

**בחירה אופטימלית של גידולים חקלאיים ויערניים
עבור שטחים פתוחים -
הכללת שיקולים כלכליים, חקלאיים,
סביבתיים, חברתיים ותכנוניים**

דוח מחקר המוגש לקרן לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל

(נקודת ח"ן)

צוות המחקר:

ד"ר נאווה חרובי

שרית שלהבת

ד"ר ישי ספרים



נובמבר 2001

תוכן עניינים

3	תודות
4	תקציר
11	1. רקע
12	2. מטרת המחקר
12	3. שיטת העבודה
13	3.1. פירוט השלבים במודל האופטימיזציה
14	3.2. סוגי השפעות חיצוניות
14	3.3. שיטות להערכת ההשפעה החיצונית של כל גידול
14	3.3.1. שיטות להערכה של מידת הקיום של כל השפעה חיצונית על כל גידול
15	3.3.2. שיטות לייחוס ערך כלכלי לכל השפעה חיצונית
17	4. תוצאות העבודה
17	4.1. שלב א' - בחירת אזורים
17	4.1.1. מועצה אזורית אלונה
18	4.1.2. עמק חפר
20	4.2. שלב ב' - בניית מודל אופטימיזציה של רווחי החקלאים באזור עמק חפר
20	4.2.1. תאור המודל
21	4.2.2. תוצאות (ההרכב האופטימלי של הגידולים)
21	4.2.3. רגישות לתרחישים עתידיים
22	4.3. שלב ג' - השפעות חיצוניות של החקלאות על החברה
22	4.3.1. השפעות חיצוניות חיוביות
23	א. הורדת רמת הרעש
27	ב. הורדת טמפרטורה ומתן צל
30	ג. ערך הנוף
34	ד. סילוק ופליטת פחמן דו-חמצני
35	ה. סיכום השפעות חיצוניות חיוביות
36	4.3.2. השפעות חיצוניות שליליות
36	א. חומרי הדברה
41	ב. דשנים
42	ג. סיכום השפעות חיצוניות שליליות (הדברה ודישון)
42	ד. מקורות זיהום נוספים
44	ה. סיכום – מקורות הזיהום בחקלאות
44	4.3.3. תוצאות המודל עבור כל ההשפעות החיצוניות
48	4.4. סיכום תוצאות המודל
50	5. הרחבות אפשריות של המודל והמשך המחקר
52	6. ביבליוגרפיה
56	7. נספחים
56	נספח א' פירוט תוצאות הרצת המודל עבור עמק חפר
69	נספח ב' פירוט תוצאות הרצת המודל עבור מועצה אזורית אלונה
77	נספח ג' השאלון

רשימת טבלאות ואיורים

טבלאות

טבלאות התקציר:

- 8 א. תוצאות לעמק חפר : אופטימיזציה לחקלאים ולחברה בהשוואה למצב כיום
9 ב. תוצאות לעמק חפר : אופטימיזציה לחקלאים ולחברה בהשוואה להשאת רווח לחקלאים

טבלאות הדוח:

- 16 1. סיכום השיטות למדידת השפעות חיזוניות והערכת ערך הכלכלי לציבור
18 2. סיכום נתונים על מועצה אזורית אלונה
19 3. סיכום נתונים על עמק חפר
19 4. גידולים חקלאיים עיקריים בעמק חפר (1997)
22 5. מידת ההשפעה של כל גורם על האוכלוסייה
22 6. דירוג התועלות מעצים באזורי מגורים
25 7. הערך של הורדת רעש לכל גידול : יחס בדציבלים וערך כספי
28 8. הערך של הורדת טמפרטורות לפי גידול
31 9. העדפות של ישראלים למאפיינים חשובים בנוף
32 10. סיכום ערך הנוף של גידולים שונים
34 11. עודף צרכן לעומת החזר לחקלאים לפי אזור
35 12. חישוב סילוק ופליטת פחמן דו-חמצני ע"י יערות בישראל
38 13. שימוש בחומרי הדברה בגידולים חקלאיים
42 14. פסולת פלסטיק בגידולים חקלאיים
43 15. פסולת גזם לפי גידולים
44 16. מקורות הזיהום בעמק חפר
45 17. סיכום תכונות עיקריות של גידולים נבחרים
46 18. סיכום תכונות עיקריות של גידולים נבחרים
49 19. סיכום תוצאות המודל עבור ההרצות השונות בעמק חפר
49 19א. הקצאת שטחים בדונמים לגידול
50 19ב. תוצאות כל הקצאה - ברווח לדונם ממוצע בעמק חפר (ש"ח לשנה)

איורים

- 26 1. חסימת רעש באמצעות גידולים חקלאיים
29 2. הורדת טמפרטורה ע"י גידולים חקלאיים
33 3. ערך הנוף של גידולים חקלאיים
36 4. הפרש בהקצאת השטחים לגידולים לעומת המצב הקיים
39 5. סה"כ הוצאות על חומרי הדברה לפי גידול
40 6. סה"כ חומר פעיל לפי גידול

תודות

ראשית ברצוננו להודות לאנשים הרבים שהקדישו לנו מניסיונם ומזמנם. אומדן ההשפעות החיצוניות מבוסס על סיועם הרב של דר' גבריאל שילר ממינהל המחקר החקלאי ודר' דני פרימן, מנהל חברת "מודלים כלכליים". בנוסף, סייעו לנו במתן מידע ועצות מועילות פרופ' עזרא סדן מחברת "סדן ולובנטל"; דר' שלמה קפואה מהמשרד לאיכות הסביבה; גב' רינה אשכנזי מהשירותים להגנת הצומח במשרד החקלאות; מר יורם פורת מהרשות לתכנון במשרד החקלאות; דר' דוד לוי, דר' נועם זליגמן, דר' דוד אונגר ומר אבישי רוטנברג ממינהל המחקר החקלאי. בהכרת אזור מועצה אזורית אלונה סייעו לנו מר נחום פרימן, מנהל מחוז מרכז במשרד החקלאות, ומר אריה שרון, ראש מועצה אזורית אלונה. תרומתו של דר' דני פרימן חשובה בהכרות עם הנתונים הפיזיים והכלכליים המאפיינים את עמק חפר. כמו כן, סייעו לנו אנשים רבים שעוסקים בחקלאות, במדיניות ובמשאבי מים באזורים הנדונים, ולכולם נתונה תודתנו.

המחקר מומן ע"י קרן "נקודת ח"ן".

תקציר

רקע ושיטה

לחקלאות יש תרומה כלכלית, חברתית וסביבתית גדולה. החקלאות יכולה לתת תוכן ירוק לשטח הפתוח שישאירו לנו מתכנני הערים, ולתת למתגוררים בערים הצפופות תחושה של מקום ומרחב, לספק "ריאות ירוקות" לספיגת זיהום האוויר ולנצל את מי הקולחין של העיר. התרומה הציבורית של החקלאות לא באה לידי ביטוי ברווחי החקלאים: לדוגמה, בגידול הדורים בעמק חפר, הרווחיות לחקלאי מגידולם היא נמוכה, אך לנוף ההדרים הנשקף מן הכביש העובר בעמק חפר תרומה גדולה למשיכת מבקרים ולרווחת האוכלוסייה.

במטרה למצוא דרכים לשלב בין התועלת לאוכלוסייה והרווח לחקלאים, כך שהעדפות האוכלוסייה יתבטאו בקבלת ההחלטות של החקלאים, בנינו מודל אופטימיזציה רב תחומי אשר משמש לבחירת הקצאה אופטימלית של גידולים חקלאיים בשטחים הפתוחים. המודל משלב שיקולים של תכנון חקלאי וכלכלי, תכנון אורבני והערכת השפעות סביבתיות. באמצעות המודל בחנו צירופים שונים של גידולים חקלאיים ויערניים עבור השטחים הפתוחים במרכז הארץ. הגידולים נבחרו כדי להביא לרווחה מכסימלית מנקודת המבט של החקלאים ו/או החברה. האופטימיזציה עבור החקלאים הבודדים מתבססת על השאת (מקסום) רווחים מגידולים חקלאיים ואילו האופטימיזציה עבור החברה בכללותה מתחשבת לא רק ברווח הכספי אלא גם בהשפעות חיצוניות חיוביות ושליליות.

בדקנו במודל את התועלת לחקלאים ולחברה משילובים שונים של גידולים בשטחים הפתוחים ואת התחלופה ביניהם - כלומר, כמה החקלאים יפסידו וכמה האוכלוסייה תרוויח מכל שינוי המתחשב בהשפעות החיצוניות של החקלאות.

המודל נבנה בשלושה שלבים: השלב הראשון היה בחירת האזורים לבחינה - מועצה אזורית אלונה ועמק חפר; השלב השני - אופטימיזציה עבור החקלאים (מקסום רווחי החקלאים); והשלב השלישי - הכללת השפעות חיצוניות והעדפות אוכלוסייה לשם ביצוע אופטימיזציה עבור החברה כולה. האופטימיזציה בוצעה תחת מגבלות כוללות של שימוש במים וכן שטחי גידולים מירביים.

להלן המודלים שנבחנו:

- 0 מצב בפועל
- A השאת רווחי החקלאים
- B הכללת השפעות חיצוניות חיוביות
 - (a) הפחתת רעש
 - (b) הפחתת טמפרטורה
 - (c) סה"כ השפעות חיצוניות חיוביות
- C הכללת השפעות חיצוניות שליליות
 - (a) הדברה
 - (b) דישון
 - (c) סה"כ השפעות חיצוניות שליליות
- D הכללת כל ההשפעות החיצוניות

כל אחד מהמודלים נבחן עבור: א. עמק חפר ב. מועצה אזורית אלונה

תוצאות המודל

השאת רווחים (מודל A)

עבור עמק חפר נבחרו 15 גידולים מייצגים, המהווים יחד 57% מסה"כ השטח החקלאי המעובד בעמק חפר. בחירת הגידולים נעשתה לפי שני קריטריונים עיקריים: ראשית, נבחרו הגידולים המעובדים בשטח גדול יחסית; בכך ייצגנו בעיקר את ענפי המטעים וגידולי השדה. שנית, עבור קטגוריות שבהן כל הגידולים הם על שטח קטן יחסית (פרחים וירקות) נבחרו הגידולים בעלי השטח הגדול ביותר בתוך אותה קטגוריה.

תוצאות המודל להשאה (מכסימיזציה) של רווחי החקלאים (בהתייחס לאזור כולו ובהתעלם ממבנה ארגוני) בהשוואה למצב בפועל הראו כי ניתן לשנות את הרכב הגידולים הנוכחי להגדלת הרווחים. זאת בעיקר באמצעות הגדלת שטחי הגידולים הבאים: אבוקדו (מטעים), גיפסנית (פרחים), וכן תירס למאכל וחיטה למספוא (גידולי שדה). יש לציין כי הגדלת השטח הרצוי לחיטה אינה נובעת מתרומה כלכלית גבוהה אלא מצריכת מים נמוכה המאפשרת לעמוד במגבלות מכסת המים, מכיוון שאבוקדו וגיפסנית צורכים כמויות גדולות יחסית של מים). מבין הגידולים שנבחרו, הגיפסנית היא הגידול הרווחי ביותר, שכדאי להגדילו ככל שניתן אולם בהתאם למגבלות של היקף השוק. הגדלת השטחים הללו תהיה על חשבון שטחי הפקאן, ההדרים, הירקות והתירס לתחמיץ. כתוצאה מכך הרווח יגדל באופן משמעותי (פירוט תוצאות בנספח א').

עבור ישובי מועצה אזורית אלונה ההקצאה בפועל קרובה יחסית להתפלגות האופטימלית של הגידולים. אומנם ניתן לשפר את סה"כ הרווח בכ- 30% (כ- 860 ש"ח לדונם במוצע), אולם לא מדובר בשיפור ניכר כמו בעמק חפר. הגרף הבא מציג את ההתפלגות האופטימלית לעומת ההתפלגות הקיימת באזור זה. הגידול העיקרי הוא בענפי מטעים כמו שזיפים, תפוחי עץ ושסק, בעיקר על חשבון ענבי מאכל ויין וכן מספוא בעל.

בנוסף, בחנו את האופטימיזציה גם לרווחת החברה כולה בהתחשב לא רק בהשאת הרווח לחקלאים אלא גם בהשפעות החיצוניות. בשלב זה התייחסנו להשפעות חיצוניות חיוביות, אשר כוללות הורדת רעש והורדת טמפרטורה (צל) וכן להשפעות חיצוניות שליליות, אשר כוללות נזקים אפשריים עקב שימוש בחומרי הדברה (ובדשנים). כמו כן, הערכנו מבחינה איכותית את תרומתו של הנוף החקלאי.

הכללת השפעות חיצוניות חיוביות (מודל B)

הפחתת רעש (מודל B.a)

צמחיה מורידה את עוצמת הרעש, כאשר המידה של הפחתת הרעש תלויה בתכונות הצמח הספציפי. הגידולים החקלאיים נבדלים בתרומתם להקטנת הרעש הסביבתי. בהתבסס על תוצאות ניסויים בגידולים יערניים, דרגנו את המידה שבה גידולים חקלאיים שונים מורידים את עוצמת הרעש. אנו הערכנו שעליה ברמת הרעש של דציבל אחד (1 db) מורידה את הערך של הבתים בסביבה במוצע ב- 3,825 ש"ח לבית (פירוט המחקרים בפרק התוצאות).

על סמך תוצאות מודל האופטימיזציה עבור עמק חפר, נמצא כי מרכיב הנכונות לשלם עבור הפחתת הרעש גבוה במידה ניכרת בהשוואה לערך הכלכלי לחקלאים עצמם. בהתחשב בהשאת הרווח שכולל גם השפעה זו, הרי לעומת המצב הקיים כיום בפועל, כדאי להגדיל את שטחי האבוקדו, החיטה למספוא והתירס למאכל, על חשבון שאר הגידולים (בעיקר כותנה, הדרים ותירס לתחמיץ). בהשוואה להקצאה במודל האופטימיזציה להשאת רווחי החקלאים בלבד, התוצאה היא הגדלה משמעותית של שטחי האבוקדו, והקטנת שטחי התירס למאכל והגיפסנית. הרווח לחקלאים יורד במוצע ב- 364 ש"ח לדונם (38%) לעומת ההקצאה האופטימלית ללא התחשבות בהורדת הרעש.

תוצאות המודל למועצה אזורית אלונה: ההקצאה אופטימלית בהתחשב בהפחתת רעש, לעומת התחשבות ברווח מקסימלי בלבד, מביאה למעבר של כ- 100 דונם מגידול אפרסמון ותפוחי עץ לגידול אבוקדו ואפרסקים עם הפסד בלתי משמעותי לחקלאים (כ- 3 ש"ח לדונם) בשל התבססותם הרבה על ענפי מטעים במקור.

לאור הערכת מספר הדירות באזור ניתן יהיה לחשב את סה"כ הערך לאוכלוסיה כתוצאה מהורדת הרעש ע"י הגידולים השונים. כאשר מוקמת שכונה חדשה באזור, יתכן שניתן להגיע להסכם עם קבלנים על סבסוד גידולים שערכם לאוכלוסיה גדול יותר, לפי חישוב הערך לאוכלוסיה באזור.

הורדת טמפרטורה ומתן צל (מודל B.b)

התחשבנו בהשפעת הגידולים השונים על הטמפרטורה; לשם כך דרגנו את רמת הצל והורדת הטמפרטורה של כל גידול חקלאי. לפי תוצאות של סקרים שנעשו בארה"ב, אנשים מוכנים לשלם בממוצע כ- 200 ש"ח עבור ירידה בטמפרטורה של 1°C . (פירוט המחקרים בפרק התוצאות).

יש לציין כי התוצאות במודל האופטימיזציה לעמק חפר להשאת רווח בהתחשב בהורדת הטמפרטורה דומות לתוצאות שהתקבלו בהתחשב בהורדת הרעש: בשל השפעה חיצונית חיובית, בהשוואה להקצאה המתחשבת ברווח לחקלאי בלבד, מומלצת הגדלה משמעותית של שטחי האבוקדו, והקטנת שטחי התירס למאכל והגיפסנית, כך שהרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 336 ש"ח לדונם. לעומת המצב הקיים כיום בשטח, התוצאה מתבטאת בהגדלת השטחים של אבוקדו, חיטה למספוא ותירס למאכל, על חשבון שאר הגידולים (בעיקר כותנה, הדרים ותירס לתחמיץ). במועצה אזורית אלונה המתבססת מראש על מטעים ההתחשבות בהשפעת הטמפרטורה אינה משנה את הקצאת הגידולים.

ערך הנוף

בשלב זה, הערכת הנוף נבחנה באופן איכותי בלבד, והיא תוערך מבחינה כלכלית בהמשך העבודה. נמצא שקיימת העדפה לעצים בעלי צורה מתפשטת ועגולה על פני צורה ישרה או צורת חרוט (שתביא, לדוגמה, להעדפת עץ אבוקדו על עץ דקל). קיימת גם העדפה לעצים המוכרים מנוף הילדות, המובילה למסקנה שיש לקחת בחשבון את הגידולים שקיימים כבר באזור בהערכת הנוף המועדף ע"י התושבים. בנוסף, קיימת העדפה לשילוב עצים בנוף, במידת צפיפות שתאפשר ראות טובה לעומק השטח. לכן במטעים עדיפה נטיעה דלילה המשאירה ראות טובה בין העצים ויכולת מעבר ביניהם. גידולי שדה (נמוכים וגבוהים) הם הגידולים הפחות מועדפים מבחינת הנוף.

