץ הניכר בעולם מבחינת מחקר טקסונומי, שתכליתו הכרת המינים על פני כדור-הארץ, מושקע מאמץ לא מועט גם במחקר יישומי למציאות שיטות שיעקפו את הצורך במחקר פרטני של המוגון הביולוגי; הויאל וניטור פרטני של המוגון הביולוגי נחשב קשה עד בלתי-ישים, מרכזים חוקרים רבים את מאציהם במציאות ובאופןם של טקסונים אינדיקטוריים, שנוחותם, היעדרם או השינויים שיחולו בהם יסייעו בהערכת מצבו של כלל המוגון הביולוגי, ועל-ידי כך — גם במאמרי שימורו. מסמך זה עוסק בהציג טיפוסי האינדיקטורים למוגון הביולוגי שהוצעו בעולם, יחד עם הצגת ההנחות המדועיות שבסיס השימוש בהם. הדיוון באלה ובאהל ישמש כבסיס לדיוון בדבר השימוש באינדיקטורים למוגון הביולוגי בישראל. אף-על-פי שראוי להרחיב את הדיבור גם באשר לחשיבותו וליתרונותיו של השימוש באינדיקטורים גם בתחוםים אחרים — בחינת קיומים העכשווי והעתידדי של שירותים מערכת (ecosystem services), לדוגמה — לא נעסק בהם במסגרת מסמך זה. עיקר עניינו, כאמור, הוא אינדיקטורים שתכליתם להציג יישור על מצב המוגון הביולוגי (biodiversity indicators), בדגש על מערכות יבשתיות.

2.1 המגון הביולוגי בישראל

המגון הביולוגי בישראל עשיר במיוחד במיוחד מטעמים ההיסטוריים, גאוגרפיים וסביבתיים. ישראל מצוייה ב של אזור תפוצה ביוגאוגרפיים, ולפיכך נהנית מנוכחות של מינים שתפוצותיהם הגאוגרפיות שונות ומגונות מאוד. ישראל שוכנת לחוף שני ימים שהקשריהם הביאו גורפים וההיסטוריה האבולוציוניות שלהם שונות, והם תורמים רבים למגוון. ישראל מגוונת מאוד מבחינה טופוגרפית ואקלימית, כך שיש בה אקויסיטומות מגוונות ביותר. בנוסף, ישראל מצוייה על נתיב נדידת עופות חשוב ביותר (יש זכרו, עם זאת, כי מספר מיני העופות בישראל ובעולם בTEL בשישים בלבד במספר של מיני חסרי החוליות). חלק מן הקבוצות הטקסונומיות בישראל מוכרים היטב, ומספר המינים שבחן ידוע. בישראל מעט למעלה ממאה מיני יונקים, חמיש-מאות מיני עופות (בمعنى זה: חורפים, חולפים, מזדמנים, נדים, ועוד), למעלה מתרשים מיני זוחלים ועוד. קבוצות טקסונומיות אחרות, לעומת זאת, מוכנות פחות, ואילו אחרות עדין מהות תעלומה; אך-על-פי שבישראל מוכרים כיום-כ-20,000-15,000 מיני חרקים, למשל, ההערכה היא כי זהה לכל היוטר מחצית מן המינים הקיימים.

למייעוט המידע בישראל תורם לא רק ריבוי המינים, אלא גם העדר היסטוריה ורצף בחקר הטבע של ישראל, ובימינו אנו – הידרומים של המוסדות המקובלים ברוב מדינות העולם, שתפקידם לחקר ולתעד את מגוון המינים במדינה. במדינות העולם מלאים תפקיד זה מזיאונים לאומיים לטבע, לעיתים קרובות בסיווע של סקר ביולוגי. בישראל, לעומת זאת, אין כל גוף האמון, בין אם על-פי חוק ובין אם על-פי נוהג, על תיעוד וניטור של המגון הביולוגי במדינה. מכאן שלא זו בלבד שרבים מן המינים בישראל אינם מוכרים לנו עדין, אלא שגם אחר רוב-רובם של המינים המוכרים לא נערך כל מעקב רציף ושיטתי, וכיים מחסור חמור במדענים המסוגלים להזות מינים המשתייכים לקבוצות טקסונומיות שונות בישראל.

לモתר לציין כי המצב הנוכחי טעון תיקון, אבל גם בהינתן תיקון זה אין להתעלם מהתועלת שביכולת לנטר את המגון הביולוגי באמצעות שימושים שיחליפו את המעקב הפרטני אחר כל המגון הביולוגי – הליך כמעט בלתי-ישים, כאמור. השטחים הפתוחים של ישראל, וביחוד אלה השוכנים בחבל הים תיכוני, מצויים תחת לחץ כבד של יוזמות פיתוח. מצב זה מוסיף יתר דחיפות לצורכי בפיתוחם של כלים מתאימים לאפיון מצב המגון הביולוגי – צורך הנובע מן הרצון לבחון קידימות לשימור, אשר מtabסשות, מטבע הדברים, על מידת הגיון שבאזורים שונים, ונובעת מן הצורך לעקוב אחר הפרעות מעשה ידי אדם ואחר השפעתן על המגון הביולוגי.

3. אינדיקטורים למגון הביולוגי

המגון הביולוגי נמדד בדרך כלל על-ידי ספירת המינים באזור מסוים, בחינת turnover של מינים בין אזורים (שיעור ההשתנות או החלוף של מינים) ותיאור האקסיסטמות הקשורות. סקרים של המגוון הביולוגי תופסים כיום חלק ניכר מן התקציב המוקדש לשויות של שמרית הטבע, והוצרך בהם הולך וגדל²⁴. ואולם, ריבוי המינים בטבע מקשה מאוד על מנת מספרם של המינים בשטח מצומצם אפילו באזור הממוזג והדב מינים – קל וחומר בשטחי יער הגשם הטרופי, על עוזר המינים העזום שביהם. בנוסף, מרכיבותן של מערכות אקולוגיות מקשה על יכולת להחיל ממצאים וمسקנות שהופקו מבחינות מערכת אקולוגית אחת על מערכות אקולוגיות אחרות. דרושים, אם כן, תחליפים: "קייזורי דרך" שיאפשרו הערכה של מגון המינים באזוריים שונים, ויסיעו גם בהתמודדות עם מגבלות הזמן, התקציב והידע הטקסטוני.

למגון הביולוגי יש קורלה לאמשתנים הסביבתיים, המאפיינים את האזור מבחינה מבנית ותפקודית²⁵. מעתנים אלה יכולים להיות ביוטיים (כמו צפיפות ושכבותיות הצומח, כמוות הנשורת, יערנות ומוחזר חומרים), ויכולים להיות א-ביוטיים (כמו שיפוע, מפנה ומסלול)²⁶. לו ניתן היה למדוד את המשתנים הללו ולהסיק מהם על המגוון, היה בדבר משום קייזור דרך עצום. למרבה הצער, רבים מן הקשרים בין משתנים סביבתיים לבין המגוון הביולוגי אינם ליניאריים, ואופיים אינם מאפשר תרגום שלהם למטרות שמירות טבע אלא בקבוקים גסים ביותר.²⁷ בקנה המידה המצומצם, אין קשר הכרחי בין משתנים סביבתיים לבין עוזר ביולוגי.²⁸ המשתנים הסביבתיים, אם כן, אינם יכולים לשמש אותנו כמייצגים בלעדיים למגוון הביולוגי. כתחליף למחקר פרטני של המגוון הביולוגי علينا למצוא טקסטוניים אינדיקטוריים.

בשמור הטבע והסביבה מוכרים טיפוסים שונים של אינדיקטורים.³⁰ השימוש בטקסטוניים אינדיקטוריים מסתמך על הנחה כי תכונותיו של הארגניזם הנבחן (nocחות או היידרו, גודל האוכלוסייה, מאפיינים מורפולוגיים, קצב רביה וכיווץ באלה) יכולים לשקר את מצבם של טקסטוניים נוספים, או את התנאים הסביבתיים במערכת הא-ביוטיים.³¹ טיפוס אחד של אינדיקטורים הם טקסטוניים המצביעים על מצב התנאים הא-biantic בסביבה (health indicators). שימוש באינדיקטורים ממין זה נפוץ במיוחד במערכות ימיות, ומערכות העיקרי הוא בכך שהם מצביעים על שינויים בתנאים הפיזיקליים – שינויים שקשה מאד, ואפילו בלתי-אפשרי, למדוד או להעריך את השפעתם הביולוגית המצתברת בדרך אחרת. עקרונית, השימוש באינדיקטורים מティיפוס זה (גם אם לא פיתוחו) פשוט: כל שיש לעשות הוא לבחור באחד מן הטקסטוניים הקלים ליזיה ולנטיר, והרגשים לשינויים פיזיקליים מן הטיפוס שברצוננו לבדוק. בנוסף, היחס בין טקסטוניים שונים נותן, באופן

מידי וקל לפענוח, מושג לגבי מצבו של בית הגידול.³² אינדיקטורים אחרים עשויים לשמש אותנו, לדוגמה, כדי להעריך את תפקודה של המערכת האקולוגית, אך בהם, כאמור, לא עוסוק במסגרת זו.

אינדיקטורים ואקויסיטומות

אמנת המגון הביולוגי (CBD 2002), העוסקת גם באפיון אינדיקטורים למוגון ביולוגי, מציגה מגוון אינדיקטורים מומלצים לסוגים שונים של אקויסיטומות. אינדיקטורים אלה מבוססים על הקטגוריות שיזכרו בהמשך (מינים אינדיקטוריים, מיני מטריה, מיני מפתח ופרמטרים מרחביים), ועבור כל אקויסיטה מוצע שילוב של אינדיקטורים עבור רמות המוגון השונות. האמנה מציגה סוגיות שונות אשר השימוש באינדיקטורים מתאים יכול לסייע בפתרון. שלושה היבטים מובאים בהקשר זה:

א. קבלת תמונה מצב עדכנית באשר למוגון הביולוגי – הכרת המוגון הביולוגי על רמותיו השונות, תיעוד תנודות ברכיבי המוגון השונים, הכרת התועלת הכלכלית הטעונה במוגון (טובי ושירותי מערכת), וכן תיעוד סוג האקויסיטומות השונות והערכת רגישותן.

ב. הכרת הלחצים המאיימים על המוגון הביולוגי – הגדרת ערכי הבסיס שיש להשתמש בהם בובאו נטר את המוגון, הכרת הגורמים המרכזיים המאיימים עליו ביום (בין אם ישירות ובין אם בעקביפין), בחינת התמורות החלות במשתנים אלה במהלך הזמן, וביסוס הקשר שבין הגורמים המסכנים לבין מצבו של המוגון הביולוגי.

ג. הגדרת המענה הדרש – בחינת המשאבים הנחוצים לשם ניסוח ויישום של תוכניות תגובה הולמת, טיפול בגורמי האיום הישירים והעקיפים, הפנה של שמירת המוגון בתכניות פיתוח בקני מידה שונים (כמו גם בחינת ייעולתה של זו), הקמתן של מערכות ניטור ייעילות, ובחינותם של סימני אזהרה מקדים להפרעות הדורשות מענה מהיר.

השימוש באינדיקטוריםណזון בהרבה בספרות המדעית העוסקת בשימור המוגון הביולוגי ובהשלכותיו הסביבתיות של הפיתוח. בנוסף לדיוון שענינו שימוש במיני מטריה³³ כאינדיקטורים למצב המוגון הביולוגי, נתיחס גם, משיקולים שיפורטו בהמשך, אל השימוש במיפוי מרחבי של אקויסיטומות כתחליף מסוים למעקב אחר המוגון הביולוגי.

צינו כבר את יתרונותיו של השימוש באינדיקטורים למוגון המינים – הערצת עשור המינים בקבוצה האינדיקטורית כתחליף למידה ישירה של עושר טקסונום נוספים, במערכת האקולוגית,³⁴ כך שייהי אפשרות להשתמש בדגימה של קבוצות מוגבלות, תוך חיסכון עצום במשאבים. התמונה המלאה מורכבת יותר, כמובן. בטרם נבוֹא לבחון

את ייעילותם של האינדיקטורים השונים, עלינו להגדיר במדוקט את סוג האינדיקטציה שאנו מעוניינים בו, שהרי יעדים שונים מחייבים, מטבע הדברים, שימוש באינדיקטורים שונים: האם די לנו באינדיקטציה לגבי עשור מינימום? כלום אין חשיבות גם למבנה הפיזי של החברה, ליחסים בין המינימום השונים, לקיים של מינימום נדרירים או אנדריים?³⁵ שאלת טריוויאלית, על פניה, אך למעשה היא מציבה בפניינו קושי לא מבוטל: דומה כי כדי לבחור אינדיקטור מתאים לא די לבחון את נוחות וקלות השימוש באינדיקטטור עצמו, אלא שקיים צורך גם במחקר של המינימום בחברה כדי לעמוד על דגמי זו-קיים, על הקשרים בין גודלי האוכלוסיות השונות, ועוד כהנה וכנהנה. לモתר לצין שעל-פי רוב אין הדבר נעשה,³⁶ שהרי אם יתבצע מחקר מקדים ומפורט עבור כל אחת מן האקסיסטומות השונות, כמוות המחקר שתידרש כדי לאפיין אינדיקטורים תהפוך את השימוש בкли זה לתובעני כמעט כמו אפיון ישיר של המגון הביוווגי.³⁷

באופן מעשי, אם כן, הנטיה היא לבחור אינדיקטורים באופן סובייקטיבי, ללא מחקר מוקדם, ובהתבסס על זמינותה המידע. לרוב מוחפשים החוקרים אחר אזורים בעלי מגון ביולוגי ניכר במיוחד, ומשתמשים במספר קטן של ארגניזמים המוכרים להם היטב.³⁸ בסביבה היישתית שכיח השימוש ביונקים, בעופות, בפרפרים, בצתחים ובחיפושים.³⁹ האינדיקטורים שנבחרים הם לרוב מינימום המוכרים יחסית למדע בשל היותם גדולים, צבעוניים או אטרקטיביים. בדרך כלל נעשה שימוש במיני חוליותנים גדולים; מינימום כריומטיים כאלה נחקרים ממילא בידי רשות שמירת טבע (בישראל, למשל, נרכחות ספריות יערים, צבאים וכיו"ב). מינימום אלה הם בדרך כלל מרכיב Zusייר במגון הביולוגי.⁴⁰ לא אחת נעשה שימוש במינימום נדרירים, או במינימום המזויים בסכנת הכחדה, הנבחרים כאינדיקטורים בגלל היכולת החוקית לשמר אותם ומשום שאוכלוסיותיהם מנוטרות ממילא.

בעיות השימוש באינדיקטורים מן הצומח

בארה"ב, באירופה ובישראל רוח השימוש בצומח – בעיקר עצים ושיחים – כאינדיקטור. בחירה זו אינה נטולת היגיון, הן משום שצמחים אלה מוכרים היטב וקלים יחסית ליזיהו, והן משום שהצומח משפייע ישירות על המבנה המורחבי של האקסיסטומה ומשמש לפחות בתאי הגידול שבה. אם נניח כי קיימת קורלציה בין עשור המינימום לבין גיוון הסביבה, הרי שניתן לצפות שיימצא קשר בין הצומח כאינדיקטור לבין העושר של קבוצות טקסונומיות אחרות. יחד עם זאת, ציפוי שדווקא הצומח העשוני יגלה רגישות יתרה לתנאי השטח ולהפרעות בו בהשוואה לצומח מעוצה.⁴¹ כמו כן, יש לזכור שצמחים עילאיים אינם אלא חלק מזורי מן המגון הביולוגי, וכי יש לברר אם הקשר המבוקש אכן יציב ומתמיד.

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

מחקר שנערך באקוסיסטמה של ה-tallgrass prairie שבאזור שיקגו, ארה"ב, לדוגמה, בוחן את הקשר שבין עושר מיני הצומח לבין עושר מיני החרקים – הקבוצה העשירה ביותר במינים, ועל כן זו האחראית לרוב המגוון הביולוגי. אף-על-פי שהמחקר, שנערך בחמשים שמורות, הראה כי עושרו של הצומח – מבחינת מינים, סוגים וחברות – אכן מסביר ברמה גבוהה את עושר החרקים (במחקר נבדק עשור מינים "קונסרבטיביים" – מינים הזוקקים לבית גידול (habitat) המוגבל בשמורה לשם המשך קיומם),⁴² לא נתקבלה בו אינדיקטציה על עושר מיני החרקים נדירים. תוצאות דומות עולות גם מחקרו של פרנדרגאסט (Prendergast) ומחוקרים אחרים.⁴³ במלים אחרות, לא נמצא קשר בין אזוריים בעלי עושר מינים גבוה (richness hot spots) לבין אזוריים עשירים במינים נדירים (rarity hot spots). במקרים רבים לא נמצא גמification בין טקסונום שונים באזוריים העשירים במינים נדירים עצם.⁴⁴ לעומת זאת, אם בראצונו לאתר אזוריים בעלי עושר מינים גבוה, אנו זקוקים להירות עמוקה יותר עם המינים ועם הפיזור הגאוגרפי שלהם – בראש ובראשונה ככל שנוגע הדבר למינים הנדירים שעלייהם אנו מעוניינים לשמר באופן ספציפי.

לא כל מחקרים השדה מוצאים קשר בין עושר צומח לעושר טקסונום שונים. גיונסן וגיאנסל (Jonsson and Jonsell),⁴⁵ לדוגמה, מצאו קשר חלש ביותר בין העושר של טקסונום של חי וצומח שנחקרו ביערות מנטניים בשודיה. מחקרים אחרים שחיכשו קשר בין אזורי עושר מינים גבוה של טקסונום שונים באזוריים ממוגנים וטרופיים מצאו שאזוריים אלה היו שונים עבור טקסונום שונים,⁴⁶ וכי לא ניתן להשתמש בטקסון אחד כדי להעריך את השפעותיהן של הפרעות בתבי הגידול על טקסונום אחרים.⁴⁷ עוד נמצא כי בניסוי להתבסס על עושר של צומח מעוצה, של פרפרים, של עשים, של עופות ושל יונקים קטנים לצורך בחירת שטחים לשימור ביערות טרופיים, הצומח היה האינדיקטור הפחות יעיל מבין כולם.⁴⁸ למעשה, במחקר שערכו וירולainen (Virolainen) ואחרים, שבמסגרתו נבחן עושר של צומח עילאי, של פטריות ושל חרקים, נמצא כי בחירת שטחים לשימור באופן אקראי היטיבה עם מרבית הטקסונומים יותר מאשר בחירת שטחים על-פי העושר של טקסון יחיד.⁴⁹

למרות ההיגיון הבסיסי הקשור בין עושר מיני צומח לעושר בעלי-חיים אין הוכחה לזיקה ישירה כזו, ובעיקר כאשר מדובר במינים נדירים. לפיכך הניתוח צריך להעשה לכל אחת מהמערכות בנפרד.

בחירה אינדיקטורים: קריטריונים אובייקטיביים

פירסון (Pearson), וכן הילטי ומרלנדר (Hilty and Merleander), מצביעים על כך שבחירת אינדיקטורים מתבססת בדרך כלל על שיקולים סובייקטיביים, שאינם בהכרח עקבאים

פרק 8: אינדיקטורים למגון הביווומי

- ואינם בהכרח תקפים.⁵⁰ לפיכך הם מציעים שורה של קритריונים אובייקטיביים לבחינות טקסוניים שיהוו אינדיקטורים:
- ◆ טקסוניים מוכרים ויציבים מבחינה סיסטמטית, שניתן להגדירם באופן אמין. שונות גנטית נמוכה תמנע מיכולת ההסתגלות של פרטיהם מסוימים למסך את ההשפעות הסביבתיות;
 - ◆ ביולוגיה מוכרת היבט, אשר תבטיח נתונים מוכרים וזמןניים עבור העלתה היפותזות וה收敛 ניטויים. נתונים אלה נוגעים למשאבם מגבילים, לאויבים, לדרישות מן הסביבה הפיזיקלית ולכל שלבי החיים המוכרים;
 - ◆ אוכלוסיות שניתן לסקור ולהקgor בקלות. לגורמים אלה השלהה משמעותית על היחס עלות-תועלת, ומכאן — על מידת ישימותו של האינדיקטור;
 - ◆ ברמות טקסונומיות גבוהות (סדרה, משפחה, שבט או סוג) יש לבחור אינדיקטורים המתאפיינים באזוריים גאוגרפיים נרחבים ובסביבות חיים מגוונות; עניין זה מבטיח הן את היכולת לשימוש נרחב בתוצאות והן את היכולת להשוות בין אזוריים שונים;
 - ◆ ברמות טקסונומיות נמוכות (מין, תת-מין) דרושה ספציאלייזציה של כל אוכלוסייה בבית גידול צר, כזו שתהפוך אותה לרגישה לשינוי בית הגידול, כמו גם יכולת ניידות נמוכה יחסית, אשר תבטיח כי נוכחותה של אוכלוסייה זו באזורי מסויים תהיה כרוכה בחשיפה לתנאים השוררים שם. רגישותה של האוכלוסייה הנבחרת לשינויים הנבחנים, כמו גם קצב רבייה גבוה, יאפשרו לאחר הפרעות עוד לפני ישפיעו על המערכת האקולוגית כולה. רצוי גם לבחור באוכלוסיות יציבות יחסית מן הבדיקה המספרית, וזאת כדי למנוע מתנדדות אקרואיות בגדייל האוכלוסייה למסך את ההשפעות הסביבתיות;
 - ◆ עדויות כלשהן לכך שהדגמים הניתנים ליזוי בטקסון האינדיקטורי אכן משקפים את הדגמים בקבוצות טקסונומיות אחרות;
 - ◆ ערך כלכלי, חברתי או פוליטי, אשר יסייע לחוקרם ולבعلي העניין לשכנע קובעי מדיניות (במיוחד במדיניות מתפתחות, שבחן מחקר בסיסי נחשב לא אחת לモתרות) כי המקבב אחר הטקסון הנבחר אכן חשוב וראוי.

פירסון עומד על שני סוגי עדדים מחקרים, שהבחירה ביניהם משפיעה על חשיבותו היחסית של כל אחד מן הקритריונים השונים לבחירת אינדיקטורים. הראשון הוא ניטור שינויים סביבתיים, המKENה חשיבות רבה לרגיסתו של הטקסון הנבחר לשינויים בסביבה, והשני הוא מחקרי מצאי (inventory).

מטרתם של מחקרים מצאי היא לתאר דגמים במגון הביולוגי כדי לקבוע קדימות לשימור. במקרה זה יש חשיבות רבה להבנת הקשר עם קבוצות טקסונומיות אחרות;

לקראת מערכת אינדיקטוריים לפיתוח בר קיימת בישראל

אלה, כאמור, הם האינדיקטורים שבהם אנו עוסקים במסמך זה. דירוג הקритריונים שמציע פירסון עבור מחקרי מצאי מוצג בסדר חשיבות עולה (ערכו של האינדיקטור נקבע, כמובן, בהתאם):

- ◆ ערך כלכלי;
- ◆ ספציאליזציה לבית הגידול;
- ◆ ביולוגיה מוכרת היטב;
- ◆ קיום בטוח גאוגרפי רחוב;
- ◆ דגמים אשר משקפים את המזוי בטקסוניים אחרים;
- ◆ קל לצפייה ולמניפולציה;
- ◆ מוכר היטב ויציב טקסונומית.

בכל מקרה, על האינדיקטור הנבחר לקיים כמה שיוטר מן הקритריונים שהוצעו. במקרה הצורך, יש להשתמש בסדרה של אינדיקטורים המשלימים זה את זה בתוכנותיהם וביכולתם האינדיקטיבית כדי להבטיח שככל הקритריונים נלקחים בחשבון.⁵¹

חוליותnis, חרקים וקורלציות בין-טקסוניות

רוב המחקרים המשתמשים באינדיקטורים מtabסים על חוליתנים.⁵² חוליתנים נוטים להיות מארכיים ימים, בעלי קצב גידול אוכלוסייה נמוך, אורך דור ממושך, ספציפיות נמוכה לבית הגידול ונידחות גבוהה יחסית. כל אלה מייקרים מחקר בסיסי ראווי, ופוגעים ביכולתם האינדיקטיבית של אינדיקטורים מקרוב החוליתנים. הנטייה ביום, אם כן, היא שימוש בפרוקי רגליים, ובמיוחד בחרקים.⁵³ מקרב החרקים, נמצא כי האינדיקטורים המוצלחים ביותר הם משפחות מסוימות מסדרות החיפושיות, הדבוריים והפרפראים.⁵⁴

שאלת המפתח האකולוגית היא, כמובן, עד כמה משקפים הדגמים הקיימים באינדיקטור את התהליכי העוברים על המגוון הביולוגי בכללתו. כדי להראות קורלציות עם קבוצות אחרות יש לעורך מחקר. והנה, מתברר כי בקנה מידה גאוגרפי נרחב, השיא מבחןת המגוון הביולוגי של קבוצות ארגניזמים שונות אינו מצוי, בדרך כלל, באותו אזור. יתר על כן, לא אחת עלולה להימצא אפילו קורלציה הפוכה בין הגיוון של קבוצות ארגניזמים שונים.⁵⁵ בנוסף, טרם הובהרה שאלה אחרת, הרלוונטיות במיוחד למטרתנו כאן: כיצד לתרגם את המתרחש בסקללה גאוגרפית רחבה עבור שימוש באינדיקטורים בסקללה גאוגרפית עדינה יותר?

לאחר שנבחר האינדיקטור המתאים, עומדת בעינה שאלת השימוש בו, דהיינו, איזה פרמטר יש למדוד כדי לקבוע את עדיפות השתחים שייבחרו לטובות שימוש המגוון

הбиולוגי. לכארה ניתן להשתמש בעושר היחסי של כל שטח כפרמטר אשר בהסתמך עליו תיקבע חשיבותו של אותו אזור לשמרתו המוגון, אך היעדר קורלציה בין אזורי העשור של הטקסונום השוניים, כמו בין אזוריים בעלי עשור מינים גבוה לבין אלה העשירים במינים נדירים, פוגע ביעילותה של גישה זו. גישה אחרת היא גישת סדרות השטחים המשלימים (complementarity sets), המבוססת לא על העשור היחסי של כל שטח, כי אם על בחירת סדרת שטחים אשר ישילמו זה את זה מבחינת המינים הקיימים בהםם, ויאפשרו ייצוג של מלאה העשור הקיים במערכת^{57,56}. העדשה הרווחת ביום היא כי גישה זו היא הייעילה יותר למטרות של שמירת עשור מקסימלי בשטחים מוגבלים.⁵⁸

3.1 שימוש בטקסונום גבויים כאינדיקטוריים למוגון ביולוגי

אפשרויות אחרות לאפיון המוגון הביולוגי היא בחינת עשור הטקסונום הגבויים (בעיקר סוגים ומשפחות) כמדד לעשור המינים.⁵⁹ אופן פעללה כזו מביא, כאמור, לחיסכון עצום עד 85% מהוצאות סקר צמחים מעוצבים באזוריים רפואיים⁶⁰ משום שיזיהו עד רמתה המין דרוש מiomנות גבוהה וזמן רב, ולעתים קרובות אין אפשרות כלל. באופן פעללה זה נעשה בעבר שימוש רב במסגרת מחקרים פאליאונטולוגיים העוסקים בהתפתחות המוגון הביולוגי ב景德 הזמן.

ויליאמס וגסטון (Williams and Gaston) בחנו עשור מינים ועשור משפחות בכמה קבוצות באנגליה, באירלנד ובאוסטרליה, ומצאו קשר בין מספר המשפחות למספר המינים.⁶¹ תוצאות דומות נתקבלו גם ממחקר שערכו במלפורד ואחרים באיטי אינדונזיה ומלאיה, אף-על-פי שהקשר נמצא חלש יותר ככל שהאזור היה עשיר יותר, ועם העלייה ברמה הטקסונומית.⁶² מחקרים אחרים, לעומת זאת, כללוינים תומכים בקיומו של קשר⁶³, וזאת על אף חפיפה חלקלית של הטקסונום שנבחנו. ויליאמס וגסטון מצבעים על כך שיש צורך במחקר נוסף כדי לבחון את הרמה הטקסונומית ואת קנה המידה המרחבית שבו הקשר הזה נשמר.⁶⁴ אם ימצא כי מדובר בקשר יציב, הרי שניתן למפות את המוגון הביולוגי על-פי הנתונים האגוררים ביום附加品 מזיאנינים, וכך להשתמש בגישה זו למחקר שדה בקנה המידה המדוקדק יותר, תוך חיסכון מחקרי וכיספי רב. עם זאת, יש לציין כי גם בגישה זו יש קשיים מסוימים, ביניהם השאלה באשר לשווינו בתפקודן של משפחות שונות ביחידות טקסונומיות בין סדרות שונות. יש להביא בחשבון גם את קיומם של אזוריים חריגיים, דוגמת איי הוואי, שבהם מספר הקבוצות הטקסונומיות קטן עד מספר המינים האנדמיים עצום.⁶⁵

הסקלה הרלוונטיות לחיפוש אינדיקטוריים באזור הים תיכוני של ישראל צרה ועדינה יחסית. מחקרים של פנזר ושוורץ (Panzer and Schwartz) מ-1998, אשר בוחן אקוסטומה מוגדרת וצרה (ר' לעיל), מצבע על כך שבקבוצות הנחקרוות (צמחי ערבה וחרקים) נמצא מתאם חלש בין עושר המשפחות לבין עושר המינים, מה שמעיד על כך שעוזרן של רמות טקסונומיות גבוהות יותר אינו יכול להוות אינדיקטור לעושר מינים.⁶⁶ עם זאת, במחקר שערך בلمפורד בסקלה מרחבית מצומצמת (35 שמורות בימי נקעה), ושבמסגרתו נבחנו סזרות שטחים משלימים עבור צמחים מעוצמים, נמצא חפיפה רבה בין שטחים שנבחרו על-פי עושר המינים לבין אלה שנבחרו על-פי עושר המשפחות, ובמיוחד עושר הסוגים.⁶⁷ חסר מחקר נוסף בתחום כדי שניתן יהיה להכליל, או להעריך מה התמונה הצפוייה בארץ.

3.2 מיני מטרייה ודגל

גישה נוספת לבחירת מינים אינדיקטוריים היא הגדרתם של מיני מטרייה: מינים גדולים, הזוקקים לשטחים נרחבים ומגוונים. הנחת היסוד לעובדה עם מיני מטרייה היא כי שמירה עליהם (ועל השטחים הדורשים להם), אפשר שMRIה על מינים נוספים. גישה זו אכנן מתאימה למצבים בהם היעד שהוגדר הוא הגנה על בית גידול או על שטח מסוים.⁶⁸ ניתן להביא לדוגמה את מחקרים של שקדז'י וזלץ (Shkedy and Saltz), אשר השתמשו ביעלים שבנגב בתורו מין מטרייה והגדירו את השטחים הנחוצים לשמירה עליהם ועל יונקים שכוני סלעים אחרים באזור על סמך הפיזור המרחבי של אוכלוסיות הייעלים.⁶⁹ למרות שלכארה דומה כי יש היגיון רב בעקרון השימוש במין מטרייה, עלינו לציין כי כדי לדעת אם אכן הוא מלא את יעודו כזהה יש צורך במחקר מكيف, שבדרך כלל אינו מתבצע.⁷⁰

אין ספק ששימור שטחים נרחבים עבור מין מטרייה יועיל להרבה מינים אחרים. לעיתים קרובות יכול מין המטרייה לתפקד גם כמין דגל, דהיינו, מין קריזמטי שקל לגיאס תומכים במאבק ציבורי לשימורו, ובאמצעות שימור בית הגידול הנחוץ לו להגן גם על מינים אחרים. ואולם, גם במקרה זה יש מקום לשאול כמה שאלות חמורות: עד כמה אנחנו יודעים על המינים האחרים הללו? האם זהו אכן אסטרטגיה אופטימלית מבחינה עולה-תועלת? מה יקרה אם מין המטרייה ייכחד, ומה יקרה באזוריים שאנו בהם מין מטרייה קריזמטי הטוען שיימור?⁷¹

בעיה נוספת להתעורר כאשר הדאגה למין המטרייה/דגל מביאה למאיצים לטובת מחקר ושימור ספציפיים למין זה. מאיצים כאלה — הגנה מפני טורפים, תחזנות האכלת, תוספת מקומות לינה וכדומה — אולי יסייעו בשימור המין, אבל לא יסייעו כלל בשימורם של מינים אחרים העשויים שימוש באותו בית גידול. למעשה, הם עלולים לסתור

פרק 8: אינדיקטורים למגון הביוווני

את השימוש במינים אלה כמינים אינדיקטוריים.⁷² בנוסף, מין המטרייה לא יוכל, מעצם הגדرتו, לשמש כאינדיקטור רגש לפגיעה בבית הגידול או במשמעות ספציפי, החינויים לקיים של מינים ספציאליסטיים, כך שיכלתו האינדיקטיבית חלקית בלבד. גם בישראל, שקיים בה כמה מינים גדולים וכרייזמטיים, פועלות מחקר, משאק או התערבות מתבצעות לא אחת באופן ספציפי בהגדرتו לרוחחת המין המדובר. קושי הנלווה לשימוש בשיטה זו הוא שדעת הציבור, כמו גם עניינים של קובעי מדיניות, מתרכזת לרוב בשימור הטקסון שבטבנה ולא בネットול הגורמים לטבנה.⁷³

בנוסף, אין א-פרירוי סיבה להניח שמייפוי בית גידול והגנה עליו בהסתמך על מין מטרייה עדיפה על מייפוי פשוט של בתיה גידול והגנה על רציפותם ועל גודלם המינימליים. אין להתעלם מן היתרונות הגלומיים בשימוש במין מטרייה כמו דגל, אך חשוב מאוד לזכור כי במקרה זה עיקר חשיבותו בתחום יחסיו הציבור, ולא בשימוש בו כאינדיקטור.

3.3 מיני מפתח

גישה נוספת לטיפול במרכיב אחד של האקוסיסטמה במטרה לשמור על רובה, או על כולה, היא הגדרתם של מיני מפתח. מין מפתח הוא מין שחשיבותו והשפעתו על מבנה האקוסיסטמה ועל תפקודה משמעותית, ואף עלות על מה שניתן היה לצפות בהסתמך על שכיחותו היחסית.⁷⁴ הגדרת מין מפתח, בניגוד לגישות קודמות, מתמקדת בתרומותו של המין האמור לבניה ולתפקיד האקוסיסטמה, ולא רק ביכולתו להציג על קיומם של מינים נוספים או על השטח הדרוש להם. יתרונה וחדשותה של גישה זו נועצים בהתמקדותה ברמת התהליכים המשפיעים על האקוסיסטמה, אך יישומה דורש הכרה טוביה וארכוכת טווח עם האקוסיסטמה על מרכיביה השונים ועל יחסיו הגומلين שביניהם. בטוחה הקצר, עניין זה מבטל במידה רבה את יתרון "קיוצר הדרך" שבסוגה להעניק.⁷⁵ בנוסף, יש שביקרו את השיטה הן על היעדר קריטריון ברורים ואוביקטיביים להגדרת מין מפתח והן בغالל הקושי בהכללת תוצאותיהם של מחקרים.⁷⁶

3.4 השימוש בסדרת אינדיקטורים משלימה

סוגיות בחירתם של אינדיקטורים למגון ביולוגי, כפי שראינו, רחבה ושנויה בחלוקת. חסרוןותיהן של רבות מן האפשרויות מאפיילים לא אחת על היתרונות הגלומיים בהן. ואולם, לא אחת ראיינו כי חסרונות אלה נובעים דווקא מן הניסיון לבחור במין אחד או במשפחה אחת. השימוש בכמה מינים במקביל, אם כן, עשוי לתת תמונה מלאה יותר על כלל המגוון הקיימים באזור. נتبונן, לדוגמה, ברשימה שמציע נוס (Noss): רשימה של

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

מינים בעלי מאפיינים ספציפיים, המשמשים לייצוג תכונות מרכזיות של השטח,⁷⁷ וכוללת אינדיקטורים מן הטיפוסים שנדונו עד כה (מינים אינדיקטוריים, מיני מטריה ומיני מפתח). שמירה על מינים אלה כקבוצה תאפשר לשמר על תפקודו השטח ועל המגוון הקיים בו:

1. מינים המוגבלים על-ידי השטח (area-limited species): מינים הזוקקים לשטחי מחיה גדולים לשם קיום אוכלוסיות חיוניות לאורץ זמן. לרוב מדובר בטורפים גדולים בעלי צפיפות נמוכה.
2. מינים בעלי נידות מוגבלת (dispersal-limited species): מינים המוגבלים ביכולתם לנوع בין כתמי בתיהם גידול, או הסובלים מתמותה גבואה בעשותם כך. מינים אלה דורשים רצף שטחים וمسדרונות למעבר בין כתמים. דוגמאות נפוצות הם חרקים לא מעופפים, דו-חיים, וחולייתנים גדולים הנפגעים קשה לא אחת על-ידי כלי רכב.
3. מינים המוגבלים על-ידי משאבים (resource-limited species): מינים הדורשים משאבים ספציפיים, המצויים בכמות מוגבלת בשטח. רמתם של משאבים אלה היא הקובעת, למעשה, את כושר הנשיאה של האזור עבור המין. דוגמאות נפוצות הן מינים הדורשים חורי קינון, או מינים אוכלי צוף.
4. מינים המוגבלים על-ידי תהליכי באקוסיסטמה (process-limited species): מינים הרגיסטים לקיום, קצבם, תזמוןם של תהליכים אקולוגיים כמו שרפות, שיטפונות, רעיה ועוד.
5. מיני מפתח.
6. מינים אנדמיים.
7. מינים בעלי חשיבות אקולוגית מטועמים אחרים: מינים אשר אינם נכללים באף אחת מהקטגוריות הקודמות, אך יש להם חשיבות מבחינה תפקודו האקולוגי של השטח (אוכלוסיות בעלות ייחוד גנטי, למשל).

כלומר, מושם דגש על השימוש בסדרת אינדיקטורים. כל אינדיקטור מייצג אספקט מסוים בשמירת המגוון, וביחד הם יוצרים מסגרת המאפשרת שמירה של המגוון כולם, על היבטים השונים.

4. פרמטרים מרחביים

בגלל הקשר הדיעו שמי שטח נתון לבין מספר המינים שהוא נושא נושא (species-area relationship), ובשל ההערכה הכללית בדבר חשיבותם של מסדרונות בתיהם גידול, ניתן

שモטב להתייחס למיפוי מרחבי של רצפי בתים גידול וניתוחם כאל שווי ערך לשימוש במני מטריה – אם לא עדיפים עליו, שהרי הקשר בין מני המטריה לבין מינים אחרים אינו ברור או ידוע. מיפוי זהה יבטיח לנו מרכיב אחד של המגוון הביולוגי: מגונו האקוסיסטומות. אם לא יוזנו שיקולים של גודל ושל רצף, הוא יאפשר לנו הגיעו לתוצאה שתהייה בעלת משמעות לרמת המין ועל כן, בהגדלה, גם לרמה הגנטית.⁷⁸ פיתוחם של אינדקסים לתיאור של רמת הפרגמנטציה (פיזול) ושל השינויים המרחביים ברמת האקוסיסטומות, יחד עם קישורם של אלה לתהליכי ביולוגיים, עשוי להוות כלי ניטור יעיל וחשוב.⁷⁹ מחקרים רבים מעידים על הקשר הברור שבין גודל השטח, צורתו ומידת רציפותו, לבין מספר המינים שכובחו לקויים. אף-על-פי שנושאים אלה נחקרים עדין ברמה פרטנית, דומה כי הידע הקיים כללי ומהימן דיו כדי שנוכל לקבוע בוודאות כי הפרמטרים המרחביים הם אינדיקטורים חשובים ביותר, מה גם שברור כי הגורם הראשוני במעלה לאבדן המגוון הביולוגי הוא אבדנו של בית גידול. לאור ההסכמה הרחבה על חשיבותם של הפרמטרים המרחביים, כמו גם נפח המחקר האמור, דומה כי אין צורך להרחיב את הדיבור עליהם – אך יש לציין, לכל הפחות, כי הדגש שהושם בשנים האחרונות להמשיך ולהוות את חוד החנית של המאמץ. במדינה שבה פחת מ-2.5% מן האזרור הים תיכוני מוכazzo כשמורות טבע (ואף אלה קטנות), אין ספק בכל הנוגע לחשיבותו העצומה של המאמץ לתוכנן שטחים פתוחים לגבי המשק קיום המגוון הביולוגי. לאמן הנמנע כי במצב הקיים, חשיבותם של אינדיקטורים מרחביים הנוגעים לשטחו, רציפותו וצורתו של שטח האקוסיסטומה אף עולה על חשיבותם של אינדיקטורים ביולוגיים.

