חקלאות אנכית עירונית בישראל

עבודת סמינריון

מנחה: ד"ר רוני לב

מגיש: רוברט אונגר

אוקטובר 2013

תוכן

← חקלאות העתיד | הקדמה

← אתגרים בחקלאות | ייצור מזון ברוח הזמן

← מהפכות ירוקות | רקע היסטורי

← המהפכה הירוקה השלישית? | מגמות בחקלאות עכשווית

← חקלאות עירונית | ללמוד מברוקלין

← שכפול הקרקע | חזיונות ורטיקלים

← חקלאות אנכית | מהחלל החיצון לשכונה

← מיתוס האדמה | מדיניות הקרקעות בישראל

← גאולת הקרקע | חקלאות אנכית עירונית בישראל

← החלומות באוויר הראש באדמה | סיכום

חקלאות העתיד | הקדמה

חקלאות אנכית צוברת תאוצה בשנים האחרונות כגישה מבטיחה להתמודדות עם קשיי אספקת המזון בעולם, הצפויים להתגבר כתוצאה מניצול יתר של משאבי קרקע ומים, אי-יציבות אקלימית וגידול אוכלוסין. עפ"י תחזיות האו"ם, ב-2050 ילכו על פני כדוה"א 9 מיליארד בני אדם, 80% מהם יגורו בערים. הערמת החקלאות במבנים עירוניים סגורים תוכל לבטל את הצורך בשינוע, בחומרי הדברה ובדשנים, לחסוך 95% ממי ההשקייה, לקדם סימביוזה תעשייתית ולחזק את הקשר בין האדם למזונו הודות לקירבה פיסית ולשקיפות תהליכי היצור.

כבר היום, כ-80% משטחי הקרקע המאפשרים עיבוד חקלאי מנוצלים לצרכי ייצור מזון לבני אדם, בע"ח או ביו-דלק, ושטחים חדשים מעובדים בנסיון להדביק את הביקוש תוך פגיעה בשטחים פתוחים ובמגוון הביולוגי הטבעי. שינוי האקלים ופרצי מזג האוויר לא צפוי גורמים נזקים ליבולים בהיקפים חסרי תקדים, כאשר בצורות, מכות קור, גלי חום ואסונות טבע מדרדרים מדינות מתפתחות לסף רעב וגורמים לחקלאים נזקים בהיקפים הגדלים מדי שנה.

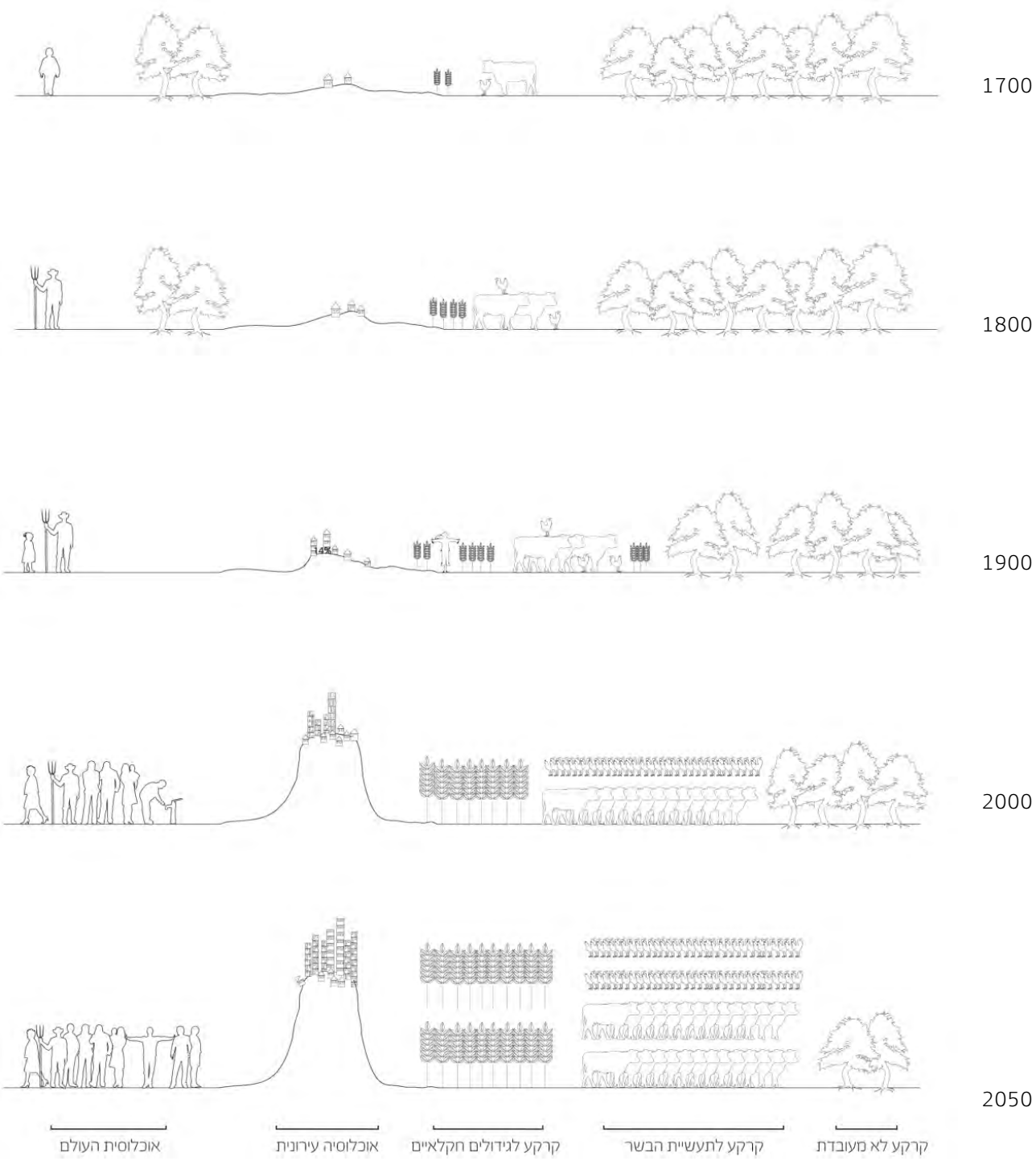
בהיבט הגלובלי, השיח מתמקד בסיכון הגובר לאובדן בטחון תזונתי לאוכלוסיות במדינות עולם שלישי. אך במקביל, גוברת המודעות לנזקים האדירים שגורמת תעשיית החקלאות לסביבה בעיקר במדינות המפותחות, ולבזבוז מזון רב ע"י ציבור הצרכנים. בישראל, מדינה קטנה ועירונית בעלת תעשייה חקלאית מפותחת ומתקדמת, ישנו פוטנציאל רב לגיבוש אופני התמודדות חלוציים מול האתגרים העולמיים.

כאסטרטגיה מרחבית, ציפוף חקלאות במבנים אנכיים בישראל קורא תיגר על המדיניות התכנונית המלווה את ההתיישבות מראשית הציונות ועד היום, אשר רואה בחקלאות כלי פוליטי לפיזור אוכלוסיה ותפיסת אדמות, במנוגד לשיקולים כלכליים וסביבתיים. מיעוט קרקע ומחירים גבוהים הולידו את מהפכת הבנייה והתכנון העירוני של ניו-יורק לפני כמאה שנים, שם פרץ לעולם המימד הורטיקלי באדריכלות. כיום, תנאים כלכליים דומים עשויים לבסס מהפכה נוספת, אשר תייעל את השימוש בקרקע במגזר אחר - חקלאות.

התפתחות תעשייה חקלאית מודרנית בלב הערים תצמצם את הצורך במשאבי קרקע גדולים ותפנה שטחים נרחבים לשימושים אחרים. בעוד יזמי נדל"ן ילטשו את עיניהם לקרקעות אלו, הרי שהחזרתם אל הטבע והכרזתם כשטחים שמורים יאפשר את תחילתו של תהליך החייאה טבעי של הסביבה האקולוגית, בו הטבע אט אט יחזור וישתלט על שטחים מהם הודר והודבר במשך שנים. בעלי חיים וצמחיה טבעית ישובו וישגשגו ויחזקו את המגוון הביולוגי ואת החוסן הבריאותי של כולנו.

חקלאות אנכית בערים, כפי שמעידים מומחים במשרד החקלאות ובתעשייה, אינה מספיקה כדי לפתור את בעיות הרעב בעולם או להחליף את החקלאות המסורתית, בעיקר לא חקלאות עתירת קרקע כדגנים או קטניות, בעשורים הקרובים. עם זאת, חקלאות אנכית יכולה להתפתח כענף מקביל בעיקר בגידולי ירקות ופירות לטובת אספקת תוצרת טרייה לתושבי העיר, ולצמוח במקומות בהם יש לה ערך מוסף לעיר בהיבטי קהילה, חברה, תיירות, חינוך או בריאות.

אתגרים בחקלאות העולמית | ייצור מזון ברוח הזמן



צפיפות

ב-2011 עברה אוכלוסית האנושות את סף ה-7 מיליארד. באו"ם צופים כי ב-2050 האוכלוסיה תגיע ל-9 מיליארד בני אדם. הביקושים הגדלים מביאים לעליות מחירים ברחבי העולם, כאשר בעולם השלישי עליות מחירים של מוצרי יסוד כגון אורז או קטניות משליכים באופן מיידי על תזונתם של מאות מיליוני עניים ומביאים בתורם לאי-יציבות חברתית ופוליטית. עפ"י תחזיות של ארגון OECD, צמיחה ברת-קיימא היא הדרך היחידה לספק את צרכי המזון של האוכלוסיה אשר צפויים להכפיל את עצמם עד 2050. הגידול הלא פרופורציוני בין הגידול הצפוי באוכלוסיה (130%) והגידול בביקוש למזון (200%) הוא תולדה של צמיחה כלכלית ועלייה ברמת החיים בעיקר בסין, הודו ובמרבית אפריקה. מעמד ביניים מתחזק ועושר פירושם צריכה גבוהה יותר, בעיקר של בשר. צריכת בשר דורשת שטחי אדמה נרחבים לגידול מזון בהמות ומביאה לזיהום מים וקרקע.

זמינות קרקע לחקלאות

השטח המתאים לעיבוד חקלאי בעולם הוא כשליש מכלל שטח היבשה (50 מיליון מ"ר). כיום, כ-80% מכלל הקרקע כבר מנוצלת ומרבית היתרה בשטחים תלולים מדי, יבשים מדי, רטובים מדי או לא נגישים. (עפ"י אוניברסיטת מישיגן, 2006 וכן בבלוג Radical Geography). אם ב-1950 כל הקטר אדמה (10 דונם) הספיק כדי להאכיל 2 בני אדם, ב-2030 יהיה על כל הקטר אדמה לייצר מזון המספיק ל-5 בני אדם.

בישראל ניצולת הקרקע החקלאית עומדת על כ-70% מכלל שטחי החקלאות, שהם 19% משטחי המדינה.

סביבה טבעית

הצורך בשטחי החקלאות חדשים מתבטא בהרס של סביבות גידול טבעיות בקנה מידה עצום. כריתת יערות הגשם בברזיל ובמרכז אפריקה במטרה לפנות שטחים לגידולי אנרגיה, או דגנים לגידול בקר הינה תופעה ההולכת ומחריפה וטומנת בחובה השפעות רחבות היקף על סביבות טבעיות של צמחיה ובע"ח, קהילות בני אדם החיים באיזורים הללו וכן השפעה מרחיקת לכת על אקלים כדור הארץ כולו.

שינוי האקלים של העשורים האחרונים משפיע רבות על התוצרת החקלאית. מכות בצורת, גלי חום ארוכים, קרה, סופות עזות וכדו' גורמים לאובדן יבולים חקלאיים בשווי עשרות מיליארדים בכל שנה במדינות מפותחות ומתפתחות כאחד. בארה"ב, אחת מיצואניות המזון העיקריות בעולם, בצורת חמורה ב-2012 הביאה לירידה חדה ביבולי התירס ופולי הסויה ולאיומי משבר מזון ע"י סוכנויות או"ם וארגונים בינלאומיים. בישראל, נזקי מזג אויר ובעיקר גלי חום וקרה הביאו להפסדים בשווי 170 מיליון שקלים ב-2010, עלייה של 45% לעומת 2009. נזקי מזג האוויר לחקלאות הישראלית יכולים להגיע לסכומי עתק כפי שקרה בחורף 1992-1991, אז הסתכם חורף קיצוני, בפיצויים של חצי מיליארד שקלים לחקלאים, שהוענקו באיחור של עשרים שנה.

מרחק בין החקלאי לצרכן

גורם משמעותי בעליית מחירי המזון הוא עליית מחירי הדלק, אשר משפיעה באופן ישיר על שרשרת היצור והאספקה של סחורה חקלאית. ההשפעה משמעותית בעיקר במדינות המסתמכות על יבוא לסחורה חקלאית, אך גם בישראל נוצרים מצבים אבסורדיים כדוגמת השוק הסיטונאי המייצר מצב הדורש שינוע כפול - מהשדה

אל השוק הסיטונאי ומשם אל נקודת המכירה. כך לדוגמה יתכן מצב בו חקלאי ברמת הגולן נאלץ לשנע את תוצרתו לשוק הסיטונאי במרכז הארץ, ומשם בחזרה לסופרמרקט ברמת הגולן. עלות זו מתגלגלת באופן ישיר על החקלאי ובאופן עקיף על הצרכנים כולם. רכיב השינוע בישראל ממחיר הירקות הוא כ20%-15% בממוצע.

המרחק בין השדה לצלחת גורם לאובדן רב של סחורה. בתחום הגידול החקלאי אחראיות מחלות, עשבים ומזיקים לאובדן של כ-35% מהתוצרת החקלאית. המיכון המכני, שבו עושים שימוש בקטיף, באחסון ובהובלה, תורם לאובדן של 30%-40% מהיבולים. בנוסף, עודף הזמנות של פרי וירק ברשתות השיווק יוצר זמן המתנה ארוך מן הרצוי, דבר הפוגע באיכות הפרי ומביא לזריקה של בין 20%-10% נוספים מהסחורה שנותרת.

לריחוק בין העץ עליו גדל הפרי לבין הצרכן תופעות לוואי תודעתיות, אשר גורמות בין השאר לתפיסה של פירות, ירקות, ואף בשר כאל 'מוצר' לכל דבר. ככל מוצר, צרכן מחפש לרכוש את המוצר הטוב ביותר במחיר הנמוך ביותר. בין השאר, תופעות אלו מובילות לבזבזנות אסתטית, בה נמדדים היבולים בפרמטרים של יופי ונפסלים לשיווק, או נשארים על המדפים בחנויות, וכך תורמים לאובדן עצום של תוצרת ראויה למאכל: כ-40% נוספים מכלל התוצרת!

מים

על אף תהליכי התייעלות משמעותיים בניצולת מים לחקלאות, הענף הינו אחד הצרכנים המרכזיים של מים נקיים בעולם. כ-70% מצריכת המים בעולם הינה לחקלאות (נתוני OECD), ונתונים אלו יגדלו בשנים הקרובות במקביל לגידול באוכלוסיה.

חקלאות הינה גם אחד הגורמים העיקריים לזיהום מקורות מים. זיהום זה נגרם כתוצאה מחלחול חומרי הדברה, דשנים והפרשות בע"ח באיזורי קרקע מצומצמים ומשם לנחלים ולשפכי נהר. אחד הגורמים העיקריים לזיהום, תופעה אשר צפויה להחמיר עם הגברת האינטנסיביות של החקלאות על המערכות האקולוגיות, הוא ריכוז גבוה של חנקן, שמקורו בדישון יתר של חקלאות, במאגרי מים נקיים ומי תהום.