סיכום השפעות חיצוניות חיוביות (מודל B.c)

עבור עמק חפר, בחירת גידולים להשאת הרווח תעודד הגדלה של שטח הגידול הרווחי ביותר - בדוגמה שלנו, הגיפסנית - כפי שמתאפשר במגבלות השוק, ואילו הכללת השפעות חיצוניות חיוביות מכוונת להקטנה של שטחי הגיפסנית, ולהגדלה של שטחי גידולים כמו אבוקדו, מעבר לכדאיות הכלכלית שלהם. כאשר מכסת המים המוקצית לאזור מגבילה את הגדלת שטחי הגידולים החקלאיים, רואים מניתוח אזורי כולל כי עדיין כדאי להגדיל את שטח האבוקדו, אולם במקביל כדאי גם להגדיל את שטח החיטה למספוא על חשבון גידולים אחרים. מכיוון שרוב השטח באלונה כבר מוקדש למטעים, שהם בעלי השפעות חיצוניות חיוביות יחסית לגידולים אחרים (רעש וצל), ההקצאה האופטימלית אינה משתנה בהרבה כאשר לוקחים בחשבון השפעות חיצוניות חיוביות.

הכללת השפעות חיצוניות שליליות (מודל C)

חומרי הדברה (מודל C.a)

עבור עמק חפר, כאשר מתחשבים גם בהשפעות של חומרי הדברה (בהשוואה למצב הקיים כיום), מקבלים כי כדאי להגדיל את שטחי הגידולים הבאים: אבוקדו, חיטה למספוא, תירס למאכל, גיפסנית ואספסת; הגדלת השטחים תהיה על חשבון שאר הגידולים (בעיקר כותנה, הדרים ותירס לתחמיץ). כאשר משווים את התוצאה

למודל האופטימיזציה להשאת הרווח בלבד, נמצא כי כדאי להגדיל את שטחי האבוקדו, האספסת והחיטה על חשבון התירס למאכל והגיפסנית. הרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 246 ש"ח לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית (ללא התחשבות בצמצום השימוש בחומרי הדברה).

עבור מועצה אזורית אלונה, התחשבות בהשפעות השליליות של חומרי הדברה, תעודד מעבר של 140 דונם תפוחי עץ לגידול אפרסמון ואפרסק (בהפסד ממוצע של כ- 0.5 ש"ח לדונם). כאשר מוסיפים מגבלה על עלות חומרי הדברה (עד 80% מהעלות הנוכחית) התמונה משתנה. הגרף הבא מציג את תוצאות ההקצאה תחת מגבלה על עלות חומרי הדברה. ההקצאה האופטימלית במקרה זה תביא להקטנת שטחי האפרסקים ותפוחי העץ (לעומת הקצאת השטחים למקסימום רווח), ולהגדלת שטחי המרעה וחלק מהמטעים האחרים. (הרווח לחקלאים יורד בכ- 49 ש"ח לדונם לעומת המצב הקיים).

דשנים (מודל C.b)

החנקן בנוסף לתרומתו כדשן עשוי לפגוע באיכות מי תהום. עבור כל גידול הוערכה כמות החנקן הדולף למי התהום מהדשנים המשמשים באותו גידול. הנזק חושב לפי עלות של סילוק החנקן ממי התהום. עבור עמק חפר, בהשוואה למצב הקיים כיום, השאת הרווח בהתחשב בפגיעה אפשרית במי התהום עקב דישון הורתה על כדאיות הגדלת החיטה למספוא, הגיפסנית והאספסת על חשבון שאר הגידולים (בעיקר כותנה, הדריס ותירס למאכל ולתחמיץ). בהשוואה להקצאת השטחים האופטימלית למקסום הרווח בלבד, מומלץ להוריד את שטחי האבוקדו והתירס למאכל ולהגדיל את שטח החיטה למספוא ואספסת. הרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 99 ש"ח לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית ללא התחשבות בדשנים. עדיין לא חושבה ההשפעה החיצונית של הדשנים במועצה אזורית אלונה.

סיכום השפעות חיצוניות שליליות (מודל C.c)

עבור עמק חפר, לאור חישוב ההקצאה האופטימלית למקסום רווח בהתחשב בנזק האפשרי משימוש בחומרי הדברה ודשנים, לעומת המצב הקיים כיום בפועל, ראינו שכדאי להגדיל במידה משמעותית את שטחי האבוקדו והחיטה למספוא, וכן להגדיל במידה מועטה את שטחי הגיפסנית והאספסת על חשבון שאר הגידולים (בעיקר כותנה, הדריס ותירס למאכל ולתחמיץ). בהשוואה להקצאה האופטימלית למקסום רווח בלבד, מומלץ להוריד את שטח התירס למאכל, גיפסנית ואבוקדו, ולהגדיל את שטח החיטה למספוא והאספסת. המלצות אלה אמנם יורידו באופן משמעותי את הנזק מחומרי הדברה ודישון, אולם במקביל יביא לירידת הרווח לחקלאים ב- 40% - ירידה של 388 ש"ח לדונם לעומת הרווח בהקצאה האופטימלית. הפסד זה נגרם בעיקר עקב ההשפעות החיצוניות של חומרי הדברה.

יש לציין שקיימות השפעות חיצוניות שליליות נוספות: למשל, פסולת חקלאית (פלסטיק וגזם), פרש רפת (שהוא המזהם העיקרי בחקלאות) ופליטת פחמן דו-חמצני, אשר ישולבו במודל בהמשך העבודה.

הכללת כל ההשפעות החיצוניות (מודל D)

הרצת המודל לעמק חפר עבור מקסום רווח בהתחשב בכל ההשפעות החיצוניות, חיוביות ושליליות, מביאה להקצאת שטחים הגורמת להפסד כספי כולל לחקלאים של 11.5 מליון ש"ח לכל האזור (1231 ש"ח בממוצע לדונם) לעומת ההקצאה האופטימלית למקסום הרווח בלבד, ולכן מחייבת סבסוד גדול של החקלאים כפיצוי על ההתחשבות בהשפעות החיצוניות לסביבה). לעומת המצב הקיים כיום בשטח (ללא אופטימיזציה), התוצאה היא הגדלה משמעותית של שטחי האבוקדו והחיטה למספוא על חשבון שאר הגידולים.

להלן סיכום התוצאות של המודל עבור עמק חפר: + פירושו עלייה בשטח של הגידול, - פירושו ירידה בשטח הגידול, ו = פירושו שאין שינוי בשטח. פירוט גודל השטחים נמצא בטבלה 19 בסעיף 4.3.

תוצאות הרצת המודל על עמק חפר: אופטימיזציה לחקלאים ולחברה

טבלה א. תוצאות המודל בהשוואה למצב כיום

(הקודים בשורת המודל - לפי הרשימה בעמוד 4)

מודל	0	A	B.a	B.b	B.c	C.a	C.b	C.c	D
בהכללת	המצב כיום	רווח לחקלי	רעש	טמפי	סה"כ חיובי	הדברה	דישון	סה"כ שלילי	השפעות סה"כ
גידול									
כותנה	7,709	-	-	-	-	-	-	-	-
תירס למאכל	2,385	+	+	+	+	+	-	-	-
חיטה למספוא	12,753	+	+	+	+	+	+	+	+
תירס לתחמיץ	3,506	-	-	-	-	-	-	-	-
גיפסנית כסוי גבוה	738	+	-	-	-	+	+	+	-
עגבניות ש"פ	260	-	-	-	-	-	-	-	-
עגבניות ב"צ	524	-	-	-	-	-	-	-	-
מלפפונים ש"פ	21	-	-	-	-	-	-	-	-
מלפפונים ב"צ	1,115	-	-	-	-	-	-	-	-
שמוטי	2,781	-	-	-	-	-	-	-	-
ולנסיה	1,601	-	-	-	-	-	-	-	-
אשכוליות	2,164	-	-	-	-	-	-	-	-
אספסת	166	-	-	-	-	+	+	+	+
אבוקדו	5,839	+	+	+	+	+	+	+	+
פקאן	740	-	-	-	-	-	-	-	-
חורשה	0	=	=	=	=	=	=	=	+
פארק	0	=	=	=	=	=	=	=	=
תוספת רווח לחקלאי*	1997%				1161%	1161%	1358%	1681%	1047%
תוספת רווח לחברה**					30%	134%	293%	1979%	14%

* תוספת רווח לחקלאי באחוז מהרווח כיום.

** תוספת רווח לחברה באחוז מהרווח לחברה כיום. כל עמודה מודדת את הרווח לחברה מההשפעה החיצונית הרלוונטית לאותו מודל בלבד.

טבלה ב. בהשוואה להקצאת שטחים להשאת הרווח לחקלאים

מודל	A	B.a	B.b	B.c	C.a	C.b	C.c	D
בהכללת	רווח לחקלאים	רעש	טמפרטורה	סה"כ חיובי	הדברה	דישון	סה"כ שלילי	סה"כ השפעות
גידול								
כותנה	3,855	=	=	=	=	=	=	=
תירס למאכל	4,359	-	-	-	-	-	-	-
חיטה למספוא	14,232	+	+	+	+	+	+	+
תירס לתחמיץ	1,753	=	=	=	=	=	=	=
גיפסנית כסוי גבוה	2,214	-	-	-	-	=	-	-
עגבניות ש"פ	130	=	=	=	=	=	=	=
עגבניות ב"צ	262	=	=	=	=	=	=	=
מלפפונים ש"פ	11	=	=	=	=	=	=	=
מלפפונים ב"צ	558	=	=	=	=	=	=	=
שמוטי	1,391	=	=	=	=	=	=	=
ולנסיה	801	=	=	=	=	=	=	=
אשכוליות	1,082	=	=	=	=	=	=	=
אספסת	83	=	=	=	+	+	+	-
אבוקדו	11,204	+	+	+	+	-	-	-
פקאן	370	=	=	=	=	=	=	=
חורשה	0	=	=	=	=	=	=	+
פארק	0	=	=	=	=	=	=	=
הפסד לחקלאי*		38%-	35%-	35%-	26%-	10%-	41%-	129%-

* ההפסד הנגרם לחקלאי כתוצאה מהתחשבות בהשפעות החיצוניות.

מסקנות

ההחלטה מה לגדל בשטח חקלאי נתון היא לעיתים קרובות שרירותית, ובנויה על הרגל (המשך של מה שנעשה בעבר) או למידה מהשכן. שינוי הקצאת השטחים בין הגידולים השונים באזור יכולה להגדיל באופן משמעותי את סה"כ הרווח מחקלאות לאזור, אם כי יש להתחשב בקשיים ארגוניים ובעובדה שהחקלאים פועלים כפרטים. אנו מניחים כי החקלאים בוחרים את הגידולים הרווחיים תוך הקטנת סיכון באמצעות פיזור על פני מגוון רחב יחסית של גידולים. בחירתם מושפעת ממגבלות של קרקע, מכסות מים, ומחירים צפויים של גורמי ייצור (מים, דשנים וחומרי הדברה); ניתוח רגישות למחירי המים הראה השפעה מועטה יחסית על בחירת הגידולים האופטימלית; ניתוח רגישות למחירי דשנים וחומרי הדברה יעשה בהמשך העבודה. העלאת רווחה לחברה תתאפשר באמצעות הרחבת הרכב הגידולים עם השפעות חיצוניות חיוביות ווהקטנת גידולים עם השפעות חיצוניות שליליות. תועלת זאת תלויה במידת הקירבה לשטח הפתוח באופן קבוע (מגורים)

ובאופן משתנה (תיירות ונסיעות דרך האזור). בנוסף, ישנה השפעה לטווח ארוך שאינה מתבטאת בהתנהגות הפרטים או החברה בטווח הקצר.

במודל שלנו נמצא שהקצאת השטחים האופטימלית מבחינת התועלת לחברה שונה מהותית מהקצאת השטחים האופטימלית מבחינת השאת התועלת לחקלאים, ומתבטאת בהפסד רווח של מאות שקלים לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית. מעבר לגידולים הנותנים נוף פופולרי יותר, מפחיתים את הרעש ממקורות רעש בסביבה ומורידים את הטמפרטורה באזור יעלה את הערך הכלכלי לאוכלוסיה, ויביא תועלת למבקרים באזור ובעיקר למתגוררים באזור באמצעות עליית מחירי הבתים באזורים חקלאיים. כיום העדפות האוכלוסיה אינן משפיעות על החלטות החקלאים; דרכים להשפיע על החלטות החקלאים יכללו, לדוגמה, הסכמים בין גורמים המרויחים מתיירות פנים לבין החקלאים, או הסכמים עם קבלנים, כאשר נבנית שכונה חדשה באזור. הצגה כמותית של השפעת גידולים חקלאיים על מחירי הדירות תאפשר לקדם הסכמים כאלה.

הקצאת השטחים האופטימלית המתחשבת בצמצום הנזק לחברה מהשפעות חיצוניות שליליות של החקלאות גם היא שונה מהותית מהקצאת השטחים המתחשבת ברווח לחקלאים בלבד. להשפעות השליליות של החקלאות אין ערך בשוק החופשי, ונדרשת תמיכה ציבורית לקידום גידולים המשתמשים בפחות דשנים וחומרי הדברה, שתתחשב בהשפעות לטווח הארוך. כימות ההפסד לחקלאים מהפחתת ההשפעות החיצוניות השליליות יאפשר להעריך את התחלופה בין בריאות הציבור לרווחי החקלאים.

המשך המחקר

מודל אופטימיזציה

המשך העבודה על מודל האופטימיזציה תכלול את הנושאים הבאים: בדיקת השוק לכל גידול כדי לקחת בחשבון את מגבלות השוק האמיתיות לכל גידול; הוספת גידולים נוספים (כולל ענפי בעלי חיים); הוספת השפעות חיצוניות חיוביות: ערך הנוף ותפקיד השטח החקלאי כ"ריאה ירוקה" הסופגת זיהומים ממקורות אחרים ובניצול מי הקולחין של העיר; הוספת השפעות חיצוניות שליליות: הערכה מדויקת יותר של השפעת חומרי הדברה, והערכה של השפעות פרש רפת, פסולת פלסטיק ופסולת גזם. מתוכננת גם הרחבה של המודל ממודל שנתי למודל עונתי, שיאפשר לקחת בחשבון את ההשפעות השונות בכל עונה של השנה, ולהוסיף אפשרויות של שילוב גידולים עונתיים באותו שטח (דו-גידול).

שאלון

הכנו שאלון המיועד למומחים לתכנון השטחים הפתוחים, שיאפשר להעריך את התאמת הגידולים השונים לתכנון האזורי, העדפות האוכלוסייה לגידולים השונים, ואפשרות השילוב של חקלאות ופנאי. השאלון יעזור לאתר את האינטרסים של הגופים השונים העוסקים בתכנון השטחים הפתוחים כדי לזהות קווים משותפים או קונפליקטים פוטנציאליים. השאלון יעזור להתאים את המודל למגבלות התכנון הקיימות בשטח, ולהעריך את אפשרויות יישום המסקנות מהמודל בשטח. השאלון הועבר למספר מומחים לבדיקה ושונה בהתאם להערותיהם.

1. רקע

בשנת 2020 יצטופפו בין הים לירדן כ- 13 מיליון בני-אדם. כבר כיום, 91% מהאוכלוסיה במדינת ישראל מתגוררת בערים, ומתכנני ערים צופים שהמגמה תמשך והבינוי העירוני יכסה את רוב השטח במרכז הארץ (Shalhevet et al., 2000). ללא תכנון השטחים הפתוחים, האוכלוסיה תצטופף במגלופוליס אחד גדול, אפור, מכוער, מנוכר ומזוהם. החקלאות הנמצאת בתוך הרצף האורבני שבין נהרייה לאשקלון יכולה להוות סביבת האדם ולתת למתגוררים במגלופוליס "בבית על-יד בית על-יד בית" תחושה של מקום ומרחב. מעטים יעסקו בפועל בחקלאות, אבל רבים יהנו ממנה; החקלאות בהגדרתה הרחבה יכולה לתת תוכן ירוק לשטח הפתוח שישאירו לנו מתכנני הערים, אחרת יהיו שם (יש כבר כיום) קוצים*.

החקלאות היא שילוב של מוצר כלכלי ומוצר ציבורי. לדוגמה, בגידול הדרים בעמק חפר, התפוזים הם מוצר כלכלי, ונוף המטעים הנשקף מן הכביש העובר בעמק חפר הוא מוצר ציבורי. דרושה חשיבה יצירתית בכדי שנמצא את הדרך לספק אותם לציבור ככלל, לא דרך השוק מפני שאין שוק למוצרים האלה*.

מוצר ציבורי אי-אפשר למכור בשוק, אבל הוא עולה בכסף ויש לו מחיר איזון - המחיר שמתחת לו המוצר לא ייוצר. בסביבה "אין ארוחות חינם" ומי שרוצה בתועלת הנובעת מסביבה טובה, יצטרך לשלם עבורה. באירופה משלמים עבור החקלאות הירוקה כבר היום - בשוויץ, לדוגמה, הציבור משלם עבור גידול פרות במרעה, כדי שיקשטו את הנוף וישמשו סביבה מושכת תיירים. החקלאות הירוקה צריכה לעסוק לא רק בגידולי בעלי חיים וצמחים בשטחים הפתוחים ומניעת זיהום בטבע ובנוף, אלא גם במרקם החברתי וביחד עם החזרת הצבע הירוק לשטח הפתוח עליה להחזיר לכפר את הקהילה*.