5. נקודות לדין לגבי שימוש באינדיקטורים למגוון הביולוגי בישראל

שאלת מרכזית שעליינו ל答复 עלייה את הדעת בבואנו לבחור אינדיקטורים אפקטיביים – בהנחה שאכן יש אפשרות למצוא כליה – היא שאלת הסקללה. תופעות שונות באקוולוגיה ובביוגאוגרפיה תלויות בקנה המידה המרחבי והטמפורלי. בנוסף, מalias יובן שתופעות קורלצייה שתתקבלנה בקנה המידה הגאוגרפי הרחב עלולות להיחלש, ואפילו להיעלם כמעט, כאשר נבוא לחקר תופעות ברזולוציה עדינה. במדינה קטנה כמו ישראל, לא תצמץ לעניינו תופעת רבה מן הדגמים הרלוונטיים לקנה המידה הרחב, כגון הקשר שבין פרודוקטיביות לבין מגון. גם אם נוכל לקבוע במידה רבה של ודותה כי עוזר המינים בנגב נושא מאשר בחבל הים תיכוני, לא נפיק על-

ידי כך בעלי ערך בשאלות תכנון. השאלה היא כיצד ניתן, בתוך חבל מסויים (וביחוד בחבל הים תיכוני של ישראל, העומד בלחציו פיתוח עצומים), לקבוע עבור המגון הביולוגי אינדיקטורים שיהיה בכוחם להוות עבורנו מדים לקביעת קדימות שימור ולפגיעה באקויסיטטמה. אנו זוקרים בדף תומנת מצב ראשונית, והוצרך לפתח אינדיקטורים לאומדן הפרעות דחוף בהתאם.

למרות הכלים השונים שהוולו כਮועדים לבחינת תועלתם של אינדיקטורים פוטנציאליים למגון ביולוגי, המחקרים השונים אינם מוצבאים על דרך יעילה במובהק לבחירת אינדיקטור משמעותי על סמך שיקולים מדעיים ברורים. עם זאת, דוקא גודלו המוצבם של האזור הים תיכוני של ישראל מחייב על כך שמחקר רציני לחיפוש אינדיקטורים, אם ייערך, עשוי להניב פירות מעשיים לגבי האזור המUSIC אונטו, רובו או כולו. דומה כי בהיעדר מחקר מעין זה לא ניתן יהיה להציג אינדיקטורים אמינים למגון הביולוגי בישראל.

נקודה נוספת שיש להביא בחשבון היא זו: מתוצאותיהם של אי-ailleurs מחקרים עולה כי קשה לקבל אינדיקציה לגבי מצבם של מינים נדירים — אך דוקא אלה הם המינים שיש לנו עניין בהם. בנוסף, אינדיקטורים מן הטיפוס הנדון לעיל אינם אפשריים זיהוי של דרגות אנדרז'יזם (שיעור המינים הייחודיים לאזור) באזוריים שונים. גם פיתוח מחקרי של אינדיקטורים למגון הביולוגי — חשוב ומהותי ככל שהיא — לא יפתר אונטו, אם כן, מן הצורך הבסיסי להכיר את חיי והצומח של ישראל ואת הדוגמים הביאוגאוגרפיים הבסיסיים שלהם.

לסיכום, על שימור המגון הביולוגי בישראל להתקדם בשלושה אפיקים מקבילים:

- ◆ **תכנון מרחבי המתבסס על ייצוגיות אקויסיטמות, על שימרת שטחים נרחבים ככל האפשר ועל שימרת הרצף שלהם.** הקשר בין מגון לבין שטח (גודל, צורה ורכיפות) ברור די הצורך עבורנו קווי פעולה ברורים בתחום זה. הגיוני שתכנון זה יתבסס במידה רבה על סקרים צומח, כמקובל ביום, ויעזר גם בשימוש במטריה;
- ◆ **סקרים ומחקרים טקסונומיים וביאוגרפיים, שיאפשרו לנו להבין את המגון הביולוגי של ישראל ולאთר מינים נדירים, מינים אנדמיים ואזורים שעיריים במינים, ועל-ידי כך להשפיע על הגדרתן של קדימות לשימור.** חישובותם של מחקרים ממין זה הרבה גם לצרכי ניטור בזמן מצב המגון הביולוגי;
- ◆ **מחקר מקומי למציאת הקשרים האמתיים בין העשור של טקסונומים שונים, אשר מאפשר לנו פיתוח נכון של אינדיקטורים למגון הביולוגי. בغال שטחה המוצבם של ישראל והקדימות שתינן לאזור הים תיכוני, מחקר אינטנסיבי לגילוי אינדיקטורים ככל עשויה להניב תוצאות שתהיינה ישומות לאותו אזור.**

כיווני פעולה אלה יוצרים את המטרות הכלליות לקידום שמירת המגון הביולוגי בארץ. בהיעדר מידע בסיסי אודות פיזור המגון בישראל, קשה להגדיר מה הם הפרמטרים הספציפיים אשר יכולים לשמש כאינדיקטורים. עם זאת, פיתוח המטרות הכלליות לכדי פרמטרים מוקדים, במיוחד בכל הנוגע להקשרים המרחביים, יכול להתבסס על עבודות דומות שנעשו בארץ"ב (EPA, Heinz Center) ובאירופה (EC), אשר תמציתן מובאות בנספח.

6. סיכום

ל מגון הביולוגי קורלציה למשתנים סביבתיים, הן ביוטיים והן א-ביוטיים, המאפיינים את האוצר מן הבחינה המבנית והתפקודית. ואולם, רבים מן הקשרים בין המשתנים הסביבתיים לבין המגון הביולוגי אינם ליניאריים, ואופי הקשרים בכלל אינם מאפשר יותר מתרגום גס וגולמי ביוטר שליהם בכל הנוגע למטרות של שימרת הטבע. לא ניתן, אם כן, להסתמך על משתנים סביבתיים כמייצגים בלבדים למגון הביולוגי, ויש צורך במצבת כלים אחרים לאומדן המגון.

השימוש באינדיקטורים למגון המינים מבוסס על הערכת עשור המינים בקבוצה האינדיקטורית; הערכה זו עשויה לשמש אותנו כתחליף למדידה ישירה של העשור בטקסונומים נספחים במערכת. ואולם, מחקרים שມטרתם לבחון את תקפותו של אינדיקטור אורכים זמן רב ודורשים משאים ניכרים, כך שבאופן מעשי ניכרת לא אחת נתיחה לבחור אינדיקטורים באופן סובייקטיבי, ללא מחקר מוקדם, ולפי זמינות המידע; דומה כי אין צורך להזכיר מילים על הבעייתיות שבאופן פעולה זהה. ניקח, לדוגמה, את השימוש בצומח, ובמיוחד בעצים ושביחים, כאינדיקטור – שימוש הרוח בארץ"ב, באירופה ובישראל גם יחד. ההיגיון שבבחירה זו נועז hon בכך שצמחים אלה מוכרים היטב וקלים לחישות ליהוו, והן בעובדה כי הצומח משפייע ישירות על המבנה המרחבי של האקוסיסטמה ומשמש לאפיון בתיה הגידול שבה. ואולם, לא בכל מחקרי השדה אכן נמצא קשר בין עשור הצומח לבין עשור הטקסונומים השונים. ככלומר, למרות ההיגיון הבסיסי שבהתאמות על עשור מיני צומח, הקשר הכלובי בין עשור ומבנה הצומח לבין עשור בעלי-חיים אינו מוכח, וחובה לבחון אותו באוצר הנחקר ולא להסיק אותו כਮובן מלאיו.

מחקרים שונים עוסקו בהגדרת שורה של קרייטריונים אשר אמורים לשמש לבחינת התאמות של טקסונומים שונים לשימוש אינדיקטורים. הקרייטריונים שהוצעו הם ערך כלכלי, ספציאלייזציה לבית הגידול, ביולוגיה מוכרת היטוב, קיום בטוחה גאוגרפי רחוב, דגמים המשקפים את המצווי בטקסונומים אחרים, אפשרות לציפוי ולמניפולציה קלות

יחסית, מידת ההיכרות עם הטקסטונים, ויציבותם. פרוקי רגליים, ובמיוחד חרקים, מותאים לרוב הクリיטריונים הללו, והשימוש בהם כיום מפתש בתהאמנה. אפשרות אחרת לאפינוו של המגון הביולוגי בעזרת טקסטונים שונים היא בחינת עשר הטקסטונים הגבוהים (בעיקר סוגים ומשפחות) כמדד לעושר המינים. עם זאת, יש צורך במחקר נוסף כדי לאפשר הכללה או הערכה של התמונה הצפואה בישראל.

גישה נוספת לקידום השמירה על המגוון היא הגדרתם של מיני מטריה ומיני מפתח. מיני מטריה הם מינים גדולים, הזוקקים לשטחים נרחבים ו מגוונים. הנחת היסוד המחקרית היא כי שמירה עליהם (ועל השטחים הדורשים להם, כמובן) תאפשר שמירה על מינים נוספים. על אף ההיגיון שבבסיס השימוש במין מטריה, علينا לזכור כי כדי לדעת אם הוא אכן מלא את ייעודו יש צורך ביצוע מחקר מקיף, שבדרכּ כלל איינו מתבצע, מה גם שאין סיבה א-פרירית להניח שגישה זו עדיפה, מבחינת יחס עלות-תועלת, על מיפוי פשוט של בת-גידול, לצד הגנה על גודלים המינימלי ועל רציפותם. יש לצוין גם כי מאיצים לשימושו של מין המטריה (תchanות האכלת, הגנה מטורפים וכדומה) סותרים, למעשה, את השימוש בו כמין אינדיקטור. מין מפתח הוא מין חשובתו והשפעתו על מבנה האקוסיסטמה ועל תפוקודה משמעותית, ועולה על מה שנთין היה לצפות בהתחשב בשכיחותו היחסית. ואולם, יישום הגישה הגורסת שימוש במיני מפתח דורש הכרה טובה וארוכת טוח עם האקוסיסטמה, על מרכיביה השונים ועל יחס הגומלין ביניהם. סייג זה מונע ממנו, במידה רבה, לשמש כ"קייזר דורך" לטוח זמן קצר.

נפח עצום של מחקר מעיד על הקשר הבורגני בין גודל השטח, צורתו ומידת הרצף שלו, לבין מספר המינים שכוחוקיימים. אף-על-פי שנושאים אלה ממשיכים להיווצר בrama פרטנית, הידע הקיים כללי ומהימן די כדי לקבוע בודאות כי הפרמטרים המרחביים הם אינדיקטורים חשובים ביותר — מה גם שברור כי הגורם הראשון במעלה לאבדן המגוון הביולוגי הוא אבדן של בית-גידול. פיתוח אינדקסים לתיאור של רמתה הפרגמנטציה ושל השינויים המרחביים ברמת האקוסיסטמות, וקיים של אלה לתהליכי ביולוגיה, יכול להוות כלי ניטור יעיל וחשוב לשימור מגוון המינים והאקויסיטמות. מבחינה זו נראה, אם כן, כי הדגש שהושם בשנים האחרונות על תכנון מרחבי הּן בראשות הטבע והגנים והן בחברה להגנת הטבע מוצדק, וכי ראוי שזה ימשיך להוות את חוד החנית של המאמץ.

לסיכום, מחקרים שונים שעסכו בחיפוש אינדיקטורים למגוון ביולוגי אינם מצליבים בצורה ברורה על הדרך לבחירת אינדיקטור מסוומי בהסתמך על שיקולים מדעיים ברורים, אם כי הועלו בהם כמה הצעות לכלים שעלה-פהיהם יש לבחון את האינדיקטור הפוטנציאלי. בנוסף, מחקרים הראו כי קשה לקבל אינדיקציה על מצבם של מינים נדירים

ואנדמיים, אף-על-פי שדווקא אלה הם מינים שמידת ענייננו בהם היא הגדולה ביותר. גם פיתוח מחקרי של אינדיקטורים למגון הביולוגי, אם כן, לא יפותר אותנו מן הצורך הבסיסי להכיר את חיי והצומח של ישראל ואת הדגמים הביוגאוגרפיים הבסיסיים שלהם.

תודות

ברצוננו להודות לצביקה אבני, לתמר אחירון-פרומקין, לאבטל גזית, לרון פרומקין, לאיtin צירנוב, לרון קדמון, לפועה קותיאל ולאביבה ריבנוביץ' על העוזות המועילות שתתרמו במסגרת הדיון בנושא. אנו מודים לאלעוז פרנקנברג על חומר הרקע ששלח לנו.

נספח: פרויקטים לפיתוח אינדיקטורים אקולוגיים בארץ"ב ובאירופה: תמצית

בשנים האחרונות גברה בארץ"ב ובאירופה המודעות לצורך בניטורו של המגוון הביולוגי. בעקבות זאת התגבשו כמה יוזמות מטעם הגוף הרלוונטיים, ממשלתיים ובלתי-ממשלתיים כאחד, ואלה המליצו על שורת אינדיקטורים שיש למדוד באופן סדרי כדי לקבל הערכתן של מצב האקוסיסטמות ושל הלחצים המופעלים עליהם. למרות האטרקטיביות הרבה שהגיעו תכנית דומה עבור ישראל, יש לציין כי על יוזמה כזו עשויים להקשות הבדלים משמעותיים ברמת הידע הבסיסי, בתשתיות הניטור הקיימות ובקנה המידה המרחבית. עם זאת, ניתן ללמוד לא מעט מדרך הפעולה והחשיבות שהובילה את יוזמי הפרויקטאים הללו, בראש ובראשונה ככל שנוגע הדבר לפרויקט שהוביל מכון היינץ (Heinz Center) בארץ"ב, שנמנה על הפרויקטאים המkipפים והמעמיקים ביותר. במסגרת הנספח נתמקד בפרויקט זה, ונציג את עקרונותיו הרעיוניים, את אופן יישומו וכן היבטים משלימים מתוך פרויקטים מקבילים.

מטרתו הראשונה במעלה של הפרויקט שרכizo מכון היינץ, *The State of the Nation's Ecosystems*, הייתה לספק תמונות מצב מבוססת ואובייקטיבית על האkosיסיטמות ברחבי ארחה"ב, וזאת כדי לאפשר תהליכי מושכל של קבלת החלטות. בפרויקט, שרךך למעלה מחמש שנים, נטלו חלק למעלה מ-150 חוקרים מן האקדמיה, מ גופים ממשלתיים ובלתי-ממשלתיים, וכן מן הסctor הפרט. לצרכי המחקר חקרו החוקרים לקבוצות עובדה. כל

אחת מן הקבוצות התמקדה באקוסיסטמה אחת⁸¹, והגדרה עבורה סדרה של 15-20 אינדיקטורים ששימושו לתיאור מצבה הנוכחי. יש לציין כי בפרויקט זה הושם דגש על אינדיקטורים לתיאור מצב קיים (status, condition), וזאת בוגוד לפרויקטים אחרים, אשר הדגישו את חשיבותם פיתוחם של אינדיקטורים ללחצים עצמים (pressures, stressors) הפעילים על כל אקוסיסטמה⁸³, או להשפעותיהם על הרכב האקוסיסטמה ותפקודה.⁸⁴ הגדרת האינדיקטורים עברו כל אקוסיסטמה התבבסה על קביעה מוקדמת של עשרה פרמטרים מרכזיים, שההתיחסות אליהם הכרחית במסגרת פרויקט מסווג זה. הפרמטרים המרכזיים נקבעו בידי קבוצת עובדה נוספת, שיוצגו בה כל המגזרים אשר נטלו חלק בפרויקט. הפרמטרים, שכונו core indicators, חולקו לארבע קטגוריות מרכזיות:

1. מדדים פיזיים של הסביבה (physical dimensions): שטחה של כל אקוסיסטמה ורמת הפגמנציה בה.
2. מצבה הכימי והפיזי של הסביבה: כמות החנקן בסביבה, כמו גם כמותם של מזוהמים אחרים.
3. מצב רכיביה הביוולוגיים של הסביבה: ברמת המין נבחן מספר מיני הצמחים ומספר בעלי-חיים הנתוניים בדרגות שונות של שכנות הגדוד; ברמת החברה נבחן מצבן של חברות החי והצומח בשטחים שונים (ביחס לנקודת הייחוס הטבעית); ברמת התהליכיים במערכת האקולוגיה נבחנו שינויים ביצנות.
4. שימושי האדם: טובין ושירותי מערכת.

עشرת הפרמטרים ששימושו כבסיסה לקביעת האינדיקטורים עברו כל אקוסיסטמה, תוך שינוי והתאמאה בהתאם לדריש. בנוסף נרכשה גם מדידה שלהם ברמה הארץית, עברו כל שטחה היבשתי והימי של ארחה"ב. לעניינו, כאמור, רלוונטיים בראש ובראשונה האינדיקטורים המייצגים את מדידה הפיזיים של הסביבה ואת מצב רכיביה הביוולוגיים. האינדיקטורים הרלוונטיים לעניין זה נבחרו על-פי חישובותם, מבלי להתחשב בזימינות המידע. מוקורות המידע בכל קטgorיה נבחרו על-פי חירות האינדיקטורים והגדודים, ועל סמך בחינה זו זוהה פערוי הקיימים נבחנו רק לאחר בחירת האינדיקטורים והגדודים, ועל סמך בחינה זו זוהה פערוי המידע שדורשים טיפול ממוקד. בראייה לטוחה הארוך, זהה הגישה הדרושה גם בישראל. קטגוריות המדדים הפיזיים של הסביבה, המקובלות לפרמטרים המרחביים שהוצעו במסמך זה, היא הקטגוריה המקובלת ביותר בכל פרויקט מסווג זה. חшибותם של מדדי השטח (גודלו, צורתו ורכיפותתו) עברו המגון שאותו מקיים השטח, כמו גם זמיינותם היחסית של הנתוניים וקלות השגתם, הציבו פרמטרים מרוחביים שונים במרקזם של פרויקטים שעסכו בניטור המגון הביולוגי ובלחצים המופעלים עליו.⁸⁵ בפרויקט מכון היין הוגדרו שני פרמטרים בקטgorיה זו:

פרק 8: אינדיקטורים למגון הביוווני

1. שטחה של כל אקוסיסטמה ורכיבתה: הפרמטר הנגיש והפשוט ביותר ביוטר למדידה. עם זאת, יש לציין כי הערכתו בפועל עשויה להיות מושכנתה הוכחית בשל אופני הגדרה שונים של אкосיסטמות על-ידי גופים שונים, והן, במקרים מסוימים, בכלל הקושי בקביעת הגבולות שבין האкосיסטמות השונות. פרמטר זה יכול לשמש גם לשם הערכתם של לחץ הפיתוח הפעילים על אкосיסטמות שונות, וזאת על-ידי הערכת שיעור/קצב אבדן השטחים הטבעיים.⁸⁶
2. רמת הרגמנטציה בכל אקוסיסטמה: למרות החשיבות האקולוגית הרבה של פרמטר זה, קיימים חילוקי דעת ניכרים באשר לאופן הערכתו וכימותו באkosיסטמות שונות. לפיכך הוצגו, במסגרת פרוייקט היינץ, מדדים ספציפיים לפרגמנטציה במסגרת כל אחת מן האкосיסטמות – אך לא מדדים כוללים עבור הרמה הארץית של ארעה'ב כולה. בין הפרמטרים הספציפיים שהוצעו, בולטות נוכחותם של פרמטרים להתפלגות בתמי שטחים טבעיות בקטגוריות גודל, שונות ורכיפות. גם במקרה זה אפשר לבדוק את הגורמים לתהליכי הרגמנטציה: צפיפות הכבשים לייחิดת שטח, שיעור אבדן חיבורים בין כתמים, וכיו'ב.⁸⁷

הקטgorיה השנייה הרלוונטית למסמך זה היא מצב הרכיבים הביוווניים של הסביבה. הפרמטרים בקטgorיה זו מאורגנים במבנה הייררכי של מינים, חברות ותהליכי ברמת האkosיסטמה:

1. ברמת המין: מספר מיני הצמחים ובuali-החיים בדרגות שונות של שכנות הכחלה, בהתבסס על הערכת מספרם ומצבם של פרטיהם ואוכלוסיות מינים מקומיים (native) בכל אкосיסטמה, על הערכת מגמות באוכלוסייה, על מיפוי מרחבו של פיזור המינים השונים ועל הערכת האיוםים המרכזיים על כל מין. המסמן מסכם נתונים עבור 16,000 מיני צמחים ו-6,000 מיני בעלי-חיים, המהווים בין אחוזים בודדים ועד 60% מכלל הפאונה והפלורה הידועות באkosיסטמות השונות. עם זאת, הסבר המגמות העולות מן השימוש בפרמטר זה הוא מורכב, ותלוי בגורמים רבים (שיעורם של מינים נדירים באופן טבעי באזוריים שונים, לדוגמא). במקביל אפשר להשתמש גם בכימות גורמי הסיכון השונים אינדיקטורים ללחצים הפעילים על כל קבוצה.⁸⁸
2. ברמת החברה: מצבן של חברות החי והצומח בשטחים שונים ביחס לנקודת הייחוס הטבעית. פרמטר זה מבוסס על הערכת שיעור השטחים שונים באורח משתמעות ביחס לנקודת הייחוס הטבעית בכל אkosיסטמה (על-פי ערכי סף וקריטריונים כמוותיים), ועל הערכת רמת ההפרעה באזוריים טבעיות או טבעיות למחצה. המטרת הסופית היא תרגוםם של נתונים אלה לחברות הצומח והחי אשר יתקיימו בכל שטח (טורם בוצע).

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

3. בرمת התהליכים במערכת האקולוגיה: שינויים ביצנות. אמצעי חישה מרוחק מאפשרים לעירך את שינוי הביוםסה הצמחית באקויסיטמות שונות. שינויים בפרמטר זה לאורך זמן מסוימים עשויים בתפקיד האקויסיטמה. במהלך 11 השנים שנבחנו לא נמצא מוגנה כלשהי, אך נרשמה שונות רבות ותנודות שנתיות חריפות באזוריים שונים, עניין אשר עשוי להקשות על פירוש הנתונים.

קטגוריה זו של מצב הרכיבים הביולוגיים מקבילה להמלצתנו בדבר הצורך במחקריהם ובסטקרים טקסונומיים וביוגאוגרפיים לשם הבנת תבנית הפיזור המרחבית של המגוון בישראל. יישום ופיתוחם של פרמטרים דומים בישראל דורש הקמת תשתיית רחבה ומעודכנת של מאגרי מידע.

פרק 9: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימה של כריית חומרי גלם

עמייר אידלמן

1. מבוא

1.1 פרמטרים לפיתוח אינדיקטורים

סוגיות בחרתם של אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת (פב"ק) של כריית חומרי גלם נוגעת לשולש נקודות מרכזיות:

- א. עובדת היותה של אספקת חומרי הגלם מרכזית וחונית לקיומו של משק כלכלי, והיותם של חומרי הגלם בבחינת תשומות חיוניות למשק.
- ב. פגיעתם הקשה של פיתוח מחזבות ושל הפקט חומרי גלם בשטחים הפתוחים, וכן השלוותיהם הסביבתיות החמורות.
- ג. הדמיוי הירוד שיווצר פיתוח אתרי הכריה והחציבה לאזור המידי שבו שכנים אחרים אלה; בהקשר זה, מן הרואוי לבדוק אם המקומות שבהם מתבססות מחזבות הופכים לאזורים המאוכלים בשכבות סוציאו-אקונומיות שלישות, או אם ככל הם מלכתחילה.

1.2 חומרי גלם ומינרלים תעשייתיים

כריה וחציבה הן פעולות של הוצאת חומרי גלם ממקומם הטבעי, ולאחר מכן עיבודם ושיווקם לרוחת הדור הנוכחי. פעולות אלה אינן בנות קיימת עצמן הגדרתן; הן משנות את המתוּה הטבעי ו מגבלות את השימושים בקרקע ובחומר הגלם. חומרי הגלם נחלקים לשניים:

- א. חומר גלם לבניה ולסליליה. אלה הם חומרים שכחיכים יחסית, אשר מיועדים בעיקר למשק המקומי, ועליהם נמנים חץ, מצע, חול, מלט וסיד.
- ב. מינרלים תעשייתיים. אלה הם חומרים יקרים יותר, אשר מיועדים לתעשייה עבר שוקים בינלאומיים, ועליהם נמנים, בין היתר, פוספט, פצלי שמן ומויצרים ממפעלי ים המלח.

מסמך זה מתמקד בחומרי גלם לבניה ולסליליה, שהם, כאמור, חומרי גלם חיוניים ובסיסיים להפתחותו של משק לאומי.

1.3 מסדי נתונים

างף התכנון במשרד מקרקעי ישראל ומשרד הממונה על המכרות במשרד התשתיות הכינו בשנים האחרונות מסדי נתונים שבhem מרווח מידע על ענף חומרי הגלם, ובכלל זה:

- א. סקר מרביים: מציג את מיקומם של מרביי האבן המתאימים לחזיבה;
- ב. סקר עתודות: מציג את כמות חומר הגלם שבסכל אחת מן המחצבות הגדולות בישראל;
- ג. סקר ביקושים: מציג את כמות חומר הגלם שתידרש בישראל עד שנת 2020;
- ד. סקרים ענפיים: מציגים ניתוח של היצוא וביקוש לחומרי גלם שונים;
- ה. מסד ממוחשב על התפוקות השנתיות במחצבות ועל מצבן של הרשותות ושל התכניות הסטוטוריות.

1.4 תוכנו

החינוך הכלכלי הכללי למשק, מחדר גיסא, וההשלכות הסביבתיות הכבידות, מאידך גיסא, מקשים על התכנון בענף. בשנת 1971 ניתנה הוראה להכין את תמי"א 14, "תכנית מתאר ארצית לאתרי כרייה וחזיבה למשק הבניה והטללה". רק עשר שנים לאחר מכן, בשנת 1981, הייתה התוכנית מוכנה לדין במסדות התכנון, ואילו אישורה המלא על-ידי הממשלה הסטיטיים רק בשנת 2001 – לאחר שלושים שנה. מן הרואי להציג שבמהלך כל השנים שבחן נדונה התוכנית במסדות התכנון פעלו בשטח מחצבות, רובן במסגרת תוכניות מפורחות שנדרשו בזעุดות המחויזות, ואף אושרו ברובן. ואולם, עד היום יש בישראל כמו וכמה מחצבות ומחפרות שנערכות בהן פעולות של כריית חומר הגלם, וזאת בעוד התוכנית המפוררת עדין נמצאת בהליכים סטוטוריים.

1.5 קיימות וניהול

אחד המאפיינים החשובים לפב"ק הוא השימוש החסכווני במשאבים מתכליים. לכaura קיים ניגוד אינטראיסים בין היזמים בשטח, אשר מעוניינים להגיע למקסימום רווחים ולהפיק כמות חומר מירבית בזמן הקצר ביותר, לבין הצורך הסביבתי בኒזול יעיל של המשאבים בהווה, כך שלא יימנעו שימושים נוספים בקרע בעתיד. ניהול יעיל וראייה כוללת עשויים לסייע את ניגוד האינטראיסים. כיום נמצא ניהול ענף חומר הגלם בישראל בידי כמה גורמים ממשתתפים, וביזור הסמכויות מנסה על גיבושה של מדיניות איחוד וברורה:

- א. משרד התשתיות: רשיון חזיבה;
- ב. מנהל מקרקעי ישראל: הרשות;
- ג. המשרד לאיכות הסביבה: רישיון עסק;

פרק 9: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של כריית חומרי גלם

- ד. משרד האוצר: תמלוגים;
- ה. מפקחי משרד הפנים: אכיפת חוק התכנון והבנייה;
- ו. רשותות מקומיות: היתרדים.

1.6 נתוני אינדיקטיביים

ASFקח חומרי הגלם בישראל מחייב ניצול של כ-1,500,000 דונם נוספים מדי שנה.⁸⁹ ראוי להזכיר כי בענף זה, כמו בענפים אחרים במשק, צפוי גידול בהיקף הייצור השנתי. הטבלה שלהלן, טבלה 9.1, מציגה את התפקידות התפקידות של חומרי הגלם בישראל. עבור כל חומר מוצגים מספר האתרים, התפקידות השנתית בטונות ובמטרים עמוקים ("נפח הר כרוי"), וכן הקפָּה נוספת השיטה הדרושה מדי שנה כדי לספק את התפקידות.⁹⁰

טבלה 9.1: תפקיד ענף חומרי הגלם בישראל, 1999

סוג החומר	מספר אתרים עיקריים	תפקידה	משקל מרחב	עובי מסלע*	"נפח הר כרוי"	שטח כרוי דונם
חצץ ומצע	50	40	2.5	45	16.0	356
גיר למילט	4	2.7	2.5	45	1.1	24
גיר לסיד	3	1	2.5	45	0.4	9
חיל	10	12	1.8	8	6.7	833
שיש	10	0.3	2.5	4	0.12	30
קורכר	10	1	2.5	10	0.4	40
אחרים	55	1.6	2.5	4	0.6	160
סה"כ	142	58.6			25.3	1,452

* עובי מסלע ממוצע לפי שלוש מדרגות חיצוב בממוצע.

2. חוץ ומצע לבניה ולסלילה

2.1 מאפייני ענף החוץ והמצע

- א. חיוני למשק;
- ב. מחזור שנתי של 2 מיליארד ש"ח;
- ג. צריכת שטח עם השכבות סביבתיות קשות;
- ד. שיקום המחבבות מתבצע זמן ארוך לאחר מועד סיום פעילותן.

2.2 הביקוש השנתי לחוץ ולמצע בישראל

בשנות השיא, באמצע שנות התשעים, הופקו בישראל קרוב ל-52 מיליון טון חוץ ומצע – כ-20 מיליון מטרים מעוקבים. חומרים אלה מופקים במחבבות שבן משתמשים בחומרי נפץ לריסוק האבן ולניתקה ממוקמה הטבעי, ו/או במחפורות שבן מפיקים את חומרם הגלם באמצעות כלים מכניים בלבד. מתוך כ-52 מיליון הטון, כ-10 מיליון מסופקים ממחבבות השוכנות מעבר לקו הירוק, ומשוקות לחומי גלם לתחומי ישראל.

טבלה 9.2: הביקוש לחוץ ולמצע בישראל, 1999

סה"כ ביקוש (מיליוני טון)	מקור האספקה (מיליוני טון)		מחוז
	איו"ש	ישראל	
5.5	2.9	2.6	ירושלים
12.9		12.9	צפון
6.7		6.7	חיפה
17.6	5.1	12.5	תל-אביב והמרכז
9.8	1.9	7.9	דרום
52.5	9.9	42.6	סה"כ
100%	19%	81%	אחוזים

(המספרים מעוגלים)

פרק 9: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של כריית חומרי גלם

2.3 אומדן הביקוש הצפוי עד 2040

אומדן הביקוש מתבסס על ניתוח של תחזית הבניה למגורים, של תחזית הבניה של לא למגורים ושל תחזיות הסלילה עד שנת 2020. בטבלה שלහן מוצג הביקוש הצפוי, במחוזות השוניים, בשנים נבחרות עד שנת 2020 – שנה שבה עמוד הביקוש על כ-91 מיליון טון, לעומת כ-55.5 מיליון טון בשנת 2000. האומדן לשנים 2030 ו-2040 נערך על סמך חישוב הגידול עד שנת 2020.

טבלה 9.3: אומדן האספקה השנתית של חוץ ומצו בישראל בשנים נבחרות

בין 2000 ל-2040

מיליוני טון

סה"כ	דרום	תל-אביב והמרכז	חיפה	צפון	ירושלים	השנה
52.5	10.0	17.6	6.7	12.9	5.5	1999
55.5	10.5	18.5	7.0	14.0	5.5	2000
68.0	11.0	24.5	8.5	18.0	6.0	2005
71.5	11.0	26.0	8.5	20.0	6.0	2010
79.5	12.0	30.0	9.0	22.5	6.0	2015
91.0	13.0	36.0	9.5	26.0	6.5	2020
135.0						2030
223.0						2040

(המספרים מעוגלים לחצאי מיליון)

2.4 הביקוש המצתבר עד שנת 2040

התבלה שלහן מציגה את הביקוש המצתבר לחוץ ולמצו בשנים נבחרות. עד לשנת 2020 יידרשו כ-1.4 מיליארד טון, ועד לשנת 2040 – כ-4.4 מיליארד!

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיקוח בר קיימת בישראל

טבלה 9.4: אומדן הביקוש המוצע לחץ ומצע בישראל – שנים נבחרות
מיליוני טון

סה"כ	droom	תל-אביב והמרכז	חיפה	צפון	ירושלים	השנה
322	53	114	41	83	31	2005
673	106	243	84	178	62	2010
1,053	164	384	127	286	92	2015
1,482	227	551	172	408	124	2020
2,611						2030
4,400						2040

2.5 מיצוי עתודות במחצבות

ניתוח השוואתי של האתרים בתמ"א 14 ביחס לביקושים הצפויים מעלה כי העתודות במחצבות הפעילות יענו על הצרכים עד שנת 2015 בלבד. במהלך העשור השני של המאה יסתמן מחסור, וסביר שנת 2020 יאזור הארגטיטים במחצבות הפעילות בארץ כולה. חשוב להציג כי אספקת ארגטיטים עד שנת 2030 תחייב פיתוח של כל האתרים המוצעים בתמ"א 14, בשטח של כ-68 אלף דונם אשר יתווסף על 25 אלף דונם המוצלים此刻.

להלן פירוט אומדן העתודות במחצבות קיימות וכן באתרי Tam"א 14 שעדיין אין בהם מחצבות, ושורם נערכו עבורם תוכניות מפורטות.

פרק 9: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של כריית חומרי גלם

טבלה 9.5: פירוט העתודות באתרי תמ"א 14

עתודות (מיליוני טון)			השטח (דונם)			מחוז
סה"כ בתמ"א	באטרים לא מחצבות פעילות	במחצבות פעילות	סה"כ בתמ"א	באטרים לא מחצבות פעילות	במחצבות פעילות	
877	388	489	12,758	5,605	7,153	הצפון
115	33	82	1,763	419	1,344	חיפה
648	420	228	8,983	5,033	3,950	ת"א והמרכז
210	0	210	1,763	166	1,597	ים
1,018	750	268	67,915	57,453	10,462	הדרום
2,884	1,591	1,277	89,627	68,676	24,506	סה"כ

הטבלה שלහן מציגה את ניצול עתודות חומרי הגלם במחצבות קיימות ובאתרים מאושרים בתמ"א 14.

**טבלה 9.6: מיצוי העתודות על ציר הזמן, בהנחה שהאספקה מאיו"ש
תישאר קבועה**

יתרת העתודות במחצבות	יתרת ביקוש בתקופות בTEM"א	יתרת ביקוש מאיו"ש	אספקה מאיו"ש	הביקוש בישראל	עד שנה	משנה
1,269	2,878	43	10	53	2000	1999
1,006	2,615	258	65	323	2005	2000
716	2,325	285	65	350	2010	2005
396	2,005	315	65	380	2015	2010
27	1,636	364	65	429	2020	2015
	567	1,064	65	1,129	2030	2020
		1,724	65	1,789	2040	2030
			400	4,453		סה"כ

3. מסקנות

ענף חומרי הגלם למשק הבניה והסלילה עומד בפני משבר סביר שנות העשרים של המאה הנוכחית, כאשר יאזורו חומרי הגלם במחצבות הפעילות. המערכת להתמודדות עם המשבר מחייבת, מטבע הדברים, פיתוח מקורות לאספקת חוץ ומצו. ואולם, פיתוחן של מחצבות חדשות הולך ונעשה מסובך וקשה בשל לחצים לשימושים אחרים בקרקע – שימושים העומדים בסתירה להפקת חומרי הגלם החיווניים למשק. בשל כך יש לפתח אינדיקטורים שייצבשו על מגמות בשני תחומיים עיקריים:

- א. שמירה על היכולת לספק חומרי גלם בהווה ובעתיד.
- ב. שמירה על אפשרותם של שימושים עתידיים בקרקע המשמשת כיום למחצבות.

4. אינדיקטורים לכרייה וחכיבת בת קיימת

השל הישר מחייב אותנו לבדוק אם פיתוח מחצבות כיום אינו מסכל את האפשריות של הדורות הבאים להפיק חומרי גלם לעצם ואינו מגביל את האפשרויות שייעמדו בפניהם לעשות שימושים מגוונים בקרקע. לשם כך יוצגו להלן כמה אינדיקטורים העשויים לסייע לנו לבחון את הסוגיות האמורות, וזאת בהתייחס לחומרי הגלם אשר מוצגים בטבלה 9.1.

4.1 צריית חומרי גלם – טון לנפש

צריית חומרי הגלם (לפי טון לנפש) היא מدد לניצול יעיל של חומרי הגלם. כדי לקבל תמיונת מצב רחבה, מוטב להציג נתונים ממוצע שנות התשעים, ולהשוו את הצריכה בישראל לצריכה במדינות המערב ובמדינות מתפתחות. הנתונים על תפוקת הארגנטינים מצויים בידי הממונה על המכרות במשרד התשתיות, נתונים שנתנים על האוכלוסין בישראל ניתן למצוא במרשם התושבים ובלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

4.2 יעילות ניצול שטחים להפקת חומרי גלם – זונם לנפש

כדי לקבל מدد לניצול יעיל של שטחי הממחצבות, יש לחשב مدى שנה את השטח הכלול המיועד להפקת חומרי גלם על-פי התכניות הstattotoriot, ולהפחית ממנו שטחים שנסתיניימו בהם פעולות שיקום (כמפורט להלן). לקבלת מدد יעילותו של ניצול שטחי הממחצבות, יש לחלק את השטח המנוziel בפועל במספר התושבים במדינה. הנתונים על

פרק 9: אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת של כריית חומרי גלם

שטחי המחצבות מצויים בידי מנהל מקרקעי ישראל ובידי המפקח על המכרות במשרד התשתיות; זה האחרון הוא גם האחראי לשיקום מחצבות.

4.3 כרסום בשטחים פתוחים – דונם

מדד זה מאפשר לנו לעמוד על מידת הכרסום בשטחים פתוחים עקב הצורך בשטחים למחצבות. כמו הממד הקודם לו, מדד זה יتبסס על חישוב שטחי המחצבות בפועל בניכוי השטחים ששוקמו, אך יבטא מספרית את הגידול השנתי מבחינת שטח בלבד. המקור לננתונים עבورو זהים, כמוון, למקור הנתונים עבור המדד לעיל.

4.4 יתרת עתודות – טון לנפש

זהו מדד לתכנון ארוך טווח, אשר אמור לשמש אותנו כדי לציין את מנתן שונות הצריכה שumbedיות עתודות חומרי הגלם, ולהבטיח את קיומן של עתודות כאלה עברו תושבי ישראל גם בעתיד. مدى שנה יעודכנו יתרות העתודות במחצבות הקיימות, וזאת על-ידי הפחחתת התפוקה השנתית שנוצלה והוספת העתודות מפיתוח מחצבות חדשות. יתרה העתודות המעודכנת תחולק במספר תושבי המדינה. הנתונים מצויים בידי הממונה על המכרות משרד התשתיות.