מזיקים ומחלות

בחקלאות מסורתית נעשה שימוש רב בחומרי הדברה כימיים באופן שוטף, בין אם באמצעות ריסוס, השקייה מהולה בחומרי הדברה או ערבוב בקרקע. הנזקים הבריאותיים לציבור הצרכנים אינם ידועים במישרין וקשים לאיתור במחקרים רפואיים, אולם ההנחה היא כי ישנה השפעה של כימיקלים גופריתיים או ברומידיים על בריאות הצרכן. השפעה נוספת היא על הסביבה כאשר כימיקלים אלו נספגים בקרקע או נשטפים למאגרי מים.

פתרונות אפשריים אשר תופסים תאוצה לאחרונה, גם ממניעים של קיימות אך גם ממניעים כלכליים של המגדלים, הוא גידול בבתי רשת או בחממות. חקלאות כזו מצמצמת באופן משמעותי את חשיפת הצמחים למזיקים מן האוויר, וגידול בהדלייה או בהידרופוניקה מצמצם את החשיפה למזיקים מן הקרקע. שילוב של שתי השיטות יכולה למזער ואף לבטל את הצורך בחומרי הדברה.

מגמה נוספת בעולם ההדברה היא הדברה ביולוגית באמצעות דבורים, ציפורים או מיקרואורגניזמים שאינם משפיעים על הצמח או על האדם.

השפעות גיאו-פוליטיות

לעליית מחירי המזון השפעה פוליטית נרחבת עקב השפעתה הישירה על אוכלוסיות נרחבות. גורמי אסטרטגיה רבים באו"ם ובגופים בינלאומיים טוענים כי שוק המזון מחליף את שוק הנפט כגורם הראשי המשפיע על תנודות גיאו פוליטיות בעולם. ב-2008 עלו מחירי המזון לשיא של כל הזמנים וגרמו לפריצת מהומות ב-25 מדינות. גם בישראל, מחאת הקוטג' וקולות רבים נוספים סביב המחאה החברתית בקיץ 2011 קראו לריסון עליית מחירי המזון בישראל.

מחיר הריחוק בין אדם למזונו

לצד שיפור התפוקה והתייעלות החקלאות, הלך תהליך ייצור המזון והתרחק מעיני האדם, מערכת השיקולים לא פעלה תמיד לטובת הצרכן מבחינת רכיבי תזונה וטעם, ויכולת הבקרה של בני האדם על מקור מזונם התרופפה. הריחוק הפיסי מן השדה הנובע מהחיים העירוניים מעצים את הפער בין האדם למקורות מזונו.

מגמות חברתיות ומודרניזציה הביאו לצמצום מספר האנשים העוסקים בחקלאות ונחשפים לתהליכים המניעים אותה. עבור רבים מאיתנו, החוויה החקלאית מסתכמת בניחוש סוג הגידול בנסיעה ברכב ליד שדה או בהתרגשות תיירותית של קטיף משפחתי או סיור בכרם. מעטים אשר גדלו לצד גינה ובה עצי פרי זכו לחוויה חקלאית מעט עשירה יותר ומעטים יותר גדלו במושב או קיבוץ בו היו גידולי שדה או חממות פתוחות.

במחקר בריטי בקרב ילדים שנשאלו "מה זה עוף" רובם הצביעו על תמונה של פולקע ולא על תרנגולת. סביר להניח שילדים רבים יופתעו לגלות שעגבניות לא גדלות בסופרמרקט.

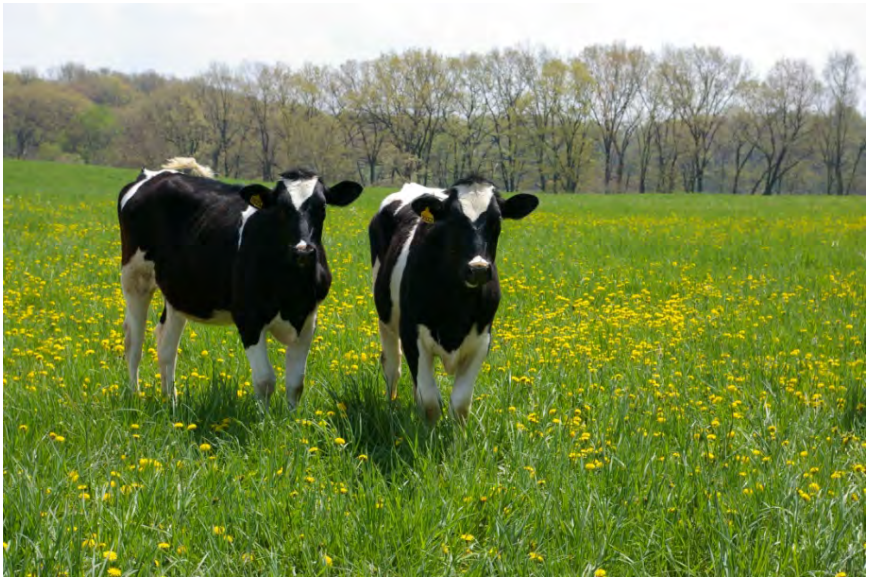
גידול בעלי חיים

בעוד שבגידולי ירקות ופירות בעיר השיקולים העיקריים הם אקולוגיים וכלכליים, הרי שהדבר מקבל נופך מוסרי וערכי כשמדובר בגידול בעלי חיים. האירועים סביב צילומי המצלמה הנסתרת של כלבוטק במשחטת "אדום אדום" של תנובה ובמשחטות העופות של זוגלובק, בהן נראו מקרים קשים של התעללות, עוררו הד ציבורי רב ואף הפתיעו רבים. התקרית הראתה את כוחה של עין ציבורית במקומות כאלו. מה יקרה אם הרפתות והמשחטות יהיו שקופות ופתוחות לציבור? ואם הן ימוקמו לצד השווקים במרכזי הערים?

סביר שעבור רבים מאיתנו, אשר בשבילם בקר הוא נתח המונח על חתיכת קלקר ועטוף בניילון נצמד, מערכת השיקולים בעת רכישת בשר תשתנה. סביר שלא כולם יהפכו מיד לצמחונים, וזה גם אינו מניע נסתר מאחורי הרעיון לגדל בעלי חיים בעיר - אך אין ספק שחשיפת הקרביים של תעשיית הבשר תביא להעלאת המודעות, ובפועל יוצא, תשפר את תנאי המחיה והיחס כלפי בעלי החיים הללו.

בהיבטי גידול בעלי חיים באופן אנכי, הרי שהדבר נראה אבסורדי - רפת הממוקמת במבנה רב קומות בו הפרות עולות ויורדות במעליות. עם זאת, בהתחשב בכך שפרות חלב בישראל אף פעם לא יוצאות מהרפת (פרות המיועדות לבשר מעט יותר), תרנגולות לא רואות אור יום לעולם וחיות בכלובים המוערמים בקומות (דוגמת הלול האנכי בקיבוץ מזרע) וגם דגים מגודלים בבריכות העומדות על רצפת בטון. אם כך, הקשר בין האדמה לבין בעלי החיים קיים בעיקר בתודעה האנושית המבוססת במידת מה על שירי דוד משה.

אם בני אדם, כלבים וחתולים התרגלו לחיות בדירות במגדלי מגורים, למה שפרות, עזים ותרנגולות לא יוכלו לחיות כך גם כן? אך כל זאת הוא חזון למועד. מעבר לפתרונות טכניים ותברואתיים, גידול בעלי חיים במגדל שקוף בעיר ידרוש מהלך שינוי תודעה ציבורי עמוק וכן התנגשות עם אינטרסים של תאגידי מזון הנהנים מהחומה הבצורה שבין הצרכן לתהליכי היצור.



בתודעה

במציאות

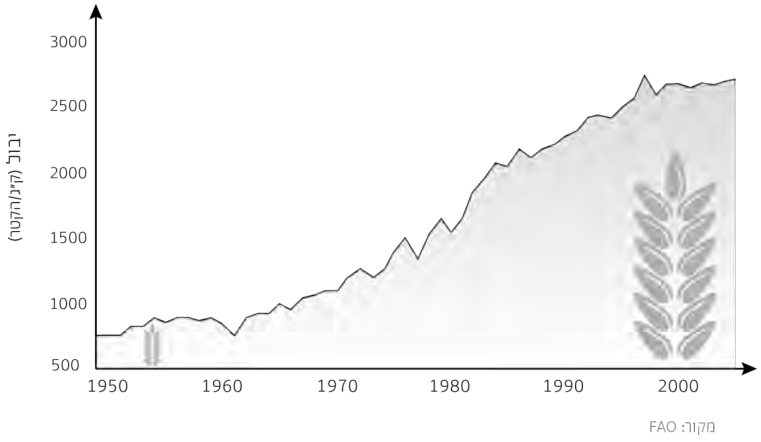
מהפכות ירוקות | רקע היסטורי

יכולתו של האדם לבחון ולשנות את מקורות המזון שלו ולבצע התאמות בסביבת הגידול הביאו למהפכות רחבות היקף בהיסטוריה האנושית, מהלכים שהיוו את הבסיס להתפתחויות תרבותיות וחברתיות משמעותיות בקרב בני האדם. **המהפכה החקלאית הראשונה**, לפני קרוב ל-12,000 שנים, הביאה לשינוי באורח החיים של בני האדם, אשר עד אז חיו בקבוצות קטנות של ציידים-לקטים אשר נדדו על פני שטח מסוים בעקבות שינוי עונות או הגירת חיות בר. במסגרת תהליך זה, אשר התרחש בכמה מקומות בעולם במקביל ונפרש על פני אלפי שנים, בני האדם פיתחו שיטות להתאמת פני השטח לגידול חקלאות, ביות זני צמחים ובע"ח, השקיה, חריש וכו'. עיצוב הטבע איפשר לאדם להפסיק לנדוד ולהתקבץ בישובי קבע המוקפים בשטחי חקלאות.

המהפכה החקלאית הראשונה הוגדרה בידי חוקרים רבים כאחד מאבני הדרך המשמעותיים ביותר בהתפתחות האנושית, שלב בו האדם הפסיק להיות חיית בר ולמד כי ביכולתו לעצב את הטבע בהתאם לצרכיו. הבנה עתיקה זה הניחה את היסודות לתהליך שהלך והתחזק עם השנים והגיע לשיאו במאה ה-20 - עת הפכה הטכנולוגיה לדת והטבע נתפס בעיני רבים כפרא שיש לאלפו. לאחרונה תפיסה זו מתערערת הודות לגישות של קיימות וחזרה לערכי הטבע, אולם במחשבה מעשית, לא ניתן להחזיר את הגלגל אחורה ולהשיב את ימינו כציידים-לקטים החיים כחלק מהטבע הפראי מהסיבה הפשוטה שיש יותר מדי בני אדם בעולם. גם חקלאות אורגנית וטבעית לא יכולה לספק את צרכי המזון הגדולים של האוכלוסיה האנושית לאור דרישות קרקע מים וכוח עבודה גדולים בהרבה מהחקלאות התעשייתית.

המגמה העכשווית המזהירה מפני קשיי אספקת מזון בעולם המתפתח מזכירה אזהרות מרעב המוני כתוצאה מפיצוץ אוכלוסין אשר רווחו לפני כמה עשרות שנים. במחצית השניה של המאה ה-20 חלו תהליכי התייעלות מעמיקים בענף החקלאות העולמי והביאו למאמץ בינלאומי אשר כונה **המהפכה הירוקה**, שהביא להטמעת חדשנות טכנולוגית ששיפרה רבות את תפוקת הגידולים החקלאיים ובראשם חיטה, הביאה לניהול טוב יותר של גידולי בע"ח ודגה, השבחת זנים ושיפורים טכנולוגיים מרמת מעבדת המחקר, דרך אריזה, הארכת חיי מדף ועד לאמצעי מיכון אוטומטיים. ענף החקלאות חווה עליות דרמטיות ברמות היצור והתגבר על תחזיות שחורות שצפו רעב עולמי במאה ה-21.

יבולי חיטה במדינות מתפתחות, 1950-2004



מקור: FAO

אחד הצעדים המשמעותיים במהפכה זו היה מחקר זני החיטה ע"י חוקרים אמריקאים בראשות נורמן בורלוג במקסיקו. בורלוג עמד בראש צוות שנשלח להשביח זני חיטה באיזורים הרריים במקסיקו, במטרה להעלות את היבול למ"ר ולשפר את עמידות הזנים למחלות. הזנים שהושבחו ע"י צוותו יוצאו לפקיסטן והודו והעלו את יבולי החיטה במדינות אלו במאות אחוזים תוך כמה עשורים והצילו מיליונים מרעב.

בעקבות המהפכה הירוקה גדלו היבולים פי 3-4, ולעתים אף פי 6, ללא הרחבת השטחים החקלאיים וללא הגדלת כוח העבודה. אזורים שבעבר היו מוכי רעב הצליחו להפיק כמות יבולים מספקת לקיום החקלאים ובני משפחתם, ואף נותרו עודפים לצורכי שיווק. ייצור המזון הגלובלי הוכפל תוך זמן קצר. מאמצים רבים בתחום המחקר החקלאי כיום ממשיכים להתמקד בהשבחת זנים לטובת הגדלת יבולים או התמודדות עם מזיקים, תוך שימוש בהנדסה גנטית (GMO). שיטות אלו מעוררות ביקורת חריפה מארגוני סביבה בעיקר מכיוון שזנים מהונדסים אלו משקפים בערכיהם התזונתיים אינטרסים של חברות הזרעים ולא של הצרכן. בעיה קשה נוספת היא השפעתם על הסביבה - זנים אלו משתלטים שדות סמוכים וכן מייצרים תלות בדשנים וחומרי הדברה מתוצרת אותן חברות, כלומר תלות כלכלית של החקלאי בחברת הזרעים.

נורמן בורלוג בוחן זני חיטה פראית ומבוייתת במקסיקו. צילום: AP Images

המהפכה הירוקה השלישית? | מגמות בחקלאות עכשווית

הרוח הירוקה המנשבת בעולם המדע והטכנולוגיה בשנים האחרונות נושאת עימה הבטחה נקייה וירוקה יותר. גופים מוסדיים ופרטיים מתחילים להטמיע את ההבנה כי קיימות ורווחיות הולכות יד ביד, וכי לבד ממניעים אקולוגיים, מוסריים או תדמיתיים, ישנו ערך רב בגיבוש תעשייה מעגלית, המנצלת פסולת, מייעלת שימוש במשאבים ומצמצמת את השלכותיה על הסביבה. מגמה זו החלה במגזרי האנרגיה והתעשייה הכבדה, אך לאחרונה גם בחקלאות גוברת המודעות לקיימות. בקרב הציבור הרחב, במעגלים קהילתיים או בקרב אמנים ויוצרים, מתעוררים תהליכים הקשורים לחקלאות וקיימות ומצמיחים תופעות עירוניות וחברתיות מבטיחות אשר בניגוד לתעשייה, מגיעות מלמטה למעלה.

