



חברת תקצירי הוועידה

מושב יום רביעי, 12.7	
היבטים סביבתיים בחקלאות	3
מחקרי קיימות יישומיים בעזרת מודלים אינטגרטיביים	10
אקולוגיה ימית	18
הזדמנויות ואתגרים בחידוש ובהקמה של יערות קק"ל בישראל	25
תל אביב יפו חוקרת ומתאקלמת	33
אגרואקולוגיה	39
BioGIS – מאגר המידע הלאומי הישראלי על מגוון ביולוגי	47
שיטות מתקדמות בשמירת טבע	53
יער ומרעה	62
מו"פ ומיזמי אקלים בקק"ל	69
אקלים חדש בהשקעות	78
חקלאות מחדשת, מהחקלאי למדען דרך קובעי מדיניות	80
סביבה בעידן נתונים ומידע – אינטליגנציה מלאכותית, נתוני עֵתָק וניטור מרחוק	82
ניהול אוכלוסיות	89
אקולוגיה של הצומח והקרקע	96
כלכלה והתנהגות סביבתית	103
טכנולוגיות להפחתת פליטות במשק האנרגיה	111





מושבי יום חמישי, 13.7

117	יעילות ניצול מים ומאזני מים באזורי מדבר
118	השפעת חומרי הדברה על גישת "בריאות אחת"
124	בתי גידול לחים ונגר
131	קיבוע ולכידה של פחמן אטמוספרי בים וביבשה
131	קיבוע ולכידה של פחמן אטמוספרי – מעומק הקרקע ועד הקמת סטארט-אפ
133	שינוי אקלים ממיקרו למקרו
140	אתגרים והזדמנויות בשחרור מים לטבע
141	משפט ומדיניות סביבתית
162	תכנון, סביבה ומה שביניהם
169	זיהום ושיקום מערכות מים בישראל
176	בריאות, סביבה ו-Wellbeing
182	קיבוע ולכידה של פחמן אטמוספרי באמצעות המערכות האקולוגיות





היבטים סביבתיים בחקלאות

אולם F



יו"ר המושב: ד"ר אורן שלף, מנהל המחקר החקלאי –
מכון וולקני

**האם אצות יכולות להציל גפנים ששוות מיליונים?
פיתוח חומר הדברה מבוסס אצות מקומיות למניעת
התפתחות כשותית הגפן**
ד"ר בן שחר, האוניברסיטה העברית בירושלים

**הגברה של חומרי טבע באצות-ים באמצעות חקלאות
ימית בת-קיימא: נוגדי חמצון ומסנני קרינה טבעיים
לשימוש בתעשיות הבריאות והמזון**
ד"ר דורון אשכנזי, אוניברסיטת תל אביב

בחינה כלכלית של איכות מי קולחים בישראל
ד"ר יהודה סלייטר, האוניברסיטה העברית בירושלים

פיתוח יישומון לכימות איבודי קרקע חקלאית בישראל
ד"ר רועי אגוזי, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

**הערכת השפעת מערכת לייצור משולב של תוצרת
חקלאית טרייה וחשמל סולארי על גג חממות (PVGs) על
ערך שירותי המערכת החקלאית**
ד"ר אביב שטרן, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

**מזהמים אורגניים בתוצרת חקלאית בישראל: חשיפת
האוכלוסייה על בסיס צריכה של תוצרת מושקית קולחים**
ד"ר אביתר בן מרדכי, האוניברסיטה העברית בירושלים





האם אצות יכולות להציל גפנים ששוות מיליונים? פיתוח חומר הדברה מבוסס אצות מקומיות למניעת התפתחות כשותית הגפן

בן שחר¹, ליאור גור², נתיב דודאי³, שרה אזרד², דוד עזרא³, אייל חיים⁴, מרטין קוק², אלון משולם², אייל קורצבאום²

1. האוניברסיטה העברית בירושלים
2. מכון שמיר למחקר
3. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)
4. המכללה האקדמית תל חי

מחקרים דיווחו כי מיקרו-אצות מסוגלות לייצר חומרים בעלי מאפיינים אנטימיקרוביאליים. עם זאת, מעטים המחקרים אשר עסקו ביעילות חומרים אלה כנגד מחוללי מחלות צמחים. בעבודתנו, אנו בוחנים לראשונה את היעילות של מיצוי אצות שמקורן בכנרת בהדברת האוואמיצט *Plasmopara viticola* מחולל מחלת כשותית הגפן, הנחשבת כאחת המחלות הקשות בכרמים בארץ ובעולם. תבדידי האצות גודלו בתנאים מבוקרים, התרביות מוצו באמצעות ממסים אורגנים שונים ונבדקו במבחני מעבדה כנגד הכשותית. שלושה מיצויי אצות גולמיים רוסו על עלי גפן מנותקים בריכוז של 2,000 ppm ולאחר מכן העלים אולחו בכשותית. בעוד שעלי הביקורת אשר רוסו במים בלבד הציגו כיסוי כשותית של 30%, ריסוס המיצויים מתבדידי אצות C1, P1 ו-M1 הציגו אחוזי כיסוי נמוכים יותר של 10%, 8.3% ו-1%, בהתאמה. המשך המחקר התמקד במיצוי מאצת M1 שנמצא כיעיל ביותר. בחינת ריכוזים שונים של מיצוי M1 על גבי דסקיות עלים הראתה אחוזי כיסוי של 0.6%, 16.9% ו-10.7% בריכוזים של 2,000, 1,500 ו-1,000 ppm בהתאמה, בהשוואה ל 58% בטיפול הביקורת. כלומר, רק ריכוז של 2,000 ppm הפחית את התסמינים ביותר מ-90% ביחס לביקורת. בהמשך, על מנת לבחון את מנגנון הפעולה של המיצוי, נבדקה השפעת המיצוי על שחרור חי-נבגים (Zoospores) של הכשותית במים ותנועתם. נמצא כי ריכוז של 1,000 ppm מעכב לחלוטין את שחרור הנבגים, וריכוז של 500 ppm מעכב את שחרור הנבגים בכ-66% ביחס לביקורת. בנוסף נמצא כי ריכוז נמוך במיוחד של 10 ppm מספיק על מנת למנוע את תנועתם של הנבגים. נראה כי מנגנון עיכוב הכשותית קשור לפגיעה ביכולת השחרור והתנועה של נבגים וביכולתם לחדור לצמח. המשך המחקר מתמקד בשיפור יעילות המיצוי כנגד כשותית בריסוס על גבי העלים, שתילים ובכרם. שימוש בחומר הדברה מבוסס אצות יפחית את הרעלים בכרם, את הסיכון לעמידות לחומרי הדברה הכימיים, ואת הנזק לסביבה.

מחלת כשותית הגפן פוגעת קשות בכרמים בישראל ובעולם. עיקר הדברת המחלה מתבצעת על ידי ריסוסים רבים של חומרי הדברה כימיים, דבר הגורם לבעיות של התפתחות עמידות הפתוגן ונזק רב לסביבה. חומר הדברה ידידותי חדש מאצות מקומיות יפחית את הסיכון לעמידות ואת הרעלים בכרמים ובסביבתם. מחקר זה עונה על הצורך בהפחתת השימוש בחומרי הדברה סינטטיים רעילים בחקלאות.





הגברה של חומרי טבע באצות-ים באמצעות חקלאות ימית בת-קיימא: נוגדי חמצון ומסנני קרינה טבעיים לשימוש בתעשיות הבריאות והמזון

דורון אשכנזי¹, אביגדור אבלסון¹, אלוארו ישראל²

1. אוניברסיטת תל אביב

2. חקר ימים ואגמים לישראל

מאקרו-אצות (Seaweeds) נחשבות למקור בלתי מנוצל של תרכובות טבעיות ומטבולטיים שניוניים לטובת בריאות האדם, והביקוש שלהן בשוק גדל במהירות.

האצות חיות באזור הגאות והשפל ומתמודדות עם תנאי מחיה קיצוניים. לכן על מנת לחיות ולשגשג בסביבה עוינת ומשתנה, האצות פיתחו מערך ייחודי של מנגנוני הגנה כימיים. מטרת מחקר זה הייתה לבחון פרוטוקול ייעודי לגידול אצות, אשר מטרתו לנתב תגובות מטבוליות באצות הים, כדי להגביר את ריכוזם של חומרי מטרם בעלי ערך בריאותי ברקמת האצה, כגון: נוגדי חמצון, פיגמנטים, חומרי מסנני קרינת אולטרה סגולה.

במסגרת המחקר הוקמה מערכת חקלאות ימית משולבת בה גודלו שלושה מינים מקומיים של אצות: חסת-הים (Ulva), אגרית (Gracilaria) ו-היפנאה (Hypnea) בשילוב עם בריכת גידול דגים.

השיטה המוצעת, מיטיבה עם האצות ובה בעת מסייעת בטיהור מי הים ומצמצמת את הפגיעה באיזון הטבעי של הסביבה החופית והימית. לאחר הגידול המשולב בה קיבלו האצות את מי השפכים של הדגים, האצות נחשפו את האצות לסדרה של לחצים/עקות סביבתיות אשר כללו: חשיפה לקרינה גבוהה, גידול בסביבה דלה בנוטריינטים (הרעבה) ותנאי מליחות גבוהה. ההשפעה של הגידול המשולב לצד הדגים, ו/או חשיפה לגורמי העקה האביוטיים, העלו באופן מובהק את ריכוזם של חומרי הטבע באצה:

ריכוז המיקרוספורנים (MAAs): חומרים מסנני קרינת אולטרה סגולה, הוכפל פי 2.5, ריכוז התרכובות הפנוליות גדל פי 1.4, ואילו רמת נוגדי החמצון גדלה פי 2. כמו כן, מקדם ההגנה מפני השמש (SPF) של האצות הוגבר פי 2.7, וכן הפיגמנטים יקרי הערך באצות: הכלורופיל ורמת הפיקובילינים גדלה באופן דרמטי בסדר גודל (פי 10).

מודל מערכת החקלאות הימית המשולבת שהצגנו מציע גישה בר-ת-קיימא, ידידותית לסביבה להגברת חומרי טבע באצות, אשר לו פוטנציאל אפליקטיבי עבור תעשיות הבריאות והמזון המתפתחות בארץ ובעולם.

מודל מערכת החקלאות הימית המשולבת שהצגנו מציע גישה בר-ת-קיימא, ידידותית לסביבה להגברת חומרי טבע באצות, אשר לו פוטנציאל אפליקטיבי עבור תעשיות הבריאות והמזון המתפתחות בארץ ובעולם.



בחינה כלכלית של איכות מי קולחים בישראל

יהודה סלייטר, עמי רזניק, ישראל פינקלשטיין, עדו קן
האוניברסיטה העברית בירושלים

כתוצאה מהמחסור המתגבר במים שפירים וגידול האוכלוסייה, הולך וגדל השימוש במי קולחים שנחשבים כמקור מים בר קיימא. מרכיב האיכות מהווה נדבך משמעותי ביותר בכל הנוגע לשימוש בקולחים. מטרת המחקר היא לאפיין מתווה כלכלי אופטימאלי לטווח ארוך של אספקת מים בישראל כולל מי קולחים לחקלאות בכפוף לתקנות איכות. בפרט, המחקר בוחן את עלות החמרת תקני איכות הקולחים ואת האפשרות שסטיגמות שליליות ישפיעו על הביקוש לתוצרת חקלאית שהושקתה במים אלה.

במסגרת מחקר זה פותח מודל תכנון מתמטי דינאמי משולב של המגזר החקלאי הצמחי ומשק המים בישראל. במודל זה איכות המים מהווה גורם אנדוגני המשפיע על יבולים דרך רמת המליחות ועל שיקולי הקצאת הקרקע של החקלאי בנוגע לכמות הדשן הזמינה בקולחים, כל זאת בכפוף לתקנות איכות קולחים מטוהרים להשקיה ולהזרמה לנחלים (לפי וועדת ענבר). מרכיב האיכות נכלל כשיקול בבחירת תמהיל הטיפוליים האופטימאלי במפעלי טיהור שפכים.

מתוצאות המחקר בהרצה ל-30 שנה נמצא שקיימת כדאיות כלכלית להתפלת קולחים בהיקף של כ-41 מלמ"ש בממוצע וזאת על חשבון אפשרות של הקטנה בהיקף התפלת מי ים. המעבר מתקן איכות הקולחים הקודם ("20/30") לתקנות שנקבעו על ידי ועדת ענבר מסב אובדן רווחה לצרכני המים העירוניים של 829 מלש"ח לשנה, אולם מיטיב עם החקלאים שנהנים ממחירי מים נמוכים יותר (-16%). עם זאת, הירידה במחיר המים במגזר החקלאי יכולה להיות גדולה יותר אלמלא התערבותה של הממשלה בוויסות המחירים, ובהתאם גם את כמויות המים. מן העבר השני, החמרה נוספת של תקני האיכות וחיוב בהתפלת קולחים יביאו לאובדן רווחה של 461 מלש"ח לשנה. אובדני רווחה אלו מהווים ערך מינימאלי להצדקת התועלות הסביבתיות והבריאותיות הנגזרות מהחמרת תקני איכות הקולחים.

אתגר משמעותי שניצב בפני משק הקולחים והמגזר החקלאי המקומי הינו האפשרות שצרכני התוצרת החקלאית יעדיפו תוצרת שלא הושקתה במי קולחים. על פי תוצאות המחקר, מצב זה יביא לאובדן רווחים בהיקף של כמיליארד וחצי שקלים ויגדיל את היבוא החקלאי בכמיליארד שקלים בשנה.

למיטב ידיעתנו, זה הוא המחקר הראשון בעולם שנותן אומדן כלכלי להחמרת תקני איכות קולחים. מטרת החמרת התקנים היא למנוע מפגע בריאותי וסביבתי. לפיכך, אומדן זה מהווה את צד העלות בחישוב הכדאיות של צעדי מדיניות מעין אלה הקשורים הן במשק המים, הן במגזר החקלאי והן במשאב הסביבה.





פיתוח יישומון לכימות איבודי קרקע חקלאית בישראל

רועי אגוזי¹, מתן בן יונה², גיל אשל¹

1. משרד החקלאות ופיתוח הכפר

2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)

אובדן קרקעות חקלאיות כתוצאה מתהליכי סחיפה משטחית וערוצונית הינו תהליך מתמשך הפוגע במשאב הקרקע ומסכן את בטחון המזון של מדינת ישראל. הסכנה עתידה להתעצם עם שינויי האקלים הכוללים גידול בשכיחות אירועי גשם המאופיינים בעוצמות גבוהות, שמספקים את האנרגיה לניתוק, והסעת חלקיקי הקרקע מהשדה למערכת הנחלית. מענה לסיכון זה באמצעות יישום ממשקי גידול חקלאים משמרי קרקע, דורש גם טיוב תהליך תיעדוף בהתאם למידת הסיכון באזורים השונים. מחשבון שיכול לאמוד בצורה אמינה את פוטנציאל אובדן הקרקע משטחים חקלאים בישראל מרמת החלקה ועד לרמת אגן ההיקוות יאפשר לקבל תמונת מצב המשקפת את היקפי הבעיה וחומרתם מרמת השדה ועד לרמה ארצית ויוכלו לשפר את ניהול סיכוני סחף קרקע וגיבוש מדיניות מתאימה.

נציג את המחשבון הדינאמי להערכת אובדן קרקע משדות חקלאים בישראל המתבסס על המשוואה האוניברסלית המחודשת להערכת אובדן קרקע RUSLE. משוואה אמפירית זו פותחה בארצות הברית ומבוססת על תהליכים ונתונים פיזיקאליים ונפוצה בשימוש בכול רחבי העולם. לצורך תהליך האזרוח של המשוואה בישראל RUSLE-IL, חושבו רכיבי המודל: ארוזיביות של הגשם (R) על סמך נתונים מתחנות גשם רושמות של השירות המטאורולוגי ומשרד החקלאות. על בסיס חישובים אלו יצרנו מפות גשם ארוזיבי לכל הארץ; סחיפות הקרקע (K) חושב בהתאם למרקם הקרקעות. הופקו מפות תבליט (LS) מתאימות ברמת כל חלקה חקלאית בישראל. כמו כן, חושב אינדקס המכמת את ההשפעה של אופי הפעילות החקלאית בהתבסס על סקר אימוץ חקלאות משמרת בישראל שנערך בשנת 2019. אימות תוצרי המודל אל מול קצבי סחיפת קרקע שנמדדו בעבר ברמות מנשה, ברמות יששכר, ובשרון הראה התאמה טובה מאוד בין קצב אובדן הקרקע המדוד לבין המחושב ע"י המודל. המחשבון מאפשר הרצת המודל בשלושה תרחישים עיקריים: קרקע חשופה, מחופה חלקית, ובחיפוי מלא. תוצאות המודל מראות כי אימוץ גורף של חקלאות משמרת יקטין את פוטנציאל אובדן הקרקע בסדר גודל אחד או שניים. בחינת התוצאות רגיונלית מצביעה שיש להעדיף את הטיפול באזורים החקלאיים בצפון הארץ שמתאפיינים במדרונות מעובדים תלולים בהם ערכי גשם סוחפני גבוהים.

תרומת המחקר: ניהול סיכוני סחיפת קרקע וגיבוש מדיניות מתאימה במשרד החקלאות ופיתוח הכפר; מדד קצב אובדן הקרקע נדרש מישראל בהיותה חברה בארגון ה-OECD; שיפור תהליך השיפוט ומתן תמיכות ישירות לחקלאים להטמעת אמצעים וממשקי עיבוד משמרי קרקע; זיהוי מוקדים לסחף קרקע וטיפול בהם באגן ההיקוות, למשל הצורך במניעת סתימה של מתקני וויסות שיטפונות בסחף דק; הגברת המודעות בקרב קהלים שונים: חקלאים, תלמידים ואנשי מקצוע לבעיית סחיפת הקרקעות בישראל.



הערכת השפעת מערכת לייצור משולב של תוצרת חקלאית טרייה וחשמל סולארי על גג חממות (PVGs) על ערך שרותי המערכת החקלאית

אביב שטרן¹, יהודה סלייטר¹, עליזה פליישר¹, עדו קן¹, אופיר רובין²

1. האוניברסיטה העברית בירושלים

2. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

ההתחממות הגלובלית מעודדת מעבר לייצור חשמל באמצעות אנרגיה מתחדשת. מכאן נוצר לחץ להמרת השימוש באדמה חקלאית לצורך הקמת מתקנים פוטו-וולטאיים הדורשים עתודות קרקע ניכרות. בשנים האחרונות שולבו פאנלים סולאריים בשטחים חקלאיים ואף פותחו טכנולוגיות "אגרו-וולטאיות" המאפשרות דו-קיום של פאנלים סולאריים וגידולים חקלאיים. לאחרונה, פותחה טכנולוגיה עם לוחות שקופים למחצה, שעל פי תוצאות ניסויים מאפשרת התמרת הקרינה לאנרגיה חשמלית ללא פגיעה ביבול הגדל בחממות. טכנולוגיה מבטיחה זו עשויה להשפיע באופן משמעותי על החקלאות בעולם ובישראל, שכן היא תאפשר לחקלאים לקבל תמורה הן עבור הגידולים החקלאיים בחממה והן עבור האנרגיה שהחממה מייצרת. לכן, צפוי כי גידול זה בהכנסה יביא לגידול בכדאיות של הקצאת קרקע לגידולים בחממות על חשבון גידולים בשטח פתוח. במחקר זה אנו נבדוק מה תהיה ההשפעה של שינוי זה בהקצאת הקרקע החקלאית על ערך כלל שרותי המערכת החקלאית. שרותי המערכת החקלאית כוללים: אספקה (יבול חקלאי ואנרגיה), וויסות (קיבוע פחמן) ותרבות (נוף), אשר ערכם בשטחים פתוחים שונה מזה שבשטחים מכוסים. המחקר משתמש במודל תכנון מתמטי של החקלאות הצמחית בישראל, אליו מוזנים נתוני ערכי הגידולים החקלאיים והאנרגיה המופקת, ערך קיבוע פחמן וערכי הנוף השונים. בעזרת המודל ניתן לאמוד את ערך הרווחה הכלכלית במצב הנוכחי ולבצע סימולציות שלה תחת תסריטים שונים של שימוש בטכנולוגיה הסולרית המשפיעים על שימושי הקרקע השונים. ממצאים ראשוניים מצביעים על כדאיות גבוהה של חממות סולריות אל מול חקלאות צמחית. תוצאות המודל צופות ירידה ניכרת בשטחים חקלאיים פתוחים כדוגמת קלמנטינות (-19%), זיתי מאכל (-12%) וזיתים לשמן (-10%) לטובת חממות סולריות ובהן גידולים כמו מלונים (+61%), בננות (+41%) ושקדים (+21%). שיווי משקל זה יוביל לייצור שנתי בחממות סולריות של כ-4.32 TWh, שהם כ-14% מיעד ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות של ישראל לשנת 2030. המחקר דן בהשלכות שינוי זה על שירותי המערכת האקולוגית ומציע המלצות למדיניות חקלאית מקיימת כאשר כל שירותי המערכת נלקחים בחשבון. ממשלת ישראל הגדירה כי עד 2030, 30% מהחשמל המיוצר במדינה יגיע ממקורות מתחדשים. לשם כך יוקמו בשנים הקרובות שדות סולאריים רבים ברחבי המדינה בכלל, ובשדות חקלאיים בפרט. קיים פער בספרות בנוגע למשמעויות האימוץ של מערכות אגרו-וולטאיות אלו מבחינת שינויים בהקצאת הקרקע החקלאית וערך שרותי המערכת החקלאית. המחקר הנוכחי מפתח כלי תומך החלטה במטרה לצמצם פער ידע זה. המחקר מזהה כשלי שוק פוטנציאליים באימוץ הטכנולוגיה ומציע דרכים להתמודד עמם.



מזהמים אורגנים בתוצרת חקלאית בישראל: חשיפת האוכלוסייה על בסיס צריכה של תוצרת מושקית קולחים

אביתר בן מרדכי¹, טלי סיני², ורד מרדכי¹, חורחה טרצ'צקי¹, בני חפץ¹

1. האוניברסיטה העברית בירושלים

2. משרד הבריאות

השקיה בקולחים הינה פרקטיקה מקובלת שמטרתה להפחית השימוש במים שפירים. מעבר ליתרונותיה הברורים, השקיה בקולחים חושפת את הסביבה החקלאית למזהמים אורגנים שלא הורחקו במלואם במתקני הטיפול בשפכים. חלק מהחומרים הללו עלולים להיקלט על ידי צמחים ולחדור לשרשרת המזון. המחקר הנוכחי בחן את מידת החשיפה של האוכלוסייה בישראל למזהמים אורגנים עקב צריכה של תוצרת מושקית קולחים. המחקר התבסס על בחינת נוכחותם וריכוזם של 54 מזהמים אורגנים בתוצרת חקלאית (ירקות ופירות) שנאספו מכ-500 חלקות מושקות קולחים בישראל ובשילוב עם נתוני דיאטה שנאספו בסקר רב-מב"ת מבוגרים 2014-2016 (n=2808). מידת הסיכון בחשיפה למזהמים נבחנה תוך השוואה לשני ערכי סף: Acceptable Daily Intake (ADI), המעריך את הצריכה היומית המותרת לאורך תקופת החיים מבלי סיכון בריאותי, ו-Threshold of Toxicological Concern (TTC), המודד ערך סף בדגש על אוכלוסיות רגישות.

תוצאות המחקר מדגימות כי עיקר החשיפה נובעת מצריכה של גידולי עלים המהווה כ-80% מכלל החשיפה ויותר. מכאן שהחשיפה הגבוהה ביותר הינה בקרב אוכלוסייה הצורכת כמות רבה של ירקות עלים כגון אוכלוסיית הצמחונים והאוכלוסייה הערבית בישראל. נתוני המחקר מראים כי החשיפה המקסימלית עבור epoxide-carbamazepine ו-lamotrigine, מגיעים לכ-20,000 ננוגרם ליום לאדם השוקל 70 ק"ג, חורגים מערך הסף לחומרים שמוגדרים כ-genotoxic (בשיטת ה-10,500 TTC ננוגרם ליום לאדם השוקל 70 ק"ג). בנוסף, גם carbamazepine נמצא חורג במקרה קיצון של חשיפה מקסימלית בהתאם למד ה-7,000 ADI ננוגרם ליום לאדם השוקל 70 ק"ג). עם זאת, 95% מהחומרים שנבחנו לא חרגו מערכי הסף בשני המדדים.

צריכה של גידולי עלים מושקים בקולחים הינה הגורם העיקרי לחשיפת האוכלוסייה למזהמים האורגנים שנבדקו. יש לתת תשומת לב לתרופות למניעת פרכוסים שעבורן החשיפה לחלק מהאוכלוסייה הינה מעבר לערכי הסף, בייחוד לאור העובדה כי השקיה בקולחים צפויה לגדול בישראל. חריגה מערכים אלו אינה מייצגת סכנה ישירה לצרכן, כי אם צורך בבחינת התקנות לטיפול בשפכים ואישורי השקיה בקולחים. במחקר זה נבחנה לראשונה, על בסיס סקר לאומי, החשיפה של האוכלוסייה בישראל לשאריות של מזהמים אורגנים על ידי צריכה של תוצרת חקלאית מושקית קולחים על בסיס סקר צריכה לאומי. ניכר כי תיתכן חשיפה של האוכלוסייה לרמות מעל ערכי הסף של שלושה חומרים שכיחים למדי במי ההשקיה (קולחים), בקרקע ובצמחים, בפרט גידולי עלים. נתוני המחקר יכולים לסייע בקביעת מדיניות הנוגעת בהשקיה בקולחים בישראל.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



מחקרי קיימות יישומיים בעזרת מודלים אינטגרטיביים

אולם H



יו"ר המושב: פרופ' ורד בלאס, אוניברסיטת תל אביב,
IIASA

יישום מודל GAINS להפחתת פליטות מזהמי אוויר וגזי
חממה עבור ישראל
ד"ר אילן לוי, המשרד להגנת הסביבה

ניתוח משק האנרגיה הישראלי לקראת איפוס פליטות
בשנת 2050
ד"ר שחר דולב, משרד האנרגיה

Clean air: Multiple perspectives on how to get there

Dr. Fabian Wagner, IIASA

Demand-side transformations and their upstream sector implications: An integrated modeling analysis

Dr. Kery Volker, IIASA

ניתוח יחסי הגומלין אנרגיה-תחבורה במשק הישראלי
באמצעות מודל MESSAGEix: שילוב היבטים טכנו-
כלכליים והתנהגותיים
ד"ר אילת דוידוביץ', אוניברסיטת תל אביב

ניתוח כלכלי של חלופות מדיניות להפחתת פליטות גזי
חממה במשק האנרגיה בישראל
ד"ר רוסלנה רחל פלטינק, המכללה האקדמית עמק יזרעאל
ע"ש מקס שטרן



יישום מודל GAINS להפחתת פליטות מזהמי אוויר וגזי חממה עבור ישראל

אילן לוי

המשרד להגנת הסביבה

חוק אוויר נקי קובע כי על הממשלה לאשר עדכון לתכנית הלאומית למניעה ולצמצום של זיהום האוויר לפחות אחת ל-5 שנים, לפי הצעת השרה להגנת הסביבה. כמו כן, על מנת לעמוד ביעדים לאומיים ובינלאומיים להפחתת פליטות גזי חממה, העבירה ממשלת ישראל מספר החלטות בנוגע ליעדי הפחתה ואופן השגתם. התכניות הלאומיות להפחתת מזהמי אוויר וגזי חממה אשר אושרו בממשלה עד כה כללו מגוון אמצעי מדיניות אשר התועלת מיישומם נבחנה באופן מצרפי, וללא בחינה של השפעות צולבות.

מודל GAINS (Greenhouse Gas and Air Pollution Interactions and Synergies) אשר פותח על ידי מכון המחקר הבינלאומי IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) הינו כלי תומך קבלת החלטות להפחתת מזהמי אוויר וגזי חממה. המודל מאפשר בחינה של מגוון רחב של אמצעי מדיניות ומתן הערכה אובייקטיבית של העלות והתועלת של תמהילים שונים של אמצעי מדיניות במונחים כלכליים. יתרה מכך, המודל מאפשר גם ביצוע של אופטימיזציה של אפשרויות שונות להפחתת פליטות, על פי מספר מטרות כגון ההפחתה הרבה ביותר בפליטות, השגת עמידה בערכי איכות אוויר עבור כלל האוכלוסייה או ההפחתה הרבה ביותר בתוצאים הבריאותיים, כל זאת בעלות הנמוכה ביותר למשק.

כחלק מתהליך הבחינה והעדכון של תכניות לאומיות להפחתת מהמי אוויר וגזי חממה, המשרד להגנת הסביבה החל בתהליך קליטה של מודל GAINS והתאמתו לישראל. בכוונת המשרד לשלב את המודל בתהליך ההכנה של תוכניות אלו ככלי תומך מדיניות.

בהרצאה אציג את מודל GAINS ויכולותיו ככלי תומך מדיניות עבור ישראל.



ניתוח משק האנרגיה הישראלי לקראת איפוס פליטות בשנת 2050

שחר דולב

משרד האנרגיה

בהתאם למגמות הבינלאומיות והכרזת ראש הממשלה בשנת 2021, בוחנים במשרד האנרגיה כיצד ניתן להגיע לאיפוס של פליטות גזי החממה ממשק האנרגיה בישראל עד לשנת 2050. המשק הישראלי שונה ממשקי אנרגיה מערביים במספר בחינות, בין השאר המקור היחיד כמעט לאנרגיה מתחדשת הוא השמש, ויש קושי לשלב ברשת אחוזים גבוהים של אנרגיית שמש, רשת החשמל הישראלית אינה מחוברת לרשתות חיצוניות, בישראל אין תעשייה כבדה מפותחת ובשונה מרוב מדינות המערב האוכלוסייה הישראלית גדלה במהירות. מאפיינים אלו הופכים את המשק הישראלי למקרה ייחודי והפתרונות לאיפוס הפליטות יהיו שונים מהפתרונות המוכרים ממדינות המערב. המחקר בוחן, באופן מבוסס נתונים ובאמצעות מודלים, את הערוצים האפשריים לאיפוס פליטות גזי החממה ממשק האנרגיה הישראלי, את האתגרים הייחודיים ואת הפתרונות האפשריים. בעבודה יוצגו הניתוחים שנערכו והמסקנות שהתקבלו באמצעות המודלים. כמו כן יוצגו המגבלות של הניתוח באמצעות מודלים וכיצד ניתן לקבוע מדיניות על אף מגבלות אלו. המחקר מאפשר להציב יעדים ארוכי טווח למשק האנרגיה וכן לקבוע יעדים קצרי טווח שיאפשרו להשיג את איפוס פליטות גזי החממה בעתיד.





Clean air: Multiple perspectives on how to get there

Fabian Wagner, Zbigniew Klimont, Gregor Kiesewetter

IASA

Poor air quality is still a major threat to human health and agricultural productivity in many countries. Managing air quality effectively requires a good understanding of the drivers and atmospheric processes, as well as of technological options and policy levers available. In this presentation we use an integrated assessment framework of air pollution that is being used to support governments in designing cost-effective policies in Europe and Asia to illustrate how different framings of environmental and public health objectives affect the preferred portfolios of policies actions that aim at economic efficiency. In particular, we structurally compare universal ambient air quality standards to impact-oriented targets and share experiences from various EU policy processes that have used different approaches to target setting. The co-benefits from greenhouse gas mitigation as well as the benefits of cooperation across sectors and geographical boundaries are quantified. We describe practical steps that enhance the engagement of stakeholders and eventually strengthen the implementation process towards better air quality. Finally, we describe steps towards implementing this integrated assessment framework for Israel.



Demand-side transformations and their upstream sector implications: An integrated modeling analysis

Krey Volker, Alessio Mastrucci, Jihoon Min, Paul Kishimoto, Bas van Ruijven, Keywan Riahi, Ünlü Gamze

IASA

Demand-side transformations, as opposed to traditional supply-side options and carbon management, are the prototype of an alternative pathway toward sustainable development and climate mitigation. The reason for their profound difference to traditional strategies resides in their systemic nature. They are systemic in three dimensions: First, they entail transformations that cut across numerous applications, services, and energy and resource end-uses, offering opportunities for exploring alternative service delivery models that combine technological, business, and behavioral changes. Second, as demand side transformations involve end-users they affect human well-being and welfare in addition to economic impacts and thus are systemic in terms of sustainable development dimensions. Lastly, demand-side solutions have important systems implications not only for upstream energy supply but for other upstream resource systems (land, water, minerals) and for industry. To explore the impacts of demand side transformations at the systems level, we combine a set of different methods for the scenario development. 1) bottom-up assessments of energy demand by major end-use service and upstream sector; 2) quantification of corresponding supply-side transformation in energy, materials and land-use systems using the MESSAGEix-GLOBIOM IAM framework with detailed Buildings-Materials-Transport sector modules; and 3) ex-post analysis of scenario outcomes against quantitative indicators of a range of SDGs. A novelty in this study is the endogenization of the linkage between end-use demands and upstream supply sectors (materials and energy) and services. It becomes critical in scenarios of transformative changes in end-use towards “low demand” to embed it into an overall strategy towards sustainable development, including the provision of decent living standards to the entire population. We find that embodied energy use and emissions for materials could outweigh the direct energy use of low demand transformative scenarios by a factor of two, illustrating the importance of treating end-use and supply simultaneously and within a systems framework.



ניתוח יחסי הגומלין אנרגיה-תחבורה במשק הישראלי באמצעות מודל MESSAGEix: שילוב היבטים טכנו-כלכליים והתנהגותיים

אילת דוידוביץ¹, ורד בלאס¹, Paul Kishimoto², רותם יצחק¹, ענת צ'צ'יק³

1. אוניברסיטת תל אביב

2. IIASA

3. אוניברסיטת בר אילן

שימוש עתידי במכונות המונעות בתחליפי דלקים בישראל מחייבת השקעה בתשתיות ובטכנולוגיה. על מנת להתכונן לחדירת הטכנולוגיות השונות יש לחקור הן את דפוסי התנהגות של צרכנים ואת הגורמים המשפיעים על מעבר לשימוש ברכבים אלטרנטיביים והן את המשמעות האנרגטיות והסביבתיות. במסגרת המחקר בחנו את משמעות החדירה של רכבים שונים המונעים בתחליפי הדלקים בישראל והשפעותיהן על נושאי אנרגיה וסביבה. במחקר, ניתחנו את עתיד מגזר האנרגיה לתחבורה, באמצעות מודל התנהגות ייחודי של העדפות הנוסעים ושילובו במודל טכנו-כלכלי חדשני בתחום האנרגיה.

המודל כולל אוסף ייחודי של פרמטרים התנהגותיים המשלב נתוני מיקרו בגישת bottom-up עם מודלי מקרו של המערכת הכלכלית הכוללת בגישת top-down. ברמת המיקרו, יישמנו מתודולוגיית multi-segment choice modeling לצורך זיהוי העדפות צרכנים המשפיעות על הערכת הביקוש. ברמת המאקרו, שדרגנו את מודל האנרגיה לתחבורה האינטגרטיבי של MESSAGEix. המודל המשולב שעודכן למשק האנרגיה הישראלי MTix_IL מבוסס על מודל הערכה משולב גלובלי (IAM), שמיועד לתכנון אנרגיה וניתוח מדיניות. המודל מכיל מנגנון לבחירת כלי רכב, שמושפע הן משיקולים פיננסיים והן משיקולים לא פיננסיים. במחקר ניתחנו שלושה תרחישים:

תרחיש בסיס שהוגדר בהתאם לתרחיש המדיניות של משרד האנרגיה. התרחיש כולל הגדלת נתח האנרגיה המתחדשת ומעבר לכלי רכב חשמליים, וביטול השימוש בפחם בתמהיל האנרגיה לייצור חשמל.

תרחיש מדיניות 1 - מעבר מכלי רכב פרטיים לתחבורה בת קיימא, כולל טכנולוגיות תחבורה חסכוניות באנרגיה ובמחיר סביר עם פליטות נמוכות או אפסיות.

תרחיש מדיניות 2 - מעבר לרכבים עם אפס פליטות והגדלת הכמות של כלי תחבורה ציבוריים עירוניים המונעים בטכנולוגיה נטולת פליטות.

התוצאות מצביעות על כך שבשני תרחישי המדיניות, צריכת האנרגיה נמוכה מתרחיש הבסיס. בנוסף, הפרמטרים הסביבתיים טובים יותר עבור שני תרחישי המדיניות בהשוואה לתרחיש הבסיס. יתרה מכך, תרחיש המדיניות השני כולל הפחתה משמעותית בפרמטר הפליטות, שמהווה פרמטר מרכזי בבחינת ההשפעה על הסביבה.

מחקר זה מספק ניתוח מקיף של מגזר האנרגיה לתחבורה, כולל היבטים טכנו-כלכליים והתנהגותיים. ניתן לאמץ את המחקר לאזורים ולמדינות אחרות בהתבסס על מודל דומה עם התאמות להתנהגות ולמאפיינים הייחודיים שלהם.



באמצעות המחקר, ניתן לגבש וליישם הצעות מדיניות בנושא תכנון תשתיות אנרגיה, תחבורה, והגנת הסביבה. תוצאות המחקר תומכות בהתוויית מדיניות בנושא עידוד השימוש ברכבים מבוססים תחליפי דלקים ופיתוח יעדי חדירה מיטביים לשוק המתאימים לרמת תכנון פיתוח התשתית העתידית.





ניתוח כלכלי של חלופות מדיניות להפחתת פליטות גזי חממה במשק האנרגיה בישראל

רוסלנה רחל פלטיני¹, אילת דוידוביץ'², וולקר קריי³, מת'יו גידן³, נתן זוסמן⁴, קייאן ריהאי³

1. המכללה האקדמית – עמק יזרעאל ע"ש מקס שטרן

2. אוניברסיטת תל אביב

3. IASA

4. האוניברסיטה העברית בירושלים

הפחתת השימוש בפחמן כמקור אנרגיה היא יעד גלובלי ולאומי. כיום כ-80% מפליטות גזי החממה נגרמות מייצור חשמל ומשימוש בתחבורה ובתעשייה. במחקר זה נבחנו ונותחו חלופות מדיניות עיקריות להפחתת פליטות גזי חממה במשק האנרגיה בישראל בראייה ארוכת-טווח, באמצעות מודל חדשני לניתוח עלות-תועלת. המודל מאפשר להעריך עלות-תועלת של החלופות השונות במשק האנרגיה הישראלי, בדגש על ייצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשים, על יעדי חשמול התחבורה ועל הטלת מס פחמן. התוצאות מראות כי על-ידי אימוץ מדיניות משולבת ניתן להפחית את פליטות גזי החממה ממשק האנרגיה עד שנת 2050 בכ-60% עד 90% בהתאם לגובה מס הפחמן, ביחס לשנת הייחוס 2015. יתרה מכך, מתוצאות המחקר עולה שצפויה השפעה זניחה בלבד על צמיחת התוצר המקומי הגולמי. תהליך הפחתת פליטות הפחמן של המשק הישראלי צפוי להתבסס על הגדלת היקף חשמול התחבורה והתעשייה ועל הפקת חשמל ממשאבי אנרגיה מתחדשים (בעיקר אנרגיית השמש). קצב גידול האוכלוסין הגבוה בישראל, שהוא חסר תקדים בעולם המפותח, מכתוב צורך בפיתוח מואץ של התשתיות, ומספק חלון הזדמנות למעבר מהיר לכלכלה נקייה יותר. תוצאות המחקר מספקות תובנות חשובות ומשמעותיות לתכנון מדיניות אנרגיה נקייה שתאפשר טיפוח וקידום של יעדי צמיחה בת-קיימא. יתר על כן, התוצאות יסייעו למקבלי ההחלטות בבחינת החלופות הרלוונטיות לצורך השגת המטרות והיעדים השאפתניים של הפחתת פליטות הפחמן.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑

אקולוגיה ימית

אולם I



יו"ר המושב: ד"ר עדי לוי, המכללה האקדמית אחווה

**פלישת קיפוד הים נזרית ארוכת-קוצים לשוניות הסלעיות
בחופי ישראל – מצב האוכלוסייה ועמידות לשינוי
האקלים**

יגב' איריס פרייז, אוניברסיטת חיפה

**אלמוגי מפרץ אילת מראים עמידות יוצאת דופן לגל החום
הימי החם ביותר שתועד**

יגב' נעמה רוז קוכמן-גי'נו, האוניברסיטה העברית
בירושלים

**עתיד המגוון הביולוגי בים התיכון בעידן של התחממות
הים וטרופיקליזציה מואצת: תובנות מניסויי טמפרטורה**

פרופ' גיל רילוב, חקר ימים ואגמים לישראל

**בחינת הרכב חברת הספוגים בגני ספוגים מזופוטיים
והשוואתם לחברות הספוגים במים הרדודים**

ד"ר טל אידן, מכון ויצמן למדע

**נביעות גז ותמלחות בקרקעית הים העמוקה של הפרעת
פלמחים מזינות מערכת אקולוגית עשירה וייחודית**

ד"ר מקסים רובין בלום, חקר ימים ואגמים לישראל

**חיידקים קוטלי אצות הנישאים באוויר עשויים להשפיע
על גורל פריחת פיטופלנקטון באוקיינוס**

ד"ר נעמה לנג-יונה, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל



פלישת קיפוד הים, נזרית ארוכת-קוצים, לשוניות הסלעיות בחופי ישראל מצב אוכלוסייה ועמידות לשינוי אקלים

איריס פרייז¹, גיל רילוב², אילנה ברמן-פרנק¹

1. אוניברסיטת חיפה

2. חקר ימים ואגמים לישראל

שינוי האקלים הגלובלי גורם להתחממות מהירה של הים ומאיץ את התבססותם של מינים פולשים באזור דרום-מזרח הים התיכון, המהווה מוקדה עולמית של שני גורמי שינוי אלו. השוניות הסלעיות בחופי ישראל חשופות מאוד לשינויים אלו ולכן מצבן הולך ומתדרדר. מינים פולשים חדשים נוספים כל הזמן וישנה חשיבות רבה להבין את רגישותם לשינוי אקלים והשפעתן האקולוגית. אחד המינים שהופיעו לאחרונה הוא קיפוד הים האינדו-פסיפי, נזרית ארוכת הקוצים, שמאז נמצא בחוף תל אביב ב-2017 מתפשט במהירות בחופינו. ב-2006 נצפה בטורקיה בפעם הראשונה ומאז התרבה בצפון מזרח הים התיכון. תפוצתה הרחבה של הנזרית בעולם עשויה להצביע על קיום של תתי-אוכלוסיות ואף העיכוב בהגעתה לאזורנו, מעלה תהיות באשר למשרעת הטמפרטורות האופטימלית עבורה. אנו בוחנים את היקף הפלישה בשוניות הסלעיות בצפון הארץ וטווחי הטמפרטורה, המאפשרים להם שרידות ותפקוד (תזונה, רבייה). בנוסף, נבדקה יכולת ההסתגלות של הקיפודים לטמפרטורות גבוהות. המחקר התבצע על ידי סקרים תת-ימיים באכזיב, שקמונה ומכמורת, באביב ובסתיו 2022, בשתי קטגוריות עומק, בתוך שמורות ימיות ומחוץ להן. בסקרים נמצאו עשרות רבות של פרטים בצפיפויות נמוכות וגבוהות. על מנת לבדוק את הפגיעות התרמית של הקיפודים נאספו והוכנסו למערכת ניסוי (מזוקזם) בה נבחנה השרידות במשרעת טמפ' בין 24-34 מעלות הרלוונטיות לאביב-קיץ. לאחר שבוע נערכה מדידה של צריכת חמצן עבור כל אחד מהקיפודים ולאחר שבוע נוסף נערכה מדידה נוספת, ונמדד גם קצב התזונה על האצות ובסיום הניסוי נשקלו הקיפודים והגודות, בהתאמה. התוצאות מלמדות על שרידות של 100% קיפודים, גם ב-34 מעלות. לאחר שבוע ניתן להבחין ברמות צריכת חמצן הולכות ועולות בין 24 ל-30 מעלות, ירידה ב-32 ועליה נוספת ב-34 מעלות, שעשויה לבטא עקה. לאחר שבוע נוסף, ניכרת הסתגלות על פי רמות צריכת חמצן דומות בכל הטיפולים אך קצב התזונה ירד משמעותית ב-34 מעלות. המסקנות הינן, שנראה שהנזרית מותאמת לטווח טמפרטורת הקיץ המקומי הנוכחי אך טמפרטורות עתידיות יפגעו בתפקודה. מדד גונדות-סומטי מראה יחס גבוה יותר ב-24 מעלות מאשר ב-34 מעלות, מה שעשוי להצביע על אופטימום רבייתי בטמפרטורה הנמוכה.

עקב תפקידו החשוב של קיפוד הים בשוניות, כצמחוני הניזון מאצות, קיים סיכון גבוה לרעיית-יתר והפיכת השוניות הסלעיות לשטחים שוממים, פגיעה במגוון הביולוגי ובנוף הימי. תוצאות הסקר מראות ריכוזים של עשרות (ואולי מאות) קיפודים העלולים להתרבות בשנים הקרובות. התוצאות הראשוניות מלמדות על צפיפויות נמוכות יותר בשמורות ימיות, היבט שיש להמשיך ולבחון. תוצאות המחקר מראות שאין מניעה לכך מבחינת תנאי הטמפרטורה העכשוויים ולכן יש לבחון את ההשלכות האקולוגיות של פלישת הנזרית.





אלמוגי מפרץ אילת מראים עמידות יוצאת-דופן לגל החום הימי החם ביותר שתועד

נעמה רוז קוכמן-ג'ינו, מעוז פיין

האוניברסיטה העברית בירושלים

מצבן של שוניות אלמוגים ברחבי העולם מתדרדר במהירות עקב גורמים מקומיים וגלובליים, תוצאת פעילות אדם. במקביל להתחממות הגלובלית ארוכת הטווח של מי הים, ישנה עלייה בעוצמה ובתדירות של גלי חום ימיים (Marine Heat Waves). צפוי כי גלי חום ימיים יתרחבו בתפוצתם ועוצמתם. אלמוגי מפרץ אילת ידועים בעמידותם יוצאת הדופן בפני ההתחממות הגלובלית של מי הים, אולם, העלייה הצפויה בתדירות ובעוצמתם של גלי חום ימיים בצפון הים האדום מעלה חשש לגבי יכולתו של מפרץ אילת לשמש כמקלט אלמוגים מפני שינויי אקלים. בקיץ 2021, התרחש גל חום ימי במפרץ אילת, העוצמתי ביותר עד כה, שנמשך 34 ימים ובשיאו טמפרטורת הים הגיעה ל 31°C . בדקנו את הפיזיולוגיה של שני מיני אלמוגי אבן *Stylophora pistillata* ו-*Pocillopora damicornis* לפני, במהלך ולאחר גל החום הימי, תוך התמקדות בתכולת חלבונים, ליפידים וקרבוהידרטים של האלמוגים והאצות השיתופיות כמדד ללחץ מטבולי. גל החום לא היה קטלני לשני המינים, ואף לא גרם להלבנה בהתבסס על צפיפות אצות שיתופיות או בתכולת כלורופיל. זוהתה ירידה של 33% בחלבונים של האלמוג *S. pistillata* בשיא גל החום לעומת התקופה שקדמה לו. באצות השיתופיות של *S. pistillata* הוצגה עלייה של 34% בקרבוהידרטים בסיום גל החום לעומת שיאו. לעומת זאת, לא תועדה השפעה קטבולית של גל החום על *P. damicornis* והאצות השיתופיות. היעילות הפוטוסינתטית של האצות של *S. pistillata* לא הושפעה מגל החום, בעוד יעילות האצות של *P. damicornis* היתה גבוהה ב-6% בשיא גל החום לעומת סיומו. התוצאות מדגישות את היכולת של אלמוגים שכיחים אלה לעמוד בפני גלי חום קיצוניים, דבר המחזק את החשיבות העולמית של מקלט אלמוגים זה. לנוכח הערכות כי יוותרו רק 10% משוניות האלמוגים עד סוף המאה, ישנה חשיבות עליונה לזהות מפלטים עבור אלמוגים בהם יש לקיים מאמצי שימור מקסימליים. העמידות יוצאת הדופן של אלמוגי מפרץ אילת בפני גל החום החם ביותר שתועד מאשרת את יכולתו לשמש כמפלט אלמוגים מפני שינויי אקלים, ומדגישה את חשיבותו העולמית.





עתיד המגוון הביולוגי בים התיכון בעידן של ים תיכון התחממות הים וטרופיקליזציה מואצת: תובנות מניסויי טמפרטורה

גיל רילוב

חקר ימים ואגמים לישראל

כיצד יראה המגוון הביולוגי של דרום מזרח הים התיכון בעשורים הקרובים? שינויים גלובליים מעצבים מחדש מערכות אקולוגיות ברחבי העולם בקצב מסחרר במאה האחרונה ובעיקר בעשורים האחרונים בהם שינוי האקלים מתגבר. מבין המערכות הימיות, הים התיכון הינו מוקדה עולמית של שינויים אלה מסיבות רבות הכוללות התחממות מהירה במיוחד ועליה בגלי חום קיצוניים המלווים בתמותות המוניות. כבר היום בחופי ישראל מינים מקומיים רבים בקבוצות מסוימות כמו רכיכות וקוצי עור נעלמו או שהם על סף הכחדה מקומית, בעוד שמינים זרים, טרופיים ברובם, הולכים ותופסים אחיזה. בשנים האחרונות בחנו במעבדה את סבילותם של מינים מקומיים וזרים רבים של חסרי חוליות ואצות לשינויי טמפרטורה שכבר התרחשו ואלה העתידיים, וגם היבטים שונים נוספים כמו אדפטציה עונתית ועמידות לחשיפה ארוכה לטמפרטורות גבוהות. התגלה כי רוב המינים המקומיים שנבחנו הינם תחת עקה כבר בטמפרטורות הקיץ של היום וישנה סכנה אמיתית שייעלמו בעשורים הקרובים עם המשך ההתחממות. בסרטן בריכות שפל ובאצה אחת הראנו כי ישנה אדפטציה עונתית לטמפרטורות ובחלזונות למשל הראנו כי חשיפה ארוכה של ימים או שבועות לטמפ' גבוהות מורידה את אופטימום הטמפ' ואת התפקוד וכן כי המינים הזרים הטרופיים עמידים יותר לטמפרטורות קיץ עתידיות. המשמעות האקולוגית היא כי יש לצפות להמשך תחלופת המינים המקומיים במינים זרים שחלקם דומים למינים המקומיים שנעלמו ולחלקם תכונות ואולי גם תפקודים שונים מאלה הקיימים, ולכך יכולות להיות השלכות על תפקוד המערכת האקולוגית במאה הנוכחית וגם השירותים שהים מעניק לרווחת האדם. ההתמודדות עם ההשפעות האקולוגיות של שינוי אקלים הוא האתגר הסביבתי הגדול והדחוף ביותר של המין האנושי בתקופה הנוכחית, כיוון שלהשפעות הללו ישנן השלכות לא רק על המגוון הביולוגי אלא גם על תפקוד ושירותי המערכות האקולוגיות לרווחת האדם. מחקר זה מראה כי תחלופת המינים בחופי דרום-מזרח הים התיכון תמשיך להתרחש בשל שינוי האקלים, ויש להבין את המשמעות האקולוגיות לכך. לעובדות אלו השלכות חשובות גם לניהול ושמירת משאבי הטבע, כולל שמורות ימיות.





בחירת הרכב חברת הספוגים בגני ספוגים מזופטים והשוואתם לחברות הספוגים במים הרדודים

טל אידן¹, לירון גורן², סיגל שפר², מיכה אילן³

1. מכון ויצמן למדע
2. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
3. אוניברסיטת תל אביב

גני-ספוגים מזופטיים נחשבים על ידי ארגון ה-IUCN ואמנת ברצלונה כבתי-גידול יחודיים ורגישים, הדורשים הגנה. כפי ששמש מורה, מדובר באתרים בעלי צפיפות רבה ומגוון גבוה של ספוגים (Porifera), מהקבוצות החשובות ביותר בבנתוס הים תיכוני. בהיותם בעלי חיים ישיבים ומסננים, היוצרים מבנים תלת מימדיים מורכבים, הם תורמים למגוון הביולוגי של דגים וחסרי חוליות על ידי הגדלת המורכבות של המצע, ומשפיעים על הצימוד הבנתו-פלאגי, באמצעות סינון חומר חלקיקי קטן וקליטת חומר אורגני מומס בכמויות גדולות. למרות זאת, המידע שהיה קיים לגביהם במזרח הים התיכון היה מועט, לא עדכני, ומוגבל למים הרדודים. יתרה מזאת, על בתי-גידול עמוקים בלבנט כמעט ואין מידע, והתהליכים המעצבים את חברות הספוגים שם אינם ידועים. לפני כעשור התגלו מספר גני-ספוגים מזופטיים (בעומק 90-130 מ') לאורך חוף הים התיכון הישראלי, אך הם לא נחקרו בצורה מקיפה. על מנת להרחיב את הידע בנוגע לחברת הספוגים בים התיכון לחופי ישראל בכלל, ולתרום להבנת הגורמים המשפיעים על מגוון ותפוצת חברות הספוגים המזופטיות בפרט, ביצענו בין השנים 2017-2018 הפלגות שבהן בחנו באמצעות רובוט תת-ימי (ROV) כ-15 גני-ספוגים מזופטיים לאורך החוף הישראלי של הים התיכון. בנוסף בארבעה אזורים השונו את חברות הספוגים לאורך טווח העומקים (3, 10, 25, 100 מ', במים הרדודים הסקרים התבצעו בצלילות SCUBA). בחנו את שכיחות, עושר ומגוון המינים (Shannon index), ובנוסף השתמשנו בשיטות אורדינציה שונות (RDA, NMDS) ומצאנו הבדלים מובהקים בהרכב החברות בין בתי-הגידול הרדודים לבתי-הגידול המזופטיים, נצפתה עליה בעושר במגוון ובאחוזי הכיסוי עם העליה בעומק. גני הספוגים הכילו מינים רבים שלא נמצאים במים הרדודים וכן מינים חדשים למדע. למשתנים אביוטיים כמו עומק, אור ומורכבות האתרים הייתה השפעה גדולה על הרכב החברות, וככל הנראה גם על תפוצת הספוגים ועל אסטרטגיות הרבייה שלהם. דבר המחזק את ההשערה שבתי-גידול אלה מהווים מקלט למינים אשר כיום אינם יכולים להתקיים במים הרדודים עקב שינויי האקלים.

מחקר זה לא רק ניתן ליישום אלא כבר משמש כיום ככלי מנחה לקביעת מיקומן של שמורות טבע ימיות בעומק המזופטי. בנוסף, ממחקר זה גם יצרנו תחזית בעזרתה ניתן להעריך אילו אזורים בעומקי ביניים צפויים להיות גני ספוגים עשירים ולכן זקוקים להגנה.



נביעות גז ותמלחות בקרקעית הים העמוקה של הפרעת פלמחים מזינות מערכת אקולוגית עשירה וייחודית

מקסים רובין בלום¹, תמר גיא חיים¹, אייל רהב¹, גיא סיסמה-ונטורה¹, מור כנרי¹, ברק חרות¹, גלעד אנטלר², איתי רזניק³, עמרי ברונשטיין⁴, יצחק מקובסקי⁵

1. חקר ימים ואגמים לישראל
2. אוניברסיטת בן גוריון בנגב
3. המכון הגיאולוגי לישראל
4. אוניברסיטת תל אביב
5. אוניברסיטת חיפה

בים העמוק, בו היצרות מוגבלת בשל מחסור באנרגיית השמש, נביעות גז טבעיות מהוות בסיס לסביבה עשירה בחיים בשל יצרות כימוסינתטית המבוססת על אנרגיה האגורה בגזים מומסים. נביעות הגז תומכות בביומסה גדולה ומשפיעות על הסביבה הימית הרחבה והמחזורים הגיאוכימיים הבסיסיים. מינים ייחודיים של בעלי חיים שוכנים בנביעות הגז, המהוות מוקדי מגוון ביולוגי בים התיכון המזרחי העני בנוטרייניטים. לאחרונה גילינו חיים כימוסינתטיים עשירים בנביעות של גז ותמלחות בהפרעת פלמחים בעומק מים של כ-1150 מ'. התמלחות הינן חמות ומלוחות יותר ממי הים התיכון, הן רוויות בגז מתאן ממקור שברובו ביוגני, ובמימן גופרתי ואמוניה בריכוזים רעילים למרבית צורות החיים. הממשק בין התמלחות ומי הקרקעית מהווה בסיס ליצרות שקצבה עולה לעיתים על קצב קיבוע פחמן מפוטוסינתזה בעמודת המים המוארת באזור הפוטי. בסביבת התמלחות גילינו אזור אומנה לביצי כריש העומק גלדן שחור פה *Galeus melastomus*. תיעדנו המוני כרישים וביצי כרישים, המתפרשים על משטחים של צדפות כמוסינתטיות מהסוג *Lucinoma*, וגם מספר גדול של קיפודי ים מהמין *Gracilechinus elegans*, אשר נצפו בפעם הראשונה במזרח הים התיכון. מדידות איזוטופים יציבים מראות שהקיפודים אולי ניזונים מביצי הכרישים, מה שמצביע על שרשרת מזון ייחודית ומורכבת. אנו משערים שתרומת הנביעות למערכת האקולוגית של הים התיכון האוליגוטרופי הינה משמעותית. כיום הבנתנו של סביבה זו מוגבלת למספר קטן של תצפיות ומדידות שנעשו על ידנו, כך שהידע על פונקציונליות וסביבת ההשפעה של התופעה מועט ביותר. עם זאת, לאור ייחודיות הסביבה שהתגלתה במקביל לתהליכי פיתוח המים הכלכליים של ישראל והתרחבות התשתיות לתוך הים העמוק, עולה כי יש להתחשב בקיומם של סביבות אלו ולהגן עליהן תוך העמקת ההבנה לגבי פעילותן ורגישותיהן, תוך כדי המשך מחקר של פונקציונליות ותחומי ההשפעה של נביעות הגז והתמלחת.

המחקר מגדיר מחדש את הבנתנו באשר לעושר ומגוון המינים בים התיכון העמוק, ואת תרומתו למארג המזון ולתהליכים ביוגיאוכימיים. לאור הפיתוח המתמשך של המרחב הימי בישראל אפיון רגישות וסביבת ההשפעה של נביעות הגז והתמלחות הינו קריטי.





חיידקים קוטלי אצות הנישאים באוויר עשויים להשפיע על גורל פריחת פיטופלנקטון באוקיינוס

נעמה לנג-יונה¹, מיצ'ל פלורס², ענבל נוסבאום², אילן קורן², אסף ורדי²

1. הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

2. מכון ויצמן למדע

רקע: חיידקים באוקיינוסים מעורבים בתהליכים גלובליים כמו מחזורים ביוגיאוכימיים ומחזור המים. מחקרים עדכניים הצביעו על מגוון אינטראקציות בין אצות לחיידקים, כולל הדדיות ופתוגניות, שיש להם השפעה מרכזית על האקולוגיה ועל קיבוע הפחמן האוקיינוסי, ומכאן על האקלים. עם זאת, אופן תפוצתם היעילה של חיידקים במערכת האקולוגית הימית עדיין לא ברור.

מטרת המחקר היא לתעד את התנהגותם הפטוגנית של חיידקים ימיים שנדגמו באוויר מעל האוקיינוס, כנגד אצות מסוג קוקוליטופור (*Emiliania huxleyi*).

שיטות: דיגום אויר נערך מעל פריחת אצות טבעית מסוג קוקוליטופור באוקיינוס האטלנטי. דוגמאות האויר שימשו הן לחשיפה לתרביות של הקוקוליטופור *E. huxleyi* במעבדה, והן לזיהוי גנומי של אוכלוסיית החיידקים הנדגמת.

לאחר חשיפה לתרביות, בודדו חיידקים שגרמו למוות התרבית, ונבחנה יכולתם של כל אחד מהתבדידים להרוג את תרבית האצות בנפרד.

תוצאות: מתוך חמישה חיידקים שבודדו מדוגמאות האוויר נימצא אחד, *Roseovarius nubinhibens*, בעל יכולת הריגת האצות. שאר החיידקים לא הציגו יכולת הריגה לאצות אלו, אך השתייכו למינים ימיים, המעיד על הישארותם חיים לאחר היפלטותם לאוויר מהאוקיינוס. ממדידת ריכוזי החיידק והאצות בדוגמאות האויר נימצא כי ריכוז האצה באוויר הוא אפסי, בעוד החיידק כן עולה לאוויר, בסדרי גודל של עשרות תאים לליטר אויר.

דיון ומסקנות: מחקר זה מראה שחיידקים פטוגנים לאצות כגון *Roseovarius nubinhibens* יכולים להינשא באוויר ולשמור על תכונותיהם הפטוגניות בזמן תנועתם האווירית. זה יכול להסביר את הדעיכה המהירה של פריחות אוקייניות אלו על ידי העברה יעילה של הפטוגנים במרחב דרך האוויר. זהו תיעוד ראשוני של חיידק קוטל-אצות ימיות שמועבר ונשמר חיי ומדביק, דרך האויר. המחקר חיוני בתחום האקולוגיה הימית, ומהווה אינדיקציה לפוטנציאל העברת חיידקים ימיים דרך האטמוספירה, להפצת זיהומים ביעילות על פני אזורים אוקיינוסיים נרחבים, מה שמדגיש את חשיבותו בוויסות גורל התא בפריחה של אצות. מחקר נוסף דרוש על מנת לקבוע את תווך התפוצה ופוטנציאל ההעברה של הפטוגנים דרך האויר. המחקר חיוני גם בתחום העברת פטוגנים חיידקיים בסביבות אחרות, ובמארחים אחרים כדוגמת הפצת מחלות בבני אדם ובעלי חיים. בישראל, יש חשיבות רבה להפצה זו, שכן מרחק ההעברה הגאוגרפי הוא יחסית קטן, והצפיפות בה רבה.



הזדמנויות ואתגרים בחידוש ובהקמה של יערות קק"ל בישראל

הזדמנויות ואתגרים בחידוש ובהקמה של יערות קק"ל בישראל

אולם K



יו"ר המושב: ד"ר שני רוהטין-בליץ, קק"ל

מדיניות ומתודולוגיה להקמת יער
ד"ר גלעד אוסטרובסקי, קק"ל

**ניטור ארוך טווח של שרידות והתפשטות זריעי אורן
ירושלים לאחר שרפת הכרמל (2010) – חידוש יער
מחטני לאחר שרפה**
מר כליל אדר, קק"ל

כלי חדשני של ניתוח מאפייני שטח לשם תכנון שטחי יער
ד"ר עפרי גבאי, ליגמ

תפקודיו החברתיים של היער
מר מוטי קפלן, מוטי קפלן מתכננים בע"מ

**תוכנית רב-שנתית לממשק יער באתרי HotSpot של
צמחים בסכנת הכחדה: יער אילנות כמודל**
ד"ר שני גלייטמן, קק"ל

**השפעת ייעור באיקליפטוסים על הקרקע, המים והמגוון
הביולוגי בדיונות החוף של ישראל**
גב' אביב אבישר, אוניברסיטת תל אביב





מדיניות ומתודולוגיה להקמת יער

גלעד אוסטרובסקי

הקמת יער בנטיעה היא פעולת ממשק מרכזית וחשובה המהווה חלק מסל הכלים לממשק יערני. בישראל, מרבית השטח המיועד ליער כבר נמצא מיוער, כך שהיקף הנטיעות להקמת יער הצטמצם באופן משמעותי בעשורים האחרונים, אך עדיין נותרו שטחים המתאימים לנטיעה. יתרה מזו, היער הוא מערכת אקולוגית דינמית, כך שנטיעה להקמת יער ולחידושו נדרשת באופן תדיר.

התכנון היערני להקמת יער הוא תהליך מקצועי וקפדני המתבסס על עקרונות ניהול יער בר קיימא המפורטים בתורת ניהול היער. שלושה קווים מנחים עומדים לנגד עינינו בבואנו לקבל החלטה על נטיעת היער: (א) מטרות ניהול השטח - האם ביסוס עצים חדשים בנטיעה היא הדרך המיטבית להשגת מטרות ניהול השטח ותצורת הצומח הרצויה. (ב) תהליכים טבעיים - האם לא צפוי להיווצר הכיסוי העצי הנדרש בתהליך טבעי. (ג) השפעה על מערכות אקולוגיות, ערכי טבע ונכסי תרבות - האם וכיצד ביצוע נטיעה תומך בערכים אלה ובשיקום השטח.

עלינו להדגיש כאן שני עיקרים חשובים: האחד, מטרות ניהול היער הן רחבות ומגוונות ותכליתן אספקת שרותי מערכת אקולוגית (אספקה, ויסות, תרבות), ואנו מקדישים תומת לב מיוחדת לצורך בשיקום השטח ולטיפול במפגעים קיימים; והשני, ההשפעה על מערכות אקולוגיות נבחנת בשלוש רמות: ארצית, אזורית ומקומית. כך מתקבלת תמונה רחבה הן מצד התועלות והן מצד ההתאמה לסביבה ולמרחב הנתון. לבסוף, ניתוח המידע שיתקבל מוביל אותנו לעצב את תכנית הנטיעה על מרכיביה השונים: בחירת המינים, צפיפות הנטיעה, דגם הנטיעה ופעולות הממשק לביצוע הנטיעה ולהיבטים נוספים כמו שימור קרקע ומים, טיפול במפגעים ועוד.





ניטור ארוך טווח של התחדשות זריעים לאחר שרפת הכרמל (2010): האתגר בעיצוב וחידוש יער האורן לאחר שריפה באמצעים מכניים וידניים

כליל אדר¹, מוני שטרית², יובל וורבר³

1. קק"ל - אזור גליל עליון – גולן

2. קק"ל – מחלקת יער מרחב צפון

3. אוניברסיטת חיפה

אחד האתגרים הגדולים בממשק יער אורן ירושלים לאחר שריפה, הוא כיצד לעצב ולשמר כיסוי דליל של זריעי אורן? השיטה הנהוגה עד היום במק"ל היא דילול ידני של הזריעים המתחדשים לצפיפות של כ-40 עצים/דונם. בקיץ 2015, (כארבע וחצי שנים לאחר שריפת הכרמל 2010), מחלקת היער במרחב צפון, יזמה והקימה מערך ניסיון ביער ניר עציון השרוף, במטרה לבחון גם שיטות דילול מכניות. מטרת הניסיון היו:

1. בחינה של דינמיקת הצומח ביער המתחדש בטיפולים ידניים ומכניים
2. בחינת יעילות השימוש במרסקת פטישים ליצירת כתמיות, הפחתת הביומסה, צמצום צפיפות הזריעים והגדלת המגוון הביולוגי.

הניסיון כלל חמישה טיפולים עם חמש חזרות בכל טיפול. סה"כ 25 חלקות. הטיפולים היו: דילול ידני והותרת צפיפות של כ-40 זריע/דונם, כריתה ידנית של כל הזריעים, כיסוח מכני מלא של כל הצומח, כיסוח מכני של 50% משטח החלקה וביקורת.