4.5 שיקום שטחי חツיבה – השבת שטחים, לפי דונם

מדד לשיקום שטחים שכבר היו מיועדים להפקת חומרי גלם, אך ייעודם שונה והם מנוצלים למטרות אחרות. مدى שנה יחושב הקף השטחים ששוקמו ויפורטו השימושים החדשניים. הנתונים מצויים בידי הממונה על המכרות משרד התשתיות.

4.6 המחיר החברתי – טון לנחספים

מדד להשכלה הסביבתיות של המחצבות על האוכלוסייה המתגוררת בסמוך אליהן. באמצעות מערכות GIS ניתן לאתר את היישובים הסמוכים למחצבות, ולהשכל, בהסתמך על השנתון הסטטיסטי, כמה תושבים מצויים בסמוך לכל אחת מן המחצבות (ברדיוס עד 1.5 ק"מ, לדוגמה). נתונים על מיקום המחצבות העיקריות (כ חמישים מן המחצבות בישראל עוננות על הגדלה זו) מצוי באנף התכנון של מנהל מקרקעי ישראל ובידי הממונה על המכרות משרד התשתיות.

4.7 מגמות בצד סביבתי – מספר נחשיים בעשרון התיכון

מדד להשלכות הסביבתיות של המחזבות על אוכלוסיות העשירון התיכון המתגוררת בסמוך אליהן, המשמש אותנו כדי להציג על מגמות בקיימות של צדק חברתי. בסיסו של מדד זה זהה למדד הקודם (מדד המחיר החברתי), אך מוסיף גם פילוח של האוכלוסייה לפי רמת ההכנסה, ומתרט את מספר הנחשיים המשתייכים לעשרון התיכון. מקור הנתונים זהה לזה של המדד הקודם, בתוספת נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

4.8 מחיר מ"ק בטון

מעקב אחר מחיר מטר מעוקב בטון עשוי להציג על מגמות של איזילת משאב חומרי הגלם במשק. מחיר הבטון מפורסם במחירון איגוד יצרני הבטון.

פרק 10: אינדיקטורים למשק המים

שאול ארלווזרוב ויוסי מרוגונינסקי

מבוא

הצורך לגבש מסגרת של אינדיקטורים למשק המים נולד מתוך המשבר העמוק בו מצוי משק המים הישראלי בתחילת האלף השלישי. המשבר מתבטא במחסור במים – אין עדות טובה לכך מן התכניות להבניה לישראל מים באניות – והוא נובע מניצול יתר של מקורות המים מאז 1995, על רקע של מיעוט משקעים באותה תקופה, יחד עם פיתוח אטי של מקורות מים חדשים. קריטת המים אל מעבר לרמה שהיתה מותרת לפני מטיב השיקולים המקצועיים הסתיימה בכך שניתן היה לביצה הרחק מעיני הציבור, אשר אינו מתמצה בצדדים המקצועיים של ניהול משק המים. מסגרת האינדיקטורים שאנו מציעים כאן נועדה לענות על חוסר זה: מסגרת מקיפה, אך גם פשוטה דיה למעקב שוטף אחר המתרכש בתחום המים, ועל כן כזו שיכולה לשמש ככלי מעקב בסיסי למקבלי החלטות ולאחרים.

חשיבותה של הגברת נגישות המידע לגבי משק המים, ותרגומו של מידע זה לשפתמומחים לשפט אנוש בכלל זה, הוא בין הלקחים שעליינו להסיק בעקבות משבר המים. קיים גם לך שני, הנוגע להסדרת הענף. שני הלקחים אינם אלא אמצעים: אמצעים לחיזוק הדמוקרטיציה של השימוש במשאבי המים, שהם, לפי חוק המים, רכשו של כלל הציבור.

בקשר זה יש לזכור גם את הזיקה המתחדרת בין סוגיות מדעיות לבין בעיותיו החברתית/פוליטית/משפטית, זיקה אשר הופכת את קביעת האינדיקטורים – אשר משמשים, באמצעות התקשות, גם כנורוות אזהרה עבור הציבור הרחב – לנושא שרגישותו הציבורית גבוהה. התגברות המבחן במים, לדוגמה, מביאה להתגברות הויכוח הציבורי אודות שמירtan הכמותית והaicותית של מכשות מים. כינונה של מערכת אינדיקטורים העשויה להעשיר את הדיון ולשמש את הצדדים הדנים בנושא.

כיום מוסדר משק המים על-ידי שר התשתיות, מועצת המים ונציב המים. הואיל ובמשך רוב שנות קיומה של המדינה היה שר החקלאות שר הממונה על נציג המים, נטו שלושת הגורמים האלה לתת ביטוי מלא לאינטרסים של המגזר החקלאי, וביטוי פחות אלה של המגזר העירוני והתעשייתי. לרוב-רובם של הרכנים ורכנני העתיד – לרבות אלה שיישאו במחיר של ניצול היתר של המים – לא היה ייצוג בהסדרת הסקטור. גם

הចורך בשמרות הסביבה הטבעית, וביחוד זו המושפעת מתשומת המים, לא זכה לייצוג. אופן ניצולם של משאבי המים תאום בראש ובראשונה, על כן, את צרכיהן של קבוצות האינטראס שהיו מעורבות בהסדרתו – אך לא בהכרח את האינטראס הציבורי הרחב. בתחום הסדרת משק המים, אם כן, מתחייבים שני שינויים עיקריים. הראשון הוא הרחקת תהליכי קבלת החלטות בתחום המים – החלטות המחייבות, ככל החלטות בתחום ניהול משאבי הטבע, אופק תכנון ארוך – מן המערכת הפוליטית, אשר הוכחה בעבר כי היא ניחנת באופן קצר. השני: שיתופם של נציגי מגזרים נוספים בתחום הסקטור, ובهم גם נציגי האינטראסים של איכות הסביבה.

ニצול בר קיימת של מקורות מים ששמדו ניצול שאיןו עולה על הקפ' המילוי החוזר של המקורות בטוח שנים מוגדר. סך הקפ' המילוי החוזר הטבעי של מים שפירים מכל מקורות המים בארץ (ולכן הקפ' השאייה בר קיימת המקורי) עומד על כ-1.6-1.7 מיליארד קוב לשנה.

הדרך המקובלת והנוחה ביוטר למעקב אחר הקפו של מלאי המים במאגרים היא מעקב אחר המפלס שלהם. ירידה של מטר אחד במפלס באקווייפר החוף, למשל, משנהה הקטנת נפח המים שבו בכ-400 מיליון קוב. אלא שאקווייפר זה מאופיין ב"שקעים" عمוקים, ולכן לא ניתן להתייחס אליו כאף גוף הומוגני; כמות השאייה בת הקיימת ממנה היא כ-250 מיליון קוב לשנה. ירידה של מטר אחד במפלס של אקווייפר ההר המרכזי, ירושן-תנינים, משנהה הקטנת נפח המים בו כ-100 מיליון קוב. מפלס האקווייפר נע בין תשעה ל-16 מטר מעל פני הים, והקפ' השאייה בת הקיימת ממנה הוא כ-320-340 מיליון קוב לשנה. שני תתי-האקווייפר הנוספים של אקווייפר ההר, המזרחי והצפוני, מאפשרים שאיבה נוספת של 350-300 מיליון קוב לשנה.

מפלס הכנרת נع בין 209-215.5-ל-215.5-לערך; ירידה אל מתחת למפלס של 215.5-עלולה למנוע את המשך פעילותו של המוביל הארץ. ירידה של מטר אחד במפלס משנהה הקטנת נפח המים ב-170 מיליון קוב. ההתקנות השנתיות גורעת מן האגם מים בהק' המקביל לירידת מפלס של כ-1.7 מטר. הקפ' השאייה בת הקיימת ממנה בכל שנה הוא, על כן, ההפרש שבין המפלס הקיים לבין מפלס של 214-כפолов 170 מיליון קוב.

משק המים הישראלי רשם הישגים מרשים מבחינת הרחבתו של הייצ' המים העומד לרשות אזרחי המדינה, וזאת בעיקר בזכות החמשים והשיישים. בשנות התשעים, לעומת זאת, משק המים התנהל באופן מקרטע, ממשבר אחד לשנהו. סיבה מרכזית לתוואי התפתחות זה מצוייה בכווריו התכונוני של סקטור המים. החל משנות החמשים ועד שנות השבעים בוצע תכנונו של משק המים – מיקרו ומרקeo – על-ידי גוף רב יוקרה, עוצמה

פרק 10: אינדיקטורים למשק המים

והשפעה: תכנון המים לישראל (תה"ל). עם הפרטתה של תה"ל, בשנת 1996, קיבלו על עצם נציבות המים וחברת מקורות מקצת מתפקידה, אך תכנונו ארוך הטווח של משק המים נחלש מאוד. גורם נוסף שעיכב את פיתוחו של משק המים היה מעורבות היתר של משרד האוצר.

הזרת כושר התכנון למשק המים כרוכה, מطبع הדברים, במספר בעלי המקצוע במשק בתחום זה. יש, כל כנ, מקום לעקוב אחר מספר בעלי המקצוע בתחום זה, וחשוב לא פחות — אחר מספרם של תלמידי המוסדות להשכלה גבוהה בתחום. אינדיקטור חשוב נוסף לעניין זה הוא, כמובן, קיומו (או אי-קיומו) של צוות או של גוף היגייני מיוחד לתכנון משק המים בישראל.

תחום חשוב נוסף למקבב הוא הקפם של שטחי המים — חופים, מעיינות, נחלים, ואגמים הקיימים — אשר יכולים לשמש נופשים — בין אם הם משמשים לקיט ולנוחת הלכה למעשה, ובין אם יש להם ערך נופי בפני עצמו. بد בבד עם תהליכי הצמיחה הכלכלית גדרה חשיבותה של זרכנות הנופש והטבע, ומשק המים בישראל יצרך לעונות גם על ביקושים אלה. כל מערכת אינדיקטורים שנבקש להציג עבור משק המים בישראל תצטרך לאפשר גם מעקב אחר התפתחויות בתחום זה. אינדיקטורים לדוגמא עשויים להיות מידת ניקיונם של מי הימים המשמשים לרחצה, כמו גם הקף גdots הנחלים המשמשים לנופש.

תחום נוסף שעבורו יהיה צורך להרחיב את מסגרת האינדיקטורים הקיימת נוגע לשינויים הצפויים בתחום טיהור השפכים: טיהור שלישוני של השפכים, אשר יאפשר שימוש בהם לצרכי השקיה בלתי-מוגבלת, ואפילו להשקית גידולים הנאכלים ללא עיבוד. לא מן הנמנע שההתפתחות משמעותית בתחום זה תחול הודות להטמעת השלבתו השונית של הצורך להשתמש במים מותפלים, כמו גם עלות הפקטם מן האקוופרים וכן הקיימים, כפי שיש עדין הטועים לחשוב), תhapeז את הטיהור השלישי — שהוא זול יותר מאשר התפלה — למקור מים נוסף, שיחליף את המים השפירים מביכות השימושים החקלאיים. חשיבות נוספת מוקנית לטיהור שלישוני גם על שום היתרונות הנוספים שייצחו מן השימוש במים המטווחרים — החל בשימוש בהם לצרכי שיקום נחלים וכלה בשיפור איכותם של מי התהום.

א. מאפייני מערכת האינדיקטורים המוצעת

מטרתנו כאן היא להגדיר מערכת קритריונים, אשר השימוש בה יאפשר לבחון באופן שוטף ומדויק את מצבו של משק המים בישראל בכל הנוגע להיקף הזמן והו-

לאיכות המים. מערכת האינדיקטורים המוצעת נועדה לשמש ככלי לא עבור מומחי המים בלבד, אלא גם עבור הציבור הרחב, עבור התקשרות ועבור מקבלי החלטות. משק המים, לעניינו כאן, הוא שורת מאגרי המים הטבעיים (אגם הכנרת, שני האקווייפים המרכזיים – אקווייפר היר והאקווייפר החוף – וכמה אקווייפים נוספים), יחד עם מערכת הפיקת ואספקת המים, המאפשרת את העברת הסדרה של המים מקורות הפקה לצרכנים השונים.

תיאור מלא ומדויק של משק המים מחייב, מן הטעמים שיפורתו להלן, התיחסות למספר גדול מאוד של אינדיקטורים. תיאור זהה יהיה, אמנם, מדויק מאוד, אך יקשה מאוד על מעקב ובחינה שוטפים. לפיכך יוצג להלן רק מספר מוגבל של אינדיקטורים, שההתפתחויות החלות בהם מאיירות היבטים מרכזיים במצבה של מערכת משק המים הישראלי. מבין האינדיקטורים שיוצגו ניתן לציין קבוצה מצומצמת אף יותר: קבוצה של אינדיקטורים מוביילים ממצב המערכת, אשר יהיו נגישים ונחיריים גם מחוץ לקהיליה המקצועית של העובדים במים. אלה יוכלו לשמש אותן אזהרה למקבלי החלטות, כדי התקשרות ולציבור הרחב.

מצב המאגרים מופיעין בראש ובראשונה על-ידי שתי קואורדינטות: כמותית ואיוכוית. מערכת האינדיקטורים, על כן, גובשה בהסתמך על כמה מן התוכנות המאפיינות את מבנה משק המים בישראל, בהתייחס לשתי הקואורדינטות האמורות. בבחינה כמותית, כאמור, נפח המים במאגרים הוא פונקציה ישירה של הקפ' המילי החוזר (טבעי ומלאכותי), ושל הקפ' ניצול המים. השפעתם של שני הפרמטרים הללו מתבטאת במפלסי המים של המאגרים. על צד האיות, ניתן לציין כי איוכותם של המים במאגרים נקבעת על-ידי שני מאפיינים: הראשון הננו מידת המלחיחות ורמת החנקות של המים, והשני – נוכחותם במים של זיהומיים, ארגנינים או אחרים.

קשרים חזקים קיימים, כموון, בין הקפי המים במאגרים לבין איוכותם, אך לא כולם הובילו לאשורם. יש לציין, עם זאת, כמה נקודות חשובות:

א. שאיבת מים מהאקווייפים, בנפח העולה על נפח המילי החוזר הטבעי, כרוכה בירידת מפלסי המים, ועל כן מביאה לחדרה של מים מלוחים יותר אל האקווייפים. שאיבת המים על-ידי המפעל הארצי מתבטאת, בסופו של דבר, בהגדלת מליחות האקווייפים.

ב. ההגדלת נפחם של האקווייפים באמצעות מי השקיה, במקוון או שלא במקוון, מעלה את מליחותם של המים. לצרכי השקיה חקלאית משתמשים מי הכנרת וכיום (ביוב מטויה); בנוסף למלחיחות הטבעית של המים, מכילים אלה גם את המלחיחות המתווספת על-ידי השימושים השונים שנעשים בהם. חידרת מי השקיה לאקווייפים כרוכה, על כן, בהמלחתם – בין אם מדובר בחலול מפני הקרקע דרך החתך הבלתי-רווי ובין אם מדובר בהعشירה מלאכותית (בעיקר באקווייפר החוף).

- ג. ירידת מפלסי המים באקווייפים עקב כריית המים (כלומר, על-ידי שאיבה מעבר לנפח המילוי החוזר) מביאה להאטה של שטיפת המלחים והמהממים מן האקווייפים,
ואף להפסקת המשוחות; למעשה לצורך משפיע לרעה על איכות המים.⁹¹
- ד. שאיבה מן הциינרת (דהיינו, שינוי כמותי של המים בה) כרוכה בהפחחת ריכוז המלחים
באגם עקב סילוק כמוניות מליח ממנו (דהיינו, שינוי איקוטי).

ואולם, על אף הקשרים שבכוחנו להציג עליהם ולמורות אינטפור מחקרים הייזרו-גאולוגיים
רבים, אופיים הפרטוני של הקשרים בין מפלסי המים בциינרת ובחלק מהאקווייפים לבין
איכותם עדיין אינם ברור כל צרכו. מובן, על כן, כי יש צורך בתיאוריות נפרדות לכמות
המים מכאן ולאיכותם מכאן בכל הנוגע לתיאויריה של מערכת האינדיקטורים. מאידך,
אל הциינרת ניתן להתייחס כמאגר הומוגני.

שאלה מתבקשת נוספת היא אלו מבין האינדיקטורים לאיכות המים רלוונטיים יותר:
אליה המתיחסים למאגרים עצם, או אלה הנמדדים קרוב יותר לאזורי הצריכה? התשובה
לכך אינה פשוטה. על פניו, סביר היה לחשב כי איכות המים המצוויים במערכת ה策רכנית
היא הרלוונטית לצרכני המים. ואולם, נוכחותם של מזהמים במקור המים, גם אם אין
mspיעת מיידית על איכות המים המסופקים, מספקת התראעה חשובה לגבי פגיעה אפשרית
באיכות המים — פגיעה שלא תמיד ניתן להבחין בה מבעוד מועד באמצעות בדיקה של
איכות המים במערכת ה策רכנית בלבד.

ב. מאפייני משק המים בישראל

- ◆ חברת מקורות מספקת כ-65% משק המים במדינה. את יתר המים מספקת שורה
ארוכה של מפיקים פרטיים. רמתו של מערך הדיווח והבקרה של חברת מקורות
גבואה, וזאת בניגוד למערך של המפיקים האחרים, הלוקה בחסר;
- ◆ שני-שלישים מספקת המים מופקת מן האקווייפים וכן התת-אקווייפים. המקור
הנוסף הוא מים עליים, שברובם נובעים ממוקורות מים שנחוץ לקו הירוק;
- ◆ מקורות נוספים לאספקת מים הם קולחי ביוב מטוורחים, מים מליחים (בין אם
מומתקים ובין אם ברמת המלחות המקורית), וכי ים מותפלים. שני קriterיוונים
קובעים את איכותם של אלה האחרונים: רמת המלחות ותכולת הבורון (אשר גורם
לנזקים לקרקע ולגידולים שונים כאשר רמתו עולה על 0.5 חל'ים). יש לציין כי השקיה
בקולחים, אשר השימוש בה הולך וגובר עקב הצורך לייעוד מים שפיריים לסקטור
העירוני, תשפיע בעתיד באופןמשמעותי על איכות המים באקווייפים באזורי החדרה

של הקולחין. הדבר כרוך בסיכון סביבתי ובריאותי לבני-אדם בסביבה הקרובה לאזורי ההשקייה, לרבות סיכון בריאותי לעובדים בשטח ולאוכל הגידולים המושקים;

◆ האקווייפרים בניוים למעשה מכמה תתי-אקווייפרים ולעתים (כמו באקווייפר החוף) הם עשויים רצועות-רצועות. מהירות הזרימה באקווייפרים השונים אינה שווה (ኒיכר במיוחד, לעניין זה, ההבדל שבין אקווייפר החוף לבין האקווייפרים הסלעיים השונים). השפעותיהם של תתי-האקווייפרים זה על זה, וכן השפעותיהם של התנועה בין רצועות תת-קרקעיות, סבוכות, ואין במצבה תמונה מדעית מלאה שלهن;

◆ עם הגידול בצפיפות ובעומס האוכלוסין בין הירדן לים התיכון, הולך וגדל הקשי שבקיים מערך בקרה ברמה גבוהה – מערך שאמור להבטיח אותן מיפוי-ודאות עתידית, לסייע לנו לעמוד על הקשרים שבין סוגיות כמוותיות לסוגיות איכויות, ולאחר מכן יידע באשר לתופעות ביולוגיות עתידיות. שינויי מפלס קיזוניים בכינרת, למשל – עניין שעלול להיות חלק אינטגרלי מניהול משטר המים באגם – עלולים להביא להתרחשות של אצות, רעלות או בלתי-רעילות. השפעותיהן האפשריות של אלה על איכות המים המסופקים ישירות מן הכנרת (לירדן, לעומק הירדן לגילן התיכון, וכן למפעל הארץ) אין ברורות. שינויים ביולוגיים מסווג זה או אחר בכינרת עלולים ליצור בעיות רעלות שונות, וכך להביא לפגיעה במתקנים סינון מקומיים⁹² ובמתקן הסינון המרכזי.⁹³

אינדיקטורים כמותיים ואינדיקטורים איכוטיים: הכינרת, המפ"אר והאקווייפרים

I. אגן הכנרת

הכינרת היא מאגר המים העל-קרקעי הטבעי היחיד של ישראל. היא משמשת מקור המים למפעל הארץ, ובאמצעותו – לרוב המים המסופקים למזרע הירוני בישראל. הכנרת מנוקזת אליה את מקורות הירדן, כמו גם מספר רב של מעינות, ואדיות וכן הלאה. בנוסף להיוותה אחד משלשות המקורות המרכזיים לאספקת מים לששת המגזרים צורכי המים (החקלאות, המזרע הירוני והתעשייה) היא משמשת גם כסלול נופי, וכאתר נופש, רחצה וספורט. בנוסף, לכינרת ולאתרים השוכנים לחופיה יש גם חשיבות דתית רבה, בעיקר לנצרות. יעדים ושימושים אלה, המתגשים זה בזה לא אחת, הביאו לכך שהכינרת מהויה היום אגן מנוחה; מצבה בכל עת ועת נקבע על-ידי השילוב שבין השפעות

הקלימיות לבין החלטות שמקבלות נציבות המים ומנהלת הכינרת תוך שכלל הרכבים השונים. אגן הכנרת כולם, המכיל קידוחים, נחלים, מעינות וכיוצא באלה, מספק כ-500 מילמ"ש: כ-30% מכלל האספקה הארץית של מים שפירים.

אינדיקטורים למאותים:

הכינרת מצויה מתחת לפני הים התיכון, והתנוגותה דומה זו של אגמים חמים אחרים בעולם. המפלס המקסימלי שנקבע בעבר הוא 208.8 מטרים מתחת לפני הים; חירגה כלפי מעלה תביא להצפתם של אטרי דת, מגורים נופש והסעה.⁹⁴ את כמות המים האפקטיבית לניצול באגם ניתן לחשב בנקול באמצעות מפלסי המים של האגם, כלומר, באמצעות חישוב הפרש שבין מפלס המים המקסימלי לזה המינימלי. שטח פני הכנרת הוא כ-165 קמ"ר, ומכאן שינוי של מטר במפלס מקביל לאוגר בהקף של 165 מיל"ק (מיליון מטר מעוקב) מים. מן הכנרת מתאיםים כ-280 מיליון מטרים מעוקבים של מים מדי שנה – כמות השකולה ל-1.7 מטר בגובה מפלס האגם. מאחר שעיקר התאידות מתרכש בחודשי הקיץ, והואיל ואזרורי חיפה והגליל המערבי מקבלים את אספקת המים שלהם בעיקר מן המפעל הארץ, יש להקפיד על קיומו של מפלס מינימלי באביב, עם סוף עונת הגשמים והפרשת השלגים, וזאת כדי למנוע ירידת אל מתחת למפלס המותר בסוף הקיץ.

על מפלס המים המינימלי של הכנרת – זהינויו, המפלס שמתוחתיו יגרמו שאיבת המים והתאידות נזק לאגם – נטווש ויוכוח מזה כארכאים שנה, מאז החלה שאיבה מסיבית של מי הכנרת באמצעות מפעל המים הארץ (המפ"א). ויוכוח זה, אשר טרם הוכרע, נסוב בעיקר סביר שאלת המלחתו של האגם כתוצאה מירידה מתחת למפלס הסף. החשש מכנישה מוגברת של מים מלוחים לאגם נובע גם מכך שמסביב לכינרת ובתוכה קיימות נביעות רבות של מים ברמות מליחות שונות. חלק מן הנביעות הללו הוטו אל הירדן הדромית כדי להפחית את רמת המלחות של הכנרת.⁹⁵ הויכוח, כאמור, טרם הוכרע; אף-על-פי שהחלק נכבד מקהילת המחקר מאמין שירידת המפלס עלולה להביא להמלחתו האגם, יש גם חוקרים שדעתם אחרת, ולא הוצעו הוכחות מכריעות לכך או לכך.⁹⁶ בנוסף, יש לציין כי השפעתה הישירה של שאיבת מים מהכנרת תורמת דוקא להקטנת מליחותו של האגם (שכן המים הנשאים ממנו מלוחים יותר מאשר המשקעים והנחלים הנכנסים אליו), ומכאן שלשאיתת מים מהאגם השפעות מורכבות, ואףלו סותרות, על רמת המלחות שלו – השפעות הניכרות במיוחד בתקופות של מיעוט משקעים, שבחן שאיבת מים מן האגם חשובה במיוחד.

באופן עקבי ומתמשך, על כן, נקבע מפלס המים המינימלי של הכנרת, בידי נציגי המים, על דרך הפשרה: פשרה בין הביקוש למי האגם לבין שיקולים של מניעת סiccio-

המלחה ויזהום של האגם. תחילת נקבע המפלס המינימלי בגובה של 210- מטר, באמצע שנות השמונים הורד-2111, ל-212-213-, ובשנת 2000 נקבע על 214-. ערך זה נקבע משומש ברורו היה שלא ניתן למנוע את ירידת המפלס מתחת לערך הקודם. ירידה נוספת העשויה לעורר קשיים מרובים: דומה כי מפלס של 215.3 ומטה איינו תואם את טכנולוגיות פועלתו העכשווית של המוביל הארץ⁹⁷ והוא כרוך בפגיעה בערכי טבע ונוף סביב האגם, בمعنىים, בחופי רחצה ועוד.

**לארci מדיניות ארוכת טווח, אם כן, מוצע שטף של 213 - ייחשב למפלס מינימלי,
ואילו מפלס של 214 - יהווה קו אדום, שאין לרצת ממנו.⁹⁸**

אינדיקטורים איצוטיים:

א. **מלחות המים.** זו מושפעת בעיקר מהיקף ההתאיידות מן האגם, משאייבת המים ממנו על-ידי המוביל הארץ ומכומות מי המעיינות המלוחים שזרימתם אינה מוגה מכיוון הכינרת לכיוון ים המלח. היום מוגה מן הכינרת כמחצית מנפח המים שבמעיינות המלוחים. ואולם, ככל שטף האגם נמוך יותר – כפי שקרה לאחרונה – הנטייה היא להגדיל את הכמות האגורה בו באמצעות התרטז רימתם של מי מעיינות מלחים לתוכו. בראשית שנות השבעים הייתה רמת מליחותו של האגם כ-245 מיליגרים כלור לליטר, וזה הגיעו, באמצעות שנות השבעים, לשפל של כ-200 מ"ג כלור לליטר.⁹⁹ מאז, שבה רמת המלחות עלות, וכיום היא מצויה ברמה שהיתה בה בראשית שנות השבעים.

ב. **התפתחות אמות מוגברת עקב פעילות אנושית.** חנקן וזרחן, שמקורם בפעילויות אנושית ובסחף, מגעים לכינרת ומאפשרים את התפתחותן של אמות באגם. האמות מגדיילות את עכירות המים, וחלקן אף רעלות לדגה ולאדם. ב-2004-2005 תפעיל חברת מקורות מפעל טיהור שיסנן את המים הנשאים מן הכינרת. הסיכון יאפשר טיפול יעיל יותר בעכירות המים ובחומרים אחרים הנוטרים בהם, בהתאם לדרישות החוק. עם זאת, הידע הקיים אינו מספיק כדי לבדוק במדויק את ההתפתחויות בתחום, או לקבוע אינדיקטורים מזהירים.

ג. **مزחמים אחרים.** הזרחן, תוצריו ביוב ומזהמים אחרים משפיעים על איכות המים בכינרת. לצד המזהמים הזורמים אל הכינרת, עלולים להתפתח בה גם גורמים חדשים – הן כתוצאה מנוכחות של המזהמים והן בגל תנאי הטבע. ההפחתה ברמת הפירידינים, למשל, שימושה עד כה כנורית אזהרה, ולאחרונה ירצה לסף נמוך ביותר.

על סמך כל האמור לעיל, לא נראה אפשרות לקביעת קритריונים אמיתיים לאיכות המים בכינרת. אמות חוליות ורליות כבר התפתחו באגם בעבר, ועלות להפתח גם

בעתיד. כאמור, אין די בידע הקיים כדי לחזות את המוגמות העתידיות בתחום, או כדי לקבוע אינדיקטורים מזהירים. כל שניתן לצין בהתבסס על המידע שיש לנו בעת הוא שמתksen הסיכון המוקם באגם אשכול, יחד עם הטיפול המוקדם שתבוצע בו והפעולות המתבצעות באגן ההיקוות, עשויים להביא לשיפור מסוים, ולכל הפחות **לייצב את המצב הנוכחי.**

II. המפ"אר והרשאות העירוניות

נוסף על מצב המים בכנרת, אינדיקטור חשוב למצבם של מי השתייה במפ"אר וברשותות העירוניות הוא רמת הchlорינציה שלהם. ומה זו מעידה על כמות הזיהומיים הבקטרייאליים והאורגניים במערכת.

בקשר זה חשוב להבחין בין כלור כמרכיב של מלח לבישול (NaCl , סידן כלורי) ושל מלחים אחרים,¹⁰⁰ המצויים במים באופן טבעי, כגון כלור המומס במים באופן מלאכותי ברמות נמוכות כדי למנוע את היוצרותם של זיהומיים ממוקור אורגני במים, וזאת — לכל אורכו של המפ"אר. על-פי תקנות משרד הבריאות, ספקי המים בישראל מחויבים לשמור על רמה מינימלית שלchlорינציה של המים שהם מספקים עד להעברתם אל רשותות המים העירוניות.

השואנה בין רמת הכלור הנותר במים עם כניסה למפעלים העירוניים הגדולים של המוביל הארצי (בירושלים, בגוש דן, בחיפה ובבאר שבע) לבין רמת הכלור שהומס במים, מהויה אינדיקציה להקרזת זיהומיים האורגניים שבהם נתקלו המים במהלך זרימתם מן הכנרת. עם מעברים של המים לרשותות העירוניות, עוברת האחירות עלchlорינציה לרשותות העירונית. זו מחויבת לקיים רמת כלור נותר על-פי הקבוע בתקנות משרד הבריאות, ולמנוע זיהומיים ברשת המים עד לקצותה. ירידה משמעותית של רמת הכלור הנותר במפ"אר, כמו גם ברשותות העירוניות, מהויה, כאמור, אינדיקטור חשוב לביעות של זיהום בקטרייאלי ואורגני במערכת.

III. אקווייפים

1. אקווייפר החוף

אקווייפר החוף קשור אינטגרלית למערכת המים – הן ישירות, באמצעות שאיבה על-ידי קידוחי חבות מקורות, והן בעקיפין, על-ידי הגברת או הקטנת השאיבה על-ידי בעלי בארות פרטיים. עקב מבנהו הגאולוגי ומהירות התנועה הנמוכות בו, אקווייפר החוף הוא אחד ממקורות המים המרכזיים של ישראל. האקווייפר משתרע מגבול מצרים ועד

למבואות הר הכרמל, ליד קיסריה. עומקו נע בין מטרים ספורים במזרחו ועד 150 מטר במערבו. האקווייפר מורכב מכמה תת-אקווייפים השוכנים לאורכו. לצרכי ניטר ומעקב חולק האקווייפר למחמים רצועות ותאים אנקיים לחוף הים; חלקה זו, השירוטית מעיקרה, מאפשרת התיאחות ספציפית לאיכות המים ולמפלסים בכל חלקו האקווייפר. בסיס האקווייפר, או רצפתו, מגע עד לחלקו המערבי של אגן ירקון-תנינים (יר"tan), וכיים מעבר של מים מאגן אחד לשני. מעבר מים מתרחש גם בין האקווייפר לבין שכבות מים מלוחות המזינות אותו לכל אורכו. מבין כל נקודות המפשש, הרגישה והמאימנת ביותר מבחינה איכות מים היא נקודת המפגש עם מי מימי הים התיכון.

שטח הכלול של האקווייפר הוא כ-1,900 קמ"ר, ומהירות התנועה בו היא 50-80 מטר לשנה — קצב אטטי, יחסית, המאפשר חופש ודרגות תמרון שונות בניהול המאגר.

שינויים במצבו של אקווייפר החוף

בשנות השלושים, בטרם החל עידן השאייה המסיבית מן האקווייפר, היה כיוון הזרימה בו לעבר הים התיכון. כיוון זרימה זהה סייע בשימירת איכות המים באקווייפר, שהרי עודפי מים התנקזו לים ונשאו את חומרי הזיהום, הדישון וכיוצא באלה. מליחות הקידוחים נעה אז בין 50 ל-100 מ"ג כלור לליטר, ויזהום החנקות עמד על פחחות מעשרה מ"ג כלור לליטר. ואולם, בחלוフ הימים, הלכה איקותם של מי האקווייפר והתדרדרה עקב השאייה המוגברת¹⁰¹, וכן עקב פעולות שונות שהתנהלו מעל לאקווייפר. בין אלה ניתן למנות את ההשקייה ואת הדישון, את החדרת המים ואת ניקוז הבירוב של האוכלוסייה הגדלה לבורות סופגים השוכנים מעליו. השלוותיהם של אלה על האקווייפר ועל איקותם מימייו היו ועודן קשות וחמורות — וביניהן עלייה מתמדת בכמות המלחים ועליה בריכוזם של הניטרטים, שנוכחותם קשורה במחלות ילדים וברטן. תופעות של זיהום, של המלחה ושל ירידת מפלס ניכרות בו כתעכוב כל אורכו:

◆ שאיית היותר, שהחלה בשנות החמשים, הביאה לירידת מפלסים בשיעורים של חמישה עד 10 מטרים, ובשקלעים מסוימים אף 15 מטר. ירידת המפלסים הביאה גם לשינויים בכיוון הזרימה — הן מאזורים במפלס גובה יותר לנמוך יותר והן משכבות מלוחות לתוך האקווייפר, בהתאם לשינויים שחלו מערך לחצוי המים בתתי-האגנים. למרות הצמצום הניכר בשאייה מן האגן בשנות השמונים, ושמי החורף של 2/1991, אשר החזירו את המפלסים לרמתם בשנות החמשים, התהדר לאחר מכן תהליך ההמלחה. ביום, דומה שתהליך ההמלחה הוא בלתי הפיך.

◆ כמחצית מתורומת המלחים לאגן מגיעה מן האזור הבלטי-רווי שמעליו, וזאת בעיקר בעקב פעילות אנושית — בראש ובראשונה דישון, השקיה ובורות סופגים. השאר מגע

מכיוון מזרח, משכבות שכנות, ומהחרדרת מים לאקווייפר (עוזפי מי המפ"אר בשנים גשומות, השפ"ן, שקמה, נחלי מנשה ועוד). חשוב לזכור שתנויות מזיהמים מפני הקרקע אל האקווייפר עשויים ארוך שנים אחדות, וכך כמו עשרות שנים. אטיות התנועה האנכית והאופקית מאפשרות לנו לחזות בדיקות רב תופעות של המלחאה עתידית.

◆ **תופעות זיהום מקומיות נקודתיות** (כמו הזיהום התעשייתי שהתגלה לאחרונה בגביעתיים, בתל-אביב וברמת השרון) מביאותו לזרום של תא משמעותי באקווייפר, וMSCNות בכך גם תאים אחרים. על צד ההשלכות ואופני הפעולה המיידיים, יש לצוין כי מרגע איתורו של זיהום אפשר להפסיק את השhiba מהatrרים הנגועים, וכן לאמוד במידה רבה של דיקוק אם ומתי יגיע הזיהום לבארות אחרות.

◆ **המלחאה האקווייפר מתרחשת** בקצב ממוצע של 3.5-3 מ"ג כלור לליטר מדי שנה. בשנים האחרונות הגיעו מליחותו הממוצע של האקווייפר לכ-200 מ"ג כלור לליטר. קצב המלחאה הממוצע במקטע הצפוני (גוש דן עד קיסריה/בנימינה) הוא כ-1.5-2 מ"ג כלור לשנה. במקטע הדרומי מגיעה קצב המלחאה לכ-3.5-4 מ"ג כלור לליטר מדי שנה.

◆ **ניתרטים** הם גורם כימי המזוי במים, ומקורם בדיון, בהחרדרת מים, בבורות סופגים, בתעשיות שונות וכיוצה באלה. נתונים מצביעים על קשר בין נוכחותם של ניתרטים במים לבין שכיחות של מחלות ילדים ושל סרטן, ורמתם במי השתייה חייבות לעמוד בתקנות משרד הבריאות. ריכוז הניתרטים במי השתייה, מן הסיבות שצווינו לעיל, הוא בממוצע 55-60 מ"ג לליטר. משנות הששים ועד 1995 היה קצב עליית ריכוזם של הניתרטים במים כ-0.6 מ"ג לליטר בשנה, אך בשנים האחרונות הוא קצב העלייה, וכעת הוא עומד על כ-0.7-0.8 מ"ג ליטר מדי שנה.

אינדיקטורים

אופיו של האקווייפר מחייב קביעת אינדיקטורים עברו, בראש ובראשונה בשל השונות הגובהה שבין המפלסים ובין רמות הצלורידים והניתרטים בתאיו השונים. כדי לאפשר בדיקה שוטפת, מומלץ לבחון את מצבם של כמה קידוחים שיש במצב דיווח שוטף על מצבם, ולבחו את רמות המפלסים ואת רמת מליחותם. הקידוחים שמומלץ לבחון הם כדלקמן:

- (1) קידוח בית שקמה (3/6) עברו אזור אשקלון, אגם זוהר, שקמה וכן הלאה;
- (2) קידוח גן-יבנה (15/4) עברו האזור שמצויך לאshedot (יבנה וכן הלאה);
- (3) קידוח זרנוגה (21/5) עברו רחובות ונס ציונה;
- (4) קידוח חולון (27/1);

- 5) קידוח אריה בשן עברו תל-אביב ואזור גוש דן;
- 6) קידוח גליל-ים (36/2) עברו אזור הרכזיה ורמת השרון;
- 7) קידוח כפר נחמן (39/2) עברו אזור נתניה;
- 8) קידוח כפר נטר (43/2) עברו אזור עמק חפר;
- 9) קידוח חדרה (53/2) עברו אזור שקע חדרה.

עם זאת, חשוב לציין כי אף-על-פי שקידוחים אלה עשויים לסייע בניטור השוואתי של רמות הכלורידים והניטרטים, כמו גם בהשוואה בין המפלס בהווה למפלסים בעבר, בחינתם אינה מוגנה בפנינו תמורה מלאה של מצב האקווייפר. למעשה וכך גם שאים מהווים אינדיקציה לגבי בעיות מקומיות ונקיות, כמו אלה הנובעות מזיהום תעשייתי.

מצבו של האקווייפר על-פי האינדיקטוריים באביב 2001 היה כדלקמן: בדרך כלל היה נמשכת ירידת המפלסים עקב שאיבת מוגברת שהחלה בסוף חורף 1999, ושהגיעה לשולשת מטרים. בשדה ארוֹ שקמה נמדד שקע הידרולוגי ברום של 0.5- מטר. במרכזה נמדד בחורף האחרון עלייה של כ-0.3 מטר, ובצפונו הגעה העונתית ל-0.8 מטר. כו אוטרו שקעים הידרולוגיים מעמיקים בחולון (1.6- מטר), ברמת גן (0.6- מטר), בהרצליה (0.9- מטר) ובחדירה (0.5-). מרכז השקעים, כמובן, נמכרים אף יותר מן הרום שנמדד בקידוחים, כפי שתרחש לרוב בבאו נמדוד מפלסים באמצעות קידוחים קיימים. עם זאת, יש לזכור כי בשנות השישים, עקב השאיבה הניכרת שהתבצעה לפני הפעלת המפ"אר, נמדד באותם שקעים רומיים נמכרים אף יותר.¹⁰²

התהליכי המתרחשים באקווייפר, כפי שצוין קודם לכן, אטיים ונינטנים לחיזוי. אי לכך נפש האקווייפר כרובה חשובה של משק המים, שניתן להשתמש בה לצורך שאיבת כמותות גדולות לתקופות מוגבלות, מתוך הכרה בכך שבעתיד לא יהיה מנוס מהמתaska של רבים מקידוחי האקווייפר.