יש הטוענים כי המהפכה הירוקה השלישית היא **חקלאות אורגנית**. יתרון משמעותי בחקלאות האורגנית היא המודעות שהיא מעוררת לנזקי החקלאות המסורתית, צמחים ובע״ח כאחד ובלגיטימציה שהיא נותנת לאנשים לגדל בעצמם את מזונם, או לפחות לתהות מהיכן הוא מגיע ואילו תהליכים הוא עובר בדרך. עם זאת, גישה זו בעייתית מבחינות רבות, בעיקר בהיבטי מחירים וקנה מידה. ההגדרה לחקלאות אורגנית כוללת רשימה ארוכה של דרישות וחוקים אשר דורשים מהחקלאי להשקיע זמן ומשאבים רבים לכל ק״ג תוצרת ביחס לחקלאות אינטנסיבית. בכך, מומחים רבים טוענים כי בהיקפים גדולים, גידולים אורגניים מזיקים יותר לסביבה מאשר תורמים לה, וכי הבעייתיות החברתית הטמונה בהפרשי המחיר בין אורגני ל׳רגיל׳ מטילים צל נוסף על המגמה.

תיירות חקלאית היא תופעה נוספת אשר מתחזקת ככל שהאוכלוסיה העירונית גדלה ואנשים מחפשי דרכים לפצות על הריחוק בינם לבין הטבע. אירועי קטיף לילדים במטעים, טיולים וטעימות יין בכרמים, סדנאות בישול בחוות חקלאיות ואף מיזמים תיירותיים-חינוכיים דוגמת ׳החווה׳ בפארק הירקון בת״א זוכים לפופולריות גדולה בקרב בני העיר שמחפשים חוויה חדשה וארצית.

מגמה ירוקה נוספת בחקלאות היא דרישה גוברת ל**מזון מקומי** אשר הפך למטבע לשון נרדפת ל׳אקולוגי׳ ו׳בריא׳. מגמה זו התחילה במטבחים של שפים מקצועיים אך מהר מאד חלחלה לתודעה הציבורית כדרישה למזון המותאם לאקלים בו חי האדם, ירקות המושקים באותם מים ונושמים את אותו אוויר, מתוך חשיבה הוליסטית בריאותית. מגמה זו מתחזקת לאור המודעות לנזקי האקולוגי של שינוע ירקות ופירות ממרחקים, בעיקר במדינות בצפון אירופה וצפון אמריקה או בערים מרוחקות מאיזורים חקלאיים דוגמת סינגפור והונג קונג.

לאחרונה מתחילים גופים ממוסדים ומסחריים להשקיע במחקר בעל אוריינטציה לקיימות, תוך שאיבת השראה משיטות גידול אורגניות ופרמקלצ׳ר, חשיבה ביומימטית, הדברה ביולוגית וניהול משאבים ופסולת. דוגמאות לכך הן פרויקט הרחקת מכרסמים באמצעות תנשמות ובזים בישובי עמק בית שאן בשיתוף משרד החקלאות, פרויקט להתקנת כוורות על גגות בפריז לייצור דבש ולשיפור האבקת צמחים בעיר, או גל רכישות של מכתשים-אגן, יצרנית דשנים כימיים, בתחום ההדברה הביולוגית.

ישנן שתי מגמות נוספות בעלות השלכות סביבתיות משמעותיות ועליהן יורחב בפרקים הבאים של עבודה זו - **חקלאות אנכית** הממוקדת בצמצום שטחי הגידול של צמחים ובעלי חיים וייעול התהליך החקלאי, ו**חקלאות עירונית**, אשר מקדמת גידול מזון מקומי ע״י תושבי העיר ועבורם.

חקלאות עירונית | ללמוד מברוקלין

חקלאות עירונית היא מגמה אשר תופסת תאוצה וכן זוכה לתשומת לב רבה בחוגים מקצועים וכן בציבור לאור הפוטנציאל החברתי והאקולוגי שלה והודות לתרומתה להתחדשות עירונית. הניגוד האינהרנטי בין עיר וחקלאות, בין צפיפות עירונית למרחבים כפריים, בין זיהום אוויר לרעננות של שדה, מצליחים להצית את דמיונם של רבים, בעיקר סביב איזורים נחשלים או מוזנחים של ערים צפופות. תופעה זו צומחת לצד מגמות רחבות בתכנון עירוני הקוראות לאורבניזם חדש או New Urbanism, בו משולבים ערכי הטבע והעיר באופן יותר הרמוני. כמו אורגניזם חי, הזקוק לחמצן לנשימה, לאספקת מים ולפינוי פסולת בכדי לגדול בצורה בריאה, כך גם חלקי עיר זקוקים לתנאי מחיה אשר יכולים להתקיים לא רק ע"י מערכות תשתית הנדסיות, אלא גם משילוב של אלמנטים טבעיים בגוף העיר.

העידן הפוסט-תעשייתי בתכנון עירוני מאפשר לקיים עיר שאינה מזוהמת אלא להיפך, יכולה אפילו להיות נקייה יותר מהכפר, כל עוד התחבורה והתעשיה בה נקיות והסביבה הטבעית והמלאכותית פועלות יחד. מגמה זו מובלת ע"י ערים כמו קופנהגן או פורטלנד אשר חרתו על דגלן את נושא הקיימות. בעוד ערים ירוקות אלו קובעות את הסטנדרט אליו על כולנו לשאוף, מגמת החקלאות העירונית פורחת דווקא הודות ליוזמות חברתיות-קהילתיות בערים גדולות וצפופות כמו ניו-יורק, שיקגו, טוקיו, הונג-קונג וסינגפור.

גינות קהילתיות בהן מגדלים ירקות ועשבי תיבול זוכות לעדנה לאחרונה, בעיקר הודות לאלמנט החברתי שמעניק מקום בו ניתן להיפגש, לעבוד יחד בעבודת כפיים מתגמלת ולפגוש שכנים ומכרים בסביבה נייטרלית. מגמה זו החלה בברוקלין, שם יזמים חברתיים וארגונים שאפו לספק לעצמם מזון טרי תוך יצירת מרחב קהילתי במגרשים ריקים בעיר. המגמה התרחבה למקומות רבים בעולם כולל למשל לירושלים שם גינות קהילתיות מהוות מוקד לפעילות שכונתית, ערבי מוזיקה והרצאות ומשמשות שטח ציבורי לא פורמלי בו מייצרים קומפוסט, משתפים ידע, עודרים או שותים תה צמחים.

חקלאות גגות היא תופעה אשר זוכה לתשומת לב רבה ותפסה תאוצה גם היא בברוקלין. מה שהתחיל כאוסף של יוזמות עצמאיות בקנה מידה קטן התגבש בחלק מהמקרים לכדי מודל כלכלי רווחי של 'חוות גג' בהן מגדלים ירקות ומוכרים לבתי קפה ועסקים מקומיים, או ישירות לצרכן דרך מרכולים עצמאיים, על טהרת המזון המקומי. גם בישראל התבצעו מספר נסיונות בתחום. נסיון אחד בעל גוון מדעי במכון וולקני, מינהל המחקר של משרד החקלאות - שם הותקנו על גג הבניין אדניות שמטרתן לבדוק את הפוטנציאל בגידול צמחים על גגות. החוקרים מדגישים את הערך האקולוגי של גידול צמחים על גגות לטובת קירור המבנה ובשימוש במים ממוחזרים. נסיון נוסף של קבוצת צעירים בפלורנטין המגדלים ירקות ותרנגולות על גג הבניין בו הם גרים ומספקים 20% מתוצרת המזון של עצמם, זכה גם הוא לפרסום.

באירופה נפוצות **גינות פרטיות עירוניות** (Allotment Gardens בבריטניה) - שטחי אדמה המחולקים לחלקות של מטרים מרובעים ספורים הפזורים בלב העיר ומאפשרים לנטוע גינה קטנה, להניח ספסל או נדנדה ולגדל צמחי נוי או ירקות. זוהי מעין גרסא קפיטליסטית של הגינה הקהילתית שכן החלקות מופרדות בגדר ונוצרת פחות אינטראקציה בין שכנים. מבחינה עירונית מדובר באיזור מגודר ולא מזמין ולא בשטח פתוח ומשותף אליו נכנסים גם עוברי אורח וסקרנים ומייצר אינטראקציה. תופעה זו אינה חדשה אולם מעניין לראות את השימוש

בגינות אלו כזרז להתחדשות עירונית והחייאה של שטחים מוזנחים: בברלין מוסב שדה התעופה הנטוש טמפלהוף כפארק עירוני עצום. בינות למסלולי הנחיתה הוקצו שטחים לגינות פרטיות לתושבים בתשלום סמלי, תוך הגבלת זמן, במטרה לאפשר לעירייה גמישות בפינוי הגינות בעת פיתוח עתידי של פארק מוסדר.

במודע או לא במודע, גם עיריות תורמות לאחרונה לחיזוק הפן החקלאי באמצעות **עשבי תיבול בגינון עירוני**. רוזמרין תמיד היה נפוץ במרחב הציבורי הודות לעמידותו והתאמתו לאקלים המקומי, אך לאחרונה נראים יותר שתילים של לבנדר, לואיזה, בזיליקום, זעתר ומרווה בגנים ציבוריים. דוגמה בולטת לכך היא פארק החורשות בדרום ת"א אשר נחנך לאחרונה.

תופעה עירונית אלטרנטיבית ומרעננת היא **גינון גרילה** - קבוצות מחתרת של אמנים או פעילים חברתיים אשר משתלטים על איזור אפור ומוזנח באישון לילה, ממלאים חללים במרחב הציבורי באדמה טובה ושותלים שתילים. אנשי גינון הגרילה מונעים מביקורת על הזנחה של איזורים בשולי העיר ומנסים להראות את כוחם של התושבים לדאוג לעצמם באמצעים פשוטים ללא הממסד.

כמה פרוייקטים אדריכליים חלוציים המשלבים חקלאות במבנים בעיר צצים לאחרונה במספר מקומות בעולם:

← מבנה המשרדים של חברת כוח האדם Pesona בטוקיו

← מעבדה בת 4 קומות המשלבת בית קפה, מועדון, בריכות דגים, לול תרנגולות וגידולים בלונדון

← Brooklyn Grange - רשת חוות גג המגדלת מזון ומייצאת ידע על גגות בברוקלין, ניו-יורק

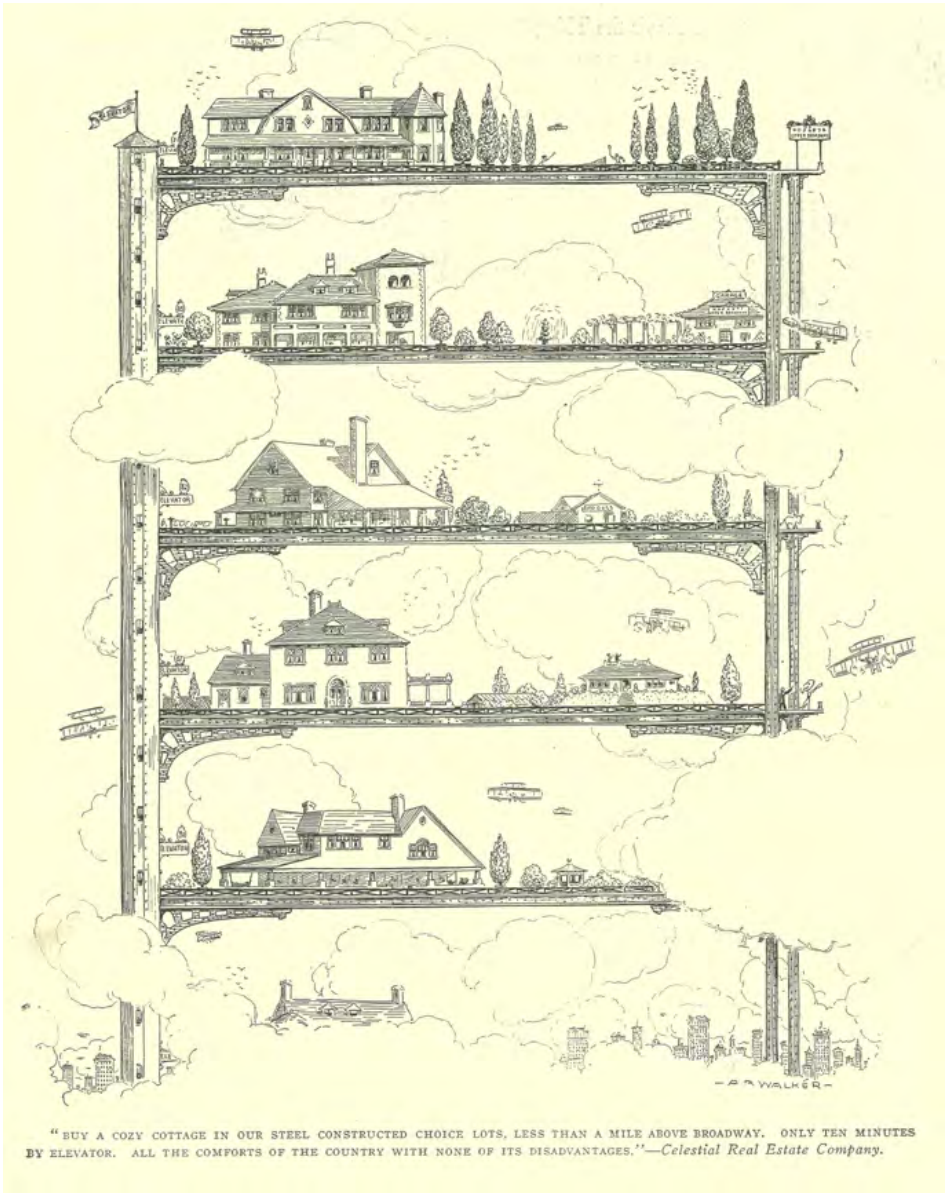
← פרוייקט בקנה מידה ענק להקמת עיר חקלאית-תיירותית-טכנולוגית במרחק שעה מבייג'ינג

אחת מחוות Brooklyn Grange וברקע - מנהטן

שכפול הקרקע | חזיונות ורטיקליים

העשורים הראשונים של המאה ה-20 היו ימי תחילת ההתגשמות של חלום ניו-יורק, בבל של העולם החדש, עיר גורדי השחקים בה הכל אפשרי ולכל אחד יש חלום.

ב'הזיית ניו-יורק' מפרט רם קולהאס את התהליכים וההשפעות המרחביות שהביאו לצמיחתה של מנהטן לגובה. התיאורמה של 1909, דימוי שמבטא היטב את רוח התקופה נוצר דווקא ע"י הקריקטוריסט AB Walker עבור מגזין לייף. הדימוי, קריקטורה אוטופית הנדמית כלקוחה מחלום, שואב השראה מהטכנולוגיות ההנדסיות החדשות בשוק באותה עת ומתייחס למבנה רב-הקומות כשכפול חזרתי של הקרקע.



"קנה קוטג' באחת מחלקות הפלדה שלנו, פחות ממייל מעל ברודווי, רק עשר דקות במעלית. כל הנוחיות של הכפר ללא החסרונות" - סלסטיאל, חברת נדל"ן

א.ב ווקר, מגזין לייף, 1909

פיתוח דימוי זה של מרחבים מוערמים על שלד פלדה התאפשר בעיקר הודות להמצאת המעלית ע"י אוטיס בשנות ה-80 של המאה ה-19. המעלית איפשרה שכפול אינסופי של יחידת שטח מסוימת באופן אנכי לגובה, תוך צמצום מטרדים עירוניים דוגמת זיהום, רעש ולכלוך, והעצמת יתרונות טבעיים כמו אור ואוויר.