אוכלוסיית הערים הגדולות מחפשת את הקשר לאדמה ואת הסביבה הירוקה וזה מתבטא בתופעות הפרוור והתיירות הכפרית. אזור עם איכות חיים מושך אליו אוכלוסייה. במחקרים רבים בארה"ב נמצא שלאזורים כפריים בעלי מרכיבים של איכות חיים יש הגירה חיובית מהעיר אליהם, ואילו מאזורים כפריים ללא מרכיבים אלו יש הגירה שלילית מהאזור לעיר הקרובה (Deller, 2001). במחקר שהקיף 2243 אזורים לא-עירוניים בארה"ב נמצא שתשתית נופש מפותחת (כגון פארקים, מגרשי טניס וגולף) קשורים סטטיסטית עם גידול באוכלוסיה, בתעסוקה וברמת ההכנסה באותו אזור (Deller, 2001).

החקלאות יכולה לשרת את צורכיהם של תושבי הערים הגדולות והפרוורים, ולהפוך ממקור למזהמים למקור לרווחת האוכלוסייה העירונית. כדי לזהות כיצד החקלאות יכולה לתרום לאוכלוסייה בצורה האופטימלית, וכיצד ניתן לתת תמריצים לחקלאים בהתאם לתועלות שהם מביאים לסביבה, יש צורך לתכנן במסגרת רב תחומיות רחבות יותר שתכלולנה חוקרים בתכנון ערים, עיצוב הנוף וארגון הקהילה.

תחומי המחקר המשולבים במודל

במחקרנו ניסינו לשלב חשיבה רב תחומית בתחום הכלכלה החקלאית, תכנון אורבני, מחקרים פיזיולוגיים על הגורמים לרווחת הפרט, וכלכלת הסביבה. התחומים משולבים במודל אחד שבו לקחנו בחשבון שיקולי תכנון חקלאי, אורבני וסביבתי:

1. תכנון חקלאי: הרווח לחקלאים, שהוא הקריטריון הקיים בתכנון חקלאי (בהתחשב במגבלות קרקע ומים).
2. תכנון אורבני: בתכנון אורבני מקובל לשלב שיקולים אסתטיים (ערך הנוף), הורדת רעש והורדת טמפרטורה. נושאים אלה אינם משולבים כיום בתכנון חקלאי. שילבנו נושאים אלה בעזרת שימוש במחקרים שבדקו השפעות פיזיולוגיות של הגידולים על רמת הרעש והטמפרטורה, ומחקרים בתכנון נוף שבדקו את ההעדפות לסוגי גידולים שונים. מחקרים אלה מבוססים על שיטות מחקר שפותחו במחקרים בתחום הפסיכולוגיה, תכנון התחבורה וארכיטקטורת נוף.

* לקוח מהפרסומים: ספרים וחוב', 2000א'; ספרים וחוב', 2000ב'.

3. תכנון סביבתי: לחקלאות יצא מוניטין כ"אויב הסביבה" בשל השימוש בכימיקלים המזיקים לסביבה ופוגעים בבריאות הציבור, באיכות האוויר ובמשאבי הקרקע והמים. במודל בדקנו את השפעת הדשנים וחומרי ההדברה על בחירת ההקצאה האופטימלית, בהתבסס על שיטות קיימות להערכת התועלת לסביבה (Field, 1994). ממצאים אלה יכולים להשפיע גם על הערכת הכדאיות של שיטות הדברה חלופיות (כגון הדברה ביולוגית) הנמצאות כיום בפיתוח; שיטות אלה הן לעיתים קרובות פחות כדאיות לחקלאים בטווח הקצר, אולם בהתחשב בהשפעותיהן על בריאות הציבור, יש להן תפקיד מרכזי בהסבת החקלאות מאויב לידיד הסביבה.

2. מטרת המחקר

המחקר הנוכחי בוחן צרופים שונים של גידולים חקלאיים ויערניים עבור השטחים הפתוחים במרכז הארץ, אשר יביאו לאופטימיזציה מנקודת מבט של החקלאים או החברה. האופטימיזציה עבור החקלאים הבודדים מתבססת על השאת רווחים ואילו האופטימיזציה עבור החברה בכללותה מתחשבת גם בהשפעות חיצוניות חיוביות ושליליות.

המטרה היא למצוא דרכים לשלב בין התועלת לאוכלוסייה והרווח לחקלאים, כך שהעדפות האוכלוסייה יתבטאו בקבלת ההחלטות של החקלאים. לשם כך, בדקנו את השילובים האופטימליים של גידולים בשטחים הפתוחים, בהתבסס על התועלת לחקלאים והתועלת או הנזק מהשפעות חיצוניות שונות של החקלאות על החברה כולה. הערכנו את התחלופה בין העדפות האוכלוסייה והרווח לחקלאים - כלומר, כמה החקלאים יפסידו וכמה האוכלוסייה תרוויח מכל שינוי המתחשב בהשפעות החיצוניות של החקלאות.

3. שיטת עבודה

העבודה כללה שלושה מרכיבים עיקריים: סקר ספרות, הפצת שאלון למומחים ובניית מודל אופטימיזציה והרצתו.

- סקר ספרות: ערכנו סקר ספרות בנושא ההשפעות החיצוניות הידועות של גידולים שונים, והערך הכלכלי של כל השפעה חיצונית לציבור, כפי שנמדד במחקרים קודמים.
- הפצת שאלון: לאחר מספר ראיונות עומק עם מומחים בתחום, כתבנו שאלון והעברנו אותו למספר קטן של נדגמים לבחינה (פריטסט). השאלון מצורף בנספח ג'.
- מודל אופטימיזציה: פיתחנו מודל אופטימיזציה המבוסס בעיקרו על תכנון ליניארי לבחירת הקצאה אופטימלית של גידולים חקלאיים בשטחים הפתוחים. באיסוף המידע הדרוש ליישום המודל נעזרנו במומחים מגופים כגון המשרד לאיכות הסביבה, המכון לגידולי שדה והמכון לקרקע ומים במינהל המחקר החקלאי, שרות ההדרכה והמקצוע (שה"מ), השירותים להגנת הצומח והרשות לתכנון במשרד החקלאות.

המודל נבנה במספר שלבים:

שלב א: בחירת האזורים והגידולים לבחינה

שלב ב: אופטימיזציה עבור החקלאים

שלב ג: הכללת השפעות חיצוניות והעדפות אוכלוסייה ואופטימיזציה עבור החברה כולה.

המודל מורכב מ- 8 תת-מודלים המחשבים אופטימיזציה מנקודות מבט שונות (פירוט המודלים להלן זהה לפירוט בתקציר):

- A השאת רווחי החקלאים
- B הכללת השפעות חיצוניות חיוביות
 - (a) הפחתת רעש
 - (b) הפחתת טמפרטורה
 - (c) סה"כ השפעות חיצוניות חיוביות
- C הכללת השפעות חיצוניות שליליות
 - (a) הדברה
 - (b) דישון
 - (c) סה"כ השפעות חיצוניות שליליות
- D הכללת כל ההשפעות החיצוניות

הסבר מפורט על פונקציית המטרה והמגבלות בכל שלב – בניתוח התוצאות עבור כל שלב.

3.1 פירוט השלבים במודל האופטימיזציה

שלב א. בחירת אזורים וגידולים

בחירת אזורים

עבור יישום המודל נבחרו שני אזורים במרכז הארץ הכוללים מגוון גידולים חקלאיים בשטחים גדולים: מועצה אזורית אלונה ועמק חפר. הקריטריונים לבחירה היו שטחים שניתן עקרונית לגדל עליהם מגוון של גידולים, הממוקמים במרחק סביר מאזורי מגורים, ונבדלים בתכונותיהם האגרו-טכניות (סוג קרקע וטופוגרפיה) והתכנוניות. בדקנו את מגוון הגידולים הקיים בכל אזור ואת הפעילות התיירותית העשויה להיות קשורה בחקלאות הקיימת באזורים אלה.

בחירת גידולים

במקרים רבים, שיקולי הכדאיות הכלכלית לחקלאים סותרים את שיקולי התועלת לאוכלוסייה. בחרנו מגוון רחב של גידולים, שיאפשר לקחת בחשבון מגוון רחב של שיקולים ואת האינטרסים של כל הצדדים. בחרנו מספר רב של מטעים, שהם הגידולים בעלי התועלת הגדולה ביותר לאוכלוסייה, אולם הם מאופיינים בחוסר גמישות בתכנון לעומת גידולים אחרים, ולא ניתן לשנות את גידולם במהירות בהתאם לתנאי שוק משתנים. בחרנו במגוון של גידולי שדה, שהם הפתרון הזול ביותר לגידול בשטחים נרחבים; גידולים אלה אינם מועדפים על ידי האוכלוסייה, אולם הם זולים, קלים להתאמה, ומאפשרים שימוש במי קולחין - שיקול חשוב בימים של מחסור גובר במים שפירים. בחרנו בירקות שמגדלים גם בשטח הפתוח וגם בחממות - חממות מהוות מפגע אסתטי ומייצרות פסולת רבה, אולם קיימת מגמה מצד החקלאים להעדיף גידול של ירקות בחממות על פני השטח הפתוח, ולכן יש לקחת בחשבון את שתי האפשרויות. בחרנו בגיפסנית כמייצג של פרחים בחממות, ובהמשך ניקח בחשבון גם אפשרות גידול פרחים בשטח הפתוח.

שלב ב. אופטימיזציה מנקודת המבט של החקלאים

בנינו מודל אופטימיזציה המחשב את ההקצאה האופטימלית של גידולים למקסום רווחי החקלאים באזור. המודל מבוסס על מידע מתחשיבי שה"מ לגבי תשומות (מים, עבודה, דשנים וחומרי הדברה), עלויות ייצור והכנסות מהגידולים הרלוונטיים.

פונקצית המטרה: עבור החקלאים - השאת הכנסות מגידולים ומתיירות חקלאית; עבור החברה: מקסימום השפעות חיצוניות חיוביות ומינימום השפעות חיצוניות שליליות.

משתני החלטה: הרכב הגידולים החקלאיים והפעילות הנלווית (לדוגמה, שימוש בדשנים).

מגבלות: היקף גידולים מינימלי ומכסימלי, שטחים, מכסות מים מסוגים שונים.

פרמטרים: עלויות ייצור, פדיון.

תרחישים: תנאי שוק (היקף ביקוש ומחיר שוק), מכסות מים, תחיקה ומחירי גורמי ייצור.

שלב ג. אופטימיזציה מנקודת המבט של החברה

במהלך השנים פחת ערכם של השטחים הפתוחים בשימושים חקלאיים, ועולה ערכם לציבור בכלל. ערך זה כולל את קיומן של השפעות חיצוניות חיוביות לחברה כולה, כגון ריאות ירוקות, נוף ונופש. בנוסף, שטחים פתוחים מאפשרים מיחזור מי קולחין, שמירה על קרקעות, ושמירה על מגוון החי והצומח. לחקלאות יש גם השפעות חיצוניות שליליות, הכוללות שימוש בחומרי הדברה וחלחול דשנים למי התהום.

3.2 סוגי השפעות חיצוניות

א. ההשפעות החיצוניות על הסביבה הגיאוגרפית הקרובה כוללות: השפעתם של תכונות הגידולים החקלאיים, כגון נוף, רעש, צל וריח, על כוח המשיכה שלהם עבור תיירות חקלאית והאוכלוסיה הגרה באזור. לדוגמה, יש גידולים המפיצים ריחות טובים כמו פריחת הדורים ויש המפיצים ריחות רעים כמו רפתות; יש גידולים המקטינים את עוצמת הרעשים בסביבה כמו עצים, ויש היוצרים מפגעי רעש כמו לולים. ההשפעה הסביבתית תלויה במרחק מאזורי מגורים.

ב. ההשפעות החיצוניות על המדינה כולה: השפעות של תשומות חקלאיות כגון דשנים, חומרי הדברה ומים מאיכות ירודה על הסביבה (קרקע, מים, אויר ובריאות הציבור); למשל, חלחול חנקות למי תהום פוגע באיכותם וחומרי הדברה פוגעים בבריאות האדם.

למדנו על השפעת כל גידול מבחינת המדדים הפיזיולוגיים (רעש, צל, ריח) וכן התאמת הנוף להעדפות האוכלוסייה.

פונקצית המטרה - השאת הכנסות בהכללת השפעות חיצוניות סביבתיות של הגידולים השונים.

מגבלות בהכללת השפעות חיצוניות (בנוסף על המגבלות מהשלב הקודם): מגבלות על מידת הנזק הסביבתי מחומרי הדברה, ומינימום של תרומה לסביבה הקרובה בהנאה מנוף, הפחתת רעש ומתן צל בקיץ.

3.3 שיטות להערכת ההשפעה החיצונית של כל גידול

הערכנו את מידת ההשפעות החיצוניות של כל גידול ואת הערך הכלכלי של כל השפעה, בשילוב של מספר שיטות, כפי שנתאר להלן. טבלה מס' 1 מסכמת את שיטות העבודה להערכת השפעות החיצוניות.

3.3.1. שיטות להערכה של מידת הקיום של כל השפעה חיצונית על כל גידול

התייעצות עם מומחים

התייעצנו עם מומחים בתחום תכנון השטחים הפתוחים כגון המשרד לאיכות הסביבה, ועם גופים תכנוניים כגון מועצות אזוריות ומתכננים אזוריים. בהתאם לכך, בנינו שאלון וערכנו מספר ראיונות עומק עם מקבלי החלטות בתחום. התייעצנו גם עם מומחים בתחום ההשפעות החיצוניות הספציפיות.

רעש וצל - שימוש במדדים פיזיולוגיים

כל השיטות להערכת העדפות אוכלוסייה מתייחסות לאוכלוסייה הקיימת אולם ההחלטות משפיעות גם על הדורות הבאים - העדפות הנופשים עשויות להשתנות עם הזמן, בעוד היערות מאריכים ימים יותר מהנופשים (שילר, 1998). אחד הפתרונות הוא שימוש במדדים פיזיולוגיים, כגון השפעה של עצים שונים על הטמפרטורה, רעש וכו'. מספר מחקרים מסוג זה נעשו בארץ ע"י דר' גבריאל שילר מהמחלקה למשאבי טבע במינהל המחקר החקלאי. לדוגמה, נמצא שעצים רחבי עלים מיטיבים להפחית את עוצמת הקול לעומת מחטניים (שילר וחובי, 2000). בייעוצו של דר' גבריאל שילר, השתמשנו במידע קיים על מדדים פיזיולוגיים להערכת ההשפעה של גידולים חקלאיים שונים על הפחתת רעש והורדת טמפרטורה.

ערך נופי - הערכת העדפות האוכלוסייה

השתמשנו בתוצאות של סקרים שנערכו בארץ ובעולם להערכת העדפות האוכלוסייה לסוגי נוף שונים.

דשנים - חלחול חנקן למי התהום

למרות תרומתם החיובית של דשנים לגידולים הם עשויים לפגוע באיכותם של מי התהום. נזק אפשרי מדשנים יתבטא מחלחול חנקן מהדשנים אל מי התהום. השפעתה של דליפת חנקן לאקוויפר נאמדה בעבודות קודמות (פרימן 2001; Haruvy et al., 2000; Haruvy et al., 1999; Hadas et al., 2000) אומדנים אלו התחשבו בכמות החנקן בכל דשן ואחוז הדליפה למי התהום.

חומרי הדברה - כמות חומר פעיל

הערכת הנזק מחומרי הדברה מסובכת, מכיוון שמדובר במספר גדול מאד של חומרים שכל אחד מהם גורם למידת נזק שונה, ולא תמיד ידועה. עקב הקושי הגדול בהערכה ישירה של הנזק מחומרי הדברה על הסביבה, פותחו מספר משתנים תחליפיים (proxy variables). הנפוצים שבהם הם כמות החומר הפעיל (a.i. - active ingredient) והיקף ההוצאות על שימוש בחומרי הדברה (Swinton and Williams, 1998). הערכות מקיפות יותר משתמשות במדד ההשפעה הסביבתית (Environmental Impact Quotient (EIQ)), הכולל את הנזק הבריאותי לחקלאים, לצרכנים (בצריכת מזון או פגיעה במי התהום) ולסביבה. נמצא כי קיים קשר ישיר בין כמות החומר הפעיל למדד ה-EIQ (Gullivan et al., year unknown). רוב המחקרים העוסקים בהשפעת חומרי הדברה על בריאות הציבור משתמשים במדד LD50 (Lethal dose 50%), המודד את רמת החומר הגורמת למוות בחצי מאוכלוסיית המבחן של בעלי חיים (Swinton and Williams, 1998).

3.3.2 שיטות לייחוס ערך כלכלי לכל השפעה חיצונית

נכונות לשלם

השתמשנו בתוצאות של סקרים קודמים שבדקו את נכונות הציבור לשלם עבור תכונות מסויימות (willingness to pay).

שיטת המחירים ההדוניים

שתי דרכים עיקריות מאפשרות להעריך את ההשפעה החיצונית על מחירי בתים: הראשונה היא לשאול אנשים כגון דיירים או סוכני נדל"ן, השנייה היא לבדוק לפי התנהגות בפועל, (Field, 1994). דוגמה לשיטה השנייה היא שיטת המחירים ההדוניים (Hedonic pricing method - HPM). שני סוגים של תכונות משפיעים על המחיר: תכונות מבניות, כמו גודל הבית, גודל השטח, מספר חדרים; ותכונות של המיקום, שיכולות להיות חיוביות או שליליות (Luttik, 2000). הערכת ההשפעה על מחירי בתים התבססה על תוצאות מחקרים קודמים בנושא.