אחת לשלוש שנים (2016, 2019, 2022) נמדדו בשטח: מצאי זריעי אורנים, עושר מינים מעוצים ועשבונים, מדדי כיסוי צומח ועוד. כמו כן ערכנו צילומי אוויר (RGB) ברזולוציה גבוהה. בסתיו 2022 הפעלנו גם מערך צילום וניתוח בעזרת LIDAR.

בשנות הניסיון הראשונות צפיפות הכיסוי של זריעי האורן היתה הנמוכה ביותר באופן מובהק בטיפול המכני המלא וכמו כן, טיפול זה הביא להגדלה בכיסוי העשבונים ובמגוון הביולוגי.

ככל שחלפו השנים השטח התייצב והטיפולים השתוו לביקורת. עם זאת, גם לאחר שבע שנות מחקר, נמצאו כמויות זריעים נמוכות באופן מובהק בטיפולי הכריתה הידנית ובטיפול מכסחת מלא.

לסיכום, הניסיון חיזק את ההנחה ליתרונות השימוש בכלים מכניים ככלי ליצירת הפרעה קצרת טווח, המקטינה את צפיפות יער האורן המתחדש ומגדילה את המגוון.



כלי חדשני של ניתוח מאפייני שטח לשם תכנון שטחי יער

עפרי גבאי¹, עידן שפירא¹, אלון גוגיג¹, נירה אגמון²

1. ליגמ פרויקטים

2. קק"ל

הגולן הוא חבל ארץ מגוון מבחינה נופית ועשיר בערכי טבע ונוף ייחודיים, לצד אתרי מורשת, תרבות והיסטוריה. נופי הגולן וערכי הטבע שבו מאוימים כיום ע"י תהליכים שונים, כגון פיתוח ישובים ושטחי חקלאות, הקמת ישובים חדשים, מתקני אנרגיה מתחדשת, ועוד. בנוסף לכך, שטחים טבעיים חווים הפרות ופגיעות, כתוצאה מרעיייה בלתי מוסדרת, שריפות, אימוני צבא, נסיעת רכב כבד, ופינוי מוקשים. על רקע זאת, באה קק"ל להכין תכנית מתאר ליערות הגולן, אשר תיצור מרחב רציף ואיכותי של שטחי יער, חורש ובתה, ותעניק הגנה סטטוטורית לשטחים ערכיים אשר אינם מוגנים כיום. באמצעות הגנה זו תסייע התכנית לשמירת הרצף האקולוגי של בתי גידול טבעיים איכותיים כחלק מהמסדרונות האקולוגיים בגולן, ותחזק מגוון שירותי מערכת שמספקים היערות, כגון אתרים לפנאי, נופש וטיילות, וויסות נגר וסחף קרקע.

הרצון לשמור על אופי הנוף בגולן מחייב חשיבה מעמיקה על ייעוד היער ועל תצורות הצומח התומכות בשרותי המערכת האקולוגית הרצויים: אזור המיועד לנופש ופנאי יתאפיין, בד"כ, ברמת כיסוי גבוהה ליצירת צל; בתי גידול יחודיים ואתרי נוף יודגשו ויטופחו; וייעוד 'רב תכליתי' ישאף לשמור את הנוף הגולני הטיפוסי המתבסס על תהליכים טבעיים.

על מנת לקבל החלטה מושכלת על ייעוד היער נבנתה במערכת מידע גיאוגרפי שכבה המנתחת את שטח רמת הגולן מבחינת התאמה לשמש כשטח ייעור. הניתוח מבוסס על חלוקת שטח הגולן לתאים (grid) בגודל עשרה דונם ומתן ניקוד לכל תא לפי התאמתו לשמש לייעור. התאמה זו נקבעת לפי המאפיינים המתקיימים בתא, למשל קיום בית גידול לח, מיני צמחים בסכנת הכחדה, שטח מופר, תצורות צומח ועוד. שקלול הניקוד של כל השכבות הניב ערך המבטא את ההתאמה של התא לייעור בסולם דרגות בן עשר קטגוריות, הנע בין עדיפות גבוהה לשימור במצב טבעי (1) ועד התאמה לייעור (10), שיותאם לסביבה המקומית.

התוצר שהתקבל הוא שכבת התאמה לייעור, אשר שימשה לתכנון ייעוד יערות הגולן מתוך הסתכלות מעמיקה על מאפייני השטח ותוך מתן דגש על הצרכים האקולוגיים שלו. שכבה זו תוכל בהמשך לסייע בתכנון תכניות יער מפורטות.

הכלי שפיתחנו מציע גישה חדשנית לניתוח התאמת שטח לנטיעות, אשר מתבססת על רכיבים שונים של מאפייני השטח. כלי זה מאפשר קבלת החלטות מושכלת על ייעוד היער, הנובעות מניתוח המאפיינים האקולוגיים של השטח. אנו מדגימים שימוש בכלי אשר יכול לשמש גם באתרים אחרים, ולדייק את תכנון היערות בצורה שתיטיב עם ערכי הטבע שבשטח התכנית.





תפקודיו החברתיים של היער

מוטי קפלן¹, נועה טל²

1. מוטי קפלן מתכננים בע"מ

2. קרן קיימת לישראל

קרן קיימת לישראל מקדמת תכנית אסטרטגית ליערות, ובה מקום רב לתפקודיו החברתיים של היער. החשיפה לטבע וערכיו, בקרב חלק ניכר מהציבור בישראל, מתקיימת לעת ביקוריו ביערות. זהו חלון הראווה של הטבע, זוהי גם הזדמנות לחינוך סביבתי להיכרות קרובה עם הארץ, מורשתה וטבעה. מכאן גם הדרך להגברת המודעות לשמירת-טבע במעגלים רחבים.

במרכז הארץ, נעדרת האפשרות להגדלת שטחי היער. שטחי תמ"א אחת ממצים את המלאי הפוטנציאלי. חקלאות ויישובים עירוניים וכפריים ממלאים את יתרת השטח.

כמחצית מאוכלוסיית ישראל מצטופפת במחוזות תל-אביב והמרכז. שטחם – 1,100 קמ"ר, היצע היערות נמוך. שטח היער הסגולי כ-25 מ"ר לאדם, נמוך (פחות מ-20%) מן הקריטריונים המקובלים.

שטחי יער לקליטת-קהל באזור המרכז תסתמך על קווי הפעולה:

1. העלאת הקיבולת בשטחי היער הסמוכים ליישוב – יערות ציר-הגבעות, מיער קולה ועד יערות בן-שמן,

שטחי כורכר, וחולות. תוספת אתרי קליטת-קהל, שבילים ומוקדי שהייה, לצד טיפוח וחיפוח ערכי הטבע.

2. יעור לאורך צירי נחלים בסביבה האורבאנית - הפוטנציאל הגדול ביותר לאספקת ביקושים נמצא לאורך צירי

הנחלים, החודרים אל העיר, ומהווים קשר ישיר בינה ובין היער. לנחלים אלכסנדר, פולג, הירקון ויובליו,

אילון ויובליו, נחל שורק – קווי-מגע עירוניים, החודרים ללב-העיר. פארק נחל-רפאים ממחיש הקישור בין

העיר והמרחב, תחילתו בלב-ירושלים, והמשכו בפארק-נחל הקושר את העיר אל היערות ממערב.

3. פיתוח אמצעי הנגשה ממרכזי הערים אל אתרי היער – בדמות תחבורה ציבורית ליערות - היערות, כמרבית

השטחים הפתוחים בישראל, אינם משורתיים על-ידי תחבורה ציבורית. ההגעה מתבצעת ברכב פרטי. קיימת

דיפרנציאציה בין קהלים שברשותם מכונית פרטית, ובין אוכלוסיות נעדרות-אמצעים, המודרות ממנו.

ליערות מרוחקים מריכוז אוכלוסייה מגיעה אוכלוסייה מבוססת, ואוכלוסייה מעוטת-אמצעים תגיע ליערות

בטווח הליכה ממגוריהם.

הפתרון, מערכת תחבורה-ציבורית לשטחי היער, שתפעל בימי הביקוש ותבסס על:

1. מערך אוטובוסים – מריכוזים עירוניים גדולים אל יערות מרכזיים.

2. תחנות רכבת, עצירה במוקדי-יער. הקצאת קווי-רכבת – שתכליתם הסעת מטיילים בימי חופשות,

מריכוזי אוכלוסייה למוקדי-יער.

3. נסיעות מסובסדות – ליישובים במצב סוציאקונומי נמוך.

4. שאטלים, תשתיות שבילי-אופניים והליכה מריכוזי האוכלוסייה. היערות, כמרבית השטחים הפתוחים

בישראל, אינם משורתיים על-ידי תחבורה ציבורית. ההגעה מתבצעת ברכב פרטי. קיימת דיפרנציאציה

בין קהלים שברשותם מכונית פרטית, ובין אוכלוסיות נעדר-אמצעים, המודרות ממנו. ליערות מרוחקים



מריכוז אוכלוסייה מגיעה אוכלוסייה מבוססת, ואוכלוסייה מעוטת-אמצעים תגיע ליערות בטווח הליכה ממגוריהם. ובכך תגדיל את הנגישות ליערות לכלל חלקי האוכלוסייה.





תוכנית רב-שנתית לממשק יער באתרי Hot-Spot של צמחים בסכנת הכחדה: יער אילנות כמודל

שני גלייטמן, יותם פרלמן, נורית היבשר, יהל פורת

קרן קיימת לישראל

חשיפה והדגשה של תצורת הצומח הקדומה של יערות אלונים התבור של השרון, יחד עם שמירה על המגוון הביולוגי ועל צמחים בסכנת הכחדה, וכן הנגשת השטחים הפתוחים האיכותיים לקהל המבקרים ולקהילות הסמוכות, הן מהמטרות המרכזיות של יערות השרון, כפי שהוגדרו על-ידי הקרן הקיימת לישראל בתוכנית היער והממשק של יערות השרון.

מבין יערות השרון בולט בייחודיותו יער אילנות. היער ניטע ברובו בשנות ה-60 של המאה הקודמת בעיקר בעצי איקליפטוס, ומצויים בו גם פרטים בודדים וחורשות קטנות של אלונים תבור, חלקם נטועים וחלקם שרידים של יערות השרון הקדומים. היער הוא ממשאבי הטבע הבודדים שנותרו על קרקעות החמרה החולית של האזור. בתת היער צומח עשבוני מפותח, והוא מהווה אתר Hot-Spot התומך בעושר ומגוון גבוהים במיוחד של צמחים נדירים, אנדמיים ו/או בסכנת הכחדה, כגון אירוס הארגמן, אזוביון דגול, תורמוס צהוב, תורמוס שעיר, אשבל השדה, ערבז החוף, ועוד, באזור הנתון ללחצי פיתוח מואץ, קיטוע וחקלאות.

מלבד האיזמים הסטוטוריים השונים אנו עדים לאורך השנים להתבססות והתפשטות צמחים פולשים המהווים איום של ממש על המשך קיומם של הצמחים הנדירים ביער, וכן להשתלטות מיני צמחים מקומיים כגון קידה שעירה ודגניים המקטינים את מגוון המינים המקומי.

ההכרה בחשיבותו הבוטנית והאקולוגית של יער אילנות והצורך בפתרונות ממשקיים לשמירה וטיפול הצומח הייחודי הקיים ביער, הובילו לכתיבת תוכנית ממשק רב-שנתית מפורטת, המהווה נספח מקצועי לתוכנית היער והממשק של יערות השרון.

במסגרת תוכנית זו מופו כלל ערכי הטבע המוגנים והצמחים הנדירים ביער, והאיזמים השונים עליהם.

התוכנית מפרטת את הפעולות הנדרשות לשימורם ושיפור מצבם של הצמחים הנדירים במקביל למעבר הדרגתי מיער איקליפטוס ליער מעורב של איקליפטוס ואלונים תבור. התוכנית עוסקת בין השאר בהיבטי ניהול הקהל, ממשק עצי היער, רעייה, טיפול בצומח מתחרה מעוצה ועשבוני, מזעור מפגעים, טיפול ארוך טווח בצמחים פולשים, והשבת מיני צמחים בסכנת הכחדה.

תוכנית זו היא הראשונה מסוגה שנכתבה בק"ל ותשמש מודל לכתיבת תוכניות נוספות לשטחי יער המתפקדים כאתרי Hot-Spot בעלי ערכיות אקולוגית ייחודית.

התוכנית מרחיבה את "סל הכלים" היערי ומשמשת מודל לממשק אקולוגי של יערות המהווים אתרי הוט-ספוט של צמחים בסכנת הכחדה, הנמצאים בחשיבות עליונה לשימור.

תוכנית זו היא הראשונה מסוגה שנכתבה בק"ל ותשמש מודל לכתיבת תוכניות נוספות לשטחי יער המתפקדים כאתרי Hot-Spot בעלי ערכיות אקולוגית ייחודית.



השפעת ייעור באקליפטוסים על קרקע, מים ומגוון ביולוגי בדיונות החוף של ישראל

אביב אבישר¹, תמר דיין¹, ג'יימס ארונסון²

1. אוניברסיטת תל אביב

2. Center for Conservation and Sustainable Development, Missouri Botanical Garden
(St. Louis, MO)

ייעור בתי גידול המתאפיינים בכיסוי טבעי נמוך של עצים לכדי יער נטוע יוצר יערות צפופים ומונוקולטוריים, השונים מאוד באופיים ובתכונותיהם מבית הגידול שעליו הם ניטעו. לאורך השנים ניטעה רצועת החוף הישראלית ביערות חד מיניים, בעיקר מהמין איקליפטוס המקור במטרה לעצור את תנועת החולות. נשר איקליפטוס מכיל אחוז גבוה של ליגנין קשה-פירוק, וריכוזים נמוכים של נתרן. השמנים האתרים מהווים חמישה אחוזים ממשקל העלה, ומכילים תרכובות יציבות ודוחות המעכבות פעילות של פירוק החומר המת, הן על ידי מיקרואורגניזמים (חיידקים ופטריות), והן על ידי בעלי חיים. בחנתי את ההשפעה של יער איקליפטוס המקור שניטע לפני כ-70 שנה בגן לאומי נחל אלכסנדר, על מבנה הקרקע והרכבה, ועל הרכב חברת הפאונה והפלורה. השווייתי את ההרכב הפדולוגי (מדע הקרקע) והכימי של פרופילי הקרקע שנדגמו תחת איקליפטוס המקור, ותחת שני מינים מקומיים: עץ החרוב המצוי ושיח רותם המדבר כמו כן, במטרה לעמוד על קצב הפירוק של שלושת הצמחים, השארתי בשטח שקיות נשר צמחי למשך שנה. מצאתי שנשר איקליפטוס מתפרק בקצב איטי במובהק משני הצמחים האחרים, תוך פגיעה בשירות מערכת של מחזור ניוטריאנטים, ומצטבר תחת חופת העץ לכדי שכבה עבה. שכבת נשר זו מהווה חסם פיזי, כימי והידרופובי המונע חלחול יעיל של גשם לשכבות הקרקע העמוקות. באין חלחול יעיל, נעצרת הסעת תוצרי הפירוק במורד עמודת הקרקע ותהליך יצירת הקרקע נעצר. פני הקרקע החולית, היבשה והדלה, שינו את אופיים והפכו לחים ועשירים בניוטריאנטים. השינוי המשמעותי במבנה בית הגידול הוביל באופן בלתי נמנע לשינוי בפאונה ופלורה ליצירת שתי חברות נפרדות של צמחים, פרוקי רגלים וזוחלים בשטחי האקליפטוס ושטחי החולות הסמוכים. בעיקר בלטה הפגיעה במינים חובבי חולות, אנדמיים ומינים נדירים. בחלקות האקליפטוס היה שפע נמוך במובהק של זוחלים. הרכב חברות הצומח, פרוקי הרגלים הקרקעיים והזוחלים תחת האקליפטוסים השתנה במובהק, והורכב ממינים המאפיינים ג'נרליסטים של חורש ים-תיכוני תחת חברת החולות האופיינית, ועושר ושפע גדולים במובהק ביחס לחלקות הטבעיות. המחקר משתמש בשיטות מחקר שונות למפות באופן מלא את השפעת אקליפטוסים על תפקודי המערכת האקולוגית הטבעית ומשתמש בקבוצות טרופיות לשרטט תמונה רחבה.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑

תל אביב יפו חוקרת ומתאקלמת

אולם L



יו"ר המושב: ד"ר אורלי רונן, אוניברסיטת תל אביב

פחות סיכון, יותר אקלום – יישום תוכנית ההיערכות לשינוי אקלים תל-אביב-יפו

מר איתן בן עמי, עיריית תל-אביב-יפו, וד"ר אורלי רונן, אוניברסיטת תל אביב

אומדן הנזק הכלכלי מהתחממות המרחב הציבורי בעיר תל-אביב-יפו

פרופ' אופירה אילון, גב' נעמה שפירא וגב' אורלי נתן, מוסד שמואל נאמן בשיתוף גב' דנה גבאי, יועצת כלכלית ואסטרטגית

בין עיר גנים לעיר גינות

אדר' ענת לוי – אוצרת ומנהלת את תחום הקיימות העירונית בבית ליבלינג בשיתוף הרשות לאיכות סביבה וקיימות בעיריית תל-אביב-יפו

לא רק חם, גם לא שוויוני – המרחב הציבורי בעדשה מגדרית ובאקלים משתנה

גב' נעה דגן, מנהלת פרויקטים בכירה, חוסן ושוויון מגדרי, אדר' הילה לוטן ומתכננת ערים חן רוזנק, פאבליקה

מעגנים את הטבע כתשתית עירונית

גב' אביב אבישר, אוניברסיטת תל אביב



פחות סיכון, יותר איקלום – יישום תכנית ההערכות לשינויי אקלים תל אביב יפו

איתן בן עמי¹, אורלי רונן²

1. עיריית תל-אביב-יפו

2. אוניברסיטת תל אביב

תל אביב-יפו פירסמה את תכנית ההערכות לשינויי אקלים בשנת 2020. התכנית מגדירה שתי משימות לביצוע עד 2030: קירור העיר וניהול המים. כל משימה מפורטת לערוצי פעולה ופעולות לביצוע באופן מידי, בטווח הקצר והבינוני. לצד המשימות מוגדרים מדדים ליישום: מדדי מצב – המשקפים את השינוי באקלים לאורך השנים, מדדי מצב – המשקפים את השינוי בפגיעות ובחוסן העירוני ומדדי תהלי – המשקפים את מירכוז ומיסוד התכנית. ההרצאה תציג את יישום התכנית בשלוש השנים שעברו ואת עידכון המדדים להערכות.





אומדן הנזק הכלכלי מהתחממות המרחב הציבורי בעיר תל-אביב-יפו

אופירה אילון¹, נעמה שפירא¹, אורלי נתן¹, דנה גבאי²

1. מוסד שמואל נאמן

2. יועצת כלכלית ואסטרטגית

שינויי האקלים מעלים את התדירות והחומרה של אירועי מזג אוויר קיצוני בכל העולם. עבודה זו בחנה את ההשפעות של התחממות המרחב העירוני בתל-אביב-יפו. העבודה ניתחה את ההשפעות הצפויות בתחומים של בריאות ורווחה, אנרגיה, פיתוח כלכלי ואקולוגיה, וכן כומתו הנזקים הצפויים כשיעור מהתמ"ג. התחשיב הכלכלי מעלה כי עלות הנזק בעיר תל-אביב-יפו מהתחממות האקלים בשנת 2050, תוך התחשבות בגידול האוכלוסייה הצפוי בשנה זו, נעה בין 2 מיליארד ש"ח בשנה, תחת תרחיש RCP4.5, ל-4 מיליארד ש"ח בשנה, תחת תרחיש RCP8.5.





בין עיר גנים לעיר גינות

ענת לוי

בית ליבלינג, בשיתוף הרשות לאיכות סביבה וקיימות בעיריית ת"א-יפו

תוכנית המתאר הראשונה לתל אביב-יפו משנת 1925 נכתבה על בסיס חזון עיר הגנים ע"י המתכנן, הסוציולוג והבוטנאי סר פטריק גדס. כמעט מאה שנים לאחר יצירתה, לנוכח משבר האקלים ודלדול משאבי הטבע, יכולה התשתית שהניחה תוכנית גדס לשוב ולהעניק לתל אביב את המפתח למערכת יחסים רלוונטית, בת קיימא וחיונית בין חברה, טבע ועיר. המחקר 'עיר גינות' הוזמן בשנת 2018 על ידי מחלקת השימור העירונית ובית ליבלינג במטרה לתת ידע וכלים לפיתוח הגינות תוך שמירה על ערכיהן. עם השנים ככל שהעיר מצטופפת, הופכים החלונות הירוקים ששתל גדס בכל בלוק מגורים לפירי איורור החיוניים לתפקודה של העיר, אך הם עומדים תחת לחצים ורצונות מגוונים ולעיתים סותרים, ומעלים שאלות ביחס לתכנון הגינות והשטחים הפתוחים בעיר, תוך שמירה על ערכי הנוף והתרבות החשובים והחיוניים כיום אף יותר כמפתח לעתיד מקיים בעיר.





לא רק חם גם לא שיויוני – מרחב ציבורי בעדשה מגדרית ובאקלים משתנה

נעה דגן, הילה לוטן, חן רוזנק

פאבליקה

חוויות החיים בעיר והקהילה העירונית נוצרות במרחב הציבורי. אליו אנו יוצאות ויוצאים כדי לנשום אוויר, להירגע, לשחק, להתאמן, להיפגש ולבלות; זה המרחב שמאפשר לנו להתחבר לטבע בעיר, להתחבר לעצמנו, להתחבר למי שסביבנו. הגינות והפארקים, הכיכרות, השדרות, הרחובות וטיילת החוף, לצד מוסדות הקהילה (המרכז הקהילתי, הקאנטרי, הספרייה ועוד) - כל אלה מהווים מקום למפגש, להיכרות ולגיבוש של קהילתיות בעיר. משבר הקורונה שהביא לחיינו הגבלות חברתיות ומרחביות, הזכיר עד כמה חשוב המרחב הציבורי עבור חיים מלאים, בריאים, שמחים ומשותפים לכולנו. אבל המרחב הציבורי איננו ניטרלי. למה הכוונה? הוא אמנם מתוכנן עבור כולם, אבל הוא נחוה אחרת על ידי נשים וגברים, ודפוסי השימוש בו שונים. לילדות, נערות ונשים יש צרכים ייחודיים ושונים. כאשר המרחב הציבורי מתוכנן ומנוהל ללא מודעות לכך, התוצאה היא מרחב שאינו ממצה את הפוטנציאל שלו עבור מחצית מאוכלוסיית העיר.

תכנית 'עיר שווה' של עיריית תל אביב יפו, מביאה הבנה חדשה לחוסן העירוני – שיויון מגדרי. הטמעת חשיבה מגדרית מאפשרת לראות את אותם מקומות שבהם מדיניות שנראית "ניטרלית", מבחינת מגדר – היא למעשה "עיוורת" מגדר ואינה מביאה בחשבון מאפיינים וערכים ייחודיים לנשים. ההרצאה תציג את התובנות שעלו מין המחקר על המרחב הציבורי בראייה מגדרית ואקלימית, ותוכנית הפעולה הנגזרת.





מעגנים את הטבע כתשתית עירונית

אביב אבישר

אוניברסיטת תל אביב

תכנית ההערכות של תל אביב יפו מכירה בתפקיד המרכזי של המערכות הטבעיות בהתמודדות עם שינויי האקלים, הן בחום והן בהצפות. ההכרה באה לידי ביטוי לא רק בפעולות התערבות כמו ביו פילטרים, או הצללה, אלא ברמה הסטטוטורית הגבוהה ביותר בתוכנית המתאר העדכנית. ההרצאה תציג את הביטוי העדכני לתשתיות ירוקות בתכנון המתארי – ברשת האקולוגית ששולבה בתכנון המתארי. הרשת האקולוגית מתבססת על 62 אתרי הטבע העירוני, שזוהו כבר בסקר טבע שנערך ב 2012, עליהם צורפו מדדי טבע עירוני, ובאמצעותם נוצרת רשת אקולוגית שמתחברת לרשת הארצית ומעבה את התפקוד האקולוגי בעיר.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



אגרואקולוגיה

אולם F



יו"ר המושב: ד"ר גיא רותם, EcologyWise – אקולוגיה,
סביבה, מרחב

השפעת חומרי ההדברה על המערכות האקולוגיות
שבשולי שטחים חקלאיים
ימר אורי שפירא, אוניברסיטת חיפה

חשיפה של הנשר האירו-אסייתי (*Gyps fulvus*)
למזהמים סביבתיים
יגב' יעל חורש, אוניברסיטת חיפה

האם דילול מרתיע זאבים מאזורי קונפליקט? חקר מקרה
ברמת הגולן
ימר שלמה פרייסבלום, אוניברסיטת תל אביב

אבחון תהליכי שינוי התנהגות הדרגתיים של חקלאים
באימוץ רצועות חיץ
ימר לירון ישראלי, אוניברסיטת תל אביב

השפעתם של מיקרואורגניזמים סימביוטים בצרעה
הטפילית *Anagyrus vladimiri* על יעילותה בהדברה
ביולוגית של כנימות קמחיות
ימר יהודה יזרעאלי, האוניברסיטה העברית בירושלים

ניטור ארוך טווח של פרוקי רגליים וחשיבותו לשימור
מערכות אקולוגיות ותועלתיהן
מר גלעד בן צבי, אוניברסיטת תל אביב



השפעת חומרי הדברה על המערכות האקולוגיות שבשולי שטחים חקלאיים

אורי שפירא¹, דן מלקינסון¹, מרים (ויני) אלטשטיין-שורץ²

1. אוניברסיטת חיפה

2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)

מחקרים שפורסמו לאחרונה ברחבי העולם מראים כי אוכלוסיות פרוקי הרגליים נמצאות בירידה דרסטית הן מבחינת ביומסה והן מבחינת מדדי מגוון ביולוגי. אוכלוסיות אלו מהוות נדבך מרכזי לתפקוד המערכות האקולוגיות והחקלאיות. חוקרים משערים שאחד הגורמים המרכזים לכך הוא שימוש בחומרי הדברה והדבר משפיע גם על אורגניזמים רבים נוספים במעלה המערכת הטروفית. קיים מחסור בידע בנושא זליגת חומרים אלו משטחים חקלאיים והשפעתם על הרמות הטروفיות השונות בשטחים פתוחים.

מטרת המחקר היא לבחון את זליגת חומרי הדברה ממקום ריסוסם בשטחים חקלאיים לסביבה הטבעית, בדיקת נוכחותם במעלה המערכת הטروفית. בנוסף, נבחן האם יש לכך השפעה על מגוון המינים של הצומח ופרוקי-הרגליים ברמות הטروفיות השונות. המחקר התבצע בשולי מטעי עצי פרי נשירים (שקד ואגס) ברמת הגולן. במחקר נבדק ריכוז חומרי הדברה בצמחייה ובפרוקי-הרגליים בשטח המטע ובשטח הטבעי שמחוצה לו ב-5 מרחקים קבועים עד 300 מטר מהמטע (מקום הריסוס). הצמחייה ופרוקי-הרגליים נבדקו בשיטות כימיות אנליטיות (GC/MS ו-LC/MC) המאפשרות לקבוע את ריכוז חומרי הדברה בנקודות המדגם השונות. בנוסף נאספו נתוני עושר ומגוון של הצומח ופרוקי-הרגליים בתוך המטע ובשטח הטבעי שמחוצה לו. הבדיקות בוצעו בארבע עונות דיגום, בשלוש חלקות ונמצאו 42 חומרי הדברה בצומח ובפרוקי-הרגליים שבשטח הטבעי הסמוך למטע. רוב חומרי ההדברה הללו נמצאו בנוצות נשרים ברמת הגולן במחקר אחר אשר בוצע בקבוצת המחקר. 14 חומרי הדברה נמצאו במרחק של 300 מטר מהמטע- המרחק הרב ביותר שנבדק. הצומח ופרוקי הרגלים הראו שינוי בהרכב החברות ככל שמתרחקים מהמטע המרוסס, ונמצא קשר סטטיסטי מובהק לריכוז חומרי ההדברה. בגילדות של פרוקי-הרגליים שבהם נמצאו הבדלים מובהקים נמצא שמספר הפרטים היה נמוך יותר במטעים ועלה ככל שהמרחק מהאזורים המרוססים גדל. ממצאים אלו מצביעים על כך שלריסוס חומרי ההדברה המתרחש בשטחים חקלאיים השפעה מרחבית משמעותית הבאה לידי ביטוי באזורים הסובבים את השטחים החקלאיים.

מחקר זה מכמת את ריכוזי חומרי ההדברה בצומח ובפרוקי הרגלים שבשולי השטחים החקלאיים שנבדקו. כמו כן מחקר זה בודק את השפעת ריסוס חומרי ההדברה על חברת הצומח ופרוקי הרגלים. מידע זה נותן אינדקציה על דגם הפיזור של חומרי ההדברה במרחב וכן השפעתם על הצומח ופרוקי הרגלים המהווים מיני בוחן (ביו-אינדיקטורים). מעט מחקר בוצע בנושא חשוב זה בארץ. לממצאים העולים מהמחקר חשיבות רבה למדיניות הסביבתית, לחקלאות, למחקר ולציבור הרחב בישראל.

חשיפה של הנשר האירו-אסיאתי (*Gyps fulvus*) למזהמים סביבתיים

יעל חורש¹, תמר טרופ¹, עדו יצחקי¹, עמר יפה², אחיעד שדה¹, ברייס אפנזלר³, דן מלקינסון¹

1. אוניברסיטת חיפה

2. עצמאי

3. Luxembourg Institute of Health

תזונתו של הנשר האירו-אסיאתי (*Gyps fulvus*) מבוססת על פגרי חיות משק שחלקן נחשפו למזהמים סביבתיים, כמו חומרי הדברה ותרופות וטרינריות. במחקר זה השווינו את נוכחותם של מזהמים בנוצות נשרים שנאספו בישראל לעומת נוכחותם בנוצות שנאספו בחמש ארצות באירופה, בהן הצלחת הרבייה גבוהה יותר. בדקנו גם את הקשר בין מזהמים סביבתיים שנמצאו בנוצות בישראל לבין חומרי ההדברה המומלצים ליישום בגידולים חקלאיים בגולן. בשנים 2012-2017 נאספו 132 נוצות אברה שנשרו באופן טבעי במדינות הנבחות. בנוסף, נאספו 35 דגימות שיער מעדרי בקר הרועים בגולן ונבדקה רשימת חומרי ההדברה המומלצים ליישום על גידולי חקלאות באזורי המרעה. הפרופיל הכימי של הנוצות ודוגמאות השיער נבדקו באמצעות GC-MS/MS ו-LC-MS/MS. בסה"כ זוהו 162 חומרים מ-21 קבוצות כימיות. בנוצות שנאספו בישראל, נוכחות המזהמים וריכוזיהם הממוצעים היו גבוהים מבאלה שנאספו בארצות אירופה.

מבין החומרים, 47 הם חומרי הדברה המומלצים ליישום על גידולים בגולן. מתוכם, 28 נמצאו גם בשיער הפרות וגם בנוצות הנשרים. מעבר החומרים בשרשרת גידולים – בקר – נשרים מלמד שחומרי הדברה זולגים מהשטח החקלאי המרוסס אל סביבתו ומגיעים אל בעלי חיים אליהם הם אינם מכוונים.

מחקרים בעופות דורסים מראים שחשיפה ממושכת לכימיקלים כמו חומרי הדברה, גם אם בריכוזים תת-קטלניים, עלולה לפגוע בהצלחת הרבייה ובעקבותיה לירידה באוכלוסייתם עד כדי הכחדה. לפיכך מוצע לבדוק במחקרי המשך אם הצלחת הקינון הנמוכה באוכלוסיית הנשרים בגולן אכן נובעת גם מחשיפה מתמשכת לרמות תת-קטלניות של מזהמים סביבתיים.

התרומה העיקרית במחקר היא בתוצאה שנשרים חשופים למזהמים סביבתיים, ובהדגמה שאנליזה של נוצות שנשרו באופן טבעי היא שיטה בלתי פולשנית יעילה המתאימה למחקרים אקו-טוקסיקולוגיים בבעלי-חיים רגישים. לכן מומלץ לכלול בתכניות הניטור של נשרים בדיקות אקו-טוקסיקולוגיות שגרתיות של אגרו-כימיקלים שכיחים בעלי פוטנציאל פגיעה ברבייה ובשרידות. גם אם מנגנון הפעולה של הכימיקלים עדיין אינו ידוע, עצם החשיפה של נשרים אליהם דורשת בחינה מעמיקה ומתמשכת של פוטנציאל ההשפעה, עליהם ועל סביבתם.



האם דילול מרתיע זאבים מאזורי קונפליקט? מקרה בוחן ברמת הגולן

שלמה פרייסבלום¹, הילה שמון², דרור בן-עמי³, תמר דיין⁴

1. אוניברסיטת תל אביב
2. מכון המדע לשמירת טבע של הסמית'סוניאן
3. שמירת טבע בחמלה מזרח תיכון, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט
4. אוניברסיטת תל אביב

בעשורים האחרונים מתאוששות אוכלוסיות של טורפים גדולים ברחבי העולם. דובים, טיגריסים, שונרים וזאבים חוזרים לאזורים מהם הוכחדו בעבר ומתבססים בסמוך לבני אדם בשטחים בעלי שימושי קרקע מגוונים. סמיכות זו מביאה עמה עלייה במקרי קונפליקט בין טורפים לבין בני אדם, בעיקר סביב טריפות של חיות משק. במערב ארצות הברית ובאירופה כמו גם ברמת הגולן, ישנם מאמצים מצד אחד לשמר אוכלוסייה יציבה של זאבים לטובת בריאות המערכת האקולוגית, ומצד שני פועלות תוכניות דילול המיועדות לתת מענה לחקלאים הסובלים מטריפות. במסגרת התוכנית הישראלית כיום, כרבע מאוכלוסיית הזאבים ברמת הגולן מדוללת באמצעות ירי מדי שנה. במטרה להבין לעומק את השפעות ממשק הדילול על זאבי הגולן במרחב ובזמן, ערכנו סקר מצלמות נרחב באזורים בעלי לחץ דילול גבוה ונמוך, לפי נתוני הירי שדווחו לרשות הטבע והגנים בשנים שקדמו למחקר. עם קבלת 6,000 תמונות של זאבים מלהקות שונות ברחבי הגולן, בנינו מודלים סטטיסטיים של נוכחות ושכיחות זאבים ביחס ללחץ דילול, בשילוב עם שימושי קרקע שונים. גילינו קשר חיובי מובהק בין פעילותם של זאבים בודדים לבין לחץ דילול, ללא תלות בסוג שימוש הקרקע. זאבים המשתייכים ללהקות נמשכו לאזורי דילול כבד בסמוך לישובים, אך פעילותם הייתה הכי גבוהה בשטחים פתוחים הרחוקים מדילול, כגון בשמורות טבע גדולות. בממד הזמן, הן הלהקות והן הבודדים עברו לפעילות לילית כמעט בלעדית באזורי דילול כבד. באזורים עם לחץ דילול נמוך הם היו פעילים גם בשעות הבוקר והדמדומים. תוצאות אלו מראות כי זאבים שאינם משתייכים ללהקה, בין אם עקב הפצה טבעית או פירוק הלהקה בירי, מהווים אתגר ניהולי שונה לעומת זאבים בלהקות. כמו כן, המעבר לפעילות לילית באזורי דילול מהווה לקח חשוב הן בהקשר של מניעת טריפות בקר, והן בהקשר של השלכות על מינים אחרים במערכת האקולוגית. שתי המסקנות הללו חשובות לגיבוש תוכניות ממשק ותוכניות שמירת טבע עתידיות, בשאיפה לאפשר דו-קיום ארוך טווח בין זאבים לבני אדם.

מחקר זה מביא תרומה משמעותית למדיניות הניהול של זאבים. ראשית, הוא מראה שדילול מבוקר של זאבים עלול לפרק להקות ולהעלות את מספר הזאבים הבודדים בשטח. אלו נוטים לטרוף חיות משק יותר מזאבים בלהקות, אשר מעדיפים אזורים מוגנים. שנית, המעבר של זאבים לפעילות לילית תחת לחץ דילול מהווה שיקול חשוב בגיבוש תוכניות ממשק בשטחים מעורבים. לקחי המחקר ישימים בישראל וכן יכולים לסייע להיערך להתבססות זאבים בשטחים מעורבים במדינות אחרות בעולם.



אבחון תהליכי שינוי התנהגות הדרגתיים של חקלאים באימוץ רצועות חיץ

לירון ישראל¹, תמר דיין¹, אורה משה²

1. אוניברסיטת תל אביב

2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)

שמירת טבע תלויה בהתנהגות אנושית. באקלים ים תיכוני, הסובל מהשפעות חמורות של שינויי אקלים, אופן הניהול של אזורי חיץ בין נחלים לשטחים חקלאיים הינו קריטי לשמירת טבע. חקלאים אשר יפעלו לשמר רצועות חיץ יאפשרו אספקה של מגוון שירותי מערכת אקולוגיים כמו: סינון מי נגר עילי והגנה על איכות המים בנחלים, אצירה של גזי חממה, הפחתת עומסי הצפות במורד הנחל.

בישראל, 90% מהשטחים החקלאים סובלים מסכנת סחף קרקע בינונית עד חמורה, עיבודים חקלאיים עד גדות הנחל הינם נפוצים, ופעולות של הסדרת נחלים מובילות לפגיעה במערכות האקולוגיות בגדות נחלים. מאמצים ארוכי שנים של תמיכות ממשלתיות כלכליות בחקלאים ביחד עם הנחיות רגולטוריות, לא הובילו לשינוי משמעותי.

לאור זאת, מחקר זה נועד לאבחן את המרכיבים המשפיעים על שלבי שינוי ההתנהגות ההדרגתיים של חקלאים לאימוץ פעולות חדשות באזור המפגש בין שטחים חקלאיים לנחלים. בעזרת מתודולוגיה מתחום אימוץ התנהגות בריאה ושיווק חברתי, יצרנו לראשונה כלי המפלח אוכלוסיית חקלאים ומאפיין את המרכיבים הנדרשים לצורך עיצוב קמפיין שינוי התנהגות אפקטיבי. שאלון מפורט וקבוצות מיקוד הניבו תמונת מצב ארצית של המרכיבים הנדרשים לשינוי היחס כלפי אזורי החיץ.

תוצאות עיקריות מצביעות על כך ש48% מהחקלאים אין מודעות לסכנות בחוסר ניהול של אזור החיץ, 47% נמצאים בשלבים ראשונים של מודעות לבעיות בניהול אזור החיץ, ורק 5% נמצאים בשלב של פעולה. 38% מהחקלאים יעדיפו לפנות לחקלאים אחרים לעצה בניהול אזור החיץ ו-34% יפנו למדריכים. לעומת זאת, 87% מהחקלאים מעידים שחקלאים סביבם אינם עוסקים בסוגיה זו, ו67% מהמשיבים מציינים שאין צפייה חברתית מהם לאמץ פרקטיקות של ניהול אזור החיץ. קבוצות המיקוד עזרו להעמיק את האבחון באופן איכותי.

תוצר תהליך האפיון נותן למובילי תהליכי שינוי, רשימה מופרטת של דגשים מקצועיים בדבר אופן הפנייה המתאים ביותר לפלחים שונים בקהילת החקלאים ותיעדוף של הגורמים האפקטיביים ביותר אשר יכולים להוביל לשינוי התנהגות בקרב הדרגות השונות של מוכנות לפעולה. אפיון שכזה מסייע לתיאום ציפיות ראלי בדבר היכולת להוביל שינוי, בתוך מגבלות משאבים, בדומה לכלים הנפוצים בעולם השיווק החברתי.

חקלאות מהווה כ40% מהשטחים הפתוחים בישראל. היכולת לאבחן ולתעדף פעולות ותת קהלי יעד בקרב הציבור החקלאי, הינם קריטיים לשמירת טבע אפקטיבית בישראל. זיהוי שלבי שינוי ההתנהגות הדרגתיים, מסייע להבין את נתיבי הפעולה המשמעותיים בתהליכי שינוי. באופן זה, המחקר מייצר חיבור בין הניסיון המוצלח לקידום אפקטיבי של התנהגות בריאה, לתוך עולם החקלאות הסביבתית, ובכך המחקר יכול להציע לסוכני שינוי ואנשי מדיניות מתודולוגיה רחבה להנעת תהליכי שינוי בתחומים נוספים.



השפעתם של מיקרואורגניזמים סימביונטיים בצרעה הטפילית *Anagyrus vladimiri*, על יעילותה בהדברה ביולוגית של כנימות קמחיות

יהודה יזרעאלי¹, עינת צחורי-פייץ², אלעד חיל³, ג'וליאן וראלדי⁴

1. אוניברסיטת חיפה
2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)
3. אורנים – המכללה האקדמית לחינוך
4. אוניברסיטת ליון, צרפת

בעשורים האחרונים חלה ירידה ביעילותם של חומרים כימיים להדברת חרקים מזיקים, ובמקביל לכך, עולה המודעות ליתרונות הסביבתיים והאקולוגיים בהדברה ביולוגית על פני הדברה כימית. שינויים אלו מציבים דרישה לשיפור יעילותם של חרקים מועילים. מכיוון שלמיקרוביום של חרקים (חיידקים, וירוסים ועוד), עשויה להיות השפעה מקיפה על הפונדקאי, אנו מניחים שניתן לשפר את יעילותם של אויבים טבעיים על ידי מניפולציה על הרכב המיקרוביום שלהם.

הצרעה הטפילית (*Anagyrus vladimiri* (Hymenoptera: Encyrtidae) נבחרה לבחון את הנחת העבודה הזו. מין זה מטפיל מספר מיני כנימות קמחיות - מזיקות חמורות במגוון גידולים - ומשמש באופן מסחרי להדברה ביולוגית של כנימות אלו. על ידי הפקות חומצות-גרעין וריצוף עמוק בטכנולוגיית Illumina Hi-seq, בוצעה אנליזת מיקרוביום, וזוהו שלושה מיני וירוסי RNA שעד כה לא תועדו מעולם. באמצעות מיקרוסקופ אלקטרונים חודר נמצא שאחד הוירוסים, השייך למשפחת ה-Reoviridae (להלן AnvRV) ממוקם בשחלות הצרעה. סדרת ניסויי מעבדה הוכיחו כי AnvRV מועבר אנכית באופן מלא מאם לצאצאים ובנוסף יכול לעבור אופקית בין פרטים שונים המתפתחים יחד באותו פונדקאי. מעבר אופקי זה איפשר הקמת קו צרעות חדש על ידי החדרת ה-AnvRV לצרעות ללא הוירוס.

השוואת מדדי כשירות בין קו הצרעות החדש עם הקו המקורי, לא גילתה הבדלים משמעותיים במשך החיים של הנקבות, ולא במשך ההתפתחות, יחס הזוויגים והפוריות של הצרעה. לעומת זאת, פחות סימני כימוס (Encapsulation) נצפו סביב ביצים שהוטלו על ידי צרעות נשאות, ויותר מהן בקעו, בהשוואה לביצים של צרעות נקיות, מה שמעיד על כך ש-AnvRV מעכב את תגובת האנקפסולציה, תגובה חיסונית מוכרת של הקמחית. למיטב ידיעתנו, זוהי הפעם הראשונה שמדווחת במחקר תופעה כזו בוירוסי RNA, מלבד דווח בודד מלפני כ-20 שנה.

התוצאות מצביעות על כך שהחדרת ה-AnvRV לצרעות *A. vladimiri* עשויה לשפר את הצלחת ההטפלה של קמחיות על ידי צרעות אלו. בהיבט רחב יותר, התוצאות מצביעות על כך שמניפולציה על המיקרוביום – ובעיקר על וירוסים שאינם פתוגנים – של חרקים מועילים עשויה להשפיע על כשירותם בפרט, ועל יעילותם בהדברה ביולוגית בכלל.

המחקר מציע כי ניתן להפחית את העלויות הרבות הכרוכות בתהליכי הגידול ההמוני של הצרעה הטפילית *Anagyrus vladimiri*, על ידי החדרת וירוס סימביונט לאויב טבעי זה. הפחתה כזו צפויה להעלות את הכדאיות



הכלכלית של הדברה ביולוגית של כנימות קמחיות על פני שימוש בהדברה כימית. בעוד שהיישום בתנאי הגידול ההמוני נמצא בשלב מתקדם, יש לבצע ניסויים נוספים על מנת לבדוק את יתרונות הוירוס בתנאי שדה.



ניטור ארוך טווח של פרוקי רגליים וחשיבותו לשימור מערכות אקולוגיות ותועלותיהן

גלעד בן צבי, יעל מיארה, עדי רמות, אור קומאי, שרון אסיס, רייל הורביץ, איתי רנן

אוניברסיטת תל אביב

כיום קיימת הכרה רחבה בחשיבות פרוקי הרגליים לביטחון תזונתי ובריאותי, לאיכות חיים ולתפקוד המערכות האקולוגיות. כתוצאה מפעילות אדם, מערכות אקולוגיות בעולם חוות שינויים קיצוניים המשפיעים על המגוון הביולוגי בכלל ועל חברות פרוקי הרגליים בפרט. קצב השינויים ועוצמתם גדלים בעשורים האחרונים ומקבלים ממדים אפוקליפטיים. מדינות רבות ברחבי העולם משקיעות מאמצים בניטור פרוקי רגליים, מתוך הכרה בחשיבותם והבנה לערכם הרב כביואינדיקטורים למצב המערכות האקולוגיות, ומשתמשות בנתוני הניטור לפיתוח ממשק ורגולציה שיסייעו בשימורם. בישראל, עד לאחרונה כמעט ולא נעשה שימוש בפרוקי רגליים כדי לנטר תהליכים במערכות אקולוגיות, ומכאן גם נובע הפיגור בתחומי הממשק והרגולציה. המעבדה האנטומולוגית לאקולוגיה יישומית (מאל"י) מבצעת ב-8 השנים האחרונות ניטור של פרוקי רגליים בשלוש יחידות אקולוגיות – חולות נגב מערבי, חולות מישור החוף והר הנגב, במסגרת הניטור של המארג. מערכי ניטור בודדים אלה, המופעלים זמן קצר יחסית, כבר מראים בחלקם מגמות ברורות. ניטור אוכלוסיות הטחבן המדברי בהר הנגב, למשל, הראה ירידה בשכיחות מחילותיו בכל האוכלוסיות שנטרו בין ירוחם למצפה רמון, עד לקריסה כמעט מוחלטת ב-2022. שכיחות המחילות באוכלוסיות באזורים קרים (הר הנגב הגבוה) או גשומים יותר (צפון הנגב) נותרה גבוהה. מסתמן שהאקוסיסטמה בהר הנגב חווה שינויים ניכרים ופרמננטיים כתוצאה ממגמות אקלימיות. במקרה זה, הנובע משינויי אקלים, קשה יהיה למזער נזקים, אך ישנם שינויים אחרים הנובעים מפגיעות אנתרופוגניות ישירות כאבדן בתי גידול או השפעות חקלאות, שניתן יהיה לעצור בהינתן מערכת שתוכל להתריע עליהם מבעוד מועד. לניטור הקיים ב-3 היחידות האקולוגיות מתווספים השנה מערכי ניטור המכסים את כלל האקוסיסטמות החשובות בישראל. כל יחידה אקולוגית תנטר לפחות בשתי שיטות המקובלות ברחבי העולם. שיטה סטנדרטית לכל היחידות תהיה מלכודת מלייז לניטור חרקים מעופפים, המראה במערכי פיילוט יכולת ניטור מרשימה של מגמות פנולוגיות. בכל יחידה ינטרו מספר רכיבים בחברת פרוקי הרגליים, ובמידת האפשר יכלל ניטור של ביואינדיקטור כדוגמת הטחבן המדברי. מערכי ניטור אלה יאפשרו להבין האם גם בישראל מתרחשת קריסת רכיבים בחברת פרוקי הרגליים, באילו קבוצות ובאילו יחידות, וישמשו לבניית ממשק שימור מוכוון-ידע וממוקד.

תרומת המחקר: לפרוקי הרגליים תפקודים מגוונים וחיוניים במערכות האקולוגיות, וכביואינדיקטורים ניתן באמצעותם להקיש על מצב המערכות האקולוגיות השונות. השפע ועושר המינים שלהם יורדים דרמטית בעשורים האחרונים על פי נתוני ניטורים ארוכי טווח מרחבי העולם. ישנו צורך חיוני בניטור ארוך טווח של מצב חברותיהם ביחידות האקולוגיות השונות בישראל, וביסוס רגולציות לשימור אוכלוסיותיהם במקומות מאוימים. רכיבי הניטור הקיימים מציגים מגמות חשובות, ותכנית הניטור הארצית שביצועה מתחיל השנה אמורה לענות על הפער בתחום זה בישראל.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



BioGIS – מאגר המידע הלאומי הישראלי על מגוון ביולוגי

אולם H



יו"ר המושב: ד"ר אנה טרכטנברוט, המשרד להגנת הסביבה

דברי פתיחה

ד"ר אנה טרכטנברוט, ראש תחום מגוון ביולוגי במשרד להגנת הסביבה

פרויקט BioGIS – מאגר המידע הלאומי על המגוון הביולוגי בישראל

פרופ' רונן קדמון, יוזם הפרויקט, האוניברסיטה העברית בירושלים

BioGIS ככלי להגשת מידע אקולוגי בסיסי למתכננים ואדריכלי נוף

ד"ר ליאת הדר, מנהלת תחום מחקר, רמת הנדיב

שימוש בנתוני BioGIS להערכת ערכיות אקולוגית ופעילות בעלי חיים במרחב

ד"ר אריק רוזנפלד, יועץ סביבתי, מנכ"ל ECOLO-GIS

בנק הגנים הישראלי – נתני מידע וצרכני מידע בפרויקט BioGIS

ד"ר עינב מייזליש גתי, מנהלת בנק הגנים, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

השקת הגרסה החדשה של פרויקט BioGIS

ד"ר אייל בן-חור, מנהל BioGIS, האוניברסיטה העברית בירושלים





פרויקט – BioGIS מאגר המידע הלאומי על המגוון הביולוגי בישראל

רוחן קדמון

המחלקה לאקולוגיה, אבולוציה והתנהגות, האוניברסיטה העברית בירושלים

פרויקט [BioGIS](#) הוא מיזם שמאפשר לגופים אקדמיים, ממשלתיים, וציבוריים האוספים מידע על התפוצה הגיאוגרפית של בעלי חיים וצמחים בישראל להעמיד את המידע הנאסף על ידם לרשות הציבור בארץ ובעולם.

המידע המסופק על ידי הגופים השונים עובר סטנדרטיזציה ואינטגרציה עם שכבות GIS של נתוני סביבה (משקעים, טמפרטורה, מסלע, קרקע, וכו') ומידע גיאוגרפי רלוונטי (ישובים, כבישים, שמורות טבע, בתי גידול, וכו'). ה'לב' של המערכת וייחודה הוא מגוון של כלי ניתוח, ויזואליזציה, ומודלים, שמאפשרים לענות על שאלות רלוונטיות למדע, תכנון, ושמירת טבע, באמצעות ממשק פשוט ואינטואיטיבי. הגישה למאגר הנתונים חופשית לחלוטין.

מאגר הנתונים הוא דינמי ומתעדכן עם הזמן. כיום כוללת המערכת 2,468,062 תצפיות על 4,808 מינים של צמחים (טחבים וצמחים עילאיים), חסרי חוליות (חרקים, שבלולי יבשה, שבלולים ימיים) וחולייתנים (דגים, זוחלים, דו-חיים, עופות, יונקים). הנתונים משתרעים על פני תקופה של כ-200 שנה. כלי הניתוח מאפשרים לבחון מגמות של שינויים עם הזמן (למשל, התפשטות של מינים פולשים), ולנבא שינויים צפויים בדגמי התפוצה של מינים תחת תסריטים שונים של שינויי אקלים.

הגרסה המקורית של מערכת המידע פותחה עבור עשביית האוניברסיטה העברית ביוזמתו של פרופ' דניאל זהרי ז"ל. בהמשך שודרגה המערכת למאגר מידע לאומי על המגוון הביולוגי בישראל בתמיכת האוניברסיטה העברית, קרן יד הנדיב, קרנות מחקר שונות, רשות הטבע והגנים, והמשרד להגנת הסביבה. כיום כוללת המערכת נתונים מרשות הטבע והגנים, בנק הגנים לצמחי ארץ ישראל, החברה להגנת הטבע, מכון דש"א, מרכז הצפרות הישראלי, המאר"ג, אגודת חובבי הפרפרים, אוספי הטבע של האוניברסיטה העברית, מאגר נתוני הצמחים של פרופ' אבינעם דנין ז"ל, ומאגר נתוני העטלפים של ד"ר אסף צוער.

במושב הזה תושק גרסה מתקדמת של המערכת הכוללת כלים חדשים ועדכון אוטומטי (יומיומי) של נתונים. מטרת המושב להציג לקהל המשתמשים הפוטנציאלי (חוקרים, תלמידים, אנשי תכנון ושמירת טבע) ולציבור הרחב את השימושים האפשריים במערכת ואת האופן שבו היא יכולה לתרום למדע, לתכנון, ולשמירת טבע. ההרצאה הזאת תפתח את המושב ובהרצאות שאחריה יודגמו יישומים שונים של המערכת בתחומי התכנון ושמירת הטבע.



BioGIS ככלי להנגשת מידע אקולוגי בסיסי למתכננים ואדריכלי נוף

ליאת הדר¹ ואסף שוורץ²

1. רמת הנדיב

2. הטכניון

מידע מרחבי על מינים ומערכות אקולוגיות נאסף למאגרי נתונים גדולים ומורכבים אך נתונים אלו אינם זמינים לרוב למתכננים ולמקבלי החלטות ובכך פוגעים ביכולת לקבל החלטות מושכלות ולהשתמש בידע לפתרון בעיות יישומיות. יצירת בסיסי נתונים וכלים זמינים המאפשרים גישה לידע וקבלת החלטות מושכלת היא צורך חיוני ואתגר גדול בעידן של עומס מידע, חוסר בשקיפות ובאבחנה בין עובדות ודעות והיעדר כלים תומכים.

תכנון נוף המערב שיקולי שמירת טבע במדינה ההולכת ומצטופפת כמו ישראל מצריך בניית שיח שוויוני ושפה משותפת בין המתכננים "מזמיני העבודה" והיועצים האקולוגים. כך יוכלו שיקולים אקולוגיים להיכנס כבר בשלבים מוקדמים של תהליך התכנון ולאפשר מציאת פתרונות תכנון יצירתיים ומקיימים. פלטפורמת BioGIS מאגדת ומנגישה את ידע הבסיסי על נוכחות מינים ברחבי הארץ ומאפשרת לבצע סדרה של ניתוחים וחינוכים היכולים לסייע בקבלת החלטות תכנוניות. למשל, בחירת מיני מטרה מתאימים לשיקום אקולוגי בשטח שהופר.

תרגיל מבוסס BioGIS שפותח בטכניון מקנה לאדריכלי נוף, מתכננים וסטודנטים למקצועות אלה את האפשרות להתוודע לעולם האקולוגיה היישומית ולבחון, מקצועית וערכית, חלופות תכנון מבוססות ידע אקולוגי. כמו כן, הכלי מאפשר לבחון באופן ביקורתי נתונים שהגיעו ממקורות שונים, ואת רמת הדיוק או ההטיות הגלומות בהם ובכך תורם לפיתוח מידה מסוימת של ביקורתיות והבנה מעמיקה של האתגרים בתכנון אקולוגי.



שימוש בנתוני BioGIS להערכת ערכיות אקולוגית ופעילות בעלי חיים במרחב

אריק רוזנפלד^{1,2}

1. GIS-Ecolo

2. קבוצת המחקר לקיימות סביבתית וחברתית, מרכז אקדמי רופין

מאגר הנתונים BioGIS מכיל מיליוני תצפיות על בעלי חיים וצמחים. לגבי רוב הרשומות יש נתוני מיקום ותאריך איסוף ומידע נוסף על תנאי הסביבה, אקלים, שימושי קרקע ומאפייני בית הגידול. נתונים אלו יכולים לשמש להערכת שטחים בעלי חשיבות אקולוגית ויכולים לסייע להבנה כיצד בעלי חיים שונים משתמשים במרחב תחת השפעת הפעילות האנושית. כל אלה עשויים לסייע בתכנון של שטחים גדולים במטרה לצמצם את הפגיעה במגוון הביולוגי, בבתי גידול ובמסדרונות אקולוגיים.

בהרצאה יוצגו מספר פרויקטים בהם נעשה שימוש בנתוני BioGIS לניתוחים אקולוגיים מרחביים.

1. השפעת גידור ותשתיות אנושיות על ניצול המרחב על ידי בעלי חיים שונים. פרויקט שנערך עבור רט"ג בשיתוף דותן רותם, בשנת 2012. במסגרת הפרויקט נבנה מודל מרחבי המתאר את אחוז החסימה לתנועת בעלי חיים מתשתיות אנושיות, לקמ"ר, במחוז צפון. מול מודל זה נבדקה הנוכחות של מיני בעלי חיים על פי תצפיות רט"ג. ניתוחי ניצול-זמינות שימשו לבחינת השימוש שמיני בעלי חיים שונים עושים במרחב, באחוזי חסימה שונים.

2. תוכנית אב למרחבי הנחלים ברשות ניקוז שורק לכיש. נתוני BioGIS שימשו לניתוח מרחבי של הערכיות האקולוגית של אזורים שונים במרחב רשות הניקוז. הניתוח התבסס על הערכת עושר המינים לקמ"ר תוך שקלול מאמץ הדיגום, דבר שסייע לאיתור שטחים בעלי עושר מינים גבוה שעדיין אינם מוגנים סטטוטורית. נתוני BioGIS שימשו גם לבחינת הקיטוע של אוכלוסיות שונות של בעלי חיים במרחב.

3. בסקר אקולוגי ביער ברעם שימשו נתוני BioGIS לניתוח ההבדלים בין בתי גידול / שימושי קרקע שונים. הניתוח הראה שעושר מיני צומח כללי ומיני צומח בסכנת הכחדה בבתי גידול של שטחים פתוחים היה גבוה יותר מאשר בבתי גידול מוטי פעילות אנושית. לעומת זאת בניתוח נתוני יונקים, זוחלים ועופות לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שני סוגי בתי גידול אלו.

4. בפרויקט שנערך לניתוח הערכיות אקולוגית במחוז מרכז נבדק עושר מינים (יונקים וזוחלים) מותאם למאמץ הדיגום במרחב המחוז. הניתוח הראה את הפיזור המרחבי של עושר המינים במחוז. ניתוח תצפיות של מינים ספציפיים אפשר לבחון את השימוש שהם עושים במרחב. ניתוח תצפיות הצומח, שבמקרים רבים לא כללו תאריך או מיקום מדויק נעשה על בסיס נתוני סוגי הקרקע של כל רשומה ואפשר לנתח את ההבדלים בערכיות צומח בין סוגי קרקע שונים במחוז.





בנק הגנים הישראלי-נותני מידע וצרכני מידע בפרויקט BioGIS

עינב מייזליש גתי, דקלה ליפשיץ, אלון זינגר, סיון גולן, תומר פארג', לין חגי

בנק הגנים הישראלי, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

בנק הגנים שבמנהל המחקר החקלאי-מכון וולקני, הינו מרכז לאומי לשימור המאגרים הגנטיים של צמחית האזור ומהווה תשתית פיזית לטובת פיתוח חקלאי ותעשייתי ושימור המגוון הביולוגי בהווה ובעתיד. הבנק אמון בין יתר תפקידיו על האיסוף והשמירה של צמחיית הבר ממנעד פונקציונלי רחב כדוגמת קרובי בר של גידולים חקלאיים ותעשייתיים, צמחים בסכנת הכחדה, צמחי מרפא ועוד. הבנק מקיים אוסף הולך וגדל של זרעים מבתי גידול ברחבי הארץ ושומר יחד עם האוסף הפיזי גם מסד נתונים ענף.

המידע נאסף החל משלב זיהוי אוכלוסיות האיסוף בשטח על ידי בוטנאי הבנק לאפליקציה ייעודית ועד להפקדת הזרעים בבנק. הנתונים מהשטח כוללים מידע גיאוגרפי, טופוגרפי, אקולוגי, בוטני ועוד ובמתקני הבנק נאסף מידע על איכות הזרעים, צורת הנבטתם, טיב השימור ועוד. בנק הגנים באופן מסודר מעביר למאגר ה-BioGIS מידע על כלל האיסופים הקיימים בבנק יחד עם תצפיות על מינים מלווים לאוכלוסיית היעד באותה נקודת ציון.

בנק הגנים משתמש בתשתית ה-BioGIS במספר שימושים לצרכי העבודה השוטפת ופרויקטים מיוחדים. אוסף בנק הגנים הולך ונבנה עם השנים והוא ביסודו מקבץ איסופים של מינים שונים ברחבי הארץ באסטרטגיית "מגוון גנטי" כדי להבטיח את המנעד הרחב ביותר של המגוון הביולוגי הקיים ומגוון התכונות האפשרי לשימור ושימוש עתידי. תשתית ה-BioGIS מאפשרת מציאת תצפיות נוספות כדי להמשיך ולאסוף אוכלוסיות חדשות לתוך האוספים הקיימים וכן בחינת דוגמאות בנק הגנים על פי מין במפות ומציאת האזורים בהם עדיין לא קיים מספר איסופים מספק. בפרויקטים כדוגמת איסוף זרעים מאזורים מופרים, תשתית BioGIS מאפשרת חיזוי לעושר המינים באזורים המיועדים לבינוי והצורך לאסוף שם זרעים לשימור.

בפרויקטים אחרים בהם מעורב הבנק כדוגמת שימור in-situ של צמחי בר קרובי תרבות, מערכת ה-BioGIS תרמה תצפיות למודלי תפוצה המשמשים לפרויקט כדי להגיע למקסימום המידע על תפוצת המינים ובכך להעריך את הסבירות להימצאותם בתא שטח מסוים והצורך בשימור האזור.

אנו מצפים לראות את המערכת המשודרגת של BioGIS, כלי התכנון והמידול שבה וכן האפשרות ליצר API's בין

מערכת בנק הגנים ל-BioGIS.





השקת הגרסה החדשה של פרויקט BioGIS

אייל בן-חור

האוניברסיטה העברית בירושלים

מאז עלייתו לאוויר של פרויקט [BioGIS](#) לפני למעלה מ-20 שנה, הוא עבר שינויים ועדכונים רבים, החל במקור הנתונים התצפיתיים, עבור בשכבות המידע, וכלה בממשק למשתמש. לאחרונה הושלמה סדרה נוספת של עדכונים כאלו אשר מהווה קפיצת מדרגה בנגישות המערכת, בעדכניות הנתונים ובאפשרויות העומדות לרשות המשתמש לניתוח והצגה שלהם.

השינויים העיקריים שהוכנסו למערכת בגרסתה הנוכחית הם עדכון אוטומטי יומיומי של בסיס המידע של התצפיות מתוך נתוני רשות הטבע והגנים (על שלל מקורות המידע שלה), ממשק פשוט וברור להצגה וניתוח של המידע התצפיתי בשילוב עם שכבות המידע, ורכיב חדש המאפשר בחינת השפעה של תרחישים אקלימיים עתידיים על תפוצת מינים.

בהרצאה אסקור את הגרסה הנוכחית של המערכת באופן כללי, בדגש על האופן שבו מרכיביה משתלבים יחד, ומהווים פתרון יחיד מסוגו למחקר ותכנון המבוסס על נתוני מגוון ביולוגי בארץ. בנוסף, אדגים מספר אפשרויות לשימוש בסט הכלים שעומד לרשות המשתמש כדי לבחון סוגיות הקשורות בשמירת טבע ואקולוגיה באופן פשוט ומהיר.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



שיטות מתקדמות בשמירת טבע

אולם I



יו"ר המושב: פרופ' יוסי יובל, אוניברסיטת תל אביב

כריית רשתות חברתיות למידע אקולוגי באזורי סכסוך – חקר מקרה של ענף דיג: דגי סחוס (כרישים ובטאים) ברצועת עזה
ד"ר ראם נרי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, עמותת כרישים בישראל

מגוון ספקטרלי – שימוש בחישה מרחוק היפר-ספקטרלית להערכת המגוון הביולוגי לאורך מכל הגשם
ד"ר טרין פז כגן, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

מפות תפוצות מינים מבוססות אלגוריתמים לעומת הערכות מומחים: השוואה ביקורתית באמצעות מדע אזרחי
ד"ר אור קומאי, אוניברסיטת תל אביב

לראשונה בעולם: זיהוי אוטומטי של עטלפים במכ"ם חושף דפוסי נדידה רחבים, ומציג פוטנציאל שמירת טבע בצל טורבינות הרוח
מר יובל וורבר, אוניברסיטת חיפה

דו"ח מצב הטבע – ארגז כלים לתכנון ולניהול מערכות אקולוגיות
ד"ר איתי רנן, המארג

30% הגנה לים העמוק: תוכנית לרשת שמורות טבע במים הכלכליים של ישראל
ד"ר עתרת שבתאי, החברה להגנת הטבע

כריית רשתות חברתיות למידע אקולוגי באזורי סכסוך – מקרה בוחן ענף דיג דגי סחוס (כרישים ובטאים) ברצועת עזה

ראם נרי¹, אורי נרי², עדי ברש³, נדב ששר¹

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

2. אוניברסיטת תל אביב

3. אוניברסיטת חיפה

פער עצום במידע סביבתי קיים באזורי סכסוך שבהם הגישה של מדענים וחוקרים לבתי גידול אינה בטוחה או בלתי אפשרית. מידע אקולוגי על נוכחות, מגוון ותפוצת דגי סחוס (כרישים ובטאים) אשר עד כה לא היה זמין, יכול לשפר משמעותית את הבנת ניצול מינים אלו והינו הכרחי ליצירת והצלחת אסטרטגיות שימור ושיקום מקיפות. עם זאת, המגוון, האקולוגיה, ההתנהגות ומאפיינים רבים אחרים של מינים אלה באזורי עימות נותרו כמעט בלתי ידועים, וזו סיבה מרכזית לדאגה. סקרי דייג מסורתיים מסתמכים על תצפיות מהשטח ועל תקנות רגולטוריות המאלצות את הדייגים לדווח בעצמם על השלל הנתפס. אזורי עימות מהווים אתגר ייחודי, בו ישנו חוסר רגולציה פורמלית, ואינו נגיש לחוקרים.

במחקר זה אנו מדווחים על השימוש הראשון בניטור מדיה חברתית ("iEcology") של שלל דיג דגי הסחוס ברצועת עזה, אזור סכסוך שלפני כן סבל מחוסר במידע אמין ורלוונטי. מאגר הנתונים שיצרנו מורכב מניתוח 3 שנים של דיווחי שלל דיג יומיים מ-10 חנויות דגים ומ-6 משפיעני רשת מקומיים הקשורים לענף הדיג אשר כולם פורסמו ברשתות חברתיות ברצועת עזה. אספנו 1,234 נקודות מידע המכילות בתוכם 4,570 פרטים מ-20 מיני כרישים ובטאים שונים. ניתוח הנתונים מצביע על מגמות מרחביות ועונתיות במגוון שלל דגי הסחוס אשר מושפעות משינויים בגישה לאזורים ימיים עקב הסלמה והתרה של הסכסוך המקומי.