2. אקווייפר ההר (טורון-קנוון)

אקווייפר ההר המערבי משתרע לאורך גב הרי יהודה, מאזור באר שבע ועד הר חברון ועד לשיפולי הר הכרמל הדורי. האקווייפר מתחלק לשולשה תת-אקווייפר, אשר הגודל והחשיבות שבהם מצוי במערבו ומכונה אקווייפר יركון-תניינים (יר"תנ). היר"תנ מספק מים בכמות של כ-360 מיליון מלמ"ש (מיליון מטר מעוקב לשנה ממוצעת). שני תת-האקווייפר האחרים ממוקמים בצד-מזרחה, בקו שכם-גינון-בית שאן-גוש חרוד, ובמזרחה לאורך מרדות ים המלח, בין בקעת הירדן לגב ההר עד אזור החברון המזרחי. התפוצה הפוטנציאלית של שני תת-האקווייפר המזרחיים היא כ-310-320 מלמ"ש.

תחליה נבחן את היר"tan לפי שלוש מבין הפרספקטיביות שעשכננו בהן לעיל (מפלס, מליחות ויזוהומיים), ולאחר מכן נעסק בשני תת-האקווייפר המזוחאים.

1.2. אקווייפר ההר המערבי (ירקון-תנינים)

רמת מפלסי המים: ירידת מפלס המים באקווייפר יר"tan עלולה להביא, אם תגיע אל מתחת לרמת סף מינימלית, להמלחה ניכרת של המים. המלצה כזו עלולה להיגרם הן בגלל חידרת מי ים בצפון האגן והן בגלל חידרות מליחות מגופים מלוחים לכל אורך האקווייפר בשפלה.

אינדיקטורים עבור מפלס המים לאורך המאגר כולם ניתנים לקבל באמצעות סקירה של קידוחים אינדיקטיביים. מפלס המים המינימלי עבור הקידוחים הוא 10.5 מטר מעל פני הים; מפלס מים בגובה של 8.5 מטר מעל פני הים הוא קו אדום שאין לדת ממנו בחלוקת הצפוני של האקווייפר, שסכנת ההמלחה חריפה בו במיוחד. לצרכים אינדיקטיביים מומלץ לשימוש בשבעת הקידוחים הבאים: באר שבע, קריית גת, גור, איילון, פתח תקווה, מנשה ת' ומנשה תג' יש לזכור את קיומם הטבעי של הפרשי מפלסים בתוך האקווייפר, אשר נובעים מן השיפוע בקצתו הצפוני).

מליחות: בשל המבנה הגאולוגי של אקווייפר יר"tan, תהליכי ההמלחה בו מהירים יחסית ללאו שבמאגר החוף. רמות המליחות שנרשמה על-פי הקידוחים האינדיקטיביים עלתה בחמשים השנים האחרונות بد בבד עם השאייה ממנה, שכן בשנים מסוימות חרג הקף השאייה מהקף המילוי החוזר. בדרום המאגר, שתופעה זו ניכרת בו במיוחד, עלתה המליחות בתקופה זו מ-50 מ"ג כלור לליטר ל-270. רמות המליחות עלתה במידה ניכרת גם בחלוקת הצפוני של המאגר: מ-80 מ"ג כלור לליטר ל-220. **כאיינדיקציה לרמת המליחות על פני המאגר כולם מומלץ להתייחס למיליחות שבמרכזו, בין כפר סבא לكريית גת.** רמה של 60 מ"ג כלור לליטר באזורי זה מהוות רמה של קו אדום, שכן מקטע זה מספק את המים המתוקים ביותר למרכז. את חשיבותו של מאגר זה יש לאמוד גם במונחי עולות התפלתם של מים מלוחים (או מי ים).

זיהומיים ארגניים ואחרים: בתחום זה יש לציין שני איזומים מרכזיים על אקווייפר יר"tan. הראשון נובע ממי הביוויל הגולמי של ירושלים, אשר לא טופלו במשך שנים רבות וחדרו, בחלקים, לקרקע. אין בכך מידע לגבי שכבות הסלע שדרכו החללו מי הביוויל הללו, או באשר לאזור אגירתם, ולאמן הנמנע שזרימות מביוויל גולמי זה ימצאו את דרכן אל אחד הקידוחים. איזום מרכזי שני נובע מALKי מקורות הביוויל המקומיים, החל בבורות ספינה ביתיים וכלה בביוויל של יישובים שלמים, אשר הזרימו בעבר — וברובם ממשיכים להזרים

גם כיום — ביוב גולמי לכל אורך אזור החדרה של האקווייפר. מקורות זיהום אלה פוגעים בעיקר בחלקו העליון של האקווייפר, המשרת בעיקר את הפלשטיינים. לאור ממצאי בדיקות שנערכו במים הנשאים מן הקידוחים המערביים של האקווייפר, מדובר במים בני מאות עד אלפי שנים. בהתחשב בעובדה זו, ניתן להסתפק בבדיקה איזוטופים בקידוחים עצם ולהתעלם — בהקשר זה — מההקפוי חדרת המזהמים לאקווייפר. בנוסח יש לזכור גם את פוטנציאל הזיהום על-ידי קווי דלק, מכליות דלק, מטמננות אשפה וזיהום תעשייתי, וכן מקורות אחרים לחומרים רעילים. זיהום ממין זה יחייב, כאמור, טיפול מיידי בעת האירוע, ואין לקבוע אינדיקטורים כליליים בהקשר זה.

2.2 אקווייפר ההר הדרום-מזרחי

אקווייפר ההר הדרום-מזרחי יכול לשפק 170-180 מלמ"ש. מתוכם מנצלת ישראל היום כ-100 מלמ"ש, ו-78 הובתו לרשות הפלשטיינית בהסכם אוסלו ב' (עובדת ההכנה להפקת המים לפלשתינים ממומנת ומתבצעת על-ידי ארחה"ב וגורמניה). קידוחים המרכזים מן האקווייפר מתבצעים בחברון, בהרodium, ברמאללה, בבקעת הירדן ובכמה מן ההתנחלויות. כמו כן נובעים מן האקווייפר כמה מעינות לאורך ים המלח, בעין פשחה, בוואדי קלט ועוד.

שאיתבת יתר במעלה האקווייפר (בהרodium, לדוגמא), או במעינות שבמורדו, תהווה אינדיקציה לירידת מפלס האקווייפר. ירידה כזו תהווה עבורה עיהר הפלשטיינים, ותיצור לחץ מצדם לקבלת מים מישראל. כך יקרה גם במקרה של ירידת המפלסים באגן המערבי או הצפון-מערבי.

האינדיקטורים הטוביים ביותר עבור אקווייפר זה הם מפלסי המים בקידוחי הרodium ובמעינות עין גדי ועין פשחה.

2.3 אקווייפר ההר הצפון-מזרחי

ספקת האקווייפר היא 140 מלמ"ש. הוא מספק מים לשכם, לגניון, לסלפיט, לוואדי פארה, לגוש חרוד ולעמק בית שאן. במקרה זה, כמו באקווייפר ההר הדרום-מזרחי, מצוייםישראל במרוד האקווייפר. קידוחי רוויה בגלובוע יכולים לשפק אינדיקציות טובות למפלס המים באקווייפר ולאיכותם. עם זאת, בשל מבנה האקווייפר, שינויים בתחומיים אלה יתבטאו עוד קודם לכן בקידוחי גניון.

3. אקווייפים נוספים

3.1 אקווייפר הנגב הדרומי והערבה

מדובר בשורה של אקווייפים, אשר רוב המים שביהם מליחים. אין מידע מדויק על נפח המים בהם. מפלסי המים בתאים השוניים רגשיים להקף השאייה מהם, המתבצעת לצרכי חקלאות שאינה רגישה למיליחות, כמו גם לצרכי התפלה. קידוחים מן האקווייפר מתבצעים בכמה אתרים באזורי ים המלח והערבה. עם זאת, אופיו ה"תאיי" וחשיבותו הлокאלית בלבד מבטלים את הצורך בקביעת קритריונים עבورو.

3.2 אקווייפר חוף הכרמל

אקווייפר זה, המשתרע בין מעגן מיכאל לטירת הכרמל, המlich ברובו, וחלק מן הקידוחים ממנו נסגרו עקב שאיבת יתר. קידוחים אחרים, עם זאת, שהחשוב מביניהם שוכן בקיסריה, עדין מספקים מים מתוקים. גם חלק מן המים המתוקים שמקבלת חיפה מגיעים מאקווייפר זה. עם זאת, יש להניח שבסופו של דבר יותפלו מים מעינות התנינים, שכן מדובר בשפעה של 30-40 ממ"ש בלבד, במלחות של 2,000 מ"ג כלור לליטר.

3.3 אקווייפר הגליל המערבי

אקווייפר הגליל המערבי משתרע מגב הרי הגליל העליון ועד לים התיכון, מאזור מצובה ועד המבואות הצפוניים של חיפה. גם אקווייפר זה המlich בשל שאיבת יתר, וזאת עקב חדיות מי ים – עניין שיש בו כדי להזכיר לנו את האIOS שמציבה שאיבת יתר על חלקו הצפוני של הירדן, השוכן גם הוא בקרבה אל הים.

סיכום

ולסיקום, פטור ללא כלום אי-אפשר: אין חולק על כך שקביעת אינדיקטורים כלליים לצורך הדיוון הציבורי בighamות משק המים הואאתגר סבוך, ואין אנו מתימרים אף להניח שהצליחנו להבהיר את שלל הסוגיות המורכבות הכרוכות בו. אנו מבקשים להאמין, עם זאת, כי הצהורה שפותחה מאמור זה רחב דיו לשם הנחת היסודות הדרושים לדין מושכל ופורה בסוגיה – הן עבור אנשי המקצוע והן עבור הציבור הרחב. ככל שנגע הדבר למקבלי החלטות ולקובעי המדיניות, אין לנו אלא ל��ות כי הדברים יפלו על אוזניים קשותות.

פרק 11: אינדיקטורים לאיכות האוויר (תקציר)¹⁰³

מררכי פлаг

לאדם, מطبع בריאותו, אין שליטה על איכות האוויר שהוא מכניס לריאותיו. אף-על-פי שמצויה מאות שנים ידוע כי ל"אוויר רע" השפעה שלילית על בריאותו של האדם, חשיבותה של איכות האוויר טובת זכתה להכרה ניכרת יותר בעידן המודרני, עם העלייה בקצב הפעולות האנתרופוגניות.

ה沫זהמים שיש לבחון כדי להעריך את איכותו של האוויר הם תחומיות חנקן, דו-תחמיות הגוףrita, פחמן חד-חמצני, עופרת, חלקיקים עדינים ותרכובות אורגניות נדייפות, (1,3 בנזן ובוטידיאן). בנוסף יש לנטר גם את רמותיהם של האוזון ושל חלקיקי הגוף, שהם沫זהמים שניוניים.

מומלץ להסתמך בראש ובראשונה על הנתונים沫זהמים כיום – נתונים המתקבלים מרשות ניטור איכות האוויר הישראלית, המופעלת בידי המשרד לאיכות הסביבה. רשות זו כוללת למעלה מעשרים תחנות ניטור, המכוסות את ישראל כולה (למעט אזור הנגב), ומספקת נתונים מדויקים באופן רציף. ניתן כי אפשר להשתמש במסד הנתונים הקיימים כדי לחשב את המדדים גם בעבר שנים עברו.

ה沫זהמים שיש לבחון הם, כאמור, אלה המונטירים באופן רציף על-ידי רשות הניטור הלאומי: SO_2 , NO_x/NO_2 , O_3 , CO , PM_{10} ו/ $\text{PM}_{2.5}$. ניתן יהיה להרחיב את רישימת沫זהמים שייבחנו עם כניסתו לשימוש של ציוד ניטור חדש (דוגמת ציוד לניטור בנזן).

על שיטת הדיווח לצין עריכים מאונינים של 50% ושל 95% עבור כל אחד מן沫זהמים, בהתאם לערכו הסטנדרטי האמбиינט. שיטה זו עדיפה על דיווח גרידא אודות מספור הפעמים שערכיכי איכות האוויר שנרשמו בהן היו גבוהים מן העריכים האמбиינטיים, הוואיל ושיטת המאונים מאפשרת אומדן טוב יותר של מגמות.

диוח מאונים צריך להתבצע בהתאם לתקופות החשיפה הרלוונטיות (חצי שעה, שמונה שעות, חשיפה יומית). יש לדוח על האינדיקטורים הן מבחינת עריכיהם החדשניים והן מבחינת עריכיהם השנתיים, שהרי נתונים איכות האוויר מקיימים תלות הדוקה בשינויים המטאורולוגיים העונתיים.

פרק 11: אינדיקטוריים לאיכות האוויר (תקציר)

יש לדוח על תוצאות המדידה עבור שלושה סוגי אזוריים: אזוריים עירוניים, אזוריים לא עירוניים, ואזוריים הסמוכים לכבישים עירוניים. הערכים עבור כל אחד משלשות סוגי האזוריים הללו יموצעו לפי נתוניהן של כמה תחנות ניטור ייצוגיות עבור כל סוג אזור. אף-על-פי שפתחה להציג אינדיקטטור יחיד וכולל לziehom אויר, קשה לישם זאת הלאה למעשה. חלופה לכך היא הצגתן, במקביל לאינדיקטוריים עבור איכות האוויר, של מגמות בתחום גידול האוכלוסין, הפחת האנרגיה, צריכת הדלק, העומס התעבורי וciezca באלה. השוואה בין שתי ערכות הנתונים תאפשר הסקט מסקנות באשר למגמות העלייה או הירידה הכלולות של ziehom האוויר.

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניתוח ולהערכת איכות הסביבה

אילן סלומון

1. מבוא

השימוש בתחבורה הוא חלק אינטגרלי מן החיים בעידן המודרני. חלקה הארי של האוכלוסייה בעולם המפותח מתגורר באזוריים עירוניים שבהם יוצרים שימושי הקרןע המתמחים צורך בנסיעות. התפתחות התחבורה במהלך המאה העשרים באה לתמוך ב濟מיה כלכלית ולהביא לשיפור ברוחות הפרט. יעדים אלה אכן הושגנו, אך רק באמצעות של המאה העשרים הסתבר כי ההסתמכות על המוכנית הפרטית, אמצעי הנסעה המודעד על רבים, הכרוכה גם בהשפעות חייזניות שליליות – בראש ובראשונה זיהום האוויר, סוגיות בטיחות וגודש תעבורתי. הקשר הדוק בין תחבורה לאיכות הסביבה מחייב כוים הסתכלות משולבת על שתי המערכות הללו.

האינדיקטורים הם כלי עבודה מרכזיים עבור קובי מדייניות וمتכננים, ואך עבור הציבור הרחב. אפשר לעשות שימוש באינדיקטורים כדי לאבחן מצב או מגמה, ולנתח מצבים ומגמות באמצעות ניתוח סטטיסטי רב-משתני, המאפשר זיהוי הקשרים בין אינדיקטורים שונים.

ברוב המדינות, ודאי שבמפותחות שבחן, קיים תהליך שגרתי של איסוף נתונים תחבורה ופרסום כאינדיקטורים במצבה של מערכת התחבורה ולמגמות בה. בשנותן הסטטיסטי של מדינת ישראל לשנת 2001 מפורטים عشرות משתנים תחבורתיים היכולים לשמש כאינדיקטורים ראשוניים וגולמיים. רב הנתונים מוצגים ברמה המצרפית, עבר המדינה כולה. ברמת השנתון הארצי אין זה נהוג לבצע ליווח (הצבה בטבלאות) של משתנים רבים (יותר מאשרים), ורובם מוצגים כסדרות עתיות חד-משתניות. בארצות מסוימות (כמו הולנד וארה"ב) קיימת מסורת איסוף מקיף של נתונים תחבורה, אך גם שם אין האינדיקטורים עוניים על כל צרכי המחקר.

עולם התחבורה מאופיין ברמה גבוהה של דינמיקה במרחב הזמן, כמו גם בקני מידיה מרchantים שונים. בפרשנטיביה היסטורית השינויים נובעים ממגמות בתחוםי החברה, הכלכלה, הטכנולוגיה, הפוליטיקה, ההתייחסות לשמרות איכות הסביבה וכן הלאה. בראיה

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניתוח ולהערכתה של איכות הסביבה

קצרת טוח, קיימת שוניות רבה באינטנסיביות השימוש בתחבורה בשעות היום השונות, בימי השבוע ובעונות השנה.

גם בקנה המידה המרחבי קיימת שוניות רבה בעוצמת הפעולות התחבורתיות ובהקף השפעותיה הסביבתיות. המאפיינים הטיפוסיים, כמו נפח התנועה ומהירות זרימתה, הקובעים במידה רבה את ההשפעות הסביבתיות, הם בעלי שוניות רבה למרחב. הדיוון והטיפול בעיות תחבורה-סביבה מתקיים במגוון רחב של קני מידע – החל במקומי, עברו באוריינט וכללה גלובלי. חלק מקני המידע אלה מוגדרים באופן פורמלי (గבולות מדיניים או אדמיניסטרטיביים, לדוגמה), ואילו אחרים מוגדרים על-פי גבולות טבעיות, או היעדר גבולות. הבדל זה קובל כי בדרך כלל יהיו הון המידע והן אמצעי הטיפול במערכות תחבורה-סביבה שונים בשל אילוצים הקשורים בגבולות לסוגיהם.

בקשר של תחבורה-סביבה מומלץ להתמקדארבע רמות גאוגרפיות:

- א. הרמה העירונית המקומית, שקיים בה רצף בניין ומואכלס, ומערך פעילות אינטנסיבי;
- ב. הרמה המטרופולינית, שבה מערכ של ערים הקשורות פונקציונלית לעיר מרכזית וمتמחות במגוריים, בתעסוקה ובשירותים. קיים רצף גאוגרפי, ובין הערים יש שטחים פתוחים. גבולות המטרופולין נקבעים לחוב על-פי תחומי היומיות בעיר המרכזית, במאותו של המבנה המטרופוליני עומד תהליך הפרבר של המגורים והתעסוקה, המכיסים שטחים נרחבים בצפיפות נמוכה;
- ג. הרמה הבין-עירונית, המשתרעת תנואה של אנשים ומטענים בין הערים, על רשת הדריכים והמסלولات הארציות, תוך מזעור השימוש בדרכים אזוריות. בשני העשורים האחרונים עוברת המערכת הבין-עירונית שדרוג המכוון, בין היתר, להסטת תנואה עוברת ממושבי הערים אל כבישים עוקפים;
- ד. הרמה הגלובלית, המתיחסת בעיקר לשני נושאים סביבתיים: ההתחממות הגלובלית, המיויחסת לפליית CO_2 , וההישענות הנמשכת על אנרגיה מ hatchbit (פוסילית).

ב הכללה, ניתן לטעון כי ארבע הרמות שצינו לעיל משקפות גם את מידת העניין הציבורי בנושא תחבורה-סביבה.

ריבוי הגורמים המשפיעים על מערכת תחבורה וה모שפעים ממנה מקשה על ניסיונות לספק תיאור פשוט ומצאה של מעלותה ושל תחולאה של המערכת. מערכות תחבורה מאופייןות בהיוטן "מערכות מורכבות", שתפעלו כרוץ ביצירת השפעות חייזניות שליליות וחיויבות רבות¹⁰⁴. מערכות מורכבות הן רב-מדיות, והטיפול בממך אחד גורם לא אחת לפחות לא רצוי בממך אחר. עידוד רכישה של כלי רכב קטנים כדי להפחית את צריכת

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

האנרגגיה ולצמצם את זיהום האוויר, לדוגמה, גורר אחורי עלייה בסיכון ההיפגעות בתאותות דרכיים.

מאמצז מדיניות רבים ננקטים במדינות העולם, בעיקר המפותח, כדי להפחית את השפעות החיצוניתות השיליליות של התחבורה ולתרום לשיפור איכות הסביבה. אחת מן השאלות המרכזיות, כפי שיובהר להלן, נוגעת לשאלת האיזון בין התועלות הנגרות ממערכת התחבורה לבין השפעותיה השיליליות.

בשנים האחרונות יש עניין גובר והולך **בפיתוח תחבורה בת קיימה**. גישה זו מציעה כי בכל החלטה הנוגעת למיניות פיתוח יש לבחון את התפקידות העלוות והتوزולות בין שלושה יעדים: צמיחה כלכלית, שוויוניות חברתית ופגיעה באיכות הסביבה. בה בעת, המושג פיתוח בר קיימת מתיחס גם לצורך העברת "חוובות" בין-דורית. יש, אם כן, למנוע מצב שבו באה צמיחה כלכלית על חשבון פגיעה בסביבה, או מצב שבו באה פגעה בסביבה על חשבון איכות הסביבה של דור העתיד. אימוץ גישה זו עברו מדיניות ותכנון מחויבת את פיתוחם של אינדיקטורים מתאימים. משתמש מכך כי משרד התחבורה, למשל, אינו יכול לטעון שאינו אחראי על נושא הסביבה, ומשרד איכות הסביבה אינו יכול להתנער מאחריות נושא התחבורה.

תהליך של פיתוח בר קיימת כרוך בשיח מקצועי וציבורי, ומחייב, על כן, את קיומם ואת זמינותם של שפה ושל אינדיקטורים שיישמו את העוסקים בנושא. מטרתו של מסמך זה היא להציג אינדיקטורים תחבורתיים אשר ישמשו לניטוח יחסי הגומלין שבין מערכת התחבורה לבין איכות הסביבה, כמו גם לניטוח השוואתי של מקורות פוגעניים שונים (תחנות כוח, תעשייה וכיו"ב) המשפיעים על איכות הסביבה. המערכת השפעות רבות ומורכבות על איכות הסביבה, על הצמיחה הכלכלית ועל השוויוניות החברתית. מכאן נובעת חשיבותם של אינדיקטורים המשקפים את היחסים השונים בין מרכיבים אלה. השגת מטרות אלה מחייבת דיון במאפיינים רבים של המערכת התחבורתית, בהשפעתם על איכות האוויר ועל הרעש, ובתורומתם לפגיעה בשטחים פתוחים ובאיכות המים.

שם נוחות הדיון, ישמש אותנו הצורך "תחבורה-סביבה" כדי לציין את מכלול הנושאים הקשורים להשפעות ההדדיות בשני תחומיים אלה. רוב הדיון שלහלן מתמקד בתחבורה היבשתית. ואולם, אין להתעלם משני תחומי תחבורה נוספים — התעופה והספנות — אשר גורמים גם הם להשפעות שליליות על הסביבה. בשל ההבדלים הניכרים שבין אלה לבין התחבורה היבשתית, מתמקד הדיון רק בתחבורה היבשתית, בתוספת דיון קצר בנושא רעש מטוסים.

2. מהותם של אינדיקטורים תחבורתיים

אינדיקטור מוגדר כמדד כמוות, או כפרמטר, המתאר מצב או מגמה במונחים הניטנים למדידה, המאפשרים גם השוואה במדד הזמן והמרחב. אינדיקטורים מאפשרים להעריך מצב או מגמה, ומאפשרים גם להעריך את ההשפעה של מדיניות הננקטת בתחום התחבורה-סבירה. מחד גיסא, על האינדיקטורים הרלוונטיים למדנו על הקשר שבין התפקידות של מערכת התחבורה לבין התועלות החברתיות שלה. מאידך גיסא, עליהם למדנו גם על הקשר שבין תפקות מערכת התחבורה לבין עלותה החברתית¹⁰⁵.

השימוש באינדיקטורים מאפשר גם לימוד של השינויים בתחבורה ובמרקביי איכות הסביבה הקשורים בתחבורה לאורך זמן. ככלומר, ב佗וח הארוך מצבייעים האינדיקטורים על מגמות, ומוטוק לכך יש בכוחם להצביע גם על הצורך בנקיטת צעדים לטיפול בעיה זו או אחרות, כמו גם על הצלחתה או על כישלונה של מדיניות בתחום התחבורה-סבירה. ואולם, שונות רבה במרקביים התחבורתיים והסבירתיים מתקינותם גם בטוחי זמן קקרים. נפח התנועה מאופיינים במחזוריות יומית בעלת שני שיאים ביום – בבוקר ואחר-הצהרים. לא זו בלבד שמספר כלי הרכב הנמצאים בתנועה בשעות השיא האלה גדול לעומת שעות השפל, אלא שתנאי הנסעה הלא-רציפים אף מגבירים את שיורי פליטת המזהמים. היקפי התנועה מאופיינים גם במחזוריות שבועית ובמחזוריות עונתית, עובדה רבה במדד הזמן, ולכן הריכוזים שאוכלוסייה חשופה אליהו מואופיינים בשונות המחייבות רייבוי מדידות בציר הזמן. גם תנאי הפיזור של מזהמי האויר מואופיינים עם מחזוריות זו. גם את אמצעי המדיניות בתחום התחבורה-סבירה מאופיינים הבדלים ניכרים מבחינות השפעתם לאורך ציר הזמן. חלקם ניתנים ליישום בטוח זמן קצר ביותר, כגון שינוי מחירי הדלק, ואילו אחרים, כגון פיתוח תשתיות או פיתוח טכנולוגיות חדשות, מחייבים טוחי זמן ארוכים.

באופן דומה, צריים גם האינדיקטורים למדנו על הבדלים במרקבי הגיאוגרפיה. התחבורה מאופיינת במקומות תשתיות ובנפח תנועה בעלי שונות רבה במדד המרחב, ומכך גם תפוצת ההשפעות שונה במרקבי ההבדלים בנפח התנועה, בפליטת המזהמים ובחשיפה למזהמים מחייבים, אם כן, אינדיקטורים הרגילים לשונות במרקבי השונות במרקבי באה לידי ביטוי בקנה מידה מקומי, אזורית וגלובלית.

כדי לעמוד בצורן לריגשות בזמן ובמרקבי נדרשת מדידת שדה של האינדיקטורים הניטנים למדידה. גם במקרה שאיןם נמדדים ישירות, אלא מחושבים, תלויים בסיסים במדדיהם המלמדות על השונות בזמן ובקבב.

איסוף נתונים ראשוניים כגון נפח תנועה, תפוסת כלי רכב, מהירות זרימה, ריכוז מזהמי אויר וכיוצא בה אלה כרוך תמיד בעליות כספיות ועתירות. ככל שיתבקש דיקט

יותר ויכולת משופרת לזהות שונות בזמן ומרחב, וכן גודלות עלויות איסוף הנתונים ועלות UIBODIM וניתוחם. במסגרת הנוכחית נעשה ניסיון לזהות אינדיקטוריים אשר יספקו את מירב המידע הרלוונטי במונחי מערכת התחבורה-סביבה, ויישו זאת באמצעות מינימום פרמטרים.

זרושים:

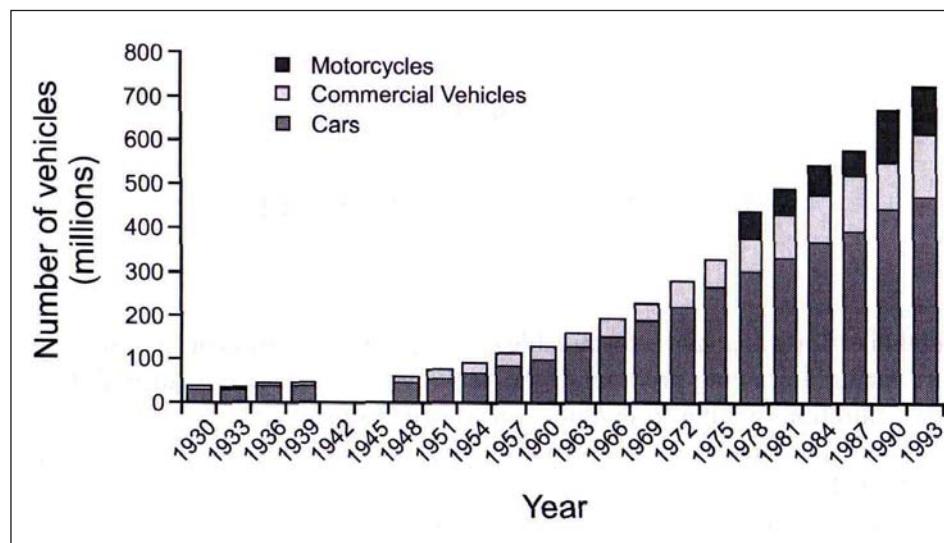
אינדיקטוריים המספקים מידע מרבי בעלות מזערית

הגדרת אינדיקטוריים מחייבת דיון עמוק במרכיביהם כדי לצמצם ככל האפשר שגיאות אפשריות. אינדיקטוריים חייבים לבטא גודל יחס. מובן שאין טעם לראות כאינדיקטוריים נתוניים על הנושא¹⁰⁶ בהשוואה בין ישראל לבין ארה"ב, לדוגמה. אינדיקטור רלוונטי עשוי לבטא הבדלים אם יוגדר כ"נסועה לאדם" (נסועה נסוע) או "נסועה לרכבי". בהשוואה של מערכת תשתיות התחבורה בחמש מדינות מערב אירופאיות הוגדרו המדדים כשתה כבישים ואורך המסלילות ביחס לשטח המדינה, ושטח הכבישים והמסלולות ביחס לנודל האוכלוסייה.¹⁰⁷ רק מדדים יחסיים מאפשרים לבצע השוואות רלוונטיות. עם זאת, הבחירה במכנה אינה תמיד ברורה מלאה. כך, למשל, קיים וикוח מקוצע לגבי ההגדלה המתואימה לתיאור רמת הסיכון בתנאות דרכים. המדדים המקובלים (הרוגים לתושב, הרוגים לכלי רכב, הרוגים לנסועה) מתחברים ביניהם באשר למשמעותם לנition סיכוניים.

הדיון שלහן, כאמור, מתמקד באינדיקטוריים המתאים לארצות המפותחות. מנקודת ראות סביבתית, יש חשיבות גדולה והולכת לモתרחש בתחום זה בארצות המפותחות, משום שהמסה הגדולה של אוכלוסיית העולם המפותחה, המקרה את דפוסי הנסעה המקובלים במערב, תביא להחמרה ניכרת — בעיקר בתחום פליטת מזהמי האוויר. מגמה דומה ניכרת בארצות הגוש המזרחי לשעבר באירופה. תרשימים 12.1 מלמד על גידול צי הרכב העולמי בשנים 1930-1993. בשנים האחרונות מתרחש חלק ניכר מגידול זה בעולם המפותחת. תרשימים 12.2 מציג את התפלגות צי הרכב הכלול, וכן את התפלגות כלי הרכב הפרטניים בעולם, לפי אזוריים. הפער הבולט בין העולם המפותח לעולם המפותח משתקף בנתוניים אלה. לאור כל זאת, הדיון שלහן מתמקד במדינות העולם המפותח.

פרק 12: אינדיקטורים תחומיים לניטוח ולהערכתה של איכות הסביבה

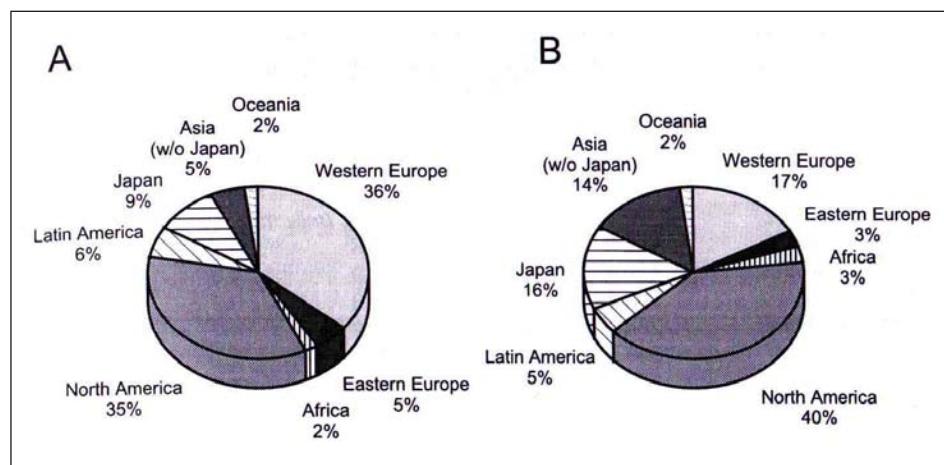
תרשים 12.1: צי הרכב העולמי 1930-1993



מקור: The Motor Vehicle Manufacturers' Association, 1994

תרשים 12.2: התפלגות צי הרכב העולמי לפי אזוריים וסוג הרכב, 1994;

A מתיחס לכלי רכב פרטיים, B מתיחס לכל כלי הרכב



מקור: International Road Federation, 1995

יתר על כן, הנזונים שעלייהם מבוססת טרשים 12.2 מرمאים על אחת מן הבעיות הגלומות בהגדרת אינדיקטורים. הגידול העולמי בספר כל הרכיב אכן מרשים, אך השונות בין אזוריים שונים בעולם גדולה עד כדי כך שלא ניתן ללמוד מן הנזונים הללו על הקני בעיות התחבורתיות-סביבהיות, למעט בעיית הפליטה של CO_2 , שהשפעתו ניכרת ברמה הגלובלית.

2.1 קритריונים להערכת אינדיקטורים

מגון האינדיקטורים שניתן להשתמש בהם בתחום התחבורת-סביבה הוא רחב. האינדיקטורים נבדלים זה מזה בעיקר מבחינת המדע הגדלם בהם ומחינתן עלותם. ואולם, כפי שיפורט להלן, קיימים גם קритריונים נוספים המבדילים ביניהם.

עלות האינדיקטורים תלואה בשיטת איסוף הנזונים, עיבודם ותחזוקתם. העלות מתאפיחת בכך לרובו הכספי והן לממד הזמן הנדרש לאיסופם ולעיבודם. ככל שרמת הפירות (רווחה) הדורשה עמוקה יותר, הן בממד הזמן והן בממד המרחב, כך עלות הטיפול באיסוף הנזונים ובעיבודם גבוהה יותר.

האינדיקטורים מבוססים על שני סוגים של נזונים. חלקם מבוססים על רשומות מחיבות, כגון רישום כל רכב באגף הרישוי, או רישום האוכלוסייה במשרד הפנים. בהתאם לכך, הטעויות שעשויה להיות באלה, נזונים אלה מבוססים על **האוכלוסייה כולה**. ואולם, יש לשים לב כי מפת עלות הרכב על-פי רישומיו של משרד הרישוי אינה משקפת באופן מלא את התפלגות השימוש בכל רכב במרחב. אינדיקטורים אחרים מבוססים על **مدגם** של נזונים ולא על כיסוי האוכלוסייה כולה. אינדיקטורים של איות האוויר ואיוכות המים, לדוגמה, מתבססים על תחנות מדידה הממוקמות למרחב באופן מוגבל, וכן על דגימה עתית בממד הזמן. הדגימה המוחבבת של איות האוויר והמים מנicha כי יש בינהן רציפות המאפשרת אינטראופולציה.

kritériion שלישית מתייחס לעתירות המדע הגדלם בכל אינדיקטור. אינדיקטור המתאר את כמות הנסיעות במונחי מספר הנסיעות הוא דל יחסית לאינדיקטור המתאר זאת במונחי נסעה.

critériion רביעי להערכת אינדיקטורים מתייחס לזמןם של הנזונים המשמשים לבנייתו. מובן שזמןם הנזונים משפיעה על עלותם. נזונים רבים נאספים על-ידי רשויות כגון משרד התחבורה, מע"צ, המשרד לאיכות הסביבה, משטרת ישראל וכו'. חלק מnzונים אלה אינם זמינים לגופים אחרים. נזונים אחרים נאספים על-ידי גופים בלתי-מוסלמיים

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניתוח ולהערכת אלומות הסביבה

(s'NGO); אף שזמיןנותם של אלה רבה יותר, אלוכותם לא אחת נמוכה יותר. חוק חופש המידע, שנחקק לאחרונה, עשוי לשנות את זמיןנות המידע.

2.2 מקורות: מדידה ישירה לעומת ערכים חשובים

קיימים שני סוגי עיקריים של ערכים המשמשים כאינדיקטורים בתחום התחבורה ואלות הסביבה. הראשון הוא נתוני מדדים (data), שאותם מודדים גופים שונים, דרכן קבוע או באופן מודמן, באמצעות כלי מדידה שונים. נתונים אלה יכולים לשמש ישירות כאינדיקטורים, וכן כתשובות לערכים חשובים. הסוג השני כולל ערכים חשובים באמצעות מודלים.

בסוג הראשון נכללים, לדוגמה, מנתת כלי רכב בקטע כביש, אורך כביש, ריכוזי מזהמים במקומות מסוימים או עצמת הרעש במקומות ובזמן מוגדרים. הסוג השני כולל, לדוגמה, הערכה של כמות הנסעה, פליטת המזהמים באוויר ובזמן מוגדרים, והתפלגות של מהירות הנסיעה.

מקורה של חלק ניכר מן האינדיקטורים שעובדה זו עוסקת בהם במודלים מורכבים למדוי.

אלות הנתונים תלויות באיכות כלי המדידה ושאלות של דגימה, כאמור בסעיף הבא. שאלת אלוכותם של אינדיקטורים המבוססים על ערכים חשובים מורכבות יותר, שכן הם מצייבים בעיה כפולה: אלות המודל עצמו ואלות הנתונים המשמשים לאמידת המודל.

2.3 הגדרות וטעויות אפשריות במדידה

באופן בסיסי, אינדיקטור הוא נתון בעל משמעות. הנתון מייצג מצב של תופעה, ואוסף של אינדיקטורים מאפשר השוואת בין נקודות בזמן ו/או במרחב. שפע של נתונים תחבורתיים ונתונים על אלות הסביבה יכולים להיות זמינים, אך לא לכלם יש משמעות לוגית או מעשית. הנתון "מספר הנסיעות היומי למשך בית", לדוגמה, מצוי בארץ המקיים סקר הרגלי נסעה סדייר, אך — בהיעדר מידע על אורך הנסיעה — טומן בחובו אך מעט מידע רלוונטי לנושא אלות האויר.

יש כמה מקורות אפשריים לשגיאות. **הגדרות לא עקביות** של משתנים בין יחידות מסוימות שונות גורמות לכך של אף הכווי הזהה, מתאר האינדיקטור תופעות שונות לחלוتين. מספר הנסיעות ליום, למשל, עשוי להיות שונה בין שני מקורות כאשר האחד ממציע לפי חמישה ימי עבודה והשני ממציע לפי שבעה ימי השבוע.

התבססות על מוגדים נתוניים כרוכה, כאמור, גם **בטעות דגימה**, הניתנת לצמצום חלקו על-ידי הגדלת המוגדים – פוללה הכרוכה, מטבע הדברים, בהגדלת עלות איסופם של הנתוניים.

טעות מסווג אחר גלומה **בכלי המדידה**. אחת הטיעויות הנפוצות קשורה בהגדלת המשתנים המשמשים כאינדיקטור. בהשוואה של מוגמות בין שתי מדיניות, לדוגמה, יש מקום לשימוש הן בשינוי אבסולוטי והן בשינוי יחסי.

שגיאה נוטפת כרוכה במצבים שבהם אין די מידע מפורט אופן ביצוע המדידה (בسطح). בישראל, לדוגמה, כמו גם במדינות רבות אחרות, אין מידע מדויק על מספר כלי הרכב שבבעלויות חברות ועל דפוסי השימוש בהם. מידע זה הוא בעל חשיבות רבה בהקשר של תחבורה-סביבה. דוגמא נוספת, ישראלית באופיה, קשורה להערכת מספר כלי הרכב המשמש את כוחות הביטחון כרכב תנאי שירות ולאפיון השימוש בו.

