

מערכות מזון מקיימות

אובדני מזון בעולם מקושר: מסחר, סביבה ואחריות בין אזורית

נועה בירן¹, מיכאל דורמן¹, מידד קיסניגר¹

noabira@post.bgu.ac.il

1. אוניברסיטת בן גוריון

רקע הפחתת אובדן מזון הינה רכיב הכרחי בהבטחת ביטחון מזון ברמה הגלובלית, תוך קידום ניהול משאבים בצורה מקיימת. עם זאת, במערכת המזון הגלובלית של ימינו, הנשענת על סחר חקלאי נרחב, ההשפעות הסביבתיות של אובדן מזון בשלב הגידול והאספקה מתרחשות לעיתים קרובות באזורים מרוחקים ממרכזי הצריכה, ולכן אינן משתקפות במלואן בחישובי השפעות סביבתיות מקומיים. פער מרחבי זה מקשה על זיהוי אחריות סביבתית ועל גיבוש מדיניות אפקטיבית לצמצום אובדן מזון. מטרת המחקר בוחן את ההשלכות הסביבתיות של אובדן מזון בשלב הגידול, המוטמע בסחר חקלאי בינלאומי, במטרה לחשוף את הקשרים הבין-אזוריים בין אזורי ייצור וצריכה, ולהציע מסגרת אנליטית להערכת אחריות סביבתית חוצת גבולות במערכות מזון גלובליות. שיטות המחקר מבוסס על ניתוח אמפירי-כמותי של נתוני סחר חקלאי בינלאומי ברזולוציית מוצר, לאורך עשור. המחקר כולל בחינה של טביעת הרגל הסביבתית של אובדני מזון המוטמעים בסחר בין לאומי, לצד הבנת זרימת החומרים בין אזורי ייצור וצריכה והמשאבים הסביבתיים הגלומים בהם, לרבות שימוש בקרקע, מים ופליטות גזי חממה. כמו כן, פותח אינדקס חדש - Telecoupled Environmental Performance Index (TEPI) - המשלב בין דירוג הביצועים הסביבתיות של אזורי ייצור וצריכה, ומציג תמונה המשקפת את האחריות הבין-אזורית הנגזרת מדפוסים אלו ותמהיל מקורות האספקה של הצרכנים. תוצאות הממצאים מצביעים על היקפים משמעותיים של עומסים סביבתיים הנוצרים באזורי ייצור חקלאי ומועברים, באמצעות סחר, לאחריות הצרכנית של אזורי הייבוא. ניתוח הזרמים הבין אזוריים מדגים כיצד דפוסי צריכה מעצבים את פיזור הלחצים הסביבתיים במערכת המזון העולמית, וחושף עומסים שאינם נלכדים במסגרת מדדי קיימות לאומיים קיימים. דיון ומסקנות המחקר מראה כי אובדן מזון בסחר חקלאי אינו בעיה מקומית של יעילות ייצור, אלא תופעה מערכתית בעלת השלכות סביבתיות גלובליות. שילוב ניתוח אובדן מזון עם גישת ה--Telecoupling מאפשר הבנה מעמיקה יותר של אחריות סביבתית חוצת גבולות, ומספק בסיס מתודולוגי וכלי יישומי לפיתוח מדיניות סחר, צריכה ואקלים המתמודדת עם החצנת עומסים סביבתיים במערכות מזון גלובליות.

המחקר מציע מסגרת אנליטית וכלי מדידה חדשני להערכת אחריות סביבתית חוצת גבולות הכוללת אובדן מזון והשפעות סביבתיות במסגרת סחר בינלאומי. ממצאיו רלוונטיים למדיניות אקלים, סחר וביטחון מזון, ומדגישים את אחריותן של מדינות ייבוא, ובהן ישראל, לשילוב שיקולים סביבתיים בהחלטות סחר ופיתוח צעדים לצמצום אובדן מזון והחצנת עומסים סביבתיים.