אנו מדגימים גישה זו כהליך ניתוח נתונים מדויק וזול יחסית, המאפשר כימות ונורמליזציה של תצפיות מרובות של הדגים הנלכדים אשר מאופיינים לתוך מערכת גיאומרחבית-עונתית אחידה, עובדות אלו הופכות שיטה זו למועמדת ראשית למאמצים עתידיים באזורי עימות חופיים אחרים.

המחקר עוזר לחשוף מידע סביבתי רחב על מיני דגים שנמצאים במרחב הימי של ישראל, מכיוון שבעלי חיים ימיים אינם מבחינים בגבולות מדיניים למחקר זה יש חשיבות כלל אזורית ומקומית. הבנת מצב הדייג ברצועת עזה חשוב והכרחי למקבלי החלטות ביצירת אסטרטגיות שימור ושיקום הסביבה הימית הישראלית.

מגוון ספקטראלי – שימוש בחישה מרחוק היפר-ספקטראלית להערכת מגוון ביולוגי לאורך מפל גשם

טריין פז-כגן¹, גייסון ק'אנג², מקסים שושני², מרסלו שטיינברג³, ארנון קרניאלי¹

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

2. הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

3. אוניברסיטת תל אביב

מגוון מינים משפיע על עמידות המערכת האקולוגית כתוצאה מהבדלים תפקודיים בין מינים וכפועל יוצא בהבדל בחלוקת משאבים. שינוי האקלים ושימושי קרקע משפיעים על תפוצת מיני הצומח והרכבם, תהליכים אליו צפויים להתרחב בשנים הקרובות. לכן גובר הצורך בפיתוח גישות מחקריות חדשות לנוכח השינוי העולמי המואץ לאיפון מיני הצומח, תפוצתם ותפקודם. לשם כך יש צורך בגישות חדשניות שהן מהירות, ניתנות לחזרה בקנה מידה רחב. מגוון ספקטראלי של צמחים הוא גישה חדשה יחסית המאפשרת להעריך את מגוון מיני הצומח ותפקודם על בסיס נתוני חישה מרחוק היפר-ספקטראלית. מטרת המחקר היא לפתח מתודולוגיה מקיפה המבוססת על מגוון ספקטראלי – למיפוי מגוון ועושר מיני צומח ולחקור את היחסים שלהם לגורמי סביבה וממשק לאורך מפל גשם, מאקלים ים-תיכוני לאקלים צחיח, בישראל. המחקר מתייחס לשני פערי ידע עיקריים בנוגע למגוון-ספקטראלי: (1) שיפור הדיוק של סיווג (קלסיפיקציה) מיני צומח מעוצה על ידי שימוש במדדים מבניים בנוסף למדדים הספקטראליים; (2) פיתוח אומדן להערכת עושר המינים המקומי כתגובה לגורמים סביבתיים וממשקיים (אקלים, טופוגרפיה, סוג קרקע, כיוון קרקע, ושימושי קרקע). בסוף עונת הגשמים של 2017, נערכה טיסה עם חיישן היפר-ספקטראלי – AISA FENIX (380–2500 ננומטר) לאורך מפל הגשם של 43 ק"מ. המינים המרכזיים נסקרו, עם מספר כולל של 247 פרטים של עצים ושיחים. מידע זה שימש לאימון מודל סיווג המבוסס על למידת מכונה למיפוי תפוצת מינים של כ-10 מיני צומח מעוצה דומיננטיים, שהניב רמת דיוק של 86.1%. בהמשך פותחה מתודולוגיית לשיפור ובחירה של אורכי גל רלוונטיים לשיפור הסיווג. כך, מתוך 330 אורכי גל ועל ידי בחירה מושכלת של 33 אורכי גל ניתן היה להגיע לרמת דיוק שירדה ב-2% ל-84.2%. הוספת המאפיינים המבניים של הצומח, אפשרה שיפור בסיווג ב-7.1% עבור שבעת המינים הדומיננטיים (93.3%). חושב עושר המינים המקומי ונבדקה ההשפעה של גורמי סביבה וגורמים שמקורם בפעילות אנושית על תפוצת המינים. נמצא כי לממצע המשקעים, והטמפרטורה היו בעלי ההשפעה המשמעותית ביותר על מגוון מינים המקומי, עם עושר גבוהה באזורי הבתה והגריגה הים-תיכוניים.

המחקר הנוכחי מציג את היכולת להעריך את מגוון ועושר מינים של צומח מעוצה באזורים המאופיינים בהטרוגניות מרחבית גבוהה לאורך מפל גשם. המגוון הספקטראלי הוא ממד מתהווה של מגוון המינים הצמחי המשלב איפון של תכונות תפקודיות בין ובתוך המינים, ומאפשר גם בהיעדר מידע טקסונומי, תפקודי, להעריך את תפוצת ושפע המינים. למגוון הספקטראלי פוטנציאל לשנות את הגישה לערכת המגוון הביולוגי בגלל היכולת ההרחבה של חישה מרחוק היפר-ספקטראלית לזהות שינויים תפקודיים בין המינים.



מפות תפוצות מינים מבוססות אלגוריתמים לעומת הערכות מומחים: השוואה ביקורתית באמצעות מדע אזרחי

אור קומאי¹, Eduardo Arle², אופיר תומר², דובי בנימיני³, ישראל פאר⁴, עוז בן יהודה⁵, רחלי שוורץ-צחור⁶, גיא פאר⁷

1. המארג

2. אוניברסיטת תל אביב

3. אגודת חובבי הפרפרים בישראל

4. GlueCAD Biodiversity IT

5. אחוה- המכללה האקדמית לחינוך

6. עצמאית

7. German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv)

מינים בכל רחבי העולם מתמעטים, מספריהם מידלדלים וטווחי התפוצה שלהם מתכווצים. אחת הדרכים לחקור את המגמות הללו, ופוטנציאלית גם לפעול לתיקונן, היא באמצעות מודלים של תפוצות מינים. בעזרתם מיישמים אלגוריתמים לאיתור בתי הגידול הפוטנציאליים של מינים אשר אמורים להימצא שם, זאת על סמך מאפיינים סביבתיים של תצפיות ידועות. מודלים כאלה דורשים נפח גדול של תצפיות. הדרך האופטימלית להעריך את איכות הביצועים של המודלים האלו משלבת מדדים כמותניים ודעות מומחים.

במחקר זה השתמשנו בנתוני מדע אזרחי מהתכנית הלאומית לניטור פרפרים (להלן "תכנית ניטור הפרפרים"). על מנת לבחון ולאמן קבוצה נרחבת של מודלי תפוצת מינים (עבור 69 מינים) הערכנו כמותנית את ביצועיהם והשוונו את תוצאות כל מודל למפת תפוצת המין כפי ששורטטה בידי מומחים על בסיס תצפיות ואוספי טבע והיכרות מעמיקה עם השטח. על מנת לבחון האם ומתי מודלים ממוחשבים נכונים יותר מן המפות ששורטטו בידי מומחים, אנו משלבים את החוזקות של שפע הנתונים שאוספת תכנית ניטור הפרפרים (בכללם נתוני היעדרות מאתרים המנוטרים בקביעות) וכן ניסיון השדה של מספר מומחי פרפרים.

מצאנו כי, בהכללה, מודלים לתפוצת מינים נטו להמעט בהיקף תפוצת המינים, בכך שהוציאו מתוך התפוצה הרציפה של המין אזורים מבודדים מהם לא היו תצפיות מאומתות, ללא הצדקה אקולוגית נראית לעין. מנגד, מפות ששורטטו בידי מומחים נטו להרחיב משמעותית את מרחבי התפוצה של מינים גם בחסר של תיעוד מהימן על הימצאותה של אוכלוסיה בת קיימא של המין באזור. כמו כן, מפות ששורטטו בידי מומחים נטו להרחיב יתר מתוך כוונה למנוע קיטוע רציפות מפת התפוצה. לדוגמה, אזורים נמוכים כגון עמק החולה יזרעאל, הנשלטים ע"י חקלאות אינטנסיבית, נכללו לעתים קרובות במפות ששירטטו מומחים עבור מינים הנצפים רק באזורים ההרריים של הגליל והשומרון וצפון הגולן. מחקר זה מדגים כיצד מדע אזרחי, המפיק הן נתונים רבים ואיכותיים והן תהליכי הכשרה והקניית ידע, עשוי לשפר ולספק כלי עדכני על תפוצות מינים ולסייע למקד את ההגנה עליהם.





מחקר זה מסייע לפיתוח כלי עבודה חשובים בהגנה על המגוון הביולוגי המבוססים על מודלים ממוחשבים למיפוי של תפוצת מינים. יישום המודלים ישמש לאומדן סכנת הכחדה ועבור חיזוי התפוצה של מינים פולשים. למיטב ידיעתנו, מחקרים קודמים לא בחנו באופן שיטתי את ביצועי המודלים האלה מול תוצרי הידע האמפירי של מומחים. אנו מציגים פה לראשונה את דפוסי החישוב וניתוח המיפוי מיישום של המודלים הממוחשבים למול הערכות מומחים, ומאפשרים קבלה ביקורתית של ממצאיהם.





לראשונה בעולם: זיהוי אוטומטי של עטלפים במכ"ם חושף דפוסי נדידה רחבים ומציג פוטנציאל שמירת טבע בצל טורבינות הרוח

יובל וורבר¹, הדר סקסטיין², ניר ספיר¹, יוסי יובל²

1. אוניברסיטת חיפה

2. אוניברסיטת תל אביב

התנהגות ותנועה של עטלפים בסקאלה רחבה כמעט ואינה נחקרה עקב אי הנגישות והאופי הלילי של קבוצה זו. השימוש במכ"ם לחקר אקולוגיה של בעלי חיים מעופפים מייצר תובנות מרתקות על בית הגידול האווירי, אך עד כה השימוש במכ"ם היה בלתי ישים עבור עטלפים. "BATScan", מזהה העטלפים הראשון בעולם למערכת מכ"ם, עתיד לשנות מצב זה ולשפוך אור על אורחות חייהם החשוכים של עטלפים ברחבי העולם.

המסווג נבנה על בסיס מאגרי מידע שנאספו בשיטות חדשניות ב-10 תחנות מכ"ם שונות המייצגות את כל גרדניאנט בתי הגידול בישראל, לאורך שבע שנים, וכוללים מיליוני תצפיות של בעלי חיים מעופפים. המסווג עושה שימוש במדדי גודל, מהירות וביומכאניקת כנפיים, הנמדדים בדיוק על ידי המכ"ם, להפריד עטלפים מבעלי חיים אחרים על בסיס ההנחה שרקמת הכנפיים החיה של עטלפים תייצר השתקפות שונה מזו של עופות וחרקים.

הפעלת המסווג על מאגר המכ"ם הישראלי סינן מעל 60,000 איכוני עטלפים מתוך כ-20 מיליון תצפיות. מאגר העטלפים חושף לראשונה בעולם תנועת נדידה רחבת היקף של עטלפים, ומגלה בין היתר שנדידת העטלפים מתחילה באיחור של כחודש ביחס לנדידת ציפורי השיר.

השימוש במכ"ם נפוץ מאוד בקרב תעשיית אנרגיית הרוח לביצוע סקרים וניטור ע"מ למנוע פגיעה בבעלי כנף. עד היום יכולת זו לא חלה על עטלפים, והמצב הוביל לפגיעה קשה בקבוצה זו. השימוש במסווג יאפשר למפעילי טורבינות הרוח לזהות בדיוק תנועת עטלפים בסביבת המתקנים, לתכנן הפעלה בהתאם ולמנוע את התופעה המדאיגה, אשר במקומות רבים מהווה איום של ממש לאוכלוסיות עטלפים רבות.

BATScan, מסווג העטלפים הראשון בעולם למערכת מכ"ם, הינו כלי חישובי חזק בעל פוטנציאל מחקרי נרחב, שכן עד כה תנועת עטלפים יכלה להמדד ולהחקר רק בקנה המידה המקומי, ועבור בעל החיים הבודד. כעת, הונחה הקרקע לביסוס חקר תנועת עטלפים בקנה מידה נרחב ובשורה אחת עם קבוצות המעופפים האחרות בבית הגידול האווירי.

BATScan הינו מזהה העטלפים הראשון בעולם למערכת מכ"ם. הכלי מאפשר זיהוי עטלפים באופן רציף עד 800 מטר מעל פני הקרקע. מידע זה יאפשר עבודה פורצת דרך לשמירת טבע של עטלפים, ויפתח אופקים חדשים ומרגשים של מחקר.



דו"ח מצב הטבע – ארגז כלים לתכנון וניהול מערכות אקולוגיות

איתי רנן, מיכל קורן, רון חן, עידו ליבנה, אור קומאי, שירה גרוסברד, נועם בן משה

אוניברסיטת תל אביב

מידע אקולוגי מצטבר המבוסס על מעקב שיטתי, רציף וארוך זמן, מאפשר זיהוי ואפיון שינויים המתרחשים במערכות אקולוגיות ובמגוון הביולוגי, ומהווה בסיס לתכנון, ניהול ושיקום מערכות אקולוגיות. משימתו המרכזית של המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע, היא ביצוע הערכה של מצב הטבע בישראל. דו"חות מצב הטבע של המארג מרכזים ומציגים מידע אקולוגי מרחבי ועתי לשימוש מנהלי שטחים טבעיים, מקבלי החלטות, חוקרים והציבור הרחב. בכרך מגמות ואיומים 2022, מוצגות תמונות מצב עכשוויות ומגמות ארוכות טווח במספר תחומים בעלי השפעה משמעותית של פעילות האדם על המערכות האקולוגיות ומגוון המינים. בנוסף, בדו"ח מוצגים כלים יישומיים שפותחו על ידי המארג כבסיס למיפוי ואפיון שינויים סביבתיים: מפת התכסית – מורכבת מריכוז שכבות קרטוגרפיות ונתונים מ-13 מקורות שונים ומציגה ברזולוציה גבוהה את שימושי הקרקע המרכזיים בישראל; מיפוי כיסוי הצומח ותצורות הצומח – מציג תמונת מצב ארצית עכשווית ושינויים שחלו מאז 1985, כמו גם פילוחים לפי אזורים פיטוגיאוגרפיים ומשתנים אקלימיים; מיפוי שטח ותדירות שרפות יער ושטחים טבעיים – מציג מגמות מרחביות ועיתיות וניתוחים שונים, בהם פילוח הנתונים לפי תוצרות צומח והגופים האחראים בשטח; מיפוי וכימות רציפות וקוטוע שטחים פתוחים בישראל – מציג תמונה ארצית באמצעות מדדים שונים ופילוחים לפי יחידות אקולוגיות שונות; מיפוי ופילוח זיהום אור – הגדרת ערך סף לזיהום אור והגדרת רמות זיהום שונות מאפשרים נקודות ייחוס למצבי תאורה בשטחים מבונים ושטחים פתוחים, ומאפשרים מעקב מתמשך אחרי מגמות בזמן ואיתור מקורות אור, לשם ניהול וממשק. בנוסף, בכרך מגמות ואיומים נסקרות השפעות שינוי האקלים על המגוון הביולוגי. מדו"ח מצב הטבע 2022 עולה בין השאר: שטחים טבעיים נגרעים בהיקף של כ-30 קמ"ר בשנה עבור צרכי פיתוח; כיסוי הצומח בשטחים הטבעיים עלה באזורים הים-תיכוניים של ישראל מאז 1985; תדירות השריפות בשטחים הטבעיים עולה; כשני שלישי מהשטחים הטבעיים מצפון לבאר שבע סובלים מזיהום אור אקולוגי. כרך המגוון הביולוגי, אשר יפורסם במהלך 2023 יציג את ממצאי עשר שנות פעילות תכנית הניטור של המגוון הביולוגי היבשתי והמערכות האקולוגיות בישראל. דו"ח מצב הטבע מרכז ומציג מידע מרחבי ועיתי על איומים למערכות האקולוגיות ועל תהליכים משמעותיים המשפיעים עליהן ועל המגוון הביולוגי. מטרת הדו"חות היא להוות בסיס מדעי לגיבוש ממשקים לניהול מושכל ובר-קיימא של שטחים פתוחים ושל המגוון הביולוגי בישראל. כרך מגמות ואיומים (2022) מציג את המצב הקיים ואת השינויים שחלו בעשורים האחרונים במספר תחומים נבחרים בנושא השפעת האדם על הטבע בישראל. בהרצאה יודגשו ההיבטים היישומיים המופיעים בדו"ח.



30% הגנה לים העמוק: תכנית לרשת שמורות טבע במים הכלכליים של ישראל

עתרת שבתאי¹, אלון רוטשילד¹, יצחק מקובסקי², לירון גורן³, טל אידן⁴, אור ביאליק², עדי נוימן², אלכס סלבנקו⁵, גדעון גל⁶, איל אופיר⁶

1. החברה להגנת הטבע

2. אוניברסיטת חיפה

3. אוניברסיטת תל אביב

4. מכון ויצמן למדע

5. The Australian National ,College of Science ,Fenner School of Environment & Society
University

6. חקר ימים ואגמים לישראל

הים העמוק הוא שטח הטבע הנרחב ביותר באחריות מדינת ישראל, והוא מחויב בהגנה בהיקף של 30% לפחות בהתאם לאמנת המגוון הביולוגי. את צפונותיו של הים העמוק, בני האדם רק התחילו לגלות מכיוון שהמחקר מורכב מבחינה טכנית ולוגיסטית. תכנון רשת שמורות טבע במים הכלכליים של ישראל, נדרש כבר היום על מנת להבטיח הגנה על בתי הגידול הייחודיים והרגישים בשטח ועל מגוון היחידות האקולוגיות המתקיימות בו. זאת, לפני שהשפעותיה של הפעילות הכלכלית המתרחבת באזור, ביחד עם השפעות אקלימיות, יגרמו לפגיעה בלתי הפיכה במערכת האקולוגית.

תכנון שמורות בים העמוק הינו אתגר עצום הדורש התמודדות עם פערי ידע משמעותיים, עם חוסר עניין ציבורי ועם תפיסות מוטעות לגבי השפעת פעילות האדם על שטח כה נרחב.

החברה להגנת הטבע וצוות מדעי ומקצועי שכנסה עיצבו ובצעו תהליך תכנון על פי גישות תכנוניות מתקדמות. בתחילת התהליך אופיינו יחידות אקולוגיות ובתי גידול במרחב באמצעות ניתוח מידע ושימוש במודלים לתפוצה מרחבית של מינים. בהמשך, נעשה שימוש בכלים תומכי קבלת החלטות בכדי לתעדף אזורים לשימור, לבחון קישוריות בין בתי גידול ייחודיים ולבחון השפעות אקלים חזויות על המערכת האקולוגית, וכך להתאים את תכנית השמורות לשינויים הצפויים. התהליך כולו נשען על היוועצות מקצועית ומדעית רחבה. התהליך לווה על ידי ועדת היגוי רחבה שבה נציגים ממשרדי הממשלה, הרשויות, האקדמיה וארגוני הסביבה, אשר סיפקו משוב ותרמו רבות לעיצוב התכנית ותוצריה. כך, גובשה תכנית אב לשמורות שעוצבה על פי המלצות מבוססות ידע שהתקבלו בשקיפות מלאה ואשר שואפת לתמיכה ציבורית רחבה.

התכנית מציעה הגנה מרבית לבתי הגידול הייחודיים בשטח וייצוג הולם ליחידות האקולוגיות בקרקעית ובעמודת המים, בשטח כולל של 30% ממרחב המים הכלכליים. התכנית מאפשרת קישוריות טובה בין השמורות, ופוטנציאל





לאזורי מקלט אקלימיים. מהתהליך עולה כי יש לקדם הגנה במים הכלכליים באופן מידי ולקיים הערכה מחודשת של פעילות הפיתוח באזור. זאת, לצד הכוונת מאמצי מחקר לשטחים עבורם קיימים פערי מידע משמעותיים בכדי לאפשר את קידום התכניות המפורטות לשמורה, ולצורך עדכון תקופתי של התכנית.

תהליך תכנון שמורות טבע בים העמוק וכולל אפיון בסיסי של השטח, תעדוף מרחבי לשימור, תהליכי ביקורת רחבים ויסודיים והיוועצות מתמשכת עם בעלי עניין, הינו תהליך פורץ דרך ברמה הארצית והגלובלית. יישום התוצרים לא רק אפשרי, אלא אף נדרש באופן מידי בכדי לממש את התחייבות מדינת ישראל להגנה על 30% משטח הימי ובכדי לאזן את הפיתוח המואץ בשטח, ובהתאמה לקווי היסוד של הממשלה לקידום שמורות במים הכלכליים.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



יער ומרעה

אולם K



**יו"ר המושב: ד"ר אפרת שפר, האוניברסיטה העברית
בירושלים**

**השפעת שרפה והפסקת רעייה ארוכת טווח על הרכב
חברת הצומח, היצרנות ומאפייני הקרקע**
*גב' רננה לביא, אוניברסיטת חיפה

**האם ניתן להעריך טיב וכמות של מרעית בשטחי מרעה
מהחלל? שילוב שיטות חישה מרחוק באזור ים תיכוני
וצחיח-למחצה**
*מר שי אדר, אוניברסיטת תל אביב

**רעייה בישראל: איפה, למה, כמה? מיפוי כושר נשיאה
בשטחי מרעה**
ד"ר מירי צלוק, MT ייעוץ אקולוגי-סביבתי

**מה מסתתר שם ביער? פיתוח מסד נתונים ושיטות סקר,
מיפוי וסימון של ערכי טבע מוגנים ביערות קק"ל לקראת
דילול וחדוש**
גב' דבורה לב רמתי, אוניברסיטת תל אביב

**מה המגבלות לאגירת פחמן אורגני בקרקעות ישראל?
אגירת פחמן ביערות ישראל – פוטנציאל ומגבלות**
ד"ר ז'זזה גרינצוויג, האוניברסיטה העברית בירושלים

**גישה לאזורי חיץ לשרפות – ניתוח מתקדם בראייה
אקולוגית**
מר שחר גפר, EcologyWise – אקולוגיה, סביבה, מרחב



השפעת שריפה והפסקת רעייה ארוכת טווח על הרכב חברת הצומח, יצרנות ומאפייני

הקרקע

רננה לביא¹, אבי בר-מסדה¹, גיא דוברת²

1. אוניברסיטת חיפה

2. מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני

מערכות אקולוגיות באגן הים-תיכוניות מאופיינות בעונתיות חריפה ובשונות אקלימית בין-שנתית, כמו גם בהיסטוריה ארוכה של השפעות אדם ביניהן רעייה ושריפה. לרעייה ההיסטורית השפעה מעצבת על הסביבה, הן על מאפייני ומחזורי החומרים בקרקע והן השפעה על הרכב חברות הצומח ותכונות הצמחים. נהוג להתייחס למשאבי הקרקע, לחץ הרעייה והיסטוריית הרעייה כמשפיעים על מגוון הצומח, כך ששינוי בכל אחד מהם ישנה את מגוון הצומח באופן אחר. במחקר הנוכחי בדקנו את ההשפעה של הפסקת רעייה לאורך תקופות שונות (שנתיים, 18 שנים, לצד רעייה-נמשכת), בין לחצי רעייה (18 ו-9 דונם לפרה) ובהשפעת שריפה, על מדדי הצומח והקרקע. המחקר נערך בחוות כרי דשא שבגליל המזרחי בשנים 2002-2021 ונבדקו בו 36 תתי-חלקות בין תשעה טיפולים. הרכב הצומח, יצרנות ומדדי נוטריינטים בקרקע ובצומח נמדדו בשדה ובמעבדה.

לאחר הפסקת רעייה של שנתיים ירד עושר המינים, אך לאחר 18 שנים ללא רעייה עושר המינים עלה שוב. יחד עם זאת, הרכב הצומח השתנה בצורה ניכרת בין הטיפולים השונים. זמן הסגירה לא השפיע על היצרנות בטיפולים השונים למרות הבדלים בלחץ הרעייה. איכות המרעית עלתה בחלקה עם לחץ רעייה גבוה, גם לאחר תקופה ארוכה של סגירה, כתוצאה משינוי בהרכב הצומח. בנוסף, שריפה העלתה מעט את היצרנות והורידה את איכות המרעית. אחוז החנקן האנאורגני בקרקע עלה בחלקות עם לחץ רעייה גבוה, ואילו בחלקה החשופה לשריפה עלו כמויות הזרחן והאשלגן. להיסטוריה של רעייה ושריפה השפעה מעצבת על תכונות הקרקע, איכות המרעית והרכב חברת הצומח, אך לא על היצרנות. לחצי רעייה שונים ושריפות בתדירות נמוכה יוצרים פסיפס של שטחים בעלי הרכב מינים שונה וכך משמרים מגוון.

רעייה היא שימוש הקרקע הנפוץ ביותר בשטחים הפתוחים באזור הים תיכוני בישראל. במחקר נבדקה ההשפעה משולבת של רעיה ושריפה על הרכב חברת הצומח, איכות המרעית ותכונות קרקע. ניהול מושכל של לחצי רעייה והשהיית רעייה יאפשר לשמר את מגוון המינים הייחודי של אזורינו.



האם ניתן להעריך טיב וכמות מרעית בשטחי מרעה מהחלל? שילוב שיטות חישה מרחוק באזורים ים-תיכוני וצחיח-למחצה

שי אדר¹, מרסלו שטרנברג¹, טרין פז-כגן², אלי ארגמן³

1. אוניברסיטת תל אביב

2. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

3. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)

שטחי מרעה מהווים חלק משמעותי מהשטח הקרקעי העולמי. מערכות מרעה הן מורכבות, ומשפעות מתנאי הסביבה ומלחצי הרעייה. על מנת לנהלן באופן בר קיימא את שטחי המרעה, יש צורך להעריך את כמות ואיכות המרעית כדי למנוע הידלדלות של המערכת האקולוגית ולשמור על רווחת בעלי החיים הרועים בה. לאילו חשיבות גדולה במיוחד לאור שינויי האקלים הצפויים לתדירויות עולות של אירועי אקלים קיצוניים כגון שנות בצורת באזורים יובשניים. קיים צורך בפיתוח של שיטות חישה מרחוק המאפשרות ניטור רציף בשטחים נרחבים באופן שאינו מתאפשר ע"י סקרים קרקעיים. מטרת המחקר היא לפתח שיטה להערכת מדדי איכות וכמות מרעית עם עוצמות רעייה שונות ובתנאי סביבה מגוונים. במחקר השתמשנו בשילוב של דיגום קרקעי נרחב, תצלומי רחפן, ותצלומי הלווין VENμS, להערכת כמות ואיכות הצמחייה הזמינה למאכל צאן ובקר בתחנות למחקר ארוך טווח (LTER) בשני אזורים אקלים תחת מספר לחצי רעייה בישראל. שילוב של תצלומי רחפן ברזולוציה של סנטימטרים בודדים איפשר לשפר משמעותית את רמת הדיוק של מודלי החיזוי של איכות וכמות המרעית, על ידי אומדן מדויק של כיסוי הצמחייה ובחירת המידע הלוויני שהוזן למודל המבוסס למידת מכונה. בנוסף, פותח מדד סטטיסטי חדש להערכת איכות מרעית, המורכב משקלול של תכולת סיבים, חלבון, נעכלות ותכולת הקוצים הבלתי-אכילים. המדד ניתן להתאמה לסביבות שונות, ומאפשר מבט על מכלול תכונות איכות מרכיבי תזונת הצומח. מודל הערכת כמות המרעית הצליח לחזות אותה בדיוק של 76% ואיכות המרעית בדיוק של 78%. התוצאות הראו מגמות עונתיות חזקות של כמות הביומסה ואיכות הצמחייה, כאשר כמות הביומסה גדלה מתחילת הצימוח בחורף ועד שיא הצימוח באביב. לעומת זאת איכות הצומח, המתבטאת ברמה גבוהה של חלבון ונמוכה של סיבים, פחתה במהלך העונה. לרעייה הייתה השפעה חזקה גם על הרכב המינים – במיוחד על שכיחותם של קוצים. השיטות שפותחו מאפשרות ניטור אקולוגי מדויק של מדדי איכות וכמות המרעית במרחב ובזמן, מה שמאפשר לאפיין ולחזות את תגובת הצמחייה לשינוי אקלים תחת עוצמת רעייה שונות ולהציע שיטות לניהול מושכל ומיטבי של שטחי המרעה.

ניהול שטחי מרעה חשוב לשימור המערכות האקולוגיות מפני רעיית יתר והידלדלות של המשאבים מחד, ושמירה על רווחת העדר מאידך. אך אילו דורשים מעקב כמעט רציף בזמן ובמרחב של שטחי המרעה. במחקר זה מוצגת גישה מחקרית חדשה המאפשרת כימות של הביומסה וטיב המרעית תוך שילוב של מערכות חישה וכיולם אל מול מספר רב של מדידות קרקעיות. מערכת שיכולה בעתיד לסייע בניהול מושכל ובר קיימא של שטחי מרעה בעולם.



רעייה בישראל: איפה, למה, כמה? מיפוי כושר נשיאה בשטחי מרעה

מירי צלוק¹, אורית גינזבורג²

1. MT ייעוץ אקולוגי-סביבתי

2. משרד החקלאות

רעייה חשובה לעיצוב דינמיקת הצומח והגדלת המגוון הביולוגי וכן כמשאב כלכלי וכלי חשוב למיתון שריפות. עם זאת, רעיית יתר עשויה לגרום לנזקים בלתי הפיכים. שינויי האקלים צפויים להחמיר נזקים אלו. לפיכך, יש חשיבות מרבית לעידוד רעייה בת קיימא בישראל, תוך שמירה על עצמת רעייה שתספק את התועלות הכלכליות והאקולוגיות במקביל לשמירה על השטחים הפתוחים. עם זאת, חסרה בישראל שיטה לכימות עצמת רעייה מיטבית בשטחים נרחבים.

מטרות: כושר הנשיאה של שטח לרעייה מכמת את יכולת השטח לספק מרעה למספר בעלי-חיים ליחידת זמן בצורה בת-קיימא. מטרת פרויקט זה, בהובלת משרד החקלאות, הינה ליצור כלי להערכת כושר הנשיאה לרעיית בקר בצורה מרחבית וכמותית ולמפות מדד זה ברחבי האזור הים-תיכוני בישראל.

שיטות: כושר הנשיאה חושב על-ידי כימות הביומסה העשבונית מתוך הדמאות לוויין. הקשר בין המידע הלווייני לביומסה כויל בגדורות ללא מרעה בארבעה משקים בצפון הארץ בהן בוצע קציר של החומר העשבוני היבש. בשטחי מרעה עם כיסוי צומח מעוצה קיים קושי בשימוש בנתוני לוויין. שטחים אלו סווגו לפי סוג ומידת הכיסוי הצומח המעוצה וכושר הנשיאה בהם הוערך מתוך ניתוח מרחבי של מידע מומחים וסקירת ספרות.

תוצאות: פיילוט בחוות מחקר הראה שסדרות זמן של הדמאות לוויין נותנות חיזוי מצוין של הביומסה ($R^2=0.79$) וכושר הנשיאה. בגדורות המחקר נמצא קשר מובהק בין מידע לווייני והביומסה עשבונית. קשר זה הושפע משנת הדיגום ומיקום המשק. בעזרת איסוף וניתוח של מידע מרחבי מורכב התקבל מיפוי מפורט של סוגי הצומח בישראל וכושר הנשיאה הצפוי בהם. השוואת כושר נשיאה מהמודל לנתוני רעייה בשטח הראה התאמה מצוינת.

דיון ומסקנות: מחקר זה מדגים כיצד ניתוח מרחבי המצליב נתוני לוויין, ידע מומחים ומידע מהספרות מאפשר הערכה טובה של כושר נשיאה לרעיית בקר בשטחים נרחבים. איסוף נתונים לאורך שנים איפשר הערכה טובה של הביומסה הצמחית מתוך נתוני לוויין. מיפוי כושר נשיאה בכל האזור הים-תיכוני של ישראל יהווה בסיס עבודה משותף בין גורמים שונים לממשק רעייה, ניטור ומחקר.

רעייה מהווה חלק מרכזי מהנוף האקולוגי והאנושי של ישראל ומספקת שירותי מערכת אקולוגית חשובים. מחקר זה מציג שיטה המצליבה מקורות טכנולוגיים וניסיון אנושי ומחקרי למיפוי מרחבי של כושר נשיאה בשטחים נרחבים. מיפוי כושר הנשיאה של בכל ישראל משפר את קביעת עוצמת ומיקום הרעייה הדרושים להגנה על המגוון הביולוגי תוך שמירה על רווח כלכלי. חשיבות של ממשק רעייה מיטבי עולה עם שינויי האקלים בכדי למנוע שחיקה של הקרקע במקביל למניעת שריפות.



מה מסתתר שם ביער? פיתוח מסד נתונים ושיטות סקר, מיפוי וסימון של ערכי טבע מוגנים ביערות קק"ל לקראת דילול וחידוש

דבורה לב רמתי¹, עומרי שליו², דר בן-נתן¹, אמיר פרלברג¹, דותן רותם³, שני גלייטמן², ענת צפריר², אסף קראוני², אילון קלב², יהל פורת²

1. אוניברסיטת תל אביב
2. קרן קיימת לישראל
3. רשות הטבע והגנים

בהתאם לנוהל המקצועי של קק"ל ורט"ג בנושא הגנה על ערכי טבע ביערות במהלך פעולות ממשק יער, פותחו בשלוש השנים האחרונות כלים ושיטות מיפוי וסקר של ערכי טבע מוגנים ביערות קק"ל המיועדים לדילול וחידוש. במסגרת הפרוייקט פותחו פרוטוקולים לסקרים אקולוגיים ומסד נתונים ממ"גי של קק"ל בנושא זה. הסקרים בוצעו בשטחים שמיועדים לדילול וחידוש יער, ובסיום כל סקר הוגש דו"ח מסכם שמפרט את ממצאי הסקר והנחיות השימור. בשלוש השנים הללו נסקרו כ-35,000 דונם ב-98 יערות, וממשק היער ביערות אלו בוצע בהתאם לממצאים והנחיות הנוהל המקצועי, בליווי מחלקת אקולוגיה בקק"ל.

מממצאי הסקרים עולה שביערות קק"ל מתקיימים ערכי טבע ובתי-גידול ייחודיים רבים, שהמידע אודותיהם היה מועט מאד טרם ביצוע הפרוייקט, בשל מיעוט סקרים סדורים שבוצעו בנושא זה ביערות עד כה.

במהלך הסקרים התגלו ממצאים בוטניים משמעותיים מאוד: תועדו 1,404 תצפיות בערכי טבע, מתוכן 602 תצפיות ב-67 מיני צמחים בסכנת הכחדה, שכוללות מיני צמחים חדשים לארץ, אוכלוסיות משמעותיות של מינים בסכנת הכחדה שמתקיימות ביערות, ותצפיות שמרחיבות את גבולות התפוצה של מינים נדירים. בנוסף, נמצאו יערות שמשמשים כ-'הוט-ספוטס' או כיערות מפלט, עבור מגוון גדול של מינים בסכנת הכחדה, בעיקר בבתי-גידול מאויימים שאינם מיוצגים מספיק בשמורות טבע, כגון בתי-גידול לחים וקרקעות עמוקות (כבדות וקלות). התופעה בולטת במיוחד במישור החוף, אזור של בינוי צפוף שבו יערות קק"ל מגנים על שטחי קרקעות עמוקות ובתי-גידול לחים ומספקים אזור מפלט לריכוז גבוה של מינים בסכנת הכחדה ומינים נדירים, וחשיבותם לשמירת טבע בארץ גדולה מאד.

מהסקרים אף מסתמן כי ייתכן שדילול יער באזורים ערכיים אלו, תוך הקפדה על שיטות עבודה מתאימות, מועיל לאוכלוסיות רבות של צמחים בסכנת הכחדה, אשר בנק הזרעים שלהם נשמר בקרקע היער שהצטופף עם השנים, ומתחדש לאחר פתיחתו.

המידע החדש שנאסף ושיינסף בהמשך ביצוע הסקרים הסדורים מעתה, מהווה תשתית חשובה עבור מחקר, ניטור ושימור צמחים בסכנת הכחדה, ביערות ומחוצה להם. בנוסף, מידע זה תורם רבות להבנה מעודכנת של סטטוס השימור ומפות התפוצה של מינים בסכנת הכחדה ולשמירת הטבע בישראל.



מה המגבלות לאגירת פחמן אורגני בקרקעות ישראל? אגירת פחמן ביערות ישראל – פוטנציאל ומגבלות

ז'וזה גרינצוויג

האוניברסיטה העברית בירושלים

שירותי מערכת אקולוגית הם תהליכים בטבע שמספקים תועלת ישירה ועקיפה לאדם. מבין שירותי המערכת, שירותי יסות מקיימים תהליכים חיוניים בטבע אשר תורמים ליצירת תנאי סביבה מתאימים ונוחים יותר לרווחת האדם. יסות תנאי סביבה כולל את האקלים המקומי והעולמי, איכות האוויר והמים, והפחתת פגעי הטבע. מעבר לך שירותי יסות תורמים לאדם בתחום החקלאות. שירות יסות האקלים העולמי נובע בראש וראשונה מקיבוע בעזרת תהליך הפוטוסינתזה של פחמן דו-חמצני, גז החממה החשוב ביותר, ובהמשך לכידת הפחמן המקובע בצומח, בקרקע ובים. המערכות האקולוגיות היבשתיות בעולם לכדו בעשורים האחרונים 29% מכלל הפחמן הדו-חמצני הנפלט על ידי שריפת דלקים ופעילויות אדם נוספות, בעוד שהים לכד 26%. לכידת פחמן זו מפחיתה את ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה וכך תורמת למיתון ההתחממות הגלובלית והקצנת אירועי האקלים, תופעות הקשורות בשינוי האקלים העולמי.

בישראל, מערכות יבשתיות וימיות לוכדות אחוזים בודדים של הפחמן הדו-חמצני שנפלט על ידי סך פעילויות האוכלוסייה. בהערכה גסה, המערכות היבשתיות של ישראל, בעיקר יערות וחורשים, לוכדות 1-3% מפליטות הפחמן הדו-חמצני, בעוד שבים נלכדים כ-2% נוספים.

הנתונים הקיימים בארץ אודות לכידת פחמן נאספו ביערות אורן נטועים ובחורשים ושיחיות טבעיים. שטף לכידת הפחמן השנתי במערכות אלה נע בין 150~ ל-500 גרם פחמן למ"ר (אן ק"ג פחמן לדונם). שטף הפחמן במערכות אקולוגיות אחרות, כגון בתות ושטחים מופרים, כנראה נמוך בהרבה מהשטפים הנ"ל. אין לנו מידע עד כה אודות שטף הפחמן בשדות חקלאיים ושטחים עירוניים. הים התיכון באזור הכלכלי של ישראל מוערך כלכד פחמן בסדר גודל של 17.5 גרם פחמן למ"ר לשנה.

פעילויות האדם בשטחים פתוחים הינה מורכבת. ייעור מעלה את כושר לכידת הפחמן ברוב האזורים בארץ לטובת האקלים, אבל גם משנה את מאזן הקרינה (ירידה באלבדו) לרעת האקלים. החקלאות צריכה להימדד לא רק על ידי לכידת פחמן בשדה או במטע, אלא אנליזת מחזור חיים צריכה לקחת בחשבון את כל הפעילויות החקלאיות המשפיעות על גזי חממה ולכן על האקלים. קיים צורך במחקר נרחב וארוך-טווח בכדי לאמוד את היקף לכידת הפחמן בישראל.

תרומת המחקר: המערכות האקולוגיות היבשתיות והימיות של ישראל תורמות למאמץ הגלובלי של לכידת פחמן כשירות יסות האקלים העולמי. התרומה הזאת תהיה משמעותית יותר בעזרת שימור מערכות אקולוגיות טבעיות ומניעת הריסתן על ידי הפיתוח. מעבר לכך, כל יסות האקלים העולמי חייב להיות מלווה בצמצום דרמטי של פליטות גזי חממה על ידי שריפת דלקים שבלעדיו לא ניתן לעצור את המשך שינוי האקלים.





גישה לאזורי חיץ לשריפות – ניתוח מתקדם בראיה אקולוגית

שחר גפר¹, עמית בוריס¹, תמיר קרס¹, יעל שץ², אליהו טל², גיא רותם¹

1. EcologyWise - אקולוגיה, סביבה, מרחב

2. מידות ומעשי נוף

שריפות באזורי יער מושפעות מזמינות חומר הבעירה, טופוגרפיה ותנאי מזג אוויר. אחת הדרכים להגנה על שכונות סמוכות יער מפני שריפות היא יצירה של אזורי חיץ, בהם הצמחייה הדליקה מדוללת והם מאפשרים היערכות של כוחות כבאות. יערות מחטניים, בהם אורנים נטועים או ממקור נטוע, נוטים להידלק במהירות ומהווים סכנה בהקשרי כיבוי אש. חורש ים-תיכוני המכיל עצים רחבי עלים, נוטה להיות פחות דליק ולכן פחות מסוכן. אזורי שיח ועשבייה נוטים להיות פחות דליקים. בתה עשבונית יובשנית מספקת חומר בעירה ומעלה את הסיכון לשריפה ומהווה "מוליך על" של האש. ביצענו מיפוי מפורט באמצעות כלים מתקדמים של חישה מרחוק ולמידת מכונה על גבי תצ"א מעודכנת. יצרנו מודל ייחודי אשר למד את סוגי הישויות (עץ מחטני או רחב עלים, שטח עשבוני, בית, כביש) ובעזרתו מיפנו את תכסית הצומח. בהמשך, יצרנו מודל דינמי הבוחן התפשטות שריפות כתלות בתכסית וצפיפות הצומח ובשיפועים, אשר ידועים כגורמים משפיעים על התקדמות השריפה. המודל בחן מספר תרחישים כתלות בתנאי אקלים משתנים, מוקד תחילת השריפה ותנאי השטח. במקביל, ביצענו ניתוח של הערכיות האקולוגית של אזורי הטבע (היבשתיים) באזור, על מנת לבחון את מיקום קווי החיץ תוך התחשבות בערכי הטבע והנוף במרחב. כמו כן, מיפנו מבני ציבור ומוסדות רגישים כתלות באזורים בסיכון לשריפות. כך, אנו משתמשים בטכנולוגיות מתקדמות על מנת לבחון את מיקום קווי החיץ מתוך ראייה מבוססת אקולוגיה, על מנת להציל חיי אדם. תרומה למחקר: עבודה זו מספקת מענה לתכנון טבע עירוני מבוסס נתונים. ביצענו מיפוי מפורט על גבי תצ"א מעודכנת של העיר חיפה באמצעות למידת מכונה. במקביל, ניתחנו את הערכיות האקולוגית של אזורי הטבע בעיר, כדי לבחון את קווי החיץ תוך התחשבות בערכי הטבע והנוף במרחב. בנוסף, מיפנו מבני ציבור כתלות באזורים בסיכון לשריפות. כך, בחנו את מיקום קווי החיץ בעיר חיפה מתוך ראייה מבוססת אקולוגיה ונתונים כחלק מתוכנית האב לאזורי חיץ בעיר חיפה.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



מו"פ ומיזמי אקלים בקק"ל

אולם L



יו"ר המושב: ד"ר דורון מרקל, המדען הראשי, קק"ל

דברי פתיחה – ד"ר דורון מרקל, קק"ל

Contribution of afforestation to soil organic carbon sequestration along an aridity gradient in Israel

מר ויליאם מללוואה, האוניברסיטה העברית בירושלים

השפעת שינוי האקלים על המערכת האקולוגית של הכינרת

מר שחר רגב, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

פיילוט לשילוב נטיעות בניהול נגר עירוני

ד"ר עמרי גילהר, עמית ממשק בקק"ל

מביאים את העתיד להווה - כיצד שינוי האקלים ישפיע על מערכות של בתות ים תיכוניות?

פרופ' מרסלו שטרנברג, אוניברסיטת תל אביב

אגירת אנרגיה בערבה – מתאוריה למעשה

מר איל ששון, אוניברסיטת תל אביב

ניתוח כלכלי של אימוץ טכנולוגיות אגרי-וולטאיות בישראל

מר בר וויס ופרופ' רם פישמן, אוניברסיטת תל אביב

שמש לכולם – מיזם להצבת פאנלים סולאריים על גגות בתים משותפים

גב' יעל כהן פארן וגב' אולגה פרל, הפורום הישראלי לאנרגיה

Contribution of afforestation to soil organic carbon sequestration along an aridity gradient in Israel

William Mlelwa¹, David Yalin², Yair Ben Tsion¹, Ittai Herrmann¹, Yagil Osem³, Dan Yakir², Jose Gruenzweig¹

1. The Hebrew University in Jerusalem
2. Weizmann Institute of Science
3. Agricultural Research Organization – Volcani Institute

Historical planting of pine led to moderate increase in topsoil carbon sequestration across the dryland regions of Israel, thus mitigating to some extent the CO₂ increase in the atmosphere. In addition, SOC sequestration and the inherent increment of soil organic matter is a key strategy of Sustainable Development Goals for food security and improving human health.

Afforestation has been proposed as an effective method of carbon (C) sequestration, thus lowering the CO₂ load of the atmosphere. However, the magnitude of soil organic carbon (SOC) accumulation following afforestation is unclear. This study aimed to quantify the SOC stocks in planted forests and nearby non-planted natural woodlands as affected by precipitation and other environmental properties. We also sought to estimate the carbon sequestration potential of dryland soil.

We compared SOC stocks in 19 paired plots of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) forest and nearby natural woodland and shrubland; the afforested plots were selected among the KKL long-term monitoring sites. Soil samples were collected at ten locations per plot with a 5-cm soil corer to a minimum depth of 0.2 m.

The results showed 10% higher SOC stocks in the top 0.2 m of afforested compared to non-planted plots across all tested sites in Israel. SOC increased with increasing precipitation along the gradient, at the same rate for both planted and non-planted plots. In addition, SOC was positively related to litter mass and slope, and negatively related to elevation, soil pH, and carbonate content. The northern aspects had more SOC than the southern aspects. All soils have a potential for further SOC sequestration, as about 80-85% of the saturation potential has been reached so far in the top 0.2 m of the soil profile.

It is concluded that planting of Aleppo pine increased SOC stocks compared to natural ecosystems and that climate change-induced drought might not affect the relative SOC addition by pine forests. However, these conclusions relate solely to SOC sequestration and do not consider aboveground C stocks and, conversely, the potentially climate-negative impact of changes in albedo.



Historical planting of pine led to moderate increase in topsoil carbon sequestration across the dryland regions of Israel ,thus mitigating to some extent the CO₂ increase in the atmosphere .In addition ,SOC sequestration and the inherent increment of soil organic matter is a key strategy of Sustainable Development Goals for food security and improving human health.





השפעת שינויי אקלים על המערכת האקולוגית של הכנרת

שחר רגב¹, גדעון גל², יוחאי כרמל¹, דירק שלאבניג³

1. הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

2. חקר ימים ואגמים לישראל

3. University of Stuttgart

אגן ים התיכון המזרחי הוא אחד מהאזורים הרגישים ביותר לשינויי אקלים. תרחישי אקלים מנבאים שבעשורים הקרובים האזור יחווה ירידה במשקעים, עליה בטמפרטורות ובארועי קיצון. השינויים האלו צפויים להשפיע על מבנה ותפקוד המערכת האקולוגית של אגם הכנרת, למשל שינויים בהרכב המינים ובאיכות המים שעלולים לסכן את שירותי המערכת של הכנרת ובכללם מי-שתייה ותיירות. האם המערכת האקולוגית של הכנרת יכולה לשמור על המבנה והתפקוד שלה לנוכח שינויי האקלים?

מודלים של אגמים מאפשרים לבחון שאלות אקולוגיות. המודלים מונעים על-ידי תנאי שפה מטאורולוגיים, אך מודל אקלימי מספק סדרת זמן בודדת של מטאורולוגיה ברזולוציה מרחבית ועיתית נמוכה מידי עבור מודלים של אגמים. כדי לגשר על הפער ולהקטין את אי-הודאות הטמונה בסדרת זמן בודדת ניתן לייצר אינספור סדרות נתונים בעזרת תוכנת WG (Weather Generator). אי וודאות נובעת גם מהמודלים עצמם וכדי לטפל בכך מיישמים מספר מודלים שונים לאותו אגם, גישה הנקראת מקבץ-מודלים ויש לה כוח חיזוי טוב יותר מאשר למודל בודד.

במחקר זה השתמשנו בשני מודלים דטרמיניסטיים (WET & DYRESM-CAEDYM) חד ממדיים, הידרודינמיים וביוגיאוכימיים הכוללים חמש קבוצות פיטופלנקטון ושלוש קבוצות זואופלנקטון. המודלים הורצו על שלושה תרחישי – תרחיש ייחוס ללא שינוי מהמצב הנוכחי ושני תרחישי עליית טמפרטורה הדרגתית שתגיע בשנת 2070 ל-1.5°C צלזיוס ו-C2.5 צלזיוס מעל לממוצע היום. לכל תרחיש ייוצרו אלף סדרות נתוני מטאורולוגיה שעתיים על פני חמישים שנה בעזרת WG.

התוצאות מראות שהמערכת האקולוגית של האגם תושפע משמעותית מהתחממות האקלים. טמפרטורת האגם תעלה והתרמוקלינה תעמיק. ריווי החמצן במים ירד והמחסור הממושך יותר בחמצן בהיפולימניון יגרום לעלייה בזרחן שיהפוך לזמין בתקופת ערבוב האגם. ריכוזי אמוניום וניטראט ירדו משמעותית דבר שייתן יתרון לציאנובקטריה מקבעת חנקן שפריחותיה יכפילו עצמן בקיץ. הפריחות החורפיות של ציאנובקטריה מהסוג מיקרוציסטיס גם הם צפויים להתגבר. לעומתם קבוצת הדינופלגלטים תמשיך לרדת בעוצמת הפריחות.

לסיכום, המודלים חוזים שהמערכת האקולוגית של הכנרת תעבור שינויים ברורים בעקבות שינויי האקלים ובמרכזם עלייה בפריחות ציאנובקטריה העלולה לסכן את שירותי המערכת של הכנרת

זהו המחקר המקיף הראשון על השפעת שינויי אקלים עם האקולוגיה של הכנרת. המחקר מצביע על מגמות השינוי באגם בעקבות שינויי האקלים ומאפשר להבין את התהליכים המרכזיים המובילים את המגמות הללו. הן תוצאות המחקר והן המודלים ככלי חיזוי יכולים לשמש את מנהלי האגם להיערכות לשינויי האקלים.



מביאים את העתיד להווה – כיצד שינוי אקלים ישפיע על מערכות של בתות ים- תיכוניות?

מרסלו שטרנברג¹ עופר כהן¹, חיים קיגל²

1. אוניברסיטת תל אביב

2. האוניברסיטה עברית בירושלים

רקע: במערכות יובשניות הפחתה בכמות המשקעים ותפרוסת הגשם משפיעים על תהליכים אקוסיסטמיים רבים, וביניהם על ייצור ביומסה צמחית ועל מגוון המינים. מניפולציות גשם מאפשרות לדמות תנאי אקלים עתידיים ולהעריך כיצד המערכת האקולוגית תגיב לתנאים חדשים אלה. במחקר ארוך טווח המובא בפניכם (22 שנה – בין הארוכים בקנה מידה עולמי) אנו משנים את כמות ותפרוסת הגשמים כדי לדמות תנאי אקלים עתידיים ולהבין כיצד המערכת של בתה ים-תיכונית יושפע משינויי האקלים.

מטרות: מטרת מחקר זה הוא לבחון באופן ניסיוני את השפעת הבצורת ושינוי בדפוס הגשם על דינמיקה של בתה ים-תיכונית.

שיטות: המחקר נערך בתחנת המחקר ארוך הטווח Matta-LTER בהרי יהודה, בה בוצעו טיפולים מלאכותיים של הפחתה של כ-30% ו-66% מכמות המשקעים השנתית הממוצעת.

תוצאות: הטיפול בבצורת באמצעות הפחתה של 30% בגשמים לא הניב השפעות מובהקות על ייצור הביומסה הצמחית ועל מגוון המינים. למרות ירידה של 30% בגשמים, רק כ-6% מייצור הביומסה הופחת. זה מצביע על עמידות של המערכת האקולוגית לבצורת מתונה. יחד עם זאת, תחת בצורת קיצונית בהפחתה של 66% בגשמים, התוצאות הראו ירידה מובהקת בייצור הביומסה ובמגוון המינים. לא נראו שינויים מובהקים כתוצאה בדפוס הגשם. דיון ומסקנות: תכונות החיים של הצומח המאפיין את הבתה הים-תיכונית הראו יכולת חוסן גבוהה בתנאי בצורת מתונה. תכונות אלו התפתחו במשך אלפי שנים ומאפשרות לצמחים להתמודד מול אי-ודאות אקלימית. לעומת זאת, בצורת קיצונית תפגע בתפקוד המערכת האקולוגית ותגרום להשפעה שלילית ביציבות הבתה, עם שינוי בהרכב הצומח והפחתה של מגוון המינים.

תרומת המחקר: מחקר זה תורם לביסוס ולקידום תשתיות המחקר הניסוייות בהשפעת שינויי אקלים בישראל. כמו כן, המחקר מסייע למדענים ולאנשי ניהול שטח בהבנה מעמיקה של התהליכים האקולוגיים תחת שינויי אקלים, באמצעות איסוף נתונים ופיתוח שיטות ומודלים.

מחקר זה משפר את המוכנות של ישראל לשינויים הללו באמצעות יצירת מידע התורם לקבלת החלטות מבוססות ידע מדעי, שיעמדו לרשות מפתחי מדיניות סביבתית בישראל.



בדרך לעצמאות אנרגטית: אגירת אנרגיה בערבה דרומית

אייל ששון¹, טלי זוהר², איתי סנד¹, ג'וזף קידר², דורית בנט³

1. אוניברסיטת תל אביב
2. מו"פ מדבר וים המלח
3. אילת אילות אנרגיה מתחדשת (חל"צ)

תהליך ביזור משק החשמל ומעבר לייצור באמצעות אנרגיות מתחדשות בשילוב מתקני אגירה מחייב השקעה משמעותית בתשתיות. פרויקטים בתחום התשתיות, בעיקר בסקטור האנרגיה, נתקלים לא פעם בהתנגדות ציבורית שעשויה להביא לעיכובים משמעותיים בביצוע ואף לביטולם (Cohen et al., 2014). מחקרים רבים מצביעים על מגוון סיבות להתנגדות הציבור, כגון: חשש מפגיעה בנוף, חשש מירידת ערך נכסים, פחד מסכנות בריאותיות, פערים בידע וחוסר אמון במקבלי החלטות (Spath and Scolobig 2017; Wustenhagen et al., 2007; Joskow et al., 2022; Kadar et al., 2023; Vuichard et al., 2021).

שיתוף פעולה של הציבור הכרחי לאימוץ אנרגיות מתחדשות ועמידה ביעדים הלאומיים. במשק חשמל מבוזר יש לציבור תפקיד מרכזי, כיוון שהתושבים מחזיקים לעיתים קרובות במידע בעל ערך רב על אתגרים וצרכים מקומיים. מעורבות הציבור בשלבי התכנון המוקדמים מאפשר זיהוי מוקדם של קונפליקטים פוטנציאליים ומקל על מציאת פתרונות בהסכמה (Hamiduddin, 2015).

חבל אילת-איילת מתפרס על פני 2.3 מיליון דונם ומתגוררים בו כיום כ-57,000 תושבים. חבל איילת והעיר אילת מייצרים היום מעל 120% מצריכת האנרגיה באזור בשעות היום מייצור סולארי, כשהיעד הינו השגת עצמאות אנרגטית עד 2025 עם כניסתן של טכנולוגיות אגירה. אגירה מהווה צעד חשוב והכרחי בהתייעלות של משק החשמל הישראלי, מעבר למערכות אנרגיה דלות פחמן והשגת ביטחון אנרגטי בר-קיימא. אזור אילת-אילות עשוי להוות מודל לשילוב טכנולוגיות אגירה שונות, המותאמות גם לפרופיל הצרכנים ומאפייני הצריכה האזוריים ועל כן נבחר כמקרה מבחן במחקר זה.

הטמעה של אנרגיות מתחדשות בשילוב מתקני אגירה מחייבת תכנון כוללני המתייחס להתכנות הטכנו-כלכלית של הטכנולוגיות השונות, התאמתן לפרופיל הצרכנים ומאפייני הצריכה האזוריים ונותן מענה להיבטים סביבתיים וחברתיים המושפעים מאותן טכנולוגיות. מחקר זה נועד לגשר על פער הידע בתחום האגירה באמצעות ניתוח המאפיינים הטכנו-כלכליים והסביבתיים של טכנולוגיות האגירה השונות, במטרה לשמש ככלי מקצועי לבחירת טכנולוגית אגירת האנרגיה המתאימה לאזור גאוגרפי מסוים ותסייע למקבלי ההחלטות באימוץ והטמעה של אנרגיות מתחדשות בהיקפים נרחבים.

בשלב הראשון של המחקר נערך סקר תושבים (n=140) במטרה לזהות חסמים חברתיים שעשויים לעכב אימוץ של טכנולוגיות אגירה באזור. הסקר בחן את מידת ההיכרות של התושבים עם טכנולוגיות אגירה שונות, השפעתן הסביבתית, תרומתן למיתון משבר האקלים ומוכנות הציבור להתקנה של מערכות אגירה בקרבת אזורי מגורים או עבודה. נתונים ראשוניים מצביעים על הבנה חלקית של המשיבים בכל הקשור לטכנולוגיות אגירה והשפעותיהן, המובילה להתנגדות להקמה של מתקני אגירה במרכז העיר או בקרבת הקיבוץ.



התוצאות מלמדות על כך שקיימים פערים בידע של הציבור אודות החשיבות של אנרגיות ומתחדשות ופתרונות אגירה להשגת היעדים הלאומיים ומעבר למשק חשמל דל פחמן. זיהינו את המניע הכלכלי כמניע העיקרי המאפיין גם את העיר אילת וגם את הקיבוצים. מראיונות עם בעלי תפקידים באזור עולה כי שיווק של היתרונות הכלליים לאוכלוסייה המקומית מעודדת את התמיכה של הציבור. עוד מצאנו כי תושבים שתומכים באנרגיה מתחדשת, מתנגדים להקמת המתקנים בסמוך למקום מגוריהם או מקום עבודתם, תופעה המכונה בספרות (NIMBY) (Not In My Back Yard). שיתוף הציבור בשלבי התכנון וחיפוש אחר פתרונות לצמצום השפעה שלילית על הנוף עשויים להפחית באופן משמעותי את ההתנגדויות של הציבור בשלבי הביצוע.

המחקר נעשה בשיתוף פעולה בין המדען הראשי של קק"ל, אוניברסיטת תל אביב, מכון מו"פ מדבר וים המלח והחברה לתועלת הציבור 'אילת איילות אנרגיה מתחדשת'.





חיזוי התנהגות חקלאית וכלכלית באימוץ טכנולוגיית האגריוולטאי בקרב חקלאי ישראל

בר וייס¹, רם פישמן¹, צפריר גרינהוט², עופר מנדלסון³

1. אוניברסיטת תל אביב
2. משרד החקלאות ופיתוח הכפר
3. הפורום הישראלי לתזונה בת קיימא

מחקר זה עוסק באגריוולטאי, דו-שימוש בקרקע לייצור חקלאי ואנרגיה סולארית. שילוב הטכנולוגיה מייצר צורך בבחינת הממדים החברתיים-כלכליים מרמת החקלאי ועד רמת המדינה: מה ההשלכות על המשק החקלאי והאנרגטי, איזה פרמטרים ישפיעו על מידת האימוץ, ואיזה מדיניות תביא לניצול מיטבי.

מטרת המחקר היא הבנה וחיזוי ההעדפות של החקלאים הישראלים בבואם לשקול אימוץ טכנולוגיית האגריוולטאי, תוך ניתוח ההשפעה של גורמים כלכליים, טכניים, חברתיים ורגולטיביים. מטרה נוספת היא עיצוב החלופות למדיניות ממשלתית שתוביל את החקלאים לשימוש מיטבי בראיה לאומית כוללת.

המחקר בוצע בשיטת Sector-wide social impact scoping (Vanclay & Franks, 2015) הבנת נושא חברתי לעומק ואחריו חיזוי התנהגותי תחת תסריטים שונים. בשלב הראשון ביצענו סקירת ספרות, וערכנו 8 ראיונות עומק עם מנהלים חקלאיים. בשלב השני יצרנו סקר שמבוסס על התמות שעלו בשלב הראשון. הסקר נערך פנים אל פנים עם 172 חקלאים ב-57 ישובים.

המחקר מביא תוצאות רבות הנוגעות לפן הפיננסי, החקלאי והערכי. 70% מהחקלאים שהסכימו לאגריוולטאי באופן כללי, הסכימו להתקין בעבור שכירות שנתית של עד 1,200 שח לדונם. זיהינו רמת סירוב גבוהה יותר בקרב החקלאים מהמושבים. סיבות אפשריות הן שהחקלאי במושב מעבד שטח קטן יותר, לכן הסיכון הוא גדול יותר. בנוסף, החקלאי במושב לוקח סיכון ישיר מכיוון שהוא בעל החווה.

בבחינת מאמץ ממשלתי נדרש, החקלאים טענו שהבירוקרטיה (51%) היא האתגר הקריטי ביותר, אך גם סיוע פיננסי בצורת מענק הקמה (30%) או תעריף (21%) היו משמעותיים.

לגבי הפרמטרים שישפיעו הכי הרבה על ההחלטה להתקין אגריוולטאי (מעבר להכנסה) אובחן ראשון כמות ואיכות היבול החקלאי (29%), ואחריו חיסכון במים והגנה מפני נזקי אקלים (שניהם עם 15%).

מבחינת הפסד יבול חקלאי זיהינו ש-53% מהחקלאים אינם מוכנים להפסיד יותר מ-20% מהיבול, גם אם המצב יהיה רווחי עבורם בבחינה הכוללת.

50% מהחקלאים מאמינים שאימוץ טכנולוגיית האגריוולטאי תביא לעלייה במוטיבציה החקלאית של חקלאים ושל הדור הצעיר. עם זאת, בקרב אלו שאינם חושבים כך, יותר חקלאים חשבו שהדור הצעיר יהיה אדיש לטכנולוגיה לעומת הדור המבוגר אשר הטכנולוגיה תהווה עבורו מוטיבציה שלילית.

מדינת ישראל הציבה יעדי אגריוולטאי של 2-4 GW לשנת 2030, אשר מיתרגמים לכיסוי 200-400 אלף דונם. המחקר שלנו מסייע במילוי פער אקדמי ורגולטורי במחקר כלכלי-התנהגותי בשילוב טכנולוגיה זו בסקטור האנרגיה והחקלאות. המחקר יסייע ביצירת רגולציה אשר תתמוך באימוץ מיטבי של אגריוולטאי, תוך מניעת פגיעה בייצור החקלאי ובערכי הטבע. למרות חשיבותה הרבה של שאלות המחקר בהן התמקדנו, לא נמצא אף מחקר אחר בעולם אשר התמודד עם שאלות אלו בנוגע לתחום האגריוולטאי.

שמש לכולם – מיזם לליווי בניינים משותפים בהקמת גגות סולאריים

יעל כהן פארן, אולגה ארשבסקי פרל

פורום ישראלי לאנרגיה (ע"ר)

רקע: המשבר האקלימי-סביבתי מעמיד בפני האנושות סכנות רבות, אשר רבות מהן מורגשות כבר כיום ויורגשו ביתר שאת באזורינו. בהתאם לכך, ישנה חשיבות מרובה ליצירת חוסן קהילתי-אקלימי – ברמת המדינה, העיר, היישוב, השכונה והבניין המשותף, לקראת האתגרים שהמשבר צפוי להביא לפתחנו. קידום אנרגיה קהילתית - ייצור אנרגיה מתחדשת בבניינים משותפים, כחלק מניצול השטח הבנוי לצורך כך, הוא חלק משמעותי מבניית חוסן זה. ייצור חשמל באופן זה בסמוך לאזור צריכתו הוא לא רק יעיל אלא גם מסייע בשמירת השטחים הפתוחים ומאפשר לכולם לקחת חלק ולהרוויח מהאנרגיה המתחדשת.

מטרות: משום שניצול שטחי גגות הבניינים למטרה זו לא היה קיים עד היום, המיזם "שמש לכולם" הוקם במטרה לקדם את התחום ולהביא לפיתוח פיילוט להקמת גגות סולאריים בבניינים משותפים.

שיטות: המיזם פעל במתכונת פיילוט להפצת מידע לגבי האפשרות הזו בקרב ועדי בתים בכל הארץ, לסייע להם בהשגת ההסכמה הנדרשת (2/3 מבעלי הדירות), במימון ע"י מתן מענקים ובסיוע משפטי.

תוצאות: עד לסוף שנת 2022 נחתמו שני חוזים ע"י בניינים משותפים שלוו במסגרת המיזם, ועד יוני 2023 יחתמו לפחות 10 הסכמים להקמת מערכות בבניינים בכל הארץ. המיזם מוביל ע"י עמותת הפורום הישראלי לאנרגיה בשיתוף עם קרן קיימת לישראל ומשרד האנרגיה.

דיון ומסקנות: בהמשך לפיילוט, ניתן יהיה לקדם מיזמים באופן דומה בכל רחבי הארץ, אך התחום דורש התערבות בקידום ועידוד התחום מצד הממשלה והרשויות מקומיות, ובשיתוף המגזר העסקי והאזרחי. מסקנות המיזם מראות כיצד ניתן להתגבר על האתגרים והחסמים בתהליך ולגבש מתודולוגיה עבור רשויות מקומיות, משרדי ממשלה וגופים אחרים בבואם להניע תושבים לקדם מהלכים להתקנת גגות סולאריים בבניינים משותפים.

חשיבות יישום גגות סולאריים בבנייני מגורים משותפים באופן נרחב היא להשגת מלוא הפוטנציאל הגלום בשטחי הגגות הללו, בהם ניתן לייצר כ-27% מצרכי החשמל הנוכחיים של מדינת ישראל (עפ"י דוחות של המשרד להגנת הסביבה).

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



אקלים חדש בהשקעות

אולם M



יו"ר המושב: ד"ר ליעד אורתור, מנהל שבלת ESG

ESG הלכה למעשה בשוק ההון ובהשקעות

ד"ר ליעד אורתור, מנהל שבלת ESG

פאנל בהשתתפות:

מר שגיא פוגלר, יחידת ההסדרה – חטיבת הפיקוח על
הבנקים, בנק ישראל
גב' שרון אללוף, מנהלת ESG, בנק הפועלים
ד"ר אסטורה מודנה, שותף מנהל, Terra VC
מר נועם סוננברג, מנהל PLANETech



ESG הלכה למעשה בשוק ההון ובהשקעות

ליעד אורתר

שבלת ESG

הזירה הפיננסית לא תמיד הייתה בלב העניינים הסביבתיים. רק בשנים האחרונות אנו רואים כיצד בנקים וגופי השקעה גלובליים מתחילים לבחון את פעילותם אל מול השפעתם הסביבתית וזאת בזכות הובלה של דמויות מפתח כגון הנגיד לשעבר של הבנק המרכזי של בריטניה, מארק קרני ובישראל היה זה המפקח על הבנקים לשעבר, מר יאיר אבידן, שהחיל על הסקטור הבנקאי דרישות גילוי וניהול סיכונים בהקשרי סביבה ואקלים. ברור לכל הוא שלבנקים, המוסדיים וקרנות הפנסיה השפעה מכרעת על פעילותם של תאגידיים תעשייתיים ואחרים ומעורבות נכונה שלהם יכולה להניע לאימוץ צעדי התייעלות, חסכון והפחתת פליטות. במסגרת המושב נכיר את כלי העבודה הנהוגים בשווקי ההון למעורבות חברתית-סביבתית, נכיר את סיכוני האקלים החלים על מוסדות פיננסיים, נבין האם היום זירת ההשקעות משתנה אל מול עניינינו ומהם האתגרים המרכזיים של חברות ההזנק הרוצות להיות אטרקטיביות למשקיעים.