3. תחבורה, איכות הסביבה ושימושי קרקע: תיאוריות "החור השחור"

הקשרים שבין תחבורה, איכות הסביבה ושימושי הקרקע יוצרים מערכת מורכבת, השונה באופיה באזורי הנבדלים בדפוסי התנועה, בדגמי הפיזור ובמאפייניהם של שימושי הקרקע. בהכללה, ניתן לקבוע כי כמות התנועה המוטורית קובעת את סך כל הפליטה הפוגעת באיכות האוויר, כמו גם את עצמת הרעש. ואולם, השפעת איכות האוויר על בריאות התושבים ועל נזקים חומריים תלוי בחשיפה, וזוויה בדגם שימושי הקרקע ובמערך הפעולות של האוכלוסייה.

הקשר המשולש שבין פעילות התחבורה, מפגעי הסביבה ושימושי הקרקע המשפיעים על התחבורה ועל החשיפה למזהמים תלוי באופי האזור הנבחן: אזור עירוני, מטרופוליני או בין-עירוני.

ברמה העירונית-מקומית מօפיינים בדרך כלל שימושי הקרקע למגורים, לתעסוקה ולפנאי בஸככות קטנות יחסית ובצפיפות גבוהה יחסית. הרעש וזיהום האוויר שגורמים מניעי המכוניות פוגעים באוכלוסייה החשופה במקומות המגורים ובמקומות העבודה. ברמה המטרופולינית אפשר לתאר את יחסם המשולש תחבורה-איכות סביבה-שימושי קרקע באופן קונספטואלי באמצעות המודל המתואר בתרשים 12.3, אשר זכה לשם (יומרני) "תיאוריות החור השחור". המבנה הכללי של מודל זה הוא של מעגל מתכנס. שני המנגעים העיקריים של התהליך הם:

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניתוח ולהערכתה של איכות הסביבה

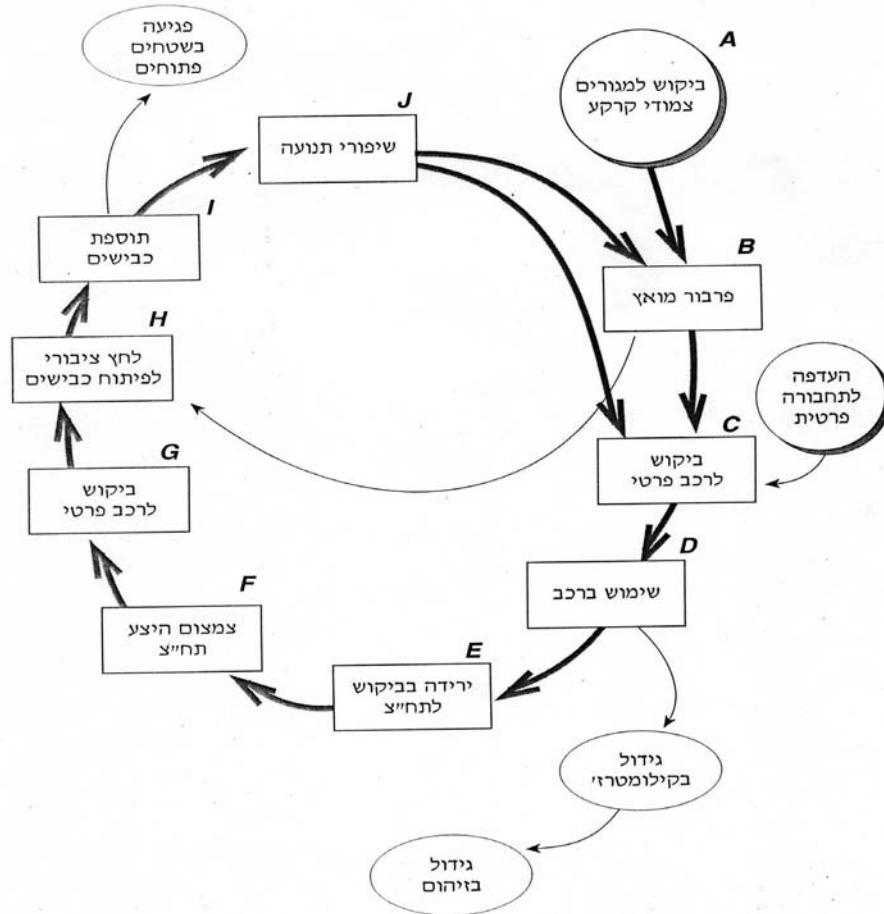
- א. העדפתו של חלק הארי הציבור להשתמש ברכב פרטי על פני תחבורה ציבורית.
- ב. העדפה רחבה של מגורים במקומות נמוכה ושל בית צמוד קרקע.

העדפת הרכב פרטי תורמת לריבוי כלי הרכב, לעיתים שניים ושלושה למשק בית. תופעה נוספת מתאפיינת לריבוי כלי רכב בבעלות המUSIC, המשמשים חלק משקי הבית. לא זו בלבד שכל רכב בבעלות המUSIC תורמים לעלייה הנובעת מזמיןותו של רכב שני או שלישי, אלא שעלות התפעול והרישיון אינה מוטלת על המשתמש, ולכן השימוש ברכב אינו חסכוני. העדפת המגורים הפרבריים, יחד עם העלייה ברמת המינוע, גורמות לירידה בביקוש לתחבורה ציבורית, אשר מילא אינה עילה מבחינה משכני נסיעה באזורי המאפיינים במקומות נמוכה. עקב כך מצטמצם שירות התחבורה הציבורית, וכתוצאה לכך גדרה הtalot ברכב פרטי. הגידול במספר המכוניות גורם לגודש באזורי, וללחץ ציבורי להרחבת תשתיות הכבישים. כאשר המדיניות האופיינית נוקטת בגישה של העונת ללחציו הציבור, מרחבת תשתיות הכבישים. כתוצאה לכך נעים הפרבריים יותר אטרקטיביים, ובכך מתחילה מעגל שני של התכנסות.

творכי הלואן של תהליך מעגלי זה הם הגברת זיהום האוויר וכן גידול בתפיסת השטחים הפתוחים המוקצים לפיתוח פרברי ובסיטה המוקצת לבניית תשתיות התחבורה. "החור השחור" בהקשר התחבורה-סביבה אינו עולה בקנה אחד, בלשון המעטה, עם פיתוח בר קיימת.

חלק מן המושגים המופיעים במודל המתואר בתרשימים 12.3 משמשים בסיס להגדרת האינדיקטורים.

תרשים 12.3: מבנה מושג של "תיאוריות החור השחור בתחבורה-סביבה"



בקנה המידה הבין-עירוני אין תהליכי החור השחור ממוקד כבמקרה הערוני, או המטרופוליני. המרחק בין יישובים זהירותה השוטפת יותר של התנועה מצמצמים את הצורך באינדיקטורים בתחום התחבורה והסבירה, למעט בנושא פגיעת התשתיות, המפורט בפרק הבא.

אחד האינדיקטוריים העשויים לשמש אותו לבואנו לעמוד על סוג האזוריים בהקשר של יחסינו תחבורה-סביבה-شمוני קרע הוא רמת הפיתוח, או התקיד היחסי של התחבורה הציבורית. נושא זהណן בהמשך.

4. מרכיבי איכות הסביבה שמקורם בתחבורה

חלק הארי של הפרויקט הנוכחי מתמקד באינדיקטוריים המתארים פגיעה במערכות אקולוגיות כגון מים, אוויר או קרקע. במערכות אלה מצביע האינדיקטור על מצבה של המערכת שבה מצטברים מזהמים, או על סימני התערבותות שמקורם בפעילויות אנושיות מגוונות. המקרה של מערכת התחבורה שונה מבחןה זו שמדוברת זו "תורמת" לכמה מרכיבי המערכות האקולוגיות. כדי להבין את מרכיבות הבעה של השפעת מערכת התחבורה על הסביבה, ראוי תחילה לתאר בקצרה את השפעותיה הסביבתיות העיקריות של התחבורה.

הדיון מתמקד במרכיבים הישירים של מערכת התחבורה: תשתיות, ניוד והפעולות התחבורתיות.¹⁰⁸ בדיאן הנוכחי נבחין תחילת בין השפעות סביבתיות של השימוש במערכת התחבורה, הינו תנועת כלי הרכב (traffic), לבין השפעות הקשורות במערכת התשתיות. אלה האחרונות אינן תלויות בנסיבות התנועה.

בדיאן בנושא השפעות הסביבתיות של מערכת התחבורה (בעיקר זיהום האויר) דרישה הבחנה נוספת בין שני סוגים של אינדיקטורים. הראשון מתייחס לכמות המוחלטת או היחסית של מזהמים הנפלטים ממוקורות שונים אל תוך האטמוספרה. הסוג השני מתייחס לאיכות האויר. ככלורה קיים קשר ישיר בין השניים: ככל שגדלה כמות המזהמים הנפלטים לאטמוספרה, כן נפגעת איכות האויר. אך למעשה של דבר הקשיים מרכיבים יותר, בעיקר בשל שינוי הפיזור. תנאי האקלים והמיקרו-אקלים (עיצוב הרחובות והבנייה) קובעים במידה רבה את תנועת גושי האויר, וכך גם את פיזור המזהמים הקובעים את איכות האויר. כדי להמשיך את הדיון בנושא זה, אם כן, علينا להבחן בין **פליטות מזהמיםween factors of air pollution**.

4.1 זיהום האוויר

שרפת דלקים יוצרת מוצרי לוואי המוכרים כמזהמי אוויר. מנוע הערים הפנימית ומנוע הדיזל פולטים גזים וחלקיים שונים הפוגעים בבריאות האדם ובאיכות חייו, וגורמים גם נזק חומרי ואסטטי.

בדיאן על זיהום אוויר יש להבחן, כאמור, בין פליטת מזהמים לבין איכות האוויר. איכות האוויר תלולה בכמות הפליטה ובתנאי הפיזור. השפעותיהם של מזהמי האוויר תלויות, כמובן, במידת החשיפה. ככל שהחשיפה ארוכה יותר והריכוז גבוה יותר, כך גדל הסיכון לנזק בריאותי. עם זאת, תומנת המצב בכל הנוגע לחשיפה נמוכה במשך פרקי זמן ארוכים ברורה פחותה.

לקרأت מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

קיימים כמה סוגים של גזי פליטה, המאפיינים בהתנהבות שונה. בבלה 12.1 שלහן מובאים נתונים על חלקו היחסית של התחבורת בקרבות המזהמים העיקריים, וכן על השינוי בكمות המזהמים שנפלטו במדינות ה-OECD בשנת 1980 ו-1990. המזהם המוכר ביותר בזכותו חלקה של התחבורת בו הוא הפחמן החד-חמצני (CO). ריכוזים גבוהים גז זה רעל מאוד. בהיותו כבד מן האוויר, נוטה מזהם זה להצטרב סמוך לקרקע. הריכוזים העירוניים, עם זאת, אינם מוגעים לממדים מסוימים, אף-על-פי שהם עשויים לגרום כאבי ראש ובחילות. יצוין כי כאשר מדידת איכות האוויר מתבצעת בתחום ניטור המצויות על גגות הבתים ולא במפלס רחוב, נמדד ריכוז חסר של CO. תחומיות חנקן (NO_x) הן תרכובות הקלות מן האוויר, ולכןן הן מתורומות ממפלס הרחוב ומשתתפות בתהליך של ייצור smog (ערפיח) – תהליך פוטוכימי האורך כמה שעות, ושבין מוצרייו מצוי גם האוזון, שהוא גז רעל. משך התהליך גורם לכך שהפגיעה באיכות האוויר עשויה להתארח הרחק מקומם פליטת המזהמים. תוצרי התהליך שמקורם בוגש דן, לדוגמה, נמצאו באזורי שבין רמאללה לגוש עציון.

**בלה 12.1: התרומה היחסית של התחבורת בפליטת מזהמי אוויר
במדינות-OECD, 1980, 1990**

Pollutant	Emission source	Total emissions (10^3 t)	
		1980	1990
SO ₂	Vehicles	2,144	1,664
	Fixed sources	60,075	38,372
NO _x	Vehicles	21,613	15,845
	Fixed sources	19,629	14,538
Particles	Vehicles	1,967	1,998
	Fixed sources	16,038	12,512
CO	Vehicles	122,440	72,824
	Fixed sources	40,726	31,260
VOC	Vehicles	14,309	7,947
	Fixed Sources	19,871	17,890

Source: OECD, 1993

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניטוח ולהערכה של איכות הסביבה

חלקיים זעירים הנפלטים כאמור (בשערת הדלק) או כגומי (משחיקת הצמיגים) מהווים מקור מרכזי לירידה בתפקוד מערכת הנשימה. עד לשנים האחרונות נמדדו ריכוזי PM10, כלומר החלקיים שגודלם עשרה מיקרון. לאחרונה נמצא כי גם החלקיים קטנים מאוד מסוכנים, וזאת בשל חידרתם לריאות והצטברותם שם. תופעה זו פוגעת בתפקוד הריאה, ווללה להיות גורם מסרטן. ביום מוגננסים לשימוש מכשורי ניטור המודדים PM2.5. החלקיים נוטים להתרכז במפלס הרחוב בשל כוח המשיכה, אך חלקם מרחף באויר בשל מערכות הנגרמות עקב תנועת כלי הרכב ועקב תנאים מיקרו-אקלימיים. פחמימנים (HC) ותרכובות אורגניות נדיפות (VOC) נפלטים בכל תהליך של שרפת דלק פושילי. עם זאת, חומרים אלה נפלטים גם כתוצאה מתהליכי התאיידות בכל מערכת הדלק והמנוע. פחמימנים ותרכובות אורגניות נדיפות מהווים גורמים מסרטניים, והשפעתם הבריאותית מסוכנת.

מטבלה 12.2 שלහן ניתן ללמוד כי בתחום יש חלק משמעותי בפליטת תחומות חנקן, פחמן חד-חמצני ופחמיינים נדיפים. חלקה של הת寥ורה בתחום החלקיים אינו משמעותי באופן משמעותי, אך אופי פיזורם גורם לחסיפה רבה ברחובות העיר, וחלקים, בעיקר הערים שביניהם (PM2.5), מסוכנים מאוד.

טבלה 12.2: תרומת הת寥ורה, בתחום ההשפעה והשינוי 1990-1980

המזהם	תרומה (%)	कנה המידה	שינוי 1990-1980 (%)
CO	70	מקומי	-40.5
NOx	52	אזורית	-26.6
חלקיים	14	מקומי	1.6
פחמיינים	31	אזורית	
CO ₂		גלובלי	
SO	49	מקומי	-22.3

מקור: עיבודים מתוך טבלה 12.1

פחמן חד-חמצני הוא המזוהם האופייני ביותר למערכת התחבורת. כ-70% מכלל ה-CO₂ באזוריים עירוניים מקורו בשרפפת דלק במכוניות. ה-CO₂ כבד מן האוויר, ולכן גובהה שבו מתרחשת הפעילות האנושית – מדרכות, אזורי פעילות מסחר ואזרחי מגוריים. ריכוז ה-CO₂ מוגלה מתחם גבואה מאוד עם נפח התנועה של כלי רכב המונעים בבעזיה. ל-CO₂ אין אפקט מצטבר, כך שמערכת הנשימה "מנקה את עצמה" עם ירידת נפח התנועה, או במהלך שהייה במקומות שאינם מזוהמים.

דו-תחלומת הפחמן (CO₂) הוא גז הנפלט בכל תהליכי של שרפפת חומר אורגני. גז זה נחטיב ל"mezham החדש", משומש רק בשנים האחרונות החל לעורר התעניינות מקצועית וציבורית. לדו-תחלומת הפחמן אין השפעות בריאותיות ישירות, אך אינו נחשב כמזוהם במובן המקובל. השפעתו השלילית קשורה ברמה הגלובלית, בגין תרומתו לתהליכי ההתחממות הגלובלית.

סמי פליטה:

אינדיקטור סביבתי 1:

כמויות הפליטה של מזוהם אוויר "מקומי" ביחידת זמן.

אינדיקטור סביבתי 2:

כמויות הפליטה של מזוהם אוויר "אזורני" ביחידת זמן.

אינדיקטור סביבתי 3:

כמויות הפליטה של מזוהם אוויר "גלובלי" ביחידת זמן.

אינדיקטורים אלה מניחים כי קייםיחס יחס קבוע ומוכר בין הפליטה לבין איכות האוויר, כך שהפליטה מהוות אינדיקטור לאיכות האוויר. מן הבדיקה הפרקטית ההנחה קבילה, משומש שהפחתה בפליטה גוררת בדרך כלל שיפור באיכות האוויר. בעיה נוספת עם אינדיקטורים אלה קשורה בעובדה שקיים מידע מוגבל על הקפ הפליטה כתלות במסעה. חישוב מקדמי פליטה "ישראלים" מבוצע ביום בטכניון. ניתנת לקבל ערכי פליטה מחושבים בפרסומי הלמ"ס.

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים נייחות ולהערכה של איכומת הסביבה

סמני איכומת האוויר (ריכוזים)

אינדיקטור סביבתי 4:

ריכוז סביבתי של מזחם אוויר " מקומי" ביחידת זמן.

אינדיקטור סביבתי 5:

ריכוז סביבתי של מזחם אוויר "אזורני" ביחידת זמן.

אינדיקטור סביבתי 6:

ריכוז סביבתי של מזחם אוויר "גלובלי" ביחידת זמן.

האינדיקטורים הסקייטיים 4-6 מבוססים על תחנות מדידה המפוזרות למרחב. מיפוי האינדיקטורים מתבצע על-פי אינטראולציה, וכיוון תורמת תוכנת GIS לשיפור ניכר בתיאורים של נתונים מרחביים אלה. עם זאת, עדין קיימות בעיה של מיקום תחנות המדידה, שיש להתאים למאפייני המזחם (קל או כבד מן האוויר).

אינדיקטור סביבתי 7:

ריכוז סביבתי של מזחם אוויר " מקומי" ביחידת זמן,
באזור עירוני.

אינדיקטור סביבתי 8:

ריכוז סביבתי של מזחם אוויר "אזורני" ביחידת זמן,
באזור מטרופוליני.

אינדיקטור סביבתי 9:

פליטה של מזחם אוויר "גלובלי" ביחידת זמן.

לקראת מערכת אינדיקטוריים לפיתוח בר קיימת בישראל

האינדיקטורים הסביבתיים 7 ו-8 משקפים את איכות האויר בהקשר של חסיפה, ועל כן הם עתירי מידע יחסית לקודמייהם. מובן שלולות איסופם ועיבודם גבוה יחסית. האינדיקטור הסביבתי 9 שונה באופןו, משום שהוא מתייחס לגז שאינו מזוהם אוויר בMOVEDן המקבול (CO_2), אלא משפייע, ככל הנראה, על תהליכי שינוי גלובליים.

4.2 רעש

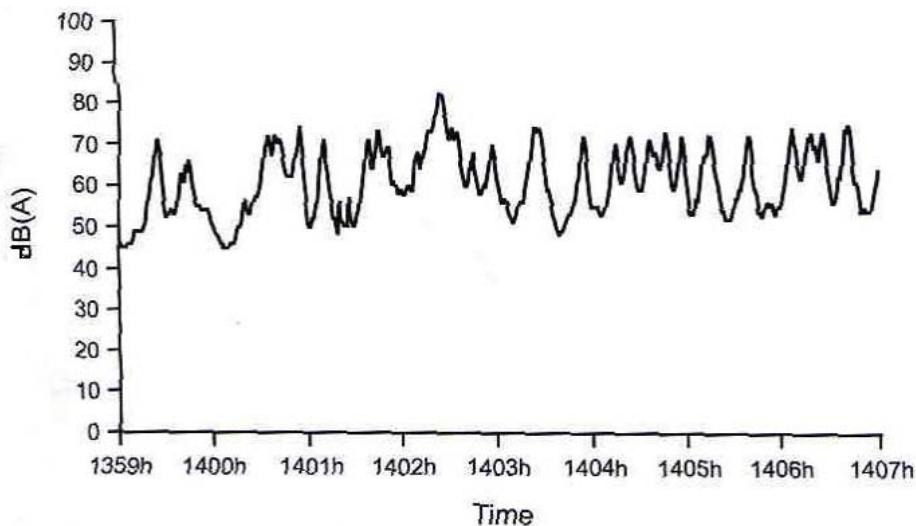
בקבבת מתקני תחבורה יבשתיים קיימת בעית רעש שמקורה בכמה גורמים: פועלות המנווע, משק הרוח שיוצרת תנועת כלי הרכב, חיכוך הצמיגים על פני הכביש, ולעתים גם צפירות והפעלה קולנית של מערכות קול. עצמת הרעש בשפת הכביש תלולה בנפח התנועה, בmahירות הנסיעה, בחלוקת היחסי של המשאיות ובגורמים משנהים נוספים. עצמת בעית הרעש תלולה, כמובן, גם במרקחן של הקולט משפט הכביש ובאמצעי הבידוד הקיימים בתווך שבינויים.

היות והרעש אינם מצטבר, בעית הרעש היא תולדה של התפלגות עצמת הרעש על פני הזמן. מטרד הרעש נובע משני מצבים אפשריים. הראשון מתייחס לעוצמת הרעש לאורך זמן, ברמה המפריעה לפעילויות שונות כגון בילוי פנאי, לימוד או מנוחה. השני מתייחס לשינויים ניכרים המתחללים לאורך ציר הזמן. זהו, למעשה, הפער שבין רעש הרקע לבין חריגות ניכרות למשכי זמן קצרים, כמו רעש מטוס החולף מעל ישוב לאחר המראתו. רעש מהתחבורה היישתית שיק בעיקר לסוג הראשון, למעט עלויות במפלס הרעש שמקורן בצפירות רכב חירום, לדוגמא, או מעברן של משאיות בבדות.

את רמות הרעש מתחבורה יבשתית המאפיינות מקום מסוים מוקובל לצין בערך משוקלל של התפלגות עצמת הרעש על פני הזמן. תרשימים 12.4 מדגים התפלגות זו. המדדים המקבילים (Leq, Ldn ואחרים) הם למעשה מיצועים של התפלגות עצמה, תוך מתן משקל שונה למרכיבים שונים, כמו יום-לילה, או עשרונות עליונים של משך הזמן מעלה ערך מוגדר.

האינדיקטור המתאים לרעש מן הסוג הראשון (רעש רקע ללא סטיות ניכרות דוגמת רעש מטוסים מנמייני טס) מלמד על רעש הרקע שקיים בו סטיות אלה המתוארכות בתרשים 12.4. האינדיקטור המוצע לרעש המאפיין בשיאים גבוהים (המראות מטוסים, למשל) הוא מסדרת האינדיקטורים של L_{xx} כאשר xx הוא חלק הזמן שבו עולה הרעש על ערך נקוב. L_{10} הוא עוצמת הרעש בעשרון העליון של התפלגות עצמות הרעש.

תרשים 12.4 שינוי ברמת רעש התחבורה לאורץ כביש



Variation in road traffic noise with time. Data provided by ECOTOX, Geneva

אף שהධיה הנוכחי מתמקד בתחבורה היבשתית, ככל שנוגע הדבר לרעש נודעת חשיבות גדולה לרעש שמקורו בתעופה. רעש זה מאופיין בשיאים גבוהים על רקע מפלס נמוך מאוד, ומאפיין אזוריים הסמוכים למסלולי המראה ונחיתה של מטוסים. באזוריים הנוטונים בתחום הרעש של שדות תעופה קיימות, בדרך כלל, מגבלות בנייה ושימוש בקרקע. אינדיקטור רלוונטי לרעש מטוסים מתייחס לגודל האוכלוסייה המתגוררת בתחום שהרעש בו עולה על Ldn60.

אינדיקטור סביבתי 10:

- ◆ מספר התושבים החשופים לרעש מעל 64 dB(A) על-פי מדד Ldn או Leq (רעש רקע ללא סטיות ניכרות)
- ◆ L_{10} – רעש רקע בעשרון העליון של התפלגות עוצמות הרעש (רעש רקע עם סטיות ניכרות)

אינדיקטור סביבתי 11:

- ◆ גודל האוכלוסייה המתגוררת בתחום שהרעש בו עולה על Ldn60

4.3 פגיעה בשטחים פתוחים, בנוי ובקוסיסטיות

כל שמערכת התחבורה מפותחת יותר ניכרת פגיעה רבה יותר בהקף השיטה הנדרש לבבושים, למסלولات, לשטחי חניה ולתחנות. במדינת ישראל יש לנו שא זה משנה חשיבות. ממדיה הקטנים של הארץ מחייבים זהירות בהקצאות הקרקע לשימושים שונים. רוב-רובן של הקצאות הקרקע לפיתוח הן בלתי-הדיroot, וכך יוצרות "חוב" לדורות הבאים. צפיפות האוכלוסין הגבוהה וקצב גידול האוכלוסייה מגדילים את הצורך בפיתוח, ויוצרים לחץ לביטול מגבלות על פיתוח שטחים פתוחים (ראה "תיאוריות החור השחור" לעיל). לא זו בלבד שמערכת התחבורה דורשת שטחי קרקע ניכרים לצורך פיתוח התשתיות, אלא שהיא גורמת גם לפגיעה נוספת. עצמת הפגעה הנופית היא פונקציה של הטופוגרפיה המקומית ושל רמת השירותים מתקן התחבורה. ככל שפני השטח הרריים ומשופעים יותר כן גדל הצורך לכרייה ולמילוי, מהוים פגעה נוספת. ככל שרמת השירות של המתקן התחבורתי גבוהה יותר, נדרשים שיפורים מתונים וודויים גוזלים יותר — ועל כן פגעה נוספת יותר. המשטר האקלימי השורר בישראל מנע חידוש מהיר של הצמחייה; במקרים רבים ניכרות צלקות הפגעה הנופית למשך שנים.

תוואי תחבורה, בעיקר בשטחים פתוחים, עלולים לפגוע ברכזיות הטריטוריאלית של אקויסיטומות טבעיות. הפגעה של חץ בלתי-עכבר גורמת לצמצום שטח המchia של בעלי-חיים ושל צמחים, ובתווך הארץ היא עשויה לפגוע אף בעצם קיומם של מינים. מבין שלושת הנושאים שנסקרו בתת-פרק זה, דומה כי רק הראשון, הכרוך בכיסוי הקרקע, ניתן לכימות וכי יכול לשמש כאינדיקטור.

אינדיקטור סביבתי 12:

כמות השטח המיועד למתקני תחבורה (שטח בלתי-חדר נטו)

4.4 פגיעה במקורות המים

אטימות קרקעות בשל בניית מגרשי חניה וכבישים (לצד בנייה אחרת) מגבירה את הנגר העילי, ועל כן מקטינה את החדרה ואת החלול למי התהום. במדינה שכמות המשקעים בה נמוכה יש חשיבות לצמצום השטחים האוטומיים.

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניתוח ולהערכתה של איכות הסביבה

על כן מתייחס האינדיקטור הסביבתי הרלוונטי (13) לכמות המים האובדת בשל התשתיות התחבורתיות. כמות זו תלואה במידה מסוימת, בטופוגרפיה המקומית ובעיצוב ההנדסי של מתקני התשתיות. אינדיקטור זה עשוי להימצא משמעותית ברמה המטרפית, לא ברמה של פרויקט בודד, ועם זאת ראוי לראות בו קритריון להערכתה בהליך התכנון של פרויקטים גדולים בתחום התחבורה, כמו גם בכל הנוגע לשימושי קרקע אחרים הכרוכים בכיסוי שטחים נרחבים.

האינדיקטור הסביבתי מס' 14 מתייחס להשפעה האפשרית של מתקני תשתיות תחבורה על איכות המים. שיטפת כבישים במיל הגשם, דליפה של חומרים מזוהמים כתוצאה מתאונה או מתקללה במכליות הנעות על הכביש עלולה לגרום באיכותם של מאגרי מים תת-קרקעיים או של גופי מים פתוחים, דוגמת מעיינות או נחלים. מידת הפגיעה תלויות בעיצוב ההנדסי ובסיכון לאיירוע חריג בקטיע רגישיים. סוגיה זו, אם כן, צריכה להיבחן במסגרת הסתבותותית.

אינדיקטור סביבתי 13:

כמות המים האובדת למשק המים בשל היוצרים נגר עליי מתקני תחבורה.

אינדיקטור סביבתי 14:

הסתבותות לפגיעה איקויתית עקב דליפה בקטיע רגישי.

5. אינדיקטורים לתפקת מערכת התחבורה

עוצמת הפגיעה של מערכת התחבורה באיכות הסביבה, על מרכיביה השונים, היא בעיקר פועל יוצא של מידת **הפעולות התחבורתיות**. קביעה זו נcona ביחס לפלייטת מזהמי אוורור ורעש, ונcona בעקיפין גם לסוגיות הפגיעה בשטחים פתוחים, שהרי בטוחה הארץ קשור פיתוח התשתיות במדדי הביקוש לנסיעות.

כמו מתוכנותיה של מערכת התחבורה מקשות על פיתוח מדדים רלוונטיים ופשויטים להערכתה ולהערכת השפעותיה על הסביבה. ראשית, הפעולות התחבורתיות (קרי נסיעות והעברת המטען) מביאות תועלות לפרטיהם ולמשך כולם. אל מולן תועלות אלה, לא היו

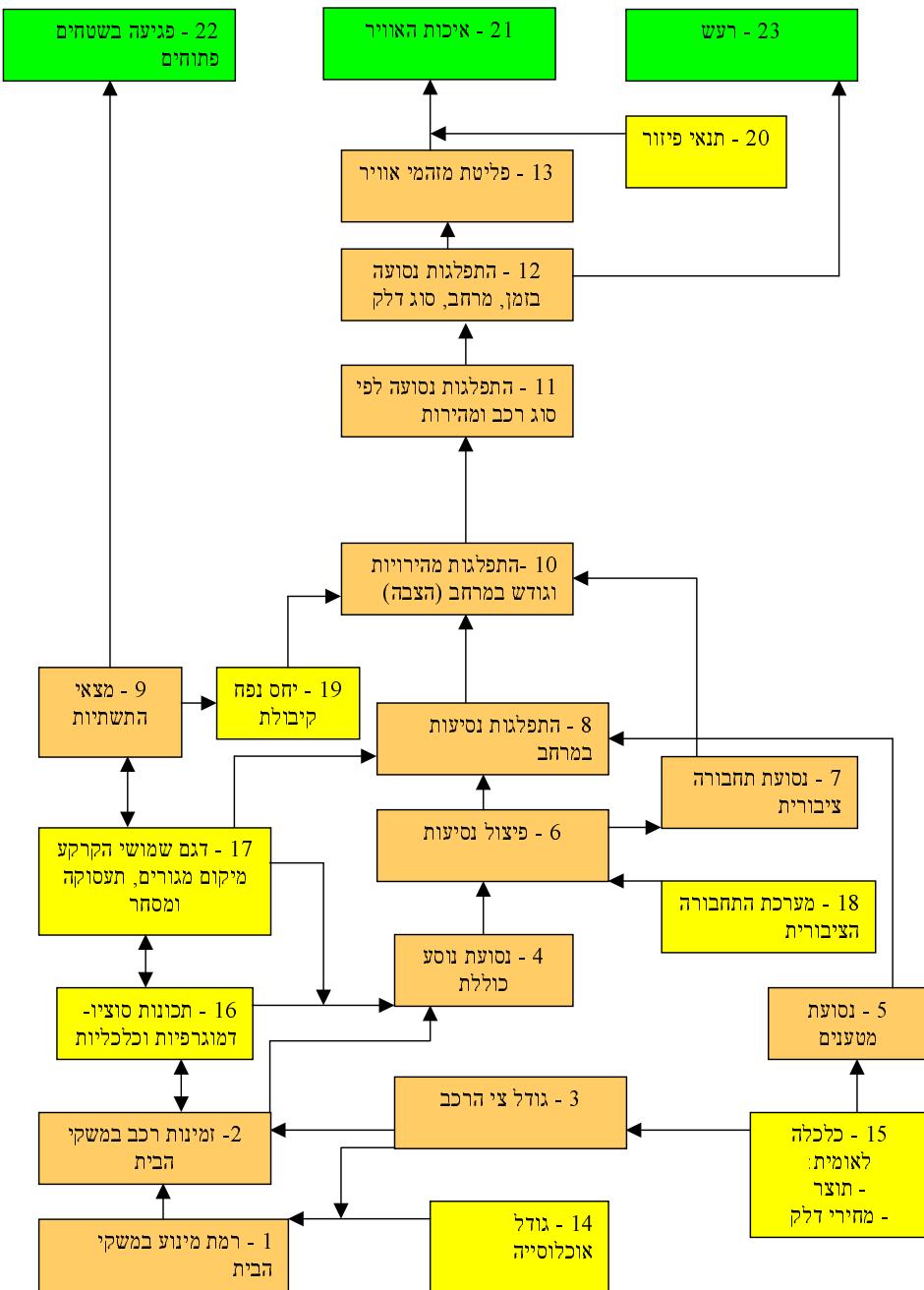
מתבצעות נסיעות. לצד תועלות אלה יוצרת הפעילות התחרותית גם עליות. חלק מן העליות פרטיות, ועל כן נזקפות לחובת מוצר הנסעה או משלח המטען, וחלקו חיצונית, הנזקפות לחובת (או לזכות) החברה או חלקים ממנה. האחרונות כוללות מפגעים סביבתיים, ואבדן זמן כתוצאה מהיווצרות חדש. קיומו של החדש מלמד כי למורות העליות השונות, התועלת הנגזרת מן הנסעה עדין גדולה דיה כדי לשלם את מחיר החדש, אשר נזקף בחלקו — בנגד להוצאות החיצונית האחרות — לחובתו של מוצר הנסעה.

בדיוון שלහן מוצגים מדרדים שונים לתיאור מערכת התחרותה. המדרדים נבדלים זה מזה בשתי תוכנות עיקריות: עדירות המידע שבם וזמינותם. י对照 כי אין לייחס משמעות לסדר הצגת האינדיקטורים, או למספרם.

תרשים 12.5 מתאר באופן סכמטי את המערך העיקרי של האינדיקטורים בתחום התחרותה-סביבה. מערך זה מבוסס על מסגרת קונספטואלית של מכלול הגורמים בתחום התחרותה המשפיעים על אי-יות הסביבה. התרשים מדגיש את נושא זיהום האוויר (נושא הרעש והפגיעה בשטחים פתוחים צוינו רק כדי להבהיר את המערך הכללי). התיבות 14 עד 20 בתרשים מייצגות גורמים "חיצוניים", ואילו התיבות 21 עד 23 מייצגות את אי-יות הסביבה. התיבות 1 עד 13 מייצגות מעין היררכיה של האינדיקטורים התחרותיים הדורושים. ככל שעולים במעלה התרשים מתקבלים אינדיקטורים עתירי מידע ביחס לתחרותה ולא-יות הסביבה, אך אלה לרוב אינם זמינים, ויש לחשב באמצעות מערכות של מודלים מורכבים. בתחתית התרשים מצויים אינדיקטורים "דלי מידע", אך זמינים. מסגרת זו "חותמת" בכך שחלק מן האינדיקטורים הם בעלי התפלגות גאוגרפית מוגבלת, בעוד אחרים מצויים רק ברמה הלאומית.

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניתוח ולהערכת יכולות הסביבה

תרשים 12.5: קשרים בין משתנים תחבורתיים לאיכות הסביבה



5.1 ניידות ונגישות

שני האינדיקטורים החשיבותם המשגנית לקשר שבין התחברה לבין יכולות הסביבה היא הגדולה ביותר הם הנידות וה נגישות. ואולם, מושגים אלה מציבים קשיים הן מבחינה הגדרתם והן מבחינה יישוםם האופרטיבי. לפיכך, מרבית האינדיקטורים המובאים להלן יהוו, למעשה, כלים אופרטיביים המבוססים על פשוטות וזרמיות הנתונים, על חשבונם עתירות המידע.

בטרם הדיון באינדיקטורים השונים, ראוי לדון בנידות וב נגישותם כאינדיקטורים – אינדיקטורים שאופאים אולי תיאורטי יותר, אך חשיבותם רבה. **הנידות (mobility)** מתיחסת לכל התנועה של אנשים או מטענים. הנידות כוללת נסעה ברכב רכבי מונעים, אך גם הליכה ורכיבה (לא ספורטיבית) על אופניים (בדרכך כלל אין מידע זמין על מידת השימוש באמצעותם לא-מנועיים אלה). הנידות נמדדת במונחים של ק"מ-אדם, או ק"מ-רכב. האחרון זמין יותר. סך כל התנועה ברכב רכבי מונעים מלמדת על מידת הפליטה של מזהמי אוויר ועל תפוקת הרעש, ומהויה גם אינדיקטור מקרוב לכמות התשתיות הנדרשת, ומכאן – למידת הפגיעה בשטחים פתוחים. קשרים מקרובים אלה מאופיינים בשונות רבה במרחב ובזמן, ועל כן הם קשיים לכימות.

ה נגישות (accessibility) מתיחסת למידה שבה ניתן להגיע לעדדים שאפשר לבצע בהם פעילויות רצויות. ניתן להתייחס לנגישות כביתי של היצע מערכת הת לחברה ושימושי ה الكرקע. המרכיב הראשון של ההיצע מבוסס על דגם זמן ומרחב של שימושי ה الكرקע, דהיינו, מכלול ההזדמנויות לביצוע פעילויות המפוזרות למרחב ופעילות בשעות שונות. המרכיב השני מתיחס לנגישות כפונקציה של מצבו של אדם מבחינת יכולתו להגיע לשימושי קרקע שונים (ובמלים אחרות, לאתרם המיעדים לפעילויות שונות). נגישות זו תלויה במרחב (במונחי זמן או ריחוק פיזי), בעלות, בזמינותם של אמצעי תחבורה ובזרמיות הפעילות הרצויות מבחינת שעות פתיחה וכיו"ב.

אף שנידות ונגישות הם אינדיקטורים עתירי מידע, קשיים טכניים ומושגים מונעים שימוש בהם כאינדיקטורים עצמאיים. עם זאת, היחס שבין הנגישות לנידות עשוי ללמד על היבט איקוני חשוב גם אם אינו גובר על הקושי של מדידה. ככל שה נגישות גבוהה יותר ביחס לנידות הרי שמערכת הת לחברה יעילה יותר, שכן ניתן לבצע פעילויות רבות יותר בנידות קבועה. הנגישות היא המשטנה החשובי, ואילו הנידות נתפסת – בהקשר הסביבתי – כמשטנה שלילי שרצוי לצמצמו.

אינדיקטור תחבורה 1:

היחס הכלומי בין נגישות לנידות

כאמור, אינדיקטור זה בעייתי לישום, אך מבחינה מושגית יש לראות בו אינדיקטור עקרוני שיש לשאוף אליו.

5.2 יצירת נסיעות על-ידי משקי הבית

מכלול הנסיעות הנוצר על-ידי משקי הבית (תיבת 4 בתרשים 12.5) הוא תולדה של תוכנות משקי הבית (תיבת 16), זמינות הרכב (תיבת 2), דגם שימושי הקרוע (תיבת 17) ומצב הכלכלת הלאומית (תיבת 15).

האינדיקטורים הבסיסיים המלמדים על היצע הנידי בתחום זה הם **רמת המינוע** (תיבת 1), גודל צי הרכב (3) וזמינות הרכב (2). **רמת המינוע** מבטא רוחחה כלכלית, ומיחסת את גודל צי הרכב לנודל האוכלוסייה (14). אינדיקטור זה זמין ברוב הארצות (וישראל בכלל זה), שכן שני מרכיביו הם רשומות מהicieות במשרד התחבורה ובלשכת האוכלוסין, בהתאם. עם זאת, זמינות הנתונים באוה כתחליף לעתירות המידע. החסרו נתונים העיקריים של רמת מינוע כИНדיקטור תחבורה-סביבה נובעים משלשה גורמים. ראשון הוא השונות הרבה בין משקי הבית: רמת המינוע "מושגנית" הייתה משתנה זה הוא עדן מוצע מעבר למשקי הבית, ועל כן מסתיר הבדלים בין משקי בית חסרי רכב ובין אלה שברשותם כל רכב אחד או יותר; השני הוא שרמת המינוע אינה נtotנת ביוטי למידת השימוש ברכי הרכב, ולכן תרומהה לנושא הסביבתי מועטה; הגורם השלישי הוא העובה שרמת המינוע מתייחסת לעיתים לכל רכב ולעתים לכל רכב פרטיים בלבד.

