

ביטחון תזונתי וחוסן לאומי בעידן של אקלים משתנה

דורית אדלר, סיגל טפר ואסף צחור

פרק זה בוחן את התלות בין חוסן לאומי לבין אספקה סדירה של מזון בר־השגה, בטוח ובריא. בחינת מערכת יחסים זו נעשית לאור שינוי האקלים העולמי, הזעזועים הצפויים לחקלאות, ההפרעות לשרשראות אספקה, וכן בהקשר הישראלי ובהתחשב בכושר הייצור המקומי של ליבת התזונה המומלצת לאוכלוסיית המדינה.

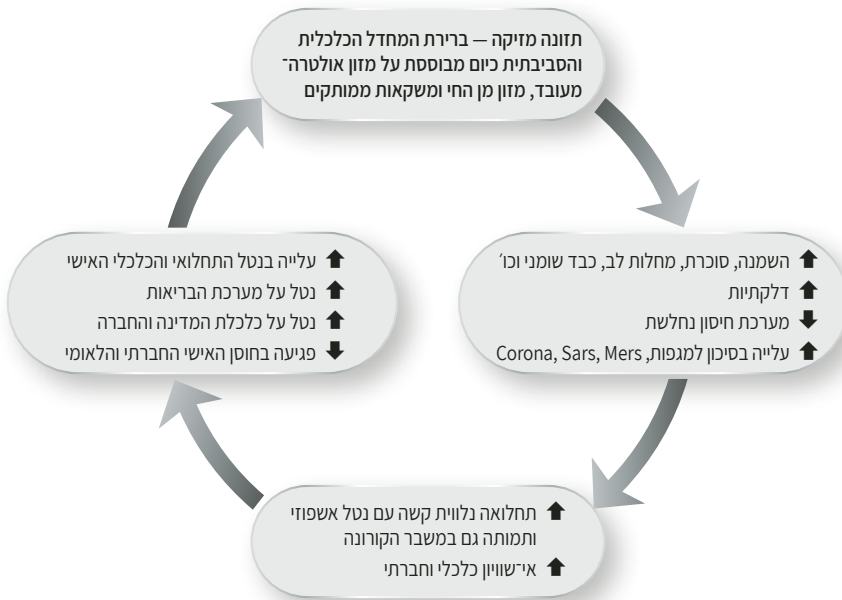
בפרט, הפרק עוסק בסוגיות של אי־ביטחון תזונתי והשפעותיו על בריאות הציבור ועל יציבות פוליטית וסכסוכים אלימים. המאמר דן גם בליבת התזונה המומלצת בישראל ומראה כיצד החקלאות המקומית עשויה לספק את חלק הארי של תזונה מומלצת זו. המאמר עוסק גם בפריטי המזון המיובאים לישראל, הן לצורכי תזונת בני אדם והן עבור מספוא למשק החי, וטוען כי יש להפחית את יבוא פריטי המזון שמוצאם בסביבות אפופות סיכונים ועקות.

כתחליף לתלות ביבוא פריטי מזון החשופים לנזקי משבר האקלים העולמי מצד אחד, ומחוללים מחלות מטבוליות שונות מצד שני, למשל סוכרת, מאמר זה מציג את התזונה הים־תיכונית כפתרון בר־קיימא. טענתנו היא שתזונה ים־תיכונית, המבוססת ברובה על מזון מהצומח, צריכה לעמוד במרכז של תוכנית אב חדשה למשק המזון בישראל.

מבוא

מזון הוא אבן ה־ראש של המבנה החברתי האנושי; בהיעדר מזון באיכות נאותה, המבנה החברתי מאבד מיציבותו. בהיעדר מזון בכלל, המבנה מט ליפול. תזונה לקויה או חסרה, אם כן, משפיעה גם על היחיד וגם על החברה. תזונה לקויה על כל התבטאויותיה – השמנה, תת־תזונה, וגורמי סיכון אחרים לתחלואה לא־מידבקת (Non-Communicable diseases) – היא הגורם המוביל בעולם (19 אחוזים) לתחלואה ולתמותה מוקדמת (premature), לפני כל גורם סיכון אחר (GBD 2017 Diet Collaborators, 2019).

בעיית ייצור המזון עבור אוכלוסייה עולמית גדלה במגבלות הסביבה הטבעית היא אתגר כביר ורב־ממדי: תזונה בלתי נאותה משפיעה על אי־שוויון ומושפעת ממנו; משפיעה על אי־יציבות חברתית ופוליטית ומושפעת ממנה; מובילה להגירה; ומאוימת מתהליכים של התחממות אקלימית עולמית, הידועים גם כמשבר האקלים (Tzachor, 2020b). השילוב של השמנה, תת־תזונה ומשבר האקלים יוצר לולאת משוב חיובית (תרשים 1). מערכות המזון בעולם מניעות את מגפות ההשמנה ותת־התזונה ואחריות גם על 25–30 אחוזים מפליטות גזי החממה (GHGs) שמגיעות בעיקר ממשק החי למטרות של ייצור מזון (מזון מן החי: בשר, ביצים וחלב) (Swinburn et al., 2019). כמו כן, אי־ביטחון תזונתי הוא גורם מניע לחוסר יציבות פוליטית ולסכסוכים אלימים.



תרשים 1. השפעת מעגל הקסמים השלילי של תזונה מזיקה ומערכת מזון שבורה על הבריאות, הכלכלה וההון האנושי

ביטחון תזונתי וביטחון לאומי

ביטחון תזונתי

ההגדרה הרווחת לביטחון תזונתי נטבעה בשנת 1996 על ידי ארגון המזון והחקלאות העולמי (FAO) של האומות המאוחדות. לפי ההגדרה, ביטחון תזונתי מתקיים כאשר לכל חברי האוכלוסייה יש בכל עת גישה פיזית וכלכלית למזון מזין ומספק, על מנת לענות על הצרכים התזונתיים וכדי לנהל חיים בריאים ופעילים. הגדרה זו אושררה על ידי מדינות רבות, לרבות ישראל (Rome Declaration and Plan of Action, 1996).

הזכות למזון תואמת את ההגדרה הבינלאומית של ביטחון תזונתי ומתייחסת גם היא לתזונה המאפשרת חיים פעילים ובריאים, מעבר לערך הקלורי של המזון או לתחושת שובע (לחם חוק, 2017).

בהתאם לכך, אי-ביטחון תזונתי – אב"ת – הוגדר כ"היעדר נגישות סבירה למזון מזין בדרכים מקובלות ובכמות מספקת" (Rome Declaration and Plan of Action, 1996). המשמעות של אב"ת היא היעדר האפשרות לצרוך באופן סדיר מזון הכולל את כל רכיבי התזונה החיוניים להתפתחות פיזיולוגית תקינה ולבריאות פיזית ונפשית של האדם.¹

במדינות מפותחות, אב"ת עשוי לבוא לידי ביטוי באופנים שונים: צמצום במלאי המזון של משק הבית, צריכת מזון לא ראוי לאכילה, השגת מזון באמצעים לא מקובלים כגון קבצנות, חיפוש בפחי אשפה ופנייה לעמותות לחלוקת מזון.

בביטוי הקיצוני ביותר אב"ת מסכן חיים, אך גם אב"ת מתון פוגע בתפקוד היום-יומי של האדם, בבריאותו לאורך זמן וברמת פעילותו החברתית. פגיעה רב-ממדית זו נכונה שבעתיים לגבי ילדים. חשיפה לאב"ת בילדות המוקדמת עלולה לפגום בהתפתחות הקוגניטיבית והחברתית-נפשית של הילדים לאורך חייהם ולהסב נזק בלתי הפיך במימוש הפוטנציאל במישורי החיים השונים, כולל היצרניים והכלכליים. למשל, ילדים בגיל בית הספר שסובלים מתזונה לקויה נמצאים בעמדת נחיתות מובהקת להצלחה בלימודים, לעומת עמיתיהם (Winicki & Jemison, 2003). זאת ועוד, אב"ת תורם להנצחת מעגל העוני: לילדים שגדלים במשפחות שסובלות מאב"ת סיכוי נמוך יותר להגיע להישגים חינוכיים ומקצועיים ולהצליח לפרוץ את מעגל העוני (ניראל ועמיתיה, 2005).

תמונת המצב של הביטחון התזונתי בישראל

חוק המועצה הלאומית לביטחון תזונתי מ-2011 מבקש להסדיר את הטיפול והתכנון האסטרטגי להבטחת ביטחון תזונתי לכול ומיגור אב"ת על מכלול היבטיו, בטווח הקצר והארוך. הממצאים על רמת הביטחון התזונתי האישי בישראל בשנים האחרונות זמינים בסקרי הביטחון התזונתי שערך הביטוח הלאומי. בסקר מ-2016 נמצא ש-17.8 אחוזים מהמשפחות בישראל חיו בתנאי אב"ת (אנדבלד ועמיתיה, 2018).

בתקופת משבר הקורונה, סקר שבדק את החוסן האזרחי בקרב בני 21 ומעלה מצא כי 14.1 אחוזים מתושבי ישראל (כ-778 אלף איש) דיווחו כי הם או אחד מבני משק ביתם צמצמו את כמות המזון שצרכו ואת היקף הארוחות שניהלו (למ"ס, 2020). שיעור הסובלים מאב"ת צפוי לגדול במידה משמעותית ככל שמשבר הקורונה והשלכותיו על שיעורי האבטלה הגבוהים יימשכו, ואלה יחריפו את גורמי הסיכון הבריאותיים

ואת שיעור הסיבוכים והתמותה מקורונה, כמו גם ממחלות תלויות תזונה: השמנה, סוכרת, מחלות לב וסוגי סרטן.

אי־ביטחון תזונתי ודפוסי התזונה המערבית

כאמור, לאי־ביטחון תזונתי פנים רבות והוא יכול להתקיים בקרב אוכלוסייה הסובלת מתת־משקל, מעודף משקל ואף במשקל תקין. צריכה מרובה של מזונות מתועשים אולטרה־מעובדים – עתירי קלוריות ורכיבים תזונתיים מזיקים כמלח, סוכרים, שומנים רוויים ושומני טרנס, אך דלים ברכיבים תזונתיים חיוניים כוויטמינים, מינרלים, שומנים בריאים וסיבים תזונתיים – תורמת תרומה משמעותית למגפת התזונה הלקויה על כל צורותיה, ובמיוחד לעודף משקל (Rico-Campà et al., 2019).

נוסף על כך, צריכת מזונות אולטרה־מעובדים מובילה לחסרים תזונתיים של מיקרו־נוטריינטים, אשר לעיתים מתקיימים בקרב אנשים במשקל תקין או אף בעודף משקל והשמנה. מצב זה קרוי 'רעב סמוי' (hidden hunger), ולו השלכות מרחיקות לכת על בריאות האוכלוסייה, בהיותו גורם סיכון משמעותי לתחלואה ואף לתמותה. המזונות האולטרה־מעובדים שהם גורמי סיכון: משקאות ממותקים, חטיפים, מאפים, דגני בוקר, בשר מעובד ובשר אדום קשורים לעלייה בסיכון למחלות רבות, לרבות סוכרת, השמנה, מחלות לב וסוגי סרטן מסוימים (Rico-Campà et al., 2019; Srouf et al., 2019).

בישראל, התזונה מבוססת כיום על צריכה גבוהה של מזונות אולטרה־מעובדים, והמדינה נמצאת במקום הראשון בעולם המערבי בצריכת בשר עוף לנפש, ובמקום הרביעי בצריכת בשר בקר (OECD, 2019). כ־50 אחוזים מתזונת המתבגרים (בני 11–17) וכ־40 אחוזים מתזונת המבוגרים בישראל (בני 18–64) מקורה במזון אולטרה־מעובד – מזון מזיק המקושר להתפתחות תחלואה כרונית (ICDC, 2017; 2019; Mendonça et al., 2019; Schnabel et al., 2017).

על פי משרד הבריאות, דפוסי התזונה בישראל אחראים לעשרת אלפים מקרי מוות בשנה בקירוב, ולהוצאות כלכליות עצומות. הטיפול בהשמנה גרידא כרוך בהקצאה של כשישה מיליארד שקלים בשנה (משרד הבריאות, 2017). מכאן שביטחון תזונתי אישי ולאומי חייב להיות מבוסס על סל המזון הבריא שהקהילה המדעית המליצה עליו.