הפיכת הבניין לשלד נייטרלי המחזיק מגוון רב ומתחלף של שימושים המייצגים את אורחות החיים השונים של הדיירים הוא חידוש הגדול בתיאורמה זו.

"בכל אחת מתחנות המעלית, סגנון חיים שונה והאידיאולוגיה שאותה הוא מבליע. כל אלה נתמכים ע"י הנייטרליות המוחלטת של התשתית ... במונחים אורבניסטים, המשמעות של חוסר החלטיות היא שאתר נתון אינו יכול להיות עוד מקושר ליעוד קבוע מראש"

מתוך: **תיאורמה**, הזיית ניו-יורק, רם קולהאס

הרעיון המוצג בדימוי של התיאורמה של 1909 חוזר ומופיע כפתרון אוטופי לבעיות הצפיפות וצמצום שטחי המחיה בעולם. האיור Highrise of homes של ג'יימס וינס מ-1981, גם הוא עבור מגזין לייף, מציג אוסף של בתים פרטיים מוערמים בקומות על שלד מינימלי. איור זה מציג מצב צפוף יותר, אך גם כאן - חלק מבעלי הדירות העצמאיות מפנים מקום לצמחיה, ביתני גן וכו'.

דוגמה נוספת לשכפול הקרקע לגובה היא הצעה רעיונית למגדל זכויות אדם בסין שזכתה בציון לשבח בתחרות eVolo 2012. הצעתם של Ren Tianhang, Luo Jing & Kang Jun מנסה להעלות למודעות את זכותו של כל אדם לקורת גג ולאוזלת היד של הממשלה הסינית בהתמודדות עם מצוקת דיור למחוסרי יכולת במדינה המצטופפת. הביקורת החברתית תופסת צורה הדומה מאד לחלום האוטופי שאוייר 103 שנים מוקדם יותר.

בתקופה האחרונה ניכרת מגמה של עירוב שימושים והגדלת המגוון בתוך רבי קומות באופן המשפיע גם על חיצוניות הבניין - רחובות עיליים, פארקים בשחקים או בריכות שחייה הנוגעות בשמיים. אלמנטים ציבוריים אלו של פנאי וספורט משפרים את איכות החיים של תושבי העיר הצפופה, אשר זקוקים למרחבים שיאזנו את האספלט, התנועה והפיח, ורצוי שיהיו כמה שיותר קרובים לביתם ולא רק בפארק עירוני שעשוי להיות מרוחק.

מגמה נוספת היא שילוב גידולים חקלאיים במרכזים עירוניים, בעיקר על גגות או מרפסות. גם הפעם ניו-יורק תופסת תפקיד מרכזי במגמה זו, הפעם בברוקלין וכן בקווינס ובברונקס. כיוון התפתחות אחד למגמות אלו עשוי להיות להקים חממות גידול מזון תעשייתיות קרוב לעיר. כיוון אחר הוא התמקדות בפן הקהילתי-חברתי ושילוב אלמנטים חקלאיים בקומות ציבוריות ברבי קומות, על גגות או בקומות הקרקע של הבניין.

כיוון שלישי ומעניין, אשר משלב בין הגישות יהיה שילוב חקלאות באופן ורטיקלי יחד עם מגורים, משרדים או מסחר ושטחי ציבור. מגדל מגורים אשר חלק מכל קומה מוקדש לגינות לתושבי הקומה, או לחילופין כמה קומות באמצע הבניין משמשות כחממה המספקת מזון לדיירים. מבנה משרדים אשר חלק מקומותיו משמשות לגידול מזון לקפיטריה של העובדים, ובמקביל משרתת את העובדים כמרחק להסתובב בו, לקבל השראה ולנוח כמה דקות מישיבה מול המחשב. סופרמרקט אשר על גגו גדלים בקומות כל הירקות הנמכרים בו, תחנת דלק ירוק שמעליה קומות של גידולי ביו-דלק, מפעל קטשופ על גג חממת עגבניות אנכית ועוד כיד הדמיון.

חקלאות אנכית | מהחלל החיצון לשכונה

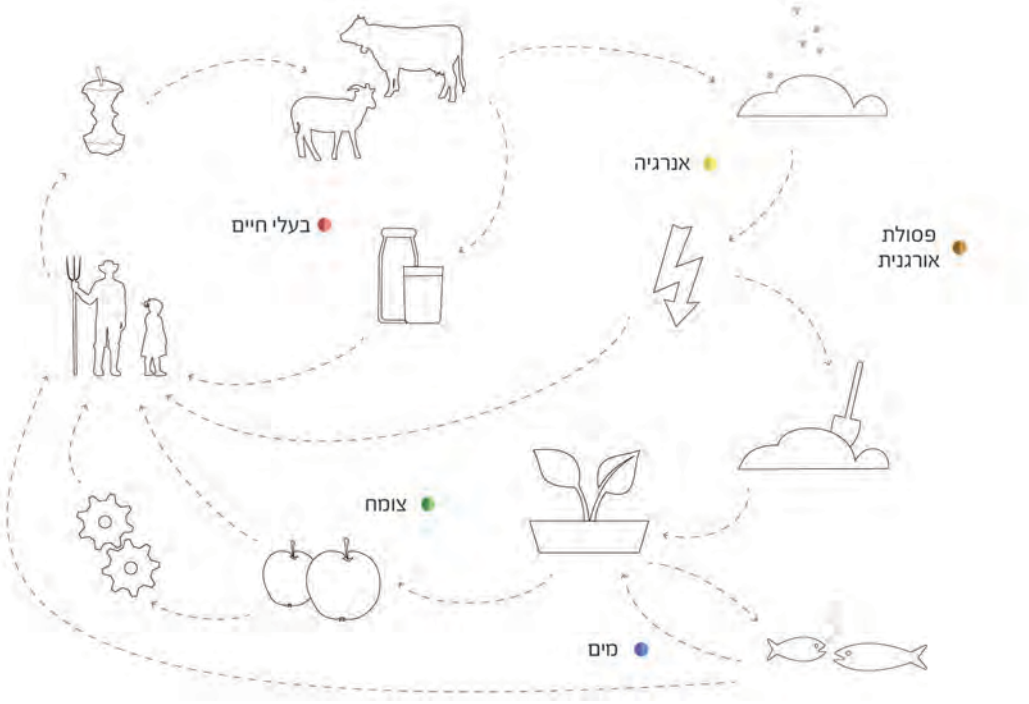
בשנים האחרונות מבשילות טכנולוגיות המאפשרות ניתוק מוחלט של החקלאות מהקרקע, ואף גידול מזון בתנאי מעבדה באמצעות תאורה והזנה מלאכותיים. חלק מהטכנולוגיות החלו להתפתח בשנות ה-70 במחקרים של נאס"א, אשר חיפשה דרכים לגדל מזון לאסטרונאוטים בחלל וחלקן קודמו ע"י תעשיית הקנאביס הביתית שסיפקה לצרכנים דרך לגדל בארון סגור ומוסתר בביתם את תצרוכת הסם הדרושה להם ולחבריהם.

בעידן טרום-אפוקליפטי, כל עוד השמש זורחת, יורדים משקעים ומעגל הפחמן והמים פועלים על כדור הארץ, אין צורך אמיתי לגדל ירקות על מדפים במרתפים, ודאי שלא בבחינת צריכת האנרגיה המיותרת והספקנות הקיימת לגבי איכותה וטעמה של תוצרת שגדלה בחושך והוזנה בדשנים כימיים בלבד. שילוב של אלמנטים טכנולוגיים חדשניים כמו חקלאות אקווופונית, יחד עם חשיבה אקולוגית מעגלית, ניהול משאבים חכם, תוך שילוב עקרונות גידול אורגני, יכולים להניב יתרונות מעשיים ובראשם שחרור הקרקע מהחקלאות.

בתהליך דומה לזה שעוברות תעשיות כבדות ומזהמות אחרות, גם נזקיה של החקלאות לסביבה צריכים להיבחן מול חלופות אחרות, יותר נקיות ומקיימות, אשר פעמים רבות יוכחו גם כיותר כלכליות. המודעות הגוברת למזון בריא מעודדת את תהליך ה'יירוק' שעוברת תעשיית החקלאות, וחקלאות אנכית יכולה להיות התשובה להרבה מהבעיות.

בעבר, כאשר מרבית בני האדם התקיימו מחקלאות, משק בית חקלאי התקיים באופן יעיל במשאבים ומעגלי, כלומר תוך ניצול הדדי של פסולת וחומרי תזונה מתהליך אחד למשנהו באופן סימביוטי. הקידמה הטכנולוגית ומבנה השוק הקפיטליסטי, אשר הגדילו את החקלאות לקנה מידה תעשייתי, יצרו הפרדות מבניות ופיסיות אשר ניתקו הרבה מהחוליות בשרשרת וכך הגדילו את יצור הפסולת ובזבוז המשאבים.

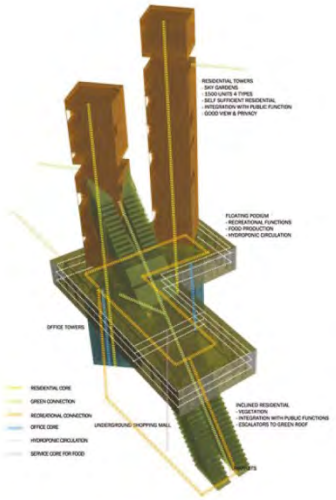
<u>סימביוזה תעשייתית בחקלאות</u>

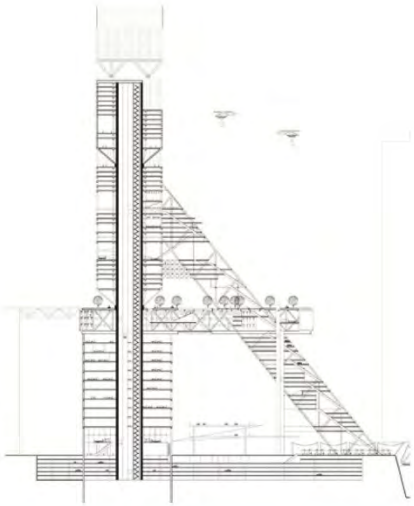


	בעלי חיים	קליפות ושאריות מזון של תושבי העיר ירוכזו בפחים יעודיים // בפינוי יומי, הפסולת הרטובה תוכל לשמש מזון לפרות, עזים וכבשים // בעלי החיים יהנו מחופש תנועה יחסי ואיוורור טבעי // בדומה לבני אדם או חיות מחמד, גם חיות המשק יתרגלו לחיים בגובה // שילוב של גידולי תבלינים, יאפשר לצמצם את השימוש בתרופות מלאכותיות ולהחליפן באנטיביוטיקה טבעית כמו אורגנו // שקיפות מול הצרכנים בתעשיית הבשר, החלב והביצים תביא יותר אנשים לחשיבה שקולה על מרכיבי תזונתם.
	אנרגיה	תהליכי העיכול של חיות משק מייצרים פסולת עשירה במתאן, אחד מגזי החממה האחראיים להתחממות כדור הארץ והחור באוזון // מתאן משמש לייצור חשמל בתהליך לא מזהם וחסכוני באנרגיה - מתאניזציה // מרפת של 500 פרות ניתן להפיק 250 קילוואט, השווים לתצרוכת החשמל של כ-200 משקי בית.
	פסולת אורגנית	אחד מתוצרי הלוואי של המתאניזציה הוא בוצה // בשילוב עם פסולת אורגנית של תושבי העיר כמו גזם, שאריות מזון ממסעדות ואף פסולת רטובה ממשקי בית, הבוצה עוברת תהליך קומפוסטציה // הקומפוסט משמש כמצע אווירירי לגידול לצמחים, העשיר בחומרי תזונה // על מצע איכותי שכזה, אין צורך ביותר מ-20 ס"מ לגידול ירקות, או 10 ס"מ לגידול תבלינים.
	צומח	מצעי גידול מנותקים מאפשרים חסכון פי 10 בצריכת מים לעומת אדמה רגילה // השימוש בחומרי הדברה יצומצם פי 20 // בגידולים מסוימים, כ-40% מהתצרוכת החקלאית אינה מגיעה לשוק עקב אי התאמה אסתטית לדרישות הצרכנים. במקרים אחרים, חלקים מהצמח שאינם מתאימים למכירה כתוצרת טריה עשויים לשמש בחומר גלם לתהליך תעשייתי // למשל, גבעולי בזיליקום משמשים להכנת פסטו ורימונים שאינם נאים דיים נסחטים להכנת רכז.
	מים	מעגל מים סגור בין גידולי הצמחים ובריכות דגים יאפשר טיהור של מי הבריכות, הזנת הדגים ודישון הצמחים // שורשי הצמחים פולטים מלחים ורעלים אורגניים הגורמים לאורך זמן לירידה באיכות הקרקע // חומרים אלו מהווים מקור מזון לדגי מים מתוקים כמו קרפיון ואמנון // הפרשות הדגים במים עשירות בחנקן - דשן לצמחים // הצמחים מעשירים את המים בחמצן ומפחיתים את הרעילות מהפרשות הדגים, וכך מטהרים את המים // החסכון במים ביחס לחקלאות מסורתית מגיע ל-95%.

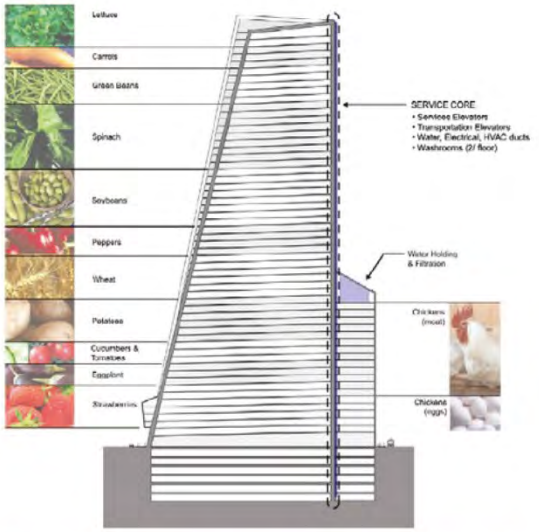
בשנים האחרונות התפרסמו כמה רעיונות ונסיונות למבנים של חקלאות אנכית, חלקם בעלי אוריינטציה לקיימות אשר מטמיעים יחסי גומלין בין תהליכים חקלאיים, וחלקם מתייחסים לחקלאות כערך מוסף לשימושים עירוניים רגילים לרבות משרדים. הרעיון הרדיקלי ביותר הוא פרויקט Pig City של משרד האדריכלים ההולנדי MVRDV אשר ניתח את שוק בשר החזיר בהולנד והציע דרכים שונות לשלב את גידול החזירים בעיר במבנים אנכיים. לעומתו, הפרוייקט המעשי ביותר הוא חוות SkyFarm בסינגפור אשר פעילה מזה שנה ומספקת תוצרת ירוקה טרייה ובעיקר חסות ובאק-צ'יו לשוק המקומי, על חשבון ייבוא ממלזיה.

בעמודים הבאים יפורטו כמה מקרי מבחן של חקלאות אנכית בעולם, חלקם קונספטואלים וחלקם קיימים בפועל, תוך ניתוח המאפיינים האדריכליים ומתן פרטי רקע.