אינדיקטור תחבורה 2:

רמת מינוע (מספר כלי רכב ל-1,000 נפש)

زمינות הרכב (תיבה 2) לשרות משקי הבית היא עתירת מידע ביחס לרמות המינוע. זמינותה הרכבת כוללת את כל הרכיב העומדים לשרות משק הבית גם אם איןם בבעלותו. זמינותה הרכבת מושפעת מגורמים כלכליים חיצוניים ברמה הלאומית (תיבה 15), כמו גם מתכונותיו של משק הבית. כמו יתרונות צפוניים בהגדרת הזמינות כתחליף לרמת מינוע. ראשית, הזמינות מהויה משתנה התורם ישירות לרמת יצירת הנסיעות של משקי הבית. שנית, הזמינות מהויה משתנה המאפיין את האוכלוסייה, והרכיב הזמן "גולווה" אל בעליו (כלומר, מבחינת התנוגות הנסיעות חשוב היכן מצוי כלי הרכב, ולא היכן הוא רשום).

אינדיקטור תחבורה 3:

زمינות רכב: מספר כלי הרכב העומדים לשרות משק הבית

כאמור, דפוסי הנסיעות של משקי הבית תלויים באינדיקטורים שנדרנו לעיל, אך לא בהם בלבד. הנושא הכלול המבוצע על-ידי האוכלוסייה מושפעת מגורמים נוספים, ביניהם תוכנות סוציאו-דמוגרפיות וככלליות של משקי הבית (תיבה 16), וכן דגש שימושי הקרןע באזורי המגורים, התעסוקה ויתר הפעיליות שחברי משק הבית לוקחים בהן חלק (תיבה 17). שילובים שונים של גורמים אלה משפיעים על יצירת נסיעות הנוסעים (תיבה 4). אינדיקטור 4 מתייחס לנידות אישית (נסועת אדם), והוא מכפלה של מספר התנועות של פרטים באוכלוסייה באורך של נסיעות אלה.

אינדיקטור תחבורה 4:

ニידות אישית: נסועת אדם-ק"מ (מספר הנסיעות מוכפל באורך)

אינדיקטור תחבורה 4 מתייחס, כאמור, לתנועת אנשים לאו דווקא ברכב. נסועת אדם כוללת הליכה ונסיעות באמצעות לא-מנועיים. לצרכים של ניתוח וחיזוי הפגיעה באיכות הסביבה יש צורך לתרגם נסועת אדם לנסועת רכב. ברמה המכרפית, כמות הנסועה

פרק 12: אינדיקטוריים תחבורתיים לניתוח ולהערכת יכולות הסביבה

מהו זה אינדיקטור גס, אך חשוב מוקדםיו, לצורך השוואת רמות הפליטה של מזוהמי אויר. תרגום זה נעשה על ידי אמידת **פיקול הנסיעות** (תיבה 6 בתרשים 12.5). אינדיקטור תחבורה 5 מלמד על פיקול הנסיעות בין אמצעי התחבורה, כשהאבחנה הבסיסית המקובלת היא בין תחבורה פרטית לציבורית. ניתן ורצוי לאמוד את פיקול הנסיעות באופן פרטני יותר, ולכלול לפחות חלק מלאה:

- ◆ נסיעות באמצעותם לא מנועים, הליכה;
- ◆ נסעה במכונית פרטיות כנהג;
- ◆ נסעה במכונית פרטיות כנוסע;
- ◆ נסעה במכונית;
- ◆ נסעה באוטובוס;
- ◆ נסעה ברכבת.

אינדיקטור תחבורה 5:

א. **פיקול הנסיעות:** חלוקם היחסי של אמצעי נסעה שונים

(תחבורה פרטית וציבורית לסוגיה)

ב. **פיקול הנסועה בין אמצעי הנסעה**

פיקול הנסיעות מבוטא בדרך כלל כשיעור מכלל הנסיעות. עדיף להתייחס **לפיקול הנסועה**, אך גודל זה מורכב יותר מבחינת אמידתו. מתחייבת זהירות בשימוש באינדיקטור 4, שכן יתכן מצב שבו החלק היחסי של התחבורה הציבורית גדול — שינוי רצוי מבחינה סביבתית ותחבורתית — אך למורת הירידה בשיעור הנסיעות ברכב פרטי ניכר גידול מוחלט בנסועה הרכב הכלול, וזאת עקב נסיעות קצריות יחסית (נסועה בתחום תחומי העיר).

בנוסף לאינדיקטור המתאר את שיעור הנסיעות (או שיעור הנסועה) המבוצע בתחבורה הציבורית, ניתן להגיד כמה אינדיקטוריים נוספים המતארים היבטים שונים של התחבורה הציבורית, דוגמת מספר הנסיעות בתחבורה הציבורית לתושב לשנה. מدد כזה (אינדיקטור תחבורה 6) משמש לעיתים עבור השוואת בין ערים או ארצות, אך להערכתנו אין לו ערך רב. שיעור הנסעים בתחבורה הציבורית בישראל אמנם גבוה מזה המבוצע בארצות אירופה המערבית, אך אינו משקף העדפה של התחבורה הציבורית מבחינת המשתמשים, וכן לא הסטה מתחבורה פרטית. שיעור גובה זה בישראל, ובו מרמת הכנסת נמוכה; עם

לקרأت מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

שיעור הרווחה הכלכלית ניכרת דזוקא הסטה לרכיב פרטי. מכאןSSI ששיעור הנוסעים בתחום הציבורית אינו אינדיקטור רלוונטי לקרה הישראלי (בישראל, אם כן, יש מקום להעדי מדיניות לשימור שיעור הנסיעות בתחום הציבורית על פני מדיניות השואפת להסיט נוסעים מן התחבורה הפרטיא אל זו הציבורית).

כמתואר בתיאוריות החור השחור, למגת הפרבר מקטינה את הביקוש לתחבורה ציבורית, ועקב כך נמצא כי היצע בתחום הציבורית נמוך באזרחים המאופיינים בCAFIF נוכחה. ניתן לפחות אינדיקטור המלמד על גודל האוכלוסייה העשויה שימוש בתחום הציבורית – שיעור מקומות התעסוקה המאופיינים בנסיבות גובהה בתחום ציבורית, לדוגמה. עם זאת, זה מدد גס מאוד והגדרתו הכתומתית בעיתית, שהרי מוקדי תחבורה ציבורית אינם ניתנים להגדרה חד משמעית ובת השואה, ושיעור מקומות התעסוקה הסטטיסטיים למועדים אלה הוא ביטוי של פוטנציאל, אשר אינו משקף בהכרח קשר בפועל בין אוכלוסיית העובדים לבין השימוש בתחום הציבורית.

מדד המתאים לתפוצה המומוצעת של כלי רכב בתחום הציבורית חשוב יותר, שכן הוא משמש כבסיס להערכת כמה מהשפעותיה החיצונית של התחבורה. אינדיקטור תחבורה 8, לדוגמה, מתאר את כמות הפליטה מכל רכב לנוסף. להיות ולא ניתן להניח כי כלי תחבורה פועלם בקיובות, יש לחשב את צרכית האנרגיה ואת פליטת המזהמים לתפוצה של כל אמצעי (הינו לנסועת נסוע).

אינדיקטור תחבורה 6:

מספר הנסיעות בתחום הציבורית לתושב לשנה

אינדיקטור תחבורה 7:

תפוצה ממוצעת של כלי רכב (פרטיא או ציבור)

אינדיקטור תחבורה 8:

כמות פליטה מכל רכב לנוסף

המידע על כמות הנסיעות הכוללת (לעתים על-פי סוג רכב) משקף את רמת הפעילויות בתחום תחבורה. מידע זה חיוני לצורך ניתוח וחיזוי של ההשפעות הסביבתיות, בעיקר אלה הקשורות בצריכת אנרגיה, בזיהום האוויר וכן, גם במידה פרוותה, ברעש. מידע על

פרק 12: אינדיקטוריים תחבורתיים לניטוח ולהערכה של איכות הסביבה

הנסועה קיים בשני אופנים: א. נסועת רכב (VMT); ב. נסועת אדם או נסועת נוסע. יש להקפיד על אבחנה זו כאשר נשקלת מדיניות המעודדת הגדלה או שמירה על רמת הנזיות של האוכלוסייה (נסועת אדם) מוביל להגדיל את נסועת הרכב. המידע על נסועת רכב קיים בדרך כלל בתפלגות לפי סוג רכב עיקריים (רכב פרטי, משאיות ואוטובוסים).

למרות עתירות המידע על נסועת רכב ונסועת אדם, זמינות מידע זה בעיתית. קיימות שיטות שונות למדידה או להערכתה של נסועת רכב, אך מידע על נסועת אדם נדר יותר. המידע הארגטיבי על נסועת רכב בישראל מבוסט על שיטה בעיתית, ולמעטה יכולה ההסתמכות עליו מוגבלת ביותר.¹⁰⁹ המידע על נסועת אדם מבוסט בדרך כלל על חישוב תפוצה ממוצעת כפול נסועת הרכב. אין בישראל מידע שוטף על נסועת רכב או על נסועת אדם בתפלגות גאוגרפיה או עתית. מקור חשוב אחר למידע ארגטיבי על נסועת רכב ונסועת אדם ניתן לקבל מסקר הרגלי נסיעה, הנערך בישראל בערך אחת לשנה. כדי להתאים את המידע בין נתונים ארגטיביים לדיסרגטיביים יש להוסיף לסקר הרגלי נסיעה גם נתונים משלימים של סקר חיז' וסקרי חגורה. כמו כן חסר מידע על נסועת רכב לפי גיל, אף-על-פי שהחשיבותו של נתון זה רבה ביותר לצורך חיזוי פלייטת מזהמי האוויר.

מדדי הנסועה הזמינים כוללים רק ערך ממוצע, ולא מידע על התפלגות.

טרםណון בגורמים המשפיעים על פגיעה בסביבה בשל גורמים תחבורתיים, יש צורך להתייחס להשפעת מטענים במטרופולין.

5.3 הסעת מטענים

חלק גדול והולך של נסיעות הרכב במטרופולין המודרני נובע מן הצורך להסעת מטענים. תנועה זו כוללת מגוון רחב של סוגי מטענים, לדוגמא צובר, מטענים ארזויים, מטענים מתכליים, מטענים בעלי ערך כספי שונה ומטענים מסוכנים. הביקוש למטענים קיים בכל חלקיק המטרופולין, ולכן תנועת כלי הרכב המשמשים להסעת מטענים קיימת בכל חלקיק. כלי הרכב המשמשים להסעת מטענים כוללים רכבות, משאיות בגודלים שונים, רכב מסחרי לחולקה וכן רכב פרטי.

הביקוש למטענים תלוי במידה רבה במצב הכלכלי (תיבה 15 בתרשים 12.5). צמיחה כלכלית ניכרת מייד בעליית הביקוש להסעת מטענים, ולהפוך — ניוזן של המשק גורר ירידת מהירה בביטחון להסעת מטענים.

בדומה לצורת הנסיעות להסעת אנשים (תיבה 5), גם הסעת מטענים תלולה בדגמים שימושי הקרן, בדפוסי המשחר ובגודל צי הרכב. גם היעץ התשתיות (מסילות וכבישים) משפיע על דפוסי התנועה של מטענים. גם לגבי מטענים יש צורך לאמוד את פיצול הנסיעות בין סוגי הרכב הנזכרים לעיל.

לקרأت מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

אינדיקטור תחבורה 9 מתייחס לעומס התנועה הנוצר בגין נסיעת משאיות באזורי מוגדר (למודר לציין כי מתחייבת הגדלה ברורה של משאית). משאיות מאייזות באיטיות רבה יותר מאשר התנועה, ולכן מאותות את כלל הזרימה. אינדיקטור זה מבטא את הפרעה הנוצרת בעיקר בכניסות לערים ובירוכן, שם התנועה מאופיינת בזרימה לא אחידה. אינדיקטור 10 מתייחס למרכיב החלוקה של מטענים ברחבי העיר. רכב חלוקה פוגע בזרימת התנועה בשל עצירותו לחקירה וטיענה. אינדיקטורים 9 ו-10 מבוססים על חישוב וכן על נתונים ישירים.

אינדיקטור תחבורה 9:

שיעור כל הרכב הכבדים (משאיות) מתוך כלל התנועה באזורי

אינדיקטור תחבורה 10:

שיעור נסיעות הרכב חלוקה במרכזי הערים מכל התנועה באזורי

5.4 אינדיקטורים בתחום התשתיות

התשתיות הפיזית של מערכת התחבורה היבשתית כוללת כבישים, מסילות, תחנות וمتוקני חניה. כל אלה יוצרים את המרכיב העיקרי של היצע התחבורה היבשתית. הדינמיקה של יחסיו הייצע-ביקוש רלוונטייה לעניינו. מתקני התשתיות מתפתחים כתוצאה מן הביקוש לשירותי תחבורה, אך במקרים רבים הביקוש לנסיעות הוא תולדה של היצע התשתיות. האינדיקטורים העיקריים לאפיון התשתיות הם:

א. **אורץ הכבישים והמסילות:** בדרך כלל קיים מידע על אורץ הכבישים והמסילות, אך משתנה זה אינו משקףṚ ראווי את הקפ' התשתיות בשל העובדה שהוא מוגבל לממד האורך בלבד, ולא לשטח התשתיות;

ב. **אורץ הנתיבים:** מידע זה משקף גם את שטח התשתיות (הכבישית), אך אינו תמיד זמין. הנתון הרלוונטי הקרוב ביותר במדינת ישראל, המפורסם על-ידי הלמ"ס, הוא שטח הכבישים. נתון זה משמש כתחליף סביר לאורץ הנתיבים (lane mile), שנitin לה衰ג' בבדיקה מפורטת יותר עם גורמי הפיתוח, כגון מע"צ והרשויות המקומיות;

ג. **קיובלות מערכת הכבישים:** קיובלות הכבישים והנתיבים תלויות לא רק בשטחים אלא גם במהירות התכנן (המהירות המירבית שעבורה תוכנן הכביש). מהירות התכנן היא

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניתוח ולהערכתה של איכות הסביבה

פונקציה של רוחב הנתיבים, של שיפורים, של רדיוסי סיוב, של שדה הראייה ושל ת מהיל התנועה הזורמת בקטע הכביש;

ד. **קיבולת מערכת המסלולות:** בהבחנה גסה בין קווים המושתנים על מסילה בודדת לבין אלה שקיימת בהם מסילה כפולה.

אינדיקטור תחבורה 11:

אורך הכבישים והמסלولات*

אינדיקטור תחבורה 12:

אורך הנתיבים (שטח הכבישים)*

אינדיקטור תחבורה 13:

קיבולת הכבישים*

אינדיקטור תחבורה 14:

שיעור המסלולות הכהולות מכלל המסלולות

* אינדיקטורים אלה יופיעו בדרך כלל בשיעור ליחידה שטח, לגודל אוכלוסייה או לגודל צי הרכב

אינדיקטורים 11-14 מבוססים על תנאים זמינים ברשויות שונות (מע"צ, למ"ס, רכבת ישראל ואחרים).

פיתוח אינדיקטורים ברמת פירוט מעמיקה יותר תעלת אינדיקטורים המבטאים את **aicivities התשתיית**. כאן דרושים אינדיקטורים המתארים את סוג התשתיית (כבישים לסוגיהם ברמה הבין-עירונית, ובפרט ברמה העירונית). עם זאת, דומה כי רמת פירוט זו אינה דרושה בשלב הנוכחי.

אחד מן הנושאים המרכזיים בתחום התחבורה העירונית ומדיניות התחבורה הוא החניה. הפער שבין הביקוש לחניה לבין היעצ' החניה עומד על סדר היום בעיקר במרכזים

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

הערים. התפישה הרווחת היא כי קיים מחסור בחניה. ואולם, תפישה זו מתעלמת בדרך כלל מן ההשפעות של היצע החניה על גודש התנועה. מדיניות החניה של הרשות המקומית עשויה לעודד את הגדלת היצע, ולחלופין – להקטין את הביקוש. בשנים האחרונות נמצא עניין רב בבחינת תקני החניה (כמota מקומות החניה ליחידת שימושי קרקע). אינדיקטור רלוונטי (15) עשוי להיות מספר מקומות החניה למשתכן באזורה.

אינדיקטור תחבורה 15:

כמה מקומות החניה למשתכן באזור מוגדר

לモתר לציין כי אינדיקטור תחבורה 15 הוא גולמי למדי, הן בשל התעלמות משירותי תחבורה ציבורית והן בשל התייחסות רק לתעסוקה ולא לצרכים אחרים.

5.5 אינדיקטורים כלליים

בהתנתק המידע על פיצול הנסיעות (נוסעים ומטען), יש להתייחס לכמה אינדיקטורים המבטאים את הקשר שבין הביקוש לנסיעות (והסעת מטען) לבין מרכיבים המשפיעים על איזות הסביבה. אינדיקטור מס' 16 מתיחס לפילוג הנסיעות (trip distribution) בין יעדים שונים. הוא מתייחס לרמה גאוגרפית מכלילה, לא אזורי תנועה (הבחנה בין מרכז עיר לשולי העיר, לדוגמה, או בין גלעון המטרופולין לבין הפריפריה שלו). בכך יש, למעשה, הבחנה בין נסיעות רדיאליות, נסיעות הקפיאות ונסיעות עוברות. התפלגות הנסיעות במרחב נמדדת באמצעות מודלים, ואניינה ניתנת למדיידה ישירה.

אינדיקטור תחבורה 16:

התפלגות הנסיעות לפי אזורי ראשיים

מהירות הנסיעה משפיעה על שערוי הפליטה של מזהמים מסוימים ומשמשת, כמובן, כאינדיקטור לגודש התנועה ולרמת השירות של התחבורה הציבורית, של התחבורה הפרטית ושל תחבורה המטענים. מהירות הנסיעה נמדדת באמצעות מודל הצבה שהתשומות בו

פרק 12: אינדיקטורים תחבורתיים לניטוח ולהערכה של איכות הסביבה

הן פילוג הנסיעות (טבלת מוצא-יעד) ורמת השירות של רשות התשתיות (כמו יחס נפח-עכבה), הנקבע, בין היתר, על-פי מאפיינים הנדרסים כמו רוחב נתיבים, שדה ראייה וכיו"ב (ר' סעיף תשתיית לעיל).

ב הכללה, בתחום העירוני, צריכת האנרגיה וכמות היזhom קטנים יותר ככל שמהירות הנסעה גבוהה יותר. עם זאת, הגדלת מהירות עשויה להביא לגידול בחומרת הפגיעה במקרה של תאונות דרכים.

אינדיקטור תחבורה 17:

התפלגות מהירות הנסעה לפי מקום וזמן

מיון הנסיעות על-פי **מטרות הנסעה** הוא אינדיקטור חשוב נוסף. אינדיקטור 18 מביחס בין נסיעות לעבודה, נסיעות בענייני עבודה, נסיעות לקניות ולסידורים ונסיעות לצרכי פנאי. חשיבותו של אינדיקטור זה נובעת משלוב של שני גורמים. הראשון קשור לעבודה שגמישות הביקוש (ביחס למחר או לזמן) שונה עבור כל סוג נסעה, וכך מאפשר אינדיקטור זה להעריך את סיכון השינוי בנסיבות הנסיעות כתוצאה מהפעלת מדיניות. הגורם השני לחשיבותו של אינדיקטור זה הוא שהשימוש בו לאורך זמן מלמד על מגמות תחבורה שעשויה להיות להן משמעות מבחןת הגדרת הבעיה וההתקומות עמה.

אינדיקטור תחבורה 18:

שיעור הנסיעות לפי מטרת הנסעה:

- ◆ **עבודה**
- ◆ **לעניןני עבודה**
- ◆ **קניות וסידורים**
- ◆ **פנאי**

אינדיקטור תחבורה 18 אינו זמן נתוני, כמעט מצבים שקיים בהם סקר הרגלי נסיעות עדכני (בערך אחת לעשור). ניתן להניח שיעורי גידול דיפרנציאליים ולחשב ערכיהם עדכניים או עתידיים.

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

הנסועה ברכב רכב מאופיינת בשני מרכיבים נוספים, המשפיעים על הקשר שבין תפקות מערכת התחבורה (ニידות) לבין ההשפעות הסביבתיות:

◆ התנועות קרות

בדיקות הראשונות של הפעלת מנוע המכונית, פלייטת מזהמי האויר גדולה בהרבה מן הפליטה במהלך הנסיעה, כאשר המנוע חם. ניתן להשפיע באמצעות מדיניות שונות על שיעור התנועות הקרות. מידע על שיעור התנועות הקרות אינו במצב, אך ניתן לחשב באמצעות מודלים של הצבת נסיעות.

◆ מיזוג אויר

הפעלת מיזוג אויר ברכב מגדילה באופן משמעותי העומס על המנוע, ועל כן גם את צrichtת הדלק ואת פלייטת המזהמים. מידע על שימוש במיזוג אויר לא קיים, וניתן רק להנich שיעורי שימוש על-פי התפלגות למרחב וזמן.

דומה כי שימוש באינדיקטורים לשתי תוכנות אלה יהיה פרטני מדי, בהינתן אי-יכולת הנתונים והיכולת להשפיע על המרכיבים הללו. לא מומלץ, אם כן, לפתח אינדיקטורים לנושאים אלה.

אינדיקטור תחבורה 19 משקף את **גודל צי הרכב** (תיבה 14 בתרשים 12.5), דהיינו, המספר הכולל של כלי הרכב לסוגיהם (מכוניות פרטיות, רכב מסחרי, אוטובוסים, משאיות וכלי רכב מיוחדים). אינדיקטור זה משקף באופן גס ביותר את הפעילות התחבורתית. המידע על צי הרכב כולל, לפחות, את סוג הרכב ואת גילו. את צי הרכב יש לאפיין על-פי סוג המנוע, כאשר הבחנה הבסיסית היא בין מנועי בנזין למנועי סולר, הנבדלים באופן משמעותי זה מזה מבחינת מאפייני מזהמי האויר. למרות זמינותו של סוג אויר ברוב המדינות, עדויות המידע שבו נוכחה מאוד כל עוד הנסועה של כל סוג אינה ידועה. גיל הרכב הוא משתנה בעל חשיבות לניטוח שיעורי הפליטה של מזהמי האויר. מידע על גודל צי הרכב מהוות משתנה מקורב גס למדדים הקודמים (רמת מינוע וזמינות רכב). עדויות המידע במשתנה זה נמוכה יחסית, אך זמינותו גבוהה.

אינדיקטור תחבורה 19:

גודל צי הרכב לפי סוג רכב (פרט/כבד), סוג מנוע (בנזין/דייזל)
וגיל הרכב

6.6 אינדיקטורים כלכליים

כמota הנסועה מושפעת מאוד ממשתנים כלכליים. ככל שהרווחה הכלכלית גבוהה יותר, כן גדרה הנסועה הפרטית והסעת המטענים, ולהפך. קיימים מתאימים גובה למדי בין התוצרת הלאומית לנפש לבין נסועות משאיות, ומכאן שניתן גם לקשור בין שינוי בתוצרת לבין נסועות המשאיות ופליטות המזוהמים מהן. מוצע, אם כן, להשתמש במדד המתאים את התוצרת הלאומית כאינדיקטור של צמיחה או של ניוזן במערכת התחבורה. שינוי בתוצרת הלאומי משפיעים קודם כל על כמות הנסיעות (ובעיקר נסיעות של הובלת מטענים), ועל השימוש בכלי רכב (ירידה או גידול במסועה).

אינדיקטור תחבורה 20:

התוצרת הלאומית לנפש

אינדיקטור תחבורה 20 זמין, ומאפשר ניתוח מגמות לאורך זמן.

במדינות רבות מקובל גם השימוש במחירים ככלי המעודד או מגביל את כמות הנסיעות, ומשפיע, על כן, גם על השלבותיהן הסביבתיות. מרכיבי המיסוי העיקריים כוללים מסי רכישה, אגרה שנתית, מסוי דלק ואגרות שימוש (אגרות גודש ואגרות ממון). חלק מן המסים קבועים ואיינט תלויים בכמות הנסיעות, ואילו אחרים משפיעים ישירות על העלות השולית של הנסעה, ויכולים לשמש ככלי לניהול הביקוש.

אינדיקטור חשוב לייצוג עלויות התחבורה הוא מדד המחירים לצרכן. קיימים נתונים זמינים על מדד מחירי התחבורה, המפורטים על-פי כמה מרכיבים: תחבורה פרטית, על מרכיביה, ותחבורה ציבורית. בארכות רבות,ישראל בכלל זה, נמצא כי מדד המחירים לנסעה ברכבת פרטי גדול באופן אטי יותר מאשר מדד המחירים לנסעה בתחבורה ציבורית. עובדה זו מעודדת, כמובן, את השימוש ברכבת פרטי על חשבונך תחבורה ציבורית.

אינדיקטור תחבורה 21, אם כן, הוא מדד מחירי התחבורה הפרטית. אינדיקטור תחבורה 22 הוא מדד מחירי התחבורה הציבורית. נתונים על מדדים אלה מתרנסים באופן שוטף על-ידי הלמ"ס.

אינדיקטור תחבורה 21:

מדד מחירי התחבורה הפרטית

אינדיקטור תחבורה 22:

מדד מחירי התחבורה הציבורית

מנקודת ראותו של הצרכן, הבעיות השולית הפרטית של הנסיעה נתפסת כנמוכה יחסית להזאהה הקבועה, ולכן בעל כל רכב לא יהיה לעבור לנסיעה בתחבורה ציבורית כל עוד איןנו נדרש להפניהם את ההשפעות החיצונית. לפיכך מתיחס אינדיקטור תחבורה 23 למשקל הוצאות לתחבורה של משלקי הבית מכלל הוצאות משק הבית. נתונים על כך מצויים בפרסומים שוטפים של הלמ"ס.

אינדיקטור תחבורה 23:

משקל הוצאות לתחבורה של משלקי הבית מכלל הוצאותיהם

5.7 עיתוי הנסיעות

חלק מבעיות התחבורה, ובעיקר בעית הגודש ופליטת מזהמי האוויר, הם תוצאה של עיתויי הנסיעות בתחום המטרופולין. המשקל היחסני של התנועה בעת תקופת השיא (או שעת השיא) בבוקר, מאפיין, על כן, את חומרת הגודש, או את מידת פיזורן של הנסיעות בין תקופות היום. לפיכך מוצע אינדיקטור תחבורה 24 כביתי של התפלגות זו. מידע שישמש לביטוי אינדיקטור זה ניתן להשיג באמצעות ספירות תנועה וחישובים באמצעותמודלים.

אינדיקטור תחבורה 24:

המשקל היחסני של תנועה בתקופת שיא בוקר

5.8 אנרגיה

מערכת התחבורה כורכת כמויות גדולות של אנרגיה. אינדיקטורים שונים המבטאים את צריכת האנרגיה מבטאים את כמות הפעולות התחבורתיות (כמשמעותה מקורב), ומהווים גם אינדיקטור מקורב לפליית המזהמים, המצוייה לרוב בקורסציה גבוהה עם צריכת האנרגיה.

אינדיקטור תחבורה 25 מבטא את צריכת הדלק לתחבורה לתושב. מידע מצרכי על צריכת האנרגיה לתחבורה זמין בפרסומי הלמ"ס ובמקורות אחרים.

אינדיקטור תחבורה 25: צריכת הדלק לתחבורה לתושב

דלקים חלופיים לבניין ולסולר מעוררים עניין רב בהיבטים של תלות בדלק מחייב (fosil) ושל שימוש בדלקים נקיים. מגוון רחב של חלופות מצוי בתחום זה, החל בדלקים קונבנציונליים אך נקיים (נטולי עופרת, נטולי גופרית וכו') וכלה ברכב חמלי. עיקר העניין מותמקד כיום בטכנולוגיה של תא דלק (fuel cells), המבוססת על שימוש במימן וAINה כרוכה בפליות מזהמים. על אף האטרקטיביות של טכנולוגיה זו, מתועරם ספקות באשר ליכולת לייצר מימן (צמחים) בכמות הנדרשת להנעת צי הרכב. כלי רכב המונעים באמצעות חמם קיימים מזה זמן רב, אך אינם מצליחים לחזור לשוק כרכב עיקרי, אלא רק כרכב שני במשקי הבית. הטעם העיקרי להנעת צי הרכב המונעים של טכנולוגית המזברים הקיימת, המגבילה בעיקר את טווח הנסעה. כיוון פיתוח אטרקטיבי נוסף הוא הרכב המשולב (hybrid vehicle), המבוסס על שילוב של שני מנועים – מנוע חמלי ומנוע בניין. שילוב זה מאפשר ניצול של יתרונותיו היחסיים של כל אחד מסוגי המנועים, בהתאם לתנאי הנסעה.

אינדיקטור תחבורה מספר 26 מתייחס לשיעור כלי הרכב המונעים בדלק חלופי. ככל שהייה שיעור זה גבוה יותר, כן צטמצם תרומתה של התחבורה לזיהום אוויר ולצריכת אנרגיה. כאמור לעיל, קיימים נתונים להתפלגות כלי הרכב על-פי סוג דלק, אך אין נמצא נתונים על חלקם של כלי רכב שונים בסוגה.

אינדיקטור תחבורה מספר 27 מתייחס לשיעור האוטובוסים המונעים על-ידי דלק חלופי. תרומתם היחסית של אוטובוסים (המנועים רובם ככולם בסולר) לזיהום האוויר

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

בתחומי הירוניים רבים, וכך יש חשיבות לבחינות של אינדיקטור זה בנפרד מכל כל הרכיב.

אינדיקטור תחבורה 26:

שיעור כלי הרכב המונעים בדלק חלופי

אינדיקטור תחבורה 27:

שיעור האוטובוסים המונעים בדלק חלופי

6. סיכום

המורכבות של מערכת התחבורה ושל מגוון השפעותיה על הסביבה, על הכלכללה ועל החברה מחייבים שימוש במספר רב של אינדיקטורים, שכן אחד מהם משקף היבטים מסוימים של המערכת. בעבודה זו מוצאים 14 אינדיקטורים המתארים את ההשפעות הסביבתיות של מערכת התחבורה, ו-27 אינדיקטורים המתארים היבטים של מערכת התחבורה הרלוונטיים לנושאי הסביבה והכלכלה. מכלול האינדיקטורים עומד לרשות המשמש, אשר יוכל לבחור מתוכם את אלה המתאימים לצרכיו.

שני הקriterיונים העיקריים לבחירת האינדיקטורים הם עתירות המידע וזמינות המידע. קriterיון טכני חשוב הקשור לעובדה שיש "לשקלל" את מרבית האינדיקטורים לכדי יחס, ולא לעשות שימוש בגודל המוחלט. במקרים פליטת מזחם אוויר כלשהו, לדוגמה, חייבות להיות משוקלת ביחס לכמות הנסעה, במספר כלי הרכב, או משתנה גודל דומה אחר.

השימוש באינדיקטורים חייב להתבצע בזיהירות רבה, וזאת מכמה טעמים. ראשית,aicoot haNTOnim uShoVah lihiot fGoma, bShel kShi hagDra ao bShel tuviot baIisوف haNTOnim vBeuyibod. Shnit, chlek mun haINdIKutorim aim nshunim yishirut ul haNTOnim, ala mBosSims ul tOtzAot shel molodlim. INdIKutorim mMin zeh taluiim bMgoun haNchot galomot bMolod, zoAt batTosef laBvivot aicoot haNTOnim haMzonim lmolod.

שער III

הצעה למערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימא

פרק 13: אינדיקטורים הנגזרים מן האסטרטגיה לפיתוח בר קיימה

ערן פיטלסון

רקע

הצורך באימוץ אסטרטגייה לפיתוח בר קיימת המותאמת למציאות הישראלית והחרוגת מمبرallocות התכנון הפיזי הועלה לראשונה במסגרת תכנית האב לישראל בשנות האלפיים, ישראל 2020. בנייר המדיניות הנושאית שהוכן על-ידי הצוות הסביבתי בתכנית זו אופיין, בין היתר, הגדרות שונות של מושג זה, וקודמו שלוש מטרות-על המשותפות לכל ההדרות הנפוצות: שוויון בין-דורי, שוויון פנים-דורי וצמיחה כלכלית.¹¹⁰ כמו כן אופיין כמה מן היעדים שעשוים להביא לקידום של מטרות-העל, והוצעו כמה כיווני פעולה העשויים לשיער בקידום היעדים בתחוםים שונים. העבודה שנערכה במסגרת ישראל 2020 שמשה כבסיסה של אסטרטגיה לפב"ק.

האסטרטגייה לפב"ק, אשר מימונה הגיע מתכנית הים התיכון, מתבססת על עבודתם של שישה צוותים סקטורייאליים. צוותים אלה הציעו יעדים וצעדים למימושם של אותם יעדים, כל אחד בתחוםו. תחומי עיסוקם של הצוותים היו תחבורה, אנרגיה, תעשייה, חברות, תיירות, והעיר. צוות נוסף עסק בתחום המגון הביוולוגי. כל אחד מששת הצוותים הסקטורייאליים אויש במומחים שונים בתחום, ועל ריכוזם הופקד מומחה שאינו משוויד ישירות לאחד מן הגוף הקיימים בסקטורו. תוכרי עבודת הצוות – יודי המדיניות והצדדים למימושם של יעדים אלה – מבטאים, אם כן, את עדמותיהם של אנשים העובדים בסקטורים השונים. במלים אחרות, אין הם בבחינת המלצות של אנשי סביבה כלפי הסקטורים, כי אם הצוות שהועלם מן הסקטורים עצם.

על בסיס עבודותם של הצוותים הסקטורייאליים אופיין שבעה יעדים המציינים את הכוונים העיקריים המשותפים לסקטורים השונים:

- ◆ הפנייה של ההשפעות החיצונית באמצעות תמחור ריאלי;
- ◆isiscon במשאבי קרקע, מים ואנרגיה;
- ◆ פיתוח טכנולוגיות וגישות אשר ימצאו או ימנעו פגיעות סביבתיות;
- ◆ שיפור איכות החיים הירונית;

- ◆ הגברת המודעות של הציבור ושל קובי המדיניות לסוגיות איכות הסביבה ומשאבי הטבע;
- ◆ הגנה על החלשים והרחבת מעגל ההזדמנויות הפתוח בפניהם.

עבור כל יעד הוצעו כמה אמצעים העשוייםקדם את השגתו, יחד עם אפיון הצדדים הדרושים למימוש והאחריות המוסדית לנקיותם. בנספח 3 מוצגים תרשימים המציג את היעדים ואת האמצעים שנוצעו לפחות.

אחת הביעות המתעוררות בניסיון לעורך דיוון אנלייטי על פב"ק היא העדרה של הגדרה חד-משמעות עבורו; מעולם טיבו ניתן מושג הפב"ק לפרשנות שוננות, הנבדלות זו מזו ברמה הערכית. לשם גיבוש האסטרטגיה, אם כן, הוצע להגדיר פב"ק על דרך השילילה. ככלומר, פב"ק הוא פיתוח שאינו אפשרי להגדירו כפיתוח שאינו בר קיימה. יתרונוטיו של אופן הגדרה כזו נובעים מן הקלות היחסית שבאופן פיתוח שאינו בר קיימה, שהרי כל פיתוח הסותר מהותית את אחד מייעדי הפב"ק הוא כזה, בעוד שהגדרה פוזיטיבית מחייבת התייחסות בו זמןית לכל המטרות והיעדים. כאמור לאישה זו, זיהתה האסטרטגיה גם כמה תהליכיים מבנים הסותרים את המאמצים להגעה לפב"ק.

מבנה זה של אסטרטגיה חייב, מטבע הדברים, חלוקה לשניים של אינדיקטורים הדרושים לשם מעקב אחריה: אינדיקטורים המשמשים למעקב אחר מימוש היעדים לקידום האסטרטגיה, ומולם אינדיקטורים המשמשים למעקב אחר תהליכיים העומדים בסתרה לפב"ק.

אינדיקטורים למעקב אחר השגת יעדי האסטרטגיה

כדי לזהות את האינדיקטורים הבאים למעקב אחר מימוש האסטרטגיה, זהו אינדיקטורים העשויים לאפיין את מידת ההתקדמות שחללה במימוש שבעת היעדים שצויינו באסטרטגיה. הטעם שמאחורי בחירה במימוש היעדים כנקודת המפתח באסטרטגיה (ולא מימוש המטרות, או יישום האמצעים) היא שהיעדים אופרטיביים דיים כדי שניתנו יהיהקשר בין משותפים קונקרטיים (דבר שאינו נכון לגבי המטרות). יש לזכור גם כי האמצעים שהוצעו עבור קידום היעדים אינם יעדים בפני עצם; יש מקום לעקב אחר מידת יישומם, אך אין כל ודוות שישום יביא בהכרח להשגת היעדים. במידה שהמעקב אחר האינדיקטורים יראה שהיעדים לא מומשו, עשוי הדבר להביא לבחינה של מידת מימוש האמצעים, מחד גיסא, ושל ייעילותם בהשגת היעדים, מאידך גיסא. ככלומר, המעקב אחר מימוש היעדים משמש גם כאינדיקטור hon עבור ייעילותם של האמצעים שננקטו והן עבור מידת היישום של האמצעים שהומלכו.

פרק 13: אינדיקטורים הנגזרים מן האסטרטגייה לפיתוח בר קיימא

בטבלה 13.1 מפורטים האינדיקטורים אשר נבחרו כדי לעקוב אחר מידת יישום היעדים. עבור כל אחד משבעת היעדים שצוינו באסטרטגייה אופיינו כמה אינדיקטורים העשויים לסייע באיזו מידה חלה התקדמות בהשגת היעד. עם זאת, כדי להימנע מריבוי אינדיקטורים, נעשה מאמץ זהות מספר קטן ככל האפשר של אינדיקטורים שייציגו את הقيוניים, ולעתות זאת מבלי שיתעורר חשש להפסד ממדיים קריטיים של היעד. לפיכך אין האינדיקטורים באים כדי לעקוב אחר כל הממדים של כל אחד מן היעדים, אלא רק לזהות מגמות עיקריות של קידומו, או של נסיגות ממנו.

ישום היעד הראשון, הפנתה השפעות החיצונית לאופן מלא באמצעות תמחור ריאלי, מחייב שורה של צעדי מדיניות ושל עבודות רקע, כמפורט באסטרטגייה. תמחור ריאלי, המפנים את השפעות החיצונית, מחייב בכל המקריםعلاה של המחיר מעל מחיר השוק, שהרי השפעות אלה הן שליליות בהכרח כאשר מדובר במפעעים, או במשאבים שהשלכות המחשור בהם הן רב-דוריות, ואין אותן לכדי ביוטי במנגנון השוק. ואולם, לא ברור מה צריך להיות המחיר אשר יביא להפנה מעין זו. מכל מקום ברור שסובסידיות לצריכת מים ואנרגייה סותרות את מגמות היעד. לאור כל זאת, בשלב זה מוצע שהאינדיקטורים יתמקדו בהקף הסובסידיות שניתן לזהות. חיסכון במשאבי קרקע, מים ואנרגיה, היעד השני, מחייב שהשימוש במשאבים אלו יהיהiesel ככל האפשר. לעומת זאת, שהتوزלת הנובעת מצירינת משאים אלו תהיה מירבית. על כן האינדיקטורים מתמקדים ביעילות השימוש במשאבים השונים.