ביטחון תזונתי וביטחון מזון כהיבט של ביטחון לאומי

ביטחון תזונתי מתייחס לאספקה ברמת הפרט של מזון בר־השגה, בטוח ובריא, הנקבעת על ידי גידול חקלאי, ניהול המלאי (למשל באמצעות מנגורות) ושרשראות סחר. ביטחון מזון הוא היבט של ביטחון לאומי ומשמעותו היא שהמדינה יכולה

להבטיח את אספקת סל המזונות הבריאים לכלל האוכלוסייה ובאופן נגיש בכל עת: שגרה וחירום.²

פגיעה בנגישות למזון, למשל כתוצאה מתנודתיות במחירים, ופגיעה ביציבות האספקה, למשל כתוצאה ממגבלות סחר, הם גורמים מניעים לחוסר יציבות חברתית ופוליטית (Arezki & Bruckner, 2011). אין זה מקרה שבמדינות הסובלות מאי־יציבות פוליטית יש גם שיעור גבוה של אב"ת (Deaton & Lipka, 2015).

"מחאת הקוטג'" שהתארגנה בישראל ביוני 2011 כקבוצת מחאה נגד עלייה במחירי הגבינות הובילה למאבק ציבורי בנושא מחיריהם של מוצרים בסיסיים, ושימשה מבשר וזרז למחאות יוקר המחיה ודיור בר־השגה (גרוס ובוזחיש ששון, 2017). באחת הכרזות של מחאת משבר הקורונה ב־2020 "מלחמה – תזרימו את הכסף" הודגשו אותיות המילה לחם, והדבר מעיד על הקשר הגורדי בין ביטחון תזונתי לבין ביטחון ולחוסן לאומי.

קשר זה אינו חדש. קיימות דוגמאות רבות של "התקוממויות מזון" אשר אתגרו ממשלים והובילו לשינויים במערכת הפוליטית, לעיתים באמצעים אלימים (Tilly, 1968). המחאות האלימות בצפון אפריקה ובמדינות המזרח התיכון בשנת 2011, כמו גם בשנת 2008, נערכו בסמוך לעלייה גלובלית במחירי המזון. מספר מחקרים מצאו קשר בין התקוממויות אזרחיות במדינות שונות לבין מדד מחירי המזון של ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO, 2020b; Lagi et al., 2011). מלחמת האזרחים בסוריה מדגימה את הקשר בין שינויי האקלים, שינוי במשטרי הגשם, אי־ביטחון תזונתי ופגיעה בביטחון הלאומי הסורי. בשנים 2006–2010 סבלה סוריה מבצורות, שפגעו קשות בגידולים ובחקלאות בעלי החיים והובילו להגירה פנימית בתוך המדינה, ולאחת ממלחמות האזרחים החריפות במאה הנוכחית (Ash & Obradovich, 2020).

מקורות המזון בישראל: גידול מקומי ויבוא אל מול המלצות התזונה הבריאה

אספקה סדירה של מזון היא אפוא התנאי הראשון והעיקרי לביטחון מזון ותנאי הכרחי ליציבות חברתית, כלכלית ופוליטית. אי לכך לא ניתן לערוך דיון בביטחון לאומי ובחוסן ללא דיון במקורות אספקת המזון של ישראל.

מרבית המזון הטרי שאנו צורכים מקורו בחקלאות הישראלית. עם זאת, ישראל נחשבת למדינה נסמכת יבוא: עבור מספר מזונות, למשל דגנים, ישראל תלויה כמעט לחלוטין ביבוא ממדינות זרות.

בהתחשב בתת־הפרקים הקודמים, חשוב לבחון את הייצור המקומי אל מול התזונה המומלצת בעולם ועל ידי משרד הבריאות. במילים אחרות, יש לבחון מה כושרה של החקלאות הישראלית לספק את ליבת התזונה המומלצת לכלל אוכלוסיית המדינה,

היום ובדורות הבאים. כמו כן, חשוב לבדוק אם המזונות שישראל מייבאת תורמים לביטחון התזונתי של אוכלוסייתה, או מזיקים לה ופוגעים בביטחונה התזונתי. לפי נתוני הלמ"ס 2018, ישראל מגדלת 148 אחוזים מאספקת הפירות הזמינה, 112 אחוזים מהירקות, 166 אחוזים מתפוחי האדמה והעמילנים, 47 אחוזים מהקטניות ו-11 אחוזים מהדגנים (לוח 1). הייצור המקומי של בעלי חיים מספק 85 אחוזים מהחלבון מן החי (לא כולל חלב ומוצריו) ו-96 אחוזים מהחלב ומוצריו. כמובן, ייצור שעולה על 100 אחוזים כולל גם יצוא.

ישראל מייבאת בעיקר דגנים, שמנים מהצומח וסוכר – 89, 93 ו-99 אחוזים מהאספקה בארץ, בהתאמה (למ"ס, 2019). לשון אחר, החקלאות הישראלית אחראית לגידול הירקות, הפירות, תפוחי האדמה, כמחצית מתצרוכת הקטניות שלה והמוצרים מבעלי חיים: עוף, חלב וביצים (אשר תלויים ביבוא המזון להאכלתם), והיא תלויה כיום ביבוא בעיקר של חיטה, סוכר ושמן.

אספקת הקלוריות הזמינה בישראל לפי דוח הלמ"ס עומדת על כ-3800 קלוריות לאדם ביום – אספקה הגבוהה בכ-50 אחוזים מההמלצות של גופים שונים, בהם ה-*USDA* הכללי (2015, ODPHP), המלצות התזונה היסודיות והמלצות *Eat-Lancet* (2019, Willett et al.) – דפוס תזונה מומלצת לבריאות האדם והסביבה.

מלוח 1 להלן עולה כי 460 קלוריות לאדם ביום מקורן בסוכר, ועוד כ-700 קלוריות לאדם ביום מקורן בשמנים. אלו מסתכמות ביותר מ-1000 קלוריות לאדם ביום, שהן מזיקות ברובן ומגבירות סיכון לתחלואה. גם יבוא הדגנים משמש ברובו המכריע הן להזנת בעלי החיים והן לתעשיית מזונות אולטרה-מעובדים, התורמים לעליית התחלואה והתמותה המוקדמת (Blanco-Rojo et al., 2019; Moreira et al., 2018; Moubarac et al., 2013).

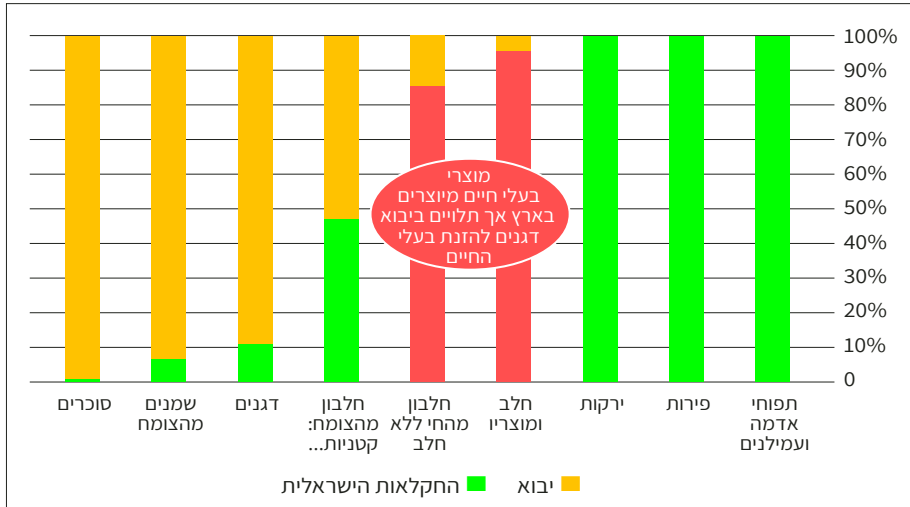
בבחינת תלותה של ישראל בחקלאות לעומת יבוא מתבססים כיום בעיקר על קלוריות. חשוב לתת את הדעת להבדל בין קלוריות, משקל, רכיבים תזונתיים וסל המזון הבריא, לעומת המזיק. אם בוחנים את כמות הקלוריות הזמינה כיום לתושבים, זו גבוהה באופן משמעותי מהכמות המומלצת לתזונה בריאה ותורמת לעלייה בצריכה, ומכאן להשמנה ולבזבוז מזון (*food-waste*), אשר אומדנו בישראל מוערך בכ-33 אחוזים (לקט ישראל, 2018). הערך הקלורי, כאמור, מהווה רק מרכיב אחד בתמונת התזונה הבריאה ועלול להוביל לקבלת החלטות מדיניות שגויות בתחום בריאות הציבור. יש טעם אפוא לבנות מדד המשקף ומשקלל את ליבת התזונה הבריאה ובת-הקיימא המומלצת, אשר תהווה את הבסיס למדיניות הביטחון התזונתי האישי והלאומי לישראל.

לוח 1: נתונים על אספקת המזון והגידולים החקלאיים בישראל (אמדור, 2020; למ"ס, 2019) אספקה זמינה וייצור חקלאי מקומי, 2018³

שיעורי ייצור		ייצור מקומי גר' לנפש / יום	אספקה זמינה גר' לנפש / יום	קבוצת מזון
יבוא נטו מתוך אספקה זמינה	מקומי מתוך אספקה זמינה ⁴			
מוצרי צומח				
0%	148%	461	312	פירות
0%	112%	473	423	ירקות
89%	11%	52	463	דגנים
0%	166%	181	109	תפוחי אדמה ועמילנים
53%	47%	31	65	חלבון מהצומח: קטניות ואגוזים
93%	7%	6	81	שמנים מהצומח
99%	1%	1	116	סוכרים

יבוא מוצרי בעלי חיים מתוך אספקה זמינה	% ייצור מקומי (תלוי יבוא) מתוך אספקה זמינה	ייצור מקומי גר' לנפש / יום	אספקה זמינה גר' לנפש / יום	מוצרי בעלי חיים
				(הייצור המקומי תלוי בתשומות מיובאות)
15%	85%	227	266	חלבון מהחי ללא חלב
4%	96%	521	543	חלב ומוצריו

תרשים מס' 2 מציג את מקורות המזון בישראל כיום ואת היחס בין החקלאות הישראלית ליבוא באספקה של סוגי מזון עיקריים (אמדור, 2020).⁵



תרשים 2. מקורות המזון בישראל: החקלאות הישראלית, יבוא ומוצרי חקלאות ישראלית התלויים בתשומות מיובאות משמעותיות, 2018 (טונות/שנה)

לוח 2: השוואת האספקה הזמינה לציבור הישראלי מול המלצות תזונה קלוריות/גרי' לנפש ביום⁶

המלצות תזונתיות – 2500 קלוריות ליום						ייצור בחקלאות הישראלית	אספקה זמינה	
Healthy Mediterranean Style תזונה ים-תיכונית	Eat-Lancet			USDA				
2500	2500	2500	2500	2600	2000	3827	קלוריות ליום	
405	300	200	100	200	200	461	פירות	
402	600	300	200	350	250	473	ירקות	
371	232	232	232	270	180	52	דגנים	
125	100	50	0	אין נתון	אין נתון	181	תפוחי אדמה ועמילנים	
208	211	84	0	195	165	227	חלבון מהחי ללא חלב*	
79	250	125	25			31	65	חלבון מהצומח: קטניות ואגוזים
372	500	250	0	330	330	521	חלב ומוצרי חלב	
33	92	52	20	34	27	6	שמן צמחי	
אין נתון	31	31	0	אין נתון	אין נתון	1	סוכרים	

* חלבון זה תלוי בצריכה עקיפה של חלבון מן הצומח (על ידי משק החי), ומייחב תלות ביבוא דגנים וקטניות, בדגש על סויה.

בחינת כושר הייצור החקלאי בישראל ביחס לתזונה הבריאה המומלצת

במחקר שנערך במשרד החקלאות בשנת 2018 (טופרוב ועמיתיו, 2018) נבחן כושר הייצור של ענפי גידול הצמחים בישראל ביחס לצריכה התזונתית המומלצת של מרכיבי התזונה העיקריים. מסקנת המחקר היא שניתן לספק כיום את מרבית המרכיבים התזונתיים של האוכלוסייה מהחקלאות הישראלית, בעיקר תוך הישענות על התזונה המומלצת המבוססת על מזון מהצומח, וזאת בניגוד להנחה המקובלת, שהצרכים התזונתיים בישראל מחייבים יבוא נרחב.