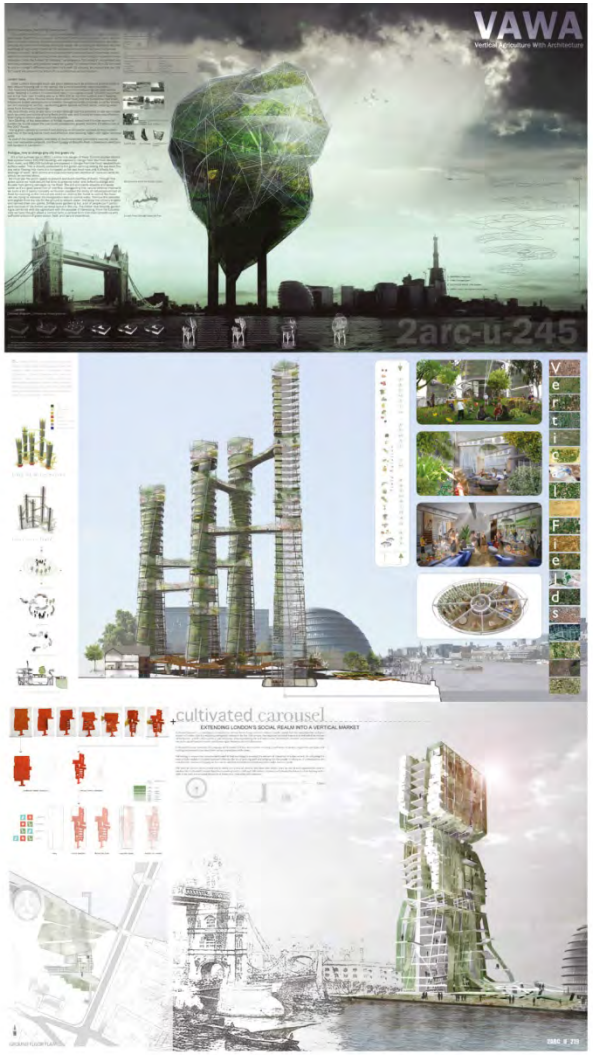


Chicago Gateway
מבנה מעורב שימושים הכולל
'קופסת' חקלאות הידרופונית
המיועדת לגידול עשבי תיבול וירקות
באמצעות מסילות אוטומטיות. החווה
החקלאית נשענת על שני מגדלי
משרדים ומבנה מגורים משופע.

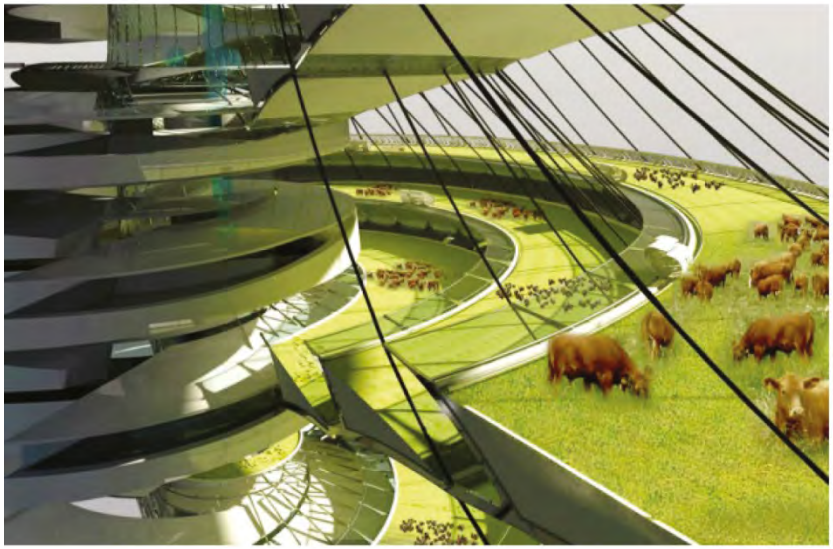


פרופ' דיקסון דספומיה
מאוניברסיטת קולומביה,
מחלוצי הרעיון לחקלאות
ורטיקלית עירונית, טוען בספרו
The Vertical Farm כי מגדל
אחד בן 30 קומות יוכל לספק
מזון ל-50,000 איש.

15 מגדלים בני 54 קומות
כמו זה בתמונה, שהוצע ע"י
האדריכל **Gordon Graff**
יאכילו את כל אוכלוסית ניו-יורק



שלוש הזוכים במקומות הראשונים בתחרות האדריכלים **London Farm Tower** שהתקיימה ב-2011, בה נתבקשו מתכננים לשלב מבנה מגורים וחקלאות אנכית על גדות התמזה. המשתתפים נדרשו לשלב חומרים חדשניים וחכמים בעיצוב המבנה.

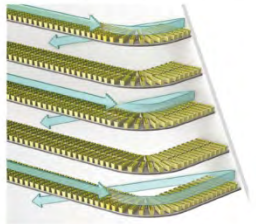


הצעה מועמדת לפרס בתחרות גורדי שחקים של 2011. מגדל זה **eVolo** בנוי משדות מרעה העולים בצורה ספירלית לגובה. עפ"י המתכננים, הפרות ירעו בחופשיות במשך 30 יום ואז יעלו למפלס הבא, בשלב זה יאכלסו תרנגולות את שטח המרעה המנוצל עד שיגדל שוב דשא.

GROWTH CYCLE

How a vertical farm going up in Sweden will work

1 Plants will grow in boxes on a mechanical track that carries them from the top of the building to the bottom for harvesting. The track is built outside the wall of the office building behind a glass facade to receive natural light. When plants finish moving across one level, they slide down to a lower level.



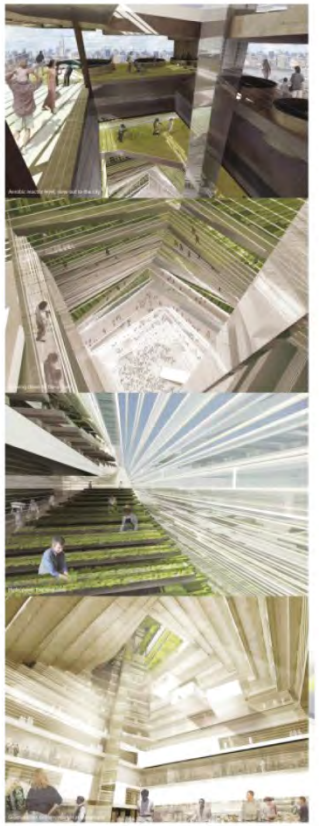
2 Mechanical arms below the track will gradually shift the boxes forward on each level.

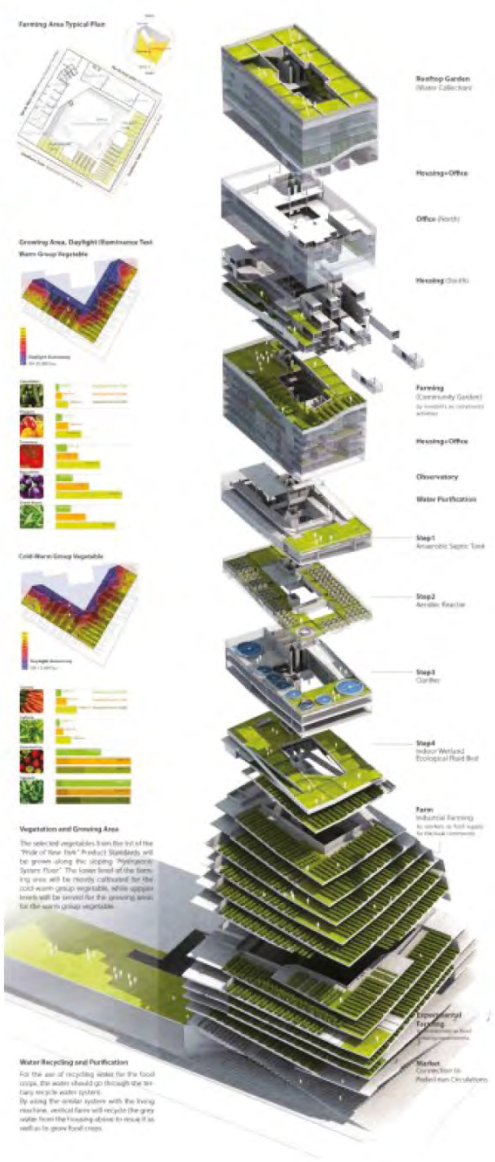
3 The vegetables, like bok choy, will be planted in the boxes in pumice, which holds water and is porous enough to allow root growth. An irrigation line will carry water and nutrients to the roots.

חברת **Plantagon**, חברה מסחרית אמריקאית-שוודית מתכננת הקמה של חממות תעשייתיות בערי שוודיה. כדור הזכוכית שאמור לקום בעיר ליקופינג בשוודיה ב-2013 ינצל פליטות חום של תחנת כוח קרובה לשמירה על אקלים בחממה. החום ישמש גם לצרכי האנרגיה של מערכת המסילות המניעה את אדניות החסה בכדי לספק לכל הצמחים כמות שווה של אור.

מגדל המשלב חקלאות אנכית עם משרדים ומסחר בתחתית. שטחי הגידול משמשים כשטחי מעבר בין הקומות. האדריכלים במשרד **SOA** הצרפתי שמרו על יחסי שקיפות בין הפעילויות השונות בבניין, וכן עם הרחוב.

בדומה להצעות נוספות לחקלאות אנכית, נעשה שימוש בתאורה מלאכותית אשר נכון להיום טרם בשלה לשמש כתחליף אור טבעי לגידולים חקלאיים באיכות גבוהה.





מגדל מעורב שימושים בתכנון המבנה **Jung Min Nam** מתפקד כמערכת לטיהור מים, העושה שימוש במים אפורים מהמגורים והמשרדים שבראש המגדל, מטהרת אותם באמצעות פילטרים ביולוגיים בקומות שבאמצעו, ומעבירה אותן להשקייה במערכות הידרופוניות בחלקים התחתונים של המבנה. במפלסים הקרובים לרחוב מתוכנן שוק, ובקומות העליונות נקודת תצפית.

Locavore Fantasia

הצעה רעיונית שהוגשה ע"י סטודיו **WORKac** עבור ניו-יורק מגזין, שבבסיסה הצעה בעלת ערך חברתי - שיכון חקלאים מהגרים בלב ניו-יורק ע"י מתן שטח גידול ויחידת מגורים לכל משפחה, תוך יצירת שוק ומרחב ציבורי במפלס הרחוב.

Farmed Here, החווה האנכית הגדולה ביותר בארה"ב פועלת בשיקגו ממרץ 2013 ומספקת עשבי תיבול וחסה לעיר הקרה והצפונית כתחליף ליבוא ממקסיקו. בעזרת תאורה מלאכותית ושימוש באקווופוניקה (בריכות דגים), החווה כמעט לא עושה שימוש בדשן וממחזרת 97% מהמים. לצורך ההקמה חברה השיגה מימון מקרנות הון ומפעילה האנגר בשטח של 30,000 מ"ר. במקום צפויים להיות מועסקים 200 עובדים.

Sky Greens, מפעילה מקבץ חממות בגובה 9 מ' לגידול באק צ'וי וכרוב כ-20 ק"מ ממרכז סינגפור. הייצור החל ב-2012 לאחר שנתיים של מחקר ופיתוח. עושות שימוש באור טבעי בסביבה מבוקרת. הצמחים גדלים על מצע מנותק באדניות המונחות על מדפים הנעים על מסילות מכניות מעלה ומטה כדי לאפשר חשיפה שווה לאור.

מיתוס האדמה | מדיניות הקרקעות בישראל

בבסיס הציונות עומדת התפיסה לפיה האדמה היא המשאב העיקרי הדרוש לפריחתו של העם היהודי בארצו. תפיסה זו מייצרת פראדוקס ההולך ומעמיק עם השנים, אל מול המהות המודרנית והטכנולוגית של מדינת ישראל כפי שנדמתה בידי חוזיה וכפי שהיא מתנהלת בפועל כיום. במבחן הזמן, מתפוגג המיתוס לפיו אדמת ארץ ישראל:

1. תזין

2. תספק בטחון

3. תספק דיור

4. תתן מרגוע

תזונה

רוב התבואה הנדרשת לאספקת הפחמימות של האוכלוסיה בישראל נכון ל-2013 - חיטה, אורז, תירס, סויה - מיובאת מחו"ל. תוצרת מקומית של חיטה מסתכמת רק ב-4% מהצריכה הכללית, כאשר בגידול מקומי של חיטה אין הגיון כלכלי - אלא בעיקר הגשמה של מניעים פוליטיים או כוונות לשימור מורשת נוף תרבות. בשונה מחיטה, ירקות ופירות אינם גוזלים קרקע רבה וגדלים באופן מיטבי בסביבות מבוקרות, אפילו בתנאי אקלים קיצוניים בערבה או בבקעת הירדן. הודות לקשיים האקלימיים והכלכליים בתחילת דרכה, החקלאות הישראלית פיתחה שיטות פורצות דרך וזנים משובחים המניבים תוצרת איכותית ורבה תוך שימוש במשאבי קרקע ומים הולכים ופוחתים. אם לא די בכך, אמצעי גידול חדשניים כהדליה או חקלאות הידרופונית יכולים לצמצם אף יותר את הצורך באדמה לגידול מזון.

בטחון

שטחה המצומצם של ישראל והיחסים העוינים עם שכנותיה היוו מאז ומתמיד אתגר בטחוני ראשון במעלה לצה"ל. העליונות הצבאית של ישראל התגבשה באסטרטגית לחימה שהתווה יגאל אלון בשנות ה-60 והוצאה לפועל במתקפה המפורסמת של חיה"א, אשר חיסלה את חילות האוויר המצרים והירדנים בעודם על הקרקע בבוקר ה-5 ליוני 1967. המימד האנכי, אם כן, מפצה על המחסור ב'עומק אסטרטגי' של ישראל.

> *According to a plan he [Yigal Alon] drew up with Air Force Commander Ezer Weizman in the mid-1960s, Israel's Air Force would provide volumetric - that is aerial - compensation for Israel's apparent inferiority on the ground.* (from Interlude - 1967, Hollow Land, Eyal Weizman, pg. 17)

מאז ועד היום נוחל חיה"א הישראלי הצלחות בטחוניות מסחררות, כמו המתקפה על הכור בעיראק, פיצוץ מנהרות בעזה, חיסול מחבלים מהאוויר ותקיפת שיירות נשק מסודאן ועד סוריה. משאבים רבים הושקעו בפיתוח טכנולוגיות ותורות לחימה שמטרתן להרחיק את הלחימה מגבולותינו, תוך שימוש במודיעין מתקדם, לוויני ריגול, עמימות גרעינית, מכשירי התראה משוכללים ואמצעי לחימה המאפשרים מעקב ותגובה אל עומק שטח האויב. בעידן של לוחמת סייבר, מזל"טים ומערכות יירוט טילים, חשיבותה של האדמה כאמצעי הגנה נמוך מתמיד.

דיור

ישראל היא מהמדינות הצפופות בעולם. ב-2005 אושרה תמ"א 35 אשר לראשונה בתולדות המדינה הצביעה על הכרה בצורך לשמור על מרחב רציף של שטחים פתוחים לטובת הציבור ולדורות הבאים ועודדה ציפוף במרכזי הערים תוך עצירה של הקמת ישובים חדשים. בעשורים שקדמו לכך, ישובים שהיו כפריים באופיים דוגמת תל מונד, גדרה וכפר יונה, עברו תהליך של בינוי מואץ של שכונות רבי קומות. תהליך זה הוליד מין יצורי כלאיים בין עיר וכפר. העומס על התשתיות, אובדן האופי הכפרי והחיים הפרבריים המנומנמים המאפיינים שכונות כאלו מותירים את התושבים קרחים מכאן ומכאן, כשהפרמטר העיקרי לאיכות החיים הוא מרחק הנסיעה לתל-אביב. במקביל, המדינה מתנערת מאחריותה לפיתוח הערים הגדולות. התנהלות פרויקט הרכבת התחתית בתל-אביב, שאמורה להוות את הבסיס לציפוף בריא לגובה, מייצג זאת באופן הכי בולט. התוצאה - העיר לא עיר והכפר לא כפר.