דשנים – עלות הסילוק

איבניר (2001) העריכה את הנוזק למי תהום באמצעות עלות סילוק החנקן. היא התחשבה בשני שערי ריבית: במקרה הראשון, שער ריבית 0% (בהנחה שהדאגה לדורות הבאים היא כמו הדאגה להווה, ומכיוון שבפועל יש חקלאות אינטנסיבית באזורים אלה כבר שנים רבות, בפועל עלות סילוק החנקן רלוונטית כבר כיום). במקרה השני, שער ריבית שנתית של 7.5% (תקופת המעבר הוערכה כ- 25 שנה). אנו נתייחס לעלות כיום כדי להדגיש את משמעות הפגיעה במי תהום.

חומרי הדברה – עלות השימוש

מחקרים רבים העריכו את העלויות הנובעות מהנוזק הבריאותי הנגרם לחקלאים עקב השימוש בחומרי הדברה (Antle and Pingali, 1994; Pingali et al., 1994; Harper and Zilberman, 1992; Crissman et al., 1994). חלקם בחנו את הקשר בין שימוש בחומרי הדברה לתלונות על תופעות לוואי מוכרות של החומרים, והעריכו את העלויות של הטיפול הרפואי ואובדן ימי עבודה כתוצאה מתופעות לוואי אלה (Houndekoun and De Groote, 1998). מחקרים אחרים העריכו את התועלת לצרכן כתוצאה מהפחתת השימוש בחומרי הדברה באמצעות סקרים שבדקו את הנכונות לשלם (Willingness to pay), לדוגמה, עבור מזון הכולל רמות נמוכות יותר של חומרי הדברה (Forster and Mourato, 2000; Fu et al., 1999). נמצא שהצרכנים מודעים לסכנה של חומרי הדברה, ומוכנים לשלם יותר עבור מוצרים שאינם כוללים חומרי הדברה בהתאם לכמות הנוזק הנמנעת.

טבלה 1. סיכום השיטות למדידת השפעות חיצוניות והערכת ערכן הכלכלי לציבור

השפעה חיצונית	א. שיטת מדידה	ב. שיטה לייחוס ערך כלכלי	הערות
חסימת רעש	מדדים פיזיולוגיים (מדידת חסימת הרעש בדציבלים)	השפעה על מחירי בתים	התוצאות שולבו במודל אופטימיזציה
הורדת טמפרטורה	מדדים פיזיולוגיים (מדידת הורדת הטמפרטורה בפועל)	סקרים של נכונות לשלם	התוצאות שולבו במודל אופטימיזציה
נוף	דרוג העדפות לפי סקרי	השפעה על מחירי בתים	חלק אי הושלם,

דשנים	כמות החנקן בדשן	עלות הסילוק	חלק ב' בעבודה
חומרי הדברה	כמות החומר הפעיל	עלות חומרי ההדברה נוק בריאותי לפי חומר פעיל	התוצאות שולבו במודל אופטימיזציה
פסולת חקלאית	כמות פסולת (טונות)	עלות הסילוק	בעבודה
פרש רפת	כמות (רטוב ויבש) בטונות	עלות הסילוק	מתוכנן

4. תוצאות העבודה

4.1 שלב א' - בחירת אזורים

נבחרו שני אזורים: מועצה אזורית אלונה ועמק חפר.

4.1.1 מועצה אזורית אלונה

המועצה האזורית אלונה כוללת שלושה יישובים: גבעת ניל"י, אביאל ועמיקם. במועצה האזורית גרים כ- 1200 תושבים, על שטח של יותר מ- 16 אלף דונם. כמחצית מהתושבים עוסקים בחקלאות. השטח החקלאי המעובד הוא כ- 6700 דונם, ברובו מטעים (בעיקר אפרסקים, ענבי מאכל וענבי יין). רוב השטח הלא מעובד הוא שטח מיוער. טבלה 2 מסכמת את הנתונים על מועצה אזורית אלונה.

מגבלת המים מהווה מכשול הולך וגדל בפני החקלאות, והמועצה מנהלת דיונים עם "מקורות" כדי להרחיב את השימוש במי קולחין בחקלאות האזור.

זהו אחד האזורים היחידים במרכז הארץ ששמר על צביון חקלאי-כפרי ושטח ירוק נרחב ללא כל סימני פיתוח עירוני או מסחרי. באזור קיימות אטרקציות תיירותיות רבות, כולל נחל תנינים ופארק אלונה, שאליו מגיעים מבקרים רבים. מספר המבקרים בפארק גדל לאחרונה עקב המצב הביטחוני, הגורם לרבים להעדיף טיולים במרכז הארץ. המועצה האזורית מטפלת בפיתוח הפארק בעצמה, ולא באמצעות יזם, כדי להבטיח שיישמר הצביון הכפרי של המקום ולספק עבודה לתושבים המקומיים.

המועצה רוצה לפתח תיירות שתשלים את החקלאות ולא תתחרה איתה. בתוכניתה לפתח את השטח הפתוח מהר חורשן דרומה, בשטח השייך בחלקו למועצה ובחלקו לקק"ל, למטרות תיירות ונופש. השטח מיוער והנוף הנשקף ממנו יפיפה, אך הוא חסר תשתית תיירותית ודרכי גישה נוחים.

האזור מספק שילוב ייחודי של מגורים במקום כפרי לא מפותח עם קירבה למרכז - "להיות עם ולהרגיש בלי". תכונה זו יכולה למשוך רוכשי בתים המחפשים אזור לא מיושב, אך אינם רוצים להרחיק למצפים בגליל, ותיירים המחפשים מקומות שקטים ונידחים, שאינם על מפת מסלולי התיירות הרגילים, בלי לנסוע רחוק. המטרה של פיתוח התיירות היא לקדם את כלכלת האזור תוך שמירה על הצביון החקלאי-כפרי ואיכות הסביבה שלו.

מוצע לתכנן את פיתוח התיירות באזור בשילוב עם התכנון באזורים השכנים. פיתוח משולב יוכל להציע מגוון רחב של אפשרויות בילוי: חוף הים, אזור תיירות מסחרי מפותח (זכרון יעקב), אזור חקלאי-כפרי לא מפותח (אלונה), ערכים היסטוריים (קיסריה, פארק אלונה) וערכי טבע (נחל תנינים ושמורת הבז האדום באלונה). הפיתוח המשולב יוכל לנצל בתי מלון בקרבת מקום (בין קיסריה לזכרון יעקב) כדי לספק תשתית תיירותית תוך שמירה על אופיו הנידח והבלתי ממוסחר של אזור אלונה.

ההשקעות הנדרשות לפיתוח תיירות באזור אלונה כוללות: סלילת כבישים ודרכי גישה מתאימים, פיתוח תשתיות נוספות עבור התיירים כגון צימרים, והוצאות שיווק ופרסום המקום. היקף ההשקעות הנדרש הוא מעבר ליכולתה הפיננסית של המועצה, ויידרש שיתוף פעולה עם מועצות אזוריות שכנות. שמירה על הצביון החקלאי-כפרי של האזור ופיתוח מוטה חקלאות וסביבה הם אינטרסים ציבוריים, שאינם רלוונטיים עבור יזמים פרטיים, ולכן מומלץ שמשדד החקלאות והמשדד לאיכות הסביבה יהיו מעורבים בתכנון ובמימון הפיתוח באזור.

טבלה 2. סיכום נתונים על מועצה אזורית אלונה

פעילות	מ.א. אלונה
אוכלוסיה (תושבים)	1,236
מספר מגדלים במושבים	73
שטח	
סך שטח	16,348
שטח חקלאי	15,500
מרעה טבעי	7,934
שטח פיסי מעובד	6,732
מזה: א. בהשקיה	6,212
ב. בעל	520
מטעים	6,059
ירקות בשטח פתוח	153
גידולי שדה	520
מזה: פלחה חורף וחיטה לגרעינים	120
מספוא חורף לשחת בעל	400
בקר בעדר הבשר	914
מטעים:	
תפוחי עץ	187
אפרסקים	2,116
שזיפים	730
ענבי מאכל	1,417
ענבי יין	1,003
שסק	158

מקור: משרד החקלאות ותכנון הכפר

4.1.2 עמק חפר

עמק חפר הוא אזור חקלאי מובהק - חלק גדול מהשטח מוקדש לחקלאות. כ- 28% מסה"כ ימי העבודה של האוכלוסיה באזור היו בעבודה בחקלאות (כולל ימי עבודה חלקיים של תושבים העובדים גם בחקלאות וגם בתחומים אחרים): 11% מימי העבודה של תושבי הקיבוצים ו- 46% מימי העבודה של תושבי המושבים היו בחקלאות. טבלאות 3 ו- 4 מסכמות את הנתונים על עמק חפר.

הקטגוריות העיקריות של גידולים בעמק חפר הן הדורים וגידולי שדה. הגידולים העיקריים הם (בסדר יורד): מספוא (חורף לתחמיץ בעל), כותנה, אבוקדו, מספוא (חורף לשחת בעל), תירס (מספוא ולתעשיה), שמוטי ואשכוליות רגילות.

טבלה 3. סיכום נתונים על עמק חפר

פעילות	עמק חפר
אוכלוסיה - סה"כ	19,713
אוכלוסיית מושבים	14,453
אוכלוסיית קיבוצים	19,713
תפוקת החקלאות (אלפי ש"ח)	619,754
ערך מוסף של החקלאות (כנ"ל)	236,097
תפוקת התעשייה (אלפי ש"ח)	690,611
ערך מוסף של התעשייה (כנ"ל)	367,581
תפוקת השירותים* (אלפי ש"ח)	1,133,600
ערך מוסף של השירותים (כנ"ל)	944,697

* כולל ענפי שירותים, תחבורה וחשמל
מקור: פרימן (2001)

טבלה 4. גידולים חקלאיים עיקריים בעמק חפר (1997)

קטגוריה	גידול	שטח בדונמים
הדרים	שמוטי נושאי פרי וצעירים	2,851
	אשכוליות רגילות נושאי פרי וצעירים	2,279
	ולנסיה נושאי פרי וצעירים	1,604
	אשכוליות אדומות נושאי פרי וצעירים	968
	טבוריים נושאי פרי וצעירים	615
	פומלו ופומלית נושאי פרי וצעירים	629
	סה"כ הדרים	21,022
מטעים אחר	אבוקדו נושאי פרי וצעירים	6,135
	פקן נושאי פרי וצעירים	770
	אפרסמון נושאי פרי וצעירים	633
	מנגו נושאי פרי וצעירים	463
	סה"כ ענף מטע אחר	8,608
פרחים וצמחי נוי	גיפסנית, כסוי גבוה	738
	גיפסנית, כסוי נמוך	400
	סה"כ פרחים וצמחי נוי	3,554
גידולי שדה	מספוא, חורף לתחמיץ בעל	12,753
	כותנה בהשקיה	7,709
	מספוא, חורף לשחת בעל	4,361
	תירס מספוא בהשקיה	3,506
	תירס לתעשייה בהשקיה	2,385
	מספוא, חורף לתחמיץ בהשקיה	1,890
	מספוא, חורף לשחת בהשקיה	1,370

(המשך טבלה 4 מהעמוד הקודם)		
שטח בדונמים	גידול	קטגוריה
428	חימצה בהשקיה	
428	קטניות שונות בהשקיה	
410	חיטה ושעורה לגרעינים בשלחין	
404	חמניות בהשקיה	
38,450	סה"כ גידולי שדה	
1,115	מלפפונים בבתי צמיחה	ירקות
524	עגבניות בבתי צמיחה	
4,192	סה"כ ירקות	

מקור: פרימן (2001)

(פירוט בנושא בחירת הגידולים לכל אזור בסעיף הבא)

4.2 שלב ב' - מודל אופטימיזציה להשאת רווחי החקלאים

4.2.1 תאור המודל

פונקצית מטרה:

חישבנו את ההרכב שיביא למקסימום את הרווח באזור בהתחשב במספר מגבלות.

משתנים:

לקחנו את מגוון הגידולים הקיימים באזור עמק חפר ומועצה אזורית אלונה (כל אזור במודל נפרד) ומספר גידולים אפשריים נוספים. לקחנו בחשבון את היבול, המחיר לחקלאי ועלויות הגידול.

מגבלות המודל:

סה"כ השטח לכל הגידולים זהה לסה"כ השטח המוקצה לחקלאות.

לכל גידול שטח מינימלי מסוים (שהוגדר כ- 50% מהשטח המוקצה כיום לאותו גידול).

לכל גידול שטח מקסימלי מסוים: בעמק חפר המקסימום הוגדר כ- 300% מהשטח המוקצה כיום לאותו גידול (ועד 4000 דונם לגידול חדש). במועצה אזורית אלונה הוגדרו מגבלות של 110% בגידולים למרעה ביותר ועד 250% לשאר הגידולים (ועד 4000 דונם לגידול חדש).

סה"כ כמות המים השפירים אינה עולה על מכסת המים השפירים.

סה"כ כמות מי הקולחין אינה עולה על היצע מי הקולחין.

בחירת הגידולים:

אזור עמק חפר: בחרנו 15 גידולים עיקריים מתוך כ- 120 גידולים בעמק חפר, המייצגים 57% משטח הגידול החקלאי. (שני גידולים המגודלים לסירוגין על אותו שטח נספרו כשני גידולים שונים). מכל קטגוריה בחרנו את הגידולים העיקריים, מבחינת היקף השטח: בהדרים - שמוטי, ולנסיה ואשכוליות לבנות; במטעים - אבוקדו ופקאן, בפרחים - גיפסנית בכיסוי גבוה; בירקות - עגבניות ומלפפונים בבתי צמיחה ובשטח פתוח; ובגידולי שדה - כותנה, תירס למאכל ותירס למספוא, חיטה למספוא ואספסת. הגידולים בירקות נבחרו למרות היקף השטח המצומצם יחסית כדי לייצג במודל מגוון גידולים בבתי צמיחה ובשטח הפתוח. נבחר מספר רב של גידולי שדה מכיוון שזוהי הקטגוריה הגדולה ביותר של הגידולים בעמק חפר (36% מסה"כ השטח החקלאי).

אזור מועצה אזורית אלונה: בחרנו 15 גידולים עיקריים המייצגים 94% מסה"כ השטח החקלאי המעובד באזור. הגידולים כוללים: במטעים: אפרסקים, ענבי מאכל וענבי יין, תפוחים, אפרסקים, משמש, שסק, אפרסמון, אבוקדו, זיתים למאכל וזיתים לשמן; בגידולי שדה: חיטה למספוא ומספוא חורף שחת; בירקות: עגבניות בשטח הפתוח וקישואים. אין כמעט שטחי הדרים ופרחים באלונה. נבחר מספר רב של מטעים מכיוון שזוהי הקטגוריה העיקרית של הגידולים באלונה (כ- 90% מהשטח).

בנוסף, לשני האזורים בחרנו שני גידולים לא-חקלאיים: חורשה ופארק, כדי לבדוק אם ההשפעות החיצוניות מצדיקות מעבר מחקלאות לגידולים יערניים. בהגדרת המצב הקיים הוגדר להם שטח 0.

4.2.2 תוצאות (ההרכב האופטימלי של הגידולים להשאת רווחים)

עמק חפר

אנו מציגים את הרכב הגידולים הקיים לעומת ההרכב האופטימלי (טבלה א.1 וגרף א.1 בנספח א) (ההרכב המוצג בטבלה מס' 4 לעיל שונה מזה המוצג בטבלת הנתונים של עמק חפר, מכיוון שטבלת הנתונים מציגה מטעים נושאי פרי + מטעים צעירים, ואילו חישוב הרכב הגידולים מתבסס על השטח של מטעים נושאי פרי בלבד). הניתוח מראה שההרכב הנוכחי רחוק מאד מהאופטימום הכלכלי בהנחות שצינו. ניתן להגדיל את סה"כ הרווח באופן משמעותי ע"י הגדלת השטח המוקצה לאבוקדו, גיפסנית, תירס למאכל וחיטה למספוא. (הגדלת השטח לחיטה נובעת לא משיקולים כלכליים אלא ממגבלות מכסת המים, מכיוון שאבוקדו וגיפסנית צורכים כמויות גדולות יחסית של מים). ניתוח הרגישות מראה שגיפסנית הוא הגידול הרווחי ביותר, שכדאי להגדילו ככל שניתן (המודל אינו מאפשר הגדלת השטח למעלה מפי 3 מהשטח הנוכחי, בהנחה שקיימות מגבלות של היקף השוק לכל גידול). לעומת זאת, מומלץ לצמצם את שטח הפקאן, ההדרים, הירקות והתירס לתחמיץ.

מועצה אזורית אלונה

הגידולים שנבחרו במועצה אזורית אלונה קרובים יחסית להתפלגותם עבור השאת רווחים. ניתן לשפר את סה"כ הרווח בכ- 30% (כ- 860 ש"ח לדונם בממוצע), אולם לא מדובר בשיפור משמעותי כמו בעמק חפר. טבלה ב.1. וגרף ב.1 בנספח ב' מציגים את ההתפלגות האופטימלית לעומת ההתפלגות הקיימת. הגידול העיקרי הוא בשזיפים, תפוחי עץ ושסק, בעיקר על חשבון ענבי מאכל ויין ומספוא בעל.