מערכות מזון מקיימות

בזבז מזון מצלחות במלונות: זיהוי אורחים בעלי רמות בזבז גבוהות והתאמת התערבויות לשינוי התנהגות

גבריאלה אפל¹, אופירה אילון¹, נגה קולינס-קריינר¹

gabi.appel3@gmail.com

1. אוניברסיטת חיפה

בזבז מזון בשלב הצריכה מהווה מרכיב מרכזי בתופעת בזבז המזון העולמית, במיוחד במזנוני ארוחות הבוקר מלונות. חלק משמעותי מבזבז זה נובע מהאורחים עצמם, כאשר במדינות אירופה נמצא כי בין 22% ל-47% משאריות המזון בצלחות הלקוחות מקורן בהתנהגות הצריכה שלהם. במחקר זה נחקרה ההתנהגות המדווחת של אורחי בתי מלון בישראל הנוטים לבזבז יותר מזון בדגש על אורחים "פיריידס" ("Pay-riders"), אורחים הממקסמים את התשלום שלהם על ידי העמסה מופרזת של אוכל, התנהגות שמונעת מאינטרסים אישיים של רצון להפיק רווח מהמצב ואדישות כלפי הסביבה שלהם. המחקר בחן את דפוסי הבזבז של כלל האורחים בדגש על קבוצה זו ואת מידת נכונותם לתמוך בהתערבויות לצמצום. סקר בקרב 514 ישראלים נערך בעיר אילת בשישה בתי מלון, מיד לאחר ארוחת הבוקר, וכלל מידע דמוגרפי, נורמות חברתיות, עמדות כלפי בזבז מזון ותגובות לחמישה סוגי התערבויות (nudges) המשלבות מסרים קולקטיביים, אינדיבידואליים, דתיים ומשפחתיים. בהתבסס על מבחנים סטטיסטיים, המחקר הראה כי בזבז מזון ברמות הגבוהות (25% ומעלה מהאוכל בצלחת) נמצא בשיעור גבוה בקרב נשים (44%) ונשים דתיות וחרדים (50%), לעומת גברים (35%) ודברים דתיים וחרדים (32%). כמו כן, בקרב "פיריידס" (64%) לעומת מי שאינו "פיריידס" (40%). מבחן t הצביע על כך ש-Pay-riders דיווחו על רמת תמיכה נמוכה יותר בציון הממוצע של כל מסרי ההתערבויות מאשר "מי שאינו פיריידר" ($t(511) = -2.64, p < .004, d = 0.77$). ממצאי המחקר מצביעים על כך שהתערבויות המדגישות ערכים אלטרואיסטיים ואינדיבידואליסטים זכו לתמיכה הגבוהה ביותר של כ-76% מהאורחים לעומת כ-71% מה"פיריידס". בקרב נשים אקדמאיות, הן זכו לתמיכה של כ-87%. לעומת זאת, התערבויות המדגישות מסרים קולקטיביים או חברתיים ונורמות התנהגות נתמכו על ידי כ-70%-72% מהאורחים המבוגרים ומהמהגרים, ועל ידי 68% מכל האורחים בהתאמה, לעומת רק 50-52% מהפיריידס. דבר שמראה על העדפה לאפשרויות המשרתות את האינטרסים האישיים של הקבוצה. המחקר מבסס את המושג "פיריידס", בהלימה לתיאוריית ערכי האדם ותיאוריית הזכאות לצרכן, ומזהה דפוסים והתערבויות מתאימות לקידום פרקטיקות ברות קיימא.

מחקר זה הדגיש את החשיבות הקריטית של הבנת קהל היעד בעת שימוש בהתערבויות התנהגותיות וקוגניטיביות. הוא מחקר חלוצי המגדיר את קבוצת הלקוחות "פיריידס" כאוכלוסיית הצרכנים המעוניינים במיקסום ערך החופשה, על בסיס האינטרסים האישיים וחוסר האכפתיות כלפי הסביבה ואת המסרים המשפיעים עליה. בנוסף, הוא מדגיש את ההשפעה של מסרים המשלבים אינטרסים אישיים וחברתיים על רוב האורחים ומצביע על ההשפעה החיובית שיש להתערבויות המשדרות ערכים קולקטיביסטיים על אוכלוסיות מבוגרים ומהגרים.