מרגוע

אין עוררין על כך ששקט, אוויר נקי וסביבה ירוקה הם מרכיבים חיוניים לבריאות האדם ונפשו. שמורות הטבע בישראל גדושות מבקרים בכל הזדמנות שמזג האוויר מאפשר זאת ומטיילים בכל הגילאים ממלאים את המסלולים, החופים והמעיינות. מתכנני המדינה הכירו בצורך בקרבה לטבע וראו בערים את הניגוד לכך. בעוד ערי ענק תעשייתיות כמו לונדון או ניו-יורק של אמצע המאה ה-20 מול עיניהם, דחקו המתכננים את האוכלוסיה אל הפריפריה, בתואנה כי העיר תחנוק את כוח היצירה של תושביה.

> *"בריאות העם השוכן ביצורים אלו תרד עד שלא ישארו כוחות ליוזמים ליצירה ולבנייה ... אין לנו לפני הבית המראה אל השטח החופשי הירוק, שהיה עלול להרגיע את עצבינו"* (**אריה שרון**, מתוך פרוטוקול ישיבת הפתיחה של "הועדה הממשלתית לנפות ומרחבי תכנון", 6.12.1948)

במציאות, הקמת מאות ישובים חדשים, חיבורם לתשתיות תחבורה וחשמל, הקפתם בדונמים של שדות חקלאיים התחומים בגדרות ומסומנים בשלטים אדומים האוסרים על כניסת זרים, הם כנראה ההפך הגמור מהרוגע הפסטורלי והירוק שאיחל שרון לתושבי מדינת ישראל. בחגים ושבתות שמורות בטבע מתפקעות מאדם בעוד מאות אלפי דונמים של חורש טבעי ועמקים ירוקים שהיו יכולים לארח משפחות ומטיילים הוחלפו בשורות של שדות מגודרים ומרוססים או חממות אטומות, מבותרות ע"י כבישים ראשיים ומעקות בטיחות.

חממות ובינהן מושב אחיטוב. זה מרגוע זה?

בשונה מחזונם של קובעי המדיניות, מדוד בן גוריון ואריה שרון אשר הגו את תכנית הפיזור לאוכלוסיה היהודית, דרך יגאל אלון שיישב את הבקעה בישובים חקלאיים, אריאל שרון שתכנן את פיזור האוכלוסיה ביו״ש וחבל עזה, למציאות יש חוקים משלה.

כוחות השוק הביאו לכך שהמטרופולין מצטופף ומתחיל להפוך לעיר 'אמיתית', בעוד הכפר מאבד את זיקתו החקלאית והופך לפרבר שינה, מוקף בחממות סגורות המופעלות ע״י מספר מזערי של חקלאים/מנהלי עבודה. תופעות אלו מניחות את היסוד לשבירת הקשר בין החקלאות ובין הכפר. הישות החברתית של קהילות כפריות חקלאיות כמעט חלפה מהנוף הישראלי. מצד שני, העיר הדינמית והמצטופפת חסרה שטחים ירוקים, אוויר נקי וקשר אל הטבע שמציעה חקלאות. המציאות, אשר מתנערת מהדיכוטומיה ההיסטורית של עיר וכפר, יכולה להצמיח פוטנציאל להגדרה מחודשת של שתי הישויות האלו.

גאולת הקרקע | חקלאות אנכית עירונית בישראל

טכנולוגיות חקלאיות קיימות דוגמת הידרופוניקה, גידולים על מצע מנותק או הדליה מאפשרות לבטל את הצורך בקרקע עבור חקלאות ולגדל ירקות על משטחים בנויים ואף בגורדי שחקים. להערמה של שדות באופן אנכי יש השלכות רבות על תהליכי גידול החקלאות, החל בצמצום שימוש בחומרי הדברה, חסכון במים, הפחתת ניוד סחורות וקרבה לצרכן. להכנסת החקלאות לעיר השלכות חברתיות וציבוריות רבות - יצירת שקיפות בתעשיית המזון וזירוז תהליכים של התייעלות אנרגטית וכלכלית, הנובעים מהצורך להצטופף כדי לפצות על עלויות הקרקע בעיר.

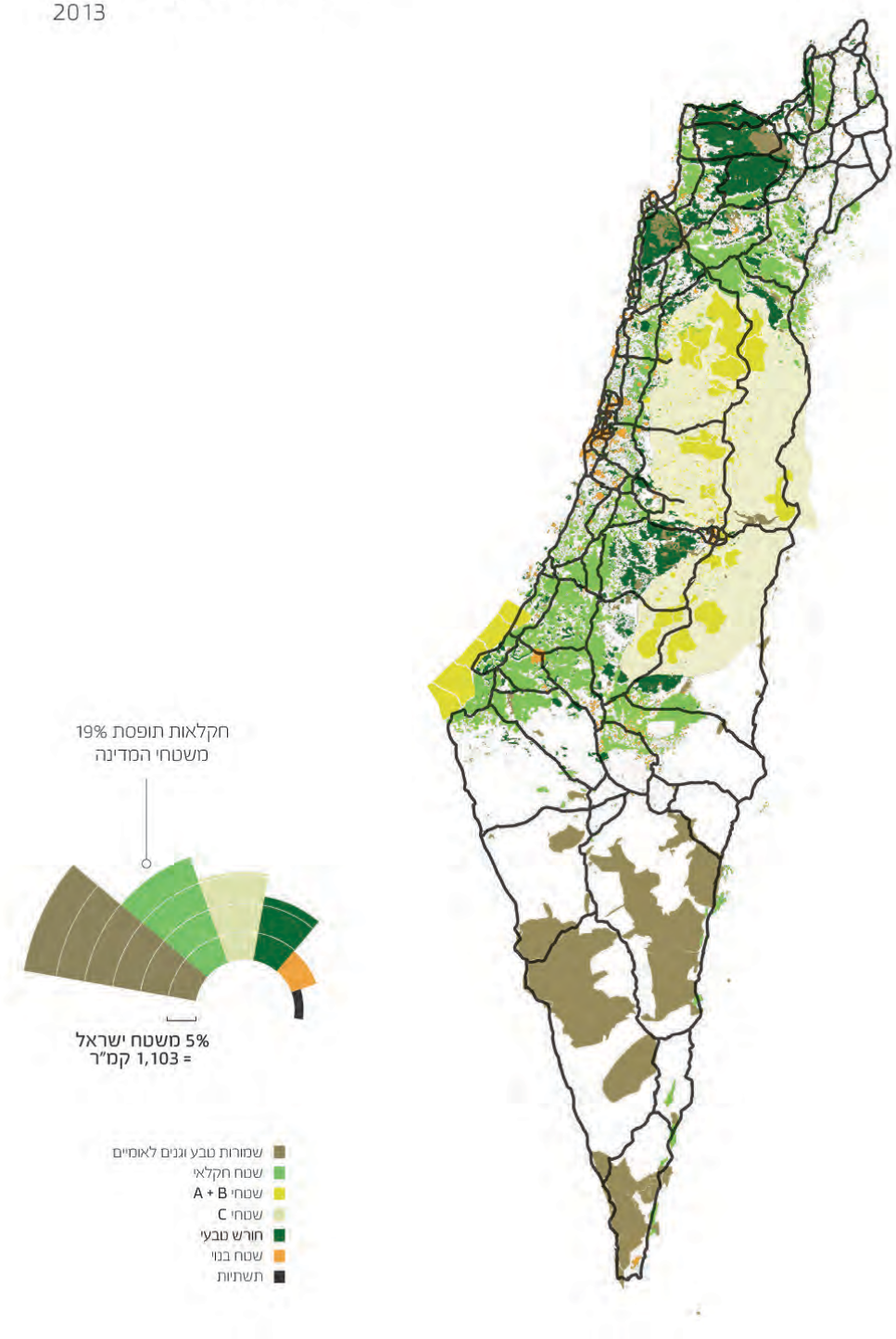
בישראל מעוטת משאבי השטח, החלום הציוני של גאולת קרקעות יכול לעבור מטאמורפוזה לעידן העירוניות הורטיקלית, ע"י רתימת החקלאות כמנוע לצמיחה והתחדשות עירונית ובמקביל, להחייאת המרחב הפתוח. הפסקת עיבוד האדמות תאפשר לטבע לחזור ולקיים את עצמו על האדמה, מעליה ומתחתיה. מגוון יונקים, ציפורים, זוחלים ומינים רבים של צמחים יחזרו וישגשגו בשטחים שנגזלו מהם בעידן המודרני. החורש הטבעי שצמח בכל איזור ההר ומישור החוף, עצי האלון והמגוון העצום של בעלי החיים שחיו בסביבות אקולוגיות אלו יוכלו לגאול את הקרקע מנזקי האדם, אם וכאשר ניסוג לאיזורים שכבר כך תוכננו ועוצבו על ידינו - הערים.

למעלה: יער אלונים, אלוני אבא (צילום: תפוז פורומים)
למטה: חווה אנכית בדרום תל-אביב (הדמיה)

במספרים, העברת החקלאות לשטחי הערים תפנה כ-4,500 קמ"ר של אדמה, או 19% משטח המדינה. במצב כזה, מה יעלה בגורל כל האדמות שיתפנו? להלן תיאור המצב הקיים וכמה תרחישים לעתיד:

שימושי קרקע בישראל

2013



◁ פינוי קרקעות חקלאיות

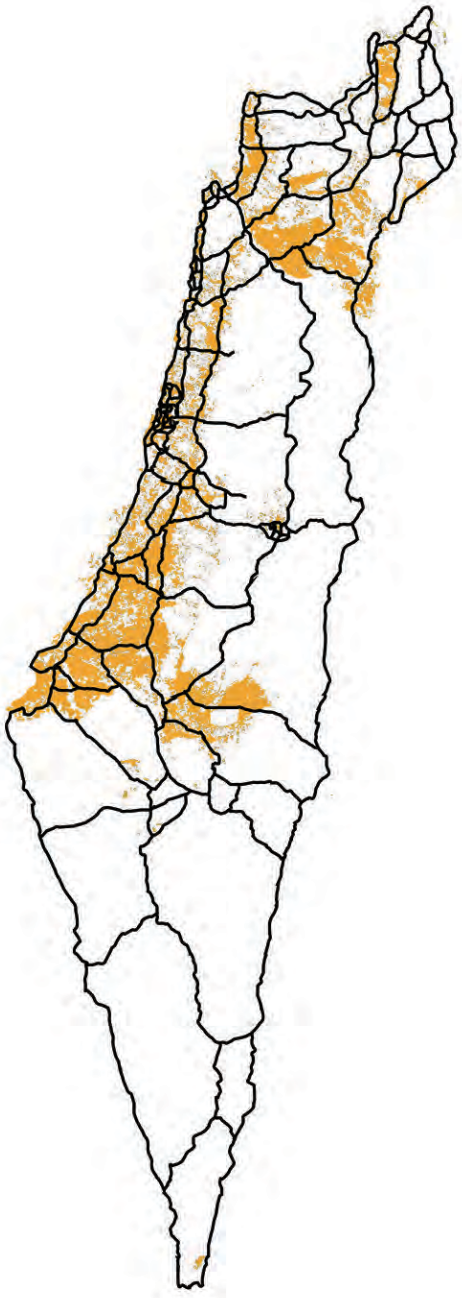
תרחיש #1 / מדיני

העברת השטחים
החקלאיים בתחומי הקו
הירוק למתנחלים תתן
להם שטח הגדול בשליש
משטחי יו"ש

שמורות טבע ופרקים לאומיים
שטח חקלאי
מדינה פלסטינית
שטחים להתנחלות
חורש טבעי
שטח בנוי
תשתיות

◁ פינוי קרקעות חקלאיות

תרחיש #2 / דיור



אם שטחי החקלאות
יחולקו בין כל אזרחי
המדינה שווה בשווה,
כל אזרח יקבל חצי
דונם!

שמורות טבע ופרקים לאומיים
שטח חקלאי
שטחי A + B
שטחי C
חורש טבעי
שטח בנוי
תשתיות

◁ פינוי קרקעות חקלאיות

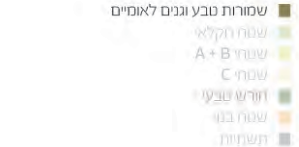
תרחיש #3 / יעור

עד להקמת הרכבת ע"י העות'מאנים בסוף המאה ה-19, מרבית איזורי ההר ומישור החוף היו מכוסים בחורש טבעי, שופע בחיות בר

◁ פינוי קרקעות חקלאיות

תרחיש #4 / הגנת הסביבה

בצירוף 19% משטחי החקלאות, כמעט חצי משטח מדינת ישראל יוכרז כשמורת טבע, מהשיעורים הגבוהים בעולם



החלומות באוויר הראש באדמה | סיכום

ישראל היא אמנם אחת מהמדינות הצפופות בעולם, אך היא לא סינגפור. שטחי הקרקע החקלאית המנוצלת כיום עומדים על 70%, פחות מממוצע של 80% בעולם, והרבה מהתוצרת מיועדת לייצוא לחו"ל. מרבית הגידולים עתירי הקרקע לרבות חיטה מיובאים מחו"ל, אספקת הפירות והירקות מגיעה מייצור מקומי והשינוע מהערבה והגולן אמנם גוזל 25% מעלות היצור, אך זה עדיין הרבה פחות מהמקובל בנורווגיה או קנדה הצפוניות. טענות על מחסור במים בארצנו המדברית ייענו במחקרים רשמיים הטוענים כי החקלאות הישראלית היא החסכונית ביותר במים בעולם, הן מבחינת ניצולת פר דונם והן בשימוש במי קולחין.

אז למה בכלל להתעסק עם חקלאות אנכית ועירונית בישראל?

האפקט החיובי שבהכנסת שטחים חקלאיים לעיר בהיבטי חינוך, קהילה וחברה הם סיבה מספיק טובה בפני עצמה. ילדה שתלמד מהי סבלנות מהתבוננות יומיומית בצמיחתה של עגבניה שאין לקטוף טרם הבשלתה, או אדם שיבין את התהליך העומד מאחורי חומרי התזונה בסלט המוגש לו במסעדה יפנימו מסרים חינוכיים ובריאותיים שלא ניתן למדוד בכסף. מבחינה קהילתית, התנאים שמאפשר פארק חקלאי ציבורי בו שותפים תושבי העיר יכול לזמן מפגשים יוצאי דופן בסביבה חיובית ומרגיעה.

הערך האקולוגי והמחקרי שבפיתוח חקלאות מעגלית ונקייה אשר משתתפת בתהליך מחזור הפסולת העירוני ומייצרת מזון לתושבי העיר טומן בחובו משמעות כלכלית וחברתית כאחד. אפילו אם כיום ההשקעה הדרושה גבוהה מהחסכון הכלכלי, מחקר ופיתוח יביאו להתייעלות והוזלה של הטכנולוגיה. במרווח הזמן הזה, הפן התיירותי והחינוכי יוכלו לפצות על ההשקעה הנדרשת.