4.2.3 רגישות לתרחישים עתידיים

מחירי מים: מסקנות המודל אינן משתנות כאשר מחיר המים משתנה. הכפלת מחיר המים תגרום לחקלאים לעבור מרווח (לסה"כ השטח) להפסד בהקצאת השטחים הקיימת (אם כי עדיין יוכלו להרוויח בהקצאת שטחים אופטימלית). אולם שינוי מחיר המים לא משנה את ההקצאה האופטימלית של הגידולים. בהמשך העבודה יעשה גם ניתוח רגישות למחירי דשנים וחומרי הדברה.

מחירי שוק: התוצאות רגישות מאד ליחס בין המחיר ליצוא למחיר בשוק המקומי. בתרחיש שבו מחירי היצוא יורדים ב- 25% ומחירי השוק המקומי עולים ב- 10%, בעמק חפר כדאי להקטין את שטח האבוקדו והגיפסנית לעומת המצב הקיים כיום, ולהגדיל את שטח החיטה למאכל והתירס למספוא. שינוי זה כדאי לחקלאים ומגדיל את סה"כ רווחיהם.

4.3 שלב ג' - השפעות חיצוניות של החקלאות על החברה

קבוצות אוכלוסייה שונות מושפעות בצורה אחרת. בטבלה 5 מוצגות ההשפעות על החקלאי המגדל, תושבי הסביבה, אוכלוסייה המגיעה למקום לביקור או נוסעת דרך האזור ("עוברים ושבים") וכל תושבי המדינה. אופי ההשפעה של כל גורם יכול להיות חיובי (+ עד +++) , ניטראלי (0) או שלילי (- עד ---). מספר הפלוסים/מינוסים מייצג את מידת ההשפעה (קטנה, בינונית או גדולה).

טבלה 5. מידת ההשפעה של כל גורם על האוכלוסייה

גורם	חקלאים	תושבי הסביבה	עוברים ושבים	כל המדינה
ערך כלכלי	+	0	0	+(מחירים, תעסוקה)
ערך נופי	+	+++	++	0
מניעת רעש	+	+++	+	0
הורדת טמפרטורה	++	+++	+	0
ריחות	++	+++	++	0
מליחות ודשנים	+++	---	--	--
חומרי הדברה	+++	---	--	--
פסולת חקלאית	0	---	--	-
סילוק פחמן דו-חמצני (Carbon sequestration)	+	+	+	+++

4.3.1 השפעות חיצוניות חיוביות

לורנזו וחוב' (Lorenzo et al., 2000) ערכו מחקר בלואיזיאנה שבדק את הדרוג היחסי של התועלות השונות מעצים באזורי מגורים. מהמחקר עולה שהערך האסתטי קיבל את הציון הגבוה ביותר, ולאחריו צל, השפעה על מגוון בע"ח באזור, טמפרטורה, פרטיות, ערך הבתים והורדת רמת הרעש. התוצאות מוצגות בטבלה מס' 6.

טבלה 6. דירוג התועלות מעצים באזורי מגורים (בסדר חשיבות עולה)

תכונה	דרוג חשיבות
שינוי בצבע העלים בסתיו	1.10
פרחים בעץ	1.18
עצירת הרוח	1.38
עצירת אבק/ particle matter	1.41
עצירת מי שטפונות	1.47
גידול בתחושת קהילתיות	1.56
ירידה בזיהום אויר	1.56

(המשך טבלה 6 מהעמוד הקודם)	
תכונה	דרוג חשיבות
ירידה ברעש	1.59
עליה בערך הבתים	1.64
עליה בפרטיות	1.66
שיפור במזג האוויר (טמפרטורה)	1.66
משיכת ציפורים ובע"ח	1.70
צל, ירידה ברמת הסנוור של האור, חסכון באנרגיה	1.81
ערך אסתטי	1.86

מקור: Lorenzo et al., 2000, p. 323

אנו בדקנו חמישה מבין הגורמים שדורגו כחשובים ביותר: אסתטיקה (נוף), הורדת רמת הרעש, הורדת טמפרטורה ומתן צל, והשפעה על מחירי הבתים. השפעות אלה רלוונטיות רק עבור אלה העוברים באותו אזור, ולהוציא נוף, שאר ההשפעות רלוונטיות בעיקר עבור המתגוררים באזור.

א. הורדת רמת הרעש

רקע:

רעש מוגדר כצליל הנתפס כלא נעים או לא רצוי ע"י שומעיו. הרגישות של אנשים לרעש תלויה במספר מרכיבים: עוצמת הרעש, הנמדדת בדציבלים (dB), התדירות (הנמדדת בהרץ - Hz - Hertz), וההקשר שבו נתפס הרעש. לדוגמה, שריטת ציפורניים בלוח היא בעוצמה נמוכה אך עשויה לגרום להפרעה גדולה, ורעש חזק של מכונות מירוך נתפס כרעש חיובי ע"י הצופים במירוך (Paulson, 1999).

השינוי הקטן ביותר שאנשים יכולים לחוש בו הוא כ- 3 דציבלים. עליה של 6 דציבלים מייצגת הכפלה של רמת הרעש, אולם בפועל אנשים תופסים עליה ברעש של 10 דציבלים כהכפלת עוצמת הרעש. הרעש שבה נגרם נזק לשמיעה היא 120-130 דציבלים (LaMuth, 1998), וסף הכאב (pain threshold) הוא 130 דציבלים (Paulson, 1999). רעש של 140 דציבלים גורם לחרשות קבועה. לחילופין, גם חשיפה קבועה לרעש חלש יותר, של כ- 85 דציבלים, במשך תקופה ארוכה, יכולה לגרום לאובדן שמיעה קבוע.

גם ברמות נמוכות, רעש גורם לנזקים כגון אובדן שינה, פריון נמוך יותר, חוסר נוחות ומטרד (Levinson, 1996). נמצא שאנשים מדרגים רעש כגורם הסביבתי העיקרי באזורם, לעיתים גם מעבר לזיהום אוויר ואיכות המים (LaMuth, 1998). כרבע מאוכלוסיית האיחוד האירופאי מדווחים על פגיעה באיכות החיים כתוצאה מרעש (EU, 2000).

השפעת צמחים על רמת הרעש:

כיסוי שטח נמוך או גבוה מוריד ממפלס הקול, מכיוון שהוא מכסה את פני האדמה. המידה שבה הצמחים מפחיתים את עוצמת הרעש תלויה בכמה מרכיבים: עומק הצמחיה (שטח), גובה (צמח שגבוה יותר יוריד יותר את רמת הרעש), צפיפות, צורת העלים (עלים יותר גדולים וכבדים יורידו יותר מהרעש). מטע עם כיסוי עשבוני מוריד יותר מהרעש לעומת מטע עם קרקע חשופה. כל צמח מפחית אוקטבות שונות, אולם נושא זה לא נלקח בחשבון

עקב חוסר מידע לגבי כל גידול. בעיקרון, האוביקט העוצר את הרעש צריך להיות גדול מאורך גל אחד: בתדירויות של 10,000 Hz אורך הגל הוא 3-4 ס"מ, וצמחים רבים יכולים לעצור את הרעש; אולם בתדירות של 100 Hz אורך הגל הוא 3-4 מטרים, וקשה לעצור את הרעש (תדירות נמוכה היא הצלילים הנמוכים - צלילי הבס, ותדירות גבוהה היא הצלילים הגבוהים שאנו שומעים) (תחום השמיעה הוא בין 20 ל-16,000 הרץ – Levinson, 1996).

שילר וחובי (2000) בדקו את עוצמת הרעש ממקור רעש בעוצמה קבועה בשטח חופשי מצמחים לעומת שטח עם עצים מסוגים שונים. נמצא שעצים רחבי עלים מטיבים להפחית את עוצמת הקול לעומת עצים מחטניים, וככל שהעלו מרוכזות קרוב יותר לפני הקרקע גדלה ההפחתה בעוצמת הקול. מסקנתם הייתה שלשם הורדת מפלס הקול רצוי לבחור בעצים מסויימים, ולכרות אותם לסרוגין, כדי להבטיח צימוח צעיר וצפוף על פני הקרקע. נמצא, לדוגמה, שאקליפטוס מוריד את רמת הרעש ב-4 דציבלים, עץ חרוב מוריד את רמת הרעש ב-5 דציבלים, אלון מוריד את רמת הרעש ב-3.7 ועץ אורן בממוצע ב-3.2 דציבלים (תלוי בזן עץ האורן).

בהתבסס על תוצאות ניסויים אלה, דר' שילר דרג את הרמה היחסית של הורדת הרעש בגידולים החקלאיים השונים. הדרוג תלוי במספר פרמטרים של הצמח: גובה, עובי הצמח וגודל העלווה. לדוגמה, עץ אבוקדו מוריד את רמת הרעש יותר מעץ שזיפים או תפוחים, כי עלי האבוקדו גדולים ועבים יותר. תרגמנו את הדרוג היחסי של דר' שילר לחסימת רעש בדציבלים מתוך הניסויים שנעשו על אקליפטוס, אורן ואלה. התוצאות - הורדת הרעש בדציבלים לכל גידול - מוצגות בטבלה מס' 7 ובאיור מס' 1.

הערך הכלכלי של הורדת רעש:

מחקרים רבים העריכו את הנזק מרעש - בעיקר רעש מתחבורה (מטוסים וכבישים). קשה לכמת את הנזק לאוכלוסייה מרעש, ולכן נוהגים להעריך בשיטת המחירים ההדונים את השתקפות הנזק מרעש בירידת מחירי הבתים באזור. המדד המקובל הוא NDI (מדד הפחתת מרעש): Noise depreciation index: the percentage reduction of house price per dB (Levinson, 1996). המדד מתחשב רק בעוצמת הרעש ולא במקור הרעש - במחקר השוואתי נמצא שירידת הערך של בתים לדציבל רעש ממטוסים וכבישים זהה (Levinson, 1996).

קיימות מספר מגבלות בשיטה זו: ראשית, הערך של הנזק תלוי בהכנסה הממוצעת לאזור - הנכונות לשלם על הורדת רעש גבוהה יותר באוכלוסיות עשירות. שנית, התוצאות מוטות מכיוון שמעבר לסף רעש מסויים, אנשים יסרבו לקנות את הבית בכל מחיר, אולם סף זה שונה אצל אנשים שונים (Feitelson et al., 1996).

בבדיקות שהעריכו את השפעת הרעש על מחירי בתים, נמצא שהנזק מרעש בתחבורה בצרפת הוא בין 0.27 ל-0.45 מיליארד דולרים, במחירי 1980 (Pearce et al., 1984). בבדיקות כוללות יותר של הנזק הכולל ירידת מחירי בתים, עלות רפואית, ירידה באפשרות השימוש בשטח ועלויות ימי עבודה אבודים הגיעו למסקנה שהנזק הכלכלי בשנה מרעש של מטוסים באיחוד האירופאי הוא בין 11 ל-32 מיליארד דולר (Brussels, 2000).

רעש מתחבורה הוא בד"כ בין 50 ל-95 דציבלים (TranSafety, 1997). לפי מחקר שנעשה באנגליה, עליה של דציבל אחד ברמת הרעש תוריד את ערך הבתים ב-0.5%. לוטיק (Luttik, 2000) מצא בהולנד שרעש מתחבורה מוריד מחירים ב-5%. מאמר אחר (TranSafety, 1997) מצטט מחקרים שנעשו בשנות השבעים שלפיהם נמצא שמחירי בתים בארה"ב יורדים ב-0.2 - 0.6 אחוז לכל עליה של דציבל ברמת הרעש. מחקר גדול שנעשה בארה"ב ב-1982 מצא שמחירי בתים ירדו ב-0.4% לכל עליה של דציבל ברמת הרעש. שני סקרי ספרות של השפעת רעש של מטוסים על מחירי בתים מצא שעליה של דציבל אחד ברמת הרעש מורידה את מחירי הבתים ב-0.5 - 1% (DTLR, 2000). בסיכום של מספר גדול של מחקרים בארה"ב ומספר מדינות אירופאיות, נמצא שהממוצע של ירידת מחירי בתים הוא $NDI = 0.62$ (Levinson, 1996).

הערך הכלכלי של הורדת הנזק מרעש:

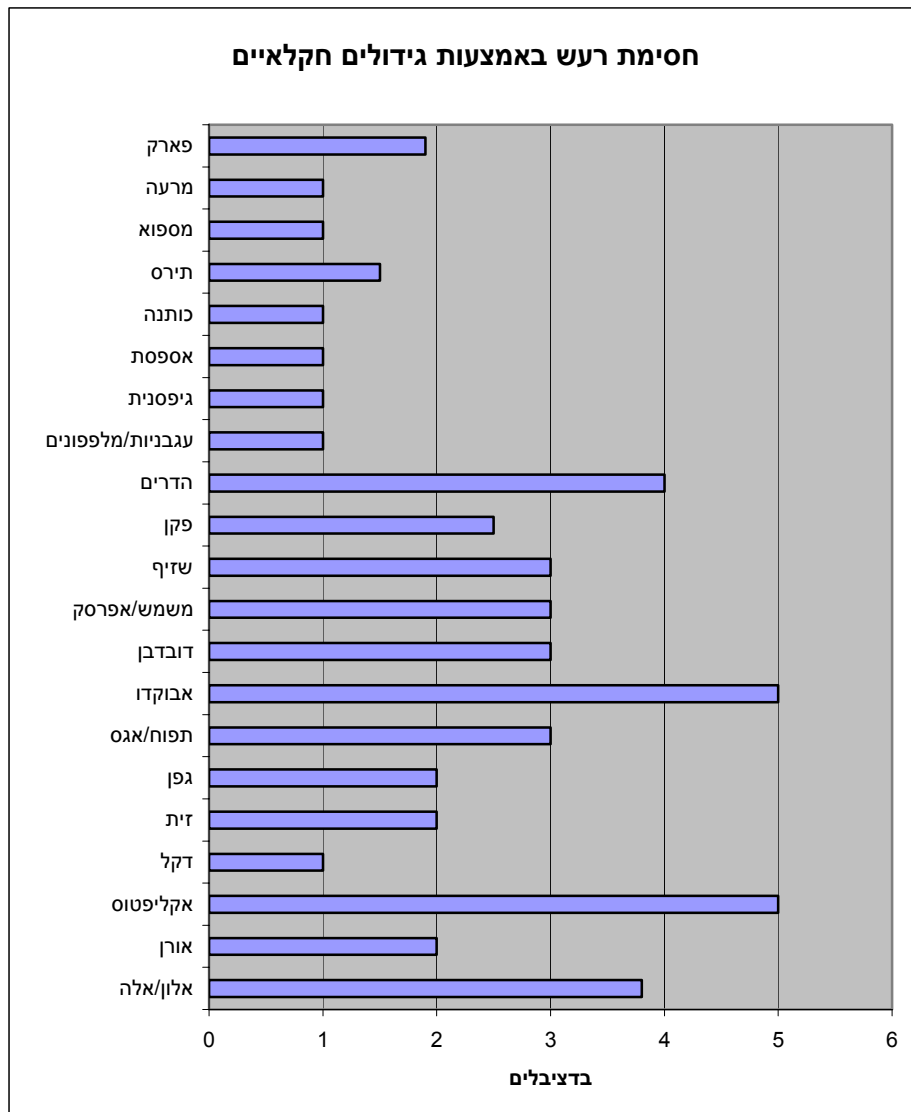
עליה ברמת הרעש של דציבל אחד מורידה את הערך הבתים בסביבה במוצע ב- 3825 ש"ח לבית. (החישוב מבוסס על מחיר בית מייצג של 765 אלף ש"ח, בהתאם לרוזנטל (1999), שמצא שמחיר דירה ממוצעת הוא בתחום שבין 150 - 205 אלף דולר. אנו השתמשנו בנתון זה כדי לבנות את העמודה של הערך הכספי של הורדת הרעש מכל גידול בטבלה 7.

טבלה 7. הערך של הורדת רעש לכל גידול: יחס בדציבלים וערך כספי (לפי סדר יורד של ערך כספי)

גידול	הורדת רעש	ערך כספי
	דציבלים	בש"ח
אבוקדו	5.0	19,125
אקליפטוס	5.0	19,125
אשכוליות	4.0	15,300
ולנסיה	4.0	15,300
שמוטי	4.0	15,300
אלון/אלה	3.8	14,344
אגס	3.0	11,475
אפרסק	3.0	11,475
דובדבן	3.0	11,475
משמש	3.0	11,475
שזיף	3.0	11,475
תפוח	3.0	11,475
פקאן	2.5	9,563
שקד	2.5	9,563
אורן	2.0	7,650
גפן	2.0	7,650
זית	2.0	7,650
פארק	1.9	7,411
תירס	1.5	5,738
אספסת	1.0	3,825
גיפסנית	1.0	3,825
דקל	1.0	3,825
כותנה	1.0	3,825
מלפפונים	1.0	3,825
מספוא	1.0	3,825
מרעה	1.0	3,825
מרעה & גדי"ש	1.0	3,825

עגבניות	1.0	3,825
---------	-----	-------

איור 1.



יש לציין שלולים, שלא נבדקו כאן, ידועים כרועשים במיוחד: רמת הרעש בתוך בניין לולים נעה במשך היום בין 50 ל-90 דציבלים (Paulson and van Dalssen, 1999). מהמשרד לאיכות סביבה נמסר שתלונות רבות על רעש באזורים חקלאיים בארץ הם מלולים וממפטמות אווזים.