המחקר מצא שהייצור בישראל יכול לספק כיום חלק ניכר מצריכת הקלוריות, החלבונים, הפחמימות והסיבים התזונתיים (64-95, 81-127, 204-313 ו-172-257 אחוזים, בהתאמה, על פי תרחישים שונים). לגבי השומנים קיים מחסור (בשיעור של 53-60 אחוזים).

אולם גידול האוכלוסייה עד שנת 2035 צפוי להוביל למחסור באספקת קלוריות וחלבונים (שיעורי האספקה הם 45-67 ו-57-90 אחוזים, בהתאמה) ורכיבי תזונה נוספים, בהנחה שהייצור החקלאי קבוע ואין גידול בכושר הייצור. שמירה על יכולת הייצור ביחס לגידול האוכלוסייה תחייב שימור החקלאות ונכסיה: משקים חקלאיים פעילים, עתודות קרקע, מקורות מים, השקעה תקציבית בהעמקת הידע האגרונומי היישומי, פיתוחים טכנולוגיים והגברת יעילות הייצור. תוצאות המחקר של משרד החקלאות מחזקות אפוא את תפקידו האסטרטגי ארוך הטווח של המגזר החקלאי, ואת חשיבותה של החקלאות לעתיד התזונתי של ישראל.

ביטחון מזון, ביטחון תזונתי ושינוי אקלים: לקראת גישה מולטי-דיסציפלינרית אינטגרטיבית של ניהול סיכונים

סיכונים לייצור ראשוני ואספקת מזון: גישה של שרשראות אספקה וניהול סיכונים
ביטחון מזון הוא אחד האתגרים הגדולים ביותר הניצבים בפני האנושות (Cole et al., 2018). כאמור, ניתן לממש ולשמר מצב של ביטחון מזון באמצעות ייצור, עיבוד, ואספקה רציפים של פריטי מזון במגוון ראוי, בכמות ובאיכות נאותה בהתאם לצרכים התזונתיים הבריאים.

מכאן שביטחון מזון תלוי בשרשראות אספקה (supply chains), המכוננות גם שרשראות ערך יעילות (value chains), יציבות ובעלות חוסן (Garnett, 2014; Krejci, 2014; Mohan et al., 2013; Soussana, 2014; Beamon, 2014), קרי, שרשראות אספקה שיכולות להתמודד עם שינויים בסביבתן (alternations), לספוג הפרעות (disturbances), להסתגל לעקות (stress) ולהתארגן מחדש, תוך שהן שומרות על אותם תפקודים מהותיים, מבנה כללי, זהות וקשרים פנימיים (Macfadyen et al., 2015; Paloviita & Järvelä, 2015; Walker et al., 2004).

לשון אחר, שרשראות אספקת מזון ובאופן כללי יותר מערכות מזון, אשר מקיימות את תנאי ביטחון המזון, שומרות על מבנה, על רשת אינטראקציות בין תהליכים קריטיים ובעלי עניין, על פונקציות עיקריות ועל שירותים ופעילויות לנוכח שינויים בסביבה החיצונית.⁷

לפיכך, שאלת ביטחון המזון היא למעשה שאלה של שינויים ועקות בסביבת שרשראות האספקה והצריכה (Tzachor, 2020a): ככל שעוצמת השינויים, היקף השינויים ומשך השינויים בתנאים ובנסיבות של שלבי השרשרת מתרבים, מתרחבים וכדומה, כך כושר השרשרת לשמור על ייעודה וכושרה של מערכת המזון בכללותה לשמור על תכליתה עומדים במבחן, וכך ביטחון המזון ניצב (או שאינו ניצב) בסיכון. הדיון כולו צריך אפוא להיערך בתחומי מטריצה לניהול סיכונים המתחשבת בגורמי סיכון מכאן, שהם שינויים בסביבת מערכת המזון, ושלבים בשרשרת הערך (האספקה) מכאן. מטריצה זו תאפשר לבחון בקפדנות את נקודות המפגש האפשריות בין שלבים בשרשרת הערך ובין סיכונים.

תוצאות הדיון בגבולות המטריצה צריכות להזין במידע תהליכי קבלת החלטות בנוגע לארגון המערכת, במטרה להבטיח ביטחון תזונתי יציב ורציף. כלומר, גישה של ניהול סיכונים צריכה להועיל לציבור ולמקבלי החלטות בממשלה בבואם לגבש סדרי עדיפויות בעת הקצאת משאבים ציבוריים: איזה סיכון להכיל, איזה סיכון לצמצם, איזה סיכון בלתי נסבל, היכן ניתן לשקלל תמורות, היכן יש ברירה?

כאן עלינו להיטיב ולהבחין: אין מערכת מזון אחת ואין שרשרת אספקת מזון אחת. ככל שהתפריט שלנו מקיף פריטי מזון רבים, כך מתרבות שרשראות האספקה שבהן יש להתחשב. ואולם, קצרה היריעה במאמר זה מכדי לאפשר ניתוח מלא של סך שרשראות האספקה על כלל שלביהן ותת־שלביהן, ושל סך הסיכונים האפשריים. יש מקום לערוך ניתוח מקיף יותר בהמשך.

אם כן, תת־פרק זה והבא אחריו מבקשים לשפוך אור על שלוש קטגוריות של גורמי סיכון: גורמים שעיקרם שינוי בסביבה המוסדית בתגובה לאירועי קיצון; גורמים שעיקרם שינוי בתנאים הביזטיים בסביבת הגידול (קרי, מצב מכלול הצומח והחי, לרבות פטריות, חיידקים ונגיפים); וגורמים שעיקרם שינוי בתנאים האביזטיים בסביבת הגידול (קרי, מצב מכלול הגורמים הדוממים, לרבות הכוחות הפיזיקליים) (לוח 3).

לוח 3. שלוש קטגוריות של גורמי סיכון

גורם סיכון	גורמי סיכון ביוטיים	גורמי סיכון אביזטיים	גורמי סיכון מוסדיים
דוגמה	שינוי בעונת הפעילות של מזיקים	שינוי במשטר הגשמים; אירועי מזג אוויר קיצוני	שינוי במדיניות

אנו מציעים לבחון את גורמי הסיכונים בפריזמה של שרשרת ערך גנרית ככל האפשר, כללית ביותר, המתייחסת הן לסחורות מזון בעלות חיי מדף קצרים (perishable), למשל ירקות ופירות, והן לסחורות מזון עמידות יחסית (non-perishable), למשל דגנים וקטניות.

לעיתים קרובות, הספרות המדעית מחלקת את שרשרת אספקת המזון לארבעה מקטעים (Georgiadis et al., 2005; Tsolakis & Kumar, 2019): ייצור ראשוני; עיבוד; מכירה קמעונאית; צריכה (תרשים 3).



תרשים 3. שלבים בשרשרת האספקה

בתת־פרק זה אנו עוסקים בשלב הייצור הראשוני ובסביבת הסיכון ומצבי העקה האפשריים, המאפיינים שלב זה. מחקר נוסף נדרש אפוא לבחון את סביבות הסיכון של השלבים הבאים בשרשרת הערך.

הבחירה שלנו להתמקד בשלב זה נובעת משני טעמים: ראשית, החשיפה הבלתי פרופורציונלית של שלב זה לשינויים בסביבה הביוטית והאביוטית לעומת שלבים אחרים של שרשרת האספקה – למשל שינויים באיכות האדמה, שינוי במשטר הגשמים (rainfall variability) שינויים אקלימיים כמו לחות ושינויים בעונת הפעילות של מזיקים, למשל ארבה (locust) – אינם רלוונטיים לשלב עיבוד המזון, ההפצה והמכירה הקמעונאית שלו. שנית, הטבע הלינארי של שרשראות אספקה מחייב שמחוללי עקה (stress factors) בסביבת הגידול ואובדן יבולים יפריעו לתפקוד יתר השלבים "במורד השרשרת", אך סיכונים קמעונאיים לא צפויים להסב נזק בשיעור דומה לשדות ולמטעים "במעלה השרשרת". במילים אחרות, ללא ייצור מזון אין טעם לדון בהפצת מזון.

בעת הדיון בעוצמת הסיכונים ובמשמעויותיהם, אנו מאמצים את המסגרת התאורטית ואת מונחון ניהול הסיכונים של הבנק העולמי (Jaffee et al., 2010) ואחרים (Gaonkar & Viswanadham, 2004), אשר הגדירו שלושה תרחישים לאירועי סיכון: סיכון שהתממשותו כרוכה בחריגה מיעד, למשל יעד התנובה או יעד התוצרת החקלאית; סיכון שהתממשותו כרוכה בהפרעות למבנה שרשרת הערך או השלב בשרשרת הערך, למשל מחלת צומח שמחייבת שינוי בסוג הגידול; וסיכון שהתממשותו כרוכה בהשבתה של שלב בשרשרת האספקה או של שרשרת האספקה כולה – השבתה זמנית או קבועה, למשל כתוצאה מבלית קרקעות חריפה או מדבור, שאינם מאפשרים עוד גידולים חקלאיים (ראו תרשים 4).

רמת חומרת הסיכון השלכות התממשות הסיכון

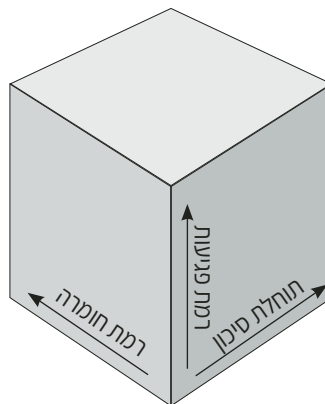
השבתה של השלב	גבוהה
הפרעה למבנה השלב	בינונית
חריגה מיעדי השלב	נמוכה

תרשים 4: רמות חומרת הסיכון לפי השלכות על שלבים בשרשרת האספקה

עבור כל קטגוריה של גורמי סיכון בחרנו את הסיכונים שהתממשותם מתועדת בספרות המדעית, וכן את אלה שהתממשותם צפויה להוביל, ברמה גבוהה של ודאות, להשבתה זמנית או קבועה של ייצור מזון (רמת הסיכון הגבוהה ביותר).

בסופו של דבר, עלינו לנהל את הדיון מנקודת הראות של ביטחון המזון בישראל. בהקשר הישראלי, בהנחה שהסיכונים להלן יתממשו ברמת החומרה המשוערת, מוטל על הממשלה לבחון כיצד אובדן היבולים והשבתה של שלב הייצור הראשוני עבור אותן סחורות מזון שבהן הציבור הישראלי תלוי ישפיע על מצב הביטחון התזונתי והביטחון הלאומי.

לשון אחר, אנו מבקשים מהממשלה להתמקד בסיכונים בעלי תוחלת גבוהה ורמת חומרה גבוהה, שמשק המזון הישראלי חשוף להם. מהלך זה מחייב אותנו לבחון כל סיכון בשלושה מישורים: תוחלת הסיכון, רמת החומרה שלו ורמת הפגיעות או החשיפה לסיכון (ראו תרשים 5). גישה זו להערכת סיכונים מקובלת בספרות (Amirshenava & Osanloo, 2018).



תרשים 5. מרחב תלת־ממדי לשימוש בעת קביעת סדרי עדיפויות לניהול סיכונים

לשם דוגמה, מעניינה של הממשלה בישראל שינוי בתנאים האקלימיים בסביבת הגידול של חיטה בתחומי הים השחור, שכן ביטחון המזון בישראל תלוי ביבוא חיטה מאזור זה, ולא בסיכונים של גידול הקסאוה בדרום אמריקה. מובן שהידרדרות בתנאים הביזויטיים והאביוטיים בסביבות הגידול בשדות ובמטעים בישראל, ככל שהתנובה החקלאית בארץ משמשת לצריכה מקומית, היא סוגיה ראשונה במעלה ועומדת בראש סדר העדיפויות הלאומי.

יש מקום לסייג. אפשר שאנו לא מכירים בגורמי סיכון חשובים אחרים, או שהערכותינו בנוגע לתוחלת הסיכון, לרמת החומרה של הסיכון ולחשיפה של משק המזון הישראלי לסיכון מצריכות עיון מחדש ועדכון.

סיכונים הנובעים משינויים בתנאים הביזויטיים של סביבת הגידול

אנו מכירים בשני גורמי סיכון הנובעים משינוי בתנאים הביזויטיים בסביבת הגידול: מזיקים ופתוגנים.