מטרתו של היעד השלישי היא להביא לצמצום הפגיעה הסביבתית. יש שתי דרכי עיקריות לעשות זאת, ועבור כל אחת מהן יש לפתח טכנולוגיות וגישות מדיניות. הדרך הראשונה להפחית את הפגיעה הסביבתית, דבר המחייב מחקר ופיתוח (מו"פ) לשם מציאת טכנולוגיות המפחיתות את הפליטות, או מצמצמות את השפעתן השלילית. הדרך השנייה היא מניעת המפגעים במקור על-ידי מציאת דרכי חלופיות להשגת מטרותיהן של הפעולות השונות. האינדיקטורים הנוגעים לעד זה מתמקדים, לפיכך, ביחס שבין התוצר לבין הקף הפליטות, או בכמות הפליטות ביחס לאוכלוסייה.

מהחר שרוב האוכלוסייה והפעולות הכלכלית נמצאים בעיר, הושם באסטרטגייה דגש מיוחד על התחים העירוני. מבחינה מרחבית ניתן להבחן במאזינים לשיפור איכות החיים העירונית בין אזורי הפעילות הכלכלית לאזורי המגורים. מעבר לכך, איכות החיים היא גם פונקציה של הנגישות לשטחים פתוחים ושל האפשרות לנפוש מחוץ לעיר. הויאל וכיום אין בנמצא אינדיקטורים לאיכות החיים העירונית – שהרי לא ברור מהי איכות

חימם עירוני — מוצע לעורך סקר שנתי שיבחן את שביעות הרצון מסביבות המגורים. מעבר לכך, בטבלה 13.1 מוצעים כמה אינדיקטורים הנוגעים לשני היבטים מהותיים של איכות החיים העירונית, גם אם אינם ממצים את העיסוק בה: החשיפה למטרדים מתחבורה (תרומת התחבורה הציבורית, וביחד האוטובוסים, למטרדים אלה היא מרכזית) והנגישות לשטחים פתוחים איכוטיים.

בاستراتيجיה צוינה גם חשיבות הגברתן של המודעות הציבורית (היעד הרביעי) ושל מעורבות הציבור (היעד החמישי). ניתן לדבר על מודעות הציבור בשני תוחזיו זמן — ארוך (בין-דוראי) וקצר. המודעות ארוכת הטוחה היא פונקציה של החוויות הדוריות של הדור הצעיר, חוותות שיישא עמו בהמשך חייו. לאחר שמטבע הדברים קשה לאבחן את אלה, מוצע שהחשיפה לתוכנות לימוד בתחום הסביבתי תהווה אינדיקטור לכך, לפחות בשלב זה. ב佗וח הקצר מתבטאת המודעות בפועלות של גורמים שונים בחברה ובמשק. כאינדיקטור ראשוני לסוג זה של מודעות מוצע לעקב אחר מספרם וחילוק היחסי בשוק של מוצרים בעלי תווית יロקה.

מעורבות הציבור אינה מוגבלת רק לפעילויות אישית. לרוב היא מחייבת גם התארגנות משותפת ופעילויות ציבורית. המדרדים המוצעים לעניין זה באים לבחון את מידת הפעילויות הזאת, ואת מידת ההתארגנות בארגונים הפועלים כחלק מן החברה האזרחית. אין ספק, עם זאת, שנושא זה דורש ליבור נוסף.

היעד האחרון, הגנה על החלשים והרחבת מעגל ההזדמנויות הפתוח בפניהם, בא לתת ביטוי לקובט החברתי (השוויון הפנים-דוראי). הוא מתמקד ב敏יות ריכוזם של מפגעים, ובicular של סיוכנים אשר לרוב אין מודעות לקרים, בקרבת קבוצות חלשות יחסית (אי-שוויונות סביבתיות), וברצון לשפר את מרווח ההזדמנויות הפתוח בפני קבוצות אלה. האינדיקטורים עבור יעד זה, אם כן, ישמשו אותנו כדי להזות אי-שוויונות סביבתיים מבחינת ההיחסנות לסיוכנים, וכן כדי לאמוד את מרחב ההזדמנויות הפתוח בפני חסרי הרכב ובפני ילדיהם של חברי הקבוצות החלשות.

פרק 13: אינדיקטורים הנגזרים מן האסטרטגייה לפיתוח בר קיימא

טבלה 13.1: אינדיקטורים למיימוש יודי האסטרטגייה לפב"ק

אינדיקטור	יעד
<ul style="list-style-type: none"> ◆ הקף הסובסידיות למים ◆ הקף הסובסידיות לאנרגיה 	הפנתה השפעות חיצונית באופן מלא באמצעות תמחור ריאלי
<ul style="list-style-type: none"> ◆ ציפויות בגין למגורים (מ"רלדונם, בחלוקת על-פי מחוזות) ◆ צרכית אנרגיה_{נפש}; ◆ צרכית אנרגיה_{תל"ג} ◆ אחוז הפטולת הממוחזרת ◆ תוכר חקלאי למ"ק מים שפירמים ◆ אחוז מקורות האנרגיה שאינם מנפט או מפחם 	חיסכון במשאבי קרקע, מים ואנרגיה
<ul style="list-style-type: none"> ◆ השקעות במו"פ סביבתי ◆ שימוש בחומרי הדברה לתוצר חקלאי ◆ אחוז כל רכב הפעלים על דלקים חלופיים ◆ פסולת ביתית לנפש ◆ פסולת רעליה לתל"ג 	מצוקם הפגיעה הסביבתית
<ul style="list-style-type: none"> ◆ סקר שביעות רצון מאזורים מגורים ◆ שטח חשוב לריש מטוסים מעל Ldn60 ◆ אחוז התח"צ (תחרובה ציבורית) על דלקים חלופיים ◆ אחוז אוכלוסייה בטוחה 30 דקות נסיעה ממוקדי נופש עיקריים 	SHIPOR איכות חיים עירונית
<ul style="list-style-type: none"> ◆ מספר ואחוז מוצרים בעליתו ירוק ◆ מספר ואחוז תלמידים שהשתתפו בתכניות סביבתיות 	מודעות ציבורית
<ul style="list-style-type: none"> ◆ מספר התנגדויות שהוגשו למוסדות התכנון ◆ חברות בגופים בלתי-ממשלה 	מעורבות ציבור
<ul style="list-style-type: none"> ◆ חשיפה לסיכוןים על-פי עשירוניים ◆ אחוז הזכאים לטעודת גראות בקרב ילדי העשיiron התחתון בהשוואה לאחוזם באוכלוסייה ◆ אחוז מקומות התעסוקה הנמצאים בסמיכות למקומות תח"צ 	הגנה על 'חלשים' והרחבת מעגל ההזדמנויות של צאצאיהם

אינדיקטורים למעקב אחר תהליכי הסותרים פב"ק

נוסף על היעדים שהסטרטגיה שואפת לקדם, כאמור, זוהו גם שבעה תהליכי הסותרים במהותם את מטרות האסטרטגיה. שבעת התהליכי הללו הם:

1. דרדרות כלכלי;
2. פגיעה בכוח הקנייה וברמת השירותים הזמינים לעשירונים התתחטוניים;
3. ניצול יתר של משאבים ופגיעה בלתי-הדירה בהם;
4. פגיעה מתמשכת בגין יכולת ליצור ידע;
5. פגיעה בגין הסדרה, הפיקוח והאכיפה;
6. פיתוח בלתי-מאוזן (בעיקר פיתוח שאינו מגובה בתשתיות מתאימות);
7. פריבור מפוזר הנשען על הרכיב הפרטי (היחס השחור של תחבורה ופרבורי).

מהותו של כל אחד מן התהליכי הללו מפורט באסטרטגיה, יחד עם הסיבות להגדרכו כתהליך הסותר במהותו את האסטרטגיה לפב"ק. לעניינו כאן אין צורך לחזור על תיאורים ודיונים אלה, אלא רק לאפיין את האינדיקטורים הדורשים כדי לעקוב אחר מידת התממשותם של שבעת התהליכי האמורים.

בטבלה 13.2 מפורטים שבעת התהליכי השליליים הללו, ומוצעים אינדיקטורים אשר עשויים לאפשר לנו לעקוב אחר מידת התממשותם. בנוסף מצורף בטבלה טור המסביר את ההיגיון שהנחאת בחריטם של האינדיקטורים לתיאור תהליכי מעין זה. מאחר ששאלת ניצול המשאבים عمדה במקד הפרק המופיעים בחלק 2 של דוח' זה, האינדיקטורים הדורשים לשם זיהוי ניצול יתר של משאבים (התהליך השלישי) אינם מפורטים בטבלה 13.2.

טבלה 13.2: אינדיקטורים ל手続きים הסותרים פב"ק

הסבר	אינדיקטורים	תהליכי
הדרדרות כלכלית תבואה לידי ביטוי בהפחנת המקורות למשק, ו/או בהגברת העול על הדורות הבאים	◆ תלין (توزר לאומי נקי) ◆ לנפש ◆ חוב חיצוני\לאומי	הדרדרות כלכלית
פגיעה בכוח הקנייה של העשירונים התתחטוניים וברמת השירותים שיקבלו תבנה מירידת בהכנסה הריאלית שלהם, ותבואה לידי ביטוי בבריאות התינוקות	◆ הכנסה ריאלית של העשירון התתחטוני ◆ שיעור תמותת תינוקות בעשירון התתחטון ביחס למוציא אוכלוסייה	פגיעה בכוח הקנייה של העשירונים התתחטוניים וברמת השירותים שהשירוטים שהם מקבלים

טבלה 13.2: המשך

הסבר	אינדיקטורים	תהליך
האינדיקטורים הדרושים לשם אפיון תהליך זה מפורטים בניריות הצוותים	האינדיקטורים בתוכום זה זהים לאלה שעולמים מעבודת הצוותים	ኒצול יתר של משאבים
היכולת לייצר ידע היא בראש ובראשונה פונקציה של מערכת ההשכלה הגבוהה, ולכן הדגש מושם עליה	<ul style="list-style-type: none"> ◆ השקעה בהשכלה גבוהה ◆ מספר אנשי סגל במוסדות ההשכלה הגבוהה וגילם המומוץ ◆ מספר התלמידים ואנשי הסגל בתכניות לימוד סביבתיות במוסדות להשכלה גבוהה 	פגיעה מותמכת ביכולת לייצר ידע
הפיקוח והאכיפה בתחום הסביבתי מצוים באחריות הסוכנויות הסביבתיות הציבוריות, וכיולתן קובעת, לפיכך, את יכולת האכיפה ואת מידת הפגיעה	<ul style="list-style-type: none"> ◆ מספר המועסקים בסוכנויות סביבתיות\נפש סמכויותיהם של סוכנויות סביבתיות והפעלתן 	פגיעה ביכולת הפיקוח והאכיפה
התשתיית המזונחת והנטרנתה ביותר היא תשתיית הבניין, ובividוד טיהור השפכים. לכן החיבור למתנקי טיהור שפכים הוא אינדיקטור לכל זמינות התשתיות	<ul style="list-style-type: none"> ◆ מספר יחידות דירות שאין מחוברות למתנק טיהור שפכים 	פיתוח לא מאוזן
ה"חוור השחור" הוא מערך ההייזון החוזר: עליית רמת המינוע גורמת לחיזוק תהליכי הפריבור, ואלה מביאים להגברת השימוש ברכב הפרטי. על כן יש צורך לעקוב אחר שני הרכיבים העיקריים כאן – השימוש ברכב והಗורם הפרבריים	<ul style="list-style-type: none"> ◆ אחזו האוכלוסייה בדירות צמוד-קרקע או בישובים קטנים ◆ אחזו האוכלוסייה עם נגשנות לתחרובה ציבוריית סדרה ותוכפה ◆ רמת המינוע 	" החוור השחור" של תחבורה ופירבור

לקראת מערכת אינדיקטוריים לפיתוח בר קיימת בישראל

את שבעת התהיליכים הסותרים פב"ק ניתן לחלק לשכבותיים במובהק ולתהליכים חברתיים כוללים. למעשה, התהיליכים היחידים שהם סביבתיים במובהק הם ניצול יתר של משאבים, פיתוח לאazon וה"חומר השחור". יתר התהיליכים הם תהיליכים חברתיים כוללים, שחסיבותם חברתיות, כלכלית וסביבתיות. מעקב אחר שני התהיליכים הראשונים מחייב שימוש באינדיקטורים כלכליים וחברתיים. בשלב זה לא נמצאו נושאים אלה במקד העובדה, שכן החוסר העיקרי הוא בתחום הסביבתי. ברורו, אם כן, שיש צורך בעבודה נוספת כדי לברר אם האינדיקטורים המוצעים כאן הם אכן המתאימים ביותר. דבר זה אמרו גם לגבי הפגיעה ביכולת לייצר ידע ולגבי הפגיעה ביכולת הפיקוח והאכיפה. עם זאת, בשני המקרים האלה עשוים להימצא הבדלים בין התחומים, שכן לא מן הנמנע שיכולת הפיקוח והאכיפה תקינה בתחום הפלילי או הכלכלי, לדוגמה, אך נפצעת בתחום הסביבתי. בשני המקרים הללו, אם כן, הושם בשלב זה דגש על התחום הסביבתי בלבד. האינדיקטורים הנוגעים לשני התהיליכים הללו מוגבלים, בשלב זה, לתחום הסביבתי. בהמשך אולי ניתן יהיה לשלב כאן גם אינדיקטורים הנוגעים לתחומים אחרים, אך נושא זה יחייב דיון נוסף.

פרק 14: הצעה למערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימה בישראל

ערן פיטלסון

כאמור, מטרת עבודה זו היא לאפיין אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת (פב"ק). ואולם, למונח פב"ק אין משמעות אחת מוסכמת. ההפק הוא הנכוון. החלטתו של מונח זה והפיכתו למשמעותו שגורם תולדה של ריבוי המובנים שנייתן להעניק לו. לאחר שיש חשיבות לעצם היכולת להביא בעלי דעתות שונות לדיוון משותף על מהות המשוגג ועל דרכי יישומו, מחד גיסא, ולאור השפעת האינדיקטורים על קביעות הפרמטרים לדיוון, מайдך גיסא, יש חשיבות לכך שהאינדיקטורים יענו על ציפיותיהם השונות של בעלי הדעות והעמדות השונות.

לאור הבדיקות אלה זהה שישה מרכיבים החיוניים לפב"ק, על-פי רוב הדעות הרווחות, גם אם ניטש עדין ויכוח על חשיבותם היחסית. האינדיקטורים שזוועו בפרקם הקודמים – על בסיס ניירות העמדה הסקטוריואליים, בחינת תכניתם התיכון וזיהוי האינדיקטורים הנגזרים מתוך האסטרטגייה לפב"ק – סווגו מחדש בפרק זה באופן המבקש לתת מענה לששת הרכיבים הללו. בכמה מקומות הביא עצם אפיונים של הרכיבים למודifikיות מסוימות באינדיקטורים, או להצעת מספר מוגבל ביוטר של אינדיקטורים חדשים.

ששת הרכיבים שזוועוichi כחיוניים לכל הגדרה של פב"ק הם:

- ◆ צמיחה כלכלית בת קיימת;
- ◆ שוויוניות חברתית וסביבתית בדור הנוכחי;
- ◆ יכולת להתמודד עם נושאים סביבתיים;
- ◆ הגנה על אינטראסים של הדורות הבאים;
- ◆ ניצול ייעיל של משאבים;
- ◆ איכות החיים של הדור הנוכחי.

מערכת האינדיקטורים המוצעת, המסוגת בהתאם לששת הרכיבים, כמו גם הסבר קצר בנוגע להיגיון שמאחורי הבחירה בכל אינדיקטור, מופיעים בטבלה 14.1. בהמשך פרק זה מתוארים בקצרה שתwo הרכיבים שעלה-פהם סווגו האינדיקטורים, ומוצג ההיגיון שמאחורי הצעת האינדיקטורים להערכת כל אחד מהם.

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

לאחר מכן, בחלקו האחרון של הפרק, נבחנת מידת זמינותם של הנזונים הדרושים עבור יישום כל אחד מהאינדיקטורים.

טבלה 14.1: מערכת אינדיקטורים מוצעים

נושא	אינדיקטור	הסבר
צמיחה כלכלית בת קיימת	תל"ג לנפש	התוצר הנקי (בኒומי פחות) שמקורו בתחום מדינת ישראל
	חווב חיצוני תל"ג	שיעור החוב המוטל על הדורות הבאים בגין למקורות
	מחיר מ"ק בטון	מחיר הבטון משקף את מידת המחשבה בתשומותיו (חומר כרייה וחציבה), מחד גיסא, ומשפיע על עלויות הבניין, מאידך גיסא.
שוויוניות חברתית וסביבתית בדור הנוכחי	הכנסה פנויה של העשרון התחתון, בערכים ריאליים	קובע את יכולת הקנייה של החלשים ביותר, ועקב לכך גם את רמת השירותים שהם מקבלים
	היחסות לסטטונום בחולקה לעשירונים ולקבוצות מייעוטים	בסיס לדין על מידת אי-השוויונות הסביבתיות
	אחוז מקומות העבודה הנגישים לモקדדי תח"צ	מדד למרחב ההזדמנויות הפתוח בפני חסרי הרכב
יכולת להתמודד עם נושאים סביבתיים	רמת מינוע של העשרון התחתון בגין כל האוכלוסייה	מדד לרמת המוביליות של הקבוצות החולשות בהשוואה לכל האוכלוסייה
	ההשקעה במווי"פ סביבתיים	מדד לסיכויים למצוא פתרונות טכנולוגיים לביעות סביבתיות
	מספר הסטודנטים בתכניות לימוד סביבתיות ואקוולוגיות	מדד להיווצרות ההון האנושי בתחום הסביבתי בישראל

פרק 14: הצעה למערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

טבלה 14.1: המשך

נושא	אינדיקטור	הסבר
השכלה גבוהה	ההשקעה בהשכלה	הבסיס ליכולת הפיתוח וליכולת יצירת ההון האנושי הדרוש להתמודדות עם בעיות סביבתיות וחברתיות ולשם צמיחה כלכלית
הסגל האוניברסיטאי	מספר ומבנה הגילאים של הסגל האוניברסיטאי	מדד למצוות ההון האנושי בר קיימת (היווצר גם הון אנושי נוסף)
המשתתפים בתכניות סביבתיות בבתי הספר	מספר ו אחוז התלמידים לנוסאים סביבתיים, כבסיס למודעות סביבתיות בבתי הספר	מדד להישפוטו של הדור הנוכחי לנוסאים סביבתיים, כבסיס למודעות סביבתיות
ביחס לאוכלוסייה	מספר המועסקים בסוכנויות סביבתיות	מדד ליכולת האכיפה והפיקוח בתחום הסביבתי
הגנה על אינטרסים של הדורות הבאים	סיכום תריהן של סוכנויות סביבתיות ומידת השימוש בהן	מדד ליכולת האכיפה, הפיקוח והתגובה לציבורית לביעות סביבתיות
השיטות הפתוחות	שיטת בניו מול פתוח, על-פי מחוז ועל-פי מידת ההגנה על השיטות הפתוחות	הकף השיטחים הפנויים לדורות הבאים כדי לעצבם לצרכיהם
ריציפות השיטחים הפתוחים	ריציפות השיטחים הפתוחים	בעל חשיבות למגוון מינים ולצרכי תשתיות
בנייה שיטחים משוקמים	שטחי כרייה וחציבה בנייכוי שיטחים משוקמים	הकף נטו של השטחים הזמינים להספקת תשומות בניה
כרייה וחציבה לנפש	רזרבות ידועות של חומרי כרייה וחציבה לנפש	זמינות התשתיות הדרושות לבניין עבור הדור הנוכחי והדורות הבאים
אחו אקוטופים נותרים	אחו אקוטופים נותרים	מדד להסתברות השתמרותו של מגוון המינים

טבלה 14.1: המשך

נושא	אינדיקטור	הסבר
	ריציפות אקוטופים עיקריים	מדד להסתברות השתמרותו של מגוון המינים
	מעקב אחר מגוון צמחים באטרים נבחנים	מדד לתמורות הchlות במדגם של השטחים הפתוחים
שימושיעיל של משאבי	מאזן המלחים באזורי מושקים	מדד להמלחת קרקע
	תיכולת מתכונת באזורי מושקים	מדד ליזיון קרקע
	מאזן קרקע באזורי לא מושקים	מדד לאבדן קרקע
	אחזו הפסולת הביתהית הממוחזרת	מדד לעילות השימוש בקרקע ולשימוש משאבי
	פסולות רעליה מסולקת ליחידת תוצר	מדד לעילות הייצור מבחןת הנTEL לדירות הבאים
	aicoot מי הימ לאורך החופים	מדד למידה שבת מטילה ישראל נTEL על המשאיים האזרויים, כמו גם למידת הטיפול בשפכים
	אחזו השפכים המטוורים לרמה שלישונית ומושבים	מדד למידת השימוש המרובה במים וצמצום הסיכוןם לקרקע ולמי תהום
	אחזו ייחדות הדיוור שאינו מחוברות למתקנים טיהור שפכים	מדד לאיזון בתהליכי פיתוח
	תוצר חקלאי למ"ק מים שפירים	מדד לעילות השימוש במים בחקלאות

פרק 14: הצעה למערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

טבלה 14.1: המשך

נושא	אינדיקטור	הסבר
	רמת הסבוסוד למ"ק מים שפירים	מדד למדת יעילות השימוש במים
	מפלס מי הכנרת	מדד ל HttpStatusCode
	מפלסי אקווייפר יר"tan (ירקון-תנינים), האקווייפר הצפון- מזרחי ואקווייפר החוף, בבארות ספציפיות	מדד ל HttpStatusCode האגרים
	מלחמות בבארות СПЦИФИОТ БАКОУИФР החוף, באקווייפר יר"tan ובאקווייפר הצפון-מזרחי	מדד ל HttpStatusCode האגרים
	שימוש בחומרי הדבשה ליקידת תוצר חקלאי	יעילות השימוש בחומרי הדבשה, המסכנים את איכות המים
	שימוש באנרגיה לנפש	מדד לאינטנסיביות השימוש במשק בית
	שימוש באנרגיה לתל"ג	מדד ליעילות אנרגטית משקית
	אחזו האנרגיה מקורות מתחדשים	מדד למדת המעבר לשימוש במקורות בני קיימת
	סך הסובסידיה לאנרגיה	מדד ליעילות השימוש באנרגיה
	אחזו כלי הרכב הפעלים על דלקים חלופיים	מדד למדת היקלטותן של טכנולוגיות חסכוניות באנרגיה, ולפליטות מזהמי אוויר
	פליטות מזהמי אוויר לק"מ-רכב	מדד ליעילות השימוש באנרגיה וליעילות המנועים בתחבורה

טבלה 14.1: המשך

נושא	אינדיקטור	הסביר
aicot ha'chayim shel hador ha-nochchi	תוחלת החיים בלבד	מדד למצב הבריאות
	שיעור תמותת תינוקות	מדד למצב בריאות
	ריכוזי SO_2 בנקודות נבחרות	מדד לזיהום אוויר, בעיקר מתחנות כוח
	ריכוזי NO בנקודות נבחרות לאורך דרכים ובאזורים בי'-עירוניים	מדד להיווצרות פוטנציאלי למזהמים פוטו-כימיים וכן לזיהום מתחמוצות חנקן
	ריכוזי חלקיקים באתרים עירוניים נבחרים	מדד לזיהום אוויר פנים-עירוני המסקן את הבריאות
	שטח החשוף לרעש מטושים מעל $Ldn60$	מדד להקף בעיות רעש מטושים
	מספר המוצרים בעלי 'תווית יrokeh'	מדד למודעות סביבתית ולתגובה בסקטור העסקי
	מספר הארגונים הסביבתיים הבלתי- משמעותיים הרשומים אצל רשם העמותות	מדד למעורבות ציבורית סביבתית
	אחוז האוכלוסייה בטופח 30 דקוטן נסעה ממוקדי נופש עיקריים	מדד לרוחחה פוטנציאלית של האוכלוסייה
	אחוז האוטובוסים הפעלים על דלק חלופי	מדד לאיכות החיים העירונית
	סקר שביועות רצון מסביבות מגוריים	توزעות של סקר שנתי המאפשר מעקב אחר מגמות באיכות החיים העירונית

אינדיקטורים לצמיחה כלכלית בת קיימא

צמיחה כלכלית היא הבסיס לפב"ק, שכן היא זו שמרחיבה את המקורות הזמינים למשק, ובכלל זה המקורות המשמשים להתחממותם עם בעיות סביבתיות וחברתיות. האינדיקטור המקבול לצמיחה הכלכלית הוא התוצרת הלאומית הגולמי לנפש. ואולם, חלק מתוצר זה מקורו בפעילויות ישראלית בחו"ל, וחילקו בא לכיסות על הפחתה. על כן, האינדיקטור המוצע הוא התוצרת המקומיי הנקי, הכולמת התוצרת שמקורה בישראל, בנסיבות הפחתה. במידה שבעתיד יחוسب 'התוצרת יroke', שבו יופחת הפחתה במסאבי הטבע בחישוב התוצר¹¹¹, התוצרת המקומיי הנקי ישמש כאינדיקטור הנוכחי לתוצרת בניקוי הפחתה של מסאבי הטבע.¹¹²

הצמיחה מותנית בהשקעות, אשר מtabססות בחלוקת על הלואאות על חשבון העתיד. הלואאות אלה מטילות נטל על הדורות הבאים, שהרי הם שייצטרכו להחזירן. כדי לאמודה באיזו מידת מהוות ההשקעות בהווה נטל על הדורות הבאים (בהתחשב גם במקרים שהדור הנוכחי יוצר) מוצע האינדיקטור השני בקבוצה זו – החוב החיצוני ביחס למקומות. צמיחת המשק כרוכה בפיתוח פיזי. המרכיב הבסיסי לבנייה הוא הבטון. מחיר הבטון הוא פונקציה של הביקושים לו, מחד גיסא, ועלות ייצורו, מאידך גיסא. עלות זו היא פונקציה של היעצם התשומות, וביחוד חומרי הכריה והחציבה. מחיר מ"ק בטון, המוצע כאינדיקטור השלישי בתחום זה, בא הן כדי לאפיין את עלויות הפיתוח הפיזי והן כדי לאפיין את המהסוך בתשלומי חומרי כרייה וחציבה לבנייה.

שוויוניות חברתית וסביבתית בדור הנוכחי

מטרת-העל השנייה של פב"ק היא שוויוניות פנים-דורית. הדגש בספרות על פב"ק, עם זאת, אינו על שוויוניות כזו, כי אם על מצב הקבוצות החלשות בחברה¹¹³. ההצעות לאינדיקטורים בתחום החברתי מתקדמות, לפיכך, בקבוצה זו, המורכבת מaucolosiotot מייעוטים (שלרוב סובלות מהיעדר כוח פוליטי, דבר העולם לגروم לקיפוחן בחלוקת המשאבים) וכן העשירונים התחנונים מבחינת הכנסתם (החסרים כוח קנייה וכן עלולים לזכות ברמת שירותים נמוכה, ותחום השירותים הסביבתיים בכלל זה).

האינדיקטורים המוצעים באים לבחון את מצב הקבוצות החלשות בחברה בארבעה ממדים. הראשון מצין את כוח הקנייה שלהם, דהיינו, את כוחם הכלכלי. השני מתקדם, מפרשפטיבה של שוויוניות סביבתית, בהיחסות למפגעים ולמטרדים. לכארה, ראוי לבחון סוגיה זו לגבי כל מזהם או מגע בפרט. ואולם, כדי לצמצם את מספר האינדיקטורים, מוצע להתמקד בסיכוןם, שכן אלה לרוב אין גלויים לעין, ויש לבטא אותם במונחים הסטברותיים, שאינם נוחים להבנה¹¹⁴. יתר על כן, לאחר שמיוקם הוא

תולדה של תהליכי קבלת החלטות פוליטיות, מתעורר החשש שקבוצות החסروת כוח פוליטי ייחספו לסייעים אלה באופן דיספרופורציוני. חשש זה גובר ככל שההיעץ האתרים הזמינים פוחת, כפי שאכן קורה בישראל, וככל שהמודעות לסייעים, ועל כן גם ההתנגדות הפוליטית, גוברת ברוב שכבות האוכלוסייה – כך שיש בכוחן של השכבות המבוססות יותר למנוע את הקמת האתרים המהווים מטרד באזורי, ולמעשה לכפות את העברתם לאזרוי מגוריהם של האוכלוסיות החלשות.¹¹⁵

חולשתן של הקבוצות החלשות היא בחלוקת גם פונקציה של נישותן למקדי הזרמוויות. נישות זו היא בחלוקת פיזית ובחalkה חברתית. בשלב זה מתמקדים האינדיקטורים המוצעים בנסיבות הפיזית. שני המדרדים האחרונים בתחום זה מתמקדים, לפיכך, בשאלת נישותם של מקומות התעסוקה לחסרי רכב, מחד גיסא, ולMOVILITIES החברתית של הקבוצות החלשות, מайдך גיסא¹¹⁶.

יכולת להתמודד עם לחצים סביבתיים

ישנן עדויות לא מעטות לשיפורים סביבתיים משמעותיים החלים בתחוםים רבים, וזאת על אף המשך גידול האוכלוסייה והצמיחה הכלכלית.¹¹⁷ ההסבר לכך הוא שగידול האוכלוסייה והצמיחה הכלכלית אכן מגבירים את הלחצים על הסביבה, אך מידת הפגיעה בסביבה אינה פונקציה של הלחצים בלבד, אלא גם של המענה הניתן להחצים. התשובה לשאלת "האם מצב הסביבה משתפר אוiorע?", אם כן, היא כנראה במידה רבה פונקציה של יכולת ההתמודדות עם הביעות הסביבתיות.

יכולת ההתמודדות עם הלחצים הסביבתיים היא פונקציה של ידע ושל יכולת ניהול (capacity) ממשנהו הכספי הראשון שיש לעקוב אחריו, אם כן, עוסק ביכולת לפתח ידע אשר יאפשר ההתמודדות מוצלת עם הלחצים הסביבתיים. יכולת זו היא פונקציה של השקעה במומ"פ, מחד גיסא, ושל ההון האנושי, מайдך גיסא. לפיכך באים האינדיקטורים הראשונים בקבוצה זו כדי לעקוב אחר ההשקעות במומ"פ וביצירת ההון האנושי, כמו גם אחר מצאי ההון האנושי והיווצרותו בפועל. לאחר שיצירת ההון האנושי הדורש עבור ההתמודדות עם הלחצים הגורמים על הסביבה מרווחת בעיקר במוסדות להשכלה גבוהה, הדגש בסעיף זה מושם על מוסדות אלה.

הגורם השני המשפיע על יכולת ההתמודדות היא המערכת המנהלית בתחום הסביבתי. יכולת זו היא פונקציה של כמותו ואיכותו של כוח האדם המצו依 בסוכניות הסביבתיות השונות, וכן בסמכויות המקנות לסוכניות אלה ובאפשרות הנינתן להן להשתמש בסמכויותיהן. לאור זאת, האינדיקטורים באים לעקוב אחר כוח האדם המצו依 בסוכניות הסביבתיות, אחר הקפ סמכויות המקנות לסוכניות אלה ולאחר השימוש שכוחן לעשות

פרק 14: הצעה למערכת אינדיקטוריים לפיתוח בר קיימת בישראל

בسمכויות אלה. בשלב זה של העבודה טרם אוביחנו המשתנים הספציפיים שיאפשרו אפיון של נושאים אלה, ועל כן יהיה צורך בעבודה נוספת לשם כך.

הגנה על אינטראסים של הדורות הבאים

אחד החידושים המרכזיים בדיוניים על פב"ק הוא הארכט טווח ההסתכלות אל מעבר לדור הנוכחי ולדור הבא (שהוא נושא התכנון ארוך הטווח הרגיל). יש, אם כן, צורך באינדיקטורים אשר יאפשרו את השפעות ארוכות הטווח של מעשי הדור הנוכחי. התחום שבו ניכרת יותר מכל השפעתו של הדור הנוכחי על האפשריות שייוותרו עברו הדורות הבאים הוא תחום הפיזי. אורך החיים של תוצרי הפיתוח הפיזי (מבנים ותשתיות) נמדד בעשרות שנים. מטעם זה, המטרה הראשונה שצוינה באסטרטגיה לפב"ק בישראל היא השארת מרחב אפשרויות רחב ככל האפשר לדורות הבאים, כדי שאלה יוכל לעצב כרצונם את המרחב ואת אורחות חייהם.

כדי לעקוב אחר ההשלכות ארוכות הטווח של הפיתוח, מתמקדים האינדיקטורים בשני נושאים – שטחים פתוחים ומגוון מינים. העיקרונות המנחה בתחום זה הוא שככל שיישאר מרחב פתוח יותר, מגוון יותר ועם מגוון מינים עשיר יותר, כן תגדל מידת החופש של הדורות הבאים לבחור בעצמו את דמות המרחב שבו יחפזו לחיות; מגוון האפשרויות שייוותר פתוח להחלותיהם יהיה רחב יותר. לאחר שאנו יודעים את מספר המינים הקיימים בישראל, הגישה המוצעת היא עריכת מעקב אחר כמהו השטחים הפתוחים הנוטרים, אחר רציפותם ואחר מגוון האקווטופים שנוטרו בהם.

ニיצול יעיל של משאבי

כדי להגיע לפב"ק יש צורך להבטיח שהפיתוח לא ילווה בפגיעה במשאבים – לנתק, במידה האפשר, בין הפיתוח הכלכלי לבין צדירת המשאבים. ניתוק זה (המכונה *decoupling* בספרות) יכול להיות אבסולוטי (כאשר צדירת המשאבים קטנה עוד שהצמיחה הכלכלית ממשיכה) או יחסית (שבו צדירת המשאבים ממשיכה לעלות, אך בקצב אטי יותר מקצבה של הצמיחה הכלכלית). מדו"ח שהוכן ב-OECD (2002) עולה שמדינות מפותחות רבות אכן מצליחות בכך. האינדיקטורים שבהם משתמשים בדו"ח OECD (2002) לשם בחינת ניתוק זה בוחנים בעיקר את מידת השימוש במשאבים, או את מידת הפגיעה בהם, ביחס לתוצר.

האינדיקטורים המוצעים עבור בדינה של מידת יעילות ניצול המשאבים מוצגים, בטבלה 14.1, בחלוקת לפי משאבים¹¹⁹. עבור כל אחד מן המשאבים העיקריים, שעבורם

לקראת מערכת אינדיקטוריים לפיתוח בר קיימת בישראל

הוכנו גם ניירות הרקע, אופיינו כמה אינדיקטורים. האינדיקטורים לגבי כל משאב נחלקים לאינדיקטורים אשר באים לאפיין את מצב המשאב (כגון מפלסי המים או ריכוזי מזוהמים בנקודות שנבחרו באופן המאפשר הסקט מסקנות לגבי כל המשאב), לבין אינדיקטורים שבאים לעקוב אחר מידת יעילות השימוש בו (ותוצר חקלאי למ"ק מים שפיררים לחקלאות, למשל). חלוקה זו נובעת מכך שייתכנו מצבים שבהם הפגיעה במשאב אינה גבוהה בשלב הנוכחי, אך מידת יעילות השימוש בו ירודה, או מקרים שבהם מצבו של המשאב ירוד למרות הייעילות הגבוהה שלו ניצולו.

aicot ha'chayim shel ha'dor ha'nochi

הדיון בפב"ק נוטה לא אחת להציג, בתחום הסביבתי, את הדורות הבאים. עם זאת, אין הכוונה שאיכות החיים של הדור הנוכחי אינה חשובה. הרכיב השישי של מערך האינדיקטורים המוצע בא, לפיכך, כדי לעקוב אחר איכות החיים של הדור הנוכחי. אין הגדרה אחידה לאיכות חיים. בהצעה הנוכחית היא נפתחת כווקטור הכלול בראיות, איכות סביבה, חייפה למטרדים, יכולת השפעה ומעורבות בחברה, תוך מתן דגש לסביבה הירונית, שהרי מעלה מושגים אחו זמונם מאוכולוסית המדינה מרכזת בערים. ברור שהווקטור המוצע לא מכסה את כל המרכיבים של איכות החיים. לדוגמא, הוא כלל איינו עומד על מגוון האפשרויות הפתוחה בפני האזרחים בתחום הפנאי (למעט לגבי נופש בחו"ק הטבע – נב"ט), העשור התרבותי, ההענות לציפיות בתחום החינוך וכדומה. לא מן הנמנע, אם כן, שבהמשך העבודה יהיה צורך להוציא אינדיקטורים בתחוםים אלה. ואולם, בשלב העבודה הנוכחי נוחה רכיב זה בעיקר מן היחס הסביבתי, ועל כן נכללו בו (בנוסף לתוחלת החיים ולשיעור תמותת התינוקות, שהם אינדיקטורים בסיסיים לבריאות) בעיקר נושאים הקשורים לחיפוי לזיהום אויר ולמטרדים הנובעים מכמה מקורות עיקריים (מטוסים ואוטובוסים), נגישות לנב"ט בrama היל-עירונית, מידת המעורבות הסביבתית והמודעות הסביבתית (כפי שמתבטאת בשוק), וכן שביעות הרצון מסביבת המגורים. אינדיקטור אחרון זה יחייב סקר שנתי, שבסוגרתו תיבחן שביעות הרצון במדגם מייצג של שכונות.

zmionot ha'ntoniim ubor ha'indikatoriim hamozchais

הואיל ועובד זה באה לאפיין את האינדיקטורים הרצויים מנקודת ראות של פב"ק, ברור שלא עבור כל האינדיקטורים יהיו בהכרח נtones זמינים. טבלה 14.2 מסכמת את זמינות הנטונים הדרושים עבור האינדיקטורים השונים.

פרק 14: הצעה למערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

זמינים הנתונים הדורשים סוגה בטבלה 2.14 בחלוקת לארבע רמות. האינדיקטורים שהנתונים הדורשים ליישום כבר זמינים ברמת אמינות גבוהה, ואינם מצריכים עבודה נוספת, סומנו בשני סימני חיבור (++). אינדיקטורים אשר הנתונים הדורשים ליישום קיימים בישראל, אך נמצא שאינם זמינים לציבור הרחב¹²⁰ סומנו בסימן חיבור בודד (+), וכמוותם גם האינדיקטורים שהנתונים עבורם מחייבים ביצוע מניפולציה פשוטה בנסיבות קיימים. אינדיקטורים אשר הנתונים אינם קיימים, ועל כן מחייבים עבודת אישור נתוניים או מניפולציה לא טריינואלית של מידע קיים, סומנו במשמעות בודד. במקרים אלה יהיה צורך בהשקעה של עבודה מסויימת, אך מדובר בעבודה טכנית בעירה.

כל הקטגוריות שתוארו עד כה כוללות אינדיקטורים שנייתן ליישום במאמר טכני וכימי מסויים, או אינדיקטורים הזמינים כבר עתה. עם זאת, בהצעה נכללים גם מה אינדיקטורים אשר המקשר הדורש ליישום עדין אינו בנמצא, או כאלה שעדיין אין הסכמה על הגדרתם האופרטיבית. אינדיקטורים אלה סומנו בשני סימני חיסור (--). במקרים אלה דרושה עבודה ראשונית שמטרתה להגדיר את האינדיקטורים ולבנות את הכלים הדורשים לאיסוף הנתוניים. דוגמא לכך הוא סקר שביעות הרצון של שכונות המגורים: אף-על-פי שכבר נערכו כמה עבודות בתחום זה, הן היו עבודות מחקר שנושאיםיו היו שונים זה מזה, ועל כן גם עשו שימוש בשאלונים שונים. כדי לעורוך סקר סיסטמטי מעין זה, אשר ישמש ליצוג של כל הארץ ויישמש ל问问 אחר שינויים שיחולו במידת שביעות הרצון לאורך זמן, יהיה צורך בהסכמה לגבי הגדרת שביעות רצון ממגורים ולזהות את המדגים אשר יופיעו את כל הארץ מבחינה זו.