שילוב השפעת הרעש במודל אופטימיזציה:

הנחנו מגבלה שעל הגידולים להוריד את רמת הרעש לפחות בדציבל אחד בממוצע על פני כל האזור (כאשר חלק מהגידולים יכולים להוריד בפחות וחלק ביותר, והממוצע מחושב על כל האזור). בפונקצית המטרה של החברה נוספת הנכונות לשלם עבור הורדת רעש בכל גידול.

ערך הנכס הוא תוספת הון חד-פעמית, בעוד שהמודל מחשב רווח שנתי. הערך במודל חושב כערך ההכנסה השנתית שהיא שוות ערך לעליית מחיר הבית, בהכנסה לחמש שנים בשער ריבית של 8%. בניתוח זה נמצא שאין השפעה של הפחתת הרעש על הקצאת השטח בין הגידולים.

תוצאות עבור עמק חפר

טבלה א.2. וגרף א.2. בנספח א' מציגים את התוצאות כאשר הנכונות לשלם מחושבת כשוות ערך לשינוי בערך הבית. נמצא שמרכיב הנכונות לשלם עבור הפחתת הרעש גדול בהרבה מהערך הכלכלי לחקלאים. התוצאה במקרה זה היא הגדלה משמעותית של שטחי האבוקדו, והקטנת שטחי התירס למאכל והגפסנית, לעומת ההקצאה בהתחשב ברווח לחקלאי בלבד. הרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 364 ש"ח לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית ללא התחשבות בהורדת הרעש.

הערכת מספר הדירות באזור נבחר תאפשר לחשב את סה"כ הערך לאוכלוסיה המתגוררת באותו אזור מהורדת הרעש ע"י הגידולים השונים. כאשר מוקמת שכונה חדשה באזור, יתכן שניתן להגיע להסכם עם קבלנים על סבסוד גידולים שערכם לאוכלוסיה גדול יותר, לפי חישוב הערך לאוכלוסיה באזור.

תוצאות עבור מועצה אזורית אלונה

להלן נציג את תוצאות המודל (טבלה ב.2. וגרף ב.2. בנספח ב'). מכיוון שרוב השטח באלונה כבר מוקדש למטעים, שהם בעלי השפעות חיוביות יחסית לגידולים אחרים, ההקצאה האופטימלית אינה משתנה בהרבה כאשר לוקחים בחשבון השפעות חיוביות אחרות. ההקצאה אופטימלית בהתחשב בחסימת רעש, לעומת התחשבות ברווח מקסימלי בלבד, מעודדת מעבר של כ- 100 דונם מגידול אפרסמון ותפוחי עץ לגידול אבוקדו ואפרסקים. השינוי יגרום לחקלאים הפסד קטן (כ- 3 ש"ח לדונם).

ב. הורדת טמפרטורה ומתן צל

רקע:

צמחיה מורידה את הטמפרטורה בסביבתה, ממספר סיבות (Urban vegetation, 1999): (1) ירידה בקרינת השמש על גופים המוצלים ע"י הצמחיה: האנרגיה הסולרית בחלקה מוחזרת או נספגת ע"י הצמח לשימוש בתהליכים המבוליים. צמחים סופגים בין 60-90% מהקרינה של השמש, תלוי בסוג ומבנה הצמח. צפיפות העלוה היא מרכיב חשוב ביכולת ספיגת הקרינה. (2) שינוי המעבר של קרינה בין גופים לסביבה חיובית. כיסוי ירוק פולט פחות קרינה אינפרא-אדומה, ומוריד את הטמפרטורות בחלקים של הבנין הפונים לצמחים. ו-(3) תהליכים של evapotranspiration, הגורמים למים לעבור מהאדמה לאטמוספירה בצורת אדים. הורדת הטמפרטורה יכולה להיות משמעותית ביותר - בגרמניה נמצא שההבדל בטמפרטורות בין אזורים עירוניים לפארקים לידם מגיע עד 7 מעלות צלסיוס (Urban vegetation, 1999).

התועלת מהורדת הטמפרטורה היא עניין עונתי, ומביאה תועלת בקיץ, בעוד שבחורף תתכן תועלת דווקא מהעלאת טמפרטורה. למרות זאת, מכיוון שבארץ רוב השנה חם, הנחנו שעיקר התועלת היא מהורדת הטמפרטורה. שילר (1998) מדד את השפעת הגידולים השונים על הטמפרטורה של גוף שחור ביערות של עצים מסוגים שונים ובאזור חשוף לשמש, בעונות שונות של השנה. המדידה התבססה על אינדקס נוחות תרמית, שהוא פונקציה של הטמפרטורה, מהירות הרוח ולחות האוויר. במחקרים נבדק בכמה כל עץ מוריד את הטמפרטורה של גוף שחור לעומת אותו גוף כאשר הוא בשטח החשוף לשמש. לדוגמה, נמצא שעץ חרוב מוריד את הטמפרטורה ב- 6 מעלות צלסיוס.

הערכת השפעה של כל גידול:

שילר (שילר, 1998) דרג את רמת הצל והורדת הטמפרטורה של כל גידול באופן יחסי. תרגמנו את הדרוג להורדת טמפרטורה לפי היחס בין הדרוג של עץ חרוב להשפעתו על הורדת הטמפרטורה בסביבה, והגענו לטבלה המציגה

את הורדת הטמפרטורה של כל גידול (טבלה מס' 8 ואיור מס' 2). דרוג הצל מתחשב גם בנוחות של שהייה מתחת לעץ, לדוגמה, אפשר ביתר קלות לשהות מתחת לעץ אבוקדו מאשר מתחת לעץ הדרים - בגלל מבנה העץ. הערך הכלכלי של הורדת טמפרטורה:

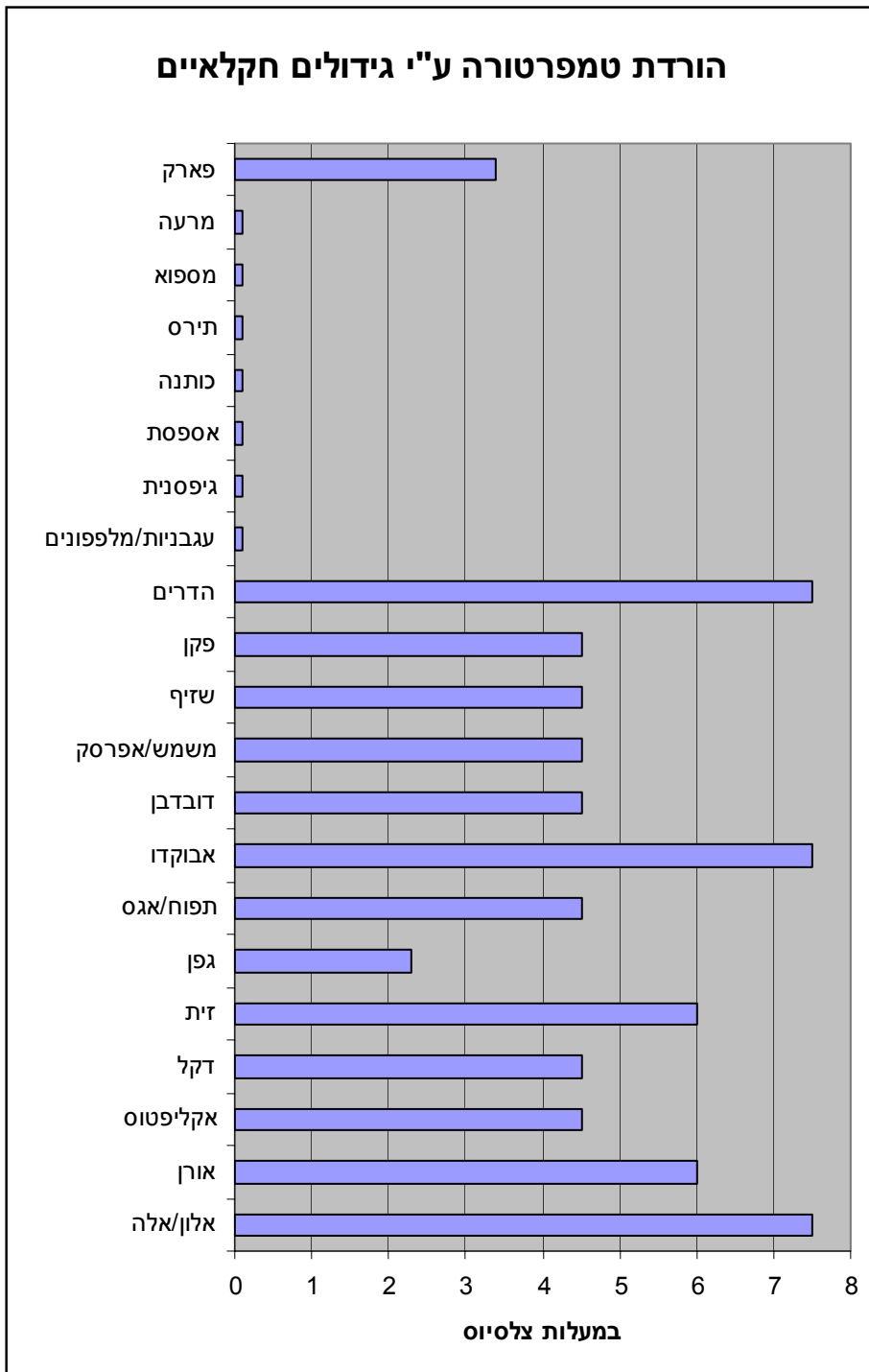
נמצא שבארה"ב מוכנים לשלם עבור עלייה של 4.5 מעלות בטמפרטורה כ - 65 מיליארד דולר (Moore, 1998), שהם \$52.33 לנפש למעלה אחת. בישראל, שהיא מדינה חמה, אנו מניחים שמוכנים לשלם עבור ירידה בטמפרטורה באותו סכום, שהוא באופן יחסי 221.38 ש"ח לנפש לירידה של מעלה אחת צלסיוס. מחישוב זה הגענו לערך הכספי של כל גידול בטבלה 8.

טבלה 8. הערך של הורדת טמפרטורות לפי גידול
(לפי סדר יורד של ערך כלכלי)

גידול	הורדת טמפרטורות	ערך כספי
	מעלות צלסיוס	בש"ח
אבוקדו	7.5	1,660
אלון/אלה	7.5	1,660
אשכוליות	7.5	1,660
ולנסיה	7.5	1,660
שמוטי	7.5	1,660
אורן	6.0	1,328
זית	6.0	1,328
חרוב	6.0	1,328
אגס	4.5	996
אפרסק	4.5	996
אקליפטוס	4.5	996
דובדבן	4.5	996
דקל	4.5	996
משמש	4.5	996
פקן	4.5	996
שזיף	4.5	996
שקד	4.5	996
תפוח	4.5	996
פארק	3.4	747
גפן	2.3	498
אספסת	0.0	0
גיפסנית	0.0	0
כותנה	0.0	0
מלפפונים	0.0	0
מספוא	0.0	0
מרעה	0.0	0
מרעה / גידולים נמוכים	0.0	0

עגבניות	0.0	0
תירס	0.0	0

איור 2.



שילוב השפעת הטמפרטורה במודל אופטימיזציה

קעת בפונקציה המטרה נוסף הערך הכספי של הורדת טמפרטורה בכל גידול. המגבלה במודל: מינימום של ירידה בטמפרטורות של 3 מעלות בממוצע לכל השטח (כאשר חלק מהגידולים יכולים להיות פחות וחלק יותר).

תוצאות המודל עבור עמק חפר : אנו מציגים את תוצאות ההקצאה בהתחשב בהורדת הטמפרטורה (טבלה 3. א. וגרף 3. ב. בנספח א'). התוצאות דומות לאלה שבהקצאה בהתחשבות בהורדת הרעש : הגדלה משמעותית של שטחי האבוקדו, והקטנת שטחי התירס למאכל והגפסנית, לעומת ההקצאה בהתחשב ברווח לחקלאי בלבד. הרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 336 ש"ח לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית ללא התחשבות בהורדת הטמפרטורה.

ניתוח הרגישות מראה שלא ניתן להגדיל את הרווח הכולל (פרטי + ציבורי) ע"י שינוי בהקצאת השטחים. הגדלת השטח של תירס למאכל, חיטה למספוא, גיפסנית ואבוקדו לא תשפיע על הרווח, ואילו הגדלת השטח של מלפפונים ועגבניות בבית צמיחה תביא לירידה משמעותית ביותר ברווח. תוצאות המודל עבור מועצה אזורית אלונה : ההתחשבות בהשפעת הטמפרטורה אינה משנה את הקצאת הגידולים באופן משמעותי (טבלה 3. ב. וגרף 3. ב. בנספח ב').

ג. ערך הנוף

העדפות הנוף של האוכלוסיה נוטות להיות קבועות על פני זמן : בשאלוני העדפות שנערכו במשך 20 שנים נמצא שאין שינויים גדולים בהעדפות ליערות (שוודיה ודנמרק) (Lindhagen and Hornsten, 2000).

נערכו מחקרים רבים על העדפות נוף של האוכלוסייה. מסיכום המחקרים נמצא שהעדפות האוכלוסייה הן :

- נוף טבעי על פני עירוני (Ulrich, 1986; Kaplan and Kaplan, 1989; Lamp and Purcell, 1990)
 - מגוון נופים על פני נוף מונוטוני (Misgav, 2000)
 - מגוון צמחים על פני צמח אחד (Daniel and Shroeder, 1979)
 - העדפה לנוף עם יערות על פני נוף של שטח פתוח (Brown et al., 1999; Herzon, et al., 2000)
 - יערות מטופלים על פני לא מטופלים (Ulrich, 1986)
 - נוף פתוח (אך לא חשוף) עם עומק ומורכבות על פני נוף צפוף ומסובך : ישראל (Misgav, 2000; Ulrich,)
 - העדפת צפיפות נמוכה (Scrinzi and Floris, 2000).
 - העדפה לקיום שבילים בנוף (Brown et al., 1999; Lindhagen and Hornsten, 2000).
 - בנוף של שטחי מרעה נמצאה העדפה לכיסוי עצים רב יותר מהקיים (Bullock et al., 1997).
 - חשיבות של ראות טובה (Scrinzi and Floris, 2000).
 - העדפה לגובה הצמחים : בגודל בינוני או גדול (Scrinzi and Floris, 2000).
 - צורת העלים לא משנה (Scrinzi and Floris, 2000).
 - במחקרים שהקיפו 11 מדינות, כולל ישראל, נמצאה העדפה לעצים בעלי צורה מתפשטת ועגולה, כדוגמת צורת עץ השיטה (תמונה מצורפת) על פני צורות של עמוד וחרוט, וכן לעצים המוכרים להם מילדותם, כאשר החשיבות של הצורה גדולה יותר מחשיבות הניסיון המוקדם (Sommer and Summit, 1996; Sommer,)
- (1997).

משגב (Misgav, 2000) ערכה סקר של 150 משפחות בישראל. נמצאה העדפה לנוף נטוע ומיוער על פני נוף של שיחים נמוכים. הצמח המועדף ביותר היה עץ הזית, הצמח המועדף הוא עץ הזית, כנראה עקב ההקשרים

התרבותיים שלו, והפחות מועדף הוא נוף של שיחים פראיים. התצורה המועדפת היא היער. תוצאות אלה דומות לממצאים ממדינות אחרות (Misgav, 2000). ממצאיה מסוכמים בטבלה 9.

טבלה 9. העדפות של ישראלים למאפיינים חשובים בנוף, לפי סדר חשיבות יורד של התכונה:

תכונה	קטגוריה מועדפת ביותר	הקטגוריה הפחות מועדפת
גובה	גבוה	נמוך
צורה	שילוב צורות	צורת חרוט
צבע עלווה	שילוב צבעים	צהוב
צבע עלה	שילוב צבעים	צהבהב
מרקם הגרעינים	בינוני	דק
צפיפות	בינוני	גבוה
סדר בנוף	אקראי/שווה	שינוי הדרגתי
צבע הגזע	גוונים מיוחדים	גוונים רגילים (לא מיוחדים)
טקסטורת הגזע	גזע מתקלף	גזע חלק
צורת הגזע	גזע בצורה פיסולית	גזע ישר
מספר גזעים בעץ אחד	גזע בצבע חום	גזע בלתי נראה
צורת עלווה	ירוק-עד	עצים נשירים

מקור: Misgav, 2000, table 3.

הציבור נוטה להעדיף נוף מיוער אך מטופל כך שיש ראות לעומק ויכולת מעבר בשטח. הנופים הפחות מועדפים הם הנוף הפתוח לחלוטין והנוף הצפוף כך שלא ניתן לראות דרכם. גובה וצפיפות הם התכונות החשובות ביותר. מחקרים קודמים מראים העדפה לעצים גבוהים, ונוף שבהם יש עצים רבים עם תחושת צל. נופים הפתוחים לשמיים פחות מועדפים. צפיפות גדולה מועדפת פחות מצפיפות נמוכה עקב הגבלת הראות והגבלת יכולת המעבר (בתנאי שלא מדובר בשטח פתוח לחלוטין), לכן מעדיפים צפיפות בינונית, לאחריה צפיפות נמוכה, ובסוף צפיפות גבוהה (Misgav, 2000).