הפגיעה של מזיקים בתנובה חקלאית אינה תופעה חדשה. עבור כמה ממוצרי המזון המיובאים לישראל וממלאים תפקיד מרכזי בתזונה הישראלית, למשל חיטה ואורז, מזיקים מהווים גורם סיכון נפוץ. לדוגמה, נחיל ארבה מדברי, המזיק הנודד ההרסני ביותר, שבשנת 2020 התפשט בין היתר במדינות מזרח אפריקה ובהודו, כולל עד שמונים מיליון פרטים בוגרים, ועלול לכלות במשך יממה יבול חקלאי שיכול היה להזין 35 אלף איש (FAO, 2020a), בעלות שנתית ממוצעת של 38 מיליון דולר (Miers & Thomson, 2002).

מחוללי מחלות (פתוגנים) כוללים אורגניזמים באחת מארבע קבוצות: נגיפים, חיידקים, טפילים ופטטריות. התפרצות של פתוגנים בשדות ובמטעים עלולה להיות כרוכה באובדן עצום של תבואה חקלאית. למשל, כתמי עלים אפורים (magnaporthe oryzae), מחלה פטרייתית, גרמה בשנת 2013 לאובדן של 30 אחוזים מיבול האורז בעולם – כמות שיכלה לשמש להאכלת 60 מיליון בני אדם (Nalley et al., 2016). מק שורש (rhizoctonia solani), מחלה פטרייתית אחרת, גרמה וממשיכה לגרום לאובדן של שישה אחוזים בשנה מיבולי האורז ברחבי אסיה (IRRI, n.d.).

סיכונים הנובעים משינויים בתנאים האביוטיים של סביבת הגידול

אנו מתייחסים לשני גורמי סיכון אביוטיים: בליית קרקעות ושינוי בטמפרטורות. כ-95 אחוזים מפריטי המזון גדלים בשכבת העיבוד העליונה של הקרקע, המכונה גם קרקע עילית (topsoil). שחיקת קרקעות או בליית קרקעות (soil erosion) כתוצאה מחרישה (tillage), בירוא יערות, רעיית יתר, נגר עילי, הצפות ורוחות, בין היתר, פוגעת בתנובה החקלאית הכללית ובערך התזונתי של היבולים (FAO, 2019).

זאת ועוד, שינויים אקלימיים עלולים להעיק על התפתחות צמחים ולפגוע ביבולים, אם אלו אינם מפתחים עמידות ואינם מגיעים לשיווי משקל עם העקה בתהליכי אקלימציה (acclimation) (Tuteja & Gill, 2013). מחקר אחד בתחום הרגישות האקלימית של יבולים מצא שכל עלייה בטמפרטורה במעלת צלזיוס אחת גורמת לאובדן יבולי אורז בשיעור של עד 15 אחוזים (Peng et al., 2004).

סיכונים הנובעים מתמורות מוסדיות בתגובה לאירועי קיצון, למשל מגפות

התערבויות מוסדיות, למשל בדמות סובסידיות לחקלאים, מכסי מגן, פיקוח על מחירי מזון או שינוי ביעוד קרקעות – כולם משפיעים על הייצור באופנים שונים, על פי רוב לאורך זמן. גם בסוגיה זו היקף המאמר אינו מאפשר דיון מעמיק, ובלאו הכי דיונים בסוגיות אלו ונוספות נערכו באופן מקיף יותר במקומות אחרים (De Gorter & Swinnen, 2002; Knudsen et al., 1990; Rivera & Alex, 2004; Thies & Porche, 2007). אנו מתמקדים בסוג אחר של תמורות מוסדיות: עצירת יצוא מוצרים בשל אירועי קיצון. קשה לחזות את התגובה של ממשלות למשברים ואסונות. במקרה שהמשבר אזורי והאזור אחראי לגידולים של סחורות מזון, או בתנאי אי־ודאות קיצוניים במקרה של משבר גלובלי, עלינו להניח שממשלות יעדיפו את הביטחון התזונתי של תושבי מדינותיהן על פני הביטחון התזונתי של תושבי מדינות זרות, גם במחיר של הפרת הסכמי סחר.

בשנים האחרונות סופקו לנו הוכחות להשערה זו. למשל, בשנת 2010 החליטה ממשלת רוסיה להטיל עיצומים על יצוא חיטה מסביבות הים השחור, מטעמי ביטחון מזון לאומי (Bailey & Wellesley, 2017). משבר מגפת הקורונה (COVID-19) סיפק לנו דוגמה נוספת להשפעות של התגובה המוסדית למשבר, במקרה זה הגבלות תנועה חמורות. בהודו, מהמדינות החקלאיות החשובות בעולם, הגבלות התנועה והסגר הובילו לאובדן עצום של תנובה חקלאית ולאיסור על יצוא סחורות.

משמעות הדיונים הקצרים שערכנו בתת־פרק זה היא שכלל שביטחון המזון בישראל תלוי ביבוא של סחורות מזון ממדינות זרות, עלינו להיערך להפרעות ולשיבושים שונים.

שינוי אקלים כמכפיל סיכונים

השלמות של מערכות אקולוגיות והיציבות של מחזורים ביוגיאוכימיים חיוניות לפעילות חקלאית. ראיות מדעיות מעידות על כך ששינוי האקלים משבש זה מכבר, וצפוי להמשיך להפריע למבנה ולפונקציות של מערכות אקולוגיות ולתנועה של חומרים כימיים בין סביבות ביוטיות ואביוטיות.

אנו מתייחסים לשינוי האקלים כאל גורם סיכון כפול: ישיר ועקיף. בשיטה זו אנו מדמים את הפעולה של שינוי האקלים על מערכת החקלאות כתנועת מלקחיים הרת

אסון: שילוב של עקות בטווחי זמן אקראיים, בעוצמות גוברות ובאזורים גיאוגרפיים שונים, אשר מכות בשדות ובמטעים בעת ובעונה אחת (תרשים 6).

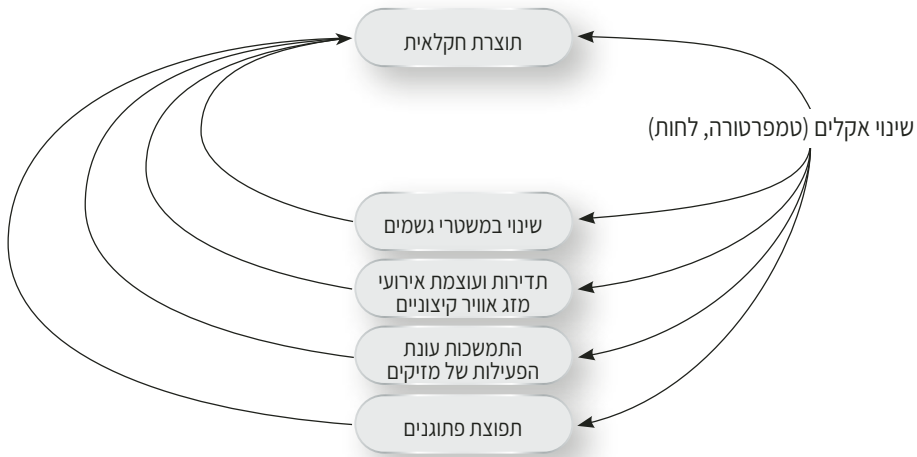
באופן ישיר, שינוי האקלים משמעו שינוי בטמפרטורות הממוצעות לעונה ובמשטרי הלחות. התפתחות הצמח מושפעת בין היתר משינויים בחום ובלחות. מחקר אחד מצא ששינוי בתנאים האקלימיים (עקת חום, עקת יובש) הפחית את התנובה החקלאית העולמית של חיטה ושל תירס בשיעור של 5.5 ו-3.8 אחוזים, בהתאמה, בין השנים 1980 ו-2008 (Lobell & Gourджи, 2012).

באופן עקיף, שינוי האקלים עשוי להחריף את ההשפעות של גורמי סיכון אחרים ולהעלות את הסתברות התממשותם. לכן אנו מתייחסים אליו כאל מכפיל סיכונים (Tzachor, 2020b). למשל, שינוי האקלים צפוי לחולל שינויים במשטרי הגשמים, ואלו צפויים לפגוע בהתפתחות הצמח (Porter et al., 2014) – בצורת מובילה לאובדן תנובה (Melillo et al., 2014; Rockström et al., 2010).

כמו כן, שינוי האקלים מגדיל את שיעור השרידות של חיידקים ונגיפים וכן את שיעור השרידות של מזיקים. כך, הסיכון למחלות צומח צפוי להתגבר (Garrett et al., 2002; Harvell et al., 2006). לפי הפאנל הבינלאומי לשינוי אקלים (IPCC), ראיות מוצקות תומכות בכך שנגיפים ומזיקים מגיבים זה מכבר לשינוי האקלים, עם גידול בתדירות התפרצות אירועים (IPCC, 2019). למשל, מאמרים עדכניים החלו לקשור בין שינוי האקלים להתפשטות נחילי הארבה במזרח אפריקה בשנת 2020 (Salih et al., 2020).

במקרה של יבוא מוצרי מזון מהחי, נושא חשוב שאינו זוכה לדיון מלא בגבולות מאמרו זה, עדויות מצביעות על כך שעלייה בטמפרטורות תורמת לעלייה בשכיחות מחלות מידבקות במשק החי, למשל מחלת כחול הלשון ומחלת האנמיה המידבקת של תרנגולות (Lancelot et al., 2008; Yeh et al., 2011).

במקרה של גורמי סיכון אביוטיים, שינוי האקלים צפוי להגביר את העוצמה והתדירות של אירועי מזג אוויר קיצוני, לרבות סופות טרופיות וסובטרופיות ושיטפונות, ואלו בתורם צפויים להסב נזק עצום לכל אורך שרשראות האספקה (Bunning, 2018; FAO, 2010).



תרשים 6. השפעות ישירות ועקיפות נבחרות של שינוי אקלים על תוצרת חקלאית

להבדיל משינויים אחרים בסביבת הצמח, למשל התפרצות של מחלה, הקצב של שינוי האקלים איטי. לפי הדעה הרווחת, עליית הטמפרטורה הממוצעת בעת הנוכחית מיוחסת לפליטת גזי חממה במהלך העשורים הקודמים. מסיבה זו עלינו להניח כי מגמת ההתחממות תימשך בזמן הקרוב, ומכאן שתהיה החמרה בסביבת הסיכון החקלאית וכן בשכיחות ובעוצמת עקת מסוגים שונים, ביוטיות ואביוטיות.

ביטחון תזונתי, עצמאות מזון ותלות: מדוע הישענות על יבוא מזון אינה אופציה להבטחת ביטחון תזונתי לאומי

כפי שמשמע מהדיונים בשלושת תת־הפרקים הקודמים, לפי שעה ביטחון המזון בישראל נשען על יבוא של סחורות מזון אשר מוצאן בסביבות אפופות סיכונים. במילים אחרות, ביטחונם התזונתי של תושבי ישראל והביטחון הלאומי במדינה תלויים תלות מסוכנת בנסיבות ובגורמים הנמצאים הרחק מהישגה ידה של הממשלה ומחוץ לתחום שליטתה.

סיכונים אלו, אם יתממשו, וראיות מעידות על כך שהסתברות התמששותם גבוהה, צפויים לגרום לאירועים חמורים של אובדן יכולים ולהפרעות מסוגים שונים לאורך שרשרת האספקה. סופם של אירועים אלו לפגוע בביטחון התזונתי ובאיכות החיים של תושבי ישראל.

אנו משתמשים בדימוי של מגדל קלפים, שהוא מגדל רעוע, אשר הקומה העליונה שלו מייצגת את הביטחון הלאומי בישראל. קומה זו נשענת על ביטחון תזונתי אשר ניצב על יבוא סחורות מזון. מוצאן של סחורות מזון אלו בסביבות רוויות סיכונים. אם הסיכונים הללו יתממשו הם עלולים להוביל לקריסה, הגם שחלקית, במשך המזון

המקומי. המסקנה המתבקשת היא שיש לפעול לניתוק התלות, או למצער לשיכון התלות של התזונה בישראל במקורות זרים.

כאן חשוב להזכיר כי שיעור ניכר מהמזון המיובא לישראל נועד לתמוך בתזונה מערבית, שעיקרה צריכה גבוהה של מזון מעובד המבוסס על קמח לבן (מיבוא הדגנים), שמנים צמחיים וסוכר. אלה מהווים את עיקר הקלוריות המיובאות ועומדים בבסיס מחלות מטבוליות, למשל השמנת יתר, סוכרת וכבד שומני.