תעשיית החקלאות והטכנולוגיה החקלאית הישראלית הינה מהמובילות בעולם. במבט רחב יותר, גיבוש מודלים טכנולוגיים ועסקיים של חקלאות עירונית ואנכית יכולים להוסיף נדבך חשוב למחקר ולידע החקלאי של ישראל ואנשיה. נסיון מעשי בתחום ישפר את מעמדה של ישראל כשותפה מובילה בהתמודדות עם אתגרים עולמיים כמו שינוי האקלים, מיצוי קרקע זמינות, פיתוח זנים מותאמים לגידול אנכי ועירוני ובהקמת קהילות חקלאיות בנות קיימא.

כך או כך, כל זה הוא חזון למועד. בתנאים הפוליטיים והכלכליים הנוכחיים, יקח זמן רב עד שכל הגורמים הקשורים לתהליך רב-תחומי שכזה יכירו בצורך לצופף את החקלאות ויסכימו לבצע ניסויים כאלו בקנה מידה גדול בישראל, אם בכלל.

בינתיים, כדאי להתחיל בקטן.

ביבליוגרפיה

1. **The Vertical Farm**, פרופ׳ דיקסון דפומיה, Thomas Dunne Books, 2010

2. **Food for the City**, NAi Publishers, Stroom Den Haag, 2012

3. **דילמת השפע**, מייקל פולאן, מאנגלית:מירה ברק, הוצאת מודן, 2009

4. **Sustainable Agriculture,** דו״ח OECD, נובמבר 2010

5. **הפרויקט הישראלי 1948 ← 1973**, פרופ׳ צבי אפרת, מוזיאון ת״א לאמנות, 2005

6. **Hollow Land, Israel's Architecture of Occupation**, אייל ויצמן, Verso, 2007

7. **תכנית מתאר ארצית 35**, מנהל מקרקעי ישראל, אושרה ב-2005

ראיון עם פרופ׳ איתמר גלזר | נספח א׳

סיכום שיחה עם פרופ׳ איתמר גלזר, ראש המכון למדעי הצמח, מכון וולקני , 12.12.12

המצוקות העיקריות בעולם החקלאות

1. שינוי האקלים
   - תכיפות גוברת של פרצי מזג אוויר לא צפוי הפוגעים ביבולים (קרה, גלי חום, בצורת, שטפונות הגורמים לסחף)
   - דרישה גוברת לתחליפי דלק ביולוגיים - ביו-דיזל
   - צורך בצמצום פליטות חממה של הענף
2. הטמעת ידע וטכנולוגיה לעולם המתפתח. בטכנולוגיות קיימות ניתן לפתור את משבר המזון בכל מדינות העולם. לדוגמה, רק 4% מהגידולים עושים שימוש בטפטפות, אשר חוסכות כמויות אדירות של מים.
3. גידול באוכלוסיה ועומס גובר על קרקעות - גורם משמעותי במיוחד - תעשיית הבשר
4. מחסור במים
5. פחת של כ-40% מהתוצרת (ממוצע עולמי)
6. בזבוז מזון לכל אורך שרשרת האספקה ובעיקר ברשתות השיווק ואצל הצרכן שקונה מעבר לצרכיו (בעיקר במדינות מפותחות)

מים וקרקע אינן מהמצוקות המשמעותיות בישראל

בניגוד למחשבה המקובלת, מחסור בקרקעות ומחסור במים אינן המצוקות המשמעותיות ביותר על סדר היום של ענף החקלאות בישראל.

עם יעול השימוש במים בחקלאות בישראל (מובילה בעולם בניצול מים לפי OECD), כניסה קרובה של מים מותפלים בכמויות גדולות וכן נתח הולך וגדל של שימוש במים מושבים בחקלאות, מחסור במים לא מהווה איום משמעותי על עתיד החקלאות. חקלאות עושה שימוש בכ-700 מיליון מ״ק מים בשנה, מתוכם 60% מים מושבים (בעיקר מים חוזרים ממשקי הבית). צריכת המים לשימוש ביתי עומדת על 600 מיליון מ״ק והתעשייה צורכת כ-150 מיליון מ״ק בשנה.

גידולי אנרגיה

הנסיון לצמצם פליטות של גזי חממה הביאה לעלייה מטאורית בביקושים לדלקים ביולוגיים ממקורות מתחדשים (ביו-דיזל) אשר יוצרים מחזור פחמן סגור. כיום עיקר הייצור הינו משמני מאכל (סויה, דקלים) אך צפוי גידול משמעותי בגידולי אנרגיה כדוגמת קיקיון או ג׳טרופה - יטרופית בעברית.

השטחים המיועדים לחקלאות בישראל מסתכמים ב-5 מיליון דונמים, מתוכם 3.5 מיליון מעובדים כיום, כלומר 70%. חלק ניכר משטחים אלו מיועדים לגידול חיטה, גידול רווי-שטח אשר מניב בסה״כ 150,000 טון חיטה בשנה - פחות מ-4% מתצרוכת החיטה השנתית בישראל (4 מיליון טון). שאר החיטה מיובאת בעלויות שאינן עולות על היצור המקומי, כלומר, אין כורח מעשי או כלכלי בניצול הקרקעות לחקלאות ועם גידול האוכלוסיה ניתן יהיה לפנות שטחים נוספים על חשבון חיטה לטובת גידולים אחרים לשימוש מקומי.

הערות בעניין חקלאות ורטיקלית

1. חקלאות עירונית, בקנה מידה ביתי או תעשייתי, לא צפויה לספק את כל צרכי המזון בערים על אחת כמה וכמה לאור הציפוף הגובר וההגירה הצפויה בעשורים הקרובים אל הערים. עם זאת, היא תוכל

לסייע. פתרונות למשבר המזון, תוך טיוב השימוש בקרקע ובמים, יגיעו מחידושים טכנולוגיים של השבחה וייעול תהליכים בחקלאות המוכרת לנו היום בשטחים פתוחים וחממות.

2. לאור טבעי אין תחליף בחקלאות. רוב הצמחים דורשים אור שמש מלא, גידולים מסוימים דורשים 20%-30% הצללה, וגידולים נדירים בלבד (כמו פרי הדרקון) זקוקים ל-60% צל. פיתוחים בתחום תאורת ה-LED לא עונים על כל צרכי הצמח ומעלים את צריכת האנרגיה.

3. אדמה היא ברת תחליף - כבר היום הרבה מהמגדלים עושים שימוש במצעים אווריריים המונחים על יריעות ניילון בתוך תעלות בעומק של כ-50 ס"מ. מבחינת חומרי הזנה ודשנים, ניצול קרקעות חקלאיים לאורך שנים כבר סחטו את חומרי ההזנה הטבעיים מן האדמה וכל גידול חקלאי בהכרח דורש דישון והזנה מלאכותית.

4. חקלאות הידרופונית מצמצמת את צריכת המים לגידולים חקלאיים פי 20.

5. אין כל הגיון בגידולי שדה רווי-קרקע כמו דגנים (אורז, סויה, תירס, חיטה). הגיוני לגדל בעיר ירקות מבוקשים - עגבניה, מלפפון, פלפלים, חסות ועלים, וכן שורשים - תפוחי אדמה, גזר וכו'. כמו כן, ראוי לבחון אפשרות לגידולי אנרגיה בעיר לטובת אספקת דלקים.

6. פיתוחים חדשים המייעלים מאד את התוצרת הם שילובים בין ירקות מאותה משפחה - למשל הרכבה של תפוחי אדמה וחצילים, או דלעת ואבטיח - כך שצמח אחד מניב שורש וכן פרי.

ראיון עם פרופ׳ מיכה רביב | נספח ב׳

<u>פרופ׳ מיכה רביב, חוקר חקלאות אורגנית, מצעים והזנת צמחים, מרכז המחקר נווה יער של מכון וולקני, 25.12.2012</u>

רבים ממחקריו של רביב עוסקים בגידול צמחים ללא אדמה, ובעיקר ספרו שפורסם ב-2008 Soilless Culture. בין השאר עסק בחקלאות הידרופונית ואירופונית, ולאחרונה מרכז את תחום המחקר בחקלאות אורגנית במכון וולקני. בעבר עסק רבות במצעי גידול.

הגידול בחממות התחיל באירופה ב-Oranjerie או Orangery, חדרי גידול בעלי חלונות זכוכית גדולים הפונים דרומה, בהם גודלו עצי הדר בתוך עציצים. אלו הנסיונות הראשונים לגידול צמחים מאקלים לא-מקומי בתנאים חצי-מלאכותיים וללא שתילה באדמה.

יחסי גומלין

<u>רפת-ירקות</u>

זבל הפרות הינו מקור עשיר במתאן המאפשר ייצור חשמל. הבוצה הנפלטת בסוף תהליך הפקת החשמל ממתאן עודנה עשירה בחומרים אורגניים ולאחר תהליך של קומפוסטציה, הבוצה יכולה לשמש מצע מצוין לגידול ירקות בשכבה של 20-25 ס״מ, או גידול תבלינים בשכבה של 10-15 ס״מ. בישראל, ברפתות בקר לחלב, הפרות לרוב אינן יוצאות מהרפת (ברפתות בקר לבשר לעיתים יוצאות הפרות לרעות בשטחי מרעה).

<u>ירקות-בריכות דגים</u>

יצירת קשרי גומלין בין מדגה לבין גידולים נוסתה ובוצעה במקרים רבים, ויש ידע רב בנושא בישראל. שורשי הצמחים מכילים וכן מפרישים לאדמה חומרים רבים - עד כ-40% מכלל פליטות החומרים של הצמח. חומרים אלו נאגרים במצע הגידול, חלקם מזיקים ופוגעים בפוריות האדמה (למשל מלחים). במצעים מנותקים, או בגידולים הידרופונים, ניתן להזרים מים שישטפו את החומרים האלו החוצה, אל בריכות רדודות בהם גדלים דגים. דגים אלו ניזונים מהחומרים שסולקו משורשי הצמחים, ובתורם פולטים למים פסולת אורגנית אשר מהווה מקור מזין עבור הצמחים. כך נוצר מחזור סגור בו גידולי הירקות והדגים ניזונים האחד מן הפסולת של השני.

בתרחיש כזה, מכל מחזור של מים הזורם במצע מנותק מאדמה, יש צורך לפלוט רק כ-5%-10% מן המים כדי לשטוף החוצה את הפסולת, לעומת כ-40% במצע מנותק ללא בריכת דגים.

אורגניטק

בעשור שעבר פעל בישראל סטארט-אפ שפיתח מכולה אוטונומית ואוטומטית לייצור חסה, בה הכניסו זרעים מצד אחד ומצד שני יצאו חסות לאחר כ-25 יום. המכולה האטומה עשתה שימוש בגידול הידרופוני בקומות, עם תאורה מלאכותית בלבד, ויועדה להיות מותקנת מאחורי סופרמרקט ולשמש לתצרוכתו. בישראל המוצר לא תפס, אך במקומות כמו יפן וארה״ב היו כמה התקנות מוצלחות. היום עדיין יש בקיבוץ יגור קבוצה שעושה שימוש במכולות כאלו, לא ברור מה מגדלים בהן.

חזון לניצול משאבים בעשבי תיבול - חקלאות / תעשייה

בשיחה נפרדת עם ד״ר נתיב דודאי, מנהל מחקר תבלינים בנווה יער, הוא הציג חזון לניצול יעיל יותר של צמחי תבלין - לדבריו כיום מגדלים רבים נשארים עם כמויות פסולת גדולות לאחר שיווק תבלינים טריים לשוק. הרבה מפסולת זו היא תוצרת טובה לשימוש לצרכי תעשיית המזון, הקוסמטיקה או הפרמבצטיקה. לדוגמה, גבעולים ועלים לא יפים של בזיליקום משמשים לייצור פסטו, או עלי רוזמרין שאינם ברמה מספיק טובה לשיווק ישיר יכולים לשמש לייצור שמפו או סבונים.

כיום הרבה מהפסולת נזרקת, ואף מותירה רעלים בקרקע, מכיוון ששינוע פסולת זו יקר מאד ביחס למחירה הנמוך. דודאי הציע להקים מעין מרכז פסולת תבלינים שאליו יביאו כל החקלאים את הפסולת מגידוליהם ומשם יקנו תעשיינים את חומרי הגלם הדרושים להם במרוכז וכך יחסכו בעלויות ודלק.

מצעים

בגידול בגובה רצוי למצוא מצע קל שלא יצור עומס רב על המבנה.

למצעים קלים מנותקים יש אורך חיים מוגבל, בעקבות תופעות של המלחת קרקע וירידה באיכות המצע. בקבול או פרלייט לרוב מדובר במחזור של כ-4 או 5 שנים, טוף לעומת זאת, מחזיק מעל 20 שנה אך משקלו דומה לאדמה - בערך טון למטר קוב.

אדמה - 1.3 טון / מ״ק

טוף - 0.9-1.3 טון / מ״ק

פומיס - 0.6 טון / מ״ק

פרלייט - 0.1 טון / מ״ק

ארנון ינאי ממרום גולן יכול לעור בכל הקשור לטוף.

מצעים מנותקים דורשים מערכת של ניקוז שתאפשר פליטה של מים עודפים, וכן שטיפה על מערכות השורשים מפליטות של צמחים. בין 30%-40% מהפליטות של חומרים אורגניים ומלחים של צמחים נעשים דרך מערכות השורשים אל תוך האדמה. השאר כמובן נפלט או מצטבר בעלווה ובחלקים העליונים. הצטברויות אלו פוגעות בצמחים לאורך זמן ולכן יש לשטוף את השורשים. המים הנשטפים מכילים מלחים וכן חומר אורגני שיכול להזין מערכת ביולוגית.

תאורה מלאכותית

לעומת איתמר גלזר שטוען שאין תחליף לאור טבעי, רביב אומר שבצפון אירופה וקנדה ישנם שטחים נרחבים של גידולים שעושים שימוש בתוספות אור מלאכותי בחממות. פיליפס משווקים מנורות לד לחקלאים וישנו מחקר נרחב שהובל בעבר ע״י נאס״א, שניסתה לאפשר לאסטרונאוטים לגדל מזון בתחנות חלל. גם שוק גידול הקנאביס הביתי דוחף קדימה את המחקר בתחום. לגבי הבדלי טעמים או איכות התוצרת הדעות חלוקות ואין תשובה ברורה.

פרופ׳ טימיץ מאוניברסיטת ויסקונסין מוביל את המחקר בתחום.

הידרופוניקה

בעבר הייתה התנסות רבה בתחום אך לאחרונה, מאז מותו של מומחה גדול בתחום העסק דועך ואין הרבה ידע בארץ. בחו"ל, הולנד, אנגליה, יש שימוש רב, מסחרי ומוצלח. לאחרונה גינון עירוני נותן דחיפה חדשה לתחום.

חקלאות הידרופונית יותר יעילה בשטח, חסכונית במים ולאור כמה מבחני טעימה - התברר שהירקות ההידרופונים אפילו טעימים יותר. ובכל זאת, מחסור בידע וחשש מקדמה מונעים את התפתחות התחום לקנה מידה גדול. לא מדובר בבעיה מדעית או טכנולוגית, אלא בעיה סוציולוגית בלבד.

פיר אדמה אנכי

←← האם ניתן לחבר מצעים הנמצאים בקומות גבוהות אל האדמה באמצעות פיר, תוך יצירת רצף פיסי? האם מפרקים ומיקרואורגניזמים ינועו בין הקרקע והקומות?