טבלה 14.2: זמינות הנזונים עבור האינדיקטורים המוצעים

זמינות הנזונים	אינדיקטור	נושא
++	творם מקומי נקי לנפש	צמיחה כלכלית בת קיימה
++	תלי'צ'וב חיצוני	
++	מחיר מ"ק בטון	
++	הכנסה פנומית של העשרון התיכון בערכים ריאליים	שוווניות חברתיות ושביבתיות בדור הנוכחי
--	הירשפות לsicונים, בחלוקת לעשורונים ולקבוצות מיוטים	
--	אחוז מקומות העבודה הנגישים למועד תח"ץ	
++	רמת מינוע של העשרון התיכון ביחס לכל האוכלוסייה	
-	ההשקעה במיפוי סביבתי	יכולת להתמודד עם נושאים סביבתיים
-	מספר הסטודנטים בתכניות לימודי סביבתיות ואקולוגיה	
++	ההשקעה בהשכלה גבוהה	
+	מספר ומבנה גילאים של סגל באוניברסיטאות	
+	מספר ואחוז התלמידים הנבחנים בחינות בגרות באיכות הסביבה	
-	מספר המועסקים בסוכנויות סביבתיות ביחס לאוכלוסייה	
--	הסמכויות של סוכנויות סביבתיות ומידת השימוש בהן	

פרק 14: הצעה למערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

טבלה 14.2: המשך

נושא	אינדיקטור	זמינות הנתונים
הגנה על אינטראסים של הדורות הבאים	שטח בניין מול פתוח על-פי מי מחוץ, ומידת ההגנה על השטחים הפתוחים	+
	רציפות שטחים פתוחים	--
	שטחי כרייה וחציבה בניכוי שטחים משוקמים	+
	רזרבות ידועות של חומרי כרייה וחציבה לנפש	+
	אחזו אקוטופים נותרים	--
	רציפות אקוטופים עיקריים	--
	מעקב אחר מגוון צמחים בכמה אזורים נבחרים	-
	מאזן המלחים באזורי מושקים	-
	תכולת מתכות באזורי מושקים	-
	מאزن קרקע באזורי לא מושקים	-
ニיצול יעיל של משאבים	אחזו הפסולת הביתית הממוחזרת	-
	פסולת רעליה מסולקת ליחידת توزר	++
	aicoot מי הימ לאורך החופים	++
	אחזו השפכים המטופלים לרמה שלישונית ומושבים	+
	אחזו ייחדות דיר שאין מחוברות למתקני טיפול שפכים	-

טבלה 14.2: המשך

נושא	אינדיקטור	zmionot_hantoniim
	תוצר חקלאי למ"ק מים שפירים	++
	רמת הסבוסוד למ"ק מים שפירים	+
	מפלס מי הכנרת	++
	מפלסי אקווייפר יר"tan, האקווייפר הצפון-מזרחי וакוויפר החוף, בבארות ספציפיות	++
	מלחחות בבארות ספציפיות באקווייפר החוף, באקווייפר יר"tan ובאקווייפר הצפון-מזרחי	++
	שימוש בחומרי הדברה לייחידת תוצר חקלאי	-
	שימוש באנרגיה לנפש	++
	תלי"יט שימוש באנרגיה	++
	אחוֹ האנרגיה ממקורות מתחדשים	-
	סִך הסובסידיה לאנרגיה	-
	אחוֹ כלי הרכב הפעילים על דלקים חלופיים	++
	ריכוזי SO ₂ בנקודות נבחרות	++
	ריכוזי NO _x בנקודות נבחרות לאורך דרכיהם ובאתרים בין-עירוניים	++
	ריכוזי חלקיים באטרים עירוניים נבחרים	++
	פליטות מזהמי אוויר לק"ם-רכיב	++

פרק 14: הצעה למערכת אינדיקטוריים לפיתוח בר קיימת בישראל

טבלה 14.2: המשך

נושא	אינדיקטור	זמינות הנתונים
aicot ha'chaim shel hador ha-nochi	תוחולת החיים בלילה	++
	מספר המוציאים בעלי 'יתוית ירוקה'	-
	מספר הארגונים הבלתי- ממשלטיים הסביבתיים הרשומים אצל רשם העמותות	-
	אחוז האוכלוסייה בטוחה 30 דקוט נסיעה מוקדי נופש עיקריים	-
	אחוז האוטובוסים הפועלים על דלק חלופי	-
	סקר שביעות רצון מסביבות מגורים	++

- ++ מידע זמין
- + מידע קיים שאינו בהכרח זמין לכל
- מחייב עבודה איסוף או מניפולציה של מידע
- מחייב עבודה ראשונית.

התמונה העולה מטבלה 14.2 היא שמתוך 50 האינדיקטורים המוצעים, נתונים מלאים זמינים עבור 21 אינדיקטורים, ומידע קיים עבור 7 אינדיקטורים נוספים. לעומת זאת, נמצא מידע בסיסי עבור מעלה ממחצית האינדיקטורים, ולכן אין מניעה ליישם כבר עתה. עבור 22 אינדיקטורים נוספים יש צורך בעבודה נוספת, ובכלל זה איסוף מידע שבעה אינדיקטורים מחייבים עבודה ראשונית. מכאן עולה שנית להתחיל ביצום מערכת האינדיקטורים כבר בטוחה הקצר, ולהשלים במהלך הזמן את האינדיקטורים שהמידע עבורם עדין אינו זמין, או שחייבים עבודה ראשונית.

פרק 15: כיוונים להמשך העבודה

רשימת האינדיקטורים שהוצגה בפרק הקודם הקודם אינה אלא רשימה ראשונית, המסקנת אך וرك את השלב הראשון בעבודתם של המומחים השונים. עדין אין בכוחה לשמש רשימת אינדיקטורים מומלצת למדינת ישראל, ויש לבצע בחינה ביקורתית שלה – בחינה שתאפשר כיסוי מיטבי של הנושאים שעל הפרק.

בחינה כזו תיערך בשתי רמות. ברמה העקרונית, יש לבדוק לא רק את מידת ייצוגם של הנושאים השונים, אלא גם באיזו מידה מקבלים המשתמשים הפוטנציאליים את ההיגיון שמאחורי הרשימה; ברמה הפרטנית יש לבדוק באיזו מידה מתארים האינדיקטורים שנכללו ברשימה את הפרמטרים החשובים ביותר בכל תחום ותחום, ולשקל עידון או החלפה שלהם במקרה הצורך.

בחינה ביקורתית בשתי רמות שונות מחייבת, מטבע הדברים, מתודות שונות. הבדיקה העקרונית, אם כן, תתבצע באמצעות סדראות שייערכו עם קבוצות של מומחים ושל משתמשים פוטנציאליים. בסדראות אלה ניתן יהיה לגבות ביקורת באשר למבנה הרשימה והצעות לשיפורה. הבדיקה הפרטנית, לעומת זאת, תחייב הערכה שיטית יותר של האינדיקטורים השונים. לצורך זה תיבדק עמידתם של האינדיקטורים בקריטריונים שונים. את הקריטריונים עצם ניתן לאמץ מן הספרות הכללית בכל תחום ותחום, ואת הבדיקה יכולה לבצע קבוצה קטנה יחסית של מומחים.

יש להניח כי במהלך הבדיקה יULO נושאים שלא זכו לכיסוי נאות ברשימה הראשונית. ניתן שעבור נושאים אלה יהיה צורך בהכנות ניירות רקע ובעירכה של סדראות נושאיות, כשם שנעשה בשלב העבודה הראשון עבור שבעת הנושאים שנסקרו בפרסום זה. עם זאת, מגבלות תקציב עלולות למנוע עבודות רקע מעמיקה לנושאים נוספים גם בשלב זה. במקרה זה, עבודות הרקע הנוספת תיכلل בהמלצות להמשך העבודה. כבר עתה מומלץ לשקל את הכנות של ניירות נוספים שייעסקו באקסיסטמאות מימיות (אשר לא נדונו בעבודת הרקע שעסקה במגנון הביוווגי), וכן במדדים מתחומי הכללה והחברה, שלא נדונו בשלב הראשון.

בהת恭ך על הבדיקות שייערכו ועל ניירות הרקע הנוספים שיוכנו ניתן יהיה לעדכן את רשימת האינדיקטורים, ולהציג רשימה מוסכמת שתתשמש בסיס למאמרי אישור הנטונים

פרק 15: כיוונים להמשך העמדת

של הגופים הרלוונטיים בישראל, ובראשם הלמ"ס והמשרד לאיכות הסביבה. מאמצי איסוף אלה יאפשרו בסוף השלב השני, ויתבססו – כמו בשלב העבודה הנוכחי – על השוואת בין האינדיקטורים המוצעים ובין טבלת המטא-דטה.

נוסף על סוגיות של אפיון אינדיקטורים ושל איסוף נתונים, יהיה צורך לעסוק בהערכה גם באופן הצגתם של הנתונים שייאספו. מטרת האינדיקטורים היא לאפשר שיח ציבורי ומקצועי מושכל יותר באשר לפנים השוניים של פב"ק, ועל כן בשלב העבודה הבא ייבחנו גם דרכיים ומצעים להציג האינדיקטורים השונים הן בפני מומחים והן בפני אזרחים מן השורה.

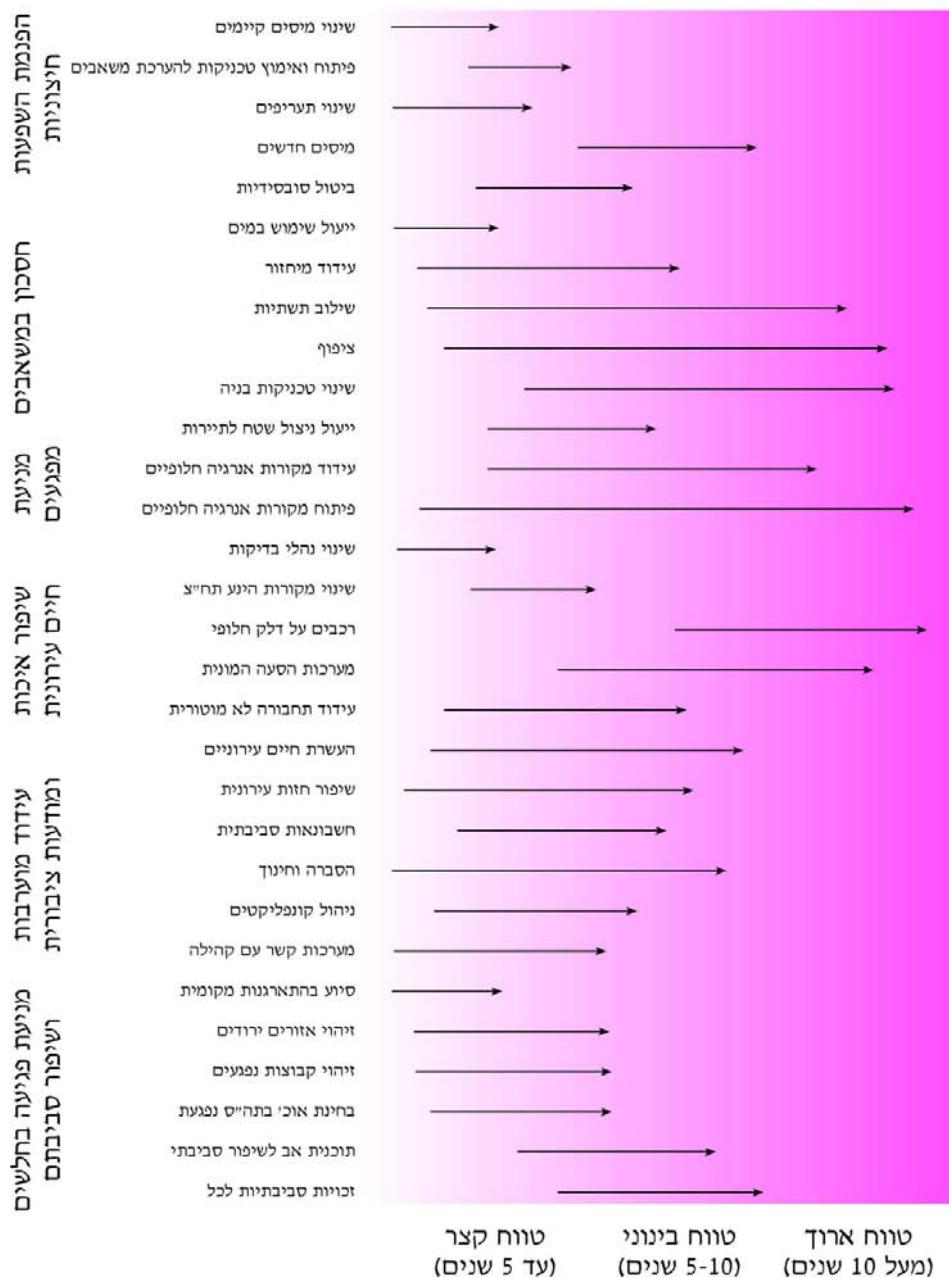
נספחים

נספח 1: משתתפי הסדנאות

אבני צבי — מנהל אגף הייעור, קרן קיימת לישראל
אורטל ראובן — רשות שמורות הטבע והגנים הלאומיים
 אחימאיר אורה — מכון ירושלים לחקר ישראל
 איידלמן עמייר — מכון ירושלים לחקר ישראל
 אלגר אלון — לשעבר משרד התכנורה
 אלון גיורא — לשעבר ביגחון' חברת המים הירושלמית
 ארלווזרוב שאול — יו"ר איגוד מהנדסי המים
 ביתו דן — קרן קרב (CRB Foundation)
 בן מאיר מאיר — תשתיות מים בישראל (תמ"ב)
 בן צבי מאיר — השירות הhidrolוגי, משרד התשתיות
 בניין עמוס — המחלקה לקרקע ומים, הפיקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית
 ברנשטיין איריס — קרן קיימת לישראל
 גונן ענת — לשעבר מנהלת מחלקת ההתיישבות בסוכנות
 נזית אביטל — אוניברסיטת תל אביב
 גמליאל יוסי — המשרד לאיכות הסביבה
 גפני אבי — מנהל פיתוח הקרקע, קרן קיימת לישראל
 גרטל זאב — מכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מכון וולקני
 גרטיה רמי — אגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות
 דין תמר — המחלקה לזוואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב
 דשן-דויטש דוד — מנהל מקרקעי ישראל
 הרפז יואב — משאבי מים
 וANGER אריה — ביה"ס למנהיגות חינוכית, לשעבר מנהל מנ"א
 זיו דבורה — המשרד לאיכות הסביבה
 זיידנברג רמי — האגף לשימור קרקע, משרד החקלאות
 זלוטקי מנחם — המשרד לאיכות הסביבה
 זמירiy אפרת — הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה
 חקלאי רן — כלכלת אורבניית

טל גיל — המחלקה לגאוגרפיה, האוניברסיטה העברית
טרשיצקי חורחה — שרות הדרכה והמקצוע, משרד החקלאות
כהנא פנחס — קרן קיימת לישראל
מורדכוביץ' ערן — אדריכלים שלמה אהרוןסון
מושל אבי — המשרד לאיכות הסביבה
מינדי אורית — המחלקה לגאוגרפיה, האוניברסיטה העברית
מנדליך יעל — המחלקה לאיולוגיה, אוניברסיטת תל אביב
מרגונינסקי יוסף — בנק ישראל
נזר שלו — מנהלת אגף איכות אויר, המשרד לאיכות הסביבה
סלומון אילן — המחלקה לגאוגרפיה, האוניברסיטה העברית
פייטלסון ערן — המחלקה לגאוגרפיה, האוניברסיטה העברית
פיין פנחס — מכון וולקני
פלג מרדכי — ביה"ס למדע יישומי, האוניברסיטה העברית
פלד יובל — רשות שמורות הטבע והגנים הלאומיים
פלישמן לריסה — המחלקה לגאוגרפיה, האוניברסיטה העברית
פרובולוצקי אבי — מדען ראשי, רשות שמורות הטבע והגנים הלאומיים
פרומקין רון — אקוולוגית וסביבה
צדקה פנינה — הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה
צראב איתן — האוניברסיטה העברית
קדמון רון — המחלקה לבוטניקה, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית
קולניק יעקב — לשעבר משרד התעשייה
קורודובה לבנה — המשרד לאיכות הסביבה
קוטיאל פועה — אוניברסיטת בן גוריון בנגב
קפלן מוטי — תכנון מתאר וסביבה
קרסין אור — ארגון חיים וסביבה
רבינוביץ' אביבה — לשעבר מעדנית ראשית ברשות שמורות הטבע והגנים
רוזין אורית — היחידה לאיכות סביבה, עיריית הרצליה
שגיא יואב — מנהל, החברה להגנת הטבע
שקדyi יהושע — רשות שמורות הטבע והגנים הלאומיים
שרף גאולה — אדם טבע ודין
ששינסקי רות — הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

נספח 2: יעדים ואמצעים לקידום האסטרטגיה לפב"ק



הערות

הערות לפרק 1

- Feitelson E., 1998, Muddling Toward Sustainability: The Transformation of Environmental Planning in Israel, *Progress in Planning* 49(1), pp. 1-53.¹
- פיטלסון ע., מרינווב א., וקסמן מ., 1996, *כיוונים לפיתוח בר קיימה, מדיניות תכנון נושאית, תכנית אב לישראל בשנות האלפיים — ישראל 2020*, חיפה.²
- World Commission on Environment and Development (WCED), 1987, *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.³
- Dalal-Clayton B., 1996, *Getting to Grips with Green Plans: National-level Experience in Industrial Countries*, Earthscan, London.⁴
- פיטלסון ע., 2003, הצעת אסטרטגיה לפיתוח בר קיימה בישראל, בתוך: *לקראת אסטרטגיה לפיתוח בר קיימת בישראל*, המשרד לאיכות הסביבה.⁵
- יש לציין כי אין זהות בין אינדיקטורים סביבתיים, המתמקדים בבעיות הסביבה בלבד, לבין אינדיקטורים לפב"ק, אשר אמרורים לכלול גם היבטים כלכליים וחברתיים. עם זאת, החושר הרווח ביוטר הוא בתחום האינדיקטורים הסביבתיים.⁶
- לדוגמה: UN Division for Sustainable Development, *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, 1999.⁷
- aphael זה הוצע על ידי IFEN, המכין את האינדיקטורים עבור צרפת, בפגישה שנערכה ב-27.3.01 בין ד"ר גונתן צנוביץ לראשם באורליין שבצרפת.⁸

הערות לפרק 2

- הגראס המלהה (באנגלית) מופיעה בעמוד זxx בחרוברת זו.⁹

הערות לפרק 3

- הגראס המלהה של פרק זה (באנגלית) מופיעה בעמוד זי בחרוברת זו.¹⁰

הערות לפרק 4

- כמו מן העמודות התיארכו לסקרים שאינם רלוונטיים לטבלה, וככלו מגבלות שאינן נוגעות לענייננו, נוסחאות חישוב שאינן רלוונטיות לעיסוק בפרמטרים הפיזיים (הנדדים ביחידות פיזיקליות), וכיוצה באלה.¹¹
- דוגמאות רמות גז רадון, רעל, קרינה רדיואקטיבית או קרינה מזיקה כגון UVA ו-UVB.¹²
- קיים מתבצע, בהובלת מפ"י, מהלך ליצירת סטנדרטיזציה בתנאים אצל הגוף השונים העוסקים במערכות מידע גיאוגרפיות.¹³
- שימושי קרקע, כומח טבעי וחיות בר, לדוגמה.¹⁴

הערות לפרק 5

Chabason, I., Mediterranean Action Plan Co-ordinator, foreword to "130 indicators ¹⁵ for Sustainable Development in the Mediterranean region", Mediterranean Action Plan/Blue Plan, October 2000.

United Nations, 1996. *Indicators of Sustainable Development Framework and ¹⁶ Methodologies*. New York.

דיוון במודל זה נמצא בפרק 2, העוסק בסקרנות הספרות. ¹⁷

בקבוצה "אוכלוסייה וחברה", לדוגמה, הוגדרו קבוצות המשנה "דמוגרפיה ואוכלוסייה", ¹⁸ "רמת חיים", "תעסוקה ועוני", "תרבות וחינוך", "בריאות" ו"דפוסי צריכה".

בין העבודות ניתן למנות את ה-METAP/Blue Plan ppm ¹⁹ ואת העבודות שפרסמו סוכנויות האו"ם, ה-OECD, (Eurostat) European Commission-ה, סוכנויות הסביבה האירופית והמוסדות הלאומיים .(IFEN, IFREMER)

הערות לפרק 7

מזור, א., 1993, "תכנית אב לישראל בשנות האלפיים, משאב הקרקע בתכנון המרחבי". ²⁰

לפירוט ניתן לעיין בספרה "הערכת רגישות שטחים פתוחים". ²¹

הערות לפרק 8

טקסוני — מושג taxon — קבוצת אורגניזמים בעלי מאפיינים مشותפים והיסטוריה אבולוציונית مشותפת. טקסונומי — מושג טקסונומיה — ענף מדעי העוסק במילון אורגניזמים על-פי קרבתם האבולוציונית. ²²

Lovejoy, T.E. 1994. The quantification of biodiversity: an esoteric quest or a vital ²³ component of sustainable development? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 345: 81-87.

Williams, P.H. and K.J. Gaston. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher- ²⁴ taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67:211-217.

Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. ²⁵ *Conservation Biology* 4:355-364.; Ferris, R. and J.W. Humphrey. 1999. A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. *Forestry* 72(4): 313-328.

Noss, R.F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework ²⁶ and indicators. *Forest Ecology and Management* 115:135-146.

דיוון נוסף על השימוש בצומח ראה בהמשך. ²⁷

Williams, P.H. and K.J. Gaston. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher- ²⁸ taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67:211-217.

Whitford, W.G., A.G. De Soyza, J.W. Van Zee, J.E. Herrick and K.M. Havstad. 1998. ²⁹ Vegetation, soil, and animal indicators of rangeland health. *Environmental Monitoring*

- and Assessment 51:179-200; Jonsson, B.G. and M. Jonsell. 1999. Exploring potential biodiversity indicators in boreal forests. *Biodiversity and Conservation* 8:1417-1433.
- Caro, T.M. and G. O'Doherty. 1998. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13:805-814.
- Landres, P.B., J. Verner and J.W. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2(4):316-328.
- Karr, J.R. 1991. Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications* 4:244-250.
- ³³ מינים שקיים דרוש שטח רב ומגוון, שהנחת היסוד לשימוש בהם כאינדיקטורים היא כי בית גידול המסתפיק לקיום גם כבית גידול המאפשר את קיומם של מינים אחרים – ולהפוך.
- Caro, T.M. and G. O'Doherty. 1998. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13:805-814.
- Noss, R.F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management* 115:135-146.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passe in the landscape era? *Biological Conservation* 83(3):247-257.
- Simberloff, D. 1998. Measuring diversity of communities and ecosystems with special reference to forests. In: F.L. Bunnell and J.F. Johnson (eds.), *The Living Dance. Policy and Practices for Biodiversity in Managed Forests*. Vancouver: UBC Press.
- Pearson, D.L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 345:75-79
- Griffiths, G.H., B.C. Eversham and D.B. Roy. 1999. Integrating species and habitat data for nature conservation in Great Britain: data sources and methods. *Global ecology and Biogeography* 8:329- 345. ;Hilty, J. and A. Merenlender. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* 92:185-197.
- Williams, P.H. and K.J. Gaston. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67:211-217.
- אביבה רביביץ', לשעבר המדענית הראשית של רשות הטבע והגנים, מידע בע"פ.
- Panzer, R. and M.W. Schwartz. 1998. Effectiveness of a vegetation-based approach to insect conservation. *Conservation Biology* 12(3):693-702.
- Prendergast, J.R., R.M. Quinn, J.H. Lawton, B.C. Eversham and D.W. Gibbons. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365:335-337.
- Dobson, A.P., J.P. Rodriguez, W.M. Roberts and D.S. Wilcove. 1997. Geographic distribution of endangered species in the United States. *Science* 275:550-553.

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

- Jonsson, B.G. and M. Jonsell. 1999. Exploring potential biodiversity indicators in boreal forests. *Biodiversity and Conservation* 8:1417-1433. ⁴⁵
- Prendergast, J.R., R.M. Quinn, J.H. Lawton, B.C. Eversham and D.W. Gibbons. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365:335- 337; Kerr, J.T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology* 11:1094-1100. ⁴⁶
- Lawton, J.H., D.E. Bignell, B. Bolton, G.F. Bloemers, P. Eggleton, P.M. Hammond, M. Hodda, R.D. Holt, T.B. Larsen, N.A. Mawdsley, N.E. Stork and D.S. Srivastava. ⁴⁷
- Howard, P.C., P. Viskanic, T.R.B. Davenport, F.W. Kigenyi, M. Baltzer, C.J. Dickinson, J.S. Lwanga, R.A. Matthews, and A. Balmford. 1998. Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. *Nature* 394:472-475. ⁴⁸
- Virolainen, K.M., P. Ahlroth, E. Hyvarinen, E. Korkeamaki, J. Mattila, J. Paavinen, T. Rintala, T. Suomi and J. Suhonen. 2000. Hot spots, indicator taxa, complementarity and optimal networks of taiga. *Proc. R. Soc. Lond. B* 267:1143-1147. ⁴⁹
- Pearson, D.L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 345:75-79.; Hilty, J. and A. Merenlender. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* 92:185-197. ⁵⁰
- Landres, P.B., J. Verner and J.W. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2(4):316- 328., 1988; Hilty, J. and A. Merenlender. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* 92:185-197. ⁵¹
- Hilty, J. and A. Merenlender. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* 92:185-197. ⁵²
- Rosenberg, D.M., H.V. Danks and D.M. Lehmkuhl. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management* 10(6):773-783; McGeoch, M.A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review* 73:181-201. ⁵³
- Hilty, J. and A. Merenlender. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* 92:185-197. ⁵⁴
- Williams, P.H. and K.J. Gaston. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67:211-217. ⁵⁵
- על-פי גישה זו, בחירת השטחים מותבצת בעקבות אלגוריתם הבוחר מתוך סדרת שטחים את השטח המכיל את המספר הגבוה ביותר של מינים עboro כל טקסון, מחסיר מינים אלה מן הרשימה, עבר לבוחר את השטח המכיל את המספר הגבוה ביותר של מינים טרומים נכללו, וכן הלאה, עד שמתקיים ייצוג של כל המינים הקיימים. ⁵⁶

- Van Jaarsveld, A.S., S. Freitag, S.L. Chown, C. Muller, S. Koch, H. Hull, C. Bellamy, M. Kruger, S. Endrody-Younga, M.W. Mansell, and C.H. Scholtz. 1998. Biodiversity assessment conservation strategies. *Science* 279:2106-2108.⁵⁷
- Balmford, A., A.H.M Jayasuriya and M.J.B. Green. 1996. Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: II. Local applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 263:1571-1575.; Williams, P., D. Gibbons, C.R. Margules, A. Rebelo, C. Humphries, and R. Pressey. 1996. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots, and complementary areas for conservation diversity of British birds. *Conservation Biology* 10:155-174.⁵⁸
- Caro, T.M. and G. O'Doherty. 1998. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13:805-814.⁵⁹
- Balmford, A., A.H.M Jayasuriya and M.J.B. Green. 1996. Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: II. Local applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 263:1571-1575.⁶⁰
- Williams, P.H. and K.J. Gaston. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67:211-217.⁶¹
- Balmford, A., M.J.B Green and M.G. Murray. 1996. Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: I. Regional tests. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 263:1267-1274.⁶²
- Prance, G.T. 1994. A comparison of the efficiency of higher taxa and species numbers in the assessment of biodiversity the Neotropics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 345:89-99.; Van Jaarsveld, A.S., S. Freitag, S.L. Chown, C. Muller, S. Koch, H. Hull, C. Bellamy, M. Kruger, S. Endrody-Younga, M.W. Mansell and C.H. Scholtz. 1998. Biodiversity assessment conservation strategies. *Science* 279:2106-2108.⁶³
- Williams, P.H. and K.J. Gaston. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67:211-217.⁶⁴
- Williams, P.H. and K.J. Gaston. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67:211-217.⁶⁵
- Panzer, R. and M.W. Schwartz. 1998. Effectiveness of a vegetation-based approach to insect conservation. *Conservation Biology* 12(3):693-702.⁶⁶
- Balmford, A., A.H.M Jayasuriya and M.J.B. Green. 1996. Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: II. Local applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 263:1571-1575.⁶⁷
- Caro, T.M. and G. O'Doherty. 1998. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13:805-814.⁶⁸
- Shkedy, Y. and D. Saltz. 2000. Characterizing core and corridor use by nubian ibex in the Negev Desert, Israel. *Conservation Biology* 14(1):200-206.⁶⁹

- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and kestones: is single-species management ⁷⁰ passe in the landscape era? *Biological Conservation* 83(3):247-257.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and kestones: is single-species management ⁷¹ passe in the landscape era? *Biological Conservation* 83(3):247- 257.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and kestones: is single-species management ⁷² passe in the landscape era? *Biological Conservation* 83(3):247-257.
- Pearson, D.L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of ⁷³ biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 345:75-79.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and kestones: is single-species management ⁷⁴ passe in the landscape era? *Biological Conservation* 83(3):247-257.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and kestones: is single-species management ⁷⁵ passe in the landscape era? *Biological Conservation* 83(3):247-257.
- Power, M.E., D. Tilman and J. Estes. 1996. Challenges in the quest for keystone. ⁷⁶ *BioScience* 46:609-620.
- Noss, R.F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework ⁷⁷ and indicators. *Forest Ecology and Management* 115:135-146.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. ⁷⁸ *Conservation Biology* 4:355-364.
- Ripple, W.J., G.A. Bradshaw and T.A. Spies. 1991. Measuring forest landscape patterns ⁷⁹ in the Cascade Range of Oregon, USA. *Biological Conservation* 57:73-88.; Reed, R.A., J. Johnson-Barnard and W.L. Baker. 1996. Fragmentation of a forested Rocky Mountain landscape, 1950-1993. *Biological Conservation* 75:267-277.
- שקדן, ג. 1997. הערכת השטחים הפתוחים הטבעיים במרחב שבין נצרת לבאר שבע לצרכי שמרות טבע – האספект הביוווגי. רשות שמורות הטבע; שקדן, ג. וא. שדות. 2000. מסדרונת אקולוגיים בשטחים פתוחים: כלי לשימרת טבע. פרסומי חטיבת המודיע, רשות הטבע והגנים.
- האקוסיסטמות שנבחנו הן: חופים ואוקיינוסים, שטחי חקלאות, יערות, מים מתוקים, חורש וואחו, שטחים עירוניים ופרבריים.
- דgesch זה הוא הטעם לעיסוקנו אנו בפרויקט של מכון היינץ; אנו סבורים כי גם בישראל, לאור היעדרו של מידע בסיסי בכל הנוגע לדגמי פיזור המגוון, יש לתת עדיפות לפיתוח אינדיקטוריים שיישמשו לתיאור המצב הקיים. ניתוח רציף ומתחמש ⁸² של אינדיקטורים ממין זה עשוי לשמש כසמן לשינויים או ללחצים המופיעים לאורך זמן. עם זאת, לモטור לציין כי באקויסיסטמות הנთונות תחת לחץ פיתוח חריפים במיוחד יש לשקל גם פיתוח מקביל של אינדיקטורים לאפיקו המצביעים בד בבד עם כימיות ההפיעות המרכזיות.
- EC, 1999. ⁸³
EPA. ⁸⁴
EC, 1999. EPA. ⁸⁵

86 EC, 1999.

87 EC, 1999.

88 EC, 1999.

הערות לפרק 9

89 על-פי נתוניים מ-1999-1999.

90 הנתונים על הקפי הכויה והחציבה ועל התפלגות הביקושים אשר מפורטים במסמך זה נערכו על-ידי עمير אידמן ושאלן קרונלנד, ומוצגים במצע לדין של תמ"א 14 רשותה ב'.

הערות לפרק 10

91 תופעת השטיפה אל הים, או אל מוצאים אחרים – תופעה טבעית ברוב האקווייפים והאגמים בעולם – הולכת ונעלמת עקב ניצול מוגבר של מקורות המים, אשר גורמת לירידת הגדריאנטים (שפוער הזרימה) מהם אל המוצאים הטבעיים שלהם (ים, מעינות, נחלים, נהרות ומוצאי אגמים). הבעיה חריפה במיוחד בישראל, ובעיקר באקווייפר החוף. באקווייפר זה מחמירה הבעיה הן עקב האטיות של תנוצת המים בו והן בשל מיקומו מתחת לרכיבי הקרקע העיקריים – אזור שמוקמו בו מאות-אלפי בורות ספוגים, ושבו מבוצעות רוחב פעילותות ההשקייה והדישון. בעיה דומה, גם אם בדרגת חומרה פחותה מזו, קיימת גם באקווייפר החר ובאקווייפים האחרים.

92 דוגמא לכך היא השימוש הישיר במים הכינרת להשקייה בטפטוף; בחלוקת המעובדות מותקנים מסננים הריסיים ביוטר לטטימת אצת.

93 יש לציין, עם זאת, כי זה האחרון מוגן יחסית; מערך השיקוע המוקדם הקיים עשוי להקל על הבעיות, ואולי אף לפטור אותן.

94 אילו הגיע מפלס מי הכינרת לגובה זה, יהיה צורך לשחרר מים לירדן הדרומי, ולעשות זאת מבעוד מועד, עקב מהירותו המוגבלת של שחרור המים.

95 ההטיה גורמת להמלחתו ולזיהומו של הירדן הדרומי; לפי הסכם השלום עם ירדן אמורה מדינת ישראל להמתיק זרימות אלה ולטפל בהםים המזוהמים.

96 ר' לעניין זה מאמריו של משה גפן ממעבדת הכנרת, כמו גם מאמריהם של אחרים התומכים בדעתו.

97 ויש השוקדים על פתרון סוגיה זו.

98 הצעה זו תסог באם יוכלו המפלסים החריגים של סוף קיז 2001, ואולי 2002, כי אין נזק בהורדת מפלסים כזו. גם כך, כמובן, יהיה צורך בבייעוץ ההשקבות המתיחסות למזעור הנזק הנופי והעסקתי.

99 המיליחות בשיאת הגיעה ל-400 מ"ג כלור לליטר בשנת 1963, לאחר כמה שנים שhortונות, עבר הפעלת המפ"אר ביווני 1964.

100 מלחי אשלאן כלורי, מגנזיום-כלורייד וכן הלאה.

101 השאייה הכוללת מן האקווייפר משתנה עם השנים בהתאם למצבו של משק המים ולרמות המפלסים בכינרת, ביר"תנו (ירקון-תניינים), ועוד. היא נעה בין 250 ל-400 מלמ"ש (מיילון מטר

לקראת מערכת אינדיקטורים לפיתוח בר קיימת בישראל

מעוקב לשנה ממוצעת). המילוי החוזר הטבעי מהגשימים וזרימה חזרת מכלל המקורות (לרבות החדרה מלאכותית) עומד על כ-370-400 מלמ"ש. העשרה המלאכותית הגיעה ל-130 מלמ"ש בשנים 1994/5, וזו גם הרמה המומוצעת בשנות התשעים.

¹⁰² לפני הפעלת המפ"אר, ב-1964, הייתה השאייה מאקוויפרי החוף והיר"ן גדולה מן השאייה כיום. השאייה הניכרת התבכעה אז בהסתמך על כך שעם הפעלת המפ"אר תצומצם מאוד השאייה מן האקוויפרים.

הערות לפרק 11

¹⁰³ הגרסה המלאה (באנגלית) מופיעה בעמוד 2xx בחוברת זו.

הערות לפרק 12

¹⁰⁴ השפעות חיצונית (externalities) הן עלויות או תועלות הנזקפות לחובתו של המשתמש במערכות התחבורת. ואולם, בהיעדר מנגנון שוק מתאים, אין יוצר הבעיה (או התועלת) משלם לנפגעי פועלתו. לדוגמה, נגן אשר בנטייתו פולט מזהמי אויר אינו יכול לפצות באופן ישיר את הולכי הרגל, או את הנהגים האחרים, בגין הנזק שנגרם להם מפועלתו.

¹⁰⁵ עלות חברתיות (social cost) כוללת את כל מרכיבי העלות, כולל אלה שאינן מדידים באופן ישיר במונחים כספיים, או שאופן מדידתם שניי בחלוקת>.

¹⁰⁶ נסועה היא המלה העברית לkilometer'.

¹⁰⁷ Ministry of Transport (1996) *An international comparative study on infrastructure*,
The Hague, SDU Publisher.

¹⁰⁸ אל לנו לשוכח כי למערכת התחבורה השפעות סביבתיות ורותן נוספת על אלה שייבחנו במסגרת דיוון זה – עלויות הקשות בתהליכי ייצור כלי הרכב, בייצור הדלקים ובASFקתם, בתורומתם של כלי רכב שנגרטו לפסולת מוצקה, וכיוצא באלה. אף-על-פי שהשפעות עיקיפות אלה, כאמור, לא ייבחרו במסגרת זו, אין בכך כדי להמעט מחשיבותן.

¹⁰⁹ נסועת רכב בישראל נמדדת על-פי אומדן הנסועה השנתית על-ידי הוגג, בעות המבחן השנתי.

הערות לפרק 13

¹¹⁰ פיטלסון ע., מרינוב א., וקפלן מ., 1996, *כיוונים לפיתוח בר קיימת, מדיניות תכנון נושאית, תכנית אב לישראל בשנות האלפיים — ישראל 2020*, חיפה.

הערות לפרק 14

¹¹¹ על הוספת היבטים סביבתיים לחישוב התוצר, ראה בדו"ח שהוגש לאקדמיה למדעים בארה"ב (Nordhaus & Kokkelenberg, 1999).

Dasgupta P. and Maler K-G, 2000, Net national Product Wealth and Social Well-¹¹² being, *Environment and Development Economics* 5, pp. 69-93.

- ¹¹³ ראייה זו של היבט החברתי מופיעה כבר בדו"ח ברונטלנד (WCED, 1987), והודשה לאחרונה ביווןנסבורג.
- ¹¹⁴ בחירה זו נתמכת גם בספרות על צדק סביבתי העוסקת בחלוקת הגadol בשאלות היחסנות לsicconim.
- ¹¹⁵ לדין במוגמות בישראל והשלכותיה לנושא זה, ראה: Feitelson, E. (1997) "The Second Closing of the Frontier: an End to Open-Access Regimes", *Journal of Economics and Social Geography* 88(1): 15-28
- ¹¹⁶ רמת המינע מובאת כאינדיקטור לרמת המוביליות, ולכן מסווגת כאן. ברור שיש לה השפעות סביבתיות שליליות, דבר שבא לידי ביטוי באינדיקטורים בהמשך.
- ¹¹⁷ Simon J., 1995, *The State of Humanity*, Blackwell, oxford; Lomborg B., 2001, *The Skeptical Environmentalist*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ¹¹⁸ להרחבה ורקע בעניין זה, ראה Homer-Dixon (1999).
- ¹¹⁹ בדו"ח OECD הוצעו שלושים אינדיקטורים כדי לבחון את סוגיות הניתוק. עם זאת, הדוח מציין כי כדי לעקוב אחר פב"ק יש צורך באינדיקטורים נוספים, וכי ככל מקרה יש להתאים למדיינה. לאור זאת, וכך למצטט את מספר האינדיקטורים הכלל, בהצעה המובאת בפרק זה נעשה ניסיון לשתחמש בפחות אינדיקטורים מאשר במסמך ה-OECD.
- ¹²⁰ ר' לעניין זה את פרק 3, הסוקר את תמונות הנזונים בישראל (טבלת המתא-דטה).