פאנל בהשתתפות:

- מר שגיא פוגלר, יחידת ההסדרה – חטיבת הפיקוח על הבנקים, בנק ישראל
- גב' שרון אללוף, מנהלת ESG, בנק הפועלים
- ד"ר אסטורה מודנה, שותף מנהל, Terra VC
- מר נועם סוננברג, מנהל PLANETech

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



חקלאות מחדשת, מהחקלאי למדען דרך קובעי מדיניות

F אולם



יו"ר המושב: ד"ר גיל אשל, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, וד"ר יעל לאור, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני

הרצאות בזק מנקודת מבטם של:

חקלאים מחדשים:

מר גבי סדן, כרם שבו
גב' שירה גורן, HUB ישראל, ומר ים גורן, בקר מבוא חמה
מר מאור לוי, מגדל מטעים, שיקמה גידולי שדה

קובעי מדיניות:

ד"ר מיכל לוי, מדענית ראשית וסמנכ"לית בכירה למינוף המו"פ החקלאי וחדשנות, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
ד"ר דויד אסף, סמנכ"ל בכיר לניהול נגר ומשאבי סביבה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
מר אבירם ג'ונסון, מנהל תחום ממשקי חקלאות תומכת סביבה, אגרואקולוגיה שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

מדענים:

ד"ר סמדר טרנר, מרכז מחקר נווה, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני
ד"ר שחר ברעם, המכון למדעי הקרקע, מים וסביבה, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני
ד"ר אורן שלף, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני



חקלאות מחדשת על הרצף: מהחקלאי למדען דרך קובעי מדיניות

יו"רים:

ד"ר גיל אשל- התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור קרקע וניקוז משרד החקלאות ופיתוח הכפר

ד"ר יעל לאור- מרכז מחקר נווה, מכון ולקני, מנהל למחקר חקלאי

החקלאות המחדשת (Regenerative Agriculture) נכנסה לאחרונה "ברעש גדול" לתוך האג'נדה של חקלאים ומקבלי החלטות בכל העולם המערבי וגם בישראל. החקלאות המחדשת מוגדרת כגישה חקלאית לשיקום מערכות לייצור מזון, הרואה במערכת הייצור בכללותה אורגניזם חי. גישה זאת כוללת אלמנטים הלקוחים משיטות השייכות לעולמות מוכרים יותר, כמו אגרואקולוגיה, חקלאות בת קיימא, חקלאות משמרת, פרמה-קלצ'ר וחקלאות ביו-דינמית. החקלאות המחדשת מתמקדת בבריאות הקרקע ובעיקר בהתחדשות השכבה העליונה שלה, הגדלת המגוון הביולוגי העל- והתת-קרקעי, שיפור איכות וזמינות המים בקרקע, שיפור שירותי המערכת האקולוגית, הגדלת אצירה של פחמן בקרקע (Carbon sequestration), והגברת החוסן של המערכת לשינויי אקלים. בלשון פחות מדעית יש האומרים כי החקלאות המחדשת היא "הבשורה החדשה" אשר תציל את כדור הארץ, וזאת באמצעות אימוץ מחדש של חלק מהגישות החקלאיות המסורתיות ויצירת איזון מחדש בין הטבע לבין מערכת ייצור המזון החקלאית. אין ספק כי הלחץ הציבורי בכל הקשור לשימוש מופחת באגרו-כימיקלים והתמודדות עם שינויי האקלים פתחו את הדלת לרווחה לעולמות החקלאות המחדשת. כמו בנושא האקלים, כך גם במקרה של החקלאות המחדשת, הלחץ נבנה מלמטה כלפי מעלה. משרד החקלאות ופיתוח הכפר לא התעלם מהמגמה והקים פורום פנימי לקידום חקלאות סביבתית בישראל, כדי לתמוך בחקלאים וארגונים חקלאיים שרוצים לאמץ גישות אגרונומיות מתחשבות יותר בסביבה. בקול הקורא האחרון של המדענית הראשית של המשרד, התבקשו מדענים לראשונה להציע מחקרים בתחום החקלאות המחדשת.

בין הדוברים במושב יהיו חקלאים המיישמים סוג של חקלאות מחדשת כבר מספר שנים (גם אם תחת שמות אחרים), חוקרים שזה עתה אושר מימון המחקרים שלהם בנושא, ונציגים ממשרד החקלאות שיסבירו היכן הם רואים את מקומו של המשרד בעולם של החקלאות המחדשת בישראל.

בין הדוברים במושב יהיו חקלאים המיישמים סוג של חקלאות מחדשת כבר מספר שנים (גם אם תחת שמות אחרים), חוקרים שזה עתה אושר מימון המחקרים שלהם בנושא, ונציגים ממשרד החקלאות שיסבירו היכן הם רואים את מקומו של המשרד בעולם של החקלאות המחדשת בישראל.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



סביבה בעידן נתונים ומידע – אינטליגנציה מלאכותית, נתוני

עֵתָק וניטור מרחוק

אולם H



יו"ר המושב: ד"ר זהר ברנט-יצחקי, המרכז האקדמי רופין

**ניטור וניהול של תהליך הטיפול השניוני בשפכים
באמצעות טכנולוגיה מבוססת בינה מלאכותית**
*מר אופיר ענבר, אוניברסיטת תל אביב

שימושי רחפן לניטור אוטונומי של זיהום ים בנמל
*מר סמיון פולינוב, אוניברסיטת חיפה

**שישה סוגי אירועי אבק במזרח הים התיכון מסיווג
באמצעות למידת מכונה בלתי מונחית**
*מר דורי ניסנבאום, מכון ויצמן למדע

**כריית נתונים מרשתות חברתיות ככלי להערכת
התפרצויות מדוזות**
*גב' טל לוי, אוניברסיטת חיפה

**שיטות למידה עמוקה לחיזוי סופות אבק: עדויות
מהמזרח התיכון**
*ד"ר רון סרפיאן, מכון ויצמן למדע

**השפעת גלי חום וזיהום אוויר חריג על מספר המבקרים
בגנים הלאומיים ובשמורות הטבע בישראל**
*ד"ר זהר ברנט-יצחקי, המרכז האקדמי רופין



ניטור וניהול תהליך הטיפול השניוני בשפכים באמצעות טכנולוגיה מבוססת בינה מלאכותית

אופיר ענבר, מוני שחר, דחור אבישר
אוניברסיטת תל אביב

טיפול בשפכים הוא השלב העיקרי בהפחתת מזהמים ושיפור איכותם של המים המושבים. תהליך הטיפול עומד מול אתגרים תפעוליים, הנדסיים ורגולטוריים רבים. מורכבות מאפייני השפכים הופכת את תהליך הטיפול למסובך, לכן, יש לנטר ברציפות פרמטרים שונים במים, ולבנות בקרות תפעוליות מתאימות על המערכות השונות והמגוונות. תהליך הטיפול השניוני הוא תהליך ביולוגי המסלק חומר אורגני מתכלה מהשפכים. תהליך הבוצה המשופעלת הינו הסוג הנפוץ ביותר של טיפול שניוני בשפכים והוא מיושם בישראל וברחבי העולם.

במחקר זה אנחנו מציעים טכנולוגיה חדשנית, מבוססת בינה מלאכותית, לניהול וניטור תהליך הבוצה המשופעלת בזמן אמת על ידי פיתוח אלגוריתם חדשני המבוסס על אלפי תמונות מיקרוסקופיות מתוך תהליך הטיפול, ע"י זיהוי, סיווג, וניתוח מאפיינים של חלקיקים, ומיקרואורגניזמים אינדקטיביים במי השפכים.

יישמו אלגוריתמים YOLOv5 ו-Faster R-CNN ככלי לזיהוי וסיווג אובייקטים לניתוח מי השפכים. הדיוק הממוצע (mAP) של ה-YOLOv5 הגיע ל-0.67 ללא ביצוע עיבוד תמונה, דיוק טוב ב-15.5% מאשר אלגוריתם ה-Faster R-CNN. עיבוד תמונה מקדים שכלל טכניקות כגון השוואת היסטוגרמות וביצוע אוגמנטציות שיפר את התוצאות ב-16.67%, כך שבמקרה של YOLOv5 הגענו לדיוק ממוצע של 0.77.

תוצאות אלו מדגימות את הפוטנציאל של בינה מלאכותית לחולל מהפכה בניטור וניהול תהליך הטיפול בשפכים, לשפר את איכות הקולחים, ולמנוע תקלות בעלות השלכות סביבתיות וכלכליות אדירות. למחקר זה יש רלוונטיות גלובלית חשובה, במיוחד בעידן של מחסור במים, שבו הביקוש לשימוש חוזר בשפכים באיכות גבוהה יגדל באופן דרמטי.

ניתוח עומק של תהליך הטיפול בשפכים דורש מעבדות אשר מצוידת בציוד אנליטי ייחודי ויקר עם כוח אדם מיומן בתחומי המיקרוביולוגיה וביוכימיה. זהו תהליך איטי ויקר שאינו זמין לכלל מכוני הטיהור, ולכן לרוב לא מתבצע. כתוצאה מכך, מתרחשות תקלות תפעוליות רבות שהיו יכולות להימנע.

מחקר זה מנצל את הבשלות הטכנולוגית בתחום הבינה המלאכותית ושיטות עיבוד תמונה מתקדמות כדי לשנות את המצב. קיים צורך עז במכוני טיהור השפכים במערכת ניהול טכנולוגית, מבוססת נתונים, שתנתח את איכות המים. מחקר זה אמור לספק למהנדסים ולמתפעלים מערכת אוטונומית אשר תיתן המלצות כיצד לתפעל ולשפר את תהליך הטיפול.

מערכת טכנולוגית כזאת תשפר באופן ניכר את איכות המים המטופלים, ותמנע הזרמת מי קולחין באיכות לא מספקת להשקיה חקלאית, החדרה מלאכותית למי התהום והזרמה לנחלים.



שימושי ברחפן לניטור אוטונומי של זיהום ים בנמל

סמיון פולינב¹, אורן אלמקיס², תם שקד², אמיר דגניה²

1. אוניברסיטת חיפה

2. מכון טכנולוגי לישראל

תעשיית הספנות ממלאת תפקיד מכריע בסחר וייצור גלובליים, אך יש לה גם השפעות סביבתיות שליליות, כגון זיהומים. מחקרים מראים שכמחצית מכל דליפת הנפט בסביבה הימית נגרמת ישירות מפעילות אנושית. במסגרת זו מטרת המחקר זה היה לפתח שיטה, אלגוריתמים ומערכת לניטור ומעקב אחר אירועי זיהום באמצעות כלי טיס בלתי מאויש (מל"ט) ולבחון את יעילותו במודל רחב היקף של נמל חיפה בתרחישים שונים. כדי להבין טוב יותר את התנהגות דליפת הנפט ולהעריך את ההסתברות לריכוז מזהמים במקומות ובזמנים שונים, בוצעו סימולציות באמצעות תוכנת TELEMAC בשלושה אתרים שונים בנמל חיפה. כמו כן נערכו ניסויים פיזיים בבריכת גלים של המכון לחקר הנדסה ימית (טכניון) כדי לאמת את תוצאות הסימולציה ולפתח אלגוריתם לאיתור דליפת נפט בזמן אמת. לאלגוריתם שפותח יש פוטנציאל ליישום בנמלים ובנתיבי מים אחרים כדי לשפר את זמני התגובה ולמנוע נזק במקרה של דליפה.

בעתיד, ניתן יהיה לפתח ולשכלל אותו כדי להגביר את הדיוק והאמינות שלו ולהתאים אותו לסביבות ולתנאים שונים. ניתן גם לבצע מחקר נוסף כדי להעריך את האפקטיביות של השימוש באלגוריתם לניטור בזמן אמת ותגובה לדליפת נפט במסגרות שונות ולהעריך את היתרונות והעלויות הפוטנציאליים של הטמעתו בסביבות נמל וימיות שונות.



שישה סוגי אירוע אבק במזרח הים התיכון מסיווג באמצעות למידת מכונה בלתי מונחית

דורי ניסנבאום, רון סרפיאן, שירה רוה-רובין, ינון רודיך

מכון ויצמן למדע

סופות אבק הינן בעלות פוטנציאל נזק לחברה ולאקולוגיה, ויכולות לעלות למשק מאות מיליוני דולרים. חלקיקים בגודל 10 מיקרון ומטה מהווים סכנה מיוחדת שכן הינם נשימים ויכולים לגרום למגוון בעיות רפואיות ארוכות וקצרות טווח. חיזוי מדויק של סופות אבק הוא חשוב להתגוננות מפניהם. מחקרים קודמים דנו במקורות ודרכי הגעה של אבק לארץ ולאזור המזרח התיכון. אף על פי כן, המנגנון המטאורולוגי המדויק אשר גורם לסופות אלו אינו ידוע. שימוש בלמידת מכונה לסיווג הסופות מצביע על קשרים סינופטיים בתהליך היווצרות הסופות, וניתן לשימוש ללמידתם וכך גם בחיזויים.

מטרות המחקר הן א. תכנון ויישום שיטה בלתי מונחית לסיווג סופות אבק במזרח הים התיכון; ב. למידת סוגי האירועים על מרכיביהם המטאורולוגיים; ו-ג. בחינת התפקיד של חדירות אוויר סטרטוספירי יבש (dry intrusions) בהיווצרות סופות האבק.

במחקר זה אנו משתמשים במדידות קרקע בישראל כדי לסווג באופן סיסטמטי ארועי אבק קיצוניים בין השנים 2003-2020. באמצעות שילוב תמונות מטאורולוגיות מ-ERA5 ו-CAMS, המתבססות על מודלים, רשת חיישנים ותמונות לוויין, אנחנו מיישמים שיטה חדשה, בלתי מונחית ובלתי מוטיית, לסיווג אירועים אלה. שישה סוגי אירועים התקבלו, אשר מסתווגים לסוגי אירועים הנשלטים ממערכות ציקלוניות שטחיות או עמוקות בים התיכון, ממערכות שרב יבשתיות, דיפולים ים-תיכוניים, אנטי-ציקלונים מחצי האי ערב ומאירועים מקומיים. לסוגים עונתיות שונה והם מאפשרים התבוננות על התנאים המטאורולוגיים ומערכות מזג האוויר הגורמות לפליטה ולהסעה של אבק למזרח הים התיכון. תפוסים שונים של חדירות אוויר יבש מהסטרטוספירה, אשר טרם נחקרו באזור זה, התגלו כמשמעותיים בהיווצרות סופות אבק בחלק מהסוגים.

השיטה הינה שימושית למיפוי ולמידת היווצרות אירועי האבק ולהערכת השפעת תנאים מטאורולוגיים שונים על היווצרותם, עונתיותם ומשכמם. באמצעות מיזוג נתונים ממדידות קרקע, מודלים ותמונות לוויין, הצלחנו להבחין בין 6 סוגי אירועים וללמוד אותם. השיטה כשלעצמה, אשר יחסית פשוטה ליישום, הינה שימושית ללמידת סוגי אירועי אבק באזורים אחרים או אירועי מזג אוויר שונים כדוגמת יובש קיצוני ומשקעים קיצוניים. השיטה יכולה להיות בבסיס שיטת חיזוי של אירועים כאלה.

כריית נתונים מרשתות חברתיות ככלי להערכת התפרצויות מדוזות

טל לוי

אוניברסיטת חיפה

מאז פתיחת תעלת סואץ עלתה ספירת מיני המדוזות והשפע שלהם במזרח הים התיכון, התפרצויות של נחילים משפיעות על האקוסיסטם החופי, מגוון המינים, ושרותי המערכת החופית. להתפרצויות השלכות כלכליות הנובעות מפגיעה בתיירות החופית, פגיעה במתקני התפלה וקירור של מערכות החשמל ובחקלאות ימית. הבנה של דינמיקת ההתפרצות חיונית לצורך פיתוח אסטרטגיה להפחתת ההשפעות החברתיות-כלכליות. לשם כך במחקר הנוכחי אספנו מידע בנוגע להימצאות של מדוזות לאורך חופי הים התיכון של ישראל מרשתות חברתיות שונות (Twitter, Instagram, Wikipedia ועוד), מפרויקט מדע אזרחי מדוזות בעם וממידע מדעי המצוי בחקר ימים ואגמים (IOLR) ו-Jellywatch החל משנת 2011 ועד 2023, במטרה לבחון (1) את אמינות השימוש במיקור המונים פסיבי בניטור התפרצויות מדוזות בהשוואה למידע הקיים דרך מדע אזרחי ומדעי. (2) מידול הדינמיקה ברזולוציה של שבוע לאורך חוף הים התיכון של ישראל.

לאחר ניתוח הנתונים נראה שבכל השנים, במהלך חודשי הקיץ, ישנה עליה דראסטית בכמות הדיווחים לגבי המצאות של מדוזות בחופים בכל הפלטפורמות, עליה בכמות הדיווחים ברשתות החברתיות נמצאה בקורלציה לכמות המדוזות שמדווחות במדע אזרחי ובמדעי.

המחקר מראה ששימוש במיקור המונים פאסיבי אכן יעיל לצורכי ניטור ולכן ניתן בשלב הבא להרחיב את המתודולוגיה לחקור אזורים אחרים בהם לא קיים או קיים חלקית ניטור של התפרצויות מדוזות לאורך זמן. זהו המחקר הראשון מסוגו שבוחן את אמינות השימוש במיקור המונים פסיבי בהשוואה למידע הנאסף באופן מכוון ומידע מדעי לאורך שנים. הוכחת אמינות המידע תאפשר שימוש במיקור המונים פאסיבי למידול התפרצויות במקומות שאין בהם ניטור כמו בצפון אפריקה וחלקים מאירופה בהם הניטור חלקי. שיפור ההבנה של מתי ומדוע יש התפרצות של מדוזות תועיל לתעשיות על החופים והתיירות המושפעים מהנחילים ותשפר את ההבנה שלנו לגבי האופן שבו נחילי המדוזות משפיעים על האקולוגיה של המערכות בהן הן מתגוררות.



שיטות למידה עמוקה לחיזוי סופות אבק: עדויות מהמזרח התיכון

רון סרפיאן, דורי ניסנבאום, שירה רוה-רובין, ינון רודיך

מכון ויצמן למדע

סופות אבק הן תופעות מטאורולוגיות קיצוניות בעלות השלכות אקלימיות ובריאותיות חשובות, המתרחשות לעתים קרובות במזרח התיכון. לחיזוי מוקדם של סופות אלו השפעה רבה על צמצום נזקיהן. המטאורולוגיה השולטת על הרמת, הסעת ושקיעת אבק הינה רב מימדית ומתאפיינת בטווחי זמן-מרחב משתנים, זאת בנוסף לאי הודאות הקיימת לגבי הקשר בין חלקיקים אטמוספריים ודפוסי הזרימה שלהם. גורמים אלו מקשים מאד על מידול אבק ועל חיזוי מדויק שלו במרחב בטווחי זמן העולים על שעות ספורות. מחקרים מצביעים על מגוון תנאים מטאורולוגיים הקשורים להתרוממות אבק מעל מדבריות בחגורת האבק העולמית והסעתו למזרח התיכון. כיום, מודלים פיזיקליים משמשים לחיזוי כמותי של צפיפות האבק. לתחזיות אירועי האבק של מודלים אלו שונות גבוהה, הנובעת מרגישותם להנחות אודות התהליך הפיזיקלי המחולל.

בעבודה זו, אנו מציעים מודל רשת עצבית עמוקה לחיזוי סופות אבק בטווח זמן של 12 עד 72 שעות. המודל מבוסס על נתונים מטאורולוגיים ואטמוספריים (למשל, לחץ בגובה פני הים, רוחות, עירבוליות פוטנציאלית, נתוני חישה מרחוק של ריכוזי חלקיקים וכו'), כמו גם על מדידות קרקעיות של חלקיקי אבק (PM_{10}). המודל מאומן באמצעות למידה מונחית, במבנה חדשני של לימוד באמצעות משימת-עזר (Auxiliary task learning). אנו מציעים מבנה זה על מנת להתגבר על אתגרי הלמידה הסטטיסטיים היחודיים שהנתונים המטאורולוגיים ותכונות התופעה הנדירה מציינים בפני למידה עמוקה. במסגרת זו, בנוסף לתחזית האבק המקומית (משימה ראשית), אנו חוזים את שדה האבק האזורי (משימת עזר), ובכך ממנפים גם אותות המצויים במשימה דומה.

המודל מאומן באמצעות דגימות אבק תלת-שעיתות אשר נאספו במשך 18 שנים מ-30 תחנות ניטור בישראל. המודל מסוגל לחזות 83% מהסופות בחודשי האבק (חורף-אביב), ברמת סמך גבוהה. ניתוח מראה שרוב הסופות שהמודל אינו חוזר נובעות מתנועות אבק מקומיות בפרקי זמן הקצרים מטווח החיזוי. בנוסף, אנו משתמשים בשיטות בינה מלאכותית כדי לאמוד את החשיבות במרחב ובזמן של המשתנים המטאורולוגיים בחיזוי האבק. הממצאים מעידים על כך שהרשת העצבית לומדת דפוסים פיזיקליים ידועים העולים בקנה אחד עם המחקר העדכני אודות הגורמים לאירועי אבק במזרח התיכון.

עבודה זו תורמת ליכולת ליישם שיטות בינה מלאכותית מבוססות נתונים מטאורולוגיים לחיזוי סופות אבק בפרט ואירועי אקלים קיצוני בכלל, בכך שהיא עומדת על האתגרים הסטטיסטיים ומציעה מסגרת פתרון קל למימוש. העבודה תורמת גם להבנה המדעית של הגורמים והדפוסים של אירועי אבק קיצוניים בארץ.





השפעת גלי חום וזיהום אוויר חריג על מספר המבקרים בגנים הלאומיים ובשמורות הטבע בישראל

זהר ברנט-יצחקי¹, אביב שר שלום¹, ליאב כהן¹, ליאור חן², עופר שטייניץ²

1. המרכז האקדמי רופין

2. רשות הטבע והגנים

שינוי האקלים, יחד עם זיהום האוויר, משפיעים על הסביבה, על החברה ועל בריאות האדם, אך הם בעלי השפעה גם על התיירות ועל תרבות הפנאי.

מטרת המחקר היתה להעריך את ההשפעות של חריגה בזיהום האוויר ושל גלי חום, על מספר המבקרים בגנים הלאומיים ובשמורות הטבע בישראל.

במסגרת המחקר אספנו נתונים על מספר המבקרים ב-51 שמורות טבע וגנים לאומיים בישראל בשנים 2016–2019 (כ-70,000 רשומות) והצלבנו אותם אל מול נתוני טמפרטורה, נתונים של גלי חום (רצף של לפחות שלושה ימים עם טמפ' מקסימלית של 32.2 מעלות במרכז ישראל) וזיהום אוויר כפי שבא לידי ביטוי בריכוזים של חומרים חלקיקיים בקוטר שעד 10 מיקרון (PM₁₀). את הנתונים ניתחנו באמצעות מודלים סטטיסטיים לינאריים ולא-לינאריים. המודלים שתיארו בצורה הטובה ביותר את התפלגות מספר המבקרים ברוב האתרים היו מודלים יונימודאליים, דהיינו: מספר רב של מבקרים בימים עם מזג אוויר נוח ומספרים נמוכים יותר של מבקרים בימים עם מזג אוויר קר או חם. מספר המבקרים בגלי חום היה נמוך באופן מובהק סטטיסטית בהשוואה לימים ללא גל חום, למעט באתרים עם מקור מים (חוף ים, נהר, בריכה). יצוין כי באתרים אלה נמצא מתאם לינארי חיובי בין הטמפרטורה החיצונית למספר המבקרים. בנוסף, מצאנו שמספר המבקרים באתרים בימים עם חריגה בזיהום אוויר, בדגש על זיהום אוויר בריכוזי האוכלוסייה הגדולים בישראל, היה נמוך בהשוואה לימים ללא חריגה בזיהום אוויר. מהמחקר עולה כי אירועי זיהום אוויר חריג וגלי חום קשורים לירידה במספר המבקרים באתרי רשות הטבע והגנים, בדגש על אתרים ללא מקור מים.

המחקר מראה את פוטנציאל ההשפעה של גלי חום ואירועי זיהום אוויר חריג על מספר המבקרים באתרי טבע ומורשת בישראל. המחקר תורם להבנת השפעת שינוי האקלים על תרבות הפנאי ועל הקשר של הציבור לטבע ומורשת. לאור הצפי לעליה בשכיחות אירועי גלי החום בישראל, הבנת ההשפעה של גורמי סביבה כמו גלי חום ואירועי זיהום אוויר על אורחות החיים של הציבור חשובה להיערכות לשינויים עתידיים ומדגישה את הצורך במזעור השפעות סביבתיות מזיקות.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑

ניהול אוכלוסיות

אולם I



יו"ר המושב: גב' תמר רביב, המשרד להגנת הסביבה

שילוב מפגשי אדם-חיית בר בתהליך התכנון המרחבי הימי: חקר המקרה של דגי הגיטרן לאורך חוף הים התיכון הישראלי

גב' יערה גרוסמרק, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

השפעת מבקרים ברמת הנדיב על פעילות של צבאים ותנים, והאינטראקציות ביניהם

גב' יובל צוקרמן, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

עלייה בתרומתם הגנטית של זכרים טריטוריאליים באוכלוסיית הפראים בישראל בתגובה לשינוי בתפוצת מקורות מים בהר הנגב

גב' נועה קן, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

השפעת פיזור מקורות מים על הדינמיקה החברתית של הפרא האסייתי בהר הנגב

מר אילון שטינברג, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

האם פלישת המיינה המצויה (*Acridotheres tristis*) משפיעה על הרבייה של מקנני חללים מקומיים?

גב' איריס אנגל, אוניברסיטת חיפה

הצב צריך בית: בחינת כדאיות השבת צבים משבייה למשארי טבע

מר דניאל גייסמן, ביה"ס החקלאי הכפר הירוק



שילוב מפגשי אדם-חיית בר בתהליך התכנון המרחבי הימי: מקרה הבוחן של דגי הגיטרן לאורך החוף הים התיכון הישראלי

יערה גרוסמרק¹, עדי ברש², ברק עזריאלי זוהר³, מישל פורטמן¹

1. הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

2. אוניברסיטת חיפה

בעשורים האחרונים פעילות האדם בסביבה הימית גוברת וצפויה להתרחב. עם העלייה בשימוש בסביבה הימית, האינטראקציות בין אדם לחיות-בר ימיות תגדלנה ותהפוכנה לתכופות יותר. מפגשים אלו יכולים להשפיע על תפיסת הטבע של האדם ולקדם או לערער מאמצי שמירת הטבע. למרות החשיבות של מפגשים בין אדם לחיות-בר, הם לעתים רחוקות נלקחים בחשבון בתהליכי תכנון מרחבי ימי. אנו טוענים שכדי להגן על חיות-בר ימיות תוך הגברת המודעות לשימור, יש לזהות ולשקול שימושי פנאי אנושיים בהם פוגשים חיות-בר במהלך תהליך התכנון המרחבי הימי. באמצעות מקרה בוחן בחופי ישראל, בעזרת נתונים ממחקר אזרחי האוסף תצפיות של דגי סחוס ושימוש בתוכנת MARXAN לתיעודף מרחבי לשמירת טבע, זיהינו אזורים עם סבירות גבוהה למפגש בין אנשים ושני מיני דגי גיטרן (גיטרן אטלנטי *Glaucostegus cemiculus* וגיטרן מובהק *Rhinobatos rhinobatos*). בנוסף, הנתונים שנאספו כוללים מידע על פעילויות שבוצעו על ידי האדם בזמן המפגש.

דגי הגיטרן הם דגי סחוס כריזמטיים ומכאן שהם מהווים מוקד משיכה לפעילויות ים כמו צלילה ושנרקול. בנוסף, בחופי הארץ מתרחשת תופעה בה דגי הגיטרן הצעירים מהמין *Glaucostegus cemiculus* מבלים במי אפסיים במהלך חודשי הסתיו כך שניתן לראות אותם גם בצעידה על החוף. הקרבה שלהם אל החוף גם חושפת אותם להיתפס כשלל לוואי בדיג חכות. שני מינים אלו מוגדרים על ידי ה-IUCN בסכנת הכחדה ומכאן שיש חשיבות גבוהה להגנה עליהם. תוצאות התיעודף הראו שמרבית האזורים לשימור נמצאים ממרכז הארץ דרומה. כאשר הוספנו לתיעודף את פעילויות האדם זהו אזורים נוספים מה שמעיד שיש אזורים עם פעילויות נבדלות זו מזו עובדה שמצביעה על האפשרות להתאים את דרך שמירת הטבע לפעילות בצורה שתטיב הן עם הגיטרנים והן עם האנשים. מחקרים הראו שכאשר מתעלמים מהיבטים חברתיים של בחירת אזורים לשימור נוצרת התנגדות ושמירת הטבע נפגעת. הגישה אותה אנו מציעים מוסיפה את הממד החברתי לתוך התכנון ומציעה לפעול בשיטות אחרות מהגדרת שטח כשמורת טבע המגבילות לעיתים את פעילויות הפנאי בגבולותיהן. אנו מציעים גישה חדשה לניתוח אזורי תיעודף לשמירת טבע תוך התייחסות לפעילויות הפנאי של אנשים. בעזרת ניתוח של מפגשי אדם חיית-בר ניתן לזהות אתרים לשימור ובנוסף, המידע מאפשר גם להתאים את אמצעי השימור לפעילויות הפנאי המתקיימות בשטח. התאמה זו תעודד שמירת טבע ותעזור למתן התנגדות לשמירת טבע.





השפעת מבקרים ברמת הנדיב על פעילות של צבאים ותנים, והאינטראקציות ביניהם

יובל צוקרמן¹, אמיר ארנון², אורי רול¹, עודד ברגר-טל¹

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

2. רמת הנדיב

ענף התיירות ופעילויות הפנאי בטבע מתפתח במהרה בארץ ובעולם. על אף חשיבותו של ענף זה לשמירת טבע, לנוכחות האדם בטבע ייתכנו השלכות שליליות רבות על חיות הבר. למעשה, מדובר בקונפליקט מורכב, שבא לידי ביטוי בעיקר באזורים מוגנים שמטרתם היא מצד אחד לשמור על בית גידול מתאים לחיות הבר ובכך לשמור על המינים המקומיים ומנגד, להנגיש את השטח למטיילים אשר באים לחוות וללמוד את הטבע. כדי להפחית את הקונפליקט, יש צורך בניהול ותכנון של פעילויות הפנאי באזורים מוגנים, ואלו דורשים מידע לגבי האינטראקציות הישירות והעקיפות בין חיות הבר למבקרים.

במחקר זה התמקדנו בתיירות בפארק הטבע רמת הנדיב כמקרה בוחן, ובחנו את ההשפעה של פעילויות שונות של המבקרים, בנוסף לגורמים סביבתיים, על פעילות הצבי הישראלי (*Gazella gazella*) מין המצוי בסכנת הכחדה עולמית, והטורף הטבעי שלו, התן הזהוב (*Canis aureus*) כדי ללמוד על קשרים מורכבים הצבנו 91 מצלמות שביל במרכזי פעילות של צבאים ברחבי הפארק במשך חמש שנים. באמצעות המידע שהתקבל מהתמונות, ניתחנו את דפוסי הפעילות של מינים אלה במרחב ובזמן, ובדקנו כיצד הם הושפעו משבילי הליכה, שבילי אופניים, מרחק למרכז המבקרים, מספר המבקרים בפארק וגורמים סביבתיים כגון מבנה הצומח ואקלים – מידע שהתקבל ממקורות משלימים. מצאנו שפעילות הצבאים הושפעה בעיקר מגורמים אנתרופוגניים. הצבאים היו פחות פעילים בקרבת אזורים מופרעים על ידי תיירות, כשרוב ההשפעה הייתה קשורה לשבילי הליכה ולמרכז המבקרים. יתרה מכך, בקרבת שבילי האופניים, הצבאים הסיטו חלק מהפעילות לשעות החשיכה על אף שתגובה זאת הובילה לחפיפה גדולה יותר עם התנים ומכאן להגדלת הסיכון לטריפה.

תוצאות אלו חשובות להמשך פיתוח התיירות ברמת הנדיב, במיוחד לאור העלייה המתמדת במספרי המבקרים, שכן לפיהן ניתן להקטין את ההשפעה השלילית של מבקרים על חיות בר בפארק, ובמיוחד על מין הדגל של הפארק, הצבי. מחקר זה מדגיש את החשיבות של הבנת ההשפעות של פעילויות פנאי שונות בטבע על המינים המקומיים והאינטראקציה ביניהם, לניהול מושכל של אזורים מוגנים מתוירים לטובת בני האדם וחיות הבר כאחד. התיירות בטבע צומחת במהרה ומובילה לפיתוח תשתיות חדשות בטבע כך שנוצר קונפליקט בין הפיתוח לשמירת חיות-הבר. כך למשל, בשנים האחרונות גדל מספר רוכבי האופניים ברמת הנדיב, מה שהוביל לתוכניות לפתיחת שבילים נוספים. הממצאים שלנו מספקים מידע שימושי לניהול רמת הנדיב בפרט, ומדגישים את חשיבות האיזון בין צרכי התיירות האקולוגית ושימור חיות-הבר בכלל. עם תכנון קפדני, אזורים מוגנים יכולים להמשיך לספק הזדמנויות לתיירות תוך הגנה על מיני חיות בר יקרות ערך.





עלייה בתרומתם הגנטית של זכרים טריטוריאליים באוכלוסיית הפראים בישראל בתגובה לשינוי בתפוצת מקורות מים בהר הנגב

נועה קן¹, לירן שגיאה¹, שחר מזי^{2,3}, נעמה שחר¹, לילי זכרלה¹, אלן טמפלטון⁴, דן רובינשטיין⁵, עמוס בוסקילה⁵, שירלי בר-דוד¹

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב
2. המכון למחקר ביולוגי
3. האוניברסיטה העברית
4. אוניברסיטת וושינגטון (סנט לואיס)
5. אוניברסיטת פרינסטון (ניו ג'רזי)

מגוון גנטי הוא נושא מרכזי בשמירת טבע לאור השלכותיו הקונקרטיות בטווח הארוך והקצר על קיימות של מינים. רגישות במיוחד לאובדן המגוון הגנטי הן אוכלוסיות קטנות של מינים פוליגיניים בשל מספרם המצומצם של זכרים המתרבים בהן ואשר תורמים למאגר הגנטי של האוכלוסייה. בפוליגיניה טריטוריאלית, בה זכרים משיגים יתרון רבייתי באמצעות הגנה על משאבים כמו מזון ומים, השפעה זו עלולה להתגבר כאשר זמינות המשאבים מועטה. במחקר זה, הערכנו את השינוי בתרומתם הגנטית של זכרים באוכלוסיית הפרא האסייתי בישראל (*Equus hemionus*) בהר הנגב, אוכלוסייה עם מערכת הזדווגות פוליגנית חזקה, בתגובה לניהול מקורות מים אקטיבי שיושם על ידי רשות הטבע והגנים. מאחר וזכרים טריטוריאליים נוטים לבסס את שטחיהם בסמוך למקורות מים, השערנו הייתה שהגדלת מספר מקורות המים הקבועים בנגב תגרום להגדלת מספר הזכרים הטריטוריאליים שיתרמו למאגר הגנים באוכלוסייה. הקמנו מערכת מתודולוגית לקריאת גנוטיפים, תוך שימוש במאות אתרים פולימורפיים בודדים (SNPs) בגישת דיגום הבלתי-פולשנית, בכדי לזהות קשרי קרבה משפחתית בין פרטים ברזולוציה גבוהה. מבחני ההורות העלו כי מספר הזכרים התורמים גדל בעקבות השינוי במספר מקורות המים הזמינים. יתרה מכך, המיקומים הגיאוגרפיים של הזכרים המתרבים תמכו בהשערנו, והראו כי אכן חל שינוי מרחבי בתחומי המחיה שלהם לעבר מקורות המים החדשים. לאור זאת, הגידול במספר הזכרים המתרבים באוכלוסייה עשוי להגדיל את גודל השונות האפקטיבי שלה, לתרום לשמירה על המגוון הגנטי בה, ובכך לשפר את הקיימות שלה בטווח הארוך.

לב המחקר הנוכחי מתמקד בשימור אוכלוסיית בר באמצעות ניהול משאבים טבעיים באופן בלתי פולשני הן בסקאלה אקולוגית והן בסקאלה אבולוציונית. הפרא האסייתי הוא היונק הגדול ביותר בישראל ונושא חשיבות אקולוגית והיסטורית לנוף המדברי במחקר, בחינוך ובתיירות. בכדי לממש את מטרות המחקר שולבו גישות מתודולוגיות ותיאורטיות בתחומי האקולוגיה, ההתנהגות, ניהול משאבים, גנטיקה מולקולארית וגנטיקה של אוכלוסיות. על כן המחקר נושא חשיבות ותרומה עיקרית לאופן בו תחומים אלו יכולים להשתלב בתוכניות ובמחקר שמטרתו שימור מגוון גנטי באוכלוסיות קטנות. בישראל, שמירה על מגוון גנטי בעתיד תהווה יסוד עיקרי בשמירת הטבע של מינים, וזאת לנוכח קיטוע גובר של שטחים טבעיים ובנייה אינטנסיבית.



השפעת פיזור מקורות מים על הדינמיקה החברתית של הפרא האסייתי בהר הנגב

אילון שטינברג, עמוס בוסקילה, שירלי בר-דוד

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

למבנה חברתי של מינים השפעות מהותיות על אקולוגיה של אוכלוסיות. המבנה החברתי משפיע למשל על דפוסי התנועה בשטח המחיה, מעבר המידע בין פרטים, והתפשטות של מחלות. הפרא האסייתי (*Equus hemionus*) מקיים מבנה חברתי מסוג "Fission-fusion", בו נקבות חיות בעדרים נפרדים מזכרים שאינם מתרבים (עדרי רווקים). עדרים אלה משתנים באופן תדיר מבחינת גודל והרכב הפרטים בהם: הם מתמזגים ומתפצלים, ופרטים עוברים בין עדרים בתדירות של שעות עד ימים ספורים. קבוצה נוספת הם הזכרים ה"דומיננטיים" החיים בגפם, וזוכים להתרבות על ידי ביסוס טריטוריה בסמיכות למקורות מים ומזון. בישראל, רשות הטבע והגנים תחזקה בהר הנגב מקור מים מלאכותי אחד מתחילת שנות ה-90 כמקור לשתיה עבור הפראים וחיות בר נוספות. בקיץ 2020 הוא יובש, ושלושה אחרים נפתחו במקומו. לאור חשיבותם של מקורות המים לתהליכי רבייה, כמו גם דפוסי התנועה בשטח, להגדלת מספר מקורות המים עשויות להיות השפעות על האינטראקציות החברתיות באוכלוסיית הפראים, כדוגמת התדירות בה עדרים משתנים, גודלם, וחוזק הקשרים בין פרטים באוכלוסייה. לנוכח זאת, מטרת המחקר הייתה לבחון שינויים חברתיים אפשריים בין פרטים באוכלוסיית הפראים בתגובה לשינוי בפיזור המים. לשם כך, בנינו שלוש רשתות חברתיות מנתוני תצפיות שאספנו במהלך שלושה קיצים בשנים 2019-2021, וערכנו השוואה ביניהם. זאת על בסיס זיהוי אינדיבידואלי באמצעות תמונות, כאשר חוזק הקשרים בין פרטים הוגדר על פי מספר הפעמים בהן פרטים נצפו יחדיו באותו עדר. זיהינו 321 פרטים, וממצאי המחקר העלו כי מספר הקשרים הממוצע לפרט ירד בעקביות משנה לשנה. עוד נמצא כי בשנת 2019, חלוקת האוכלוסייה לתת-קבוצות קרתה בדפוס התנהגות חברתית שאינה אקראית, כאשר במהלך השנתיים לאחר מכן אותו הממד נמצא תואם לחבירה התנהגותית אקראית. ממצאים אלו מרמזים על מעבר מהתנהגות מכוונת להתנהגות אקראית בכל הנוגע לחלוקה לתתי-קבוצות, מה שיכול להעיד כי השינוי בפיזור במקורות המים הוביל ל"תקופת הסתגלות" של הפרטים באוכלוסייה לשינויים בשטח המחיה. עם זאת, אחוז התצפיות החוזרות הנמוך דורש הסתכלות זהירה על התוצאות, והרחבת המחקר בעתיד.

המחקר שופך אור על הדינמיקה החברתית של הפראים בהר הנגב, ותורם להעשרת הידע המדעי בנוגע למין זה. תוצאותיו תורמות להבנת המשמעויות שבשינוי מקורות מים ככלי ממשק בשימור וניהול אוכלוסיות בר בכלל, והפרא האסייתי בפרט.

בנוסף, המחקר עשה שימוש בזיהוי אינדיבידואלי מתמונות, בשיטה שמתבססת על שיטות לזיהוי יונקים ימיים. שיטות שכאלו ניתנות ל"תרגום" מהיר יחסית לבעלי חיים אחרים, ומאפשרות זיהוי אינדיבידואלי של מינים בעלי גוון עור אחיד.



האם פלישת המיינה המצויה (*Acridotheres tristis*) משפיעה על הרבייה של מקנני חללים מקומיים?

איריס אנגל¹, עדו יצחקי¹, מוטי צ'רטל^{1,2}

1. אוניברסיטת חיפה

2. מכון שמיר למחקר

המיינה המצויה השתחררה לטבע הישראלי לפני כ-25 שנה וכיום היא אחת מהציפורים הנפוצות ביותר בארצנו. המיינה נכללת בין 100 המינים הפולשים המזיקים ביותר בעולם, אך עדיין לא הוכחה מדעית מידת הנזק והאם היא משפיעה על הקינון של אוכלוסיות מקומיות עימם היא מתחרה על משאבי בית הגידול. מכיוון שהמיינה מקננת בחללים (משאב מוגבל בטבע) קיים חשש, שהמין תופס חללי קינון של ציפורים מקומיות. במחקרנו נבחנו השפעות המיינה על הצלחת הרבייה של ציפורים מקומיות (דרור הבית וירגזי מצוי). המחקר התבצע במושב רם און באמצעות 143 תיבות קינון בהן כ-67 זוגות ירגזים מקננים בממוצע לעונה. חצי מהתיבות היו בעלות פתח גדול המאפשר את כניסת המיינה והדרורים ואילו החצי השני היו בעלות פתח קטן המאפשר את כניסת הירגזים בלבד. כימתנו את השינויים בגודלן והצלחתן בקינון של אוכלוסיות הציפורים המקומיות באמצעות מחקר BACI (Before After Control Impact) של המצב לפני (2009-2010) ואחרי (2020-2021) פלישת המיינה. בשנה האחרונה (2022) ערכנו ניסוי שדה עם מניפולציה של גודל פתח התיבות תוך שימוש במצלמות וידאו שמצלמות את פנים התיבה 24/7 כדי לבחון האם מיינות גם טורפות בקינים המופרעים. מצאנו שחלה ירידה דרסטית של 77% באוכלוסיית הדרורים המקננת בתיבות עם פתח גדול (בממוצע: 26 זוגות לפני ו-6 זוגות אחרי הפלישה). גודל אוכלוסיית הירגזים נותר יציב, אך התרחש שינוי התנהגותי באופן ניצול המשאב. לאחר פלישת המיינה חלה עלייה של 77% בהעדפת הירגזים לאכלוס חללים בעלי פתח קטן המספקים הגנה, לעומת ירידה של 44% באכלוס חללים עם פתח גדול. כמו כן לאחר הפלישה הסיכוי להצלחת הירגזים בקינון בחללים בעלי פתח גדול הנגישים למיינות ירד ל-39% לעומת 62% לפני הפלישה. ב-42% מתוך הקינים בעלי פתח גדול (n=26) שצולמו התרחשו טריפות, מתוכן חמש ע"י מינות, חמש ע"י נקר ואחת ע"י עורבני. לפיכך הראנו שהשפעת המינות שונה בין שני המינים המקומיים שמקננים בחללים. מחקר זה מוכיח שמיינות מתחרות ודוחקות ציפורים מקומיות מחללי קינון ובנוסף טורפות את ביציהן וגוזליהן.

תוצאות המחקר חושפות את הנזק הכבד, שהמיינה גורמת לציפורים המקומיות המקננות בחללים ומכמתת את מידת הפגיעה בהן דרך תחרות וטריפה. לפיכך המחקר חשוב ורלוונטי בקנה מידה מקומי, משום שהמיינות נפוצות לצד האדם, אך גם בקנה מידה עולמי, כי המין הוגדר כפולש גלובלי. תוצאותיו יוכלו לשרת את רט"ג ולתרום ליצירת מדיניות לניהול וויסות אוכלוסיית המיינות ובנוסף להעלות את המודעות הציבורית והמוסדית לחשיבות של הוספת מקומות קינון למינים מקומיים.



הצב צריך בית: בחינת כדאיות השבת צבים משבייה למשארי טבע

דניאל גייסמן¹, נעם לידר², צליל לבין², אופיר לוי³, סיימון ג'מיסון³, אוריה ונציאן³, רוני שושן¹

1. ביה"ס החקלאי הכפר הירוק

2. רשות הטבע והגנים

3. אוניברסיטת תל אביב

הצב המצוי הוא מין הנמצא בסיכון וזאת בעקבות הרס וקיטוע בתי גידול, איסוף מהטבע ודריסות על ידי רכבים. לפני כ-8 שנים בית הספר החקלאי הכפר הירוק, בשיתוף רט"ג, הקימו מקלט עבור צבי יבשה שהוחרמו מבתי אספנים או הועברו מבית החולים לחיות בר. בעקבות טיפול לקוי בשבייה צבים רבים שהוחרמו מאספנים מגיעים למקלט נשאים של פתוגנים, לכן ישנו חשש לשחררם לבר שם ידביקו אוכלוסיות טבעיות. פתרון אפשרי לבעיה הנ"ל הוא שחרורם במשארי טבע כלואים שאינם מאפשרים זליגה של צבים משבייה לאוכלוסיות טבעיות, אך פיתרון זה מעולם לא נוסה בישראל.

בכפר הירוק ישנם שטחים חקלאיים שעברו מהלך של שיקום אקולוגי והם כלואים במרחב בנוי וחקלאי. שטחים אלו נבחרו למחקר העוסק בבחינת התכונות שחרור צבים משבייה במשארי טבע.

במרץ 2022 מושדרו 15 צבים בעזרת שילוב של משדר GPS, מד תאוצה, ומאתר מפתחות. הצבים שוחררו במשארי טבע: שטחי שיקום נוף של הכפר הירוק התחומים בשדות חקלאיים וכבישים. השילוב של משדרי GPS ומאתר המפתחות אפשר מעקב רציף אחר התנועה במרחב, בנוסף הגעה מדויקת לצבים בשטח אפשר למידה על מצבם הפיזי של הצבים המשוחררים. באמצעות ניתוח הנתונים, בדקנו פעילות יומית ועונתית, תנועה במרחב ואזורי שהות מועדפים, תאריך כניסה ויציאה מאסטיבציה (שנת קיץ), מצב בריאותי, סכנות וסיבות מוות.

מצאנו שהצבים בילו את רוב זמנם בשטחי השיקום ובשטחים עשבוניים בשולי השדות, אך נכנסו מדי פעם לשדות החקלאיים. שטח מחיה ממוצע של זכרים היה גדול מזה של נקבות. שטח המחיה המקסימלי עבור צב זכר היה 95 דונם ו-26 דונם עבור נקבה. הצבים שנכנסו לאסטיבציה ושרדו את הקיץ יצאו כולם מהתרדמת בעקבות הגשם הראשון או השני של החורף. 8/15 צבים מתו במהלך המחקר. 75% מהצבים המתים היו זכרים. הרחבת כבישים ודריסות על ידי טרקטורים בשדות החקלאיים היו סיבות המוות המרכזיות.

מחקר זה יכול לתרום לשמירת המין, ולתמוך בקבלת החלטות הנוגעות לתכנון שמורות טבע ומסדרונות אקולוגיים, בנוסף יתרום להבנת התנאים הסביבתיים וגודל השטח הנחוץ להשבת צבים לטבע וקיום אוכלוסיית צבים מבודדת ועדיין בר-קיימא.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑

אקולוגיה של הצומח והקרקע

אולם K



יו"ר המושב: ד"ר תמיר קליין, מכון ויצמן למדע

**מאקרו-דטריטיבורים מחליפים מיקרואורגניזמים
ממפרקים העיקריים של נשר צומח לאורך גרדיאנט יובש
ד"ר נבו שגיא, האוניברסיטה העברית בירושלים**

**תכולת סיליקון בצמח היא תכונה פונקציונלית המשפרת
מודלים להבנת השפעת תנאי הסובב על תפקוד מערכות
אקולוגיות
ד"ר אופיר כץ, מו"פ מדבר וים המלח**

**ויסות קיבוע חנקן אטמוספרי בקטניות מעצב את חלוקת
החנקן הפנימית בצמח
מר עמית סיון, האוניברסיטה העברית בירושלים**

**שימוש בחישה מרחוק להערכת שטח עלים וקיבוע כחמן
ביערות מחטניים לאורך מפל היובש בישראל
מר זאב כהן, האוניברסיטה העברית בירושלים**

**באיזה צבע תרצי את הכלנית שלך? תרומת מאביקים
והעדפות צבע
גב' צליל לבין, אוניברסיטת חיפה**

**אסטרטגיות קיבוע חנקן אטמוספרי בקטניות והקשר
שלהן לתכונות ולריכוז החנקן בזרעים
גב' תמר לביא, האוניברסיטה העברית בירושלים**



מאקרו-דטריטיבורים מחליפים מיקרואורגניזמים כמפרקים העיקריים של נשר צומח לאורך גרדיאנט יובש

נבו שגיא¹, ויראג' טורסקאר², דניאל אלפרד^{1,3}, אפרת גביש-רגב¹, דרור הבלנה¹

1. האוניברסיטה העברית בירושלים

2. Indian Institute of Science

3. אוניברסיטת בן גוריון

פירוק נשר צומח הוא התהליך העיקרי הקובע את קצב מחזור הנוטריינטים וזמינותם בקרקע, ובכך משפיע על תפקוד והרכב המערכת האקולוגית כולה. בסביבה יבשתית תהליך זה מתווך על-ידי פעילות מיקרוביאלית התלויה בלחות. עם זאת, בסביבות יובשניות קצב הפירוק נוטה להיות מהיר מהחזוי על-פי תנאי האקלים ובעל קשר רופף לכמות המשקעים השנתית. מאקרו-דטריטיבורים הם בעלי חיים הניזונים מנשר צומח והנם מותאמים יותר ממיקרואורגניזמים לפעילות בתנאי יובש. במחקר זה בחנו האם קבוצה זו עשויה לפצות על היעדר הפירוק המיקרוביאלי עם הירידה בכמות המשקעים לאורך גרדיאנט מאקלים ים-תיכוני להיפר-ארידי (22-526 מ"מ גשם שנתי ממוצע). ביצענו ניסוי שדה זהה בשבעה אתרים לאורך הגרדיאנט למשך שתי עונות שונות, במהלכו כימתנו את התרומה של אורגניזמים בגודל שונה לסילוק נשר צומח ואפיינו את חברת המאקרו-דטריטיבורים בכל אחד מהאתרים. כצפוי, מצאנו קשר חיובי בין כמות המשקעים השנתית הממוצעת לקצב הפירוק המיקרוביאלי. עם זאת, התרומות של מזופאונה ומאקרופאונה לסילוק הנשר הגיבו בצורה אונימודאלית לגרדיאנט המשקעים, כאשר התרומה המקסימלית של מזופאונה באקלים סמי-ארידי (367 מ"מ גשם) ואילו זו של מאקרופאונה באקלים ארידי (150-84 מ"מ). חברת המאקרו-דטריטיבורים הראתה דפוס דומה עם ערכי שפעה, ביומסה ועושר מינים גבוהים ביותר באתרים הארידיים. סך הנשר שסולק על ידי כל האורגניזמים הורכב בעיקר מפירוק מיקרוביאלי בחורף ומסילוק ע"י מאקרופאונה בקיץ. קצב סילוק הנשר על ידי מאקרופאונה באקלים ארידי בקיץ היה דומה לקצב הפירוק המיקרוביאלי באקלים ים-תיכוני בחורף. כתוצאה מכך, בסקאלת זמן שנתית, קצבי הסילוק הכלליים היו דומים לאורך הגרדיאנט מלבד באתרים ההיפר-ארידיים שבהם קצב הסילוק היה נמוך יותר משמעותית. ממצאים אלו מעידים כי הקשר בין אקלים לפירוק מתווך על ידי גודל האורגניזמים, כאשר מאקרו-דטריטיבורים מפצים על היעדר פעילות מיקרוביאלית בתנאי יובש, ובכך מציעים פתרון אפשרי לחידת הפירוק בסביבות יובשניות. יתרה מכך, התאמות שונות לתנאי יובש על ידי אורגניזמים בגדלים שונים עשויות להחליש את התלות של פירוק בלחות. הבנה מכניסטית חדשה זו הנה חיונית לשילובם של בעלי חיים במודלים ביוגאוכימיים לנוכח מגמת המדבור הגלובאלית. ממצאי המחקר מדגישים את חשיבותם של בעלי חיים לתפקוד מערכות אקולוגיות יובשניות. הם מצביעים על חשיבות שימורם של פרוקי-רגליים לצורך שימורן ושיקומן של מערכות אקולוגיות בריאות ויציבות לנוכח מגמת המדבור הגלובאלית. בעלי חיים אלו נתונים לסיכון משימוש נרחב בקוטלי מזיקים וקצב גובר של פגיעה בבתי הגידול הטבעיים שלהם. למרות זאת, בניגוד לחולייתנים, הם אינם מוגנים בחוק הישראלי. מצב שעלינו לשנות, אם ברצוננו לשמור על המערכות האקולוגיות הייחודיות של מדינת ישראל.



תכולת סיליקון בצמח היא תכונה פונקציונלית המשפרת מודלים להבנת השפעת תנאי הסובב על תפקוד מערכות אקולוגיות

אופיר כץ¹, רנן פרנדס מורה¹, מרסלו שטרנברג², חנניה פורסט²

1. מו"פ מדבר וים המלח

2. אוניברסיטת תל אביב

תכולת סיליקון בצמח היא תכונה פונקציונלית המהווה חלק מהספקטרום הכלכלי של העלה/הצמח. עם זאת, התפקיד שלה בהיווצרות חברות צומח ובתפקוד מערכות אקולוגיות אינו ברור דיו. מטרת: בדקנו כיצד תכולת הסיליקון בצמח קשורה לתנאי האקלים ולמאפייני חברות הצומח. שיטות: דגמנו 105 חלקות ב-15 אתרים לאורך המפל הביואקלימי של ישראל, תוך מדידות של עושר מיני צמחים, ביומסה, כיסוי צומח, מגוון פונקציונלי ותכולת סיליקון בצמחים השונים (ממוצע משוקלל לחברה וסטיית תקן). השתמשנו ב-sequential equation models כדי לבחון האם תכולת הסיליקון בצמחים מהווה משתנה מוסבר או מסביר במערכת, באיזו מידה, ועד כמה הוא משפיע על טיב המודלים והחיזוי בכלל. תוצאות: עד ל-25% מייצור הביומסה השנתי מוסבר על-ידי שילוב של השונות בתכולת הסיליקון והאקלים. תכולת סיליקון ממוצעת וכיסוי הצומח הסבירו עד 42% מהמגוון הפונקציונלי. אף שככלל כל המודלים היו בעלי כושר חיזוי טוב, הייתה עדיפות למודלים שכוללים את תכולת הסיליקון. מודלים שהניחו שתכולת הסיליקון מושפעת מתנאי הסביבה היו עדיפים מעט על אלה שהניחו שתכולת הסיליקון משפיעה על מבנה ותפקוד המערכת. מודלים שהשתמשו בשונות תכולת הסיליקון היו עדיפים מעט על אלה שהשתמשו בממוצע תכולת הסיליקון. דיון ומסקנות: תכולת סיליקון בצמחים יכולה לשמש לשיפור מודלים לחיזוי מאפיינים של חברות צומח ויצרנות של מערכות אקולוגיות. יתרה מכך, תוצאות המודלים תומכות בכך שתכולת הסיליקון בצמחים היא תכונה פונקציונלית המושפעת מתנאי הסביבה ומשפיעה על תפקוד מערכות אקולוגיות, וכי חלק ניכר מהמשקל של השפעתה נובע מהשונות בין מיני הצמחים השונים. לסיכום, תכולת הסיליקון בצמח היא תכונה פונקציונלית בעלת חשיבות לפיתוח מודלים טובים יותר לניתוח הקשר שבין תנאי הסביבה לבין מבנה ותפקוד של מערכות אקולוגיות. מחקר זה מראה כי תכולת הסיליקון בצמחים היא תכונה חשובה להבנת מבנה ותפקוד של מערכות אקולוגיות והאופן שבו הן עשויות להיות מושפעות משינויים בתנאי הסביבה. מבחינה תיאורטית, המחקר מציג נדבך נוסף ולא ידוע של תחום המחקר הרחב של trait-based ecology, שעד לאחרונה התמקד בתכונות מורפו-פיסיולוגיות. מחקרים משהנים האחרונות מראים שיש לכלול בתחום זה גם תכונות כמו המיקרוביום והמטאבולום של הצמח, ומחקר זה מראה שיש להוסיף עליהם גם את האיונום (ionome). מבחינה מעשית, המחקר מספק כלים לשיפור החיזוי של השפעות שינויי אקלים על חברות צומח ועל מערכות אקולוגיות.



וויסות קיבוע חנקן אטמוספרי בקטניות מעצב את חלוקת החנקן הפנימית בצמח

עמית סיון¹, תמר לביא¹, גיא דוברת², אפרת שפר¹

1. האוניברסיטה העברית בירושלים

2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)

קיבוע של חנקן אטמוספרי בסימביוזה עם חיידקים קושרי חנקן היא תכונה המשותפת למיני קטניות רבים. תכונה זו היא המקור הטבעי העיקרי לכניסת חנקן חדש למערכות אקולוגיות. מיני קטניות פיתחו אסטרטגיות שונות על מנת לבקר (לווסת) את קיבוע החנקן, כתלות בזמינות החנקן בקרקע ובדרישות הצמח. האסטרטגיות הוגדרו כרצף בין פקולטטיביות - הפחתה של הקיבוע, לאובליגטוריות - כאשר אין וויסות. לאחרונה הוצע כי ישנו קשר בין אסטרטגיית וויסות קיבוע החנקן של מין קטנית (מידת הוויסות), לחלוקת החנקן בתוך הצמח. בבחינה של מינים בודדים נמצא כי מידת וויסות קיבוע גבוהה, בתגובה לזמינות חנקן בקרקע, נקשרה לתכולת חנקן נמוכות וגמישות יותר, בהשוואה למינים שלא וויסותו קיבוע. מטרת העבודה הנוכחית היא לבחון את הקשרים שבין וויסות קיבוע סימביוטי של חנקן אטמוספרי לבין תכונות של חלוקת החנקן בתוך הצמח, במגוון רחב של מיני קטניות נפוצים. לצורך כך אספנו נתונים על שלושה-עשר מינים של קטניות שגדלו בשלושה ניסויים מבוקרים דומים. בכל אחד מהניסויים גודלו מיני קטניות שונים בעציצים על מצע אינרטי תחת שני טיפולי דישון שונים: טיפול בו זמינות חנקן גבוה במצע, וטיפול בו זמינות חנקן מינימלית. העציצים אולחו בכמות קטנה של קרקע על מנת לספק לצמחים את החיידקים לסימביוזה. בתום הגידול המינים נקצרו, ונמדדו תכולות החנקן, המשקל ופעילות הקיבוע.

תוצאות המחקר הראו כי קיים מתאם שלילי בין מידת וויסות הקיבוע לתכולות החנקן בעלים של מיני הקטניות ומתאם חיובי בין מידת וויסות הקיבוע למידת הגמישות בתכולות החנקן בעלים. וויסות חזק של קיבוע נקשר להפחתה בתכולות החנקן בעלים ולמידה גוברת של גמישות בהן. בנוסף, התוצאות שלנו מראות שהקשר בין מידת וויסות הקיבוע לחלוקת החנקן בצמח מאפיין מיני קטניות בעלי מהלך חיים שונה. מינים חד-שנתיים מראים וויסות נמוך ביחד עם תכולות חנקן גבוהות וקבועות בעלים, אסטרטגיה שעשויה לאפשר את צמיחתם המהירה במשך עונת הגידול הקצרה. בעוד מינים רב-שנתיים מאופיינים בוויסות גבוה ביחד עם תכולות חנקן נמוכות וגמישות בעלים, אסטרטגיה אשר יכולה לאפשר את תפקודם ואת הישרדותם לאורך שנים רבות.

למחקר חשיבות בהבנת התפקוד של צומח בדגש על מערכות עונתיות ויובשניות. המחקר תורם להכרת תהליכי מפתח במחזור החומרים במערכות ים תיכוניות והבנת ההשפעה של תוספת חנקן ממקורות אנושיים על המערכות האקולוגיות.

בנוסף למחקר יש פוטנציאל לשימוש חקלאי, בתובנות ניתן להשתמש לצורך טיפוח גידולים וממשקים.

שימוש בחישה מרחוק להערכת שטח עלים וקיבוע פחמן ביערות מחט לאורך מפל היובש בישראל

זאב כהן¹, משה דובנין², יגיל אסם³, טרין פז-כגן⁴, ז'וזה גרינצוויג¹

1. האוניברסיטה העברית בירושלים
2. מכון ויצמן למדע
3. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)
4. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

היערות בישראל נמצאים בשנים האחרונות תחת לחצים הנובעים מפעילות האדם בשילוב עם השפעות משינויי אקלים. היערות צפויים להתמודד עם ירידה בזמינות המים שתשפיעה על מבנם ותפקודם וכתוצאה מכך גם על שרותי המערכת שהם מעניקים. כדי להעריך לשינויים אלה יש ללמוד ולהבין את הקשר בין תנאי אקלים וזמינות מים לבין מבנה ותפקוד היער.

מטרת המחקר היא לבחון את הקשר בין משתני סביבה אביוטיים עיקריים הקשורים לזמינות מים, משקעים, רום, סוג מסלע, מפנה טופוגרפי ושיפוע, לבין מבנה ותפקוד היער. המחקר מתמקד ביערות נטע אדם בוגרים של אורן ירושלים וא.ברוטיה, הפזורים באזור הים תיכוני של ישראל על פני משרעת של תנאי אקלים, טופוגרפיה ומסלע. לאומדן מבנה היער התמקדנו בממד שטח העלים (leaf area index-LAI) ולאומדן תפקוד היער עקבנו אחר קצב קיבוע הפחמן ($GPP[grCm^{-2}yr^{-1}]$) ויעילות שטח העלים ($LAE=GPP/LAI$) לאורך השנים 2017-2022. המחקר התבצע בכ-80 חלקות יער במערך לניטור ארוך טווח של יערות מחט בישראל. על מנת לעקוב אחר LAI ו-GPP פיתחנו מודלים מבוססי חישה מרחוק לוויינית אשר כוילו מול מדידות קרקעיות ע"י מכשור אופטי (LAI) ותחנות שטפים (GPP).

פותח מודל לומד לבחינת הקשר בין מדידות קרקעיות של LAI לבין נתוני הלווין. המודל הראה קשר חיובי מובהק ($R^2=0.8$, $RMSE=0.42$). כמו כן, פותח מודל לחיזוי GPP על בסיס נתונים לווייניים ומידע ממגדלי שטפים. נמצא קשר חיובי אקונומיאלי בין ערכי ה-GPP לנתוני LAI ($R^2=0.86$). לפי מודלים אלו, נמצא קשר חיובי מתמתן בין מדד שטח העלים (0.6-3.6 ו-1.5-4.3 $[m^2/m^2]$) וקצב קיבוע הפחמן (200-1600 ו-500-2250 $[grCm^{-2}yr^{-1}]$) באורן ירושלים וא.ברוטיה בהתאמה, לבין כמות המשקעים בשני מיני האורן, כאשר הקשרים באורן ירושלים חזקים מאלו שבא.ברוטיה.

מתוצאות המחקר עד כה עולה קשר חזק בין זמינות המים לבין מדד שטח העלים וקצב קיבוע הפחמן ביערות האורן. עם זאת אפשר גם לראות שונות רבה במדדים הללו הקשורה ככל הנראה לתנאים מקומיים ולגורמי ממשק שיבחנו בהמשך. המחקר מציג יכולת חדשה לניטור רציף ורחב היקף של מבנה ותפקוד יערות המחט בישראל ולימוד התגובה שלהם לתנאי סביבה בכלל, ושינוי אקלים בפרט.

המחקר מציג את החשיבות של שילוב מדידות קרקעיות עם מידע לווייני לפיתוח מודלים מבוססים לחיזוי מדדי תפקוד ומבנה של יערות האורן בישראל. הקשר בין תנאי אקלים וזמינות מים לבין מבנה ותפקוד היער, ספציפיים לכל מין ולכל אתר, והינם קריטיים לניהול מושכל של יערות האורן בישראל במציאות של שינוי אקלים.



באיזה צבע תרצי את הכלנית שלך? תרומת מאביקים והעדפות צבע

צליל לבין¹, נורה סעאבנה², באנישה פוקלה², יובל ספיר², יוהאנס שפת'ה³, תמר קיסר⁴

1. אוניברסיטת חיפה

2. אוניברסיטת תל אביב

3. University of Würzburg

4. אוניברסיטת חיפה - אורנים

שונות צבע תוך-מינית בפרחים, בין ובתוך אוכלוסיות, איננה תופעה שכיחה. הכלנית המצויה הינה גיאופיט המדגים דפוס צבע מרחבי של אוכלוסיות מונו-מורפיות אדומות באזור היובשני, ופולי-מורפיות בצבעים אדום, סגול, לבן, ורוד ונוספים – באזור הים תיכוני. מחקרנו עוסק בלחצי הסלקציה האחראיים לשונות הצבע בכלנית לאורך טווח תפוצתה בישראל.