שורשי צמחים מגיעים עד לעומק של כ-2 מטר בממוצע בקרקע (יש כאלו שיותר וכאלו שפחות). רוב הפעילות המיקרובקטריאלית נמצאת בעומק של עד 1.2 מטרים. פיר של אדמה העולה לגובה לא יוכל לאכלס בעלי חיים כאלה אבל - Never say never.

←← האם אין חסרונות בניתוק מהקרקע? מה לגבי מינרלים ומיקרואוגרניזמים מפרקים?

עם שתילת צמחים במצעים מנותקים לרוב נוצרת אוכלוסיה של מיקרואורגניזמים, אשר שורדת ומתפתחת ממחזור למחזור של הצמח. כיום נפוצה גם שיטה של 'הטענת' שתילים במיקרואוגרניזמים הדרושים להם, כך שכבר מהמשתלה מגיע הצמח עם הסביבה הביולוגית הדרושה לו.

←← מה החסרונות באובדן מגוון ביולוגי הנגרם כתוצאה מחקלאות הומוגנית?

אין תשובות חד משמעיות בעניין. מגוון ביולוגי הוא אחד העקרונות הבולטים של חקלאות אורגנית.

בחקלאות תעשייתית דווקא מנסים לצמצם ככל האפשר השפעות הדדיות של צמחים כדי למנוע השפעות שליליות, שכן יש פעמים רבות נזקים הדדיים, כלומר צמח מסוים מפריש חומר הפוגע בהתפתחות צמח אחר (אקליפטוסים או אורנים לדוגמה מונעים צמיחה מתחתם).

לגבי השפעות חיוביות, זהו אחד העקרונות הותיקים גם הם בחקלאות מסורתית - לדוגמה חלוקה למחזורי גידולים, או משקים מעורבים (המונחים באנגלית - Crop rotation או mixed farming).

המספרים מאחורי הירקות | נספח ג׳

בעמודים הבאים יפורטו נתוני צמיחה ונתונים כלכליים הנוגעים לגידולי הירקות הנפוצים בישראל, מסודרים על פי רמת הצריכה לנפש.

מקורות:

← למ״ס

← משרד החקלאות / שירות ההדרכה והמקצוע

← שיחה עם מנכ״ל ׳יופי של ירקות׳ עין יהב

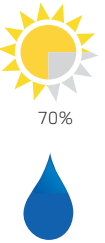
← ראיונות עם בכירים במכון וולקני

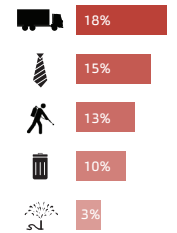
← אתרי אינטרנט בתחום הפרמקלצ׳ר

על ירקות

Solanum Lycopersicum

סולניים





צריכה שנתית לאדם
60 ק״ג
נתח מצריכת ירקות
35%

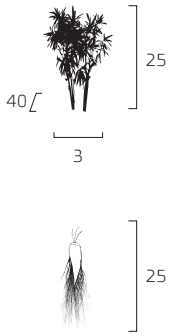
22
ק״ג / מ״ר

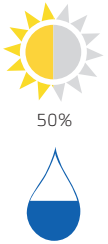
שטחי גידול בישראל
55300
דונם

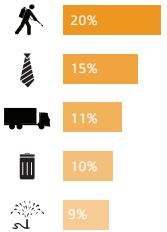
זרע שתיל פרי מנוחה

Daucus Carota

סוככיים







צריכה שנתית לאדם
29 ק״ג
נתח מצריכת ירקות
17%

7
ק״ג / מ״ר

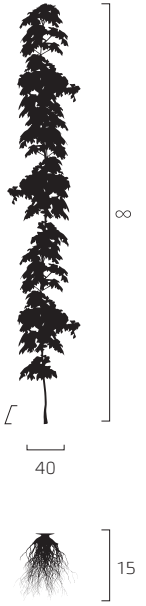
שטחי גידול בישראל
31700
דונם

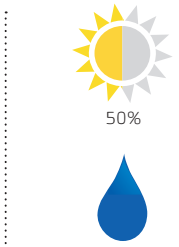
*גודל הגזר תלוי בעומק הזמין לצמיחה

זרע שתיל פרי מנוחה

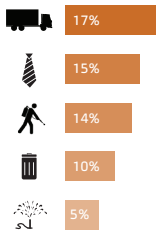
Capsicum Annuum

סולניים





הדליה
הידרו
משך מחזור 330 יום



פוטנציאל צמצום עלויות

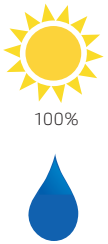
צריכה שנתית לאדם
13.3 ק״ג
נתח מצריכת ירקות
7.7%

שטחי גידול בישראל

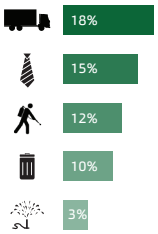
זרע שתיל פרי מנוחה

Cucumis Sativus

דלועים



הדליה
הידרו
משך מחזור 120 יום



פוטנציאל צמצום עלויות

צריכה שנתית לאדם
13.2 ק״ג
נתח מצריכת ירקות
7.7%

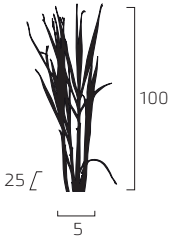
שטחי גידול בישראל

זרע שתיל פרי מנוחה

עד 50% בקיץ

Allium Cepa

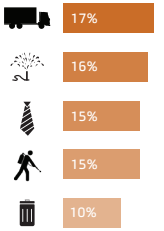
שומיים



100%

0.7 קוב / מ"ר

הדליה	
הידרו	
משך מחזור	190 יום



פוטנציאל צמצום עלויות

צריכה שנתית לאדם

10 ק"ג

נתח מצריכת ירקות

5.9%

6

ק"ג / מ"ר

שטחי גידול בישראל

מנוחה פרי שתיל זרע

Citrullus Lanatus

דלועים

70%

0.5 קוב / מ"ר

הדליה	
הידרו	
משך מחזור	150 יום

פוטנציאל צמצום עלויות

צריכה שנתית לאדם

18.8 ק"ג

נתח מצריכת ירקות

11%

7

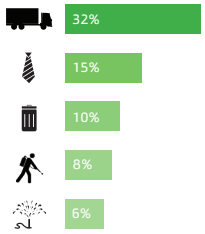
ק"ג / מ"ר

שטחי גידול בישראל

מנוחה פרי שתיל זרע

Brassica Oleracea

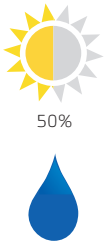
מצליבים

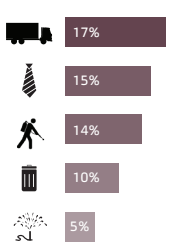


זרע שתיל פרי מנוחה

Solanum Melongena

סולניים

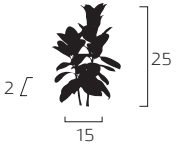




זרע שתיל פרי מנוחה

Raphanus Sativus

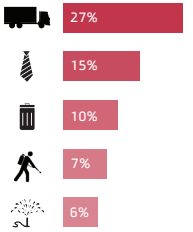
מצליבים



הדליה

הידרו

משך מחזור 60 יום



פוטנציאל צמצום עלויות

שטחי גידול בישראל

*ללא גידולים ליצוא

צריכה שנתית לאדם

3 ק"ג

נתח מצריכת ירקות

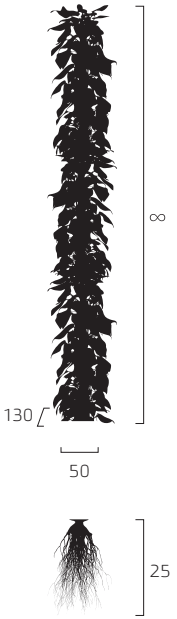
1.7%

ינואר דצמבר

זרע שתיל פרי מנוחה

Cucurbita Pepo

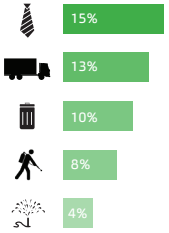
דלועים



הדליה

הידרו

משך מחזור 120 יום



פוטנציאל צמצום עלויות

שטחי גידול בישראל

*ללא גידולים ליצוא

צריכה שנתית לאדם

2.9 ק"ג

נתח מצריכת ירקות

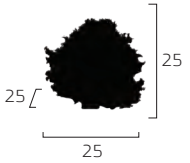
1.7%

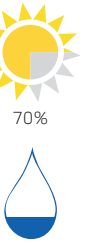
ינואר דצמבר

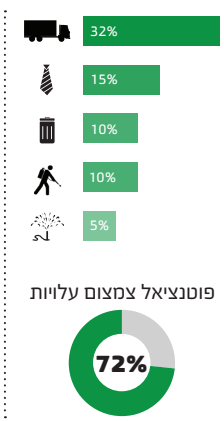
זרע שתיל פרי מנוחה

Lactuca Sativa

מורכבים







צריכה שנתית לאדם
2.7 ק"ג
נתח מצריכת ירקות
1.7%

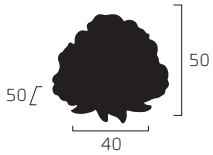
1.5
ק"ג / מ"ר

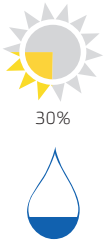
שטחי גידול בישראל
- דונם

זרע שתיל פרי מנוחה

Brassica Oleracea

מצליבים





צריכה שנתית לאדם
2.5 ק"ג
נתח מצריכת ירקות
1.4%

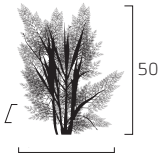
2.2
ק"ג / מ"ר

שטחי גידול בישראל
25000 דונם

זרע שתיל פרי מנוחה

Foeniculum Vulgare

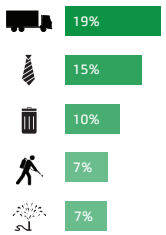
סוככיים



50%

0.2 קוב / מ"ר

הדליה	
הידרו	
משך מחזור	70 יום



פוטנציאל צמצום עלויות

שטחי גידול בישראל

צריכה שנתית לאדם

1.7 ק"ג

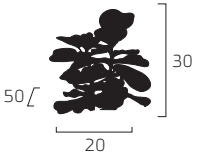
נתח מצריכת ירקות

1%

זרע שתיל פרי מנוחה

Beta Vulgaris

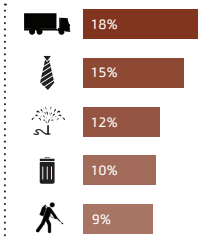
סלקיים



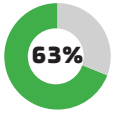
50%

0.4 קוב / מ"ר

הדליה	
הידרו	
משך מחזור	85 יום



פוטנציאל צמצום עלויות



שטחי גידול בישראל

צריכה שנתית לאדם

1.4 ק"ג

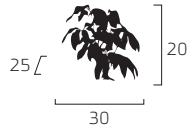
נתח מצריכת ירקות

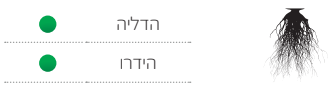
0.8%

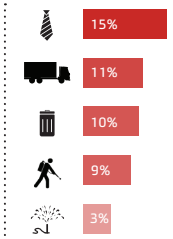
זרע שתיל פרי מנוחה

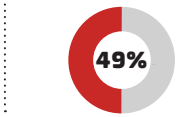
Fragaria Grandiflora

ורדיים





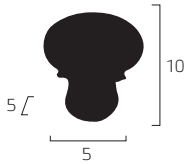


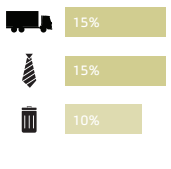


זרע שתיל פרי מנוחה

Agaricus Bisporus

ממלכת הפטריות

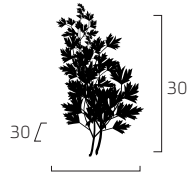


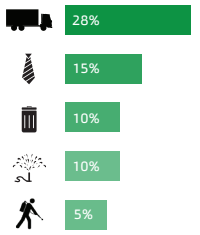


מחזורי גידול רצופים בחושך ובאקלים מבוקר

Petroselinum Crispum

סוככיים





פוטנציאל צמצום עלויות

נתוני צריכת הירקות של הלמ"ס בק"ג אינם משקפים את הביקוש לתבלינים עקב משקלם הנמוך

שטחי גידול בישראל

*הנתונים דומים גם עבור תבלינים אחרים

זרע ■ שתיל ■ פרי ■ מנוחה

מקרא והסברים

עומק

מרבית הגידולים יכולים לצמוח על מצע מנותק של קומפוסט עשיר בעומק של 15 ס"מ בלבד. לגבי ירקות שורש גודלם יקבע על פי עומק הצמיחה הזמין.

הדליה

זנים מסוימים של ירקות רבים, בעיקר ממשפחת הסולניים והדלועים, הם בעלי צמיחה בלתי מסיימת ומטבעם משתרעים על הקרקע עד לאורך תיאורטי אינסופי. כיום נפוץ גידול של ירקות אלו בדליים וקשירה של הצמח עד לגובה של כ-2 מטר המאפשר קטיף נוח. בסוף העונה הצמחים נעקרים.

הידרו

אפשרות לגידול של הצמח במערות הידרופונית או אקוופונית, כלומר בתוך מים ללא מצע גידול.

צמצום עלויות

פוטנציאל צמצום עלויות ייצור בתנאים מבוקרים אנכיים ליחידת השטח. בחישוב זה לא מובא פוטנציאל החסכון מגידול בהדליה לגובה רב או גידול אנכי בקומות. מצד שני, גם לא מחושבים הפרשי עלויות הקרקע בין הכפר לעיר.

שטחי גידול

שטחי הגידול מהווים את פוטנציאל צמצום שטחי חקלאות בישראל, ללא קיזוז השטח שידרש לגידול אנכי.

נתוני צריכה

הצריכה השנתית משקפת שיווק תוצרת בישראל ביחס לאוכלוסיה של 8 מיליון. איש. הנתח מתייחס לצריכת 170 ק"ג ירקות אשר צורך ישראלי/ת בממוצע בשנה.

מתודולוגיה

המידע המובא כאן מרכז את הנתונים הכלכליים והפיסיים אודות גידול הירקות בחקלאות אינטנסיבית מסורתית, כלומר בשיטות לא אורגניות יעילות הנפוצות כיום בישראל לרבות גידול בחממות או הדליה. הירקות שנבחרו לקטלוג הם הירקות הפופולריים בישראל, בעלי ביקוש של יותר מקילוגרם אחד לאדם בשנה, ומסודרים על פי רמת הצריכה הממוצעת.

עונות

זמני הגידול המובאים כאן הם המומלצים לגידול אורגני טבעי ללא סביבת גידול מבוקרת דוגמת חממה. בפועל, בקרה אקלימית מאפשרת הארכה של עונות הגידול הרבה מעבר למה שתכנן הטבע.

מקורות

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מכון וולקני, שירות ההדרכה והמקצוע במשרד החקלאות, ויקיפדיה, www.groworganic.info, Urban Adama Oakland California, וצלמים רבים המעלים תמונות של גינתם לבלוגים או אתרים אישיים.

תודה לכם

איתמר גלזר, נתיב דודאי, מיכה רביב - מכון וולקני, דוד סילברמן - שה"מ משרד החקלאות, דני וסה, סוזי מ-NatureTech