תזונה בת־קיימא ותזונה ים־תיכונית כפתרון לא־ביטחון תזונתי

תזונה בריאה, ביטחון מזון, ביטחון תזונתי וקיימות

בשנת 2014 הגדיר ה־HLPE⁸ את הקשר ההדוק בין ביטחון מזון וביטחון תזונתי למערכות מזון (Meybeck et al., 2015). בחלק זה נדון בקשרים ההדוקים בין שני גורמים אלו ונציג את מודל התזונה הים־תיכונית כמודל לתזונה מקיימת, בריאה ומקדמת ביטחון תזונתי לכול (Alexandratos & Bruinsma, 2012).

תזונה מקיימת (או תזונה בת־קיימא) ממערכת מזון מקיימת מכירה בתלות ההדדית בין ייצור לבין דרישות מזון ודרישות תזונתיות, ובתפיסה שבריאות האדם אינה נפרדת מזו של הסביבה (Meybeck et al., 2015). תזונה בת־קיימא מוגדרת "תזונה עם השלכות סביבתיות מועטות, התורמת לביטחון תזונתי ולמיצוי חיים בריאים בהווה ובדורות הבאים. כמו כן היא משמרת את המגוון הביולוגי והמערכות האקולוגיות; מתאימה תרבותית למקום שבו היא נצרכת וזמינה פיזית וכלכלית. תזונה בת־קיימא מספקת את מכלול הצרכים התזונתיים בכל מעגל החיים הבריא, תוך ניצול מיטבי של המשאבים האנושיים והסביבתיים" (FAO, 2010).

האתגר הבולט לתזונה מקיימת, ומכאן לביטחון מזון וביטחון תזונתי, טמון באיזון בין הצורך לספק את צורכי האוכלוסייה הגדלה והמתעשרת בעולם, לבין הצורך להפחית את הלחץ על משאבי הטבע ואת שחיקתם (CIHEAM/FAO, 2015).

כדי לעמוד באתגר הזה ולהתמודד בהצלחה עם המגפות התזונתיות הפוגעות בכל העולם כיום, שהן תולדה של מערכת מזון לא מקיימת, האחראית לכשליש מכלל פליטות גזי החממה ולעיקר כריתות יערות הגשם, כמו גם לבזבוז מזון, יידרשו צעדים נרחבים וכבדי משקל. חשוב להבהיר שלא ייתכנו ביטחון מזון וביטחון תזונתי (בטווח הקצר והארוך) ללא מערכת מזון מקיימת. לדוגמה: תזונה עשירה בבשר גוררת כריתת יערות גשם לצורך גידול הבקר ומזון עבורו; הגידול המתועש של בעלי החיים גורר הגברת סיכון לזיהומים מהמזון, עמידות לאנטיביוטיקה והתפרצות מגפות, ובמקביל, תזונה זו לקויה ומובילה לא־ביטחון תזונתי (Meybeck et al., 2015).

תזונה בריאה ובת־קיימא כמפתח להזנת אוכלוסיית העולם

דוח EAT-Lancet הוא המסמך המקיף ביותר שנכתב עד כה על ייצור וצריכת מזון בריא באמצעות מערכות מזון מקיימות (Willett et al., 2019). מהדוח עולה שמזון הוא הגורם המניע העיקרי לשיפור בריאות האדם ותנאי הסביבה. אולם כדי לחולל את השינוי יש לשנות בצורה מהותית את דפוסי התזונה והרגלי האכילה שלנו, את דרך ייצור המזון ואת כמות המזון שאובדת בתהליך ומבוזבזת.

החוקרים גיבשו תזונת ייחוס (reference diet) בריאה ומקיימת, המגדירה את סל המזונות המומלצים ואת טווח הכמויות לכל סוג מזון. תזונה כזאת כוללת בעיקר פירות, ירקות, דגנים מלאים, קטניות, שמן זית, אגוזים וכמויות מוגבלות של ביצים, בשר עוף, דגים, מוצרי חלב וכמויות קטנות מאוד של בשר אדום. הדוח מכיר בצורך בהתאמת התזונה על פי המלצות ה־EAT למקום, לתרבות, למסורת ולצרכי האוכלוסייה, וההתאמה המקומית לתזונת ה־EAT בישראל היא התזונה היס־תיכונית.

תזונה יס־תיכונית

התזונה היס־תיכונית בולטת ביתרונותיה הבריאותיים והסביבתיים ומהווה אסטרטגיה של רווח לכול (win-win) בהתמודדות עם המגפות התזונתיות (ההשמנה, הסוכרת, תת־התזונה והמחלות הנובעות מהן) ומשבר האקלים. התזונה היס־תיכונית מבוססת בעיקרה על מזון מהצומח עם כמויות מוגבלות של מזון מן החי. היא כוללת צריכה יומית ניכרת של ירקות ופירות, דגנים מלאים, קטניות ושמן זית כמקור עיקרי לשומן, שאליו נלווים גם אגוזים ואבוקדו. מוצרי חלב, דגים, ביצים ועוף נצרכים במתינות לאורך השבוע, ובשר אדום נצרך לעיתים רחוקות (Meybeck et al., 2015). תזונה יס־תיכונית מבוססת על מזון לא מעובד ברובו הגדול, ללא מזון מתועש. תזונה זו בלטה בשיעורים נמוכים באופן משמעותי של תמותה ממחלות לב בקרב אוכלוסיית האי כרתים, בהשוואה לאוכלוסיות אחרות, כבר בשנות ה־70 של המאה ה־20 (Keys et al., 1986). מאז ועד היום נמצא באלפי מחקרים אפידמיולוגיים וקליניים מבוקרים כי התזונה היס־תיכונית קשורה בהפחתת הסיכונים של מרבית התחלואה והתמותה הקשורה בתזונה.

תזונה יס־תיכונית מגלמת תרבות אוכל רחבה, הכוללת גם התייחסות לדרכי ההכנה של המזון ממצבו הלא מעובד, מניעה של בזבוז מזון וגם תפקיד בקהילתיות, בחברה ובשימור מסורת. לתזונה היס־תיכונית ארבעה יתרונות עיקריים: היא מקדמת בריאות ואף הוגדרה כתזונה הבריאה ביותר בעולם; ההשפעה הסביבתית שלה נמוכה; כוללת ערכים חברתיים־תרבותיים חשובים; ותורמת לכלכלה המקומית (Dernini et al., 2017).

תזונה יס־תיכונית כפתרון לבעיית הביטחון התזונתי והקיימות

כאמור, התזונה היס־תיכונית מציעה מודל חשוב לתזונה מבוססת צומח בעלת השפעה סביבתית נמוכה, ובמיוחד בישראל. דבקות בתזונה יס־תיכונית מלווה בשיפור כל טביעות הרגל הסביבתיות: הפחתת פליטות גזי חממה, שימוש בקרקע, צריכת אנרגיה וצריכת מים (Gussow, 1995; Tilman & Clark, 2014; Vanham et al., 2013). התזונה היס־תיכונית מעודדת שימוש במגוון רחב של מיני דגנים, קטניות, פירות וירקות, ולכך חשיבות עליונה לשימור המגוון הביולוגי באזור, החיוני להתמודדות עם משברי אקלים (Sáez-Almendros et al., 2013).

תועלות בריאותיות

מחקרים רבים קושרים בין התזונה היס־תיכונית למניעה של מחלות כרוניות רבות: מחלות לב וכלי דם (de Lorgeril et al., 1994; Serra-Majem et al., 2006; Sofi et al., 2010; Trichopoulou et al., 2005; al., 2010); הפחתת הסיכון לסוגים שונים של סרטן (Buckland et al., 2013; Giacosa et al., 2013; La Vecchia, 2009; Verberne et al., 2010); עיכוב בירידה הקוגניטיבית המקושרת לאלצהיימר (Singh et al., 2014); וכן ליתרונות בריאותיים הקשורים לחיסוניות, לירידה בהפרעות מנטליות כגון דיכאון ולשיפור באיכות החיים (Henríquez Sánchez et al., 2012; Psaltopoulou et al., 2013). תזונה יס־תיכונית נמצאה גם קשורה לחוסן נפשי גבוה יותר בקרב מבוגרים (Bonaccio et al., 2018).

דבקות בתזונה היס־תיכונית קשורה למשקל תקין יותר (Buckland et al., 2008); ולירידה בסיכון לתסמונת מטבולית (Kesse-Guyot et al., 2013) ולסוכרת מסוג 2 (Shai et al., 2008), לירידה בהשמנה בטנית (במרכז הגוף) (Romaguera et al., 2009) ולירידה בסיכון לתסמונת מטבולית (Kesse-Guyot et al., 2013) ולסוכרת מסוג 2 (Koloverou et al., 2014; Martínez-González et al., 2008).

לאור העובדה שבישראל, כמו בעולם (Ng et al., 2014), כ־58 אחוזים מהאוכלוסייה הבוגרת ו־18 אחוזים מהמתבגרים סובלים מעודף משקל, ושיעורי ההשמנה כפולים כמעט בקרב השכבות הסוצי־אקונומיות הנמוכות, בהשוואה לגבוהות (30.5 אחוזים לעומת 16.1 אחוזים, בהתאמה), אימוץ התזונה היס־תיכונית בישראל יביא לשיפור בריאותי וכלכלי מהותי בקרב האוכלוסייה, במערכת הבריאות ובמדינה.

דין

שבריריות מערכת המזון הגלובלית והלאומית

פרק זה נכתב בעיצומה של מגפת הקורונה (COVID-19) ב־2020: מגפה זואונוטית (מועברת מבעלי חיים לבני אדם) שהובילה להשבתה חלקית של שרשראות אספקת מזון וחשפה מערכת מזון עולמית שברירית וחשופה לסיכונים. מקורות המגפה חשפו

את ההשפעה של ההעדפות התזונתיות על בריאות הציבור, ובפרט השפעתם של מזונות מן החי ותזונה אולטרה־מעובדת.

מגפת הקורונה היא האחרונה בשורה של מחלות זואונוטיות מִפציעות (emerging zoonotic diseases). בדומה לה, גם מגפות קודמות וגם אלו המאיימות לשוב ולהפציע מחדש, למשל: Middle East respiratory syndrome (MERS), severe acute respiratory syndrome (SARS), שפעת העופות ושפעת החזירים – מקורן במערכת מזון מבוססת חקלאות אינטנסיבית לגידול בעלי חיים, שבמרכזה ייצור וצריכת בשר הכרוכים בנוזקים סביבתיים ובריאותיים (Jones et al., 2008; Morse et al., 2012). עלייה בדרישה והייצור של מזונות מהחי והנוק הסביבתי – בירוא יערות, פליטות גזי החממה, הזיהום הנובע מהפרשות בעלי חיים ומשאבי המים והקרקע הנדרשים – יוצרים את שילוב הסיכונים לאדם, לבריאות הציבור ולסביבה.

ואולם, התרומה של מערכת החקלאות והמזון העולמית לתחלואה אינה מסתכמת רק במחלות זואונוטיות ומגפות. מערכות המזון כיום נכשלות בהגנה על אוכלוסיות העולם ממחלות לא־מידבקות (Non Communicable Diseases – NCDs), המהוות גורם מרכזי לתחלואה ולתמותה ברחבי העולם. גורמי תחלואה אלו הוגדרו לאחרונה כגורמי סיכון לביטחון הלאומי בארצות הברית (Fleischhacker et al., 2020).

תזונה לקויה מהווה נטל בריאותי שגובה לאורך זמן קורבנות בנפש יותר מאשר צריכת אלכוהול, סמים וטבק (עישון) גם יחד (Global Panel on Agriculture, 2016). מחקר משנת 2015 מצא שכמחצית מהאוכלוסייה בארצות הברית סובלת מסוכרת או טרום־סוכרת, ורק 12 אחוזים מהאמריקאים בריאים מבחינה מטבולית (Menke et al., 2015). משמעות נתון זה היא שתזונה מזיקה הופכת את החברה לחברה חולה, ורפורמות נרחבות במערכת המזון הן מחויבות המציאות.