מאביקים לעיתים מהווים סוכני סלקציה על צבע הפרח, מה שהוליד את שאלותינו: האם הרכב המאביקים של הכלנית המצויה, ובחירת צבע הפרח על ידם, משתנים במרחב ובזמן? מה מידת הסנכרון עם צבעי ומועדי הפריחה? תעדנו את דינמיקת הפריחה של הכלנית על פי צבעים לאורך הגרדיאנט האקלימי של ישראל, וביצענו ניסויי שדה לבחינת ביקורי מאביקים לכלניות בצבעים שונים לאורך עונות הפריחה של 2022 ו-2023. בשנת המחקר הראשונה, מצאנו מתאם בין מועד תחילת הפריחה לבין המשקעים, ללא קשר לצבע הפרח: הפריחה התעכבה באתרים היובשניים לעומת הים תיכוניים. באוכלוסיות הפולי-מורפיות, שיא פריחת הכלניות האדומות החל מאוחר ביחס לשיא הפריחה בכלניות במופעי הצבע האחרים. המבקרים העיקריים בניסוי המאביקים היו דבורים, חיפושיות וזבובים. פרחים סגולים זכו למרבית ביקורי הדבורים, לעומת הצבעים האחרים. פעילות הדבורים הייתה בשיאה בתחילת העונה בצפון, בסנכרון עם מועד ומיקום פריחת הכלניות הסגולות. בדרום תועדו מספר הביקורים הגבוה ביותר של חיפושיות, עם שיא באמצע עונת הפריחה ולקראת סופה. זבובים לא הראו דפוס ברור במרחב ובזמן. החיפושיות והזבובים ביקרו בעיקר פרחים בצבע לבן. עבודת השדה של שנת המחקר השנייה נמצאת בעיצומה, ותוצאותיה יוצגו בהרצאה.

התוצאות מציעות שביקורי מאביקים עשויים להשתנות לאורך הגרדיאנט האקלימי וכן לאורך עונת הפריחה, ויתכן שמהווים מנגנון אפשרי לשימור שונות צבע בכלנית. ממצאים אלו אינם מסבירים מדוע האוכלוסיות היובשניות הינן אדומות בלבד, מפני שהפרחים האדומים לא הועדפו באף אחד מאתרי זמני הניסוי. לכן אנו בוחנים סוכני סלקציה נוספים במערכי ניסוי מקבילים: אנו בודקים האם האבקת רוח עשויה לתרום לרבייה אקראית בין צבעי פרחים, ואת רגישותם של פרחים מצבעים שונים לעקת יובש וללחצי רעייה/אכילה.

המחקר שואף לפענח שאלה ותיקה בביולוגיה אבולוציונית: מהם הגורמים המשמרים שונות פנוטיפית באוכלוסיות טבעיות? מחקרי עבר, שעסקו בשונות צבעי פרחים בתוך אוכלוסיות, התרכזו בעיקר בסלקציה מייצבת. אנו מעוניינים להבין תרומתם של סוכני סלקציה נוספים, ביוטיים וא-ביוטיים, שעשויים לפעול במקביל בזמן ובמרחב ליצירת דגם מורכב של צבעי פריחה. הכלנית המצויה הינה מין דגל בישראל, שצבר פופולריות כסמל לשמירת טבע. מעמדה המיוחד מייצר עניין ציבורי ומעניק חשיבות להבנת שאלות אקולוגיות ואבולוציוניות הנגועות אליה.



אסטרטגיות קיבוע חנקן אטמוספרי בקטניות והקשר שלהן לתכונות וריכוז החנקן בזרעים

תמר לביא¹, אפרת שפר¹, גיא דוברת²

1. האוניברסיטה העברית בירושלים

2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)

למיני קטניות חשיבות סביבתית וכלכלית בזכות יכולתם ליצור סימביוזה עם חיידקים מקבעי חנקן אטמוספרי, כך להוות מקור לחנקן במערכת האקולוגית או מקור לחלבון במערכת החקלאית. החזקת מקור חנקן אנדוגני אולי מקנה יתרון התחלתי לצמח, אך פרדוקסלית, לאורך זמן, עשוי להפוך לחיסרון בשל עלות הסימביוזה למארח וכתוצאה מעליה בכמות החנקן הזמין בסביבתו. בפועל, מיני קטניות משגשים לאורך שנים לצד מיני צמחים שאינם מקבעים, זאת בזכות יכולת הצמחים לווסת את ההשקעה בקיבוע סימביוטי. למרות ההכרה הבסיסית של מנגנון וויסות-הקיבוע, הקשר בין בקרת קיבוע בקטניות לתכונות הזרעים לא נבדק עד עתה. במטרה להשוות בין מידת הקיבוע, וויסות הקיבוע, במיני קטניות שונים ובחינת הקשרים של מדדים אלו לתכונות הזרעים, נבדקו 18 מיני קטניות נפוצים באזור הים תיכוני. לצורך כך בוצע ניסוי מבוקר במטרה לחקור את אסטרטגית הקיבוע של שבעה מיני קטניות אשר טרם נחקרו בעבר. נתוני קיבוע החנקן של שבעת המינים בניסוי הוצגו עם מידע על 11 מיני קטניות נוספים שנבדקו במחקרים קודמים. לאחר מכן, נאספו זרעים מאוספים ומהבר (90 אוכלוסיות, סה"כ 900 זרעים) ובוצעו מדידות של תכונות שונות ביניהן מסה, גודל וריכוז חנקן בזרע בכלל האוכלוסיות.

כלל המינים הים-תיכוניים שנבדקו בניסוי וויסו את קיבוע החנקן בתנאי זמינות חנקן בקרקע. בדיקות הזרעים הראו שונות תוך-מינית נמוכה ביותר בכלל המדדים, זרעים של אותו המין מאוכלוסיות שונות שומרים על תכונות זרעים דומות. לא נמצאה השפעה של מידת הקיבוע, או של מידת וויסות הקיבוע על תכונות הזרעים. עם זאת, נמצא שלאסטרטגיות החיים של הצמח יש השפעה על תכונות הזרעים, זרעי מינים מעוצים היו בעלי הערכים הגבוהים ביותר בכלל המדדים, בהשוואה לזרעים של מינים חד-שנתיים והמיקרופטופיטים. כמו כן, נמצא קשר שלילי בין מדדי הגודל ומסת הזרעים לריכוז החנקן בהם. כלומר, ככל שהזרע גדול יותר ריכוז החנקן בו היה נמוך יותר. תכונות גודל ותכולות חנקן בזרעים נקשרות לאסטרטגיות הפצה, תרדמת-זרעים ובביטה של מינים, אך אינן מושפעות ישירות מאסטרטגיות הקיבוע של הקטניות, להן כנראה השפעה על כמות הזרעים.

מיני קטניות משפיעים על תפקוד מערכות אקולוגיות, מהווים גידול חקלאי עיקרי ומסיעים בשימור פוריות קרקעות חקלאיות כאשר הן משמשים בממשקי גידול שונים. במערכות חקלאיות מקיימות יש ערך כלכלי רב לגידולי קטניות, למשל כגידולי כיסוי המסיעים בשמירה על איכות הקרקע ומניעת סחף. כיום אין בנמצא מיני קטניות לכיסוי ושזרוע שתפקודם תואם את הצורך שלשמו נזרעו. תוצאות המחקר יכולות לסייע בהבנת התפקוד, והשימוש במינים שונים של קטניות, בין היתר כגידולי שזרוע וכיסוי.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



כלכלה והתנהגות סביבתית

אולם L



יו"ר המושב: פרופ' ניר בקר, המכללה האקדמית תל חי

**שינוי התנהגותם של אנשים בנושא הפרדת פסולת
ביתית באמצעות כלים מתחום הכלכלה והתנהגותית –
תיאור מודל חדש שפותח ותוצאות ניסויי שטח**
*מר יאיר צדיק, אוניברסיטת בן-גוריון בעב

**ניתוח אסטרטגי ועיצוב כלי מדיניות יישומיים לפתרון
אתגר הרכבים החשמליים: מודל מבוסס על כלים מתורת
המשחקים**
*מר איתי דאבוש, אוניברסיטת בן-גוריון בעב

**השפעת הצגת מידע פיננסי על הנכונות לאימוץ מערכות
פוטו-וולטאיות בבתים פרטיים**
*מר דוד בועז, אוניברסיטת חיפה

**חשיפת החלקים החבויים של תופעת השלכת הפסולת
במרחב הציבורי ודרכים מומלצות להתמודדות איתה
לתפיסתם של בעלי התפקידים בתחום**
*גב' נעמה לב, אוניברסיטת חיפה

**ההקשר התרבותי של תופעת בזבז המזון במשקי בית
בישראל**
*ד"ר אפרת אלימלך, אוניברסיטת חיפה

**תובנות מכלכלה התנהגותית לעידוד התקנת פאנלים
סולאריים בבניינים משותפים בישראל**
פרופ' איל פאר, האוניברסיטה העברית בירושלים





שינוי התנהגותם של אנשים בנושא הפרדת פסולת ביתית באמצעות כלים מתחום הכלכלה ההתנהגותית – תיאור מודל חדש שפותח ותוצאות ניסויי שטח

יאיר צדיק, חגי כץ

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

רקע: בישראל, כ-80% מהפסולת מועברת להטמנה, ונתון זה יוצר בעיות סביבתיות וכלכליות גדולות. בכדי להקטין משמעותית את ההטמנה נדרשת הפרדה במקור של הפסולת. לצערנו, רוב האוכלוסייה אינה מוכנה לטפל בהפרדת הפסולת הביתית, למרות השקעות בתשתיות, בחינוך ובמסעות פרסום. מחקרים בעולם הגיעו למסקנה שתגמול/קנס כספי מצליחים לשנות התנהגות, אך בתחום זה לא ניתן לעשות בקרה על פעילויות האזרחים.

מטרות המחקר: לבחון גישה חדשה הנקראת "מודל מבוסס בקרה עצמית" לשינוי התנהגותם של האזרחים בנושא זה. המודל משתמש בהינדים מתחום הכלכלה ההתנהגותית (Nudges), שמיושמים דרך מערכת תקשורת משותפת עם האזרחים. האזרחים מתוגמלים בצורה סמלית, בהתאם לדיווחיהם. הבקרה היחידה שנעשית היא בקרה כוללת על השכונה כולה, בכדי למדוד את התוצאה יחסית לדיווחים יחסית לקבוצות הביקורת.

שיטות: נעשתה סדרה של ניסויים קטנים ולאחריהם עשינו סקר מקיף של כ-900 תושבים ממגזרים שונים בחברה. הניסויים בחנו את אמינות הדיווחים בנוכחות תקשורת תומכת, והסקר בחן תגובתיות למצבים היפותטיים שתוארו למשתתפים. בהמשך בוצע ניסוי שטח ביישוב להבים שבמסגרתו הושוותה התנהגותם של המשתתפים בהפרדת אריזות אל מול התנהגותם לפניו ואל מול שכניהם ביישוב שהיוו קבוצת ביקורת. לאור ההצלחה נעשו 3 ניסויים בקיבוצים בעמק יזרעאל, שבהם נבחנו פרמטרים נוספים, כשהמטרה היא הגברת ההפרדה של פסולת מזון.

תוצאות: תוצאות הניסויים הקטנים והסקרים הראו תמיכה משמעותית במודל, בכלל זה אמינות דיווח גדולה מ-95% ורצון לשינויים התנהגותיים חיוביים. בניסוי בלהבים הגיעו הכמויות בקבוצת הניסוי לשיפור של יותר מ-100% יחסית לקבוצת הביקורת וכן תגובות חיוביות מאד לתמיכה בהמשך הפעלת המודל. בניסויים בעמק יזרעאל הושג שיפור של כ-100% יחסית לקבוצת הביקורת.

דיון: כיצד ניתן להמשיך ולבחון את המודל וכיצד ניתן יהיה ליישם אותו ברמה הלאומית ומה יהיו המשמעויות התקציביות והפרקטיות.

מסקנות: המודל מראה פוטנציאל להצלחה בנושא בעייתי ביותר למדינת ישראל לאור סגירתן של רוב המטמנות וההוצאות הגדולות, בכסף ובפגיעה בסביבה, הנובעות מהצורך להוביל את רוב הפסולת למטמנת הענק בנגב. אנו ממליצים להמשיך ולבחון אותו במתארים שונים ובמגוון קבוצות אוכלוסייה שונות, ולהגיב לאור התוצאות.

למחקר יש פוטנציאל לתרומה משמעותית הן בתחום התיאורטי והן בתחום המעשי לשימוש מובילי המדיניות. מדובר ב"פריצת דרך חשיבתית" ברמה העולמית, שכן הבעיה קיימת ברוב מדינות העולם ולא נמצא לה עדיין פתרון. המודל מתבסס על הצלחות המחקרים והתיאוריה שהראתה שניתן להגביר את הפרדת הפסולת באמצעות תגמולים כלכליים קטנים, ומוסיף לה מודל חדשני בתחום הבקרה העצמית של האזרחים ע"י שילוב כלים מתחום הכלכלה ההתנהגותית.





ניתוח אסטרטגי ועיצוב כלי מדיניות יישומיים לפתרון אתגר הרכבים החשמליים: מודל מבוסס על כלים מתורת המשחקים

איתי דאבוש¹, חן כהן¹ ודורון לביא²

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב
2. המכללה האקדמית תל חי

הפעילות בענף התחבורה היא אחת מהגורמים העיקריים לפליטת חומרים מסוכנים ורעילים לסביבה בשל התבססותה על דלקים מחצביים. על פי ה-WRI, אחד הפתרונות המוצעים להפחתת פליטות גזי חממה הוא מעבר לכלי רכב בעלי מנוע חשמלי.

חסמים מרכזיים המעכבים את כניסתם המאסיבית של רכבים חשמליים בעולם כולו הם: (1) מגבלת טווח נסיעה ו- (2) פיזור נמוך יחסית של עמדות טעינה ציבוריות.

זיהנו כי קיימת בעיית "הביצה והתרנגולת" בענף: מצד אחד "חרדת הטווח" מובילה לכך שהביקוש הצרכני נמוך יחסית בשל היעדר תשתיות ומצד שני, היקף התשתיות לטעינת רכבים נמוך, בשל היעדר מסה קריטית של כלי רכב חשמליים כך, שמשיקעים אינם מנתבים את כספם לטובת אלו ולהפך. עיקר הפתרונות המוצעים לבעיה נוגעים לתמריצי מס וסובסידיות הכרוכים בעלות גבוהה למדינה ועשויים לגרור גרעון פיסקלי.

כידוע, חלק מהעלויות של היזמים הם חכירת הקרקע עבור הקמת תשתית טעינה ויתרה מכך, כמות החשמל שניתן לספק במתח גבוה לשם הפעלת "תחנות טעינה", מוגבלת. ולכן, בחנו את האפשרות לתמריץ ייחודי למשיקעים תוך שימוש במשאב הקרקע של המדינה.

למחקר ארבעה שלבים מרכזיים:

1. זיהנו 3 שחקנים: צרכנים, משיקעים וממשלה, ובמטרה להגדיר את הפרמטרים (כלכליים ולא כלכליים) המשפיעים על השחקנים, ביצענו איסוף נתונים מהספרות האקדמית והמקצועית אשר איפשר לנו להגדיר את יחסי הגומלין, האינטרסים ואופי הקונפליקט.
2. לאחר אפיון הזירה, ניסחנו משחק אסטרטגי (סימולטני וסדרתי) על פני שתי תקופות זמן שאפשר ניתוח זיהוי של כלל שיווי המשקל העשויים להתקיים בו.
3. ניסחנו את המנגנון האופטימאלי, שיוביל את הפרויקט לשיווי משקל יעיל לכלל השחקנים ובהתאם, נוסחו המלצות מדיניות לפתרון הבעיה.
4. בימים אלו אנו עובדים על השלב הרביעי במחקר שיבוצע באמצעות שאלונים ומטרתו לבצע קליברציה של המודל, ובכך לדייק את פתרון הבעיה.

תוצאות המחקר, מציגות את האפשרות לפיתוח מידי של תשתיות טעינה באופן נרחב במנגנון BOT כאשר, הממשלה תספק את הקרקע למשיקעים וכך תבטיח מיקום אטרקטיבי שיעודד את כניסתם של משיקעים אל הענף. תוצאות המחקר המבוססות על כלים מתורת המשחקים, מציגות פתרון אופטימלי בו שימוש במשאב הקרקע של המדינה, מעודד את היזמים להקים עמדות טעינה ציבוריות ובכך, מצמצם את "חרדת הטווח" של הצרכנים, וצפוי להוביל לגידול בביקוש לכלי רכב חשמליים.





מצד הממשלה, מדובר בפתרון שאינו כרוך בעלויות כלכליות, ומאפשר לה לעמוד ביעדי האנרגיה שהוצבו בהתאם להסכמים בינלאומיים עליהם היא חתומה. כמו כן, המנגנון המוצע, מאפשר לממשלה לווסת את צריכת החשמל של המשק בהתאם למגבלות הקיימות.

במדינת ישראל, כ-93% מהקרקעות נשלטות בידי המדינה ולכן, מדינת ישראל היא קרקע פורייה לבחינת תוצאות המחקר והשלכותיו אשר יאפשרו לקדם את יעדי האנרגיה של המשק.





השפעת הצגת מידע פיננסי על הנכונות לאימוץ מערכות פוטו-וולטאיות בבתים פרטיים

דוד בועז, אופירה אילון רוסלנה רחל פלטיניק

1. אוניברסיטת חיפה

2. המכללה האקדמית עמק יזרעאל ע"ש מקס שטרן

לייצור חשמל פוטו-וולטאי על גגות בתי מגורים בישראל יש תועלות רבות והממשלה מתמרצת אותו מאז 2008 בתעריפי הזנה. למרות התמריץ, שיעור הגגות הפרטיים בהם הותקנו בפועל מערכות סולאריות עומד על אחוזים בודדים. רכישת מערכת סולארית ביתית דורשת הון ראשוני משמעותי (עשרות אלפי שקלים) ומשקי בית השוקלים התקנה זו מייחסים חשיבות רבה לתוצאות ("החלטה במעורבות גבוהה"). ההחלטה על רכישת מערכת סולארית ביתית היא מורכבת וקשה במיוחד בגלל תפיסת הטכנולוגיה כחדשנית, משך הזמן הארוך להחזר ההשקעה והאמון הנדרש במדינה, שתמשיך לשלם את תעריף ההזנה שהובטח. מחקרים קודמים מצאו כי המוטיבציה הפיננסית היא גורם חשוב המעודד את החלטת ההשקעה. מטרת המחקר היא לבחון האם שיפור הצגת המידע הפיננסי בצורות שונות על ההכנסות המצטברות לאורך חיי המערכת, ימחיש את היתרונות הכלכליים, ויעודד את התקנתה בקרב מאמצים פוטנציאליים. בניסוי מקוון אקראי מבוקר שערכנו, בקרב 301 משיבים, השונו את הנכונות לאמץ מערכת סולארית בין שלוש קבוצות שקיבלו חשבונות חשמל הכוללים מידע פיננסי בוויזואליזציות שונות על ההכנסות המצטברות ממערכת סולארית, כנגד קבוצת בקרה שקיבלה חשבון עם מידע אודות הזיכוי החודשי בלבד. רוב הנשאלים במדגם הצהירו כי השיקולים הכספיים, הפרגמטיים, הם המשפיעים ביותר. עוד מצאנו כי אופן הצגת מידע פיננסי משפר את הבנת המאפיינים ארוכי הטווח של ההשקעה. עם זאת, לא הצלחנו לאשש במדגם זה את ההשערה המרכזית, כי הבנת מאפייני ההשקעה משפיעה על הנכונות לאמץ מערכת סולארית. עוד מצאנו כי חדשנות, סביבתנות, אמון בממשלה ובחברת החשמל, הימצאות מתקנים דומים בשכונה, שימוש בגג ומספר הנפשות במשק הבית משפיעים על הנכונות לאמץ מערכת פוטו-וולטאית. מסקנתנו היא כי השיקולים הפרגמטיים אינם משפיעים על הכוונה לאמץ מערכת פוטו-וולטאית, עדות לשלב המוקדם, עדיין, בו נמצאת חדירת הטכנולוגיה לשוק. כדי לחצות את עמק המוות אל הרוב הפרגמטי, המלצתנו לקובעי המדיניות היא לשפר את תפיסת הוודאות בהכנסות העתידיות מהעסקה הסולארית ע"י הדגשת הבטחון בחוזה מעוגן היטב, או התממשקות הצרכנים עם גופים אחרים בעלי אמון גבוה, כמו בנקים או חברות ביטוח.

ליישום מערכות פוטו-וולטאיות קטנות ומבוזרות בישראל הקטנה והצפופה יתרונות רבים והן מתמרצות באמצעות תעריפי הזנה המהווים נטל על תעריף החשמל לצרכנים. למרות שהתעריפים הונהגו החל מ-2008, מצאנו כי חדירת הטכנולוגיה לשוק היא עדיין בשלב ה"מאמצים המקדימים" והשיקולים הפרגמטיים לא מובאים בחשבון. כדי להמשיך את פעפוע הטכנולוגיה אל הרוב הפרגמטי, נמליץ לקובעי המדיניות להתמקד בשיפור האמון ארוך הטווח של משקי הבית בהכנסות העתידיות.





חשיפת החלקים החבויים של תופעת השלכת הפסולת במרחב הציבורי ודרכים מומלצות להתמודדות לתפיסתם של בעלי התפקידים בתחום

נעמה לב¹, דפנה גן², אופירה אילון³, מיה נגב³

1. אוניברסיטת חיפה
2. מכללת סמינר הקיבוצים
3. אוניברסיטת חיפה

רקע: בישראל ובמקומות רבים בעולם, תופעת השלכת הפסולת במרחב הציבורי עדיין ניכרת. בבחינת תופעה תרבותית התנהגותית מורכבת, כמו זז, לא הכל נראה לעין. בדומה לקרחון, ישנו חלק שקל לבחינה ומצוי מעל פני המים, אבל חלקו הארי חבוי מתחת לפני המים וכולל ערכים בסיסיים והנחות יסוד המעצבים את התנהגות הציבור. בבסיס המחקר שתי תיאוריות: תיאוריית ה-U-מתחום המנהיגות, המאפשרת לבחון הובלת שינוי פרדיגמטי בגישה מערכתית ותיאוריית ה"חסינות לשינוי" המתמודדת עם הדינמיקה החבויה שמונעת מאיתנו לבצע שינוי רצוי. מטרה: להבין לעומק את המאפיינים החבויים של התופעה, הסיבות העמוקות להתנהגות ההשלכה והאתגרים הנצבים בדרך למציאת פתרונות יעילים, כפי שנתפסת ע"י בעלי התפקידים, המנהלים את המרחב ומתמודדים עם הלכלוך.

שיטה: מחקר פנומנולוגי איכותני, הבוחן באופן מעמיק, קפדני ושיטתי את התופעה באמצעות 52 ראיונות עומק חצי מובנים עם בעלי תפקידים, האמונים ביומיום על ניקיון המרחב הציבורי האורבני והטבעי. משתתפי המחקר נקבעו על פי קריטריונים הקשורים במגוון תפקידים ניהוליים ברשויות שונות (מנהלי אגפי שפ"ע, חינוך ויחידות סביבתיות) ובארגונים (מנהלי אתרי טבע בקק"ל ורט"ג) הרשויות נבחרו בהתאם גודל ואופי האוכלוסייה בישוב בפריסה ארצית. תוצאות: קיים קושי גדול לשנות את תופעת הלכלוך שהפכה נורמטיבית בישראל. בעלי התפקידים מתמקדים בעיקר בכיבוי שרפות ומציאת פתרונות המתמקדים בטיפול בסימפטום מתוך המוכר להם, על ידי ניקיון ושיפור התשתיות ולא בשורש הבעיה (שינוי ההתנהגות). הסיבות להשלכה רבות, החל מחוסר תשומת לב, תחושות אישיות שליליות כמו גועל, זלזול במרחב הציבורי ועד ניכור והתרסה כלפי הממסד.

דיון ומסקנות: העובדה כי בעלי התפקידים ממשיכים לפעול בצורה שהם רגילים היא כנראה אחת הסיבות לכך שלא מצליחים לחולל את השינוי. מנהלי אגפי השפ"ע ממשיכים לנקות, אנשי החינוך בוחרים לא להתעסק בנושא, אנשי האכיפה לא רוצים לאכוף והתחושה הכללית היא שקשה עד בלתי אפשרי לשנות את המצב, אבל בעצם לא נעשות הפעולות העמוקות מהשורש החיוניות לשינוי. חשיבה משותפת שתבחן לעומק את התרבות המקומית ותביא לפעולה קולקטיבית, המבוססת על התאמת עקרונות חדשים ליישום תהליכים ופעולות יצירתיים, אינטגרטיביים מערכתיים והוליסטיים.

מחקרים איכותניים מעטים התבצעו בעולם לחקר תופעה תרבותית מורכבת זו של השלכת פסולת. ככל הידוע, זהו הראשון מסוגו שבדק את נקודת מבטם הייחודית של בעלי התפקידים בתחום. הבחינה מעמיקה זו מסייעת בהבנת מורכבות התופעה. הסיבות לתופעה ואמצעים להתמודדות עולים מתוך התמודדות יומיומית ולכן גם רלוונטיים ברמה היישומית. תובנות המחקר יכולות לשרת ולדייק את בעלי התפקידים והמדיניות הנדרשת בתקווה להביא למרחב ציבורי נקי יותר בישראל





ההקשר התרבותי של תופעת בזבז המזון במשקי בית בישראל

אפרת אלימלך¹, קרן קפלן מיניץ², טלי כץ-גרור¹, הילה סגל-קליין¹, לנא חוסיין¹, אופירה איילון³

1. אוניברסיטת חיפה
2. מכון שמיר למחקר
3. מוסד שמואל נאמן

בזבז מזון הינו תופעה בעלת השלכות סביבתיות, חברתיות וכלכליות מהותיות. כשליש מכלל המזון המיוצר בעולם אובד לאורך שרשרת הערך של המזון, במדינות מפותחות, שלב הצריכה בכלל והצריכה הביתית בפרט אחראים לחלק הארי של הבזבז. לאור זאת, הבנת הגורמים המשפיעים על התופעה במשקי הבית הינה הכרחית לצורך קביעת מדיניות ותכנון קמפיינים לשינוי התנהגות. בעוד שמחקרים שבוצעו בשנים האחרונות דנו בהרחבה בהשפעתם של משתנים סוציו-דמוגרפיים, פסיכולוגיים וכן תפיסות ועמדות, הדיון בהקשר התרבותי - חסר. לפיכך, המחקר הנוכחי שם לו למטרה להאיר היבטים תרבותיים בהקשר של בזבז מזון, וכיצד אלה משפיעים על עמדות הפרט מחד, ועל הפרקטיקות המיושמות במשק הבית, מאידך.

המחקר נערך בישראל וכלל ראיונות עומק מובנים למחצה בקרב 27 משתתפים משלוש קבוצות אוכלוסייה שונות - יהודים חילונים, יהודים דתיים וערבים מוסלמים. המשתתפים במחקר הינם אנשים בעלי עמדת השפעה, המעורים היטב בקהילות בהן הם חיים, דוגמת רבנים ואימאמים, מנהלי מרכזים קהילתיים, שפים, תזונאיות, ראשי עיר וכדומה.

המרואיינים התבקשו להגדיר מהו בזבז מזון מנקודת מבטם. בהמשך הריאיון התבקשו המרואיינים לתאר את האופן שבו הם מתנהלים עם מזון בימים שבשגרה ובמועדים מיוחדים, אלו פרקטיקות הם מיישמים בחיי היום-יום, ומה מניע אותם לפעול כך או אחרת. התוצאות מצביעות על פער בין תפיסת העולם הערכית המביעה סלידה מבזבז ובין הפרקטיקות המיושמות בפועל. מעניין לציין שהמרואיינים התייחסו בעצמם לפער ומה הם עושים כדי ליישב את הקונפליקט, הן ברמת ההצדקה התיאורטית והן ברמת הפעולה. הממצאים מראים כי שלושה גורמים מרכזיים משפיעים על היווצרות בזבז מזון במשק הבית – תחושת מחסור בעבר שגורמת לאגירה של מזון בהווה, תרבות הצריכה המובילה לרכישת יתר ואירוח הכולל הצגת שפע ומגוון.

התוצאות שופכות אור על דרכי פעולה שניתן ליישם כדי להביא לשינוי התנהגותי. בחברה רב תרבותית כישראל, המחקר יכול לתרום לעיצוב מדיניות לצמצום התופעה באופן שיהיה רגיש חברתית למגוון ולהבדלים בין האוכלוסיות השונות. הממצאים היוו את הבסיס לשאלון נרחב לציבור שנתוניו מעובדים בימים אלה.

צמצום בזבז מזון הינו חלק בלתי נפרד מהמאבק במשבר האקלים ויעדי האו"ם לפיתוח בר קיימא (SDG 12.3). למחקר תרומה למדיניות ולמחקר עתידי בשני היבטים. ראשית, הבנת ההיבטים תרבותיים ודתיים יכולה לכוון לפיתוח מדיניות שלוקחת בחשבון זוויות אלו בעת פיתוח התערבויות מותאמות קהל תוך שימת הדגש על כוונות התנהגותיות. שנית, הממצאים אודות הפערים בין ערכים להתנהגות מחדדים את הצורך בהתערבויות המקנות לקהל הצרכנים כלים להתמודדות עם פערים אלו.





תובנות מכלכלה התנהגותית לעידוד התקנת פאנלים סולאריים בבניינים משותפים בישראל

איל פאר¹, דניאלה שילדובסקי²

1. האוניברסיטה העברית בירושלים

2. חוקרת עצמאית

ייצור חשמל בעזרת פאנלים סולאריים על גגות מבני מגורים נחשב ככלי מרכזי בהתמודדות עם משבר האקלים ובעמידה ביעדים של מדינות למעבר לאנרגיה מתחדשת. אולם, למעט מקרים בודדים, פאנלים סולאריים בישראל מותקנים על בתים פרטיים בלבד, אשר אחראים רק ל-5% מהפוטנציאל הקיים לייצור אנרגיה סולארית מבוססת גגות. זאת, למרות הקלה ברגולציה שהורידה את חובת ההסכמה לרק שני-שליש מהדיירים בבניינים משותפים. בעוד שמחקרים קודמים התמקדו בהבנת המניעים או החסמים בעיקר של בעלי בתים פרטיים, המחקר הנוכחי, שנעשה במסגרת מיזם "שמש לכולם", התמקד בבעלי דירות בבניינים משותפים. המחקר בחן, מעבר לזיהוי חסמים ומניעים, כיצד גורמים כלכליים והתנהגותיים במוצר עצמו משפיעים על הנכונות של בעלי דירות להתקין מערכת סולארית בבניין המשותף שלהם.

בוצע ניסוי מקוון בקרב 1,016 בעלי דירות בבניינים משותפים בישראל, מרביתם גרים בדירות שבבעלותם, במדגם מגוון מבחינה גיאוגרפית ודמוגרפית. בעלי הדירות סיפקו מידע על הבניין שלהם (גודל גג, כמות דירות וכו') ואז הוצגו להם מספר הצעות שונות להתקנת מערכת פאנלים סולאריים עם עלויות ותגמולים אשר חושבו בהתאם למאפייני הבניין שלהם. המשיבים דירגו את ההצעות על היבטים שונים ובחרו את ההצעה המועדפת עליהם. תוצאות המחקר הראו כי קיימת העדפה גבוהה יותר להצעות המבוססות על השכרת המערכת בהשוואה להצעות של רכישה עצמית של המערכת. הצעות של השכרה היו אטרקטיביות בעיקר בגלל הישימות הגבוהה יותר שיוחסה להן. בנוסף נמצא כי הצגת התגמולים מהמערכת במיקוד על הרווח המשותף לבניין (לטובת שיפוצים וכו') העלתה גם משמעותית את התמיכה בהתקנת מערכת לעומת מצב בו התגמולים מחולקים בין הדיירות. מעבר לכך, נמצאה השפעה של מאפייני הבניין (גודל הגג, כמות הדיירות) על אטרקטיביות ההצעות, אך מאפיינים של בעלי הדירה (גיל, מגדר, השכלה, הכנסה) וגם נטיות אישיות לחדשנות ופרו-סביבתיות הראו קשר חלש בלבד על העמדות כלפי התקנת המערכת.

מסקנות המחקר מצביעות על החשיבות בשיפור ומיקוד התועלות של ההצעות להתקנת מערכות פאנלים סולאריים בבניינים משותפים כדי למקסם את האימוץ שלהן ומימוש הפוטנציאל הרחב הטמון בגגות בניינים משותפים בישראל. המחקר בוחן לראשונה את קהל בעלי הדירות בבניינים משותפים בישראל ומאיר על מספר גורמים התנהגותיים וכלכליים שיכולים להשפיע על סיכויי האימוץ של מערכות פאנלים סולאריים בקרב קהל זה. המחקר יכול לתרום לגיבוש וקביעת מדיניות אפקטיבית לעידוד התקנת פאנלים סולאריים בישראל ובעולם, ויכול לקדם את ההבנה המחקרית של המנגנונים המנבאים אימוץ של פתרונות סולאריים בבניינים משותפים. ביחד, יכול המחקר לתרום לשיפור הפתרונות המוצעים על ידי חברות פאנלים סולאריים לציבור הרחב.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑

טכנולוגיות להפחתת פליטות במשק האנרגיה

אולם M



יו"ר המושב: ד"ר שחר דולב, משרד האנרגיה והתשתיות

כל הדרכים מובילות לרומא, אילו דרכים מובילות למשק דל-פחמן בישראל?

ד"ר שחר דולב, מנהל תחום פיתוח מודלים ומדיניות ארוכת
טווח, אגף מדיניות תכנון ואסטרטגיה במשרד האנרגיה
והתשתיות

רכב חשמלי, העתיד כבר כאן

מר נחום יהושע, מנהל אגף תחבורה נקייה בחטיבת
אנרגיה מקיימת, משרד האנרגיה והתשתיות

ניהול ביקושים לטעינת כלי רכב חשמליים לקידום השילוב של אנרגיות מתחדשות ברשת החשמל בישראל

ד"ר אביב שטרן, האוניברסיטה העברית בירושלים

אסטרטגיית המימן של ישראל, איך היא קשורה אליי?

גב' ג'נט שלום, מנהלת אגף תכנון ומדיניות, משרד האנרגיה
והתשתיות

אנרגיות מתחדשות בסביבה הימית – מה צופן העתיד?

ד"ר אולגה זלטקין, מרכזת בכירה מחקר ימים ואגמים,
יחידת המדען הראשי במשרד האנרגיה והתשתיות



כל הדרכים מובילות לרומא, אילו דרכים מובילות למשק דל פחמן בישראל?

שחר דולב

משרד האנרגיה והתשתיות

באוקטובר 2021 פרסם משרד האנרגיה את מפת הדרכים למשק אנרגיה דל פחמן בשנת 2050. העבודה סקרה את המאפיינים הייחודיים של ישראל ואת התחזיות למשק האנרגיה והגיעה למסקנה כי הדרכים להשגת משק דל פחמן מתפרשות בין שני קצוות – ערוץ בו מירב האנרגיה תגיע ממקורות מתחדשים, בעיקר אנרגיה סולארית, וערוץ טכנולוגי בו כמחצית מהאנרגיה תגיע ממקור סולארי והשאר מטכנולוגיות שונות שתתפתחנה בעתיד. בהרצאה יסקור דר' שחר דולב מספר ערוצי איפוס טכנולוגיים, יבחן את היתרונות והחסרונות של כל אחד ויציע מתווה אפשרי לשילוב הטוב בכל העולמות.





רכב חשמלי, העתיד כבר כאן

נחום יהושע

משרד האנרגיה והתשתיות

שוק הרכב הגלובלי נמצא בטלטלה עקב המעבר ממנועי בעירה פנימית מבוססי דלקים פוסיליים לרכב חשמלי. גם בארץ אנו חווים מעבר מהיר לרכב חשמלי המציף בעיות בתחום פרישת עמדות הטעינה, התמודדות עם העומסים ברשתות החשמל העמוסות בערים, תקינה לגבי מגרשי חניה ובניינים חדשים ועוד. בהרצאה יתואר החזון של משרד האנרגיה והתשתיות ויפורטו הכלים ואמצעי המדיניות שיתמכו במעבר חלק ובטוח לרכב חשמלי בישראל.





ניהול ביקושים לטעינת כלי רכב חשמליים לקידום השילוב של אנרגיות מתחדשות ברשת החשמל בישראל

אביב שטרן¹, יעל פרג¹, נעמה טשנר², שירי צמח שמיר¹

1. אוניברסיטת רייכמן (הבינתחומי הרצליה)

2. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

אימוץ מאסיבי של מכוניות חשמליות צפוי לשנות את שוק הרכב העולמי והמקומי בשנים הקרובות. מצד אחד, המעבר למכוניות אלו יאפשר להניע כלי רכב במקור אנרגיה נקי, בעיקר ככל שייצור החשמל יתבסס על אנרגיות מתחדשות. עם זאת, כיוון שאנרגיות מתחדשות הן פעילות לסירוגין (intermittent) ואינן ניתנות להפעלה וכיבוי מכוונים (non-dispatchable), ניצול שלהן לצורך טעינת כלי-רכב חשמליים תלוי בשעה ביום שבה בעליהן יחליטו לטעון את רכביהם. החלטה זו תלויה בשלל שיקולים, ביניהם תעריף החשמל לאורך שעות היממה, מיקום עמדות הטעינה, נוחות ושיקולים אישיים נוספים.

מחקר זה מתמקד בבחינת צד הביקוש לטעינת כלי-רכב חשמליים, ובכלי מדיניות המתאימים לניהול ביקושים אלו באופן שיתרום לשילובן של אנרגיות מתחדשות ברשת החשמל.

המחקר כולל: (1) סקר הרגלי טעינה לנהגי רכב חשמלי בישראל ($N \approx 100$). הסקר מאפיין את דפוסי הטעינה הנוכחיים של בעלי רכב חשמלי בישראל (מבחינת ימים, שעות ביממה, משך ומיקום), בוחן את תפיסות הנהגים בנוגע לזמינותן של חלופות לטעינה ביתית, מעריך את הנכונות לשנות הרגלי טעינה קיימים ומאתר חסמים לטעינה בשעות עדיפות. (2) ניסוי בחירה בדידה (discrete choice experiment) לבחינת תכניות התערבות ($N \approx 450$). הניסוי בוחן נכונותם של צרכנים לקבל תמריצים בתמורה להסטת שעת הטעינה שלהם לשעות בעלות עדיפות מבחינת רשת החשמל. בנוסף, הניסוי בוחן את הנכונות לשלם פרמיה עבור טעינה בחשמל שיוצר מאנרגיות מתחדשות.

ממצאים ראשוניים מצביעים על תוספת של למעלה מ-3TWH לביקוש הצפוי לחשמל לטעינת רכב חשמלי כבר ב-2030. בהתבסס על דפוסי הטעינה הנוכחיים ובהיעדר טעינה מנוהלת, תוספת זו תגדיל במידה ניכרת את הביקוש בשעות השיא. עם זאת, ניכר כי קיימת נכונות לדחות את שעת הטעינה לשעות השפל של הלילה אם מוצע בהן תעריף נמוך יותר ובתנאי שהדבר מבוצע באופן אוטומטי על-ידי אפליקציית הטעינה. בנוסף, עולה כי במרבית המקרים טעינה יכולה להתבצע עד פעמיים בשבוע, מה שמצביע על ייתכנות גבוהה יותר לטעינה בשעות הצהריים, בסופ"ש או במקרים ההולכים ומתרבים בהם נהגים עובדים לעיתים מהבית. ממצאים בנוגע לנכונות להסיט ביקושים ולתמריצים האפקטיביים לשם כך יידונו בהרחבה בהרצאה.

למרות שהגדלת שיעורן של מכוניות חשמליות בצי-הרכב כמו גם הגדלת שיעור האנרגיות המתחדשות בתמהיל האנרגיה הם יעדים בולטים של מדינות רבות ובכללן ישראל, מדינת ישראל לא גיבשה אסטרטגיה כוללת לניהול הממשק שבין שני התחומים הללו. זאת ועוד, בחינה של הספרות העדכנית מגלה כי החוסר במחקר מעמיק בנושא הוא אינו נחלתה של ישראל בלבד. ממצאי המחקר יסייעו למדינת ישראל לגבש מדיניות שתאפשר כניסה נרחבת של רכבים חשמליים מבלי לפגוע ביציבות המערכת.



אסטרטגיית המימן של ישראל, איך היא קשורה אלי?

ג'נט שלום

משרד האנרגיה והתשתיות

מימן הינו יסוד המאפשר הפקת אנרגיה תוך פליטה של אדי מים בלבד. בעקבות המגמות העולמיות גם בישראל פורסמה אסטרטגיה להטמעת השימוש במימן במשק האנרגיה כחלק ממהלך ארוך טווח להפחתת פליטות גזי החממה ומזהמים אחרים. בהרצאה יתוארו הכלים בעזרתם ניתן להשתמש במימן במשק הישראלי כחלק מתהליך הפחתת הפליטות, יבחנו אמצעי המדיניות שידרשו להטמעה, ברמות שונות, של השימוש במימן במשק וכן התשתיות שידרשו לשם כך ותפורט האסטרטגיה לבחינת שילוב השימוש במימן במגזרים השונים ולוחות הזמנים להמשך.





אנרגיות מתחדשות בסביבה הימית – מה צופן העתיד?

ד"ר אולגה זלטיקין

משרד האנרגיה והתשתיות

העולם חווה התערורות בתחום הפקת אנרגיות מתחדשות בסביבה הימית ממקורות רוח, שמש, גלים, זרמים, גאות, ביומסה ועוד. בהרצאה יסקרו הטכנולוגיות להפקת אנרגיות מתחדשות בים הרלוונטיות למרחב הימי של ישראל, ויתוארו שיקולים הסביבתיים שיש לבחון. כמו כן, יפורט הסטטוס הנוכחי של הבחינות שנעשות במשרד להיתכנות ההנדסית והכלכלית לטכנולוגיות אלה, כולל הכנת הסקר האסטרטגי הסביבתי להפקת אנרגיות מתחדשות בים.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



יעילות ניצול מים ומאזני מים באזורי מדבר

אולם F



ד"ר המושב, ד"ר אלי טרונר, מ"פ מדבר וים המלח

מאזן מים באגן ניקוז באקלים צחיח-קיצון – המקרה של נחל בונים

ד"ר אבשלום באב"ד, מ"פ מדבר וים המלח

הארכת התאוששות וירדה בעמחייה באקלים צחיח-קיצון בעזרת חישה מרחוק
מר אריאל מרת, מ"פ מדבר וים המלח והאוניברסיטה העברית בירושלים

מיפוי שיטפונות במדבר מצילומי לוויין למחקרים אקו-הידרולוגיים

ד"ר טיוון איזקסון, מ"פ מדבר וים המלח

תצלומת העצים הנעלמים: הדומה בציחור
ד"ר ניצן שגב, מ"פ מדבר וים המלח

השמעת שבילי הליכה של עדרי צאן על פיזור מים במדחנות ותפקוד שטחי מרעה מדבריים
ד"ר אילן סתוי, מ"פ מדבר וים המלח

פאנל בנושא ניצול מים

בהובלת ד"ר שילי דור-חיים, מ"פ מדבר וים המלח

בהשתתפות:

מר איתי פרימן, רשות ניקוז ים המלח

ד"ר יעל סטורץ-פרץ, רשות המים

ד"ר אסתי צוער, רשות הטבע והגנים

ומדענים נוספים

מדבריות מוגדרות כמערכות מוגבלות מים. מבנה ותפקוד מערכות מדבריות ובכלל זה חצי-צחיח, צחיח וצחיח-קיצון, תלוי בזמינות המים. מערכות שלמות ובריאות הן בעלות יעילות ניצול מים גבוה שמאפשר מארג מזון עשיר ומגוון ויצרנות גבוהה. יעילות ניצול המים קובעת את מאזן המים באגן הניקוז והחלוקה בין חלחול, אידוי, רטיבות קרקע, הזנת מי תהום, יצירת נגר ושיטפונות ומים שהופכים לביומסה צמחית ולטרנספירציה.

מושב זה עוסק במאזני מים, בשטפונות והחתימה שלהם על הביומסה במדבר, היכולת שלנו לזהות זמינות מים בחישה מרחוק ומה ניתן ללמוד על יחסי מים-צמח מתוך כלים אלו ואחרים. המושב יעסוק בשטפונות ומים, לא רק כגורם מגביל, אלא גם כגורם הורס. בסיום המושב נקיים פאנל על ניהול אגני ניקוז במדבר.





השפעת חומרי הדברה על גישת "בריאות אחת"

אולם I



יו"ר המושב: ד"ר גל זגרון, המשרד להגנת הסביבה

בריאות אחת ורגולציית חומרי הדברה

ד"ר גל זגרון וד"ר אינאס כיאל טרבייה, המשרד להגנת הסביבה

השפעת חומרי הדברה על האדם

פרופ' תמר ברמן וד"ר ספי חסקין, משרד הבריאות

השפעת חומרי הדברה על הסביבה

ד"ר אהד אפיק, תחום דבורים והאבקה, אגף בעלי חיים, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

חומרי הדברה בחקלאות

ד"ר לילא שיני-חג'-יחיא, מנהלת אגף כימיה, השירותים להגנת הצומח, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

פאנל מומחים

בהנחיית ד"ר גל זגרון, אגף מזיקים והדברה, המשרד להגנת הסביבה

בהשתתפות:

פרופ' תמר ברמן וד"ר ספי חסקין, משרד הבריאות
ד"ר אהד אפיק וד"ר אורה משה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר





חומרי הדברה ובריאות אמת

גל זגרון, אינאס כאל טרבייה

המשרד להגנת הסביבה

בריאות אמת היא גישה משלבת ומאחדת תחומים שונים, שמטרתה איזון בר קיימא ומיטיב לבריאותם של בני אדם, בעלי חיים, צמחים ומערכות אקולוגיות.

חומרי הדברה הם חומר או תערובות של חומרים המיועדים לקטילה, הרחקה או הפחתה של מזיקים לאדם, לבע"ח או לחקלאות. חומרי הדברה משמשים בחקלאות כדי להגן על צמחים מפני נגעים ועל בעלי חיים מפני מזיקים ומחלות. ניתן לסווג חומרי הדברה באופן רחב על בסיס יישומים, אורגניזם מטרה או אופי כימי.

על בסיס מזיק מטרה ומקומות היישום, ניתן לקבץ תכשירי הדברה לתכשירי הדברה בחקלאות (להגנה על היבול ממזיקים כמו חרקים ועשבים שוטים); תכשירי הדברה בוטרינריה (כנגד מזיקים לבע"ח ובסביבתם); תכשירי הדברה תברואיים (כנגד מזיקים לאדם ולרכוש, בסביבת האדם); תכשירי הדברה על גוף האדם (כנגד מזיקים מוצצי דם). שימוש יתר או שימוש לא מושכל בחומרי הדברה עלול להביא להשלכות חמורות על בריאות האדם, בע"ח והסביבה. חומרי הדברה מזהמים את האוויר, המים, הקרקע והמערכת האקולוגית הכוללת ומהווים סכנה בריאותית חמורה לאדם וליצורים חיים.

בהתאם לנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה היקף השימוש בחומרי הדברה חקלאיים בישראל הנו הגבוה ביותר בהשוואה למדינות האיחוד האירופי, לעומת זאת השימוש בחומרי הדברה לתברואה ירד משמעותית בשנים האחרונות. ניתן להסביר את הירידה החדה בכמויות המשמשות לתברואה ברגולציה המחמירה על רישום תכשירי הדברה תברואיים ופרסום חוק הסדרת העיסוק בהדברה תברואית בשנת 2016.

מדינת ישראל נמצאת בהוטספוט אקלימי ובצומת יבשות המעודדות חדירה ושגשוג של מינים פולשים, בפרט מזיקים פולשים. חומרי ההדברה חיוניים להתמודדות עם מזיקים מעבירי מחלות, או נגעים חקלאיים, כלומר לחומרי הדברה תפקיד חשוב בשמירה על בריאות אמת מאידך שימוש שאינו מושכל בחומרי הדברה עלול להוביל לפגיעה קשה בבריאות אמת.

חשיפה אקוטית למינונים רעילים של חומרי הדברה מסוימים, בין אם בנסיבות מקצועיות ובין אם במקרה של הרעלה, עלולה לגרום להשפעות בריאותיות חמורות, ובכלל זה השפעות נוירולוגיות ומוות כמו כן, חשיפה מצטברת לחומרי הדברה נמצאה קשורה עם בעיות בריאותיות שונות, לרבות סוגים ספציפיים של סרטן, מחלת הסוכרת, הפרעות בדרכי הנשימה, הפרעות נוירולוגיות, תסמונות רבייה (מיניות/גנטיות) וגורמת לרמות גבוהות של דחק חמצוני המעלה את הסיכון להתפתחות מחלת הסרטן. תוצאים בריאותיים שליליים עלולים להתפתח עקב חשיפה ישירה, טיפול בחומרי הדברה או שאריות חומרי הדברה המצויות במזון.

חדירה של חומרי הדברה למי תהום ונחלים עלולה לפגוע באיכות מי השתייה, להביא להשפעות בריאותיות על האדם. בנוסף, חדירת חומרי הדברה לנחלים וסביבה מימית עלול לסכן את הסביבה המימית, בתי גידול לחים, אצות, כמו כן חיות בר וציפורים.

Exposure to Pyrethroid pesticides in Israeli children and adults: Results from the National Biomonitoring Program and implications for risk assessment

תמר ברמן¹, זהר ברנט-יצחקי², לודה גרויסמן¹, אפרת חורמן¹

1. משרד הבריאות

2. המרכז האקדמי רופין

Background: Pyrethroids are a major class of insecticides used worldwide in plant protection, veterinary and household applications. Pyrethroids are acutely neurotoxic in humans at high doses, and long - term neurotoxicity, including impact on verbal comprehension and working memory, has been suggested in epidemiologic studies.

Methods: In the framework of the National Biomonitoring Program we measured urinary pyrethroid metabolites in urine of adults and children in two study populations: a study population recruited in 2015-2016 and a study population recruited in 2020-2021. In the framework of the European HBM4EU initiative, we compared our results to those in European countries and conducted a quantitative risk assessment by comparing urinary concentrations with the human biomonitoring guidance values based on toxicological values.

Findings: Median urinary concentrations of 3-PBA (3-phenoxybenzoic acid), a common biomarker of exposure to several pyrethroids, were stable between 2015-2016 and 2020-2021 in adults and children. Median 3-BPA were higher in Israeli adults compared to European populations, whereas for children concentrations were comparable to other populations. When urinary concentrations of 3-PBA were compared to toxicologic guidance values, the risk assessment showed potential risk for children in all countries. In contrast, the refined risk assessment based on urinary concentrations and guidance values of specific pyrethroids suggest low exposure and the absence of health risks.

Conclusions: This study demonstrates potential use of data from the National Biomonitoring Program to measure cumulative population exposure to pyrethroid pesticides, to evaluate exposure compared to other populations, and to conduct quantitative risk assessment. It is important to continue monitoring population exposure to pyrethroids using biomonitoring and to incorporate biomonitoring data in risk assessments used to support regulatory decisions.

השפעת חומרי הדברה על האדם – מנהל תחום מזהמי מזון, המחלקה לניהול סיכונים במזון, שירות המזון הארצי, משרד הבריאות

ספי חסקין, זיוה חממא

משרד הבריאות

שירות המזון הארצי מנטר באופן שוטף שאריות חומרי הדברה במוצרי מזון (בעיקר פירות וירקות טריים, אך גם מוצרים נוספים), המשווקים ברחבי ישראל. הניטור מבוצע על ידי מפקחי שירות המזון הארצי בהתאם לתוכנית דיגום שנתית.

השימוש בחומרי הדברה נעשה בעיקר בשדה, והפיקוח בשדה הינו בסמכות משרד החקלאות. הפיקוח בדרכי השיווק נעשה על ידי שירות המזון במשרד הבריאות, כמעגל פיקוח שני. שירות המזון הארצי, מפקח גם על תוצרת חקלאית טרייה המיובאת לישראל.

הוועדה הבין-משרדית לאישור חומרי הדברה בחקלאות, בה חברים נציגי משרד הבריאות, החקלאות, הגנת הסביבה ומשרד העבודה, הרווחה והביטחון החברתי, מבצעת הערכה מחדש לחומרי הדברה פעילים המאושרים בישראל ("רביזיה"). הערכה מחדש של חומרי הדברה, הנעשית בוועדה הבין-משרדית, כוללת בחינת השפעות בריאותיות בכל הרמות: על כלל האוכלוסייה, על העובד המיישם אותם ועל עוברי אורח, ובחינת ההשפעות הסביבתיות, כל זאת תוך התייחסות לצרכים החקלאיים בישראל. במסגרת זו, הוועדה בוחנת את אישור השימוש בחומרי הדברה מקבוצות שונות, תוך שימת דגש על העדפת חומרי הדברה ידידותיים לאדם ולסביבה. הוועדה מעבירה המלצותיה למנהל השירותים להגנת הצומח שבמשרד החקלאות.

ועדה נוספת המשותפת למשרד הבריאות ולמשרד החקלאות היא הוועדה לשאריות חומרי הדברה ("ועדת שאריות"). ועדה זו, בוחנת באופן שגרתי, ימי המתנה (משך הזמן המינימלי בין היישום האחרון של תכשיר הדברה לקטיף התוצרת), וכן הרמות המקסימליות המותרות של חומרי הדברה המאושרים לשימוש בישראל, ומעדכנת אותם באופן תדיר. תקנות אלה, תוך התייחסות לעדכונים השוטפים שנעשו על ידי ועדת השאריות בנושא רמות מרביות מותרות (MRL), מהוות את הבסיס לקביעת חריגות.

תקנות בריאות הציבור, מגדירות את הרמה המרבית המותרת של כל חומר הדברה בכל גידול פרטני. השימוש בחומרי הדברה הינו צורך חקלאי, המאפשר גידול מסחרי באופן התורם לביטחון התזונתי של תושבי מדינת ישראל. יישום חומרי הדברה מושפע באופן ישיר מהמזיקים, סוג הגידול, תנאי מזג אוויר, סוג הקרקע וכיו"ב. בתוויות תכשירי הדברה, מפורטת רשימת הגידולים, עבורם מאושר השימוש באותו תכשיר הדברה, אופן היישום של כל תכשיר, ומשך זמן המתנה המינימלי הנדרש בין היישום האחרון של חומר הדברה לבין קטיף התוצרת.



השפעת חומרי הדברה על הסביבה: בורים וריסוסים – סיכום בדיקת שאריות חומרי הדברה בכוורות שנפגעו מריסוסים

אהד אפיק, שלומי זרחין

משרד החקלאות ופיתוח הכפר

רקע: ענף המכוורת, שעוסק בגידול חרקים, הוא אולי הענף המושפע בצורה הקשה והברורה ביותר כתוצאה מפגיעה לא מכוונת של ריסוסי מזיקים בחקלאות. בעיה זו חמורה במיוחד בתנאי הצפיפות בארץ בהם לא ניתן להרחיק באופן יעיל את הדבורים ממוקדי ההדברה ומאות כוורות נפגעות מדי שנה בכל רחבי הארץ. הפגיעה מתבטאת במקרים רבים בתמותה מרובה של דבורים בפתח הכוורת, לעיתים עד כדי חיסול הכוורת כולה, אולם מוכרים גם סימפטומים נוספים. מטרת המחקר היא לנסות ולהבין מהם חומרי ההדברה המסכנים את הכוורות ובמידת האפשר לשייך אותם לגידול שבו הם מרוססים. באמצעות הבנת הבעיות העיקריות אנו שואפים להקטין את חומרת הנזק לענף גידול הדבורים

שיטות: במהלך שמונה השנים האחרונות נערכו קרוב לחמישים בדיקות מעבדה לשאריות חומרי הדברה בדבורים מתות, שנאספו מפתחי כוורות במקרים בהם עלה חשד לפגיעה כתוצאה מריסוסים. בדיקות אלו מהוות רק מדגם קטן של מקרי הנזק באותן השנים והן התמקדו במקרים בהם הנזק היה חמור במיוחד או שלא ניתן היה להעריך מהו מקור הנזק.

תוצאות: בבדיקות נמצאו שאריות של יותר מ-30 חומרי הדברה שונים, רובם קוטלי חרקים אך נמצאו גם קוטלי עשבים וקוטלי פטריות. החומרים הנפוצים ביותר שנמצאו היו קוטלי העשבים אוקסיפלורפן ודירון, שאינם נחשבים כרעילים לדבורים, וכן החומר אמיטרז המשמש להדברת אקריות בכוורת. הנפוצים מבין החומרים הרעילים לדבורים היו: מתיוקארב, אימידכלופריד, ביפנתרין ואבמקטין. מנגד, מעניין לציין שבשנות המחקר כמעט ולא נמצאו זרחנים אורגניים.

דיון: תוצאות הבדיקות מאפשרות להעריך מהם חומרי ההדברה המהווים את עיקר הסכנה לדבורים בשדה. בחלק מהמקרים ניתן לקשר בין חומר ההדברה לגידול שבו הוא מרוסס וכך להעריך מהם הגידולים החקלאיים המהווים בעיה עבור הדבורים. מעבר לחשיבות הישירה של ממצאים אלה עבור ענף גידול הדבורים בארץ, ניתן לראות את דבורי דבש גם כסמנים ביולוגיים למצב בריאות הסביבה ולסכנות הניצבות בפני אוכלוסיית החרקים בבתי הגידול הסמוכים לשטח החקלאי. אנו מקווים שבאמצעות שיתוף פעולה בין הצדדים המעורבים ניתן יהיה להמשיך ולגדל דבורים ולהנות משירותי ההאבקה שהן מספקות לחקלאות.

תרומת המחקר: תוצאות הבדיקות מסייעות בשלב הראשון לכוון שנפגע להבין האם מקור הנזק לכוורות הוא אכן שימוש בחומרי הדברה ובמידת האפשר מהו הגידול שממנו מגיע החומר. בשלב השני, לאחר סיכום הממצאים, נכתבות המלצות לדבוראים מאילה גידולים ובאילו עונות כדאי להרחיק את הכוורות והמלצות לחקלאים כיצד ניתן לרסס מבלי לגרום לנזק משמעותי לכוורות. המחקר משפר את ההבנה של המתרחש בשדה ומאפשר לצמצם את הנזק הנגרם לענף המכוורת ולשירותי ההאבקה שהוא מספק לגידולים השונים.





חומרי הדברה בחקלאות: היקפים ומגמות ברישוי תכשירים להגנת הצומח בארץ –

אתגרים והזדמנויות

לילא שיני-חג'-יחיא

משרד החקלאות ופיתוח הכפר

השירותים להגנת הצומח ולביקורת (להלן הגה"צ) במשרד החקלאות ופיתוח הכפר, אחראי בין היתר על רישוי תכשירי הדברה (תכשירים להגנת הצומח) המיועדים לשימוש בצמחים, ואחראי על הפיקוח ואכיפה על השימוש בתכשירי הדברה בקרב החקלאים המקומיים. בהרצאה יוצגו (1) הקריטריונים העיקריים לאישור תכשירי הדברה בארץ, כמו הוכחת יעילות של תכשירי הדברה, בחינת ההשפעות הטוקסיקולוגיות של התכשיר על האדם, בעלי חיים והסביבה וקביעת ערכי שאריות מרביות של החומרים. (2) הערכה מחדש לתכשירי הדברה המבוצעים בעשור האחרון בדגש על חומרי הדברה שאינם רשומים במדינות האיחוד האירופי. תובנות עיקריות ומה עומד מאחורי החלטות משרד החקלאות באשר המשך או ביטול השימוש באותם חומרי הדברה. (3) פעולות משרד החקלאות לצמצום השימוש בחומרי הדברה דרך לדוגמה מימון מיזמי הדברה. (4) הצגת סקרי שאריות חומרי הדברה שמשרד החקלאות עורך עבור תוצרת החקלאית הטריוויה, עיקר ממצאי שאריות חומרי הדברה אשר מהווים בסיס לגיבוש מדיניות של משרד החקלאות בכל הקשור לחומרי הדברה. (5) האתגרים העיקריים הניצבים בפני משרד החקלאות, בעיקר האופן הנכון להכרה בתקינה האירופית והגבלת מכירה של תכשירי הדברה רעילים.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑





בתי גידול לחים ונגר

אולם K



יו"ר המושב: פרופ' אביטל גזית, אוניברסיטת תל אביב

השפעת שינוי האקלים על נחל חרמון

גב' אביב אבישר, מכון דש"א

ניתוח מגמות באירועי גשם כבד בישראל

ד"ר אסף ציפורי, השירות המטאורולוגי הישראלי

עיצוב מורפולוגיה נחלית למקסום מטרות שיקום נחלים

ולשיפור שירותי המערכת האקולוגית על ידי שימוש

בפתרונות מבוססי טבע

ד"ר אורה משה, מרכזי מחקר ופיתוח של משרד החקלאות

ופיתוח הכפר

השפעת פעילות אדם על איכות המים בנחל באגן חקלאי

– נחל נהלל כנחל מודל

מר אליאב שטול-טראורנינג, מנהל המחקר החקלאי – מכון

וולקני

הקשר בין פוטנציאל יצירת הנגר ופיזור שיטים באגני

משנה של נחל שיטה

ד"ר רחל ארמוזה זבולוני, מו"פ מדבר וים המלח

ברכת חורף – ברכת שמש, בית גידול ייחודי בישראל

פרופ' אביטל גזית, אוניברסיטת תל אביב





השפעת שינוי אקלים על נחל חרמון

אביב אבישר ולביא קורן

מכון דש"א

אגן הים התיכון הממוקם על קו המדבריות העולמי רגיש במיוחד לשינויים אקלימיים. ככלל, בשלושים השנים האחרונות ישנה מגמת הפחתה בכמות המשקעים הכללית בישראל ובממוצע, שבעה ימי גשם פחות בכל חורף. הירידה בנפח הגשם אינה קורלטיבית לירידה בשפיעת המעיינות. למעשה, מחקרים מצביעים על כך שירידה של אחוזים בודדים בכמות הגשמים תתבטא בירידה של עשרות אחוזים בנפח המים המגיעים לאקוויפר ומזינים את המעיינות. במחקר הנוכחי בחנו את תהליכי שינוי האקלים בנחל חרמון ובמעיינות הבניאס והקצינים. מצאנו שירידה של 15 אחוז בנפח הגשם באגן הניקוז, התבטאה בירידה של כ-20 אחוז בספיקת המעיינות הבניאס והקצינים המזינים את נחל חרמון (מאז 1970). עוד עולה מהניתוח, שלמרות הירידה בספיקות, כמות המים שנלקחים מנחל מאז שנות ה-70 גדלה פי ארבע. זאת ועוד שאל הנחל מוזרמים מי פלט מבריכות הדגים הסמוכות ובקר מזהם את מימיו. לאורך הנחל לא פחות משמונה מבנים החוסמים את זרימת המים החופשית בנחל, מעצימים את השפעת הזיהום ומגבילים את יכולתם של דגים ובעלי חיים אקוויטים לנוע ולמצוא מקלט קר, נקי ובטוח במעלה הנחל. הפגיעה ביציבות הספיקות ובאיכותם צפויה להחריף עם השינוי האקלימי ולפגוע בחברה הייחודית המאכלסת את מקורות הירדן. מאחר שמדובר על חברה הידרוביולוגית המאפיינת נחלים קרים, במקרה של התייבשות, לפאונה של נחל חרמון אין מקור להתחדשות ועל כן אירועי התייבשות תכופים עלולים לשנות את פני הנחלים הללו לעד. מאחר שיכולתנו להשפיע על שינוי האקלים ועל הירידה בכמות המשקעים אפסית, החוקרים סבורים שעלינו לפעול למתן את השפעות האדם בנחל ולהגדיל את חוסנו ויכולתו להמשיך להעניק לאדם שירותי מערכת, גם בעידן של אקלים משתנה. מאיר לראשונה את השפעת שינוי האקלים על מערכת אקולוגית טבעית, ומציג את ההשפעות בגישת שירותי המערכת.





ניתוח מגמות באירועי גשם כבד בישראל

אסף צפורי, נועם חלפון, יצחק יוסף, עמוס פורת ואבנר פורשפן

השירות המטאורולוגי

מחקרים ותחזיות מודלים גלובאליים ואזוריים צופים כי לצד ירידה בכמויות הגשם השנתיות באזורנו, צפויה גם עלייה באירועי גשם קיצוניים. כדי לבדוק סוגיה זו בישראל, ערכנו בחינה של מגמות בימי גשם בעלי פוטנציאל להצפות ("גשם כבד") בין השנים 1951-2021 באמצעות נתוני גשם מ-58 תחנות הומוגניות. על-בסיס נתונים אלו, נותחו המגמות עבור כמויות גשם מקסימאליות שנתיות למשכים של יום אחד עד שבעה ימים. בנוסף, נבדקו השינויים במספר האירועים שעברו ערכי סף מוגדרים מראש בפרקי זמן של מיום אחד ועד ארבעה ימים. ניתוחים אלו בוצעו הן עבור כל תחנה בנפרד והן עבור אשכולות של תחנות שהוגדרו באופן אובייקטיבי באמצעות ניתוח אשכולות היררכי (Hierarchical Cluster Analysis).

ממצאי המחקר מראים כי קיימת מגמת עליה מובהקת בכמות הגשם היומית המקסימאלית השנתית בחלקה הצפון מערבי של הארץ. ברוב חלקי הארץ נמצאה נטייה לעליה בכמות הגשם היומית המקסימאלית ללא מובהקות סטטיסטית, כאשר המגמות בארבעת העשורים האחרונים (1981-2021) היו חזקות יותר לעומת הבחינה של כל התקופה (1951-2021).

בחינת המגמות באירועי סף מראה כי ברוב התחנות ישנה עלייה בתדירות האירועים במחצית השנייה של התקופה הנבחנת לעומת (1986-2021) לעומת המחצית הראשונה (1951-1985), כאשר עיקר השינוי התרחש בצפון מערב הארץ. יש לציין כי משנות ה-50 ועד תחילת שנות ה-80 של המאה הקודמת נמצאה ירידה בתדירות של רוב המדדים הנבחרים, ואילו משנות ה-80 ואילך ישנה עלייה. בנוסף, כפי שעולה מניתוח רגרסיה לוגיסטית, בצפון מערב הארץ הסיכוי לקיום אירועים אשר יעברו את ערכי הסף המוגדרים לעיל עלו בצורה ניכרת כאשר העליות החדות והמובהקות ביותר נמצאות באזור החוף הצפוני.

מחקר זה מראה כי בצפון מערב הארץ קיימת מגמת התגברות לאירועי גשם כבד, כמו גם עלייה בכמויות הגשם המקסימאלי במדדים שנבחנו. מרכז הארץ גם כן מאופיינית בנטייה לעליה במדדים השונים אם כי פחות חזקה ומובהקת.

תוצאות המחקר ממחישות את הצורך בהתאמה ותכנון תשתיות שיעזרו להתמודד עם הגידול בכמויות גשם יומיות ועימן הגברת הסיכון להצפות ושיטפונות.

המחקר מסייע למשרדי הממשלה בבניית מדיניות לגבי אירועי גשם כבד והצפות, בינהן- תוכניות ניקוז, קרן נזקי טבע לחקלאים ועוד. יש לציין כי בימים אלו מתבצע מחקר המשך הבוחן את השינוי בעוצמות הגשם התת יומיים (ממשכים של 5 דק' ועד 48 שעות), ובמידת האפשר תוצאות אלו יוצגו גם (בהתחשב במגבלת הזמן).