מסקנות:

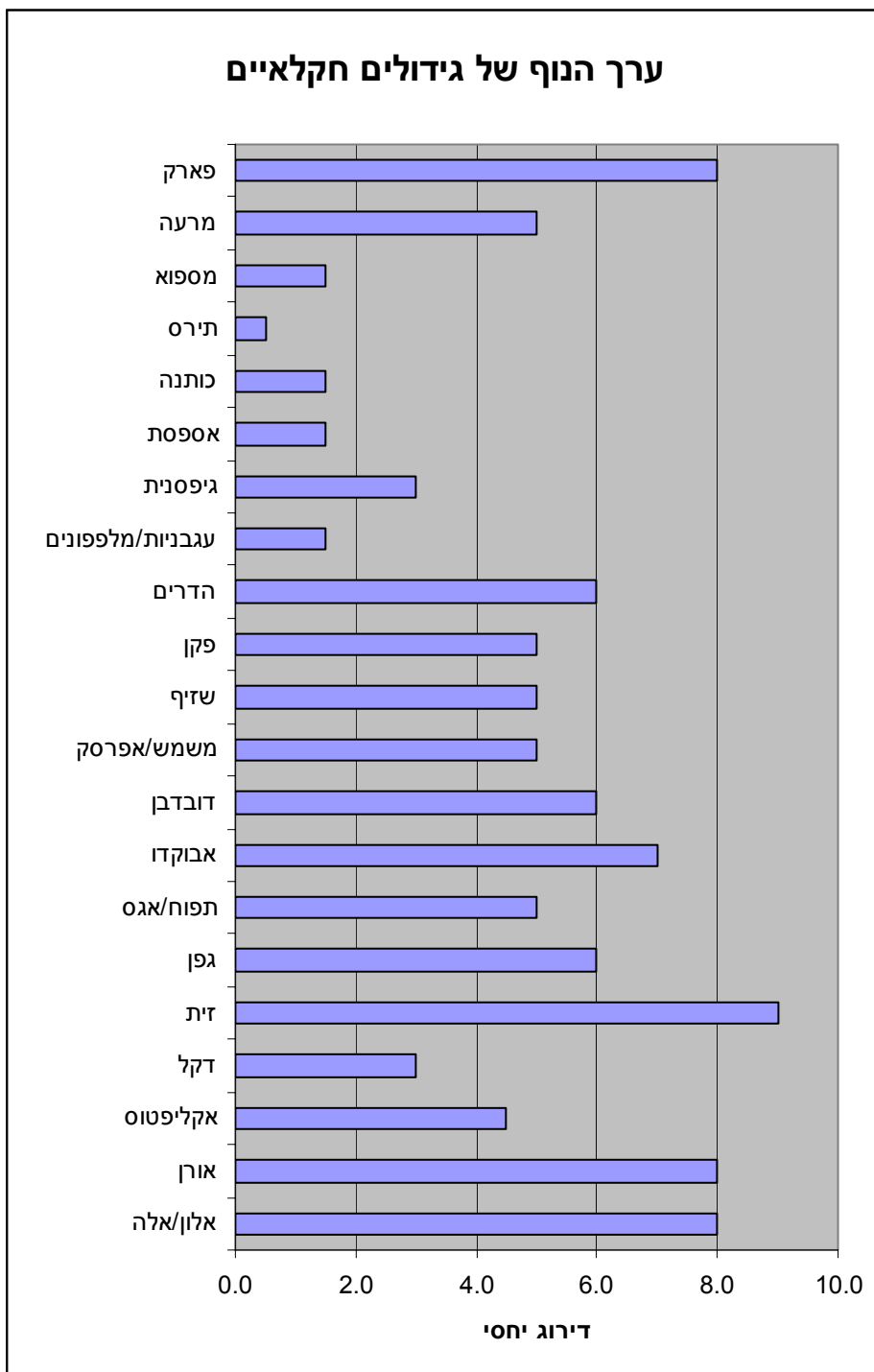
גידולי שדה נמוכים או גבוהים (שהם צפופים כך שהם חוסמים את שדה הראייה) יהיו הפחות מועדפים. במטעים - עדיפה נטיעה דלילה המשאירה ראות טובה בין העצים ויכולת מעבר ביניהם. העדפה לעצים בעלי צורה מתפשטת ועגולה (שתוליך לדוגמה, העדפת עץ אבוקדו על עץ דקל) (Sommer and Summit, 1996; Sommer, 1997) תשפיע על סוג הגידול המועדף. העדפה לעצים המוכרים מנוף הילדות (Sommer and Summit, 1996; Sommer, 1997) יכולה להוליך למסקנה שיש לקחת בחשבון את הגידולים הקיימים באזור לאורך זמן בהערכת הנוף המועדף ע"י התושבים. תרגום של תוצאות המחקרים על העדפות לנוף יעירני להערכת העדפות נוף של גידולים חקלאיים מוצגות בטבלה מס' 10 ואיור מס' 3.

טבלה 10. סיכום ערך הנוף של גידולים שונים

(דרוג יחסי בין 0 = ללא ערך נוף לבין 10 = ערך נוף מקסימלי)

גידול	ערך הנוף
זית	9.0
אורן	8.0
אלון/אלה	8.0
פארק	8.0
אבוקדו	7.0
אשכוליות	6.0
גפן	6.0
דובדבן	6.0
ולנסיה	6.0
חרוב	6.0
שמוטי	6.0
אגס	5.0
אפרסק	5.0
מרעה / גידולים נמוכים	5.0
משמש	5.0
פקאן	5.0
שזיף	5.0
שקד	5.0
תפוח	5.0
אקליפטוס	4.5
מרעה	4.0
גיפסנית	3.0
דקל	3.0
אספסת	1.5
כותנה	1.5
מלפפונים	1.5
מספוא	1.5
עגבניות	1.5
תירס	0.5

(הטבלה נערכה על ידינו בהתבסס על המידע שצוין לעיל על העדפות הציבור).



ערך הנוף של גידולים חקלאיים

התועלת מהנוף כוללת תועלת למבקרים ולעוברי אורח מהנוף, ותועלת לאוכלוסייה הגרה במקום. תועלת למבקרים ועוברי אורח נבדקת באמצעות סקרים של נכונות לשלם עבור הנוף, או לפי "עלות הנסיעה" – מספר המבקרים הנוסעים לבקר בנוף ועלות הנסיעה שלהם. התועלת לאוכלוסייה הגרה במקום נבדקת ע"י בחינת ההשפעה של הנוף על ערך הבתים באזור.

הערכה של ערך הנוף לפי עלות הנסיעה: פליישר וצור (1999) סקרו מדגם של 250 מבקרים בשני אזורים: עמק החולה ועמק יזרעאל, ששם יש שטחים חקלאיים נרחבים. הם העריכו את עלות הביקור, כאשר השפעת הנוף החקלאי על ההחלטה לבקר במקום הוערכה באמצעות שאלונים. להערכתם, עודף צרכן המיוצר ע"י נוף חקלאי בעמק החולה הוא \$167, ובעמק יזרעאל \$49 (דולרים למבקר). מהתוצאות המפורטות בטבלה מס' 11 נמצא שסה"כ הרווח למבקרים מהנוף הוא בעל ערך גבוה בהרבה מהרווח לחקלאים. ערך זה אינו מוצר שוק, ואינו משפיע על החלטות החקלאים לעבד את אדמתם. כתוצאה, מוערך שבאזורים המאוכלסים בצפיפות גדולה בארץ, השטחים הפתוחים כבר כיום קטנים מהכמות הרצויה מבחינה חברתית. מכיוון שההחלטה להפוך שטח פתוח לבנוי היא בלתי הפיכה, עלות ההקצאה המוטעה היא גבוהה (Fleisher and Tsur, 1999).

טבלה 11. עודף צרכן לעומת החזר לחקלאים לפי אזור

יזרעאל	חולה	
49	167	עודף צרכן הנובע משטחים חקלאיים (\$) (למבקר)
749	490	מספר מבקרים באזור בשנה שלפי הסקר (אלפים)
37	82	סה"כ עודף צרכן משטחים חקלאיים (מליוני \$ בשנה)
12	13	סה"כ רווח לחקלאים (מליוני \$ בשנה)

מקור: Fleisher and Tsur (1999), table 3

הערכה של ערך הנוף בשיטת המחירים ההדוניים (השפעה על מחירי בתים): לוטיק (Luttik, 2000) בדק מכירות של כ-3000 בתים בהולנד, ומצא שמיקום הוא המשפיע העיקרי על מחיר הבתים. בתים במרחק של עד 400 מטר מהפארק הקרוב (מרחק הליכה) קיבלו פרמיה של 6%, ובתים עם נוף לפארק - עוד 8% מעבר לפרמיית המרחק (סה"כ 14%). נוף לשטח פתוח - פרמיה של 9%. מגוון נופים (לעומת מונוטוניות) - 9%. לעומת זאת, נוף של בניין גרם לירידת המחיר ב-7%. הגורם המשמעותי ביותר הוא קרבה לגופי מים: קרבה לאגם (עד ק"מ) נתנה פרמיה של 7%. נוף לאגם הוסיף עוד 10% מעבר לפרמיית הקרבה לאגם. במקום אחר נוף למים - פרמיה של 8%. במחקר אחר שנערך באורגון בארה"ב (Mahan, et al., 2000), נמצא שעליה בגודל גוף המים (wetland) הקרוב ביותר לבית באקר אחד העלתה את מחיר הבית ב-\$24; הקטנת המרחק לגוף המים הקרוב ביותר ב-1000 רגל העלתה את מחיר הבית ב-\$436. ערך הבתים לא מושפע מסוג גוף המים.

ד. סילוק ופליטת פחמן דו-חמצני (Carbon sequestration)

התועלת של ספיגת פחמן נחשבת לתועלת החיצונית הגדולה ביותר של יערות (Crabtree, 2000), ויערות נחשבים לשיטה היעילה ביותר מבחינה כלכלית להורדת רמת הפליטה (De Jong et al., 2000). הטבלה הבאה מציגה את חישוב סה"כ פליטת פחמן דו-חמצני בארץ. בהמשך המחקר נעבוד על הכימות הכלכלי של מרכיב זה בגידולים חקלאיים שונים.

טבלה 12. חישוב סילוק ופליטת פחמן דו-חמצני ע"י יערות בישראל

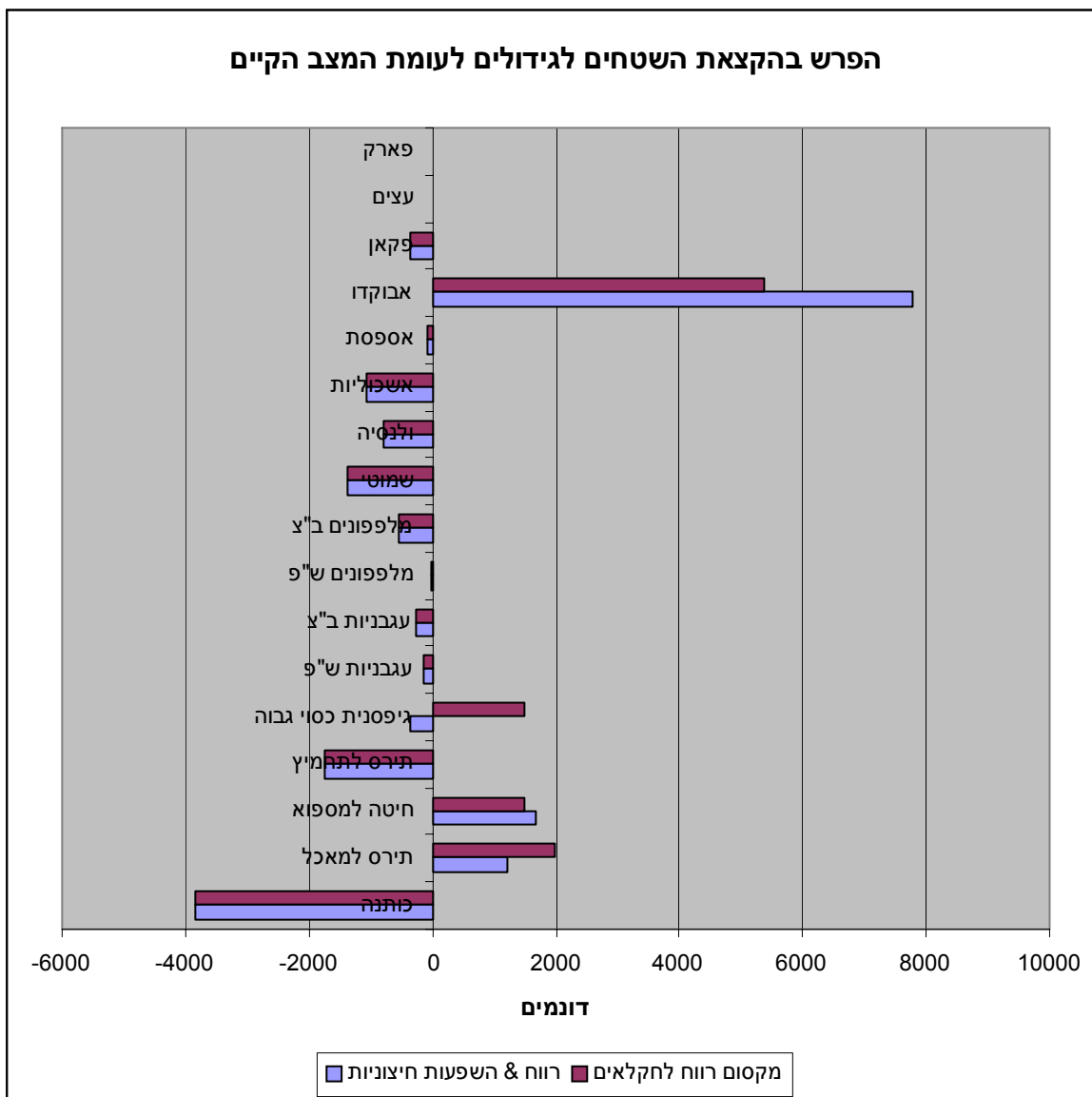
סוג היער	אלפי דונם	תוספת נטו חומר	תוספת פחמן
עצי מחט	570	143	64
אקליפטוס	70	42	19
רחבי עלים	10	10	5
חורש טבעי	8	32	14
סה"כ			102

מקור: פרימן (2001), לוח 4.4

ה. סיכום השפעות חיצוניות חיוביות

סיכום איכותי של תרומת הגידולים השונים בעמק חפר מציג ערך גבוה לזית (בגלל העדפה נופית), אבוקדו והדרים (נוף, חסימת רעש והורדת טמפרטורה) ולאחריהם למטעים השונים. תרומת הגפן נמוכה יותר, מכיוון שהיא תורמת מעט יחסית להורדת רעש וטמפרטורה. למרעה תרומה בינונית, הנובעת בעיקר מערכו הנופי. לגידולי השדה התרומה הנמוכה ביותר לרווחת הציבור.

איור מס' 4 מציג את הפער בהקצאת השטחים בין המצב כיום לתוצאות מודל האופטימיזציה עבור רווח לחקלאים בלבד, לעומת הפער בין המצב כיום לתוצאות המודל עבור אופטימיזציה הכוללת השפעות חיצוניות חיוביות (רעש & טמפרטורה) עבור עמק חפר. בעוד שהניתוח הכלכלי מראה שכדאי להגדיל את שטח הגפסנית ככל שניתן במגבלות השוק, ניתוח המתחשב בהשפעות החיצוניות מראה שכדאי דווקא להקטין את שטח הגפסנית, ולהגדיל את שטח האבוקדו מעבר לכדאיות הכלכלית שלו. כאשר המגבלה להגדלת השטח היא מכסת המים המוקצית לאזור, ניתוח אזורי כולל מראה שכדאי להגדיל את שטח החיטה למספוא על חשבון גידולים אחרים כדי לעמוד במכסת המים.



4.3.2 השפעות חיצוניות שליליות

א. חומרי הדברה

הנוק לסביבה ולחברה משימוש בחומרי הדברה בחקלאות בארה"ב מוערך ב- 2.2 מיליארד \$ בשנה. זאת בנוסף להוצאות של 4.1 מיליארד \$ על חומרי ההדברה עצמם (320 מליון ק"ג) (Pimental et al., 1993). מודעות הציבור לנושא גדלה בהדרגה: בשאלוני העדפות על נופש ביערות שנערכו במשך 20 שנה נמצאה התנגדות גדלה לשימוש בחומרי הדברה ודשנים (Lindhagen and Hornsten, 2000).

הנוק העיקרי מחומרי הדברה הוא לחקלאים המשתמשים בהם ולבתים הקרובים אליהם. במחקר של המשרד לאיכות הסביבה נמצא שצריך לכל היותר 100 - 150 מטרים מרחק מבתי מגורים (לחומר הכי מסוכן כשהרוח בכיוון הבתים).

קיימים מחקרים הבודקים את השפעת החשיפה לחומרי הדברה על האדם. מחקרים אלה יקרים מאד לביצוע, ולכן התפתחו כללי אצבע להערכת הסיכון. אחת השיטות היא הערכת כמות החומר הפעיל לדונם - שיטה זו מוגבלת מכיוון שהיא אינה מעריכה את הרעילות של כל חומר (Swinton, 1998).

יש סוגים רבים של חומרי הדברה, שבכל אחד חומר פעיל אחר ברמת סיכון אחרת. הערכה ישירה של הנזק הסביבתי מחומרי הדברה היא יקרה מאד, ולכן פותחו משתנים מקרבים (proxy variables) להערכת ההשפעה הסביבתית. שני המדדים הנפוצים ביותר הם כמות החומר הפעיל ועלות ההוצאות על חומרי הדברה (Swinton and Williams, 1998) - יש מתאם גבוה בין שני המדדים (כ- 0.70).