בישראל, כמו בעולם, ביטחון תזונתי אינו מובטח לכלל האוכלוסייה. אוכלוסיות רבות סובלות ממחסור במזון, מצריכה של מזון מזיק ולעיתים מרעב. הסיבות העיקריות לחוסר מזון בעולם ה"שבע" כיום הן בעיקר תנאי השתכרות לא ראויים, אובדן פרנסה ואובדן יכולת רכישת מזון. טרום הקורונה, אחד מכל שמונה אנשים בארצות הברית חי באי־ביטחון תזונתי (אב"ת) (Coleman-Jensen et al., 2014). מגפת הקורונה צפויה להגדיל את אוכלוסיית הילדים בארצות הברית החיים באב"ת ולהביאה לכ־40 אחוזים מכלל הילדים (Feeding America, 2020). בישראל חיו כ־20 מהאוכלוסייה באב"ת טרום הקורונה, והצפי ששיעור זה יגדל במידה רבה בעקבות משבר הקורונה.

מערכות המזון כיום אינן מבטיחות ביטחון מזון בעיתות משבר. מגפת הקורונה המחישה את הסיכון למחסור במזון באזורים שונים בעולם, עקב השבתה זמנית של חלקים ממערכת המזון כדוגמת בתי מטבחים ואריזת בשר ובתי אריזה של ירקות, שהיו מוקדים לתחלואה ולהתפשטות המגפה עקב תנאי העבודה הצפופים והמצב

הסוציו־אקונומי של העובדים (Laborde et al., 2020). כך נחשף מעגל הקסמים שבו התייעלות בשרשרת הערך שמקורה הפחתת שכר לעובדים וציפוף תנאי הגידול של בעלי החיים מגבירים סיכון להתפשטות מחלות (Nestle, 2020). המצב שבו משק המזון המקומי נשען על יבוא מזון צפוי לסכן את ביטחון המזון הלאומי. קרוב לשני שלישים מאספקת הקלוריות העולמית מקורה בארבעה גידולים בלבד: חיטה, אורז, תירס וסויה, שאותם מגדלים בשמונה מדינות בלבד, המייצאות לכ־105 מדינות וביניהן ישראל. גידולים אלה חשופים לסיכון של ירידה בתפוקה בהקשר של עלייה בטמפרטורות ושינויי אקלים (Lobell et al., 2011; Zhao et al., 2017). מכאן שמדובר במערכת מזון ריכוזית ושברירית, ובעת משבר ישראל עלולה למצוא עצמה מתקשה לייבא את צורכי התזונה שלה. כיום היערכות ישראל לשעת חירום מבוססת על מלאי של מגוון מזונות מצומצם, כאלה התורמים בעיקר קלוריות כסוכר, שמנים ודגנים (הכנסת, מרכז המחקר והמידע, 2015).

סיכום ומסקנות

תזונה בריאה ומקיימת כאסטרטגיה חיונית: בריאותית, כלכלית, חברתית וסביבתית

מערכת המזון העולמית היא כיום הגורם המוביל לתחלואה ולתמותה בכלל העולם ובישראל, ואחראית לכשליש מפליטות גזי החממה ולפגיעה הקשה ביותר של האדם במערכות האקולוגיות של כדור הארץ (Willett et al., 2019). מערכת המזון חייבת להיות חלק מרכזי מהפתרון עבור אי־ביטחון תזונתי וביטחון לאומי. התזונה הבריאה לאדם ולסביבה כדוגמת התזונה היס־תיכונית צריכה להיות המצפן לניהול מערכת מזון ותזונה בריאה ובת־קיימא, בכל מדינות.

באשר לתזונה הישראלית, משק המזון המקומי תלוי ביבוא של סחורות ממדינות זרות, בעיקר דגנים וסויה. סחורות אלו משמשות כאמור בייצור מספוא המיועד למשק החי, והן מרכיב מרכזי בתעשיית המזון האולטרה־מעובד. המשמעות של תלות זו ביבוא סחורות מזון היא חשיפה של המשק הישראלי לשיבושים בשרשראות אספקה ולמגוון של גורמי סיכון ביוטיים ואביוטיים בסביבות הגידול הזרות של אותן סחורות. אם כן, התזונה הרווחת בישראל כיום חשופה להפרעות עתידיות בשל סגירת גבולות, עצירת יצוא סחורות, מכסים, מחלות צומח, מזיקים, בליית קרקעות ושינוי במשטרי הגשמים במדינות זרות, בין היתר. כמו כן, ההתחממות העולמית מאיימת לא רק לפגוע בתנובה החקלאית ברחבי העולם אלא גם להעצים גורמי סיכון אחרים, למשל תפוצת מזיקים. למרות התלות הבעייתית ומגוון הסיכונים במערכת המזון הנוכחית, למדינת ישראל אין תוכנית אסטרטגית ארוכת טווח להבטחת הביטחון התזונתי וביטחון המזון של תושביה.

תוכנית אב למשק המזון

הסיכונים לביטחון המזון בישראל וההשלכות של התזונה העכשווית על בריאות הציבור מדגישים את החשיבות של תוכנית אב למשק המזון. המסקנה של פרק זה היא שתזונה יס־תיכונית, שהיא "תקן הזהב" (gold standard) לתזונה בריאה ומקיימת באזורנו, צריכה לעמוד במרכזה של כל תוכנית אב. תזונה יס־תיכונית מבוססת ברובה על מזון מהצומח ועולה בקנה אחד עם התזונה הפלנטרית, כפי שזו נדונה ב־EAT-Lancet. תוכנית אב למשק המזון, או תוכנית אסטרטגית לאומית לביטחון תזונתי, צריכה להבחין בקיומן של שרשראות ערך של מזונות שונים, טריים, מעובדים ואולטרה־מעובדים; לבחון את יחסי התלות ואת הסיכונים הטמונים בכל שלב בשרשראות האספקה, לרבות ייצור, עיבוד, הובלה, הפצה וצריכה; ולסייע לממשלה בקבלת החלטות לגבי התמהיל הרצוי של גידול מקומי ויבוא. חיוני שתוכנית אב זו תתבסס בקביעות על מידע עדכני ועל ניתוחים מדעיים והערכה.

ייצור מקומי של ליבת התזונה הבריאה בישראל

ישראל מגדלת את מרבית המזון הטרי שלה ויכולה לספק כיום את רוב התזונה הבריאה המומלצת, ולמרות זאת היא נחשבת מדינה התלויה ביבוא מזון. הסתירה לכאורה בין ההגדרה של מדינה התלויה ביבוא מזון למדינה יצרנית מושפעת מהמזונות ומהמדדים שמנתחים: הקלוריות הן רק מרכיב אחד בניתוח וברוב המקרים, גם במצבים של אב"ת, הן זמינות בעודף כקלוריות ריקות, זולות ומזיקות, התורמות להשמנה וסיבוכיה ולא־השוויון הבריאותי בחברה. אולם תזונה בריאה וחיונית מספקת מכלול של מזונות בלתי מעובדים ועשרות רכיבים תזונתיים חיוניים. ירקות, פירות, דגנים מלאים וקטניות הם עתירי רכיבים תזונתיים חיוניים, ולכן צריכים לשמש בסיס לתזונה הבריאה, למרות שבניתוח קלורי הם תורמים מעט.

עיון התזונה הבריאה ובת־הקיימא כבסיס לביטחון התזונתי האישי והלאומי לישראל מחייב הטמעה במשרדי ממשלה שונים, למשל בתחומי הוזלת סל המזון הבריא, חקלאות בת־קיימא, בריאות הציבור, תעסוקה, תמריצים לחקלאות בתחום הצומח ועוד.

הקמת מרכז מחקר לתזונה ולביטחון תזונתי (מלב"ת)

לאור חשיבותה המרכזית של מערכת המזון הישראלית לבריאות הציבור, ליציבות החברתית, לביטחון ישראל ולחוסנה, אנו מבקשים לסיים פרק זה בקריאה להקמת מרכז מחקר ישראלי שיתכלל את הדיונים בכל ההיבטים של מערכות מזון ושרשראות אספקה; ניהול סיכונים, תמהיל הייצור והיבוא; שקלול התמורות; בריאות הציבור; השלכות סביבתיות; ועתידו של החוסן הלאומי בישראל (Fleischhacker et al., 2020).

הערות

- 1 חוק המועצה הארצית לביטחון תזונתי, התשע"א-2011.
- 2 במאמר זה נעשה שימוש בשני המונחים: ביטחון מזון וביטחון תזונתי (food and nutritional security).
- 3 עיבודים על סמך לוח 21.20 'מאזן אספקת המזון', למ"ס (2019), שנתון סטטיסטי לישראל, ועל סמך דוח ביטחון מזון לאומי בישראל מאת ד"ר לירון אמדור (באישור המחברת). אספקה זמינה היא ייצור מקומי – מלאי + יבוא/יצוא/שימושים שאינם מזון (למשל האבסת בעלי חיים) ופחת. אספקה זמינה של פירות: ללא יבוא פרי הדר, שמרביתו יבוא לתעשיית רכז המיצים, שחלקו מיוצא. שמנים: שמן זית בלבד, לפי נתוני אגף אסטרטגיה במשרד החקלאות. סוכרים: דבש בלבד.
- 4 נתון מעל 100 אחוזים משמעותו שהייצור המקומי עולה על הכמות הנדרשת לשוק המקומי, ומדובר במוצר המופנה גם ליצוא. נתון מתחת ל-100 אחוזים משמעותו מוצר שבחלקו מיובא.
- 5 הגרף מוצג באישור המחברת.
- 6 נתוני אספקה זמינה: הלמ"ס. הנתונים על המלצות תזונה: בהתאם למקורות בטקסט.
- 7 מבוסס על נספח ג' עמ' 223 – מדינת ישראל (2016). מדדי איכות חיים, קיימות וחוסן לאומי.
- 8 High Level Panel of Experts as part of the Committee on World Food Security – CFS

מקורות

- אמדור, ל. (2020). **ביטחון מזון לאומי בישראל**. נייר מדיניות. יסודות. <https://yfpp.org.il/node/69>.
- אנדבלד, מ', הלר, א', ברקלי, נ' וגוטליב, ד' (2018). **ביטחון תזונתי 2016, מהלך הסקר והממצאים העיקריים**. מחקרים לדיון, המוסד לביטחון לאומי http://www.btl.gov.il:80/Publications/research/Pages/mechkar_127.aspx
- גרוס, א' ובזחיש ששון, ח' (2017). ממחאת הקוטג' עד חוק המזון: ביטחון תזונתי והזכות למזון בישראל. בתוך י' תירוש וא' גרוס (עורכים). **לחם חוק: עיונים במשפט ואוכל**. הפקולטה למשפטים ע"ש בוכמן, אוניברסיטת תל אביב. https://law.tau.ac.il/sites/law.tau.ac.il/files/media_server/law_heb/Law_Society_Culture/books/lehem_hok.pdf
- הכנסת, מרכז המחקר והמידע (2015). רשות חירום למזון – בחינת המצב בארץ וסקירה משווה. <https://main.knesset.gov.il:443/Activity/Info/mmm/Pages/document.aspx?docId=CAS-56609-S4R4W6>
- טופרוב, ג', גרינהוט, צ', לוינגרט, ע', בזק, ח', צוק-בר, א' וקחל, י' (2018). תזונה מקיימת וביטחון תזונתי בחקלאות בישראל – נתונים כמותיים מגידולי הצומח. https://www.moag.gov.il/shaham/professionalinformation/documents/sustainable_nutrition_and_food_security_in_agriculture_in_israel.pdf
- למ"ס (2019). **מאזן אספקת המזון, 2017**. <https://www.cbs.gov.il/he/publications/Pages/2019/> asp.2017-מאזן-אספקת-המזון-
- למ"ס (2020). **החוסן האזרחי בתקופת משבר הקורונה, בקרב בני 21 ומעלה: ממצאים מסקר המשך לאחר תקופת הסגר**. <https://tinyurl.com/yxpfj7uo>
- לקט ישראל. (2018) אובדן מזון והצלת מזון בישראל – הדו"ח הלאומי 2017. <https://tinyurl.com/yevv277p>
- מדינת ישראל (2016). **מדדי איכות חיים, קיימות וחוסן לאומי**. <https://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib2/publications/p0801-p0900/p0817.pdf>
- משרד הבריאות (25 ביולי, 2017). ההשפעות הכלכליות של צריכת מזון לא בריא וההשמנה והתנועת הצפויה מיישום תקנות סימון מזון. הודעת הדוברות. https://www.health.gov.il/NewsAndEvents/SpokemanMessegas/Pages/25072017_2.aspx