מערכות מזון מקיימות

בישול בקנה מידה מיקרוביאלי: חיידיקים מהונדסים לייצור מזון מהאוויר

כליל הלוי¹, רון מילוא¹

klil.halevi@weizmann.ac.il

1. מכון ויצמן למדע

הצורך באספקת מזון לאוכלוסיית העולם המתרחבת, בעודה נסמכת על החקלאות המודרנית בלבד, יוצר נטל על הסביבה. עומס זה עלול לפגוע בזמינות המזון, לגרום לאובדן של מגוון מינים בטבע, ולהפר את האיזון האקולוגי העולמי. קיבוע פחמן הוא התהליך הבסיסי שעליו נשענת החקלאות ובו יצורים חיים משתמשים בפחמן דו-חמצני מהאוויר כדי לייצר את החומרים האורגניים הבונים את גופם. לצד צמחים, תהליך קיבוע הפחמן מתרחש באופן טבעי גם בחיידיקים ומיקרואורגניזמים אחרים. מיקרואורגניזמים משמשים גם כפלטפורמה ליישום מנגנונים סינתטיים המייעלים מנגנוני קיבוע פחמן וייצור מזון קיימים ולכן, השימוש בהם מהווה הזדמנות. מסיבה זו, רתמנו את יכולתו של האי-קולי, חיידק מוכר למדע ולתעשייה, שצורך סוכרים כדי לייצר חומרים בקנה מידה רחב. במעבדה שלנו הנדסנו אי-קולי סינטטי שיוכל לגדול ולייצר בעצמו חומרים על ידי קיבוע פחמן דו-חמצני, ללא צריכת סוכרים מהסביבה. עם זאת, החיידק המהונדס זקוק לריכוזי פחמן דו-חמצני הגבוהים פי כ-100 מהריכוז באוויר. דרישה זו מגבילה את השימוש המעשי בחיידיקים אלו. מטרת המחקר היא לקדם את יכולת גדילת החיידיקים על בסיס קיבוע פחמן, גם בתנאי האוויר הרגילים. לשם כך, אנו עושים שימוש במנגנון ריכוז פחמן דו-חמצני (CCM), המבוסס על יחידות ייעודיות בשם קרבוקסיזומים הנמצאות בתוך תאי חיידיקים מסוימים, כגון ציאנובקטריה. יחידות אלו מקנות לחיידיקים אפשרות לקיבוע פחמן יעיל אפילו בסביבות עם ריכוזי פחמן דו-חמצני נמוכים. לשם שילוב המנגנון, הכנסנו לתאי האי-קולי מקטעי DNA המשמשים לבניית קרבוקסיזומים ובנוסף, בוצעו התאמות גנטיות בגנים הקשורים לקיבוע פחמן. לאחר מכן התבצע ניסויי אבולוציה מכוונת במטרה לשפר את ביטוי המנגנון בחיידיקים. זני החיידיקים שפותחו גדלו על ידי שימוש במנגנון זה והצליחו לבנות כ-25% מגופם על ידי קיבוע פחמן. ממצאים אלו מדגישים את הפוטנציאל של שילוב מנגנון ריכוז פחמן דו-חמצני במיקרואורגניזמים מהונדסים, אשר יכולים לשמש לפיתוח שיטות חלופיות לייצור מזון. אנו שואפים להמשיך לשפר את פעולת המנגנון ולהשיג קיבוע הפחמן מלא (100%) באוויר הפתוח ובכך להניח תשתית לייצור מזון יעיל. העבודה מציגה אבן דרך ותשתית ראשונית לפיתוח ייצור מזון וחומרי גלם באמצעות מיקרואורגניזמים מקבעי פחמן סינתטיים. המחקר מקדם ידע חשוב שיאפשר בעתיד לחזק את הביטחון התזונתי על ידי פיתוח חלופה לשיטות חקלאיות וניצול יעיל יותר של משאבים. בישראל, שאלת הביטחון התזונתי מקבלת משנה תוקף הן משיקולים בטחוניים והן ממשאבי קרקע ומים מוגבלים.