עיצוב מורפולוגיה נחלית למקסום מטרות שיקום נחלים ושיפור שירותי המערכת האקולוגית על ידי שימוש בפתרונות מבוססי טבע

אורה משה

מרכזי מחקר ופיתוח של משרד החקלאות

שיקום מורפולוגי הינו מרכיב חשוב בשיקום נחלים מופרים. המורפולוגיה של התעלה היא תוצאה של נוכחות והטרוגניות של יחידות גיאומורפולוגיות. ההטרוגניות המורפולוגית של קטע הנחל חשובה למגוון בתי הגידול במערכות הנהרות, יחד עם היכולת להעביר זרמים, שיטפונות וסדימנט. הפרה של המאפיינים הטבעיים של הנחל כוללת יצירת קטעי נחל הומוגניים, נוכחות של מתקנים מלאכותיים (כגון ייצוב גדות), תחזוקת ערוץ או התאמות ערוץ. התוצאה היא אובדן הקישוריות למישור השיטפון יחד עם אובדן מגוון בתי גידול, וירידה בתפקוד של הנחלים. כחלק ממאמצי שיקום הנהר, נדרשים מאמצים לשיקום מורפולוגיה של הערוצים, למשל, יחס רחב לעומק של הנחל בתנאים טבעיים, ליעול כוח הנחל ויכולת הובלת משקעים. ניתן להשיג מגוון יעדים אקולוגיים על ידי שימוש בפתרונות מבוססי טבע לתכנון התעלה הכוללים: (1) ייצוב גדות, (2) שיפור הקישוריות והמשכיות זרימת המים והמשקעים, ו-3) הגדלת מגוון בתי הגידול על ידי יצירת סוגים שונים של בתי גידול יבשים ורטובים באזורים שונים של הנחל. מוצגות תוצאות מאוסף של מספר רב של נתונים הכוללים חתכים, מידת ההיצרות, קישוריות מישור הצפה, גובה, שיפוע ויצבות הגדה, המאפשרים יצירת תמונה בסיסית של מצב הנחל, ולהשוואה בין מצב הבסיס למצב לאחר פעולות שיקום. הדבר מאפשר הערכה של יעילות הפעולות לאורך זמן יחד עם הערכת יכולתו של הנחל להגיע לשיווי משקל לאחר ההפרה.

לישראל הותאם מדד להערכת תנאים גיאומורפולוגיים, המבוסס על שיטה אירופאית הבוחנת את מידת הפונקציונליות של הצמחייה הנמצאת בנחל ויכולתה לתמוך בתהליכים מורפולוגיים שונים. חשיבותה של צמחיית הנחלים קשורה להשפעתה על ייצוב הגדות ולמגוון רחב של יתרונות אקולוגיים נוספים. חתכי גובה ורוחב של הנחלים מוצגים כדי להדגים מגוון תנאים של מורפולוגיה של הנחל. בנוסף, מוצגים גורמים המגבירים את יציבות גדות הנהר, כגון שיקום מערכות אקולוגיות של גדות הנהר, התמקדות ספציפית במיני עצים, על מנת להעניק יתרונות מרובים למערכת האקולוגית של הנהר. מוצגות גם, המלצות מוגדרות לתכנון פעולות שיקום גיאומורפולוגיות המבוססות על תכנון מונחה נתונים, מדידות פריקה, עומסי משקעים, אינדיקטורים מורפולוגיים ויעדי פרויקט ספציפיים. חשיבותו של מחקר זה למדיניות היא בכך שהוא מגדיר את הנתונים הדרושים, מדדים ספציפיים ויעדים ברורים החסרים כיום בפרויקטים של שיקום גיאומורפולוגי של נחלים בישראל. מומלץ ליישם את הנחיות ממחקר זה לצורך שיפור מאמצי שיקום הנחלים.





השפעת פעילות אדם על איכות המים בנחל באגן חקלאי – נחל נהלל כנחל מודל

אליאב שטול-טראורינג¹, נירית ברנשטיין¹, חוּעִי אגוזי² ומתן בן-יונה³

1. מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני

2. משרד החקלאות ופיתוח הכפר

3. התחנה לחקר הסחף

פעילות חקלאית אינטנסיבית המייצרת מזון כוללת גם איחוז מקורות המים, הסדרת אפיקים מפותלים וניתוק פשטי הצפה - פעולות המובילות להגרעה של איכות המים בנחלי ישראל. בשנים האחרונות אנו עדים לפעילות מוגברת בתחום שיקום הנחלים, אולם זו ממוקדת בעיקר בשיפור מורכבות מבנית של האפיק, שיקום צמחייה, פיתוח נופי וטיילות, ולא בהשבת התפקודים האקולוגיים של המערכת הנחלית. שיקום נחלים מבוסס ידע מחייב סגירת פערים בהבנת ההשפעות האנתרופוגניות על איכות המים בנחלים.

מטרת מחקר זה היא לבחון דינמיות של פרמטרים של איכות מים בנחל אלוביאלי באגן חקלאי בזיקה ל-1) מעלה מול מורד; 2) זרימת בסיס מול זרימות מי-גשמיים; 3) פתיחת או סגירת מחסום הידראולי (סכר). נחל נהלל, יובל של נחל קישון במערב עמק יזרעאל, שימש כנחל מודל למחקר ונדגם לאורך שנתיים ב-13 נקודות בתדירות של פעמיים-פעם בחודש. הדגימות נבדקו למספר רב של פרמטרים כימיים לרבות מליחות, חומרי הזנה, ומתכות כבדות והשוו לסטנדרטים מקובלים.

תוצאות המחקר הראו, שבניגוד למצופה, בנביעות זרימות הבסיס במעלה, נרשמו ריכוזי ניטראטים וזרחן גבוהים מאשר במורד, יתכן כתוצאה מהשקיה רבת שנים בקולחים באיכות ירודה. סברה אחת לשיפור באיכות - ירידה של עד כ-30% בריכוזי ניטראט וזרחן לאורך קצת מעל 2 ק"מ – היא ביורמידיציה, קליטת חומרי הדישון במי הנחל על ידי צמחיית האפיק והגדות. התוצאות מלמדות בחשיבות השקעת מאמצים לשיפור איכות מי הבסיס (מי תהום), שאינה פחותה ממניעת כניסת תשטיפים ומזהמים לנחל.

בהשוואת ימים גשומים ליבשים, נרשמה ירידה בריכוז הניטראט כתוצאה ממהיול על ידי מי הנגר. עם זאת, על אף הספיקה הגבוהה, ריכוזי הזרחן בימי גשם גדלו, כנראה כתוצאה מהסעת זרחן מהקרקע בשדות החקלאיים הסמוכים. תוצאות אלו מעידות על חשיבות אימוץ ממשקי עיבוד משמרי קרקע ורצועות חיץ צמחיות למניעת איבוד חומרי דישון מהשדות לנחל.

התוצאות מנקודות הדיגום בסכר על הנחל ובסמוך לו מלמדות על שיפור בריכוזי החנקן והזרחן בימים בהם היה פתוח ועל חשיבות יישום ממשקי ניהול ופתרונות הנדסיים למאגרים שאינם תופסים את כל זרימות הבסיס ומאפשרים זרימה חופשית ורציפה בנחל.

מספר נקודות הדיגום והפרמטריים הכימיים שנבדקו והתדירות הגבוהה, לרבות כ-25 דיגומים בשנה הראשונה, מספקים מסד נתונים ייחודי על איכות המים בנחל באגן חקלאי בישראל. המידע שנאסף יכול לסייע לגיבוש פתרונות מושכלים לפרויקטים שיקום נחלים וניהול אגני בנחלים החקלאיים הרבים בישראל. מקטע מנחל נהלל, במעלה האגן, נמצא בעיצומו של תהליך פרויקט הדגמה לשיקום נחל. הנתונים שנאספו על המצב הקיים היום ישמשו כבסיס שיאפשר מעקב על השפעת מאמצי השיקום על איכות המים.



הקשר בין פוטנציאל יצירת הנגר ופיזור שיטים באגני משנה של נחל שיטה

רחל ארמוזה-זבולוני

מו"פ מדבר וים המלח

נחל שיטה מהווה תחנת LTER המתמקדת בקשר שבין שיטים וזמינות מים שמקורם בגשם ושיטפונות. בתחנה, הממוקמת בערבה הדרומית בתנאי צחיח קיצון, מתבצע ניטור הידרולוגי ואקולוגי הכולל שיטים ומגוון מינים מ-2015. בעבודה הנוכחית בחנו מאפיינים המשפיעים על יצירת נגר ואת אוכלוסיות השיטים בערוצי משנה של נחל שיטה, במטרה להבין את הקשר בין פיזור העצים לפוטנציאל יצירת נגר באגנים קטנים. במעקב אחרי גשם וזרימות מ-2015, אפיינו את ימי הגשם באגן ואת סף הגשם ליצירת נגר וזרימה. ב-47% מימי הגשם ישנו פוטנציאל ליצירת נגר מקומי, גשם בטווח שבין 1-12 מ"מ. גשם זה אינו מספיק ליצירת זרימה רציפה באגן אך חשוב לשגשוג השיטים בערוצי משנה. דפוס יצירת הנגר משתנה בין יחידות ליתולוגיות. נגר עילי באירועי גשם קטנים נוצר במהירות גבוהה על גבי תשתית סלעית של תצורת מישאש, האופיינית לגבעות הדרומיות והצפוניות במעלה ערוצי המשנה, במקום בו מתבססים ומשגשגים עצי שיטה. עצים בראשי האגנים מתבססים בשטח ניקוז קטן בעל כיסוי מישאש גבוה. הכיסוי הסלעי תורם ליצירת נגר באירועים קטנים ומבטיח את שגשוג השיטים גם בשנים שחונות. על גבי החמדות (משטחי רג) יצירת הנגר איטית יותר באירועי גשם קטנים וניכר כי במרבית ערוצי המשנה צפיפות השיטים יורדת עם הגדלת שטח הניקוז במעבר האפיק על גבי החמדות. בנוסף, מצאנו כי היחידה החרסיתית מתצורת צחיחה תורמת לשגשוג השיטים. ככלל, דגם הפיזור של השיטים הכולל אוכלוסיות מבודדות במעלה ערוצי המשנה מגדיל את התפוצה הגאוגרפית ומסייע בשימור השיטים והמגוון הביולוגי הנלווה. תוצאות אלה מחזקות את ההבנה שלנו על הקשר בין פוטנציאל ליצירת נגר ופיזור שיטים באגנים קטנים. תובנות אלה תורמות להערכה של יכולת העמידות של שיטים בפני תקופות יובש.





בריכה חורף – בריכת שמש, בית גידול ייחודי בישראל

אביטל גזית ואלדד אלרון

אוניברסיטת תל אביב

בעקבות הקמת הרכבת הקלה חיפה-נצרת, ממנה חברת חוצה ישראל איפון לימנולוגי והידרו-ביולוגי מוקדם של בריכת חורף באזור תחנת הרכבת "מרכזית המפרץ" שתופר במסגרת עבודות ההקמה. האפיון המוקדם נועד לאפשר שיקומה לאחר סיום העבודות. תוך כדי האפיון נתגלתה בריכת חורף יוצאת דופן מכל המוכר בישראל וככל שידוע לנו, אף במקומות אחרים בעולם. בריכת חורף זו צפה על פני שכבת מים מלוחים. מצב זה אפשר קיום בריכת חורף "בקומה העליונה" והשילוב עם "הקומה התחתונה" יצר "בריכת שמש".

הבריכה נבדקה לאורך תקופת קיומה בשיטות סטנדרטיות, לימנולוגיות (חיישנים לבדיקת פרופיל) והידרו-ביולוגיות (דיגומי רשת 70 ו-500 מיקרון). בבריכות חורף רגילות טמפ' המים לרוב שווה לכל עומק הבריכה וקרובה לטמפרטורת האויר בחורף. ב"בריכת מרכזית המפרץ הצפונית" נתגלה פרופיל טמפרטורה חריג שמתפתח לאורך העונה בו טמפרטורת המים הגבוהה ביותר (עד 37° צלזיוס) היא סמוך לקרקעית, תופעה אופיינית ל"בריכות שמש". בפני המים (10 ס"מ) טמפ' המים הייתה רגילה לעונה (26° - 7° צלזיוס, ינואר – אפריל, בהתאמה). פרופיל המוליכות החשמלית הראה התפתחות של הלוקלינה (גרדיאנט מוליכות חשמלית גובר עם העומק) בטווח עונתי שבין כ-8.4 – 11.4 מיליסימנס בפני המים ל-23 – 42 מיליסימנס סמוך לקרקעית (עומק 50 – 70 ס"מ). בשכבה העליונה התקיימו מינים של חסרי חוליות המצויים בברכות חורף. בשכבה התחתונה התקיימו בשפע רב גלגיליות העמידות למליחות גבוהה. סה"כ זהו בבריכה 29 טקסונים של חסרי חוליות אקואטיים, מתוכם, 21 חסרי חוליות גדולים (נאספו ברשת 500 מיקרון) והשאר בטווח גודל שבין 70 ל-500 מיקרון (נאספו ברשת 70 מיקרון). בבריכות חורף שגרתיות עושר הטקסונים נע לרוב בין 20 ל-30 טקסונים, כך שבבריכה הייחודית עושר הטקסונים גבוה (אם ובלי מיני הזואופלנקטון). מהבריכה הייחודית נעדרו פרוקי רגליים בלעדיים לברכות חורף כדוגמת זימירגל, תריסנים, ובוצנים. העדרם מוסבר במליחות הגבוהה יחסית בשכבה העליונה בהשוואה לשאר ברכות החורף. לאחר ההתייבשות, מתפקד אגן הבריכה כמלחה. יש לעשות כל מאמץ לשחזר ולשקם בריכה זו שהיא תופעת טבע ייחודית בישראל.

המחקר הצביע על קיומה של בריכת חורף יוצאת דופן בכל קנה מידה מוכר עד כה. תופעת טבע ייחודית שאמורה לעבור הפרה ולאחר מכן שיחזור ושיקום.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



קיבוע ולכידה של פחמן אטמוספרי בים וביבשה

קיבוע ולכידה של פחמן אטמוספרי – מעומק הקרקע ועד

הקמת סטארט-אפ

אולם M CO₂

יו"ר המושב: ד"ר נעמה לנג-יונה, הטכניון – מכון טכנולוגי
לישראל, הפורום האקדמי לקיבוע פחמן

מיפוי הסיכון והסיכוי של הזרקת פחמן דו-חמצני לתת-
הקרקע

ד"ר יניב אדרי, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

העתיד של קיבוע פחמן במינרלים

פרופ' סיימון עמנואל, האוניברסיטה העברית בירושלים

מדריך לטרמפיסט – Life Cycle Analysis (LCA)

ד"ר תמר מקוב, אוניברסיטת בן-גוריון בעב

קיבוע פחמן טבעי, סקאלבילי וכלכלי

מר רם עמר, CEO של חברת Rewind

ישראל – אקלים של חדשנות

ד"ר חנן ברנד, סמנכ"ל ומנהל חטיבת הזנק, רשות
החדשנות

המושב בשיתוף הפורום האקדמי לקיבוע פחמן

אולם M CO₂

יו"ר המושב: ד"ר אבנר גרוס, אוניברסיטת בן-גוריון בעב,
הפורום האקדמי לקיבוע פחמן

הצגת הפורום האקדמי לקיבוע פחמן

ד"ר אבנר גרוס, אוניברסיטת בן-גוריון בעב

הזדמנויות ומבט לעתיד קיבוע הפחמן

ד"ר ג'וש שטיינברג, טרנדים

מערכת הקרבונט ככלי לקיבוע פחמן בים

פרופ' יונתן ארז, האוניברסיטה העברית בירושלים

המפגש בין מחזור הפחמן ועולם החי בים

פרופ' דרור אנג'ל, אוניברסיטת חיפה

גורלו של אטום פחמן בעץ: יומן מסע

ד"ר תמיר קליין, מכון ויצמן למדע

שחזור בתי גידול מוצפים – יתרונות וחסרונות כפתרון

מבוסס טבע לקבוע פחמן

ד"ר יואב רוזנברג, המכון הגיאולוגי לישראל

המושב בשיתוף הפורום האקדמי לקיבוע פחמן





לפי דוח ה-IPCC, כדי לייצב את ריכוז גזי החממה באטמוספירה ולהגביל את עליית הטמפ' העולמית ל-1.5 מעלות לעומת התקופה הטרומ תעשייתית עלינו להסיר בכל שנה מיליארדי טונות של פחמן דו חמצני מהאוויר כבר בעשורים הקרובים ולדאוג לקבורתו לפרקי זמן ארוכים.

בישראל פועלים כיום עשרות חוקרות וחוקרים בעלי שם עולמי אשר מחקרם מתמקד בהפחתה של ריכוזי גזי החממה באטמוספירה על ידי סילוקו מהאוויר ואגירתו לזמן ארוך במערכות שונות. בנוסף, בישראל קיימות עשרות חברות הזנק וארגונים המקדמים פתרונות להפחתה של פחמן אטמוספרי. לפיכך, יש למדינת ישראל הזדמנות להפוך למרכז פיתוח חדשנות ופתרונות להפחתת גזי חממה ברמה העולמית. לשם כך הקמנו את הפורום האקדמי הישראלי לקיבוע פחמן שמטרתו להפוך את האקדמיה הישראלית למרכז לחדשנות ופיתוח פתרונות מבוססי ידע להפחתת גזי חממה באטמוספירה על ידי קידום מחקר אקדמי ושיתופי פעולה עם העולם העסקי והתעשייתי. בכנס הנוכחי נקיים שלושה מושבים רצופים שיעסקו בשיטות קיבוע ולכידה של פחמן אטמוספרי בים, בצמחיה, בבתי גידול לחים, בתת ובפני הקרקע ובתרומתן של מערכות אקולוגיות ים תיכוניות ומדבריות לקיבוע פחמן בישראל. בנוסף יוצגו דוגמאות להפיכת רעיון מחקרי לסטארטאפ מצליח.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



שינוי אקלים ממיקרו למקרו

אולם H



יו"ר המושב: פרופ' ענת צ'צ'יק, אוניברסיטת בר-אילן

אמידת שיאי הביקוש לחשמל בחורף ובקיץ במדינת ישראל בעזרת פונקציות תלות רב פרמטריות והשפעתן האפשרית על הכחתת פליטת גזי חממה
ד"ר משה קלנר, נגה, מנהל מערכת החשמל

פיתוח כלי מבוסס מ"ג לחישוב רמות הצללה עירונית ומיפין ברזולוציה גבוהה
פרופ' אור אלכסנדרוביץ', הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

צמצום פליטות מתחבורה באמצעות הרחבת עבודה מהבית – Mixed-Methods Research
גב' שירה לב-עמי, אוניברסיטת בר-אילן

מודעות וידע – המפתח להשתתפות אזרחים במעבר לאנרגיות מתחדשות בישראל
מר ג'וזף קידר, אוניברסיטת חיפה

מעורבות חברתית בבניית חוסן לשינוי האקלים ברשויות מקומיות ערביות
גב' אלאא עביד, אגודת הגליל

האם בנייה ירוקה חוסכת באנרגיה? השוואת צריכת החשמל בין 'דירות ירוקות' לסטנדרטיות ובחינת דפוס השימוש בחשמל לאקלום הבית
גב' דיאנה בוגין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב



אמידת שיאי הביקוש לחשמל בחורף ובקיץ, במדינת ישראל, בעזרת פונקציות תלות רב פרמטריות והשפעתן האפשרית להפחתת פליטת גזי חממה

משה קלנר¹, זינובי לנדסמן², אודי מקוב²

1. נגה, מנהל מערכת החשמל

2. אוניברסיטת חיפה

האיום המתגבר של שינויי האקלים בעולם והעדר משאבים עקב צריכה מוגברת של דלקים מאנרגיות מזהמות הינה בעיה הדורשת הערכות של גופים הקובעים מדיניות בכל העולם.

בישראל, חברת ניהול המערכת, הגוף הממשלתי האחראי על ניהול משק החשמל, רואה בשינוי האקלימי את אחד מאתגריה הבולטים. הגידול בביקושים לחשמל מחייב הערכות מערכתיות ותכנון קצר וארוך טווח. בטווח הקצר, הערכות נכונה מאפשרת עיכוב ביציאת יחידות ייצור לתחזוקה, והפחתת גזי חממה על ידי ניהול מדויק של יחידות הייצור ותיעודף ליחידות עם חתימה פחמנית נמוכה. בטווח הארוך, הערכות נכונה של תחזית הביקוש לחשמל מאפשרת תכנון נכון של מערכת הייצור והתאמתה ליעדי הממשלה לאנרגיה מתחדשת, כך שתתאפשר אספקה סדירה של חשמל העונה על סך הביקושים וכן על שיאי הביקוש שהינם ערך הביקוש המקסימלי בנקודת זמן נתונה במשך היום.

שינויים בטמפרטורה משפיעים באופן ניכר על שיאי הביקוש אשר הופכים להיות גבוהים מאוד, בעיקר משום הצורך להפעיל אמצעי חימום בקיץ וקירור בחורף, כאשר הטמפרטורות קיצוניות. החשש העיקרי בהתמודדות עם שיאי ביקוש הוא שבנקודה מסוימת של היום, לא תהיה יכולת לספק חשמל לכל הצרכנים או שהחשמל יופק על ידי יחידות המופעלות באמצעים מזהמים כגון פחם או מזוט. לכן, נדרשת הבנה טובה יותר של הקשר בין שיאי הביקוש והטמפרטורה.

במחקר אנו עוסקים בהתאמת מודל הסתברותי לזיהוי שיאי הביקוש בחשמל בעונות השנה השונות, תוך בחירת המשתנים המשפיעים על השיאים. אנו משלבים פונקציה מתמטית המאפשרת אפיון של מבנה התלות בין אותם משתנים רלבנטיים. פונקציה זאת נקראת קופולה (Copula) ויתרון השימוש בה הוא שאנו יכולים לבחון את התלות בין המשתנים וגם לתת ביטוי מדויק להתנהגות של כל אחד מהם.

אנו פיתחנו משפחת פונקציות המצטיינות בכך שהן מאופיינות על ידי מספר פרמטרים, וזאת בניגוד לפרמטר יחיד במרבית הפונקציות בהן מרבים לעשות שימוש.

אנו מצאנו שהגדלת מספר הפרמטרים אפשרה גמישות בהתאמת המודלים התיאורטיים לנתונים האמפיריים והגדילה את רמת הדיוק של האמד, לתרום למוכנות טובה יותר וכתוצאה להפחית את גזי החממה.

כלים לאמידה מדויקת של שיאי הביקוש מאפשרים בטווח הקצר הערכות נכונה של המשק בקביעת מספר יחידות הייצור הנדרשות לאספקת החשמל. תכנון מדויק מאפשר תיעודף ליחידות עם חתימה פחמנית נמוכה, הפחתה של שריפת דלקים של ייצור עודף ומקסום תעריפי של הסחר בחשמל. המודל מאפשר אמידה הסתברותית של שיאי הביקוש ומיושם כחלק מאנסמבל של כלים העומדים לרשות נגה, מנהל מערכת החשמל.



פיתוח כלי מבוסס מ"ג לחישוב רמות הצללה עירוניות ומיפוי ברזולוציה גבוהה

אור אלכסנדרוביץ¹, מוראל וויסטל², ולריה איינבינדר³, דוד פרלמוטר⁴

1. הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

2. חוקר עצמאי

3. חוקרת עצמאית

4. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

שילובו של ידע אקלימי מדעי בהחלטות טכנוניות הנוגעות לעיצוב הסביבה העירונית בארץ ובעולם ממשיך להיות מוגבל. מצב זה חמור במיוחד על רקע האתגרים שמביא איתו שינוי האקלים, ובייחוד בשל העלייה הצפויה בעומסי חום בסביבות עירוניות. האתגר העומד לפתחנו אינו מצטמצם בהבנת המנגנונים הפיזיקליים הצפויים להשפיע על הסביבות העירוניות, אלא נוגע גם לפיתוח כלים מעשיים שיבטיחו הטמעת שיקולים אקלימיים בתכנון עירוני ויישומם היעיל והאפקטיבי בפועל. דווקא על רקע התקדמות משמעותית שחלה בשנים האחרונות בטכניקות חישוב ומידול רחבי היקף של תופעות אקלימיות בסביבות עירוניות, הכלים שבידינו לוקים עדיין באפשרות המעשית להשתמש בהם למשימות תכנון נפוצות, בין השאר משום שניתוח תופעות אקלימיות מתבסס בדרך כלל על קשרי גומלין מורכבים בין משתנים סביבתיים רבים.

על אף שדיגום תופעות אקלימיות האופייניות לסביבה העירונית תלוי לעתים רבות בהליכי חישוב מורכבים, בתנאים מסוימים די באינדיקטורים פשוטים יחסית כדי להגיע להבנה מספקת של ההשפעות שיש לעיצוב הסביבה העירונית על הנוחות התרמית במרחב. אינדיקטור כזה הוא רמת הצללה של המרחב הפתוח: בתנאי קיץ בשעות היום באקלים חם, הצללה חיצונית השפעה חיובית חזקה במיוחד על הפחתת עומס החום. כלי המסוגל לחולל בעילות מיפוי בהיקף נרחב של תנאי הצללה חיצוניים עשוי משום כך לתת למתכננים בסיס מוצק להכוונת פעולה אקלימית למקומות שבהם עומס החום, ככל שהוא נגזר מחשיפה לקרינת שמש, צפוי להיות חמור בעונה החמה.

הכלי שפיתחנו מיועד לתת מענה לאתגר המיפוי של רמות הצללה במרחבים העירוניים תוך שימוש יעיל במשאבי מחשוב. הכלי הוא תוסף למערכת המ"ג QGIS, ומבוסס על חישובי חשיפה סולארית גולמית באמצעות המודל הפתוח SOLWEIG. התוסף מאפשר ליצור בשיטתיות מפות צל עירוניות ברזולוציה גבוהה של מקטעי רחוב ושטחים ציבוריים פתוחים על ידי עיבוד שכבות נתונים נפוצות: שכבת ייעודי קרקע, מודל גבהים דיגיטלי (DSM), מודל פני שטח דיגיטלי (DTM), ושכבת קווי מתאר של חופות עצים. הכלי אף מאפשר להפחית באופן משמעותי את זמן החישוב של החשיפה הסולארית הגולמית באמצעות מודל SOLWEIG, דבר המקל על הטמעתו במיפוי ערים שלמות.

חשיבותו של המחקר טמונה בכלים המעשיים שהוא נותן ליצירת מפות צל עירוניות בקנה מידה רחב. מפות הצל הן כלי אפקטיבי בהכוונת פעולות טכנוניות ומעשיות לשיפור התנאים האקלימיים במרחב באמצעות הצללה, משום שהן מאפשרות למתכננים חסרי ידע מדעי אקלימי לאתר בקלות את נקודות התורפה האקלימיות הנובעות מחשיפה לקרינת השמש במרחב העירוני ולתעדף פעולות מרחביות יזומות להקלה בעומסי החום.



צמצום פליטות מתחבורה באמצעות הרחבת עבודה מהבית – mixed-methods research

שירה לב-עמי¹, אורית רותם¹, ענת צ'צ'יק¹, ורד בלאס²

1. אוניברסיטת בר אילן

2. אוניברסיטת תל אביב

אחד האמצעים לצמצם את הנסועה ברכב פרטי הוא עידוד עבודה מהבית. משבר הקורונה סיפק הזדמנות לחקור ניסוי טבעי של עבודה מהבית בהיקף נרחב. המחקר עושה שימוש במתודולוגיית mixed-methods research המשלבת שיטות מחקר כמותיות ואיכותניות בכדי לבחון את התובנות מן המעבר לעבודה מהבית בתקופת הקורונה ולענות על שאלת האופטימיזציה של עבודה מהבית ברמת הפרט והארגון, וכן מנתח את השפעת העבודה מהבית על שימוש ברכב לנסיעות לעבודה, במודל אקונומטרי. לאחר מכן, בוחן המחקר את השפעות המאקרו של המעבר לעבודה מהבית באמצעות מודל ניתוח תרחישים המאפשר כימות ההשפעות הכלכליות והסביבתיות.

המחקר האיכותני הדגיש את התרומה והאפקטיביות של עבודה מהבית מחד, אך גם את גבולותיו של מודל עבודה זו. על פי הממצאים, היקף העבודה המירבי מהבית אשר אינו פוגע באפקטיביות (ואף עשוי להעלות אותה) הינו בין שניים לארבעה ימי עבודה מהבית בשבוע, בתלות במאפייני התפקיד והארגון.

על פי תוצאות המודל האקונומטרי, אשר בחן את השפעת המעבר לעבודה מהבית על שימושי תחבורה, המשתנה המשפיע ביותר על הפחתת השימוש ברכב פרטי בתקופת הקורונה הינו מעבר לעבודה מהבית.

בצד המאקרו, מודל ניתוח התרחישים שנבנה במחקר העלה כי הרחבת היקף העבודה מהבית, מהיקפה המקובל לפני הקורונה, להיקף שהתאפשר בתקופת סגרי הקורונה, בחמישה ענפי משק בהם העבודה מהבית אפשרית ואפקטיבית, תביא לצמצום פליטות גזי החממה בהיקף של 1.31% מסך הפליטות של המשק הישראלי, שהם 5.88% מפליטות גזי החממה במגזר התחבורה בישראל.

ההשפעה הכלכלית על המשק הישראלי בתרחישים השונים שנבדקו במודל, ובהתאם לרמות תמחור פחמן שונות, נעה בין תרומה של 2.65 מיליארד ₪ בשנה ל-14.75 מיליארד ₪ בשנה.

הדיון בוחן כיצד עבודה מהבית משנה את הקשרים המרחביים המסורתיים ואת הבחירה במיקום המגורים והעבודה, ואת ההשפעות על קבוצות אוכלוסייה שונות. ההשפעות מורכבות בשאלת צמצום אל מול הרחבת פערים חברתיים ומגדריים. לסיום מציע המחקר דגשים למדיניות מצד המעסיקים (תהליכי עבודה, ניהול והכשרה), צמצום כדאיות נסיעה ברכב פרטי לעבודה, וצעדי מדיניות ממשלתית (העלאת מודעות, צמצום חסמים ושינוי מודל הפעלה בתהליכים ממשלתיים).

עבודת המחקר מציעה צעדי מדיניות אשר יסייעו להגדלת היקף העבודה מהבית, הניתנים ליישום על ידי מעסיקים ועל ידי המדינה. נקודת המבט הכלכלית של המחקר, המצביעה על תרומה כלכלית משמעותית ביותר, של כ-0.66% מהתמ"ג הישראלי מדי שנה, יכולה להניע מדיניות ממשלתית.

התובנות מהמחקר יאפשרו לגבש מדיניות המותאמת לעידוד עבודה מהבית, תוך סיוע בהשגת היעד הלאומי של צמצום הנסועה ברכב פרטי, ובכך להשפיע לטובה הן על הגודש בכבישים והן על האקלים והסביבה.



מודעות וידע – המפתח להשתתפות אזרחים במעבר לאנרגיות מתחדשות בישראל

ג'וזף קדר¹, מרטינה פילוני², טארק אבו-אחמד³

1. אוניברסיטת חיפה
2. אוניברסיטת קלגרי
3. מכון ערבה ללימודי סביבה

בשנת 2020, קבעה ממשלת ישראל במסגרת החלטת ממשלה מס' 465 יעד לייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות של 30% עד שנת 2030, עם יעד ביניים של 20% עד סוף 2025. לצד זאת, בשנת 2021, קבעה ממשלת ישראל במסגרת החלטת ממשלה מס' 171 יעד לאומי להפחתת פליטות גזי חממה של 27% הפחתה עד שנת 2030 ו-85% הפחתה עד שנת 2050, ביחס לרמת הפליטות בשנת 2015.

מתוך כך, עולה צורך בהשתתפות פעילה של האזרחים במאמצים להשגת יעדים אלו. בכדי להבין את הדרכים המיטביות לכך, מטרת מחקר זה היא להבין את רמת הידע והמודעות הקיימת של האזרחים בישראל על אנרגיות מתחדשות, לרבות המדיניות והטכנולוגיות הקיימות.

לטובת המחקר, נערך סקר אינטרנטי בו השתתפו 1,500 משיבים. מטרת הסקר הייתה להעריך את רמת המודעות והתפיסה הציבורית אודות שינוי האקלים, טכנולוגיות לאנרגיות מתחדשות ומדיניות האנרגיה הלאומית. הסקר מורכב מ-26 שאלות סגורות (כן/לא) ושאלות רבות בחירה. כל השאלות תורגמו מאנגלית לעברית.

ממצאי הסקר שנערך הראו כי בין המשיבים: א) הרוב אינם תופשים את השפעות האקלים כסיכון מיידי; ב) קיים חוסר ידע עובדתי אודות אנרגיות מתחדשות; ג) קיים חוסר מודעות למדיניות הלאומית בנושאי אנרגיה ומשבר אקלים ו-ד) קיים חוסר אמון ביכולתם ובתפקידם להשפיע על קבלת החלטות בנושאי אנרגיה.

המחקר מראה כי ממצאים אלו מהווים חסמים המונעים מאזרחים להשתתף במעבר הלאומי לאנרגיות מתחדשות וקיים צורך הכרחי לתת מענה לסוגיות אלו. התוצאות מראות כי הבנת חסמים אלו היא מהותית אם ברצון קובעי המדיניות לשתף את הציבור בצורה יעילה בתכנון, פיתוח ויישום מדיניות אקלים ובהתקנת מערכות אנרגיה מתחדשת. הסקר שנערך מראה כי שיתוף ציבור יעיל בתהליך קבלת החלטות נעשה בצורה לא מספקת בישראל ויש לעודד זאת אם ברצוננו להשיג את מטרות ויעדי מדיניות האנרגיה ושינוי האקלים.

היעדר מודעות ציבורית לאנרגיות מתחדשות ולהשפעות שינוי האקלים מקשות על מימוש הפוטנציאל לייצור אנרגיות מתחדשות בישראל, כמו גם בחשיבות קבלת החלטות וגיבוש מדיניות להתמודדות עם השפעות משבר האקלים. בכדי להבטיח השגת יעדי האנרגיות המתחדשות כמו גם השגת יעדי האקלים שקבעה לעצמה מדינת ישראל, יש צורך בשיתוף הציבור ועידודו לקחת חלק פעיל בגיבוש ויישום המדיניות שנקבעה.





מעורבות חברתית בבניית חוסן לשינוי אקלים ברשויות מקומיות ערביות

אלאא עביד

אגודת הגליל

פיתוח חוסן אקלימי עירוני תוך מעורבות קהילתית הינו חיוני לקיימות של ערים. עם זאת, ביישובים ערביים יש שיעור נמוך של מעורבות קהילתית ומעט ערוצי השתתפות בהליכי תכנון. הרצאה זו תציג את הפרויקט "רתימת המומחיות והידע המקומי לפיתוח חוסן אקלימי בעיר שפרעם" שמטרתו היא פיתוח וקידום של שפרעם כמודל לחוסן אקלימי שיתופי ובר קיימא תוך הגברת מעורבות הקהילה והחברה האזרחית בקרב האוכלוסייה הערבית. לכידות חברתית ירודה מאפיינת את היישובים הערביים, בהם אזרחים חסרי אמון ברשויות המקומיות שלהם, ורשויות מקומיות החסרות יכולות לשיתוף הציבור במטרה לקדם את רווחת הקהילות שהן משרתות. הפרויקט נותן מענה לצרכים ולאילוצים אלה באמצעות בניית יכולת והעלאת מודעות כדי להעצים אנשים אלה לרתום את הנציגות שלהם באמצעות השתתפות ופעולה קולקטיבית לקידום חוסן אקלים ובסופו של דבר לקידום זכויותיהם. שיתוף הקהילה חשוב בבניית קהילה מגובשת, בהעצמת אזרחיה ובשיפור תחושת הבעלות של העיר. דרך הרצאות וסדנאות בקהילה, פעילויות אקלים בבתי ספר ובניית קבוצת אקטיביסטים, ההעצמה של החברה האזרחית בעיר שפרעם כלה קבוצות נשים, תלמידים, בעלי עסקים, חקלאים, ארגונים מקומיים ועוד. בהרצאה יוצגו תוצאות מהמשובים וההערכות שלנו מהעבודה שלנו עם הקהילה והרשות המקומית. בתקשורת לגבי שינוי האקלים, הקהילה מגיבה טוב יותר לאדפטציה מאשר למיטיגציה. תרבות העשייה הקהילתית במרחבים הציבוריים היא מינימלית. אנשים סומכים על העירייה יותר בישיבות תכנון משותפים ארוכי טווח במרחבים הציבוריים. אין ערוצי שיתוף פעולה ברורים בשלבי התכנון של השלטון המקומי למרות שהוא לבד לא יכול לבנות חוסן קהילתי. הפרויקט מבוסס מחקר: סקר פגיעות שיתופי, שאוניברסיטת חיפה, השותפה בפרויקט, אחראית על עריכת הפגיעות. מסקנות: דרך העלאת המודעות באמצעות פיתוח נרטיב אקלים מקומי ופעולת אקלים המתאימה לקהילה הערבית והעצמה וגיוס של בעלי עניין בקהילה המקומית (תושבים, CBOs ועסקים) להשתתפות בפעולות אקלים ותהליכי קבלת החלטות בשילטון מקומי אפשר לבנות חוסן אקלימי מקומי. לאחר קבלת תמונה פרטנית של הפגיעות בשפרעם, עיריית שפרעם בשיתוף עם הקהילה המקומית, יפתחו יחדיו תכנית פעולה בת 10 שנים אשר תיתן מענה לצרכים המקומיים בשפרעם שעלו מתוך הסקר. במידה ובתקווה שהמודל יצליח, הוא יתועד במדריך כתוב אשר יופץ ליישובים הערביים. יתר על כן, המודל יופץ בערוצים שונים; בין היתר, כנסים, תקשורת, מפגשים פרטניים וכל דרך אפשרית אחרת. המודל יכול לשמש גם לצרכי מחקר אקדמי לעוסקים בתחום, הן בארץ והן בעולם.





האם בניה ירוקה חוסכת באנרגיה? השוואת צריכת החשמל בין 'דירות ירוקות' לסטנדרטיות ובחינת דפוסי השימוש בחשמל לאיקלום הבית

דיאנה בוגין, אביתר אראל, מידד קיסינגר, מיכאל דורמן
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

כיום אין עוררין על כך שחשמל הפך לחלק מהותי מהחיים, אולם לצריכה זו השלכות סביבתיות מקומיות וגלובליות הקשורות באספקת הביקוש העולה לחשמל. כחלק מהמאמץ העולמי להפחתת פליטות גזי החממה מדינת ישראל מקדמת צעדי מדיניות להפחתת השימוש בחשמל במשקי הבית. בהתאם לכך, נקבע כי החל ממרץ 2022 בניינים חדשים יידרשו לעמוד בדרישות התקן הישראלי לבניה ירוקה (ת"י 5281) על מנת לקבל היתר בנייה (קודם לכן היה התקן וולונטרי). פרק מרכזי בתקן עוסק בחיסכון באנרגיה לאקלום ותאורה. לפי פרסומים רבים שיעור החיסכון הצפוי עומד על כ-30%, אולם על פי מחקרים בעולם שיעור החיסכון בפועל הוא לעיתים נמוך יותר.

מחקר זה משווה את צריכת החשמל בפועל של דירות אשר נבנו בישראל לפי התקן הירוק לצריכה של דירות אשר נבנו בתקופה מקבילה ועמדו רק בדרישות התקינה המחייבת באותו זמן – אך לא הוסמכו לפי ת"י 5281. תיעוד צריכת החשמל 24/7 בוצע באמצעות מונים חכמים אשר הותקנו ב-200 דירות ברחבי הארץ. נוסף על כך, המשתתפים מילאו שאלון מפורט אודות מצבם החברתי-כלכלי, מאפייני הדירה, הרגלי השימוש במכשירי החשמל ועמדותיהם הסביבתיות.

ממצאי המחקר מצביעים על כך שהחיסכון הנמדד בפועל בדירות הירוקות הינו נמוך בהשוואה לפרסומים קודמים. צריכת החשמל למטר רבוע רצפה הינה קטנה יותר בדירות אשר הוסמכו לפי התקן הירוק, בשיעור של כ-8-10 אחוזים בלבד, אולם צריכת החשמל השנתית הכוללת של משקי הבית בשתי קבוצות המדגם דומה, והצריכה לנפש כמעט זהה. המחקר מציג את פרופיל הצריכה היומי של הדירות הירוקות והסטנדרטיות תוך בחינת השינוי העונתי ודפוסי השימוש במכשירי החשמל לאיקלום הדירה.

לבסוף, המחקר בוחן את התרומה של גורמים שונים לצריכת החשמל, לרבות מאפייני המבנה, מאפיינים חברתיים-כלכליים של הדיירים ודפוסי התנהגותם. ממחקר זה עולה כי השפעת מאפייני המבנה הינו קטן ביחס להתנהגות הדיירים והרגלי השימוש שלהם בחשמל.

המחקר בוחן את מידת החיסכון בפועל של מבני המגורים אשר נבנו לפי התקן הישראלי לבניה ירוקה, ובהתאם לכך ממליץ על שינויים בכלי המדידה אשר עליהם נשען התקן. תוצאות המחקר יסייעו בהבנת החיסכון הצפוי כתוצאה מאימוץ התקן ופוטנציאל הפחתת פליטות גזי החממה. נוסף על כך, מחקר זה מאגד מידע מקיף ומפורט אודות צריכת החשמל, מאפייני משקי הבית ומבנה המגורים. ממצעי המחקר יסייעו בהבנת דפוסי הצריכה, בדגש על אקלום מבנה המגורים, ויסייעו למקבלי החלטות בגיבוש מדיניות להפחתת הביקוש לחשמל בקרב משקי הבית.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑





אתגרים והזדמנויות בשחרור מים לטבע

אולם K



יו"ר המושב: מר זאבי אחיפז, המשנה למנכ"ל רשות המים, וד"ר אסף צוער, רשות הטבע והגנים

חמש שנים להחלטת הממשלה על שיקום נחלי הצפון – סטטוס הישגים ואתגרים

מר זאבי אחיפז, המשנה למנכ"ל, רשות המים

להפגיש את הנחל עם הים – שיקום ביצת הדיפלה

מר אבי אזון, אקולוג בתי גידול מימיים, רשות הטבע והגנים

שחרור מעיינות – נחל קצר עם חלופה ארוכה

גב' לואיז מדר-בשקין, מתכנתת צפון, רשות המים

גאולת הירקון – נפרדים מהקולחים?

מר אילן רוזנבלום, מנכ"ל רשות נחל הירקון

התחשבות בשירותי המערכת האקולוגית של מים מתוקים בתוך תכנון מקיף של משק המים בישראל

פרופ' עליזה פליישר, האוניברסיטה העברית בירושלים

תחנת מדידה בנחלים – הטוב, הרע והמשוחרר. דיבייט.

ד"ר יעל סטורץ-פרץ, מנהלת אגף מים עיליים, וגב' יפעת ארצי, אקולוגית במחוז צפון ברשות הטבע והגנים, בהנחיית ד"ר עשהאל גרינפלד, מרכז צוות מים לטבע

רקע: המציאות החדשה שנוצרה בעקבות התקדמות משק המים לשימוש בקולחין והתפלת מי ים בהיקפים גדולים מאפשר הזדמנויות חדשות לשיקום מקורות המים הטבעיים של ישראל. מאז קבלה רשות המים את המשימה לדאוג לצרכי המים של הטבע בשנת 2004, היא פועלת לצד רשות הטבע והגנים לשיקום נחלים ואקוויפרים, ולשחרור מי מעיינות שבעבר נוצלו לחקלאות. במסגרת זאת פועלות הרשויות יחד מאז שנת 2018 ליישום החלטת הממשלה 3866 על שיקום שבעה נחלים בצפון הארץ.

מטרות: המושב המושב יסקור את עיקרי העשייה מהשנים האחרונות בדגש על יישום החלטת הממשלה משנת 2018 לשיקום נחלי הצפון, וידגים מזוויות שונות את האתגרים וההזדמנויות בתחום זה. ההרצאות שימסרו בידי אנשי המקצוע העוסקים בנושא באופן יומיומי יספקו חלון הצצה נדיר למורכבות של הפרויקטים, ולמתח המקצועי שמתגלה לעיתים בין הפקה ושפיעה, בין מדידה לזרימה ובין עלויות ותועלות של מים זורמים בנחלי ישראל. מלבד אנשי המקצוע מרשות הטבע והגנים ומרשות המים, המושב יארח גם את רשות נחל הירקון שיתארו את התכנון לגאולת הירקון מקולחין ואת פרופ' עליזה פליישר שתציג מודל חדש לבחינת התועלות הכלכליות של שחרור מים לטבע.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑





משפט ומדיניות סביבתית

אולם L



יו"ר המושב: ד"ר אור קרסין, האוניברסיטה הפתוחה

התחייבויות אקלימיות של תאגידים

פרופ' אורן פרז, אוניברסיטת בר-אילן

המפנה החוקתי בליטיגציית משבר האקלים: במלאת שני עשורים לפסק הדין בעניין אדם טבע ודין נ' ראש הממשלה (2004) ד"ר דורין לוסטיג וגב' אילאיל גביזון, אוניברסיטת תל אביב

טרילמת האנרגיה העתידית: מסגרת הערכה רב-ממדית של מערכות אנרגיה דלות-פחמן, מבוזרות ודיגיטליות *מר עומרי כרמון, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

מדוע ממשלות מקדמת מדיניות סביבתית לא יעילה? ד"ר רועי לוי, אוניברסיטת תל אביב

הגנה משפטית לטבע – ההיית או חלמתי חלום? ד"ר אורי שרון, אוניברסיטת בר-אילן

התחקות אחר יישום צודק של התחייבויות בין-לאומיות של ישראל להפחתת פליטות באמצעות חקרי מקרה של מעבר צודק לאנרגיה סולארית בקרב האוכלוסייה הערבית בישראל
גב' אמירה עראף, אגודת הגליל





התחייבויות אקלימיות של תאגידים

אורן פרז¹, מיכאל ואנדנברג²

1. אוניברסיטת בר אילן

2. אוניברסיטת ונדרבילט

התחייבויות אקלימיות של תאגידים (climate pledges) מהוות חלק מהמאבק הגלובלי לשינוי אקלים והם קבלו גושפנקה מפורשת בהסכמי גלזגו ושארם. יחד עם זאת מבקרים רבים רואים בהתחייבויות אלה סוג של גרין-ווש (טיו ירוק). רגולטורים בארצות הברית ואירופה נקטו בשורה של צעדים ראשוניים על מנת להתמודד עם בעייה זו, אולם הרגולציה הקיימת עדיין נותנת מענה חלקי בלבד לסוגיית הקרדיביליות של התחייבויות אקלימיות של תאגידים. חולשה זו מעוררת ספק בדבר המחויבות של תאגידים לממש את ההתחייבויות האמורות שחלקן ניתנו לטווחי זמן ארוכים (עד 2040 או 2050). מאמר זה מציע מנגנון פיננסי-חוזי שמאפשר לתאגידים ליטול על עצמם התחייבות אקלימית שתכבול אותם באורח אמיתי. אנחנו טוענים שייתרון חשוב של המנגנון המוצע הוא שהוא ייצור שווי משקל מבחין (separating equilibrium) בין חברות שהם מנהיגות אקלים אמיתיות לבין חברות שמשתמשות בהצהרות האקלימיות ככלי של גרין-ווש. אנחנו מראים כי ניתן להשתמש במנגנון המוצע גם כדי לקדם מטרות ארוכות טווח בהקשרים סביבתיים וחברתיים אחרים (למשל עושר ביולוגי). המחקר הינו בעל ערך יישומי רב ומצטרך לשורה של חידושים בעולם של חדשנות פיננסית סביבתית – כגון אג"חים סביבתיים. בנוסף לכך הוא מציע כלי מעשי להתמודדות עם דילמת הגרין-ווש.





מפנה החוקתי בליטיגציית משבר האקלים: במלאת שני עשורים לפסק הדין בעניין אדם טבע ודין נ' ראש הממשלה (2004)

דורין לוסטיג, אילאיל גביזון

אוניברסיטת תל אביב

בשני העשורים האחרונים חל שינוי משמעותי ביחס המשפט החוקתי ביחס להגנה על הסביבה בעולם. הגנה על הסביבה נכללה בחוקות שונות ברחבי העולם ובתי משפט שונים הכירו בהגנה על הסביבה כחלק מההגנה על זכויות יסוד מוכרות (דוגמת הזכות לחיים) או כזכות עצמאית. תמורות אלו קרו על רקע משבר האקלים וזכו לניו "מפנה הזכויות". במאמר זה אנו מתארות את השינוי במעמדה החוקתי של ההגנה על הסביבה ומציעות הסברים להתרחשותו. מפנה הזכויות לא קרה בחלל ריק. בשנים שקדמו לו התגבש קונצנזוס ברור בקהילה המדעית ביחס להתרחשותם של שינויי האקלים וטבעם האנתרופוגני (יצר אדם). הספקנות ביחס למשבר האקלים או הכחשתו דעכו לטובת הכרה ציבורית רחבה בקיומו של משבר האקלים והצורך להתמודד עמו ותהליכים במשפט המדינתי ההשוואתי סללו את הדרך לביסוס הקשר בין שיח הזכויות למשבר האקלים. אולם, בניגוד לנטען בספרות אנו סבורות שתמורות אלו לא נגעו אך להכרה בזכויות אלא משקפות שינוי רחב יותר ביחס המשפט החוקתי של מדינות שונות בעולם להגנה על הסביבה. מאמר זה ממשיג תמורות אלו "כמפנה חוקתי" ודוחה את הגדרתן הצרה כ"מפנה זכויות" בלבד. בעוד שהטוענים למפנה הזכויות מתמקדים בזיקה שבין הגנה על הסביבה להפרת זכויות בסיסיות או הפרת הזכות להגנת הסביבה עצמה, אנו מציעות לפרש את ההגנה על הסביבה כחלק מההגנה על כבוד האדם. כמו כן, מחדלן של ממשלות ובתי מחוקקים מלפעול להגנת הסביבה קשור גם בכשלים דמוקרטיים מוכרים (כמו עריצות הרוב והמיעוט) וכאלה שטרם נדונו בספרות (כשל עריצות ההווה). פניה למשפט החוקתי נועדה, אפוא, גם להתמודד עם הפרתן של זכויות הקשורות בהגנה על הסביבה, לרפא כשלים הליכיים ומוסדיים ולאפשר את ייצוגן ההולם של אוכלוסיות שנפגעות וייפגעו ממשבר האקלים. במסגרת ההתמודדות החוקתית עם משבר האקלים נציע גם לחתור תחת הנחות היסוד המקובלות ביחס לאוטונומיה האנושית ונשרטט קווים צנועים יותר לדמותה ונעמוד גם על המגבלות של המפנה החוקתי ביחס למשבר האקלים. מאמר זה מתאר את המפנה שחל בעשורים האחרונים ביחס המשפט החוקתי בעולם לשמירה על הסביבה והגורמים לשינויים אלו. לאור שינויים אלו אנו טוענות כי הבסיס האמפירי והרעיוני שעמד ברקע עמדת בית המשפט לפני שני עשורים השתנה באופן עמוק ומחייב בחינה מחודשת של עמדת המשפט החוקתי הישראלי ביחס להגנה על הסביבה. כמו כן, אנו מציגות כיצד המשפט החוקתי (ולא רק שיח הזכויות) הוא מסגרת משפטית רלוונטית עבור הגנת הסביבה לנוכח היותו מכונן להגן על קולות שאינם מיוצגים (ובכלל זה ילדים והדורות הבאים) וכן בשל ההגנה הניתנת במסגרתו לזכויות יסוד הנקשרות בהגנה על הסביבה כמו הזכות לחיים או לחיים אוטונומיים. לצד הדיון בחשיבות המשפט החוקתי אנו גם מציגות ביקורות מרכזיות לגישה זו ובמיוחד את חולשת המסגרת החוקתית להתמודד עם שיקולים חלוקתיים בין דרום לצפון גלובלי בשל המיקוד שלה בחובה המדינה לנעשה בתחום סמכות השיפוט שלה.





טרילמת האנרגיה העתידית: מסגרת הערכה רב-ממדית של מערכות אנרגיה דלות-פחמן, מבוזרות ודיגיטליות

עומרי כרמון¹, יעל פרג², נעמה טשנר¹, שירי צמח שמיר²

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

2. אוניברסיטת רייכמן

רקע: מערכת אנרגיה בת-קיימא מבוססת על איזון בין שלושה ממדים, שבאים אחד על חשבון השני ומהווים את 'טרילמת האנרגיה': ביטחון אנרגיה, הוגנות אנרגטית וקיימות סביבתית. ברמת המדינה, מקבלי החלטות רבים משתמשים בסט מדדים, שמעריך ומשווה את תפקוד מערכות האנרגיה ביחס ליעדי הטריילמה. אולם המדדים הנוכחיים עדיין מותאמים למערכות האנרגיה ה"מסורתיות", בעוד שקידום מערכת אנרגיה בת-קיימא כולל שינויים מרחיקי לכת ובכללן מעבר למערכות דלות-פחמן, מבוזרות ודיגיטליות: D3 (Decarbonized, Decentralized and Digitalized). אמנם לכל מערכת אנרגיה מקבץ מאפיינים ייחודיים שבו היא פועלת ומתפתחת, אך מאפיינים אלו ניחנים בדפוסים חוזרים ונשנים ולכן ניתנים לזיהוי באופן אוניברסלי.

מטרה: לבנות מסגרת מדדים אוניברסליים להערכת תפקוד מערכת האנרגיה ביחס ליעדי הטריילמה, שמותאמים למאפייני מערכות אנרגיה D3 באופן רב-ממדי.

שיטות: באמצעות סקירה מקיפה של מאמרים ומקרי בוחן, המחקר מזהה את המאפיינים המרכזיים במעבר למערכות אנרגיה D3. לשם פיתוח מאפיינים אלו לקריטריונים אוניברסליים, המחקר משתמש בגישת ניתוח אשכולות, שממפה את המאפיינים במסגרת ארכיטיפים מרכזיים של מערכות D3. בשלב הבא, השוואה ביקורתית בין אותם ארכיטיפים לבין מדדי טרילמת האנרגיה הנוכחיים מציגה את הקריטריונים שיש להוסיף או לשנות, זאת כדי להתאים את הקריטריונים לרב-ממדיות ולהיררכיה של מדדי טרילמה מותאמי D3. לבסוף, בהתבסס על שיטת "ניתוח עץ-ערך" (Value Tree Analysis), תובנות אלו מתורגמות למסגרת מדדי טרילמה אנרגטית תואמת D3. תוצאות: המאפיינים המרכזיים במערכות D3 מזוהים תחת ארבעה ארכיטיפים: מהפכת משאבים מבוזרים, מהפכת הולכה וייצור מרכזי, אינטראקטיביות בין רשתות ההולכה והחלוקה וכן עתיד העסקאות המבוזרות. מתוך ההשוואה הביקורתית אותרו קריטריונים חדשים והכרחיים שיש לשלב בממדי הטריילמה הקיימים ובנים ביטחון בביקושים, שיתוף הציבור וכן איכות וניהול הקרקע. מסגרת המדדים החדשה מוסיפה ממד רביעי לטרילמה, שמודד את יכולת הפיתוח הטכנו-כלכלי של המערכת.

מסקנות: חוקרים ומקבלי החלטות יכולים להתאים את אסטרטגיות הפיתוח של מערכות אנרגיה לארכיטיפים המתאימים ובכך להשוות בין מערכות שונות באופן יעיל יותר. שימוש במסגרת המדדים המוצעת מאפשרת לגבש תובנות ממוקדות מתפקוד מערכות האנרגיה ולקראת עמידתן ביעדים הנחוצים.

משק האנרגיה הישראלי ניחן במאפיינים ייחודיים ובכללן היותו אי אנרגטי גאו-פוליטי, קצב גידול אוכלוסייה גבוה, מיעוט שטחים פתוחים ופוטנציאל ייצור הנשען בעיקר על שמש וגז. פיתוח מערכת אנרגיה בת-קיימא בישראל תלוי ביכולת לבטא את מאפיינים אלו לצד המגמות העולמיות המשנות את המשק. מסגרת הניתוח במחקר נועדה כדי לשפר את יכולת מרכזית זו. יישומה תציג תובנות קריטיות אודות המאפיינים והשינויים הנדרשים במשק ובכך תסייע למקבלי החלטות וחוקרים בגיבוש מדיניות אנרגיה אפקטיבית.



מדוע ממשלות מקדמת מדיניות סביבתית לא יעילה?

רועי לוי¹, ג'וסף שפירו², דמיטרי טאובינסקי², מקסימיליאנו לולטה²

1. אוניברסיטת תל אביב

2. אוניברסיטת ברקלי

כלים כלכליים המתמחרים זיהום, כגון מיסים, יכולים להפחית זיהום בעלות הנמוכה ביותר, אך בפועל לעיתים קרובות נעשה שימוש בכלים לא יעילים, כמו סטנדרטים אחידים. מחקר זה נעזר בסקרים וניסויים כדי לבחון שלוש שאלות: האם בוחרים מעדיפים סטנדרטים על פני כלי מדיניות כלכליים, מה מסביר את התמיכה בכלים שונים, והאם התערבויות יכולות להשפיע על העדפות אלו. אנו מוצאים שלאנשים אכן יש העדפה חזקה לסטנדרטים על פני תמחור של זיהום, גם כאשר ההשפעה של כל כלי מדיניות על כמות הזיהום המופחתת זהה. העדפות אלו נובעות בין היתר מתפיסות מוטעות של הציבור. אנשים חושבים שדווקא מיסים יעלו מחירים יותר, בניגוד למחקר הכלכלי שמראה שהעלויות הכוללות הנובעות ממיסים נמוכות מהעלויות הנובעות מסטנדרטים. שיקולים נוספים שמסבירים את העדפות הציבור הם תחושה שסטנדרטים הם יותר הוגנים וחשש מההשפעות של תמחור זיהום על אי-שוויון. לבסוף, אנחנו מוצאים שסרטונים קצרים שמסבירים עקרונות כלכליים משפיעים על תפיסות והעדפות. סרטון המלמד עקרונות של עלויות ויעילות כלכלית מגדיל את התמיכה בכלים כלכליים ביחס לסטנדרטיים, בהשוואה לקבוצת ביקורת. סרטון המלמד כיצד מיסים משפיעים על מחירים, מגדיל את התמיכה היחסית במיסים על צרכנים. מחקר זה מראה שמדיניות לא יעילה זוכה לעיתים לתמיכה מתוך חוסר ידע של הציבור והתערבויות פשוטות יכולות להגדיל את התמיכה במדיניות סביבתית יעילה יותר.

המחקר יאפשר לנו להבין מדוע אנשים מתנגדים לכלים כלכליים יעילים, כגון מיסים סביבתיים. הוא יאפשר לנו להבין אילו התערבויות יכולות לשנות העדפות אלו. בעוד שהמחקר נערך בארה"ב ההתערבויות שנבחנו רלוונטיות גם בישראל.



הגנה משפטית לטבע - ההיית או חלמתי חלום?

אורי שרון

אוניברסיטת בר אילן

בשנים האחרונות, מספר הולך וגדל של תחומי שיפוט הכירו במערכות אקולוגיות כישויות משפטיות נושאות זכויות וחובות. עבור תומכי מגמה זו הענקת זכויות משפטיות לטבע מסמלת שינוי פרדיגמה משמעותי. מחוקקים ובתי משפט מוכנים סוף סוף לזנוח תפיסות משפטיות בנות מאות שנים לפיהן הטבע הוא בסך הכל אובייקט להגנה מפני האדם. היתרונות של שינוי זה, טוענים התומכים בו, כוללים את שיפור התוצאות הסביבתיות, וטיפול סנטימנט ציבורי המכיר בערך האינטרינזי של הטבע.

עם זאת, ישנם ספקות ניכרים אם הכרה משפטית בטבע יכולה להשיג את התוצאות המצופות ממנה. לא מעט כותבים מבקרים אסכולה זו כלא מעשית. לטענת מבקרי האסכולה, הענקת זכויות משפטיות לחפצים טבעיים אינה מבטיחה את הגנתם. כדי לספק הגנה סביבתית נאותה בתי משפט ורשויות יצטרכו לתחום את הגבולות המשפטיים של הזכויות המוענקות לטבע ולקבוע כיצד יש לשקול אותן מול אינטרסים מוגנים אחרים. תהליך זה דורש התמודדות עם שאלות תיאורטיות ומעשיות מסובכות שטרם ניתן להן מענה ראוי.

מאמר זה טוען כי אין צורך להכריע בסוגיה משום שבפועל, חרף ההצהרות היפות, מעולם לא ניתנה הכרה משפטית לטבע. כפי שהמאמר יראה, כל המהלכים להכרה משפטית בטבע שנעשו עד היום הינם ולו כסות להכרה באינטרסים אנושיים מוכרים ומוגנים. על אף שמם, אין כאן אינטרסים משפטיים חדשים אלא זכויות כמו החופש לדת והגנות קהילתיות ותרבותיות ועוד. משכך הם פני הדברים, בתי משפט הבאים להכריע בין אינטרסים מתנגשים אינם צריכים להיכנס לדיון המורכב כיצד תוחמים משפטית את האינטרסים של העץ, ההר או הנהר. המשימה היא הרבה יותר פשוטה – זיהוי האינטרסים האנושיים המוגנים באמצעות הכלי המשפטי שנותן "מעמד" לטבע ואיזון מול אינטרסים אנושיים אחרים. פעולה זו הינה לחם חוקם של בתי משפט מאז ומעולם.

השיח סביב הגנות משפטיות לטבע הולך וצובר תאוצה בעולם וגם בישראל. לאחרונה, למשל, נשמעים קולות הקוראים להכיר בים המלח כישות משפטית עצמאית. המאמר מציע הסתכלות חדשה וביקורתית על שיח זה ומפתח גישה חלופית שיש בה כדי לקדם את הדיון המשפטי בסוגיה בישראל ובעולם.



התחקות אחר יישום צודק של התחייבויות ישראל הבינ"ל להפחתת פליטות באמצעות מקרי בוחן של מעבר צודק לאנרגיה סולארית בקרב האוכלוסייה הערבית בישראל

אמירה עראף¹, רואן אגבאריה¹ ויערה בן נחום²

1. אגודת הגליל
2. מרכז השל לקיימות

רקע: מדינות רבות, ביניהן ישראל, חתמו על הסכמים להפחתת פליטות גזי החממה. התחייבויות אלה מצריכות מעבר מהיר ויעיל לאנרגיה מתחדשת שהרי שימוש באנרגיה פוסילית מהווה התורם העיקרי (בין 75%-80%) לפליטות הגלובליות של גזי החממה. ברם, מעבר מוצלח לאנרגיה מתחדשת שאינו מביא בחשבון את הצרכים של האוכלוסיות המוחלשות, אינו צודק מבחינה חברתית וסביבתית.

נקודת המוצא של חקר המקרה הזה הינה כי התחייבויות הבינ"ל מתורגמות למדיניות ואסטרטגיה ברמה הלאומית, ואלה בתורן מתורגמות לפעולה (פרויקטים בתחום האנרגיה המתחדשת) אשר יכולה להניב תועלת או לפגוע באוכלוסיות מוחלשות.

מטרות המחקר: 1. שקיפות: לעקוב אחרי ההתחייבויות הבינ"ל של מדינת ישראל להפחתת הפליטות ותרגומן למדיניות לאומית. 2. השפעה: לחקור איך מדינת ישראל מתקשרת מדיניות זו בן ברמה הבינ"ל והן פנימה. 3. פעולה: להבין איך התחייבויות ישראל להפחתת פליטות, מיושמות בצורה צודקת מבחינה חברתית.

מחקר זה הינו מסוג case-study המבוצע במסגרת קונסורציום ע"י שש מדינות בעולם: גרמניה, ישראל, בורקינה פאסו, ברזיל, שוויץ וקולומביה. אגודת הגליל, מבצעת את המחקר בישראל. מטה אנליזה של ששת המחקרים תבוצע ע"י אוניברסיטה בשוויץ.

שיטת המחקר: desk research של מסמכים הקיימים לגבי ההתחייבויות הבינ"ל של ישראל ומנגנוני הדיווח והשיתוף באשר למדיניות האקלימית. למטרה השלישית נבחרו 4 מקרי בוחן אשר נחקרו לעומק (כולל ראיונות): פרויקט האנרגיה הסולרית של מפעל הפיס ברשויות מקומיות ערביות; פרויקט האנרגיה הסולארית בג'לג'וליה; ושני פרויקטים של אנרגיה סולרית בנגב.

תוצאות דיון ומסקנות: חקר מקרה זה מראה כי המדיניות הלאומית הנוכחית של ישראל, רחוקה מלהשיג את יעדי הפחתת הפליטות אשר הציבה, הנמוכים ממילא ביחס למדינות העולם המפותחות. בנוסף, לישראל אין מנגנוני דיווח ושיתוף מפותחים וקבועים בהליכי קביעת המדיניות האקלימית. באשר למעבר צודק לאנרגיה מתחדשת, ארבעת מקרי הבוחן אשר נחקרו הראו ממצאים מעורבים: אלמנטים צודקים ואלמנטים פחות צודקים.

1. הגברת הידע המחקרי בנושא מעבר צודק לאנרגיה סולארית בישראל
2. המלצות מדיניות לעמידה ו/או הגברת יעדי הפחתת הפליטות של ישראל
3. המלצות מדיניות להגברת השקיפות ומנגנוני שיתוף הציבור בקביעת מדיניות אקלימית.
4. המלצות מדיניות למעבר צודק לאנרגיה מתחדשת (סולארית) בקשר לאוכלוסייה הערבית בישראל.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑

סביבה חינוך וקהילה

F אולם



יו"ר המושב: ד"ר איריס אלקחר, מכללת סמינר הקיבוצים

בני נוער אקטיביסטים בנושא האקלים בישראל: מה מניע אותם?

*גב' איה נתן, מכללת סמינר הקיבוצים

"אני יודע איך להגיד את זה, אבל עדיין לא יודע את זה בידים": בחינת הפרקטיקות והאפיסטמולוגיה של חינוך יער

*מר גדעון טל, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

תחושת מקום של מורות כבסיס לקידום חינוך אקלימי בחברה הבדואית בנגב

*גב' שימא אלעוקבי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

התפיסות של צוותי הכשרת מורים ערבים על חינוך לשינוי אקלים ושילוב ערכים סביבתיים מן האסלאם כמקדם אפקטיביות של חינוך זה בקרב סטודנטים מוסלמים לחינוך

*גב' מרים דרמוני שרביט, אוניברסיטת תל אביב

תוכנית המנטורינג לקידום הלמידה החוץ-כיתתית – תובנות ראשוניות וכוונות להמשך

ד"ר נירית לביא אלון, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

יחסי אדם-טבע דרך מודל האקו-הוקרה כדי לבחון מה ניתן ללמוד על רווחה מבוססת טבע, חוסן וצדק אפיסטמי בגיל זקנה בעידן של משבר אקלים

ד"ר מלי נבו וד"ר ליה לזין, אוניברסיטת תל אביב



בני נוער אקטיביסטים בנושא האקלים בישראל: מה מניע אותם?