- נירל, נ', רוזן, ב', ארז, ש', בן הרוש, א', ברג, א', ברודסקי, ג', ניצן-קלוסקי, ד', חביב-מסיקה, ע' וגולדשמיט, ר' (2005). **ביטחון תזונתי בישראל 2003 והקשר לדפוסי תזונה – דוח מחקר. מרכז סמוקלר למדיניות הבריאות, מאיריס – ג'וינט – מכון ברוקדייל**. <https://brookdale.jdc.org.il/wp-content/uploads/2018/01/444-05-foodsec-REP-HEB.pdf>
- תירוש י' וא' גרוס (עורכים). (2017). **לחם חוק: עיונים במשפט ואוכל**. הפקולטה למשפטים ע"ש בוכמן, אוניברסיטת תל אביב. https://law.tau.ac.il/law-HP/Lechem_Hok
- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Agricultural Development Economics Division (ESA)
- Amirshenava, S., & Osanloo, M. (2018). Mine closure risk management: An integration of 3D risk model and MCDM techniques. *Journal of Cleaner Production*, 184, 389–401.
- Arezki, M. R., & Bruckner, M. (2011). *Food prices and political instability*. IMF Working Paper, International Monetary Fund.
- Ash, K., & Obradovich, N. (2020). Climatic stress, internal migration, and Syrian civil war onset. *Journal of Conflict Resolution*, 64(1), 3–31.
- Bailey, R., & Wellesley, L. (2017). *Chokepoints and vulnerabilities in global food trade*. Chatham House report, Chatham House.
- Blanco-Rojo, R., Sandoval-Insausti, H., López-García, E., Graciani, A., Ordovás, J. M., Banegas, J. R., Rodríguez-Artalejo, F., & Guallar-Castillón, P. (2019). Consumption of ultra-processed foods and mortality: A national prospective cohort in Spain. *Mayo Clinic Proceedings*, 94(11), 2178–2188.
- Bonaccio, M., Di Castelnuovo, A., Costanzo, S., Pounis, G., Persichillo, M., Cerletti, C., Donati, M. B., de Gaetano, G., & Iacoviello, L. (2018). Mediterranean-type diet is associated with higher psychological resilience in a general adult population: Findings from the Moli-sani study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(1), 154–160. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.150>
- Brunning, H. (2018). *Psychoanalytic reflections on a changing world*. Routledge.
- Buckland, G., Bach, A., & Serra-Majem, L. (2008). Obesity and the Mediterranean diet: A systematic review of observational and intervention studies. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 9(6), 582–593. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2008.00503.x>
- Buckland, G., Travier, N., Cottet, V., González, C. A., Luján-Barroso, L., Agudo, A., Trichopoulou, A., Lagiou, P., Trichopoulos, D., Peeters, P. H., May, A., Bueno-de-Mesquita, H. B., Bvan Duijnhoven, F. J., Key, T. J., Allen, N., Khaw, K. T., Wareham, N., Romieu, I., McCormack, V., ... Riboli, E. (2013). Adherence to the mediterranean diet and risk of breast cancer in the European prospective investigation into cancer and nutrition cohort study. *International Journal of Cancer*, 132(12), 2918–2927. <https://doi.org/10.1002/ijc.27958>
- CIHEAM/FAO. (2015). *Mediterranean food consumption patterns – Diet, environment, society, economy and health*. A White Paper Priority 5 of Feeding Knowledge Programme, Expo Milan 2015. CIHEAM-IAMB, Bari/FAO, Rome. <http://www.fao.org/3/a-i4358e.pdf>
- Cole, M. B., Augustin, M. A., Robertson, M. J., & Manners, J. M. (2018). The science of food security. *Npj Science of Food*, 2(1), 1–8.
- Coleman-Jensen, A., Gregory, C., & Singh, A. (2014). *Household food security in the United States in 2013*. ERR-173, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service

- De Gorter, H., & Swinnen, J. (2002). Political economy of agricultural policy. *Handbook of Agricultural Economics*, 2, 1893–1943.
- de Lorgeril, M., Renaud, S., Salen, P., Monjaud, I., Mamelle, N., Martin, J. L., Guidollet, J., Touboul, P., & Delaye, J. (1994). Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *The Lancet* (, 343(8911), 1454–1459. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(94\)92580-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(94)92580-1)
- Deaton, B. J., & Lipka, B. (2015). Political instability and food security. *Journal of Food Security*, 3(1), 29–33. <https://doi.org/10.12691/jfs-3-1-5>
- Dermeni, S., Berry, E. M., Serra-Majem, L., La Vecchia, C., Capone, R., Medina, F. X., Aranceta-Bartrina, J., Belahsen, R., Burlingame, B., Calabrese, G., Corella, D., Donini, L. M., Lairon, D., Meybeck, A., Pekcan, A. G., Piscopo, S., Yngve, A., & Trichopoulou, A. (2017). Med diet 4.0: The Mediterranean diet with four sustainable benefits. *Public Health Nutrition*, 20(7), 1322–1330. <https://doi.org/10.1017/S1368980016003177>
- FAO (2010). International Scientific Symposium: Sustainable Diets and Biodiversity. <http://www.fao.org/ag/humannutrition/28507-0e8d8dc364ee46865d5841c48976e9980.pdf>
- FAO (2019). *Soil erosion: The greatest challenge for sustainable soil management*. Global Soil Partnership, & Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca4395en/ca4395en.pdf>
- FAO (2020a). Desert Locust. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/locusts/en/>
- FAO (2020b). FAO Food Price Index. World Food Situation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>
- FAO Economic and Social Development Department (2010). Price volatility in agricultural markets—Evidence, impact on food security and policy responses. In *FAO – Economic and Social Perspectives* (No. 12EN; FAO – Economic and Social Perspectives). Economic and Social Development Department of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://ideas.repec.org/p/fao/pbrief/12en.html>
- Feeding America. (2020). The Impact of Coronavirus on Food Insecurity.. <https://www.feedingamerica.org/research/coronavirus-hunger-research>
- Fleischhacker, S. E., Woteki, C. E., Coates, P. M., Hubbard, V. S., Flaherty, G. E., Glickman, D. R., Harkin, T. R., Kessler, D., Li, W. W., Loscalzo, J., Parkeh, A., Rowe, S., Stover, P.J., Tagtow, A., Yun, A.J., & Mozaffarian, D. (2020). Strengthening national nutrition research: Rationale and options for a new coordinated federal research effort and authority. *The American Journal of Clinical Nutrition* 112(3), 721–769.
- Gaonkar, R., & Viswanadham, N. (2004). A conceptual and analytical framework for the management of risk in supply chains. *IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA'04. 2004*, 3, 2699–2704.
- Garnett, T. (2014). Three perspectives on sustainable food security: Efficiency, demand restraint, food system transformation. What role for life cycle assessment? *Journal of Cleaner Production*, 73, 10–18.
- Garrett, K. A., Dendy, S. P., Frank, E. E., Rouse, M. N., & Travers, S. E. (2006). Climate change effects on plant disease: Genomes to ecosystems. *Annual Review of Phytopathol.*, 44, 489–509.
- GBD 2017 Diet Collaborators. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 393(10184), 1958–1972. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30041-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8)

- Georgiadis, P., Vlachos, D., & Iakovou, E. (2005). A system dynamics modeling framework for the strategic supply chain management of food chains. *Journal of Food Engineering*, 70(3), 351–364.
- Giacosa, A., Barale, R., Bavaresco, L., Gatenby, P., Gerbi, V., Janssens, J., Johnston, B., Kas, K., La Vecchia, C., Mainguet, P., Morazzoni, P., Negri, E., Pelucchi, C., Pezzotti, M., & Rondanelli, M. (2013). Cancer prevention in Europe: The Mediterranean diet as a protective choice. *European Journal of Cancer Prevention* 22(1), 90–95. <https://doi.org/10.1097/CEJ.0b013e328354d2d7> <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.692.5404&rep=rep1&type=pdf>
- Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition. (2016). *Food systems and diets: Facing the challenges of the 21st century*. <http://glopan.org/sites/default/files/ForesightReport.pdf>
- Gussow, J. D. (1995). Mediterranean diets: Are they environmentally responsible? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61(6 Suppl), 1383S–1389S. doi:10.1093/ajcn/61.6.1383S
- Harvell, C. D., Mitchell, C. E., Ward, J. R., Altizer, S., Dobson, A. P., Ostfeld, R. S., & Samuel, M. D. (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*, 296(5576), 2158–2162.
- Henríquez Sánchez, P., Ruano, C., de Irala, J., Ruiz-Canela, M., Martínez-González, M. A., & Sánchez-Villegas, A. (2012). Adherence to the Mediterranean diet and quality of life in the SUN Project. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66(3), 360–368. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.146>
- ICDC (2017). *Mabat youth, second national health and nutrition survey of 7th–12th grade students 2015–2016*. Israel Center for Disease Control, Ministry of Health. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/mabat_kids2_11_2015-2016-ENG.pdf
- ICDC (2019). *Rav mabat adult, second national health and nutrition survey Ages 18–64 2014–2016*. Israel Center for Disease Control, Ministry of Health. https://www.health.gov.il/publicationsfiles/mabat_adults_2014_2016_383_en.pdf
- IPCC (2019). *Summary for policymakers*. In *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/02_Summary-for-Policymakers_SPM.pdf
- IRRI (n.d.). Sheath blight. IRRI, Rice Knowledge Bank. Retrieved August 2, 2020, from <http://www.knowledgebank.irri.org/training/fact-sheets/pest-management/diseases/item/sheath-blight>
- Jaffee, S., Siegel, P., & Andrews, C. (2010). *Rapid agricultural supply chain risk assessment: A conceptual framework*. The World Bank, Agriculture and Rural Development Discussion Paper 47.
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990–993.
- Kesse-Guyot, E., Ahluwalia, N., Lassale, C., Hercberg, S., Fezeu, L., & Lairon, D. (2013). Adherence to Mediterranean diet reduces the risk of metabolic syndrome: A 6-year prospective study. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD*, 23(7), 677–683. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2012.02.005>
- Keys, A., Menotti, A., Karvonen, M. J., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., Djordjevic, B. S., Dontas, A. S., Fidanza, F., Keys, M. H., Kromhout, D., Nedeljkovic, S. Punsar, S., Seccareccia, F., & Toshima, H. (1986). The diet and 15-year death rate in the seven

- countries study. *American Journal of Epidemiology*, 124(6), 903–915. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a114480>
- Knudsen, O., Nash, J., Bovard, J., Gardner, B., & Winters, L. A. (1990). *Redefining the Role of Government in Agriculture for the 1990's*. Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Koloverou, E., Esposito, K., Giugliano, D., & Panagiotakos, D. (2014). The effect of Mediterranean diet on the development of type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of 10 prospective studies and 136,846 participants. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 63(7), 903–911. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2014.04.010>
- Krejci, C., & Beamon, B. (2014). Environmentally-conscious supply chain design in support of food security. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 3(1), 14–29.
- La Vecchia, C. (2009). Association between Mediterranean dietary patterns and cancer risk. *Nutrition Reviews*, 67 Suppl 1, S126-129. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00174.x>
- Laborde, D., Martin, W., Swinnen, J., & Vos, R. (2020). COVID-19 risks to global food security. *Science*, 369(6503), 500–502.
- Lagi, M., Bertrand, K. Z., & Bar Yam, Y. (2011). *The food crises and political instability in north Africa and the Middle East*. New England Complex Systems Institute. <https://necsi.edu/the-food-crises-and-political-instability-in-north-africa-and-the-middle-east>
- Lancelot, R., De La Rocque, S., & Chevalier, V. (2008). Bluetongue and Rift Valley fever in livestock: A climate change perspective with a special reference to Europe, the Middle-East and Africa. In P. Rowlinson, M. Steele & A. Nefzaoui (Eds.). *Proceedings international conference – Livestock and global climate change 2008*, pp. 87-89. Cambridge University Press. https://www.agrecol.de/climadapt/files/LGCC_procdings.pdf
- Lobell, D. B., & Gourdji, S. M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiology*, 160(4), 1686–1697.
- Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042), 616–620.
- Macfadyen, S., Tylisanakis, J. M., Letourneau, D. K., Benton, T. G., Titttonell, P., Perring, M. P., Gómez-Creutzberg, C., Báldi, A., Holland, J. M., & Broadhurst, L. (2015). The role of food retailers in improving resilience in global food supply. *Global Food Security*, 7, 1–8.
- Martínez-González, M. A., de la Fuente-Arrillaga, C., Nunez-Cordoba, J. M., Basterra-Gortari, F. J., Beunza, J. J., Vazquez, Z., Benito, S., Tortosa, A., & Bes-Rastrollo, M. (2008). Adherence to Mediterranean diet and risk of developing diabetes: Prospective cohort study. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 336(7657), 1348–1351. <https://doi.org/10.1136/bmj.39561.501007.BE>
- Melillo, J. M., Richmond, T. T., & Yohe, G. (Eds.). (2014). *Climate change impacts in the United States: Third National Climate Assessment/ U.S. Global Change Research Program*. doi:10.7930/J0Z31WJ2
- Mendonça, R. de D., Lopes, A. C. S., Pimenta, A. M., Gea, A., Martinez-Gonzalez, M. A., & Bes-Rastrollo, M. (2017). Ultra-processed food consumption and the incidence of hypertension in a Mediterranean cohort: The Seguimiento universidad de Navarra project. *American Journal of Hypertension*, 30(4), 358–366. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpw137>
- Menke, A., Casagrande, S., Geiss, L., & Cowie, C. C. (2015). Prevalence of and trends in diabetes among adults in the United States, 1988-2012. *Jama*, 314(10), 1021–1029.