מערכות מזון מקיימות

עמדות הציבור בנושא מדיניות ממשלתית לעידוד מזון מהצומח והפחתת צריכת בשר

עומר גינזבורג^{1,2}, שלי אברט²

omer@sviva.net

1. חיים וסביבה
2. אנימלס

במסגרת התכנית הלאומית לבטחון מזון נקבעו יעדי צריכת ואספקת מזון ל-2050, המתבססים על המלצות התזונה הלאומיות, הנסמכות גם על שיקולים סביבתיים. היעדים כוללים הפחתת 54% בצריכה ובאספקה לנפש של בקר ועוף, והגדלה של פי 2-3 בצריכה ובאספקה לנפש של קטניות וירקות.

המחקר בדק את תמיכת הציבור בצעדי מדיניות שנועדו לקרב את צריכת ואספקת המזון לעבר היעדים, והתבצע ע"י מכון גיאוקרטוגרפיה עבור חיים וסביבה ואנימלס בנובמבר 2025, כסקר אינטרנטי בקרב 505 גולשי אינטרנט בגילאי 18 ומעלה, המהווים מדגם ארצי ומייצג של אוכלוסייה זו. טווח השגיאה הסטטיסטית המרבית הוא +4.4%, ברמת מובהקות סטטיסטית של 95%.

ראשית נמצא כי רוב הציבור (64-67%) סבור כי על המדינה לסייע כלכלית לחקלאים המעוניינים לעבור לגידולים מהצומח, ולתעדף תמיכות למגדלי ויצרני המזונות שיש להגביר את צריכתם ע"פ היעדים. 55% סבורים שיש לקבוע יישום של עיקרון "המזהם ישלם" בחקלאות, כך שמגדלים יישאו באחריות כלכלית לנזקים סביבתיים הנגרמים מפעילותם - פי שלושה משיעור המתנגדים (18%). 48% תומכים גם בהטלת מס פליטות מזהמות מחקלאות כולל מגידול פרות וכבשים - בדומה למהלך שאושר בדנמרק ב-2024 - למעלה מכפליים משיעור המתנגדים (22%).

עוד נמצא כי 62% תומכים בקביעת מדיניות להגדלת היצע המזונות מהצומח בקפטריות מוסדיות, ו-53% תומכים בכך שהממשלה תעניק תמריצים כלכליים למסעדות, קמעונאים ויצרנים שיעשו זאת- בזמן ש-18% מתנגדים. 50% אף תומכים ביוזמה שבמסגרתה מסעדות וקפטריות יגדילו את שיעור המנות מהצומח למחצית מהתפריט, מול 19% מתנגדים. כ-70% תומכים בהטלת מס על מוצרי מזון מזהמים כולל בשר, אם רווחי המס ישמשו להוזלת מוצרים בריאים מהצומח (למשל באמצעות ביטול המע"מ), להקלה בתנאי בעלי החיים בתעשיות המזון, לסיוע כלכלי למשפחות מעוטות יכולת ברכישת מזון, או להפחתת זיהום מגידול וייצור מזון. 9-12% מתנגדים לצעדים אלה, ונמצא כי התמיכה בהם מובהקת בכל רמות ההכנסה ושכבות האוכלוסייה.

לסיכום, נמצא כי רוב הציבור תומך בשורת צעדי מדיניות המעניקים תעודף למזונות מהצומח ומיישמים הפנמת עלויות חיצוניות של מזון מהחי לאורך כל שרשרת הערך, ובשילובם בתכנית הלאומית. הממצאים דומים לתוצאות של סקרים מקבילים שנערכו בשנים האחרונות באירופה, ומאותתים כי גם הציבור בישראל תומך בצעדי מדיניות שיביאו לתעודף של מזונות מהצומח לאורך כל שרשרת הערך. חלק קטן מן הצעדים המפורטים בסקר שולבו בטיטות התכנית הלאומית שפורסמה באוקטובר, לרוב כאפשרויות לבחינה בהמשך. אנו נעזרים וניעזר גם בעתיד בתוצאות המחקר בעבודתנו מול משרדי הממשלה לקידום הצעדים המפורטים כדי שייכללו בגרסה הסופית והמתקצבת של התכנית, כמו גם בקידום באופן עצמאי מהתכנית.