איה נתן ודפנה גן

מכללת סמינר הקיבוצים

שינויי האקלים המתרחשים בעולם מהווים סכנה לכלל בני האדם וצפויים להשפיע על הציבור כולו. בני הנוער כיום הם אלה שיתמודדו בעתיד, בבגרותם, עם הנטל של משמעות השינויים הללו. ברחבי העולם, בני נוער הם אלה המובילים את המחאה האזרחית שנועדה להעלות את הנושא לראש סדר העדיפויות של מקבלי ההחלטות. פעילותן של תנועות אלה הולכת ומתרחבת גם בישראל ומקדמת פעילות ענפה הדורשת הערכות למצב בכלל המישורים. מטרת המחקר היא לאפיין את תפיסתם של בני הנוער האקטיביסטים בנושא שינויי האקלים בישראל ובכך לבדוק מהם המניעים שלהם לפעולה. המחקר האיכותני התבצע באמצעות ראיונות חצי מובנים בקרב 19 בני נוער פעילים בנושא שינויי האקלים, בהם נבחנו גורמים, סממנים ואלמנטים שונים העשויים לשפוך אור על המניעים שלהם לפעולה ולנבא עשייה בתחום הסביבתי.

תוצאות המחקר מעלות כי בני הנוער הפעילים מגיעים מבתי ספר הנחשבים חזקים ומובילים, וממשפחות במצב סוציאקונומי גבוה. כולם לא הגיעו לפעילות בעקבות לימוד הנושא במערכת החינוך אלא שמעו על הנושא מחברים, ברשתות חברתיות ומיעוטם על ידי שיח שהתקיים בבית הוריהם. בנוסף, עלה כי הפעילות האקטיביסטית לצד העמקת הידע בנושא מפתחת רגשות שליליים כמו תסכול ויאוש, פחד מהעתיד וחרדה אקלימית. רגש התקווה משתנה בין אדם לאדם ועל ציר הזמן, לדוגמה בהתאם לעשייה ופעילות משותפת. רבים מהם הגיעו לעשייה הסביבתית בעקבות קשרים חברתיים, פחד וידע בנושא שינויי האקלים. יחד עם זאת, אחוז בני הנוער הפעילים מוצמצם מאוד ביחס למספרם באוכלוסייה.

המסקנות העיקריות הן הנחיצות שבהנכחת הנושא בשיח אצל בני הנוער תוך ביסוס ידע המדגיש את ההשפעה של הנושא על חיינו. כלומר, יצירת הקשר אישי וישיר הנוגע בלב התלמידים, כדי לקרב את הנושא מתוך הבנה כי השלכותיו ישפיעו על כולנו. בנוסף, עלה צורך קריטי במתן תמיכה ומעטפת רגשית לנוער והפחתת מפלס החרדה על ידי תמיכה מקצועית והקניית כלים לעשייה אזרחית נכונה ומאוזנת בבתי הספר. מהמחקר עולה כי לתפיסתם של בני הנוער האקטיביסטים, אלמנטים אלה הם הבוטחים במטרה לחולל שינוי אצל כלל בני הנוער בנוגע לשינויי האקלים.

המחקר מעמיק את הידע אודות תנועות נוער חברתיות והאופן שבו מוסדות חינוכיים משרתים או אינם משרתים את פעילותם האקטיביסטית. בנוסף, הניתוח מאפשר להבין את הגורמים המניעים או המעכבים את בני הנוער מלחולל שינוי חברתי. הצגת עמדותיהם של בני הנוער האקטיביסטים בישראל בנושא זה יכולה להצביע על דרכים לקידום המדיניות בנושא במערכת החינוך ובבתי הספר. מבחינה יישומית, המחקר יסייע למקבלי ההחלטות לבחור דרך אפקטיבית לפעולה על פי תפיסתם של בני הנוער.





"אני יודע איך להגיד את זה, אבל עדיין לא יודע את זה בידיים": בחינת הפרקטיקות והאפיסטמולוגיה של חינוך יער

גדעון טל, גדעון דישון, דנה ודר-וייס

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

בשנים האחרונות ישנה צמיחה משמעותית, מספרית ותודעתית, בזרם חדש בחינוך הסביבתי החוץ כיתתי - חינוך יער. עיקרה של גישה זו הוא בהוצאת הלמידה משטח בית הספר אל הסביבה הטבעית באמצעות למידה מבוססת מקום, למידה חברתית-רגשית ולמידה מעוגנת גוף. במחקר זה התמקדנו בהיבט של חינוך יער שעד כה לא ניצב במרכז המבט המחקרי – הפרקטיקות הפדגוגיות והאפיסטמולוגיה העומדת בבסיסן. זאת במטרה למקם את חינוך היער בצורה מדויקת יותר מבחינה תאורטית וביחס לגישות חוץ כיתתיות אחרות.

המחקר מבוסס על עבודת שדה אתנוגרפית שכללה כמאה שעות של תצפית משתתפת בפעילויות עם ילדים ומבוגרים בארגון העוסק בחינוך יער וראיונות עם מחנכי קבוצת הילדים שנחקרה. בגלל אופיו של שדה המחקר, תיעוד הנתונים מהתצפית המשתתפת נעשה באמצעות יומני שדה שנכתבו במהלך התצפיות. ניתחנו את הנתונים בתהליך איטרטיבי של חלוקת פרקטיקות ההוראה שנצפו בשדה לתמות מרכזיות והשוואת המשמעות שלהן לזירות אחרות של חינוך סביבתי חוץ כיתתי. זיהינו ארבע פרקטיקות מובילות ומרכזיות לגישה זו: משחק בסביבה הטבעית, מיומנויות ומלאכות קדומות, התמקדות בחושים ושהייה ממושכת ורציפה בסביבה הטבעית. לטענתנו, פרקטיקות אלו משקפות אפיסטמולוגיה שבה ידע ולמידה ממוצבים בהקשר של החוויה החושית והגופנית המיידית והראשונית של הלומדים, ולא כמושג כללי מופשט כפי שנהוג ברוב מוסדות החינוך. למידה שכזו מובילה לחיבור רגשי, אישי, ובלתי אמצעי עם הטבע ולא רק התייחסות לטבע כמושא ללמידה אקדמית. אפיסטמולוגיה זו מתעדפת למידה חושית והשהייה של פעולת הסקת המסקנות על פני האפיסטמולוגיה המסורתית בחינוך הסביבתי, שהאוריינטציה המדעית שלה שמה דגש על הפשטה, הכללה והעברה של ידע מהקשר אחד לאחר.

חינוך יער הוא גישה צומחת עם פוטנציאל רחב לחיזוק החינוך הסביבתי והזיקה לטבע והסביבה בישראל, גם מבחינת פרקטיקות ההוראה שלה וגם מבחינת המטרות ואופי החיבור לטבע שהגישה מקדמת. עם זאת, התאוריה בבסיס גישה זו עדיין זקוקה לפיתוח. מחקר זה עושה צעדים ראשונים בפיתוח היסודות התאורטיים הייחודיים לחינוך יער ושמבדלים אותו מגישות חוץ כיתתיות אחרות. בכך תורם מחקר זה לחיזוק המשך תהליך הצמיחה של הגישה ולחיזוק החינוך הסביבתי בישראל.





תחושת מקום של מורות כבסיס לקידום חינוך אקלימי בחברה הבדואית בנגב

שימא אלעוקבי¹, וויסאם סידאוי², אורית בן בצי אסרף¹

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

2. The Educational Studies Department at the University of Michigan

למורים ומורות תפקיד חיוני אך גם מאתגר בקידום חינוך אקלימי שמטרתו לסייע לתלמידים בקבלת החלטות מושכלות בעולם משתנה ולפעול לצמצום משבר האקלים. המחקר הנוכחי עוסק באפיון הקשר בין אוריינות לחינוך אקלימי ותחושת מקום (Sense-of-place) בקרב מורות למדעים מהחברה הבדואית. מטרת המחקר הינה ראשית להבין את החוויות של המורות בסביבתן ובקהילתן כאזרחיות אימהות ו חברות בקהילותיהן, ולאחר מכן נעזר בתפקידן כמחנכות כדי להעלות את תובנותיהן והשקפותיהן לקידום חינוך משמעותי לשינוי האקלים.

מחקר זה התבסס על הגישה הפנומנולוגית, וכלל ראיונות עומק חצי-מובנים עם 10 מורות המלמדות בבתי ספר תיכוניים ובחטיבות הביניים בחברה הבדואית. ניתוח הראיונות נערך לפי עקרונות פרדיגמת המחקר האיכותני-פרשני וחשף את תחושת המקום של המורות וחוויותיהן המקומיות הקשורות לשינוי אקלים. למרות הקשיים וחוסר התנאים הבסיסיים, המורות הביעו קרבה וזיקה חזקה לסביבתן הכפרית. הן תיארו את שינוי האקלים כבעיה מדאיגה המשפיעה ישירות על חייהן היומיומיים. כך למשל, המורות הביעו מורת רוחן מתנאי הסביבה המשתנים (כמו סופות החול וזיהומי אוויר), אפיינו ושיתפו את ההשפעות הרב-ממדיות של שינוי האקלים שהן חוות כגון השפעות על החקלאות המקומית, הכלכלה והבריאות. הממצאים מבליטים את הפערים בין האופן שבו הוראת שינוי האקלים נלמד (אם נלמד) בכיתותיהן באופן כללי ומופשט לבין החשיבות שהמורות רואות בהוראת הנושא הן באמצעות פיתוח רגישות לשינוי אקלים ולחוויות חיים בסביבה המקומית והן באמצעות אקטיביזם חברתי. עם זאת, המורות העלו חששות לאופן שבו ניתן לקדם פתרונות פרקטיים לצמצום שינוי האקלים, במיוחד בקרב החברה שלהן הסובלת מאי צדק סביבתי. החששות שלהן אף כללו כיצד ניתן ליישם תוכניות חינוך מבססות מקום ולספק משאבים נאותים בקרב הקהילה שלהן.

ממצאי המחקר מדגישים את החשיבות של תחושת המקום וחוויותיהן של המורות למדעים בקהילותיהן, מה שיתרום להבנה עמוקה יותר לסוגיה בהקשר של מקום, כולל גורמים חברתיים, כלכליים ופוליטיים. הבנה זו תסייע לפיתוח למידה -מבוססת מקום שיכולה להוות הזדמנות לתלמידים להתמודד בצורה אפקטיבית במאבקי שינוי האקלים, להבין כיצד ניתן לצמצם את הסיכונים ולנקוט פעולה חברתית למען צדק סביבתי.

המחקר תורם להבנה מעמיקה יותר של האופן שבו ניתן לקדם ביעילות חינוך אקלימי בהקשר למקום בקרב קהילה חסרת ייצוג ופגיעה לשינוי האקלים. חשיבות המחקר באה לידי ביטוי בצורך לתשומת לב לתפקיד המכריע שמורים ממלאים בקידום אוריינות אקלים בקרב תלמידיהם, וכיצד ניתן לטפל בשינוי חינוכי מערכתי תוך כדי התחשבות בהיבטים תרבותיים, כלכליים ופוליטיים. מחקר זה מציע השלכות פדגוגיות ותיאורטיות כאחד לפיתוח תוכנית לימודים מבוססות מקום למען קידום צדק אקלימי.





תפיסות מורי מורים ערבים על חינוך לשינויי אקלים ושילוב ערכים סביבתיים מן האסלאם כמקדם אפקטיביות של חינוך זה בקרב סטודנטים לחינוך מוסלמים

מרים דרמוני שרביט¹, מרים שפר מוסנזון¹, דפנה גולדמן²

1. אוניברסיטת תל אביב

2. המכללה האקדמית בית ברל

חינוך בנושא שינויי אקלים הינו תחום חדש בישראל והמחקר בו בראשיתו, קל וחומר בקרב החברה הערבית. ב-2022, נושא שינויי אקלים הוכנס כחובה לתכניות הלימודים הרשמיות של משרד החינוך. הנושא אינו נכלל עד כה בלימודי החובה במכללות להכשרת מורים ולכן חסרים מורים בעלי הכשירויות הדרושות לעסוק בהוראתו. דתות, ובפרט דתות הלכה, משפיעות על קהילות המאמינים. (Hulme, 2017) חינוך אפקטיבי בנושא שינויי אקלים צריך לתת מענה להקשר ולצרכים הספציפיים של הקהילות השונות, בפרט אם רוצים לקדם אימוץ מדיניות הכרוכה בשינויים התנהגותיים. חיבור לערכים, זהויות קולקטיביות ורגשות משפיעים על התנהגות יותר מאשר הידע על שינויי אקלים. (Allen & Crowley, 2017).

מחקר זה בוחן את עמדותיהם של מנחות מורים בחינוך הערבי בתחום הסביבה ושינויי אקלים ומורי מורים בכל תחומי הדעת במכללה להכשרת מורים ערבים, לגבי שילוב ערכים סביבתיים באסלאם בחינוך סביבתי בדגש על שינויי אקלים. ציבור מורי-המורים עומד במרכז המחקר משום שביכולתם להשפיע על דור המורים והמורות הבא. בחרנו במתודולוגיה משולבת: ראיונות עומק חצי מובנים עם נשות חינוך לקיימות ושינויי אקלים מנוסות שמכשירות מורים בפועל (הראיונות התקיימו ונתחו); וכן שאלון למורי מורים מהחברה הערבית במכללה להכשרת מורים, שחובר לצורך המחקר על בסיס שאלונים מתוקפים קיימים על תפיסות סיכון (Perception of Risk) ביחס למשבר האקלים, בפרט במדינות מוסלמיות. השאלון יועבר במרץ 2023.

עולה מתוך הראיונות שעל אף שרוב המורים המוסלמים מגדירים עצמם כמאמינים, ניכרת הבנה חלקית של הדת: רובם מתמקדים בביצוע המצוות ברמה הבסיסית מבלי להבין את הערכים הדתיים העמוקים יותר (אחדות, דיילות, איזון וטוב משותף). רוב המרואיינות סבורות שהתנהגויות הנוגדות לדעתן את הדת, נפוצות: צריכת יתר, בזבז מזון ופגיעה בסביבה. רוב המרואיינות הדגישו ששימוש במקורות דתיים מהווה אסטרטגיה לחיבור המורים לנושא שינויי האקלים. למשל: "אני מביאה את הפסוקים כי אם את רוצה להשפיע על המורים, את צריכה להתבסס על הדת. המורים רוצים למלא את חובותיהם כמוסלמים, וזו כניסה ליצירת השינוי". עוד היבט שעלה ברוב הראיונות הוא ש"חשוב להראות להם שאין סתירה בין דת למדע.

ספרות המחקר בנושא שינויי האקלים מצאה כי תפיסות ביחס למשבר לא נובעות רק מצבירת ידע מדעי, אלא מעוצבות גם מגורמים פסיכולוגיים ותרבותיים כגון רגש, דימויים, ערכים ותפיסות עולם. דת הנה אחד ההיבטים המשמעותיים המעצבים את זהותו של הפרט ולכן מהווה גורם השפעה גדול על התנהגותו (Koehrsen, 2021), (Skirbekk, 2018) גורמים אלו נמצאו כמשפיעים על פעולות אינדיבידואליות וקולקטיביות. השילוב של ערכי אסלאם דתיים בחינוך בנושא שינויי האקלים עשוי לקדם את הרלוונטיות של הלמידה, ובתקווה להניע לפעולה. ממצאי המחקר עשויים לסייע למקבלי החלטות בסוגיית הוראת שינויי האקלים במכללות להכשרת המורים.



תכנית המנטורינג לקידום הלמידה החוץ-כיתתית – תובנות ראשוניות וכוונות להמשך

נירית לביא אלון¹, נירית אסף²

1. הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

2. מכללת סמינר הקיבוצים

למידה חוץ כיתתית היא בעלת תועלות רבות אולם למרות היתרונות ותוצאות הלמידה המגוונות, חסמים רבים משפיעים על איכות הלמידה בטבע או מונעים התנסויות כאלו, ביניהם קושי של מחנכים לצאת ללמידה בחוץ. מחקר מקדים מצא שליווי ע"י מנטורים תרם בצורה משמעותית ליישום של למידה בחוץ. מתוך כך נבנתה תוכנית פיילוט ברמת הנדיב, על מנת לבחון לעומק את תהליך הליווי ותוצאותיו ולבנות מודל להרחבת תהליכי ליווי. התוכנית נועדה להכשיר אנשי חינוך מנוסים שיתמכו בעמיתים ויסייעו להם להטמיע את הלמידה בחוץ בשגרה. התוכנית בת שנתיים כוללת מפגשי הכשרה למנטורים ומפגשים שלהם עם מקבלי הליווי. לאחר שנה הורחב הפיילוט לשתי תוכניות נוספות הנחקרות במקביל.

מטרת המחקר להעריך את תרומת ההשתתפות בתכנית המנטורינג למשתתפיה ולתהליך הליווי שלהם ולבחון את היתכנות הרחבת המודל ברמה ארצית.

המשתתפים נבחרו לאחר תהליך סינון שבחן את מידת הניסיון שלהם בחינוך חוץ כיתתי ובהנחיה. הם מלווים אנשי חינוך בסביבות שונות בקרב גני ילדים, יסודי וחטיבה. המחקר האיכותני מתבסס על שאלונים, ראיונות של המשתתפים לפני ובמהלך ההשתלמות, מטלות שהוגשו וכן תיעוד המפגשים.

להשתתפות בתוכנית יש תרומה הן להתפתחות האישית והמקצועית של המנטורים והן למקבלי הליווי. יחד עם זאת, תהליכי ההכשרה של המנטורים ותהליכי הליווי הם מורכבים ומעלים סוגיות הדורשות בחינה מעמיקה כגון - איך יוצרים ביטחון ומסוגלות בקרב המנטורים והבנה של תפקידם, איך מתמודדים בהכשרה עם שונות גדולה בין המשתתפים והציפיות שלהם, איך יוצרים אמון עם מקבל הליווי ונכונות מצידו להתמיד בתהליך, מהו האיזון הנכון בין תמיכה בגישת "מודלינג" המספקת למקבלי הליווי הדגמה, פתרונות וכלים אל מול תמיכה בגישת "מנטורינג" המספקת להם תמיכה הרגשית והעצמה.

מן הממצאים עולה שליווי אישי של אנשי חינוך ע"י אנשי חינוך מנוסים הוא בעל פוטנציאל בלתי רגיל לקידום למידה חוץ-כיתתית, אולם מחייב תהליך של הכשרה ותמיכה במנטורים על מנת לתת להם את הכלים ותחושת הביטחון ולתמוך בשאלות ובקשיים שמתעוררים במהלך הליווי. על התהליך לכלול שיתוף ותמיכת עמיתים. להטרונגניות של המשתתפים וסביבות הלמידה יש תרומה רבה.

לתוכנית ייחודית וחדשנית זו יש ערך כפול הן בשל העצמת המנטורים כמחנכי חוץ והן בשל תרומתם להרחבת הלמידה החוץ-כיתתית בקרב אנשי חינוך נוספים. אם יאומץ הפיילוט, הוא עשוי לתרום לקידום משמעותי של למידה חוץ-כיתתית בישראל ובעולם. ממצאי המחקר מלמדים אותנו על האופן הרצוי להובלת תהליכי ליווי כאלו. בהמשך, יש לבחון את האפקטיביות של תהליכי ליווי אישיים בהשוואה להכשרות רבות משתתפים לקידום הלמידה החוץ-כיתתית.





יחסי אדם-טבע דרך מודל האקו-הוקרה כדי לבחון מה ניתן ללמוד על רווחה מבוססת טבע, חוסן וצדק אפיסטמי בגיל זקנה בעידן של משבר אקלים

מלי נבו, ליה לוי

אוניברסיטת תל אביב

רקע: אוכלוסיות מוחלשות, בהן אנשים זקנים, הן הנפגעות ביותר מהשלכות שינויי האקלים (Miller et al., 2012). לצד הבנה זו אודות הסכנות הטמונות בטבע עבור בני האדם, הוקרה אקולוגית (EAP; Nevo, 2019) הינה פרספקטיבה אקוצנטרית והוליסטית המתמקדת ביכולת להוקיר את יחסינו עם הטבע באופן אקולוגי עמוק בהתבססות על חקר מתמשך של היחסים, ומציאת מקור לרווחה ולחוסן בהם.

מטרות: אנשים זקנים בישראל מחזיקים בניסיון וידע חשוב אודות שתי סוגיות בהקשר זה: א. השתנות היחסים עם הטבע לאורך זמן; וב. מאפייני החיים בגיל זקנה בעידן הנוכחי ובהקשר של היחסים עם הסביבה והטבע. במחקר שאלנו - מה ניתן ללמוד מן היחסים בעבר ובהווה של אנשים זקנים עם הטבע על הרווחה שלהם בהווה? שיטה: בשנת 2022 התקיימו ראיונות עומק עם 60 משתתפות ומשתתפים זקנים, בעלי מאפיינים מגוונים. הראיונות כללו שאלות השוואתיות, נרטיביות, תיאורטיות ועידוד זיכרון. הנתונים נותחו על פי עקרונות הניתוח התמטי הבסיסי (Maguire & Delahunt, 2017), והמחקר התבסס על פרידיגמה איכותנית לפי המסורת הקונסטרוקטיביסטית (Braun & Clarke, 2022).

תוצאות: ממש כמו הטבע שהגישה אליו נכחדת עם השנים, כך נכחד גם קולם של אנשים זקנים בשיח אודותיו. הממצאים מאירים על היבטים הנוגעים לרגשות, פרספקטיבות אנתרופוצנטריות ואקוצנטריות בגיל זקנה, היות האדם משמעותי, קשרים עם צמחים, חיות ומקומות, וחוויות של הכרה והוקרה עמוקה כמנגנונים מקדמי רווחה ותובנה. בעוד שחלק מן הממצאים מהדהדים מחקרים קודמים והתנסויות קליניות, אחרים נחשפו במחקר זה לראשונה, ויש בהם פוטנציאל עניין רב לעוסקים בקידום מדיניות חברתית והתערבויות בתחום הרווחה, החינוך והבריאות עבור אנשים בגיל זקנה ובכלל.

דיון: מסקנות המחקר מזמנות התבוננות מחודשת על אנשים בגיל זקנה כשותפים בתהליכי עיצוב ידע אודות החיים בעידן של שינויי אקלים. והן אף מספקות תזכורת למחירים הסמויים מן העין של התעלמות מתפיסת הטבע כמקור לרווחה, ומציעות הצעות קונקרטיות להמשך חקירה של הקשר בין הוקרה, רווחה, חוסן ואיכות חיים; גם ובמיוחד בקרב האוכלוסייה הזקנה, ששיעורה באוכלוסייה הולך וגדל. המחקר נתמך ע"י הקרן בתחום הזיקנה ע"ש פרופ' רבקה ושמעון ברגמן.

המחקר מאפיין רווחה שמקורה ביחסי אדם-טבע, עבור האוכלוסייה הזקנה בישראל בעידן של משבר אקלים; מאתגר את הדחיקה לשוליים של זקנים משיחים מרכזיים של משבר האקלים; ומפתח אמפירית את מודל האקו-הוקרה ביחס לאוכלוסיית הזקנים בישראל.

ממצאי המחקר מהווים בסיס להמלצות לקובעות/י מדיניות ולציבור הרחב, אודות דרכים לאפשר שגשוג של אנשים זקנים בהקשר ליחסיהם עם הטבע המשתנה, ואודות חשיבות תשומת הלב לא רק לפגיעותם בעידן של שינויי אקלים, אלא גם לתובנותיהם הייחודיות.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



אקלים מקומי

אולם H



יו"ר המושב: פרופ' אופירה אילון, אוניברסיטת חיפה,
מוסד שמואל נאמן, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

הזנת צמחים באמצעות חלקיקים אטמוספריים טבעיים
בריכוזי פחמן דו-חמצני נכחי ועתיד
*מר אנטון לוקשין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

פליטת חמצן דו-חנקני (N_2O) מתהליך ניטריטציה
(ניטריפיקציה חלקית) וניטריפיקציה מלאה בתנאי
מליחות גבוהה
*מר סמאח עבאסי, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

תכנון דיגיטלי לקידום חוסן עירוני והיערכות לשינוי
האקלים
פרופ' איתמר לנסקי, אוניברסיטת בר-אילן

הרצת מודל אקלימי בישראל
ד"ר לינס אוזן, השירות המטאורולוגי הישראלי

מדידות פליטות מתאן באמצעות לווין ברזולוציה גבוהה
מראות פליטות מתאן גבוהות פי 5 מהמדווח במטמנות
בישראל
ד"ר דניאל מדר, SP Interface

שינוי האקלים בישראל – מגמות עבר ותחזיות אקלימיות
ד"ר יצחק יוסף, השירות המטאורולוגי הישראלי



הזנת צמחים באמצעות חלקיקים אטמוספריים טבעיים בריכוזי פחמן דו חמצני נוכחי ועתיד

אנטון לוקשין¹, דניאל פלחן², אבנר גרוס¹

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

2. אוניברסיטת אריאל בשומרון

במערכות אקולוגיות טבעיות זמינות הנוטריינטים, בין השאר, קובעת את האופי והמגוון הביולוגי. מקור הנוטריינטים יכול להיות מבלויה של סלעי המקור או מאספקה של נוטריינטים באמצעות חלקיקים אטמוספריים טבעיים כגון אבק מדברי, אפר געשי ואפר שריפות (אבק ואפר) – שהם החלקיקים הטבעיים הכי נפוצים באטמוספירה. אבק ואפר משפיעים על פוריות ארוכת טווח במערכות אקולוגיות טבעיות בהיותם מועשרים בזרחן, כמו גם במאקרו ומיקרו נוטריינטים אחרים הנחוצים לצמחים כגון: אשלגן, קלציום, מגנזיום, זינק, מנגן, נחושת, ברזל ומוליבדן. החלקיקים האטמוספריים מהווים חלק משטף הנוטריינטים הטריים לסביבות שונות וקרקות בטווחי זמן ארוכים. עם זאת, הידע שישנו היום לגבי ההשפעה מיידית של אבק ואפר על הזנת צמחים הינו מוגבל. מאמר שיצא לאחורונה (Gross et al, 2021) הראה שצמחים הצליחו לגדול משמעותית ולקחת זרחן ישירות מהאבק שנח על עלויותם. תהליך הזנת צמחים דרך העלוה, באמצעות אבק ואפר במערכות אקולוגיות טבעיות, כנראה יהיה מרכזי ומשמעותי יותר בעתיד, מכיוון שמחקרים רבים הראו שיעילות השורש בספיחת נוטריינטים נפגעת עם עלייה בריכוז פחמן דו חמצני (פד"ח). בעבודת מחקר זו נרחיב את עבודתנו של גרוס על ידי תיאור וכימות השפעת אבק ואפר על הזנת צמחים בטווחי זמן מידיים. נגדל צמחים ונדשן אותם באמצעות אבק ואפר ונסה לכמת את תהליך ספיחת הנוטריינטים באמצעות שורשים ועלים. את הניסויים האלה נעשה בריכוזי פד"ח אטמוספירי רגיל וגבוה. לאחר מכן, נבחן את השפעות אבק ואפר על ביומסה, ההרכב הביוגאוכימי ואת ריכוזי היסודות של הצמחים. בהמשך נמדוד יחסים איזוטופיים של יסודות רדיוגניים של נאודימיום וסטרונציום על מנת לאפיין את מקור ספיחת הנוטריינטים – דרך העלים או השורשים. תוצאות ראשוניות הראו שאבק ואפר הגדילו את הביומסה וכמות הזרחן בצמחים, תוך כמה שבועות. כמו כן, התוצאות הראו שדישון באמצעות אבק ואפר יעיל רק דרך העלים. תוצאות ראשוניות לאחר גידול צמחים בריכוז פד"ח גבוה, הראו שאכן יש ירידה משמעותית בריכוז הנוטריינטים, ושדישון עלויתי מצליח להעלות את הריכוז עבור חלק מהם. הבנת השלכות עתידיות של פחמן דו חמצני גבוה על ערכים תזונתיים של צמחים ודרכים חדשות בפיתוח דישון חקלאי.

פליטת חמצן דו חנקני (N_2O) מתהליך ניטריטציה (ניטריפיקציה חלקית) וניטריפיקציה מליאה בתנאי מליחות גבוהה

סמאח עבאסי, מיכל גרין, שלדון טר
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

רקע: שפכים בעלי מליחות גבוהה מעל 3% מלח (hypersaline wastewater), שמקורם בתעשייה, בריכות דגים ועוד, יכולים להכיל גם ריכוזים גבוהים של אמוניום שיש להרחיקם לפני שחרורם לסביבה. הרחקת אמוניום משפכים מבוצעת בד"כ ע"י תהליכי ניטריפיקציה ודניטריפיקציה. תהליך הניטריפיקציה הוא תהליך איירובי שבו בשלב הראשון – ניטריטציה – האמוניום מחומצן לניטריט (NO_2^-) ע"י חיידקים מחמצני אמוניום (AOB) ובשלב השני הניטריט מחומצן לניטראט על ידי חיידקים מחמצני ניטריט (NOB). תהליך הדניטריפיקציה הוא תהליך אנאירובי שבו הניטראט מחוזר לחנקן גזי. אחד מתוצרי הלואי של הניטריפיקציה והדניטריפיקציה הוא חמצן דו חנקני (N_2O) שהוא גז חממה שהשפעתו (פר מולקולה) גדולה פי 298 מדות"פ. ב AOB פליטת ה N_2O נובעת משני מסלולים אנזימטיים: (1) חמצון לא מושלם להידוקסילאמין (שנוצר בתהליך חמצון האמוניום) (2) חיזור הניטריט ל N_2O . מטרת המחקר: הפחתת כמות פליטות N_2O מתהליך הניטריפיקציה החלקית והמלאה בתנאים של ריכוז מלח גבוה. שיטות: השוואת פליטות N_2O בניטריפיקציה חלקית ומלאה, בראקטורים ביופילמים ללא חומר אורגני ובתנאים של 4% מלחים. מדידת N_2O הנפלט מהראקטורים בוצעה באמצעות ספקטרומטר FTIR (Fourier Transform Infra-Red).

תוצאות דיון ומסקנות: נמצאה עליה בפליטת כמות ה N_2O עם הירידה בריכוז החמצן בראקטור וכמו כן בניטריפיקציה מלאה פליטת N_2O הייתה נמוכה בהרבה. בנוסף, בתהליך הניטריטציה התקבל קשר בין ריכוז האמוניום לבין פליטת ה N_2O מהראקטור, הקשר הזה הוצג בריכוזי חמצן גבוהים ונמוכים. בחמצן גבוה (2.85 מג"ל) ירידה בריכוז האמוניום מ-24.9 מג"ל ל-0.823 מג"ל גרמה לירידה בפליטת ה N_2O מ-123.51 מג"ל ליום ל-9.58 מג"ל ליום בהתאמה. בחמצן נמוך (0.38 מג"ל) ירידה בריכוז האמוניום מ-31.13 מג"ל ל-0.513 מג"ל גרמה לירידה בפליטת ה N_2O מ-66.01 מג"ל ליום ל-7.72 מג"ל ליום בהתאמה. בתהליך של ניטריפיקציה מלאה בתנאי חמצן נמוך (0.34 מג"ל) ירידה בריכוז האמוניום מ-44.29 מג"ל ל-0.479 מג"ל גרמה לירידה בפליטת ה N_2O מ-14.041 מג"ל ליום ל-0.3 מג"ל ליום בהתאמה.

תרומת המחקר: לאור שינויי האקלים העולמיים הפחתת גזי חממה היא בחוד חנית המחקר. המחקר עוסק בהפחתת של פליטות גז החממה – N_2O ממכונני טיפול בשפכים בעלי ריכוז מלחים גבוה. בנוסף המחקר תורם לידע המדעי בנושא ניטריפיקציה חלקית-ניטריטציה – בתנאים של מליחות גבוהה – 4%, נושא שכמעט ולא נחקר בעבר.



תכנון דיגיטלי לקידום חוסן עירוני והערכות לשינויי אקלים

איתמר לנסקי, שילה שיף, שלומית פלינט אשרי, ענת צ'צ'יק, אורן גליקמן וקרן אגאי שי
אוניברסיטת בר אילן

לערים תפקיד מרכזי ביעדי האקלים של מדינת ישראל (היערכות לשינויי אקלים והפחתת פליטות). כדי לעמוד ביעדים אלה נדרשים כלים מתאימים. הפרויקט "תכנון דיגיטלי לקידום חוסן עירוני והערכות לשינויי אקלים" מפתח שירותי אקלים (climate services) לסייע למתכננים וקובעי מדיניות להיערך לשינויי אקלים בשני שלבים. שלב א' כולל הנגשת מידע על המצב הקיים בעיר והערכות לגבי השפעת התערבות (שינוי באחוז כיסוי צומח ביחידת שטח). את המצב הקיים אנו מאפיינים בעזרת מדדים סביבתיים (כיסוי צומח ואי החום העירוני מנתוני לוויינים) ומדד כלכלי חברתי (אשכול כלכלי חברתי ברמת הישוב ואזור סטטיסטי מהלמ"ס). אנו מציגים נתונים אלה כשילוב צבעים RGB: מצב כלכלי חברתי בכחול, כיסוי צומח בירוק, וטמפרטורה באדום. תצוגה זו מאפשרת להבחין בפערים חברתיים-כלכליים והקשר לאי שוויון סביבתי בין ערים ובין שכונות בעיר. השקעה ציבורית בהיערכות לשינויי אקלים צריכה לפיכך להיעשות לפי צורך (ולא לפי דרישה), אחרת הפערים (חברתיים כלכליים, סביבתיים ובריאותיים) עלולים לגדול. אנו מציגים את ההערכה של השפעת ההתערבות (שינוי בכיסוי צומח) על הסביבה (טמפרטורה, בעזרת נתוני לוויין), על הבריאות (תמותה ותחלואה) והערך הכספי של ירידה בעלות תחלואה/תמותה ברמת השכונה (אזור סטטיסטי). שלב א' יסתיים באיתור השכונה/אזור בו יש רצון וצורך להתערב ויעדי ההתערבות (לדוגמה, יעד של עליה בכיסוי צומח ל-25%). בשלב ב' נתמקד בשכונה זו ונערב את כל בעלי העניין בתכנון עתיד השכונה תוך שימוש במערכת תמיכה בתכנון, נתונים מהמשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות ושירותי אקלים עירוני שסיפקו הערכות השפעה עבור תרחישי תכנון שונים. הערכות אלו יכללו מעבר להיבטים מטאורולוגיים והידרולוגיים, גם שינוי בערך נכסים לכל תרחיש שיוצע ע"י בעלי העניין השונים. כך ניתן יהיה לעשות שימוש בידע מקומי ולהתחשב בהשלכות על הסביבה, הבריאות והכלכלה בשלב מאוד מוקדם של התכנון. את הביצועים והשימושיות של שירותי אקלים אלה נעריך במספר ערים. האינטגרציה והעבודה מול מערכות המידע של הערים מתבצעת על ידי הסדנה לידע ציבורי. הפרויקט תכנון דיגיטלי לקידום חוסן עירוני והערכות לשינויי אקלים מפתח לראשונה בישראל כלי שיאפשר לכמת את התועלת הבריאותית מתרחישי התערבות להגדלת תכסית צמחייה. הכלי תומך במתכננים ומקבלי החלטות ע"י הנגשת מידע, הבנת צרכים, ותיעדוף השקעה ציבורית בהתאמה לשינויי אקלים. כמו כן הגישה והכלים יובילו לשיפור השקיפות של תהליך קבלת ההחלטות, ולשימוש יעיל יותר בכספי ציבור. בסופו של דבר הפרויקט יתרום לסביבה עירונית בריאה יותר למגורים בעתיד, ויקדם צדק סביבתי.





הרצת מודל אקלימי בישראל

לינס אוזן, פבל חיינ, אליקום ודיסלבסקי, אלון שטיבלמן, יואב לוי, ניר סתיו
השירות המטאורולוגי הישראלי

בשנים האחרונות, במסגרת פרויקט CMIP6 מפותחים ברחבי אירופה מודלים אקלימיים אזוריים הכוללים את ישראל ברזולוציה של 12.5 ק"מ. מודלים אלו לא כוילו באופן שיתאים לאקלים בישראל, הרזולוציה שלהם גסה מדי בכדי לתאר את האקלים באזורנו בצורה אמינה, ויתרה מכך, ישראל נמצאת לרוב בקצה תחום ההרצה, דבר שמשפיע על אמינות התוצאות. המשמעות היא שקיימים פערים בין תחזית המודלים האירופאיים עבור ישראל לבין התצפיות בפועל.

ביוני 2022 התקבלה החלטת ממשלה שמטילה על השירות המטאורולוגי את המשימה לפתח ולהריץ מודל אקלימי המותאם לישראל על מנת לספק תחזית אקלים אמינה, הנחוצה לביצוע מחקרי השפעה ובניית תכניות אסטרטגיות רב שנתיות בתחומים שונים. לצורך ההרצה התקבלה החלטה לתקצב הקמה של מרכז חישובים אקלימי בהשתתפות מספר משרדי ממשלה.

השירות המטאורולוגי הינו חבר פעיל בקונסורציום COSMO הכולל מספר שירותים מטאורולוגים באירופה. במסגרת הקונסורציום מפותח מודל מזג אוויר ואקלים מתקדם ICON. במשך השנתיים האחרונות, צוות המחקר בשירות המטאורולוגי עמל על כיוול מודל ICON לאזורנו במספר רזולוציות. עבודה זו נעשית בשיתוף פעולה עם מפתחי מודלים בקונסורציום COSMO, עם קהילת מפתחי מודלים אקלימיים CLM, ועם מכון המחקר הקפריסאי Cyl.

לקראת סתיו 2023 השירות המטאורולוגי צפוי להתחיל בהרצות אקלימיות על השנים 1950-2022, וזאת לצורך אימות סופי של תוצאות המודלים מול האקלים בפועל. לקראת סוף 2023 השירות המטאורולוגי יחל בהרצות אקלימיות עד 2100. הרצות אלו יכללו את אזור אירופה, הים התיכון ומדינות הסכמי אברהם, ברזולוציה של 12.5 ק"מ, וכן את מזרח התיכון וישראל ברזולוציה 2.5 ק"מ. על תהליך הכיוול וממצאים ראשונים נפרט בהרצאה. מרכיב הכרחי לפיתוח מדיניות יעילה להתמודדות עם שינויי האקלים הוא קיומן של תחזיות ותרחישי אקלים עם יכולת הפרדה מרחבית גבוהה. מכאן נחיצות הרצות מודל אקלימי דווקא בישראל כן שמירב המאמצים מושקעים לתיקון והתאמת המודל לאזור מזה"ת ולישראל בפרט.





מדידות פליטות מתאן באמצעות לוויין ברזולוציה גבוהה מראות פליטות מתאן גבוהות פי 5 מהמדוח במטמנות בישראל

דניאל מדר, חגית אולנובסקי

SP Interface

רקע: מתאן הינו גז חממה שכל טון שלו מחמם את האטמוספירה פי 28 מטון פחמן דו-חמצני על פני 100 שנה (GWP100), או פי 80 על פני 20 שנה (GWP20); ומהווה 17% (GWP100) עד 35% (GWP20) מאפקט החימום האטמוספרי המצטבר של פליטות גזי החממה ממקור אנושי. מכיוון שרוב אפקט החימום האטמוספרי של מתאן מתרחש ב-20-10 השנים הראשונות שלו באטמוספירה, צמצום בפליטות מתאן עכשיו יביא לצמצום באפקט החממה עקב פליטות אנתרופוגניות תוך 20-10 שנים. עפ"י המשרד להגנת הסביבה המקור רוב פליטות המתאן בישראל הוא מטמנות פסולת, כאשר סה"כ כ-6,000,000 טון CO₂e ממצאי פליטות גזי החממה בישראל (8%) מקורם בפסולת (CO₂e, GWP100) שמורכבים בעיקר ממתאן וקצת מ-CO₂. אולם, אין בישראל מדידות של פליטות גזי חממה כלל מהסקטורים השונים, וכל המצאי הלאומי של פליטות גזי חממה מבוסס על הערכות וחישובים. מטרה: מדידת פליטות מתאן ממטמנות בישראל.

שיטות: ביצוע מדידות שבועיות של פליטות מתאן באמצעות לוויינים ברזולוציה גבוהה (25 מ') ממטמנות בישראל במשך שנה.

תוצאות: במטמנת אפעה וערד נמדדו פליטות מתאן שנתיות של כ-25,000 טון ו-5,600 טון בהתאמה, שהן גבוהות פי 5 ופי 7 בהתאמה לעומת הפליטות המדווחות למרשם הפליטות לסביבה (מפל"ס) של המשרד להגנת הסביבה בשנת 2020.

דיון: במידה והמדידות המדווחות מייצגות את שאר מטמנות הפסולת המוסדרות הפעילות בישראל וגם את אתרי הפסולת שכבר אינם פעילים (אך עדיין פולטים גזי חממה), היקף פליטות גזי החממה מפסולת בישראל עשוי להגיע עד ל-30,000,000 טון CO₂e בשנה, מה שיעלה את מצאי פליטות גזי החממה הלאומי בכ-30% לכ-102,000,000 טון CO₂e בשנה.

מסקנות: יש להרחיב את מדידות פליטות המתאן מפסולת לכל המטמנות ואתרי הפסולת בארץ לשם כימות מדויק של מצאי פליטות גזי החממה מסקטור זה. יתכן וניתן יהיה לצמצם פליטות אלו בעשרות אחוזים באמצעות יישום טכניקות פשוטות וזולות יחסית במהירות, עוד לפני יישום רחב של צמצום הטמנת הפסולת בישראל מ-80% ל-20%, לפי אסטרטגיית הפסולת של המשרד להגנת הסביבה.

במידה ותוצאות המחקר משקפות את הנעשה ברוב סקטור הפסולת הישראלי, מצאי פליטות גזי החממה הישראלי צפוי לעלות ב-30%. הפנמה של גודל הבעיה בקרב מקבלי החלטות, עשויה להביא להפניית משאבים לצמצום מהיר של הבעיה, עוד לפני יישום בפועל של אסטרטגיית הפסולת של המשרד להגנת הסביבה.



שינויי אקלים בישראל – מגמות עבר ותחזיות אקלימיות

יצחק יוסף

השירות המטאורולוגי

מאז תחילת המאה הקודמת וביתר שאת בעשורים האחרונים אנו עדים לעליה כללית ומתמשכת בטמפרטורה העולמית. מכיוון שעליית הטמפרטורה אינה אחידה על פני כדור"א ובנוסף לכך אזורנו, אגן הים התיכון, מוגדר כאזור הרגיש לשינויי אקלים (hot-spot), בדקנו את השינוי בטמפרטורה בישראל בתקופה 1950-2020 וכן את שיעור השינוי הצפוי עד 2100. הבחינה בוצעה עבור שני תרחישים אקלימיים אחד מתון (RCP4.5) ואחד חמור (RCP8.5). לשינוי בטמפרטורה נודעת השפעה על כמויות הגשם, לאור זאת בחנו גם את מגמות העבר והתחזיות לעתיד בגשם בישראל.

מגמות העבר חושבו על-בסיס מערך נתונים המורכב מעשרות תחנות מדידה, שעברו בקרת נתונים קפדנית ומבחינה הומוגניות לצורך מזעור השפעות שאינן אקלימיות על סדרות הזמן (למשל, החלפת מכשור, שינויים בהצבת התחנה, שינויים בסביבת התחנה וכד'). לצורך בחינת המגמות בעתיד ביצענו תיקון ל-12-15 מודלים אקלימיים (statistical downscaling) כדי שייצגו טוב יותר את אזורנו.

ניתוח מגמות הטמפרטורה בארץ מראה כי טמפרטורת המקסימום עלתה בשיעור של 0.21 מ"צ/עשור וטמפרטורת המינימום בכ-0.25 מ"צ/עשור משנת 1950 ועד 2020. בשלושים השנים האחרונות קצב השינוי בטמפרטורה הינו גבוה יותר ועומד על כ-0.6 מ"צ/עשור. הטמפרטורה הממוצעת בישראל צפויה להמשיך לעלות ולהשלים עליה של כ-2.5 מ"צ תחת התרחיש המתון ועליה של כ-5 מ"צ תחת התרחיש החמור עד לסוף המאה, ביחס לתקופה 1990-1961.

בעשורים האחרונים כמות הגשם הממוצעת בישראל מאופיינת בנטייה כללית להפחתה אשר אינה מובהקת סטטיסטית. נטייה זו צפויה להימשך ולבוא לידי ביטוי בעיקר תחת התרחיש החמור מאמצע המאה ולהתגבר לקראת סופה. כך כמות המשקעים צפויה לפחות בסוף המאה (2071-2100) בשיעור ממוצע של כ-15%-25% ביחס לתקופת 1990-1961 בהתאם לתרחיש.

לשינויי האקלים להם אנו כבר עדים ולאלו החזויים קיימת השפעה על האדם ועל מגזרי המשק השונים דוגמת: חקלאות, מים, אנרגיה, בריאות וכד'. לפיכך, קיים הכרח להבין את השפעתם וכן להיערך ולתכנן לאורם. מגזרים שונים במשק בהם גם משרדי ממשלה (חקלאות, אנרגיה, בריאות וכד') מושפעים במידה רבה משינויי אקלים. מגזרים אלו יכולים לעשות שימוש במגמות אשר מוצגות בעבודה זו על-מנת לשפר את היערכותם לשינויי האקלים. בנוסף, מערך הנתונים העומד בביס עבודה זו, זמין ומאפשר מגוון גדול של מחקרי המשך ביניהם פיתוח מדדים אקלימיים המשפיעים ספציפית על כל מגזר ומגזר.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



תכנון, סביבה ומה שביניהם

אולם I



יו"ר המושב: פרופ' ראסם ח'מאיסי, אוניברסיטת חיפה

**עמדות והתנהגויות בקרב אזרחים ותיקים בישראל
בנושא שינוי אקלים, והשלכות למדיניות**
*גב' תהילה יואלי, אוניברסיטת חיפה

**אזרחים ותיקים באתרי טבע: שימוש בחליפות סימולציה
לזקנה ככלי תומך לתכנון**
*גב' מיכל שובר, אוניברסיטת חיפה

**אתגרים, שיקולים ומתודולוגיה בקביעת ערכיות
אקולוגית-סביבתית ובחינת חסמים בשטח תוכנית-אב
מטרופולין ירושלים, ואיתור אזורים אפשריים לפיתוח
ולשימור**
גב' ענת בן נתן, גיאו טבע יעוץ ותכנון סביבתי בע"מ

**שיקולים סביבתיים בתכנון יישובים בדואיים בנגב, חקר
המקרה רח'מה**
מר דניאל זמלר, גיאו טבע יעוץ ותכנון סביבתי בע"מ

**תעדוף חלופות מיקום לעמדות טעינה ציבורית למחצה
לצורך הרחבת מארג הטעינה הציבורי לרכב חשמלי**
ד"ר אודי לזין, אוניברסיטת חיפה

הסקר החברתי של יובלי נחל הירקון
ד"ר ענת לוי שרון, המרכז לשלטון מקומי, וד"ר מיכל שורק,
רשות ניקוז ונחלים ירקון



עמדות והתנהגויות בקרב אזרחים ותיקים בישראל בנושא שינוי אקלים, והשלכות למדיניות

תהילה יואלי, מיה נגב, שלומית פז, גלית וינשטיין

אוניברסיטת חיפה

שינוי האקלים מוגדר ע"י ארגון הבריאות העולמי כאיום הגדול ביותר על בריאות האנושות במאה ה-21. חום קיצוני גורם לעלייה בתחלואה ותמותה והחשיפה לחום הופכת ליותר נפוצה ותכופה. בפרט, באגן הים התיכון המאופיין בקיץ חם ויבש, מגמת העלייה בטמפרטורה גדולה יותר מזו של הממוצע העולמי, במקביל לעליה בשכיחותם ובעוצמתם של גלי חום קיצוניים. שבץ מוחי נמצא כגורם השני לתמותה, והשלישי לתמותה ומוגבלות בעולם. בנוסף, קיימת עלייה בנטל העולמי של שבץ מוחי אשר מיוחסת לא רק לגידול האוכלוסייה והזדקנותה, אלא גם לגידול המהותי בחשיפה לגורמי סיכון שונים, ביניהם גורמים התנהגותיים. למרות הצטברות ידע על הקשר בין התנהגות וסיכון לשבץ, קיים פער בין ממשק המדע למדיניות, וחסרה מדיניות להפחתת הסיכון. מטרת לזהות חסמים וגורמים מאפשרים של התנהגויות בריאות למניעת שבץ בקרב אוכלוסיות בסיכון, וגיבוש מדיניות להפחתת מקרי שבץ בקרב קבוצות סיכון אלו, בעת התרחשותם של גלי חום בעונה החמה. שיטות מחקר איכותני זה כלל קבוצות מיקוד בקרב אנשים הנמצאים בסיכון לשבץ מעל גיל 60 (N=56). נערכו 8 קבוצות מיקוד באזורים ובמגזרים שונים בישראל (יהודים, נוצרים, מוסלמים, ודרוזים). הקבוצות נערכו בדגימת מכוונת, במסגרת של מרכזי יום לקשיש. נעשה ניתוח נתונים איכותניים על בסיס ניתוח תמטי. ממצאים נמצא כי בקרב האוכלוסייה הנבדקת קיימות התנהגויות מסתגלות והתנהגויות גמישות. נראה כי תפיסת הסיכון בעיני הנבדקים מתחלקת לאלו הרואים אותה כאישית ואילו אחרים אינם תופסים זאת כסיכון אישי, אלא סיכון לדורות הבאים, תפיסות אלו מושפעות הן מידע והן מתפיסות פטליסטיות. הנבדקים בחלקם ראו את האחריות כאחריות אישית ואילו אחרים חושבים שהינה ממשלתית. הנבדקים ראו בחינוך הדור הצעיר, קידום בריאות, הדרכה, וטכנולוגיה פתרונות הולמים כמענה למשבר האקלים. מסקנות שינוי האקלים וההתחממות בפרט, אינו נושא עיקרי בחייהם של אזרחים ותיקים ורובם אינם תופסים את משבר האקלים כאיום ממשי ומיידי על בריאותם, ייתכן שזאת על רקע של חוסר ידע והדרכה מתאימה.

תרומת המחקר: ישנה חשיבות רבה לפיתוח מדיניות ברמה הלאומית, תוך עירוב שירותי הבריאות בבניית תוכניות התערבות בקרב אזרחים ותיקים בנושא ההשפעות הבריאותיות של ההתחממות ושינוי האקלים. כמו כן, פיתוח סביבות פיזיות ואנושיות התואמות להתמודדות עם משבר האקלים, וכן ניהול תקשורת סיכונים בנושא.



אזרחים ותיקים באתרי טבע: שימוש בחליפות סימולציה לזקנה ככלי תומך לתכנון

מיכל שובר, נגה קולינס-קריינר

אוניברסיטת חיפה

מפגש עם הטבע ממלא תפקיד חיוני בשיפור רווחתה של האוכלוסייה הוותיקה, שמספרה בעולם יכפיל את עצמו בשלושים השנים הקרובות. נמצא כי לאזרחים הוותיקים צרכים משלהם בביקורם באתרי הטבע אשר נובעים ממצבים פיזיים/בריאותיים, חברתיים ופסיכולוגיים. ובנוסף, כי למידה והעמקת הידע של מנהלים בנושא עשויה לתרום להבנת הרצונות והצרכים המדויקים של האוכלוסייה הוותיקה ולהפכם לכלים תכנוניים ועיצוביים יישומיים לאתרי הטבע.

המחקר עשה שימוש בחליפות סימולציה לזקנה, המשלבות משקולות, משקפת, אזניות, כפפות ועוד. חליפות אלו פותחו ככלי להגברת ההבנה והאמפתיה של גיל הזקנה עבור צעירים, ומטרתן לדמות תחושה כללית של זקנה. מטרת המחקר הייתה לנתח את חווית הביקור באתר טבע של מנהלים ומתכננים, בעודם לבושים בחליפות. מהפן החינוכי - המחקר ביקש לבדוק האם קיים שינוי בתפיסה בקרב המנהלים לפני ואחרי לבישת החליפות, ומהפן התכנוני - אלו תשתיות ושירותים באתר ניתן להתאים בצורה טובה יותר עבור הוותיקים.

במסגרת הניסוי טיילו מנהלים מרשות הטבע והגנים בשמורת הטבע 'עין אפק', לבושים בחליפות. המחקר כלל ראיונות עומק חצי מובנים לפני ואחרי לבישת החליפה, ותצפיות משתתף במהלך ההליכה. הראיונות תומללו, הטקסט נותח בצורה איכותנית על ידי ארגון מחדש בקטגוריות קטגוריות, ומהן נגזרו קטגוריות העל – תמות. חמש התמות שהוגדרו הרכיבו את פרק הממצאים ומתארות את השפעת חליפות הזקנה על המנהלים - 1. מעורבות כלל החושים 2. העמקת ההבנה בנוגע למרכיבי פני הדרך 3. שיקולים חדשים בבחירת מסלול ההליכה 4. העלאת תחושות שונות 5. יצירת השוואה בין ההליכה עם החליפה ובלעדיה .

הממצאים תומכים במידה רבה בספרות העולמית, אשר מצאה כי לחליפות השפעה על ההבנה של המגבלות הפיזיות והתחושתיות של גיל הזקנה .

גם במחקר זה ניתן לראות כי הרחבת הידע של המנהלים בנושא הובילה לרעיונות ותובנות יישומיים של שדרוג השירותים באתר. המסקנות המרכזיות הן כי לבישת החליפות השפיעה על הבנת מורכבות החוויה, אשר יצרה מצב של דריכות והתכנסות פנימה, ושינתה את החוויה של ההליכה בטבע כולה, וכי נתינת מירב האינפורמציה על האתר תוכל לסייע בתכנון המסלול לכל אחד בהתאם ליכולותיו.

המחקר תרם והוסיף לספרות בכך שהוא חשף את המנהלים להבנת המורכבות שבזקנה, והאופן בו היא משפיעה על הביקור באתר טבע. עצם ההשתתפות בניסוי והשימוש בחליפות, גם במקרה זה, של הליכה באתר טבע, הובילה לשינוי בתפיסה בקרב המנהלים, הגבירה את המחשבה על האזרחים הוותיקים והעמיקה את הידע וההבנה לגבי החוויות והתחושות שהם חווים באתרים. כל אלו יכולים להוביל לשיפור והתאמת התשתיות והשירותים, כך שגם המבקרים הוותיקים יוכלו להנות מהטבע בצורה המיטבית.





אתגרים, שיקולים ומתודולוגיה בקביעת ערכיות אקולוגית-סביבתית ובחינת חסמים בשטח תכנית-אב מטרופולין ירושלים, ואיתור אזורים אפשריים לפיתוח ושימור

ענת בן נתן, דניאל זמלר, דויד מנינגר
גיא טבע יעוץ ותכנון סביבתי בע"מ

החלטת ממשלה דר/131 מציבה יעד תכנון מלאי של 300 אלף יח"ד לנפת ירושלים עד 2040. גבולות תכנית-אב מטרופולין ירושלים נקבעו על פי נתוני הלמ"ס, בשטח של 2.2 מיליון דונם שבליבם עוברים הקו הירוק וחומת ההפרדה. אזור נרחב זה מורכב וכולל מגוון שטחים ביעודי קרקע שונים, בתפקודים אקולוגיים שונים ובמצבים סטטוטוריים שונים, בנוסף למורכבות גיאופוליטית וחוסר רציפות בבעלויות על קרקעות ביו"ש. חלק מן הפיתוח הצפוי יהיה בשיטת פינוי בינוי בישובים קיימים וחלקו בינוי חדש על שטחים פתוחים. משרד הבינוי והשיכון שם למטרה איתור אזורי פיתוח ושימור במרחב המטרופולין תוך התחשבות בשיקולים אקולוגיים-סביבתיים. כדי להבין את מצבו האקולוגי-סביבתי של שטח המטרופולין נאספו ונותחו נתונים מסוגים שונים וממקורות רבים ליצירת המטריצה הירוקה – מפת הערכיות האקולוגית-סביבתית של שטח המטרופולין (גישת Bottom-Up). מנגד נבחנו צרכי האדם, נתונים סטטוטוריים על אזורים מוגנים, מגבלות החלות על השטח, יעוד שאינו מאפשר פיתוח, תכניות עתידיות, בעלויות ושיקולים אחרים (גישת Top-Down). שתי הגישות הוצלבו לקבלת התמונה השלמה: הזדמנויות וחסמים. על פי מפת ערכיות המטריצה הירוקה אותרו אזורי פיתוח פוטנציאליים בכל המטרופולין בהתקדמות בינוי לפי עשורים. נציג שני מקרי בוחן משני עברי הקו הירוק בהם הוחלה גישת התמונה השלמה בעת בחינת איתור פוטנציאלי. באזור צור הדסה נבחן איתור במיקום אסטרטגי באזור ביקוש גבוה לדיור וצומת תחבורה ראשי אך בערכיות גבוהה במטריצה ובקונפליקט עם יער מוגן, מעיינות וצוואר בקבוק; במעלה אדומים נבחנו מספר איתורים באזור ביקוש גבוה לדיור בצמידות לעיר ואף בערכיות נמוכה במטריצה אך בקונפליקט עם שיפועים חדים, בעיות בעלות על הקרקע וקרבה לנחל. בשני המקרים הוחלט לדחות את האיתורים. שימוש בגישת התמונה השלמה מאפשר מיפוי ערכיות אחיד של שטח בקנה מידה גדול ומורכב המכיל מנעד רחב של בתי גידול, אזורים מופרים, ואזורים ערכיים הקיימים בארץ והצלבתו עם כלל החסמים. שילוב זה מאפשר קבלת תמונה אסטרטגית רחבה של כלל ההזדמנויות והקונפליקטים במרחב גדול ומאפשרת בחינת מקרים ספציפיים וקבלת החלטות מושכלות הן בקנה מידה מקומי והן בקנה מידה מטרופוליני.

העבודה בוצעה במסגרת תכנית-אב בשטח גדול מאד, הטרוגני ומורכב מבחינות רבות. מבט-על ויכולת ניתוח השטח כיחידה אחת מאפשר תכנון אסטרטגי במרחב ובזמן, הן באיתור אזורים פוטנציאליים לפיתוח הדרגתי, תוך אפשרות מושכלת לתכנון ישובים ומרכזי תעסוקה בהתאם לצרכים, והן באפשרות לאתר אזורים לשימור. כך ניתן להתוות מדיניות מושכלת ורחבה תוך איזון בין צרכי פיתוח לשימור. יתרונה של השיטה שניתן להכילה בכל קנה מידה מאזורים נרחבים ומורכבים מאד ועד קטנים ופשוטים.





שיקולים סביבתיים בתכנון יישובים בדואים בנגב, מקרה בוחן רחמ'ה

נעה רוף אבשקין, דניאל זמלר, תמר שלום

גיא טבע ייעוץ ותכנון סביבתי בע"מ

בשנת 2014 התקבלה החלטת ממשלה על הקמת היישוב הבדואי רחמ'ה, במסגרת "תזכיר להקמת יישוב חדש" קבעה הממשלה את מרחב החיפוש של היישוב: צפון מערבית לעיר ירוחם, מערבה לכביש 204 למרגלות קמר ירוחם, בשטח אגן הנחלים ירוחם ורפד. מטרת העל הינה הסדרת התיישבות קבע לפזורת ירוחם- התיישבות בדואית מסורתית חקלאית המיועדת לאוכלוסייה של כ- 4,300 נפש. מטרתה של תכנית השלד הינה דיוק גבולות היישוב ("קו כחול"), פריסת ייעודי הקרקע העיקריים והתוויית הקווים המנחים לתכנון הסטטוטורי העתידי של היישוב. תכנון תכנית השלד נערך תוך שיתוף ציבור (תכנון משתף).

בשלב הראשון, בוצע ניתוח מצב קיים. לשם כך ערך הצוות הסביבתי- אקולוגי מספר סקרים בתחום היישוב וסביב לו:

1. סקר שימושי קרקע
2. סקר סטטוטורי וסקר מגבלות סביבתיות
3. סקר הידרולוגי
4. סקר ערכיות אקולוגית - סביבתית .

תוצאות הסקרים נערכו במערכות מידע גיאוגרפיות אשר אפשרו עיבוד כמותי ואיכותני בין השכבות השונות. ע"פ ממצאי הסקר בתחום היישוב קיימת היום פזורה בדואית ובי"ס יסודי. בחלקים נרחבים מהיישוב המתוכנן, שדות בעל מעובדים בחקלאות מסורתית וחריש רדוד, אתרי עתיקות ושטחים פתוחים ערכיים, בעיקר בתחום פשט ההצפה של נחל ירוחם. בנוסף, בתחום היישוב מפגש של מספר סוגי קרקעות ובתי גידול מגוונים. בשל מיקומה הגיאוגרפי התכנית חופפת לתחום מסדרון אקולוגי ארצי.

הנתונים שנאספו במסגרת הסקרים עובדו לכדי תשריט מגבלות סביבתיות ומיפוי ערכיות אקולוגית. על בסיס אלו נערכה מפת רמות פיתוח מומלצות אשר באמצעותה דויקו גבולות היישוב, נקבעו ייעודי קרקע לפיתוח השומר על השטחים הערכיים והמסדרון האקולוגי הארצי ככל הניתן, וכן מופה שלד ה"תשתית הירוקה" של היישוב. בנוסף ניתנו המלצות לשימור המערכת ההידרולוגית של הנחלים לצד קציר נגר וניצולו לטובת חקלאות מודרנית לצד חקלאות מסורתית.

במקרה של רחמ'ה הצוות הסביבתי-אקולוגי השפיע משמעותית על תכנון היישוב. המתודולוגיה בה נעשה שימוש, הסקירה המולטי דספלינירית, שימוש בתוכנות ממ"ג ושילוב בעלי מקצוע שונים יכול להוות מודל עבודה לצוותים סביבתיים – אקולוגים המתמודדים עם סוגיות תכנוניות דומות ועשוי להשפיע על מדיניות תכנון יישובים חדשים למגזר הבדואי.





תיעדוף חלופות: מיקום לעמדות טעינה ציבורית-למחצה לצורך הרחבת מארג טעינה ציבורי לרכב חשמלי

אודי לזין

אוניברסיטת חיפה

כלי רכב חשמליים הולכים ותופסים נתח משמעותי מכלל כלי הרכב הנמכרים ונוסעים בכבישי העולם. תחזיות להגדלת נתח שוק רכב חשמלי בשנים הבאות בעולם מצביעות על 120–220 מיליון כלי רכב בשנת 2030. הצפי שהשוק בישראל יצמח ויגיע לעשרות אלפים כלי רכב חשמליים כבר ב-2025.

"תדלוק" רכב חשמלי קרי, טעינת המצבר, יכול להתאפשר באופן תאורטי בכל מקום שבו יש חיבור חשמל לרכב. בפועל, טעינת כלי הרכב נעשית בעיקרה באמצעות עמדות טעינה או שקעי טעינה ייעודיים, וקיימים לכך מספר תרחישים. הנפוץ ביותר הוא טעינת כלי הרכב המתרחשת בבית ובמקומות עבודה באמצעות עמדת טעינה פרטית (עט"פ). שני תרחישים אחרים מציעים טעינת רכב חשמלי לשירות הציבור: טעינה ציבורית וטעינה ציבורית-למחצה. האחרונים מהווים רק כ-15%–20%. עלות הקמה של עט"צ יקרה מעלות עט"פ. למרות שטעינה לשירות הציבור היא נתח קטן מכלל הטעינה חשיבותה קריטית להתפתחות שוק הרכב החשמלי והדרישה לה תלך ותגדל ככל שיגדל מספר כלי הרכב החשמליים.

מטרת המחקר היא להציע שיטה מושכלת לתעדף חלופות – מיקום עבור עמדות טעינה ציבורית-למחצה לצורך הרחבת מארג טעינה ציבורי לרכב חשמלי. במקרה ושלטון מקומי או מרכזי יחליטו לסבסד הקמת עמדות טעינה ציבורית-למחצה, השיטה המוצעת תסייע בחלוקת תקציב שיהיה בהכרח מוגבל.

להשגת המטרה התמקד המחקר בשלושה היבטים:

1. פיתוח מתווה למארג טעינה ציבורי לרכב חשמלי.
2. הערכת נכונות בעלי חניות פרטיות להתקין ולהציע עמדת טעינה ציבורית-למחצה.
3. פיתוח מודל לדירוג ותיעדוף בין עט"צ-למחצה המוצעות לשילוב במארג טעינה אזורי.

שלושת היבטי המחקר יצרו את האמצעים אשר שילובם מאפשר תיעדוף עט"צ-למחצה לצורך הרחבת מארג טעינה ציבורי לרכב חשמלי כפי שעולה מצרכי מקום וזמן. המודל רב-קריטריונים מקנה לכל רשות מוניציפלית ובעלי עניין בתחום הטעינה הציבורית, כלי נוח, אובייקטיבי ויעיל, שניתן למחשב אותו, ולנצלו בתדירות רבה בכל פעם שבה יידרש לבחור בין חלופות מיקום לעט"צ-למחצה.

המודל רב-קריטריונים מקנה כלי נוח, אובייקטיבי ויעיל, שניתן למחשב אותו לצורך דירוג ותיעדוף החלופות. בכך, לנצל בצורה מיטבית תקציבים ציבוריים מוגבלים לעידוד בעלי החניות להקים עט"צ-למחצה ולתרום להוזיל את עלות הקמת עמדות טעינה לשירות הציבור. בכך, לתרום לשמירת מרחב הרחוב בעדיפות ראשונה להולכי הרגל ורוכבי האופניים. לבסוף, מתווה מארג הטעינה שפותח מאפשר לכל רשות או מפעיל מארג טעינה ציבורי ללמוד ולהכיר את המרכיבים הקיימים אצלם במארג, ואת אלה שחסרים או זקוקים לחיזוק.



הסקר החברתי של אגן נחל הירקון

ענת לוי שרון¹ מיכל שורק²

1. המרכז לשלטון מקומי

2. רשות ניקוז ונחלים ירקון

אגן נחל הירקון הוא מערך הידרולוגי, אך לא פחות חשוב הוא מרחב אקולוגי ואנושי. השפעות האדם ניכרות בכל פינה, מניהול, תשתיות, עד להשלכת פסולת וטיילות. ישנה חשיבות כפולה להתייחסות להיבטים חברתיים בתוך מערך התכנון והניהול של האגן. ראשית, המרחב משפיע על אוכלוסייה רבה בישראל, החל מאיכות המים המוזרמת בנחלים כלה בנגישות ורציפות של השטח. לנחלים תפקיד חשוב גם בניהול הנגר, שלאור משבר האקלים, יהווה מרחב חשוב להערכות. כמו כן, לאור תחזיות הגידול הדמוגרפי, זהו בלתי נמנע כי אלו יהיו בין האתרים והמרחבים במעטים שישארו בסביבה המקומית. שנית, תכנון וניהול האגן רצוי שיתקיים לא רק בידי אנשי המקצוע אלא גם יחד עם משתמשי הנחלים, הקהילה המקומית המתגוררת בסביבתם. התפיסה היום גורסת כי ישנו גם מידע מקומי שלא ניתן לקבל אותו במפות או תחזיות אלא רק על ידי שימוש אקטיבי במרחב והכרות הלכה למעשה עם השטח. בצורה זו, אנשי המקצוע יוכלו לקבל החלטות גם על סמך ידע חברתי מקומי.