- Meybeck, A., Redfern, S., Paoletti, F., & Strassner, C. (Eds.). (2015). *Assessing Sustainable Diets within the Sustainability of Food Systems*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i4806e.pdf>
- Miers, H., & Thomson, A. (2002). *Assessment of the Socio-Economic Impact of the Desert Locust and their Control*. Oxford Policy Management.
- Mohan, S., Gopalakrishnan, M., & Mizzi, P. J. (2013). Improving the efficiency of a non-profit supply chain for the food insecure. *International Journal of Production Economics*, 143(2), 248–255.
- Moreira, P. V., Hyseni, L., Moubarac, J.-C., Martins, A. P. B., Baraldi, L. G., Capewell, S., O'Flaherty, M., & Guzman-Castillo, M. (2018). Effects of reducing processed culinary ingredients and ultra-processed foods in the Brazilian diet: A cardiovascular modelling study. *Public Health Nutrition*, 21(1), 181–188.
- Morse, S. S., Mazet, J. A., Woolhouse, M., Parrish, C. R., Carroll, D., Karesh, W. B., Zambrana-Torrel, C., Lipkin, W. I., & Daszak, P. (2012). Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. *The Lancet*, 380(9857), 1956–1965.
- Moubarac, J.-C., Martins, A. P. B., Claro, R. M., Levy, R. B., Cannon, G., & Monteiro, C. A. (2013). Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. *Public Health Nutrition*, 16(12), 2240–2248. <https://doi.org/10.1017/S1368980012005009>
- Nalley, L., Tsiboe, F., Durand-Morat, A., Shew, A., & Thoma, G. (2016). Economic and environmental impact of rice blast pathogen (*Magnaporthe oryzae*) alleviation in the United States. *PLoS One*, 11(12), e0167295.
- Nestle, M. (2020). A call for food system change. *The Lancet*, 395(10238), 1685–1686.
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., Mullany, E. C., Biryukov, S., Abbafati, C., Abera, S. F., Abraham, J. P., Abu-Rmeileh, N. M. E., Achoki, T., AlBuhairan, F. S., Alemu, Z. A., Alfonso, R., Ali, M. K., Ali, R., Guzman, N. A., ... Gakidou, E. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 384(9945), 766–781. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60460-8)
- ODPHP (2015). 2015-2020 dietary guidelines. health.gov. <https://health.gov/our-work/food-nutrition/2015-2020-dietary-guidelines/guidelines/>
- OECD (2019). Meat consumption. <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>
- Paloviita, A., & Järvelä, M. (2015). *Climate change adaptation and food supply chain management*. Routledge.
- Peng, S., Huang, J., Sheehy, J. E., Laza, R. C., Visperas, R. M., Zhong, X., Centeno, G. S., Khush, G. S., & Cassman, K. G. (2004). Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101 (27), 9971–9975.
- Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A. J., Cochrane, K., Howden, S. M., Iqbal, M. M., Lobell, D. B., & Travasso, M. I. (2014). Food security and food production systems. In: Field C.B., Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M, Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B, Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S, Mastrandrea P.R., White L.L., (Eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 485-533.

- Psaltopoulou, T., Sergentanis, T. N., Panagiotakos, D. B., Sergentanis, I. N., Kostis, R., & Scarmeas, N. (2013). Mediterranean diet, stroke, cognitive impairment, and depression: A meta-analysis. *Annals of Neurology*, *74*(4), 580–591. <https://doi.org/10.1002/ana.23944>
- Rico-Campà, A., Martínez-González, M. A., Alvarez-Alvarez, I., Mendonça, R. de D., de la Fuente-Arrillaga, C., Gómez-Donoso, C., & Bes-Rastrollo, M. (2019). Association between consumption of ultra-processed foods and all cause mortality: SUN prospective cohort study. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *365*, 11949. <https://doi.org/10.1136/bmj.11949>
- Rivera, W. M., & Alex, G. (2004). The continuing role of government in pluralistic extension systems. *Journal of International Agricultural and Extension Education*, *11*(3), 41–52.
- Rockström, J., Karlberg, L., Wani, S. P., Barron, J., Hatibu, N., Oweis, T., Bruggeman, A., Farahani, J., & Qiang, Z. (2010). Managing water in rainfed agriculture – The need for a paradigm shift. *Agricultural Water Management*, *97*(4), 543–550.
- Romaguera, D., Norat, T., Mouw, T., May, A. M., Bamia, C., Slimani, N., Travier, N., Besson, H., Luan, J., Wareham, N., Rinaldi, S., Couto, E., Clavel-Chapelon, F., Boutron-Ruault, M.-C., Cottet, V., Palli, D., Agnoli, C., Panico, S., Tumino, R., ... Peeters, P. H. M. (2009). Adherence to the Mediterranean diet is associated with lower abdominal adiposity in European men and women. *The Journal of Nutrition*, *139*(9), 1728–1737. <https://doi.org/10.3945/jn.109.108902>
- Rome Declaration and Plan of Action. (1996). World Food Summit 1996. <http://www.fao.org/3/w3613e/w3613e00.htm>
- Sáez-Almendros, S., Obrador, B., Bach-Faig, A., & Serra-Majem, L. (2013). Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: Beyond the health benefits of the Mediterranean diet. *Environmental Health* *12*(18).
- Salih, A. A., Baraibar, M., Mwangi, K. K., & Artan, G. (2020). Climate change and locust outbreak in East Africa. *Nature Climate Change* *10*, 584–585. <https://www.nature.com/articles/s41558-020-0835-8>
- Schnabel, L., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Touvier, M., Srour, B., Hercberg, S., Buscail, C., & Julia, C. (2019). Association between ultraprocessed food consumption and risk of mortality among middle-aged adults in France. *JAMA Internal Medicine*, *179*(4), 490–498. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.7289>
- Serra-Majem, L., Roman, B., & Estruch, R. (2006). Scientific evidence of interventions using the Mediterranean diet: A systematic review. *Nutrition Reviews*, *64*(2 Pt 2), S27–47. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2006.tb00232.x>
- Shai, I., Schwarzfuchs, D., Henkin, Y., Shahar, D. R., Witkow, S., Greenberg, I., Golan, R., Fraser, D., Bolotin, A., Vardi, H., Tangi-Rozental, O., Zuk-Ramot, R., Sarusi, B., Brickner, D., Schwartz, Z., Sheiner, E., Marko, R., Katorza, E., Thiery, J., ... & Stampfer, M.J. Dietary Intervention Randomized Controlled Trial (DIRECT) Group. (2008). Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *The New England Journal of Medicine*, *359*(3), 229–241. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0708681>
- Singh, B., Parsaik, A. K., Mielke, M. M., Erwin, P. J., Knopman, D. S., Petersen, R. C., & Roberts, R. O. (2014). Association of Mediterranean diet with mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Alzheimer's Disease: JAD*, *39*(2), 271–282. <https://doi.org/10.3233/JAD-130830>
- Sofi, F., Abbate, R., Gensini, G. F., & Casini, A. (2010). Accruing evidence on benefits of adherence to the Mediterranean diet on health: An updated systematic review and meta-analysis.

- The American Journal of Clinical Nutrition*, 92(5), 1189–1196. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29673>
- Soussana, J. F. (2014). Research priorities for sustainable agri-food systems and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 73, 19–23.
- Srour, B., Fezeu, L. K., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Méjean, C., Andrianasolo, R. M., Chazelas, E., Deschasaux, M., Hercberg, S., Galan, P., Monteiro, C. A., Julia, C., & Touvier, M. (2019). Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: Prospective cohort study (NutriNet-Santé). *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 365, 11451. <https://doi.org/10.1136/bmj.11451>
- Swinburn, B. A., Kraak, V. I., Allender, S., Atkins, V. J., Baker, P. I., Bogard, J. R., Brinsden, H., Calvillo, A., De Schutter, O., Devarajan, R., Ezzati, M., Friel, S., Goenka, S., Hammond, R. A., Hastings, G., Hawkes, C., Herrero, M., Hovmand, P. S., Howden, M., ... & Dietz, W. H. (2019). The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: The Lancet Commission report. *The Lancet* 393(10173), 791–846. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32822-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8)
- Thies, C. G., & Porche, S. (2007). The political economy of agricultural protection. *The Journal of Politics*, 69(1), 116–127.
- Tilly, C. (1968). *The Crowd in History. A Study of Popular Disturbances in France and England, 1730–1848*. By George Rudé (John Wiley & Sons, 1964). *Journal of Social History*, Volume 1, Issue 3, 296–302.
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518–522. doi:10.1038/nature13959
- Trichopoulou, A., Bamia, C., & Trichopoulos, D. (2005). Mediterranean diet and survival among patients with coronary heart disease in Greece. *Archives of Internal Medicine*, 165(8), 929–935. <https://doi.org/10.1001/archinte.165.8.929>
- Tsolakis, N., & Kumar, M. (2019). Investigating wastage and associated mitigation scenarios across fresh potato supply chains in the UK: A Critical literature synthesis. *SSRN Electronic Journal* 3. DOI: 10.2139/ssrn.3422067
- Tuteja, N., & Gill, S. S. (Eds.) (2013). *Plant acclimation to environmental stress*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5001-6>
- Tzachor, A. (2020a). *Artificial intelligence for agricultural supply chain risk management: Constraints and potentials* [Report]. CGIAR Big Data Platform. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/108709>
- Tzachor, A. (2020b). *Famine dynamics: The self-undermining structures of the global food system*. Global Relations Forum Young Academics Program Analysis Paper Series No.8. <http://www.gif.org.tr/files/FamineDynamics.pdf>
- Vanham, D., Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2013). The water footprint of the EU for different diets. *Ecological Indicators* 32, 1–8.
- Verberne, L., Bach-Faig, A., Buckland, G., & Serra-Majem, L. (2010). Association between the Mediterranean diet and cancer risk: A review of observational studies. *Nutrition and Cancer*, 62(7), 860–870. <https://doi.org/10.1080/01635581.2010.509834>
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2).
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., ... & Murray, C.J.L. (2019). Food in the Anthropocene: The

- EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492.
- Winicki, J., & Jemison, K. (2003). Food insecurity and hunger in the kindergarten classroom: Its effect on learning and growth. *Contemporary Economic Policy*, 21(2), 145–157.
- Yeh, J.-Y., Lee, J.-H., Seo, H.-J., Park, J.-Y., Moon, J.-S., Cho, I.-S., Choi, I.-S., Park, S.-Y., Song, C.-S., & Lee, J.-B. (2011). Simultaneous detection of Rift Valley fever, bluetongue, rinderpest, and peste des petits ruminants viruses by a single-tube multiplex reverse transcriptase-PCR assay using a dual-priming oligonucleotide system. *Journal of Clinical Microbiology*, 49(4), 1389–1394. doi: 10.1128/JCM.00710-10
- Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D. B., Huang, Y., Huang, M., Yao, Y., Bassu, S., Ciais, P., Durand, J.L., Elliott, J., Ewert, F., Janssens, I.A., Li, T., Lin, E., Liu, Q., Martre, P., Muller, C., ... & Asseng, S. (2017). Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9326–9331.