מערכות מזון מקיימות

סיפים רגשיים: רגשות ותרבות והשפעותיהם על בזבז מזון במשקי בית בישראל

הילה סגל-קליין¹, אופירה אילון¹, נמרוד לוז²

hilah.segal@gmail.com

1. אוניברסיטת חיפה

2. המכללה האקדמית כנרת

בזבז מזון במשקי בית הוא תרומה משמעותית לפגיעה סביבתית. משקי הבית מהווים את אחד המרחבים המרכזיים בהם מתרחש בזבז מזון ובה בשעה גם הפחות מובנים שבהם. ניסיון העבר מלמד כי למרות קמפיינים ציבוריים להגברת המודעות והידע לא נרשמה ירידה בכמויות המזון הנזרק. בהרצאה זו נבחן את המתרחש בפועל במשקי הבית בישראל ונשאל, כיצד נוצרים רגעי ההחלטה לזרוק מזון ומדוע מודעות וידע לבדם אינם מובילים לצמצום התופעה? טענתנו המרכזית היא כי כדי להביא לשינוי משמעותי במרחב הביתי יש להתמקד ברגעים בהם מתקבלת ההחלטה על זריקת המזון מנקודת מבט סוציולוגית-אנתרופולוגית. לפיכך במחקר זה יושמה מתודולוגיה חדשנית הכוללת תצפיות משתתפות במשקי הבית הפרטיים, אתנוגרפיה של הכנת ארוחות משפחתיות וראיונות עומק חצי מובנים באמצעותה נבחנו מקרוב תהליכי זריקת המזון. שיטה זו אפשרה גישה ישירה לנוהגי הרגש בזמן אמת, במקום להסתמך על דיווחים רטרוספקטיביים או על מדדים פסיכולוגיים. הממצאים מראים כי רגשות סביב בזבז מזון באים לידי ביטוי בתוך פרקטיקות יומיומיות דרך מה שאנו מכנים "סיפים רגשיים". מנגנונים שבאמצעותם אנשים מזהים אי-נוחות מוסרית אך בו בזמן מרסנים אותה, כדי לשמר שגרת חייהם. במקום לשמש כטריגר לפעולה מתקנת, רגשות אלה משמשים כאמצעי ויסות שמייצב את המשך הבזבז. המחקר מציע פרדיגמה חדשה להבנת בזבז מזון: לא ככישלון של ידע או עמדות, אלא תוצאה של נורמות פרקטיות-רגשיות שמעצבות את החלטה. גישה זו מזמנת שיח חדש על מידת האפקטיביות של התערבויות שמתרכזות במודעות, בדיון מוסרי או בשינוי פרקטיקות פר סה. המחקר מדגיש כי רגשות אינם רק משתנים פסיכולוגיים אלא מהווים חלק מהארכיטקטורה האישית והחברתית של אותן פרקטיקות יומיומיות. מהממצאים עולה כי בכל תכנון מדיניות לצמצום בזבז מזון יש להידרש לא רק להגברת הידע הניתן למשקי הבית אלא גם ביכולתם לעצב מחדש את התנאים הרגשיים והזמניים שבהם מתקבלת ההחלטה לזרוק או לשמר מזון. המחקר תורם להבנה עמוקה של הקשר בין רגש לפרקטיקה סביבתית, מרחיב את התאוריות של התנהגות סביבתית, ומצביע על מגבלות הגישות המבוססות ידע והתאמה קוגניטיבית בלבד. ממצאי המחקר מדגישים את הצורך בשינוי פרדיגמה ומעבר ממדיניות המבוססת על העלאת מודעות והטלת אשמה, למדיניות המעצבת מחדש את סביבת קבלת ההחלטות של הצרכן. בישראל, ניתן ליישם זאת באמצעות הסדרת רגולציה וסטנדרטיזציה של תאריכי תפוגה, ופיתוח כלים מוסדיים המסייעים לניהול שאריות מזון בבית. גישה זו אינה מסתפקת בניסיון לשנות עמדות, אלא פועלת ישירות ומתוך הכרה במנגנונים הרגשיים והמבניים המשמרים את דפוסי הבזבז.