מטרת המחקר הינה לייצר בסיס נתונים חברתי לצד נתונים נוספים של ערוצי הנחלים בתת-אגן ניקוז של הירקון, כרקע לתוכנית אופרטיבית שיזמה רשות ניקוז ונחלים ירקון לאבחון ותעדוף של פעולות באגן. אזור הפיילוט של האגן בו יתקיים המחקר כולל כ-18 ישובים מגוונים: ערים, מושבים, ישובים וקיבוצים, וכ-323,162 תושבים.

הסקר החברתי כולל שני חלקים: ראיונות חצי מובנים עם בעלי עניין של הנחל ושאלון מקוון לקהילות שמתגוררות בסמוך לנחלים בשלב הפיילוט.

השאלון מבוסס על מחקר של מכון שמיר למחקר ומוסד שמואל נאמן.

השאלון הותאם למחקר הנוכחי תוך שתי תוספות: חלק של שאלות פתוחות וחלק של שימוש ב"מפה חיה" ואפשרות למקם גם בבית נקודות על שכבת מפה, ברמת דיוק מירבית או בעזרת שיתוף מיקום במפת GIS.

השאלון הופץ כשאלון מקוון בדצמבר 2022 ועד כה ענו 259 משיבים.

בימים אלו יופץ השאלון שנית באמצעי המדיה השונים, וניתוח התוצאות השאלון והראיונות יתקיים במהלך שנת 2023, כך שלקראת הוועידה יהיו כבר תוצאות ומסקנות.

המחקר מבקש לחבר בין ניהול הידרולוגי, אקולוגי לחברתי. המחקר יישומי ומדגיש את חשיבות התייחסות להיבטים חברתיים בתוך מכלול הניהול של שטחי טבע וסביבה. בייחוד אלו בעלי חשיבות סביבתית נרחבת ובלחצי פיתוח ובעלי עניין מרובים.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑



זיהום ושיקום מערכות מים בישראל

אולם K



יו"ר המושב: פרופ' שי ארנון, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

**השלכות זיהום פלסטיק ותוצריו על שוניות האלמוגים
במפרץ אילת**

*גב' גל ורד, אוניברסיטת תל אביב

זיהום מיקרופלסטיק בים התיכון – התרומה של ישראל

*מר אנדריי איתן רובין, אוניברסיטת תל אביב

**אירוג'ל נושא נטריינטים לספיחה ולפירוק ביולוגי של
פחמימנים בסביבה מימית**

*גב' דנית ליסה קרסגי בירון, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

**אגם נולד: מעקב חישה מרחוק אחר היווצרות אגם
הברבורים והשינויים בו בעקבות אירוע הזיהום בנחל
אשלים**

מר עידו ליבנה, המארג

אסטואר נחל אלכסנדר כביופילטר לתערובות מזהמים

ד"ר תום טופז, המרכז הישראלי לחקר אסטוארים

תרכובות פולי ופר-פלואורואלקיליות במי תהום, במי

שתייה, במים עיליים ובשפכים בישראל

פרופ' תמר ברמן, משרד הבריאות

השלכות זיהום פלסטיק ותוצריו על שוניות האלמוגים במפרץ אילת

גל ורד, נועה שנקר

אוניברסיטת תל אביב

זיהום פלסטיק מאיים על אקוסיסטמות ימיות ברחבי העולם. פסולת פלסטיק גדולה פוגעת באורגניזמים המסתבכים ונחנקים, בעלי חיים בולעים מיקרופלסטיק ועלולים לגווע ברעב, וכימיקלים מזהמים מתווכים לסביבה מפסולת פלסטיק. תוספי פלסטיק הם חומרים כימיים המשולבים בפלסטיק בשלב היצור על מנת להקנות ולשפר את תכונות החומר. רבים מהכימיקלים הללו ידועים כמשבשים הורמונאליים ועלולים לנדוד מתוך פסולת פלסטיק ולהגיע לחיות הבר. שוניות האלמוגים מכילות מגוון ביולוגי עצום, ומספקות שירותי מערכת לכ-500 מיליון אנשים מסביב לעולם. נמצא כי אלמוגים המצויים במגע עם פסולת רגישים פי 20 למחלות. עם זאת, עדיין קיימים פערי ידע משמעותיים בנוגע לאופן בו זיהום פלסטיק ותוספי פלסטיק משפיעים על שוניות אלמוגים. עתיד שוניות האלמוגים מתבסס על תהליכי רבייה, התגייסות של שלבים צעירים, והצלחתם להתפתח, לפיכך, השפעתם של משבשים הורמונאליים עלולות להיות גורלית למבנה האוכלוסייה בשונית.

במחקר זה סקרנו אתרים שונים במפרץ אילת ומדדנו ריכוזים של פסולת פלסטיק בקרקעית, חלקיקי פלסטיק הקטנים מ-5 מ"מ במי ים, וכימיקלים נפוצים כתוספי פלסטיק באורגניזמים, מי ים וסדימנט. התגלה כי שונית האלמוגים באזור שמורת הטבע הימית נמצאה נקייה מחלקיקים ופסולת גדולה באופן מובהק ביחס לאתרים אחרים במפרץ. לא נמצאו תוספי פלסטיק בריכוזים מדידים בדוגמאות מי הים והסדימנט, אך ברקמות של האלמוג המעונף *Stylophora pistillata* אותר תוסף הפלסטיק di-n-butyl phthalate בריכוז גבוהה ושונה במובהק מדוגמאות מי הים, הסדימנט ואף מרקמת האלמוג המאסיבי *Favites abdita* הגדל בסמיכות לו.

בנוסף, בחנו את השפעתם של ריכוזים סביבתיים וריכוזי מעבדה גבוהים של 4 תוספי פלסטיק על שלבי החיים הראשונים של מיני מפתח בשונית האלמוגים של אילת: אצטילן סוליטרי *Herdmania momus*, אלמוג אבן מדגיר *Stylophora pistillata*, הידרוזואה בונה שונית *Millepora dichotoma*, ואלמוג שמונאי מדגיר *Rhytisma fulvum*. הכימיקל 4-nonylphenol פגע בהצלחת ההפריה וההתפתחות בכל האורגניזמים שנבחנו. הממצאים שלנו מדגימים לראשונה את ההשפעות השליליות של תוספי פלסטיק על חסרי חוליות בוני שונית. ונמצא שריכוזים שנמדדים במי ים ובסדימנט אינם מיצגים את הריכוז של החומר ברקמות אלמוגים, הריכוז שאליו נחשפים הגמטות המתפתחות והלארות המודגרות.

ממצאים אלה מצטרפים למחקרים נוספים המראים שזיהום פלסטיק יכול להשפיע באופן דיפרנציאלי על מינים שונים באוכלוסיית שונית האלמוגים. המחקר הנוכחי הינו הראשון לבחון בצורה מקיפה את ההשפעה וההיקף של זיהום פלסטיק ותוספי פלסטיק בשונית האלמוגים של מפרץ אילת, הנחשבות כשוניות מקלט משינויי האקלים לפחות לעשורים הבאים, ונחוץ על מנת לבסס מדיניות שימור יעילה למערכות יוצאות דופן אלו.



זיהום מיקרופלסטיק בים התיכון – התרומה של ישראל

אנדריי איתן רובין, אינס צוקר, ולימור עומייסי

אוניברסיטת תל אביב

נוכחותם של חלקיקי מיקרופלסטיק (קטנים מ-5 מ"מ) בסביבה הפכו לתופעה רחבת היקף, כאשר כיום ניתן למצוא חלקיקים אלו במי השתייה (מים מבוקבקים ומי ברז כאחד), הקרקע, המזון ואפילו האוויר שלנו. ארגונים ממשלתיים משקיעים מאמצים רבים במטרה לנטר חלקיקים אלו בסביבות שונות כשאר בשנים האחרונות תופעת פסולת הפלסטיק הופכת לאתגר סביבתי רחב היקף שצובר תאוצה. כחלק מהגורל של חלקיקי הפלסטיק, הם נוטים לספוח מזהמים מהסביבה – כדוגמת שאריות תרופות, חומרי הדברה ומתכות כבדות. עיקר הדאגה נובעת מכך שמעט מאד ידוע לגבי פוטנציאל הנזק האמיתי של חלקיקי הפלסטיק בסביבה הימית ובהמשך גם ליצורים חיים בים וביבשה, בהם האדם. אחד החששות העיקריים הוא – שבחשיפה כרונית, בריכוזים נמוכים לאורך זמן, הפלסטיק יעודד יצירה של דלקת מקומית שבהמשך יכולה להיתרגם לסרטן.

במחקר זה, ביצענו ניטור ואיפיון ראשון מסוגו בישראל לחלקיקי מיקרופלסטיק שנאספו משישה אתרים לאורך רצועת החוף של הים התיכון: אשקלון, ראשון לציון, תל אביב, חדרה, חוף דור, וחיפה. החלקיקים שנאספו, אופיינו באמצעות אנליזות לזיהוי הפולימרים השונים ב-FTIR-ATR, איפיון פני שטח ויסודות ספוחים באמצעות ESEM-EDX כמו גם אנליזת צורה וגודל.

ממצאי הדיגום העלו כי האתרים בתל אביב וחדרה, הסמוכים לנחל ירקון ולאלכסנדר הראו את ריכוז המיקרופלסטיק הגבוהה ביותר מבין החופים שנבדקו – זאת בשל מיקומם במוצא הנחלים לים וסחף פסולת הפלסטיק מהקרקע אל הים התיכון. בנוסף, העלו ממצאי המחקר כי החלקיקים שנדגמו מצופים בשלל מיקרואורגניזמים ומתכות שעלולים להוות סכנה בריאותית בחשיפה אליהם. בדומה לטרנד העולמי, גם בישראל, שני הפולימרים הנצפים ביותר היו פוליאטילן ופוליפרופילן המקיימים קשר חד עם מוצרי צריכה חד פעמיים מפלסטיק.

המחקר תורם להבנת בעיית זיהום המיקרופלסטיק בחופי ישראל ומדגיש את האזורים המועדים לפורענות ומקורות זיהום פוטנציאליים של מיקרופלסטיק בישראל.





אירוג'ל נושא נוטריינטים לספיחה ופירוק ביולוגי של הידרוקרבונים בסביבה מימית

דנית ליסה, קרסגי בירון, לי שלי, שמואל חיון, אלכס סיוון, אריאל קושמרו
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

זיהומי נפט מהווים מפגע סביבתי נרחב ומאתגר במיוחד לטיפול. כיום, השיטות המועדפות לטיפול בזיהומי נפט בסביבות ימיות הן ספיחה הידרופובית והגברה של הפירוק הביולוגי. שיטות אלה מאפשרות טיפול ממוקד ויעיל שאינו גורר עמו נזקי סביבה משניים. מחקרים רבים העידו שפירוק ביולוגי של נפט מאפשר עיכול של תרכובות נפט רעילות ובכך לסילוק הסכנות הנגרמות מהן. אמנם, קצב הפירוק המתחרש באופן טבעי על ידי אוכלוסיות מיקרוביאליות מקומיות הוא איטי ומוגבל במיוחד בשל נוכחות לא מספקת של תרכובות זרחן וחנקן המהווים חומרי בניין הכרחיים לביומסה. מחקר זה מציע טיפול המשלב את שתי השיטות הנ"ל. במסגרת המחקר נבדקת שיטה חדשנית לסילוק פחממנים המזהמים סביבות מימיות על ידי שימוש באירוג'ל ייחודי מבוסס סבי פחמן המאופיין כבעל יכולת ספיחה גבוהה לחומרים אלו ונגזרותיהם. האירוג'ל מאופיין בתכונות של הידרופוביות, פרוזיביות, צפיפות נמוכה וקיבולת גבוהה לספיחה של הידרוקרבונים וממסים אורגניים שונים. המחקר בוחן גם גישה חדשנית של שילוב תהליך הספיחה עם פירוק ביולוגי ע"י שימוש בחיידקים. האירוג'ל מיוצר מסבי צלולוז (נייר) בשיטת ייצור פשוטה וקצרה של פירוק הנייר לסיבים ובהמשך בתהליך פירוליזה אנאירובית בתת לחץ. במסגרת המחקר הודגמה הוכחת יכולת ראשונית ליכולת הספיחה, כאשר תהליך הפירוק הביולוגי מוגבר דרך יישום של אירוג'ל נושא נוטריינטים (מקורות חנקן וזרחן) המשרת כמצע להיצמדות חיידקים מפרקי נפט ובכך מאפשר הגברת מגע בין החיידקים לנפט וטיוב של תהליך הפירוק. תכונות אלו עשויות לאפשר שילוב של חומר מיוחד זה בשלבים השונים של בידוד הפרדה וריכוז של שפכי נפט, ובכך גם להגביר את הפירוק הביולוגי של מרכיבי הנפט. תוצאות ראשוניות הראו שבנוסף ליכולת הספיחה, אירוג'ל נושא נוטריינטים הדגים גדילת חיידקים מוגברת ויעילות פירוק נפט טובה (עד כ-90%). האזור החופי של ישראל הוא אזור קטן ופגיע ובעל חשיבות סביבתית ואסטרטגית. באזור זה נכון להיום יש חמישה מתקני התפלה הניזונים ממי הים התיכון ורגישים מאוד לזיהום. בהקשר זה, דליפת נפט בקרבת אזור החוף של ישראל עלולה לגרום לנזק אסטרטגי עצום על ידי סתימת תהליכי טיפול ראשוניים, פגיעה במסנני הקדם, בממברנות RO, הידרדרות באיכות המים המותפלים, ושיבוש חמור של אספקת המים בישראל.



אגם נולד: מעקב חישה מרחוק אחר היווצרות אגם הברבורים והשינויים בו בעקבות אירוע הזיהום בנחל אשלים

עידו ליבנה¹, רייל הורוביץ¹, אלה פסטרנק¹, תום זילברברג², דנה מילשטיין², נעם לידר², אסף צוער², יהושע שקדי², איתי רנן¹

1. המארג

2. רשות הטבע והגנים

מאגר אשלים דרום, המכונה "אגם הברבורים", הינו גוף מים מלאכותי למחצה אשר נוצר בעקבות עבודות כרייה של מפעלי ים המלח והתמלא במי תהום ושיטפונות. זהו גוף מים ייחודי המהווה בית גידול אקוטי באזור מלחת סדום. האגם מקיים מגוון רחב של מיני עופות, נצפו בו 196 מינים שונים, חלקם מקננים נדירים. כתוצאה מאירוע זיהום נחל אשלים בחומצה תעשייתית ביוני 2017, זוהם גם האגם, אליו מתנקז הערוץ. בעקבות האירוע עלה צורך משמעותי בבחינת השפעת הזיהום על המערכת האקולוגית שהתפתחה במאגר ולשם כך נערכו בו מיפויים בטימטריים, נבחנו מדדים כימיים וביולוגיים ונערכו סקרי צומח וחי. בנוסף, בכדי להבין תופעות מחזוריות של פריחת אצות ושינויים בצומח, נעשה שימוש בכלי חישה מרחוק אשר סיפקו נתונים למחקר היסטורי ולמיקום על ציר הזמן של התהליכים והשינויים העיקריים שהביאו את האגם למצבו הנוכחי. היכולת לאסוף נתונים מן העבר באמצעות חישה מרחוק, מאפשרת קבלת מידע אליו לא ניתן להגיע בדרכים אחרות. במחקר זה, אשר נערך על-ידי המארג – התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע, ובניהול רשות הטבע והגנים, במסגרת פרויקט ניטור נחל אשלים, נבחנו שינויים בארבעה פרמטרים היסטוריים ועכשוויים של האגם: (1) השטח המכוסה מים (2) שטח ואופי הצמחייה (3) אירועי פריחת אצות (4) שינויים באיכות המים לאחר אירוע הזיהום. פרמטרים אלה נבחנו בהקשר של שינויים מורפולוגיים בשטח, אירועי שיטפונות משמעותיים ואירוע הזיהום בנחל. המחקר נערך באמצעות צילומים של ארבעה לוווינים משנות השמונים ועד ימינו. המחקר חושף את הדינמיקה של התפתחות גוף מים מלאכותי למחצה באזור מדברי צחיח, החל מהבצבוץ הראשוני של מי תהום באמצע שנות התשעים, דרך הצפת שטח האגם בעקבות אירועים שיטפוניים מז'וריים, צימוח ראשוני של עשבונים חד שנתיים ולאחר מכן החלפת החד-שנתיים בצמיחה מהירה של קנים. בנוסף, זוהתה ואופיינה הדינמיקה של פריחת אצות עונתית באגם בהיבטים של מרחב וזמן, ממצאים המחזקים את הטענה שהאגם הוא למעשה שני גופי מים נפרדים ולא גוף אחד כפי שנתפס עד כה. כמו-כן, תוצג שיטה ייחודית לניטור איכות המים באמצעות חישה מרחוק.

תרומת המחקר: אירוע הזיהום בנחל אשלים הינו אירוע קיצון ובעל השפעה משמעותית על המערכת האקולוגית הייחודית של האגם. בעקבות אירוע זה החלה תוכנית מחקר נרחבת. אולם מכיוון שלא נאספו נתונים רבים על האגם טרם האירוע ומכיוון שקיים קושי טכני לקבל נתוני עבר מחברת הכרייה, יש חשיבות לנסות ולהבין את מהלך התפתחות האגם, ומתוך כך גם להסיק לגבי העתיד ולאפשר לחוקרים ומקבלי החלטות לקבל תמונה רחבה ככל האפשר של גוף מים זה.



אסטואר נחל אלכסנדר כביופילטר לתערובות מזהמים

תום טופז

המרכז הישראלי לחקר אסטוארים

מיקרו-אסטוארים הם גופי מים נפוצים הנוצרים באזור המפגש בין מים עיליים למי ים. בניגוד לאסטוארים הגדולים והנחקרים לרוב, למיקרו-אסטוארים אין יכולת משמעותית של אגירה ומיהול של זיהום נקודתי או דיפוזיבי, זאת בעיקר בגלל נפחם הקטן וספיקות טבעיות נמוכות מאוד. לכן, בעקבות דינמיקה גיאוכימית מורכבת הנוצרת מזמני שהיית מים ארוכים, המערכת האקולוגית שבהם רגישה מאוד לעומסי זיהום. עם זאת, למיקרו-אסטוארים תכונות דומות לאגנים ירוקים ולכן הם נושאים פוטנציאל גבוהה לריסון והסרה של מזהמים אורגניים לפני שהם מוסעים לסביבה החופית. פוטנציאל זה נבחן במחקר דו-שנתי אשר בוצע באסטואר נחל אלכסנדר ועקב אחר שטף תערובת מזהמים (46 חומרי הדברה ו-19 תרופות) במהלך שיטפונות חורף וזרימת בסיס. לאורך תקופת המחקר נכנסו אל האסטואר 165 קילוגרמים של חומרים פעילים ו-160 קילוגרמים יצאו אל הים התיכון, תוצאה המרמזת על תפקוד נמוך של האסטואר. עם זאת, התמונה הרחבה מסתירה שינויים עונתיים בהרכב המזהמים כאשר בפועל רק לרשימה מאוד מצומצמת של חומרים היה איזון בין שטף הכניסה לאסטואר לשטף היציאה והריכוזים של מרבית החומרים ירדו או עלו במהלך הזרימה, ללא קשר מובהק לתכונות הכימיות והפיזיקליות שלהם. תצפית מרכזית במחקר הייתה עלייה בריכוזם של מספר מזהמים לאורך האסטואר בזרימת הבסיס. מגמה זו הייתה בקורלציה לעלייה במליחות המים ובהתאמה התקבלו ממצאים תומכים בניסוי מעבדה אשר ליוו את המחקר. תוצאה זו מעלה מנגנון אפשרי שחדירת מי ים לעומק האסטואר עשויה להגביר תהליכי שחרור של מהמזהמים מקרקעית האסטואר לעמודת המים, ובכך להגביר את החשיפה הכרונית של הסביבה החופית למזהמים. השילוב של לחץ אנושי גבוה ושחרור המזהמים מהסדימנטים מגבילים את יכולת האסטואר להסיר מזהמים וגורמים לו לתפקד כמקור זיהום יותר מאשר מבלע. מרבית נחלי החוף המרכזיים בישראל מסתיימים בתצורה אסטוארית. אזורים אלו, המשתרעים לאורך של קילומטרים רבים (6.5 באלכסנדר), הם רטובי עד ומהווים נישות אקולוגיות ייחודיות המספקות שירותי מערכת רבים (כפי שניתן לראות מריכוז משמעותי של פארקים ואזורי פנאי ונופש סביב האסטוארים). מחקר זה מספק הבנות משמעותיות על תהליכי הסעה והסרה של מזהמים מאגן ההיקוות ואל הים. הבנות אלה הינם כלי הכרחי לצורך ניהול מערכות אקוויטיות אלו בכדי למקסם את שירותי המערכת ולמנוע חשיפה ופגיעה באדם ובחי.





תרכובות פולי ופר-פלואורואלקיליות במי תהום, מי שתייה, מים עיליים ובשפכים בישראל

תמר ברמן¹, עטר עדות הבלנה¹, לודמילה גרויסמן¹, חיים כץ², הראל גל², גיא גסר², חני עבדת³, דניאל שחן³, עירית הנ¹

1. משרד הבריאות

2. השירות ההידרולוגי, רשות המים

3. המשרד להגנת הסביבה

רקע: תרכובות פולי ופר-פלואורואלקיליות (PFAS) מהוות משפחה של תרכובות אליפטיות מופלרות, עם מגוון שימושים תעשייתיים ובכללם תעשיות מזון, כלי בישול, טקסטיל וקצפי כיבוי. חלק מתרכובות ה-PFAS (ארוכות השרשרת) אסורות או מוגבלות בייצור, אחזקה ושימוש לפי אמנת שטוקהולם וחקיקת REACH האירופאית. תרכובות אלו רעילות בריכוזים נמוכים מאד, והן משפיעות על המערכת החיסונית, הרכב הכולסטרול והשומנים בדם וכן מגבירות סיכון לסרטן.

מטרות: מטרה של סקירה זו, להציג נתונים עדכניים על נוכחות תרכובות PFAS במי התהום, מי השתייה, מים עיליים ושפכים, בישראל. הנתונים נאספו מתוך סקרים של רשות המים ומשרדי הבריאות והגנת הסביבה.

תוצאות: ריכוזים מירביים במי תהום שאינם לשתייה (1,283 ו-80 מיקרוגרם לליטר של PFOS ו-PFOA, בהתאמה) נמצאו בקידוחי ניטור בשטחם של בתי זיקוק וחוות מיכלים, מקומות בהם היה שימוש בקצפי כיבוי המכילים PFAS. בכ-20% מתוך קידוחי הפקת מי השתייה בהם היה חשש לזיהום PFAS, אותרה נוכחותם של תרכובות PFAS. הריכוזים שנמדדו בקידוחי ההפקה, היו מתחת לתקן מי השתייה הקנדי, שאומץ כערך ייחוס זמני על ידי משרד הבריאות (למעט בקידוח אחד בקרית חיים). ב-7 קידוחי הפקת מי שתייה נוספים, נמדדו ריכוזים גבוהים מהתקן העדכני שייכנס לתוקף ב-2026. ממצאי ריכוזי תרכובות PFAS במים עיליים ובשפכים, עדיין לא עולים לכדי תמונת מצב רחבה, אך מעידים על נדידת שאריות קצפי כיבוי המכילים PFAS אל מי הניקוז וכן על שימוש בתרכובות PFAS בתהליכי ייצור בסקטורים תעשייתיים מסוימים, העלולים לגרום לזיהום.

דיון ומסקנות: קיים זיהום של PFAS במקורות מים בישראל, בעיקר כתוצאה משימוש בעבר ובהווה בקצפי כיבוי. זיהום זה התגלה באופן נקודתי ומוגבל גם בקידוחי הפקת מי שתייה והוא עלול להשפיע גם על איכות תוצרת חקלאית המושקית בקולחין. עד אשרורה של אמנת שטוקהולם ובהעדר רגולציה מקיפה לרישום כימיקלים, חסר בישראל מענה רגולטורי אפקטיבי למניעת המשך זיהום מקורות מים בתרכובות PFAS. בנוסף, נדרש שיקום מי תהום באתרים מזוהמים וטיפול במי קידוחי ההפקה המזוהמים, בכדי להגן על בריאות הציבור למנוע את סגירת הקידוחים. כן, המחקר מציג צורך דחוף במענה רגולטורי למניעת המשך זיהום מקורות מים בתרכובות PFAS.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑





בריאות, סביבה ו-Wellbeing

אולם L



יו"ר המושב: ד"ר מיה נגב, אוניברסיטת חיפה

The Climate Health Impact Initiative

ד"ר טל פטלון, מכון קאהן-סגול-מכבי למחקר ולחדשנות

**חקירת ההשפעה המשולבת של אור מלאכותי (ALAN)
ורעש על שינה על ידי ניטור מקביל בזמן אמת בעלות
נמוכה באמצעות מכשירי סמארטפון**
*מר נחום גבינט, אוניברסיטת חיפה

**ההשפעה היחסית של מאפיינים חברתיים ופיזיים של
הסביבה על הסיכון לבריאות של תושבי העיר**
*ד"ר דיאנא סעדי ופרופ' יצחק שנל, אוניברסיטת תל אביב

**תפיסת האובדן הנובעת משינויים סביבתיים ארוכי טווח:
דינמיות בתפיסת האובדן ותגובות רגשיות בעקבות נסיגת
מפלס ים המלח**
*גב' רוני אבנרי, האוניברסיטה העברית בירושלים

**הקשר בין חשיפה כרונית למזהמי אוויר בישראל,
דמוגרפיה ורמת ההתחסנות לתחלואה במחלת הקורונה
(COVID-19) במהלך גל הדלתא בקיץ 2021**
ד"ר עדי לוי, המכללה האקדמית אחווה

**הערכת כגיעות וחוסן לשינוי אקלים בשפרעם, מחקר
השתתפותי**
ד"ר מיה נגב, אוניברסיטת חיפה





חקירת ההשפעה המשולבת של אור מלאכותי (ALAN) ורעש על שינה על ידי ניטור, מקביל, בזמן אמת באמצעות מכשירי סמארטפון בעלות נמוכה

נחום גבינט, בוריס פורטנוב

אוניברסיטת חיפה

הקשר בין אור מלאכותי בלילה (ALAN) ורעש מחד, לבין שינה מנגד, מבוסס היטב. עם זאת, מחקרים שחקרו קשרים אלה היו נדירים ונערכו לרוב בתנאי מעבדה מבוקרים. כתוצאה מכך, מעט ידוע על הישימות של התוצאות שלהם למול התנאים בעולם האמיתי. במחקר זה, אנו מנסים לגשר על פערי הידע על ידי ביצוע מחקר שטח בעולם האמיתי במחקר השתתפו 72 מתנדבים מיישובים וערים שונים בישראל. משתתפי הסקר התבקשו להשתמש בטלפונים החכמים ובשעונים החכמים האישיים שלהם כדי לנטר את דפוסי השינה במשך 30 ימים רצופים, בעוד שחשיפות לאור מלאכותי ורעש נטרו במקביל, שניה אחר שניה. המתנדבים התבקשו גם למלא שאלון על תכונותיהם האישיות, ההרגלים היומיומיים, הגדרות החדר והבריאות האישית שלהם, כדי לשמש כמשתני בקרה ברמת הפרט. לאחר שילובם, הנתונים שנאספו נותחו יחד באמצעות כלים סטטיסטיים דו משתנים ורב משתנים. כפי שהמחקר מגלה, ההשפעה של אור מלאכותי ורעש על השינה תלויה במידה רבה במועד החשיפה, כלומר לפני השינה או במהלך השינה. בפרט, ההשפעה של החשיפה לאור מלאכותי נמצאה בולטת ביותר אם היא התרחשה לפני השינה, בעוד שהחשיפה לרעש הייתה קריטית ביותר אם היא התרחשה בשלב השינה. כפי שהמחקר גם מגלה, נראה כי ההשפעות של אור מלאכותי ורעש מעצימות זו את זו, עם ירידה של 14-15.3% במשך השינה והפחתה של 8-9% ביעילות השינה ברמות גבוהות של חשיפות לרעש ואור מלאכותי. המחקר עזר להרכיב כמות עצומה של תצפיות בזמן אמת, מה שאפשר ניתוח איתן ברמת הפרט.

המחקר מציג לראשונה את ההשפעות הסביבתיות של ALAN ורעש על משך השינה ואיכות השינה בתנאי סביבה אמיתיים תוך הבחנה בין מועדי החשיפה והתבססות על נתונים שנאספו בזמן אמת. היקף ועומק הנתונים שנאספו במחקר איפשרו לבסס מודל איתן ולהציג לראשונה את גרדיאנט ההשפעה הקושר בין רעש-ALAN ושינה. בנוסף, מחקר זה הוא הראשון לרתום את הפוטנציאל הגלום באמצעים טכנולוגיים זולים וזמינים כאמצעי מחקר עיקריים. מתודולוגיה זו תאפשר להנחות מחקרי דומים בתחומים נוספים.





ההשפעה היחסית של מאפיינים חברתיים ופיסיים של הסביבה על הסיכון לבריאות של תושבי העיר

יצחק שנל¹, דיאנה סעדי¹, עימנואל תירוש²

1. אוניברסיטת תל אביב

2. הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

המחקר נערך על מדגם של 72 נשים יהודיות וערביות המתגוררות בסביבת נצרת ועפולה. מטרת המחקר למדוד את החשיפה של הנחקרות לשישה גורמי סיכון סביבתי-שלושה פיסיים: רעש עומס תרמאלי וזיהום אויר ושלושה חברתיים: תחושת אי נוחות מנוכחות זרים בסביבה המיידית, הגבלות על נגישות לסביבות ירוקות ומעמד נמוך במשפחה. מעבר לכך נמדדו רמות העקה והסיכון לבריאות באמצעות מדד שונות קצב לב. מכשיר הולטר הוצמד לנחקרים ממנו נגזרו ערכי שונות קצב לב. כל אישה בקרה בשבע סביבות: הבית, פארק, מרכז העיר ושכונת מגורים שקטה בעפולה ובנצרת כך שכל אחת בקרה בסביבה אתנית ידידותית וזרה. קבוצות של שש נשים בכל מקצה ושהו 35 דקות בכל סביבה בסדר אקראי מלבד הבית שהייתה התחנה הראשונה. הנשים ישבו בכל תחנה בשקט ומדדו על גופן דופק חשיפה לרעש, לזיהום אויר ולעומס תרמאלי. בנוסף הן מלאו שאלון קצר בכל תחנה שמדד את אי הנוחות שחשו כתוצאה מנוכחות אחרים בסביבתן המיידית. בראשית המחקר הן מלאו שאלון קצר עם מאפיינים סוציו-דמוגרפיים, מעמדן בקבלת החלטות כלכליות של משק הבית וחופש הגישה שלהן לפארקים. הניסוי החל בשעות הצהריים ונמשך עד לפנות ערב.

מהמחקר עולה כי הגורמים החברתיים השפיעו על העקה והסיכון לבריאות במידה דומה. המשתנה של נוכחות אחרים בסביבה המיידית היה חזק והקושי להגיע לפארקים להתאוששות היה משני בחשיבותו. מבין הגורמים הפיסיים חשיפה לרעש הייתה בעלת השפעה חזקה על עקה וסיכון לבריאות. שני הגורמים האחרים היו בעלי השפעה חלשה יותר. התגלו הבדלים אתניים לאתגרים הסביבתיים. נשים ערביות סבלו יותר מהנוכחות של אחרים בסביבה המיידית בעיקר בתחנות שמוקמו בעפולה. נשים יהודיות היו רגישות יותר לעומס חום. שתי הקבוצות שילמו ברמות עקה וסיכון לבריאות גבוהים יותר במרחב של הקבוצה האחרת. נשים ערביות חשו נינוחות יחסית במרכז העיר בעוד נשים יהודיות חשו עקה במרכז העיר. נשים ערביות חשו עקה וסיכון לבריאות בביתן בעוד נשים יהודיות חשו רגועות בביתן. נראה כי האחריות על הילדים, הסגירות בבית והרעש החזק תרמו לעקה החזקה בבית. המחקר הוא פורץ דרך במדידת החשיפות על גוף הנחקרים ובמקביל מדידה של התגובה הפיסיולוגית לחשיפות אלה. כמו כן המחקר הוא פורץ דרך בחשיפת הבדלים אתניים בתגובה לאתגרים סביבתיים מעבר למה שמוכר בספרות.

המחקר מציע דרך חדשה למדידות בעיר אשר תהיינה רגישות להשפעה של המורפולוגיה של העיר על תנאי החיים בעיר. זה פותח פתח לניטור מדויק יותר ובעיקר לשיפור התכנון של סביבות עירוניות טיפוסיות בהם נוצרים כיסים של תנאים סביבתיים קשים.



תפיסת האובדן הנובעת משינויים סביבתיים ארוכי טווח: דינאמיות בתפיסת האובדן ותגובות רגשיות כתוצאה מנסיגת מפלס ים המלח

רוני אבנרי, עמית טובי

האוניברסיטה העברית בירושלים

שינויים סביבתיים, ובפרט שינויי האקלים, מהווים אתגר מרכזי העומד בפני האנושות ועל כן זוכים לתשומת לב הולכת וגדלה. כישלונם המתמשך של מאמצי מניעה שונים, לצד הכרה כי גם צעדי הסתגלות לא ימנעו לחלוטין השלכות שליליות של שינויים אלו, מביאים לעיסוק גובר באובדן (Loss). מושג זה מתאר את הנזקים הבלתי הפיכים הנגרמים עקב שינויים סביבתיים, אשר מסכנים אספקטים שונים החיוניים לקיום ראוי של בני אדם. למרות הכרה רחבה בכך שאובדנים שונים הנם בלתי נמנעים, תחום מחקר זה סובל משני פערים מרכזיים: 1. הזנחת מרכיבי אובדן שאינם ניתנים לכימות כלכלי בנקל, כגון ערכים תרבותיים 2. התמקדות באובדן הנובע מאירועי קיצון, למרות ששינויים סביבתיים הם ארוכי טווח. על מנת לטפל בפערים אלו, מחקר זה בוחן את הדינאמיות של תפיסת האובדן הנובעת משינויים סביבתיים מתמשכים.

הדינאמיות של תפיסת האובדן נבחנה בעזרת ראיונות עם 27 תושבי קיבוץ עין גדי. קיבוץ זה, השוכן בסמוך לחופו של ים המלח, חווה ירידה ממושכת במפלס הים לאורך עשרות שנים, אשר הביאה להשלכות שליליות רבות. התוצאות מעלות טווח רחב של אובדנים אשר אינם רק כלכליים-פיזיים, כגון שינוי בזהות של קיבוץ עין גדי, פגיעה בחיי הפנאי שהתקיימו לאורך החוף ופגיעה בערכי נוף. בנוסף, חלק מהמרוויחים הפגינו הסתגלות תפיסתית, אשר אופיינה בהשלמה עם ירידת המפלס והתרגלות להשלכותיו. הסתגלות זו תרמה להפחתת תחושת האובדן. תשובות המרוויחים הצביעו גם על טווח רחב של רגשות הקשורים לאובדן הסביבתי ולדרכי ההתמודדות איתו, ובכללם צער, ייאוש, כעס והטלת אשמה. אלו מצביעים על הצורך לבחון אובדן כחלק ממסגרת רחבה הכוללת רגשות שונים הנלווים אליו.

אם כך, בבואנו לבחון אובדן במערכות סוציו-אקולוגיות, עלינו להכיר בדינאמיות האקולוגית הקשורה בשינויים הסביבתיים עצמם, בדינאמיות האנושית הקשורה לפעולות ההסתגלות ולתפיסת השלכותיו של השינוי הסביבתי, בתגובות הרגשיות הנלוות אליהם, וביחסי הגומלין ביניהם. המחקר מציע לאמץ עדשה רחבה הבוחנת את הדינאמיות של תפיסת השינוי הסביבתי - אשר תכלול את התגובות הרגשיות הנלוות לאובדן ותכיר בשינויים אפשריים של תפיסת האובדן לאור התהליכים המעצבים אותה.

תובנות המחקר יכולות לתרום להתוויית מדיניות הולמת להתמודדות עם שינויים סביבתיים מתמשכים. בעת התוויית המדיניות יש להתייחס לדינאמיות הן של השינוי הסביבתי והן של התגובות האנושיות המגוונות אליו ועל כן מדיניות זו צריכה להיות גמישה דיה, כך שתוכל להכיל שינויים לאורך זמן. בנוסף, יש לתת את הדעת למגוון התגובות הרגשיות העשויות לעלות כתוצאה משינויים סביבתיים מתמשכים ופעולות ההסתגלות לשינויים ולשלב אנשי מקצוע מתחום הפסיכולוגיה והסוציולוגיה.



הקשר בין חשיפה כרונית למזהמי אוויר בישראל, דמוגרפיה, רמת ההתחסנות לתחלואה במחלת הקורונה (COVID-19) במהלך גל הדלתא בקיץ 2021

עדי לוי¹, זהר ברנט-יצחקי²

1. המכללה האקדמית אחוה – המכללה האקדמית לחינוך
2. המרכז האקדמי רופין

99 אחוזים מאוכלוסיית העולם מתגוררת באזורים בהם זיהום האוויר חוצה את הסף שהגדיר ארגון הבריאות העולמי כבטוח. 4.2 מיליון בני אדם מתים מידיי שנה בטרם עת כתוצאה מחשיפה לזיהום אוויר חוץ-מבני. בישראל הערכות הן שישנם כ-2000 מקרי מוות מידיי שנה. מחקרים רבים שנערכו בשלבים המוקדמים של מגיפת הקורונה הראו קשר חיובי בין חשיפה כרונית לזיהום אוויר סביבתי לבין תחלואה במחלת הקורונה (COVID-19).

במחקר זה בדקנו את הקשר בין חשיפה כרונית לחמישה מזהמי אוויר נפוצים (SO_2 , $PM_{2.5}$, PM_{10} , CO , NO_2) במהלך שנת 2020, דמוגרפיה ורמת ההתחסנות לתחלואה במחלת הקורונה ב-280 ישובים בישראל, במהלך גל התחלואה הרביעי בקיץ 2021 שנשלט ע"י וריאנט הדלתא.

במחקר נמצא קשר חיובי בין תחלואה בקורונה לבין חשיפה כרונית למזהמי האוויר, צפיפות וגודל אוכלוסיית הישוב ואחוז הקשישים באוכלוסייה שלו. מודלים של רגרסיה ליניארית מרובת משתנים הראו מגמות דומות בין רמות התחלואה לרמות החשיפה לרוב מזהמי האוויר שנבדקו, צפיפות ואחוז הקשישים באוכלוסייה וכן קשר לא סיגניפיקנטי למספר המחוסנים במנה השנייה, ככל הנראה בשל דעיכת ההגנה החיסונית באותה תקופה טרם מתן הבוסטר.

תוצאות המחקר יחד עם תוצאות מחקרים קודמים שערכנו בישראל ובכלל, מדגישות את האפקט של חשיפה כרונית לזיהום אוויר על התפשטות מגיפת הקורונה, ומחזקות את הצורך הדחוף לנקיטה במדיניות בלתי מתפשרת להפחתת דרמטית של זיהום האוויר בישראל. המחקר שם דגש נוסף על האוכלוסיות שהיו פגיעות יותר במהלך גל הדלתא כגון קשישים ותושבי ישובים צפופים. ממצאים אלו יוכלו לסייע למקבלי ההחלטות לנהל מדיניות בריאות טובה יותר וליידע את הציבור במהלך גלים עתידיים של מחלת הקורונה ואולי אף להפחית את השפעותיהם. בערים בהן התושבים נחשפו באופן כרוני בשנים האחרונות לריכוזים גבוהים יותר של מזהמי אוויר נרשמה תחלואה בהיקפים גדולים יותר. תוצאות דומות נמצאו בעשרות מחקרים דומים שנערכו במדינות רבות בכל העולם מרמת הישוב ועד לרמת המחוז והמדינה.

זוהי אינדיקציה נוספת שעל קובעי המדיניות לפעול בדחיפות להפחתת זיהום האוויר החיצוני בישראל באמצעות מעבר לתחבורה חשמלית, לאנרגיות מתחדשות, ע"י התייעלות אנרגטית וצמצום דרמטי בשריפת דלקי מאובנים, בשימוש בקמיני עץ ובשריפת פסולת חקלאית ועירונית.



הערכת פגיעות וחוסן לשינוי אקלים בשפרעם, מחקר השתתפותי

מיה נגב¹, אליקס פאהאוט¹, אלאא עביד²

1. אוניברסיטת חיפה

2. אגודת הגליל

רקע: מטרתה של היערכות לשינוי אקלים היא הפחתת סיכוני בריאות, רווחה וכלכלה במיוחד באוכלוסיות פגיעות. מיפוי פגיעות צריך לכלול שיתוף בעלי עניין על מנת לאפשר היערכות מיטבית.

מטרות: להעריך חשיפה ופגיעות לחום קיצוני והצפות בשפרעם

שיטות: מחקר משולב שיטות השתתפותי שכלל 16 קבוצות מיקוד (n=88), סקר תושבים (n=482); ניתוח מרחבי; ראיונות עם אנשי מקצוע (n=15); ו-6 קבוצות 'תיקוף השתתפותי' (n=41). התוצאות הכמותיות והאיכותניות נותחו בהתבסס על המסגרת המושגים של חשיפה, רגישות וכושר הסתגלות.

תוצאות: רוב העיר חשופה לעומס חום בקיץ, אזור החורשה פחות חם אבל יקטן משמעותית עקב בנייה. אוכלוסיות חשופות כוללות אנשים שעובדים בחוץ; וילדים ונוער שמשחקים במגרשי ספורט שכולם בלי הצללה. אנשים שגרים ליד הנחלים חשופים להצפות, אבל גם אחרים. מבחינת רגישות, יש שיעור גבוה מהמוצע הארצי של סוכרת, עישון וילדים בעלי עודף משקל, כולם גורמי סיכון פיזיים בטמפרטורות גבוהות. אותם מעטים שממשיכים להתפרנס מחקלאות רגישים כלכלית. מדדים רבים מראים יכולת כלכלית מוגבלת גם של יחידים וגם של העירייה. לגבי תקציב העירייה יש מגמה עולה אבל גם חסמים מבניים. היכולת התשתיתית יחסית גבוה מבחינת בריאות וחשמל לרוב התושבים, אבל יש קבוצות פגיעות: תושבים שאינם אזרחים (מספר נמוך לא ידוע), ואנשים שגרים בבתים שבנויים בלי היתר – כ-2% מהמבנים. צורת הממשל הריכוזי במדינה מגבילה את היכולות הממסדיות, כלכליות ותשתיתית של העירייה – לדוגמה בתכנון ערים ומניעת הצפות. מבחינת יכולת אנושית, בקהילה ובעירייה יותר מודעים לצורך להפחית פליטות גזי חממה לעומת היערכות לשינוי אקלים. יש מוכנות משמעותית לנקוט בפעולה אבל חוסר אמון בעירייה יכול להיות חסם.

דיון: מצד אחד, אם חלק משמעותי של גורמי הפגיעות אינם בסמכות ממסדית וכלכלית של הרשויות המקומיות, יכולת ההיערכות שלהן תהיה מוגבלת. מצד שני, "גישת החוזקות" יכולה לעזור בזיהוי אמצעי היערכות שמתאימים. מסקנות: שפרעם כבר לא מותאמת לאקלים הנוכחי. חלק מסיכוני שינוי אקלים אינם סיכונים ישירים אלא הצטלבויות, לדוגמה בין חוסר הליכתיים ומרחבים ציבוריים, עלית טמפרטורות, והזדקנות.

ערים בישראל התחילו להכין תכניות היערכות לשינוי אקלים, מבוססות על מיפוי פגיעות, אך לא תמיד מערבות את בעלי העניין, במיוחד הקהילה. לא לכל רשות מקומית יש יכולת לבצע מחקר עומק, ולכן תוצאות מחקר זה יכולות לעזור רשויות להגדיר איפה להתמקד במיפויים ובתוכניות היערכות.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑





קיבוע ולכידה של פחמן אטמוספרי באמצעות המערכות האקולוגיות

אולם M

CO₂

יו"ר המושב: מר אסף זנזורי, החברה להגנת הטבע

לכידת פחמן כשירות ויסות של המערכות האקולוגיות בישראל

פרופ' ז'וזה גרינצוויג, האוניברסיטה העברית בירושלים

תרומתן של מערכות אקולוגיות מגוונות ללכידה ולקיבוע של פחמן

ד"ר דותן רותם, רשות הטבע והגנים

השפעת שינוי האקלים על קיבוע ולכידה של פחמן במערכות אקולוגיות ים תיכוניות ומדבריות

פרופ' מרסלו שטרנברג, אוניברסיטת תל אביב

הערכת הפוטנציאל למיתון אקלימי של נטיעת יערות באזורים צחיחים

ד"ר שני רוהטין-בליץ, קק"ל

מיכוי עשבי ים במפרץ אילת – עבר, הווה ועתיד

ד"ר גדעון וינטרס, מו"פ מדבר וים המלח

פוטנציאל אקלימי של ביצות ותובנות ראשונות משיקום אקולוגי של בריכת הדגים בכפר רופין

דיון בשתיים: גב' תמר רביב, המשרד להגנת הסביבה, וד"ר תמרה לב, החברה להגנת הטבע





לכידת פחמן כשירות ויסות של המערכות האקולוגיות בישראל

ז'רזה גרינצוויג

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות שירותי מערכת אקולוגית הם תהליכים בטבע שמספקים תועלת ישירה ועקיפה לאדם. מבין שירותי המערכת, שירותי ויסות מקיימים תהליכים חיוניים בטבע אשר תורמים ליצירת תנאי סביבה מתאימים ונוחים יותר לרווחת האדם. ויסות תנאי סביבה כולל את האקלים המקומי והעולמי, איכות האוויר והמים, והפחתת פגעי הטבע. מעבר לך שירותי ויסות תורמים לאדם בתחום החקלאות. שירות ויסות האקלים העולמי נובע בראש וראשונה מקיבוע בעזרת תהליך הפוטוסינתזה של פחמן דו-חמצני, גז החממה החשוב ביותר, ובהמשך לכידת הפחמן המקובע בצומח, בקרקע ובים. המערכות האקולוגיות היבשתיות בעולם לכדו בעשורים האחרונים 29% מכלל הפחמן הדו-חמצני הנפלט על ידי שריפת דלקים ופעילויות אדם נוספות, בעוד שהים לכד 26%. לכידת פחמן זו מפחיתה את ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה וכך תורמת למיתון ההתחממות הגלובלית והקצנת אירועי האקלים, תופעות הקשורות בשינוי האקלים העולמי.

בישראל, מערכות יבשתיות וימיות לוכדות אחוזים בודדים של הפחמן הדו-חמצני שנפלט על ידי סך פעילויות האוכלוסייה. בהערכה גסה, המערכות היבשתיות של ישראל, בעיקר יערות וחורשים, לוכדות 1-3% מפליטות הפחמן הדו-חמצני, בעוד שבים נלכדים כ-2% נוספים.

הנתונים הקיימים בארץ אודות לכידת פחמן נאספו ביערות אורן נטועים ובחורשים ושיחיות טבעיים. שטף לכידת הפחמן השנתי במערכות אלה נע בין 150~ ל-500 גרם פחמן למ"ר (אן ק"ג פחמן לדונם). שטף הפחמן במערכות אקולוגיות אחרות, כגון בתות ושטחים מופרים, כנראה נמוך בהרבה מהשטפים הנ"ל. אין לנו מידע עד כה אודות שטף הפחמן בשדות חקלאיים ושטחים עירוניים. הים התיכון באזור הכלכלי של ישראל מוערך כלוכד פחמן בסדר גודל של 17.5 גרם פחמן למ"ר לשנה.

פעילויות האדם בשטחים פתוחים הינה מורכבת. ייעור מעלה את כושר לכידת הפחמן ברוב האזורים בארץ לטובת האקלים, אבל גם משנה את מאזן הקרינה (ירידה באלבדו) לרעת האקלים. החקלאות צריכה להימדד לא רק על ידי לכידת פחמן בשדה או במטע, אלא אנליזת מחזור חיים צריכה לקחת בחשבון את כל הפעילויות החקלאיות המשפיעות על גזי חממה ולכן על האקלים. קיים צורך במחקר נרחב וארוך-טווח בכדי לאמוד את היקף לכידת הפחמן בישראל.

תרומת המחקר: המערכות האקולוגיות היבשתיות והימיות של ישראל תורמות למאמץ הגלובלי של לכידת פחמן כשירות ויסות האקלים העולמי. התרומה הזאת תהיה משמעותית יותר בעזרת שימור מערכות אקולוגיות טבעיות ומניעת הריסתן על ידי הפיתוח. מעבר לכך, כל ויסות האקלים העולמי חייב להיות מלווה בצמצום דרמטי של פליטות גזי חממה ע"י שריפת דלקים שבלעדיו לא ניתן לעצור את המשך שינוי האקלים.





קיבוע ולכידה של פחמן אטמוספירי באמצעות המערכות האקולוגיות הטבעיות

דו"ח רותם¹, תמר רביב², אסף זמזורי³ ותמרה לוטנר לב³

1. רשות הטבע והגנים
2. המשרד להגנת הסביבה
3. החברה להגנת הטבע

לקיבוע וללכידה של פחמן אטמוספירי במערכות אקולוגיות, בתהליכים טבעיים, יכולה להיות תרומה רבה להאטת ההתחממות הגלובלית. רבים מכירים בהקשר זה את תפקידם של היערות הטרופיים, אך פחות מוכרת בהקשר זה תרומתן של מערכות אקולוגיות אחרות שיכולות ללכוד כמויות גדולות מאוד של פחמן ויחד עם שירותי מערכת אקולוגיים נוספים לסייע לצמצום השפעות שינוי האקלים. חלק גדול מהמערכות האקולוגיות הללו, כגון בתי גידול לחים, כרי עשב ים ובתות עשבוניות ויערות, מאוימות בשל פעילות האדם הגורמת להרס ולאובדן של בתי גידול ולהכחדת מינים.

ההרצאה תציג ממצאים ממחקרים המתמקדים בחשיבותן של מערכות אקולוגיות מגוונות מתפקדות לתהליכי קיבוע ולכידה של פחמן תוך הדגשת חלקן של מערכות אקולוגיות טבעיות המתקיימות בישראל. המאמר משרטט תמונה שלפיה גם למערכות אקולוגיות שהבימוסה שלהן מעל פני הקרקע קטנה יחסית, כמו בתות עשבוניות ובתות שיחניות באזורים ים תיכוניים, יש תרומה לקיבוע פחמן וללכידתו. התרומה היא גם בטווח הקצר בגין מחזורי צמיחה מהירים וגם בטווח הארוך בגין גידול בית השורשים וקיבועו בתת-הקרקע.

עד כה ההתמודדות של ישראל בנושא שינוי אקלים היא במציאת פתרונות טכנולוגיים להפחתת פליטות גזי חממה, אך הם אינם יכולים לתת מענה שלם והולם לאתגר זה. לעומת זאת, הקישור בין חשיבות שמירת טבע להתמודדות עם שינוי האקלים, שמוכר במרבית העולם המערבי, מוכר פחות בישראל ובוודאי בתהליכי קבלת החלטות. מטרת המאמר היא להעלות למודעות הציבור ומקבלי ההחלטות בישראל את תרומתן של המערכות האקולוגיות לקיבוע פחמן גם בהקשר המקומי. מהמאמר ניתן להבין כי בהשקעת משאבים מועטה יחסית, שיופנו לשמירה על מערכות טבעיות, לשיקום שלהן, לממשק ולמיזמים של התפראות (rewilding), כמו גם לתכנון יעיל של שטחים פתוחים, אנחנו מרוויחים גם שמירה על המגוון הביולוגי וגם תועלת רחבה ומגוונת, כגון לכידת פחמן ושירותי ויסות אחרים. הבנה ומודעות לכך שגם התרומה של המערכות הטבעיות של ישראל היא בעלת ערך, הן בהיבט המהותי הן בהיבט המוסרי ומבחינת מחויבות ישראל לאמנות הבין-לאומיות שהיא חתומה עליהן, עשויות לקדם מדיניות שמירה ושיקום של מערכות אקולוגיות טבעיות בישראל.

תרומת המחקר: סקירה זאת מצביעה על כך כי באזור היובשני בו ממוקמת ישראל יש להעדיף הגנה על מערכות טבעיות, מגוונות ומתפקדות ושיקום של מערכות אקולוגיות שנפגעו לעומת הסתמכות על מערכות מהונדסות כמו יער וחקלאות לעניין קיבוע פחמן. מערכות אלו, גם אם עוברות שינוי, מותאמות לאזור לעומת מערכות אקולוגיות מהונדסות שם פחמן יכול להיאגר לתקופת זמן קצרה והן חשופות לתדירות שריפות מתגברת או לעיבודי קרקע המבטלים את תהליך הקיבוע הראשוני.



השפעת שינוי אקלים על קיבוע ולכידת פחמן במערכות אקולוגיות ים תיכוניות ומדבריות

מרסלו שטרנברג¹, יעל נבון¹, יפתח טלמון², ז'וזה גרינצוויג²

1. בית הספר למדעי הצמח ואבטחת מזון, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל אביב
2. מכון למדעי הצמח, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, אוניברסיטה עברית בירושלים

רקע: במערכות יובשניות הפחתה בכמות המשקעים משפיע על תהליכים אקוסיסטימיים רבים, וביניהם מחזור הפחמן ומרכיביו. נשימת קרקע היא תהליך מרכזי במחזור הפחמן במערכות אקולוגיות יבשתיות. משום שגורמי הנשימה תלויים בזמינות המים בקרקע, סביר כי הפחתה בכמות המשקעים שתגרום לירידה בלחות הקרקע תגרום אחריה הפחתה בשטפי נשימת הקרקע ותשפיע על מחזור הפחמן.

מטרות: מטרת מחקר זה הינן בחינת השפעת השינוי במשקעים על נשימת קרקע ופירוק נשר עלים במערכות אקולוגיות ים תיכוניות ומדבריות.

שיטות: המחקר נערך לאורך גראדינט משקעים בו ארבעה אתרי מחקר ובהם בתות ים תיכוניות ומדבריות. בשני אתרי בוצעו טיפולים מלאכותיים להגברה ולהפחתה של כ-30% מכמות המשקעים השנתית הממוצעת. נשימת קרקע נמדדה בכל האתרים ופירוק נשר עלים נמדד על ידי ניסוי טרנספלנטציה של נשר עלים בין התחנות השונות לאורך גראדינט הגשם.

תוצאות: לחות הקרקע וטמפרטורת הקרקע התבררו כשני הגורמים בעלי ההשפעה המשמעותית ביותר על נשימת הקרקע, כאשר ללחות השפעה עונתית בולטת יותר מאשר לטמפרטורה. עוד נמצא, כי בכל האתרים והטיפולים ובשני בתי הגידול, עליה בלחות הקרקע גרמה לעליה בשטפי נשימת הקרקע עד ערכים גבוהים למדי, אך בערכי לחות גבוהים במיוחד פחתה נשימת הקרקע, כפי הנראה, בשל מגבלות פיסיקליות ו/או ביולוגיות של גורמי הנשימה. עליה בטמפרטורת הקרקע גרמה לעליה בנשימת הקרקע בעונה הרטובה, כאשר הלחות לא היוותה גורם מגביל. מצפון לדרום לאורך גראדינט המחקר, נמדדת ירידה של כ-90% בכמות המשקעים. עובדה זו התבטאה בהפחתה של 33% בתכולת המים היחסית בקרקע, אשר גרמה לירידה של 72% בנשימת הקרקע השנתית בבית הגידול שבין השיחים, ולירידה של 67% בבית הגידול שמתחת לשיח. מכאן שבטווח זמן ארוך, הפחתה בכמות המשקעים במערכות אקולוגיות ים תיכוניות עשויה להפחית את נשימת הקרקע.

דיון ומסקנות: שינוי אקלים שיכלול ירידה בכמות המשקעים ועליה בטמפרטורה, אשר תביא לירידה בלחות הקרקע ולתקופות יובש ארוכות יותר, יגרום בטווח הארוך, להפחתה בשטפי נשימת הקרקע בשיחיות ים תיכוניות ומדבריות. משמעות ירידה זו הינה צמצום כמות ה-CO₂ הנפלטת לאטמוספירה ממערכות אקולוגיות יובשניות.

תרומת המחקר: משום שמערכות אלו מהוות חלק נכבד מהמערכות היבשתיות בעולם, ומשום ששטף נשימת הקרקע העולמי עולה בסדר גודל על שטפי ה-CO₂ ממקורות אנתרופוגניים, ייתכן שלהפחתה בנשימת הקרקע באזורים יובשניים תהיה השפעה ממתנת על הצטברות גזי החממה באטמוספירה. מגמה זו תתמש רק אם לא תהיה ירידה מקבילה בקצב קיבוע ה-CO₂ בתהליך הפוטוסינתזה. הצפי לבצורת באזורינו תשפיע לרעה למגמה זאת. מחקר זה תורם להבנה עמוקה יותר על מורכבות מחזור הפחמן באזורינו.



הערכת הפוטנציאל של נטיעת יערות באזורים צחיחים למיתון אקלימי

שני רוהטין-בליץ^{1,2}, אייל רוטנברג², דן יקיר² ויוחאי כרמל¹

1. הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

2. מכון ויצמן למדע

ייעור של אזורים צחיחים נחשב כאסטרטגיה מבטיחה להתמודדות עם שינוי האקלים. התרומה האקלימית בפועל של פעולות אלו נתונה למחלוקת. בעוד פוטנציאל קיבוע הפחמן נמצא גבוהה ליערות הנטועים באזורים צחיחים, נטיעת היער מלווה גם בשינוי במקדם ההחזרת קרינת שמש מהשטח, המכונה אלבדו. לרוב, יער הנו בעל מאפייני צבע כהים יותר מהשטח שאינו מיוער, ולכן נטיעת יער מביאה לירידה באלבדו של אותה יחידת שטח ולקליטת אנרגיה המחממת את האטמוספירה.

בשני מחקרים שפורסמו לאחרונה חקרנו את התרומה האקלימית נטו של נטיעת יערות באזורים צחיחים, קיבוע פחמן ושינוי קרינתי כתוצאה משינוי באלבדו. במחקר מקומי מצאנו כי ישנה שונות גבוהה בתרומה האקלימית של יערות מחטניים לאורך מפל המשקעים התלול בישראל, הבדלים שנמצאו בעבר רק בהשוואה בין ביומים (biomes) שונים. הראנו כי בעוד ביער ביריה ההשפעה המחממת של השינוי באלבדו מתאזנת עם ההשפעה המקררת של קיבוע הפחמן לאחר כ-30 שנים, ביער יתיר האיזון מתקבל לאחר יותר מ-100 שנים, זמן הארוך ממהלך החיים של היער בתנאים אלו.

תובנות מהמחקר המקומי שמשו אותנו לבניית מודל שבוחן את הפוטנציאל האקלימי של נטיעת יערות באזורים צחיחים ברמה העולמית. במודל השתמשנו בתוצרים של חישה מרחוק לנתוני קרינה, נתוני כסוי קרקע ביערות ולשטפי פחמן ונתונים מטאורולוגיים. מצאנו כי ייעור של 448 מיליון הקטר יתרום לקיבוע של 32.3 מיליארד טון פחמן עד סוף המאה, אך השינוי באלבדו יביא להשפעה הפוכה השווה ל-22.6 מיליארד טון פליטות פחמן. ההשפעה האקלימית נטו של נטיעות בסדר גודל כזה צפויה לתרום לקיזוז של כ-1% מהפליטות הצפויות עד סוף המאה בתחזית של "עסקים כרגיל".

בחירה נכונה של השטחים ליעור לאזורים בהם התרומה האקלימית נטו הנה קירור תביא לצמצום שטח הייעור בחצי ולהכפלת התרומה האקלימית של אותן פעולות. הממצאים של מחקרים אלו מחזקים את החשיבות של הערכה כמותית מדויקת של פעולות ייעור נרחבות באזורים אלו.





מיפוי עשבי ים במפרץ אילת – עבר, הווה ועתיד. מה הקשר למושב על קיבוע פחמן ?

גדעון וינטרס¹ אנה ברוק²

1. מו"פ מדבר וים המלח

2. אוניברסיטת חיפה

עשבי ים הם צמחים עילאיים (בעלי פרחים, זרעים ושורשים) הגדלים בים באזורים רדודים בהם יש סדימנט רך. למרבדים של עשבי ים ישנם שירותי מערכת אקולוגית חשובים המוערכים בכ-2.8 מיליון דולר לשנה לקמ"ר עשבי ים, הכוללים בין השאר יכולת לספוח ולקבור פי 3 יותר פחמן מאשר יער ביבשה בשטח דומה. למרות שהם מכסים רק חלק קטן מהאוקיינוסים, עשבי ים אחראים על למעלה מ-10% מכלל הפחמן הדו חמצני האטמוספירי שנקבר בים. ההידרדרות במצבם של עשבי ים ברחבי עולם, כתוצאה מעקות גלובליות ומקומיות הובילה בין השאר למאמצי שימור ושיקום עשבי ים ואף לפיתוח שיטות למיפוי עשבי ים על מנת שנוכל לכמת שינויים בתפוצתם של מרבדים אלו לאורך הזמן. מבחינת הפחמן הכחול, ניתן גם לתרגם את מפות התפוצה של עשבי הים אלו לתועלת כלכלית בצורת היתרי פליטת פחמן.

בשנים האחרונות אנו מתרכזים במיפוי עשבי ים בצפון מפרץ אילת, אזור בו רוב תשומת הלב ניתנה עד כה לשוניות האלמוגים שבאזור. מיפוי מקיף של עשבי ים שנעשה לאחרונה באילת, התבסס על צוות משנרקלים, התמקד בעיקר במים הרדודים (2-20 מ') ולקח מעל לשנה לבצע. במיפוי זה, נמצא כי במים הרדודים (15-25 מ') של חופי אילת קיימים מרבדים בשטח כולל של לפחות 707,000 מ"ר, שטח ששירותי מערכת שלו מוערכים בלמעלה מ-2 מיליון דולר בשנה.

ברור כי יש צורך בפיתוח טכנולוגיות לבצע מיפויים מהירים ותכופים יותר.

על מנת לענות על אתגר זה, אנו עובדים בשני ערוצים במקביל. הראשון כולל פיתוח של גלשן ממונע, הכולל ניווט עצמי, מצלמה וסונאר וניתוח התמונות בעזרת בינה מלאכותית. במקביל גם פיתחנו מספר אלגוריתמים לניתוח תמונות הלווין הישראלי-צרפתי "וונוס" העובר באזור כל יומיים.

תוצאות ראשוניות מניתוח תמונות הלווין במפרץ אילת מראות שגורמי עקה כגון שטפונות המביאים עימם סחף וחומר אורגני, פוגעות באופן חמור במרבדים בחוף הצפוני בעיר. ריכוזם של שטפונות כאלה לתוך תעלות ניקוז, והרס המליחה הטבעית שהייתה באזור בעבר הלא רחוק, מחמירים את התופעה.

יש לקוות שחשיבותם של עשבי ים באזור, כולל לשוניות האלמוגים הסמוכה, תשפיע על קובעי המדיניות במפרץ.





תובנות משיקום אקולוגי של בריכת הדגים בכפר רופין – ראיון 1/1

ד"ר תמרה לב¹ ותמר רביב²

1. החברה להגנת הטבע

2. המשד להגנת הסביבה

רקע: אחד הפרויקטים הראשונים של התפראות, (rewilding) לשיקום מערכת אקולוגית של בתי גידול לחים בישראל נערך כיום בעמק בית שאן, במה שהיה בעבר בריכות דגים שננטשו. בבסיס הפרויקט עמדה השאיפה לשחזר בית גידול באופן שיתמוך במגוון הביולוגי, כתחנת עצירה ושיחור מזון לעופות נודדים, ושיאפשר מגוון שירותי מערכת אקולוגית לצד חינוך, פנאי ונופש. כעת מתווספת לכל אלה אפשרות לתועלת אקלימית ולקבוע פחמן. ככל שיקודמו פרויקטים נוספים של שיקום בהיקף של אלפי דונמים, עשויה התועלת האקלימית להתווסף לשאר סוגי התועלת המוכחים זה מכבר של פרויקטים מסוג זה.

מטרות: בשיחה נספר את סיפורו של שיקום מאגר עמוד בקיבוץ כפר רופין: החל מהקונספט המחבר שיקום של אתר צפרות לטובת שמירה על המגוון הביולוגי וכן תועלות בהיבטים של מיטיגציה - קיבוע פחמן והיערכות לשינוי האקלים. נספר את דרך התפתחות הנושא של התפארות (rewilding) בעולם והגעתו ארצה, האתגר שבניטור ומדידה של קיבוע פחמן באמצעות המערכות האקולוגיות, למידת הפרקטיקה של שיקום טבע לתועלת אקלימית, ועד התמודדות עם קונפליקטים בין שמירת טבע להפחתת פליטות. נתאר כיצד שמירת טבע, ניהול ושיקום טבע יכולים להתקיים מתוך פרספקטיבה אקלימית, ונבין מה המשמעות האקלימית של שמירת ושיקום טבע בישראל הקטנה.

תרומת הפרויקט: שיקום מערכות אקולוגיות אקוונטיות, קיבוע ולכידת פחמן, הנגשה לציבור. לצד סוגים מגוונים של תועלת לשמירת טבע ולאדם, יש למערכות אקולוגיות טבעיות תועלת לא מבוטלת בעצם יכולתן ללכוד פחמן אטמוספרי ובכך להוות כלי נוסף בארגז הכלים למיתון השפעות שינוי האקלים. לצד כלים מעשיים ותכנוניים מגוונים, התרומה של השיקום האקולוגי מתקבלת בהשקעה כספית מעטה יחסית, היא מבטיחה תועלת מסוגים שונים, והיא למעשה השיטה הזולה ביותר הקיימת כיום שמאפשרת ללכוד פחמן אטמוספרי למשך טווחי זמן ארוכים יחסית. הידע שלנו על המערכת האקולוגית, על תפקודה ועל יחסי הגומלין בין אורגניזמים שונים קטן עשרות מונים כאשר מדובר על הקשר לשינוי האקלים. החוקים והעקרונות הקיימים לרוב אינם ישימים, ולכן עלינו לפתח אסטרטגיות ייחודיות. בניגוד לתרחיש עסקים כרגיל, שבו אנו באים לעזרת הטבע רק כאשר הוא בחזקת נפגע, נדרש כאן שינוי פרדיגמה משמעותי המתייחס למניעה של הרס ופגיעה סביבתיים עוד בטרם התרחשו ואף להחזרת עטרה ליושנה.

[חזרה לרשימת המושבים](#) ↑