מערכות מזון מקיימות

"ארץ שעורה": השבה, שימור ואפיון אוסף אבוד של זני שעורה מסורתיים משדות הפלחה של ארץ ישראל ושכנותיה

טוני ממין¹, צבי פלג², עיינב מייזליש-גתי¹, דקלה ליבשיץ¹, שריאל הובנר³, רואי בן-דוד¹

tonymamin@gmail.com

1. מכון וולקני
2. האוניברסיטה העברית
3. מכון למחקר מדעי בגליל

ישראל שוכנת בדרום הסהר הפורה בו ביתה השעורה (*Hordeum vulgare*) לפני כ- 10,000 שנה. מאז, גודלו בה זני שעורה מסורתיים שעברו סלקציה מתמשכת תחת ממשק פלחה. אוצר גנטי זה מאופיין במגוון תכונות רחב הכולל התאמות סביבתיות ועשוי לשמש מקור גנטי חשוב בהשבחת הגידול המודרני תחת שינויי האקלים הצפויים. פרויקט "ארץ שעורה" שהמחקר הנוכחי הנו חלק ממנו, מתמקד באיתור, שימור ואפיון של מקור גנטי זה שברובו אבד במהלך המאה האחרונה בה נחקר גידול השעורה המסורתי בארץ לטובת גידול חיתת לחם. מטרת המחקר הן: (א) איתור, איסוף והשבה של זני שעורה מסורתיים שמקורם בישראל ובמדינות השכנות, (ב) אפיון וניתוח אקו-גיאוגרפי של אתרי האיסוף של הקווים. (ג) בחינה השוואתית של אורך וזווית השורש בזני השעורה המסורתיים והמודרניים, ו- (ד) אפיון פנוטיפי מלא של האוסף בשדה בשתי סביבות גידול. במחקר זה נבנה אוסף של 405 זני מורשת (LBL) שנאספו ממגוון שדות פלחה בישראל, הרשות הפלסטינית, ירדן, סוריה, לבנון ומצרים. ניתוח אקו-גיאוגרפי מקיף חילק את האוסף לחמישה אשכולות הנבדלים בכמות המשקעים, טמפרטורה ורמות קרינה. האוסף אופיין פנוטיפית בניסוי שדה בתבנית Augmented block בשני אתרים (רחובות: קרקע חולית 208 מ"מ משקעים, ולכיש: קרקע כבדה, 160 מ"מ משקעים) בעונת 2024-25. במקביל, נבדקו אורך וזווית שורשים בשלב הנביטה באמצעות ניתוח תמונה ממוחשב (ImageJ). האפיון בשדה הראה כי שני שליש מהקווים באוסף הנם טיפוסים שש-טוריים בעוד שליש דו-טוריים. פנולוגית, נמצא הבדל מובהק ($p < 0.001$) בין הקבוצות: הזנים המודרניים (MOD) היו הבכירים ביותר (86 ימים בממוצע להשתבלות), בעוד שזני המורשת האתיופיים (ELR), ששימשו כקבוצת ייחוס, היו האפילים ביותר (96 ימים בממוצע). במדדי הגובה, זני המסורת שמקורם בלבנט (LLR) היו גבוהים באופן מובהק (140 ± 1 ס"מ) בהשוואה לזנים המודרניים (130 ± 4.5 ס"מ). למרות המשקעים המועטים, יבול הגרעינים הממוצע של קבוצת ה-LLR (145.4 ± 4.5 גר"/מ"ר) היה דומה לקבוצת ה-MOD (138.6 ± 16.5 גר"/מ"ר). ממצאים אלו מצביעים על פוטנציאל אוסף "ארץ שעורה" כחומר קדם-טיפוח ייחודי בהשבחת גידול השעורה בישראל. המחקר תורם לשימור המגוון הביולוגי והמורשת הגנטית של ישראל, ומספק תשתית קדם-טיפוח לחקלאות עמידה בתנאי קיצון. חשיבותו הציבורית טמונה בחיזוק הביטחון התזונתי בעידן של שינויי אקלים. למדיניות הסביבתית, הממצאים מאפשרים שילוב זני מורשת בממשק חקלאי בר-קיימא ודל-תשומות, וגיבוש אסטרטגיה לאומית לשימור משאבי טבע גנטיים ככלי מרכזי.