להלן כמות החומר הפעיל (בגרמים לדונם) וסה"כ ההוצאה על חומרי הדברה לפי גידול (טבלה 13 ואיורים 5 - 6). אנו רואים כי גידולים בבתי צמיחה וחממות - עגבניות ופרחים (גיפסנית) - צורכים כמויות גדולות ביותר של חומרי הדברה. הקבוצה השנייה בגודלה בצריכת חומרי הדברה היא המטעים (שזיפים, אפרסקים ופקאן), הקבוצה השלישית כוללת מלפפונים וכותנה, הקבוצה הרביעית היא ההדרים, הקבוצה החמישית היא חלק מהמטעים (אבוקדו ופקאן), והקבוצה השישית והאחרונה, שצורכת את הכמות הנמוכה ביותר של חומרי הדברה, היא קבוצת גידולי השדה.

בתכנון גידולים באזורים הקרובים לאזורי מגורים, הקטנת השימוש בחומרי הדברה (ללא ההתחשבות בגורם הרווחיות) תחייב במטעים הגדלת השטח של מטעים כגון אבוקדו ופקאן על חשבון מטעים כגון שזיפים, אפרסקים וענבים. יש עדיפות לגידולי שדה על פני גידולי ירקות בשטח הפתוח בהקטנת השימוש בחומרי הדברה.

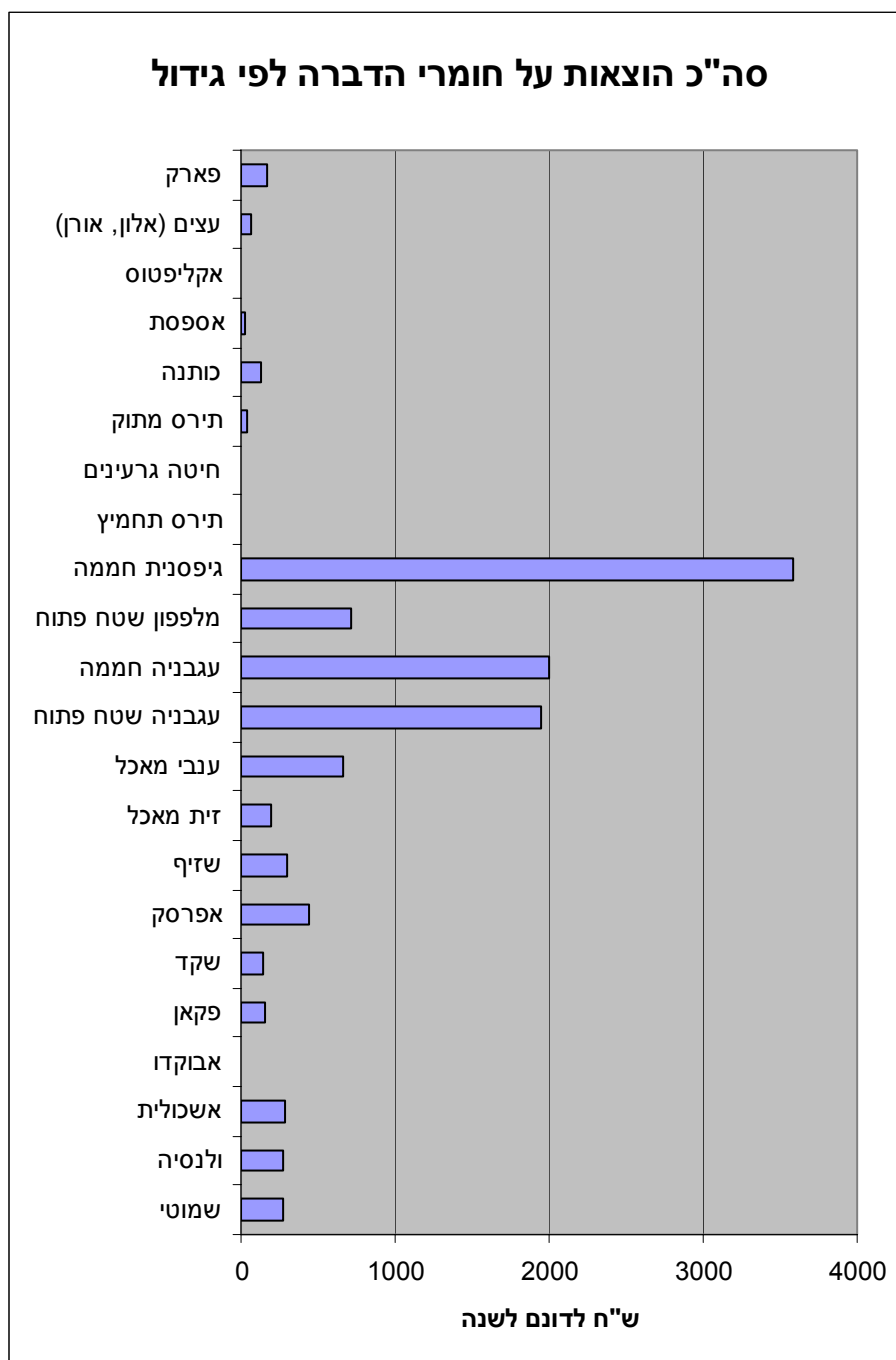
שילוב הנזק מחומרי הדברה במודל אופטימיזציה:

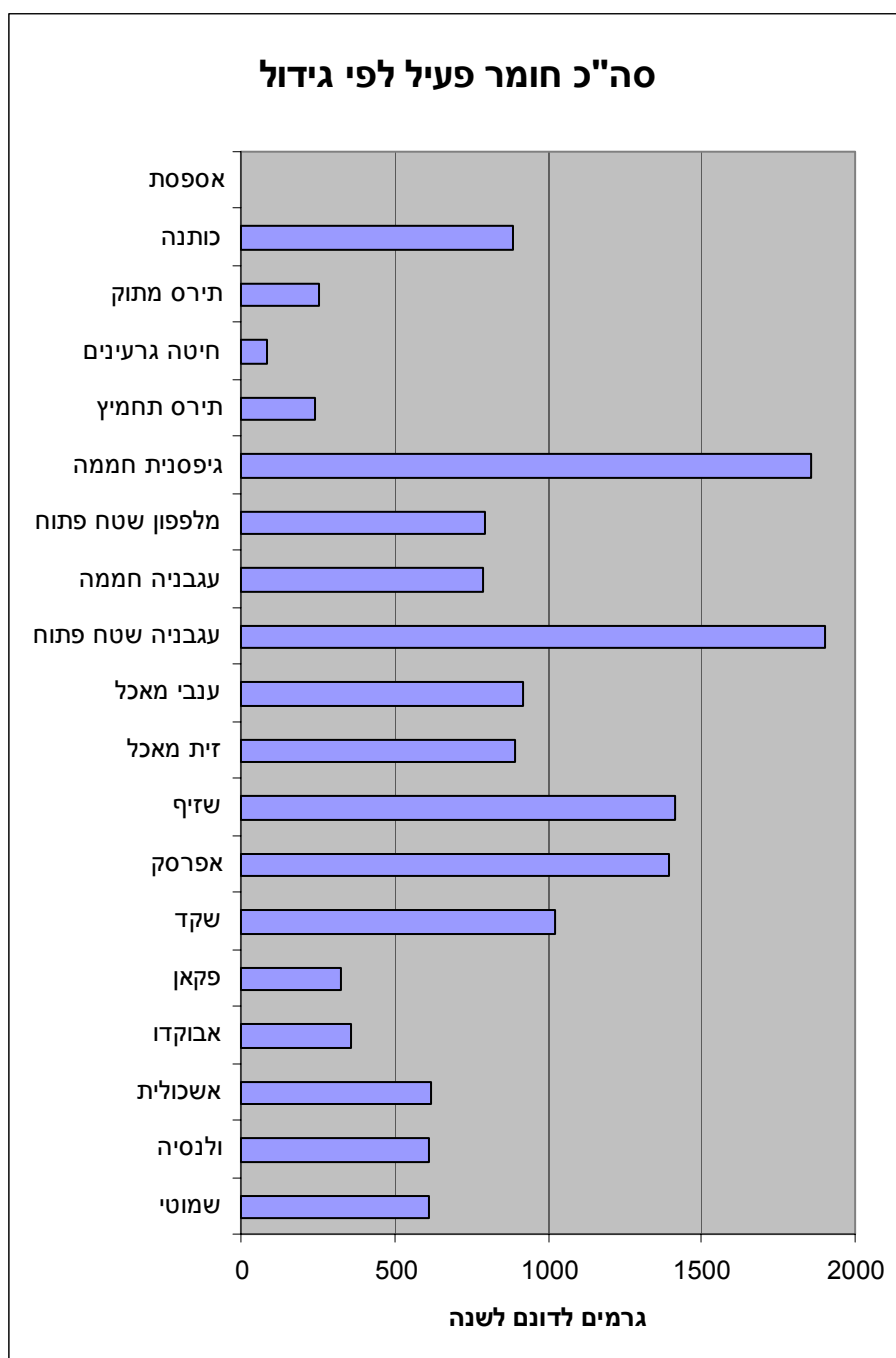
הערכנו את ההשפעה של חומרי הדברה ע"י הוספת עלות חומרי ההדברה לפונקציית המטרה (מקסימום רווח ומינימום שימוש בחומרי הדברה). הוספנו מגבלה של מקסימום הוצאות לכל עמק חפר של 80% מההוצאה הנוכחית: כיום ההוצאה הממוצעת על חומרי הדברה היא 810.57 ש"ח לדונם, ומגבלה של 80% מההוצאות על סה"כ השטח היא מגבלה של מקסימום הוצאות של 27,141,126 ש"ח לכל השטח.

טבלה 13. שימוש בחומרי הדברה בגידולים חקלאיים

לפי סדר יורד של כמות חומר פעיל

גידול	סה"כ חומר פעיל	סה"כ הוצאות על חומרי הדברה
	גרם לדונם	ש"ח לדונם
עגבניות שטח	1901	1943
גיפסנית חממה	1859	3590
שזיף	1417	299
אפרסק	1395	441
שקד	1021	149
ענבי מאכל	917	660
זית מאכל	890	199
כותנה	888	130
מלפפון שטח	796	717
עגבניות חממה	785	2006
אשכולית	621	287
ולנסיה	613	274
שמוטי	611	274
אבוקדו	360	15
פקאן	323	154
תירס מתוק	255	45
תירס תחמיץ	240	12
חיטה גרעינים	86	18
אספסת	5	23





תוצאות מודל האופטימיזציה:

בשלב ראשון הצבנו מגבלה ששינוי ההרכב של הגידולים לא יגדיל את השימוש בחומרי הדברה לעומת המצב כיום.

תוצאות עבור עמק חפר: בהשוואה לתוצאה של מקסום רווח ללא התחשבות בחומרי הדברה, יש להגדיל את האבוקדו (בכ- 1000) דונם, האספסת (בכ- 400 דונם) והחיטה (בכ- 300 דונם), ולהקטין את שטחי התירס למאכל (בכ- 1000 לדונם) והגיפסנית (בכ- 800 דונם) - כלומר, בעוד שכדי למקסם את הרווח לחקלאים מומלץ להגדיל את שטח התירס למאכל מ- 2385 דונם כיום ל- 4359 דונם, בהתחשבות בנזק מהדברה מומלץ להגדיל את השטח רק ל- 3364 דונם. בעוד שכדי למקסם את הרווח לחקלאים מומלץ להגדיל את שטח הגיפסנית מ- 738 דונם כיום ל- 2214 דונם, בהתחשבות בנזק מהדברה מומלץ להגדיל את השטח רק ל- 1420 דונם. ניתוח רגישות לתוצאות מראה שהגדלת השטח לאספסת בדונם יגדיל את ערך הרווח ב- 8 ש"ח (בהתחשב בעלויות ההדברה), והשטחים שהגדלתם תגרום את הנזק הגדול ביותר הם עגבניות ומלפפונים בבית צמיחה. הרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 157 ש"ח לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית ללא התחשבות בצמצום השימוש בחומרי הדברה. כאשר המגבלה בשימוש בחומרי הדברה היא עד 80% מעלות חומרי ההדברה כיום (טבלה א.4. וגרף א.4. בנספח א'), ההמלצות דומות באופן עקרוני להמלצות בפסקה הקודמת (באופן השוואתי שטחי האבוקדו והחיטה גדלים על חשבון הגיפסנית והתירס, לעומת מגבלת הוצאות של עד 100% מהמצב הקיים. הרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 246 ש"ח לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית ללא התחשבות בצמצום השימוש בחומרי הדברה.

תוצאות עבור מועצה אזורית אלונה: התחשבות בהשפעות השליליות של חומרי הדברה תחייב הסבה של 140 דונם תפוחי עץ לגידול אפרסמון ואפרסק, בהפסד ממוצע של כ- 0.5 ש"ח לדונם. כאשר מוסיפים מגבלה על עלות חומרי הדברה (עד 80% מהעלות הנוכחית) התמונה משתנה. בהמשך נציג את תוצאות ההקצאה תחת מגבלה על עלות חומרי ההדברה (טבלה ב.4. וגרף ב.4. בנספח ב'). ההקצאה האופטימלית במקרה זה תחייב הקטנת שטחי האפרסקים ותפוחי העץ (לעומת הקצאת השטחים למקסימום רווח), והגדלת שטחי המרעה וחלק מהמטעים האחרים. הרווח לחקלאים יורד בכ- 49 ש"ח לדונם לעומת המצב הקיים.

ב. דשנים

חישבנו את ההקצאה האופטימלית בעמק חפר כאשר פונקציית המטרה היא מקסימום רווח ומינימום שימוש בדשנים, ובמגבלה שאין להגדיל את עלות הטיפול בחנקן הדולף למי התהום מעבר לעלות הנדרשת לטיפול במצב הקיים. נמצא שלעומת ההקצאה האופטימלית למקסום רווח, בהתחשב בדליפת החנקן מומלץ להגדיל את שטח האספסת ב- 415 דונם ואת שטח החיטה למספוא בכ- 250 דונם - שניהם על חשבון השטח המוקצה לתירס למאכל. אין שינוי משמעותי ברווח לחקלאים (הרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 0.5 ש"ח לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית ללא התחשבות בדשנים).

הגבלת עלות הטיפול בחנקן הדולף למי התהום עד ל- 80% מהעלות הנדרשת לטיפול במצב הקיים משפיעה באופן משמעותי על התוצאות. השינויים לעומת ההקצאה האופטימלית למקסום הרווח בלבד: הורדת שטחי האבוקדו בכ- 1700 דונם - כלומר, שטח האבוקדו המומלץ הוא 9500 דונם, לעומת כ- 5800 דונם וכ- 11,200 בהקצאה האופטימלית; הורדת שטח התירס למאכל בכ- 3200 דונם, הגדלת שטח החיטה למספוא בכ- 4400 והאספסת בכ- 400 דונם. הרווח לחקלאים יורד בממוצע ב- 99 ש"ח לדונם לעומת ההקצאה האופטימלית ללא התחשבות בדשנים. טבלה א.5. וגרף א.5. בנספח א' מציגים את התוצאות לכל גידול.

תוצאות המודל עבור מועצה אזורית אלונה יוצגו בדוח השנתי המסכם.

ג. סיכום השפעות חיצוניות שליליות (הדברה ודישון)

חישוב ההקצאה האופטימלית למקסום רווח ומינימום חומרי הדברה ודליפת חנקן (במגבלת של 80% מהמצב הקיים עבור הדברה ודישון), בהשוואה להקצאה האופטימלית למקסום רווח בלבד, הראה שמומלץ להוריד את שטח התירס למאכל בכ- 3200 דונם, את שטח הגיפסנית בכ- 1200 דונם, ואת שטח האבוקדו בכ- 1100 דונם, ולהגדיל את שטח החיטה למספוא בכ- 5100 דונם ואת שטח האספסת בכ- 400 דונם. המלצות אלה אמנם יורידו באופן משמעותי את הנזק מחומרי הדברה ודישון, אולם הרווח לחקלאים יורד ב- 40% - ירידה של 388 ש"ח לדונם לעומת הרווח בהקצאה האופטימלית. הפסד זה נגרם בעיקר עקב ההתחשבות בהשפעות החיצוניות של חומרי ההדברה.

ד. מקורות זיהום נוספים

(מקורות הזיהום המפורטים להלן עדיין לא שולבו במודל האופטימיזציה)

פסולת חקלאית

החקלאות מחוללת זיהום הנובע מסילוק בלתי תקין של גזם ויריעות פלסטיק. קבירת פסולת מוצרים רקובים והשלכת אריזות עם חומרים מסוכנים גורמת למעבר של החומרים למי התהום. שטח פתוח לא מטופל - בתנאים של ישראל זה מפגע: שטח מוזנח נשאר כשדה קוצים, נשרף בקלות, הופך למזבלה ולמפגע סביבתי. כמות פסולת הפלסטיק תלויה בעיקר בצורת הגידול (שטח פתוח או תחת כיסוי):

טבלה 14. פסולת פלסטיק בגידולים חקלאיים

סוג	כמות לדונם (ק"ג)
בתי צמיחה	150-250
מנהרות	40-80
חיפוי	20-40
טפטפות	לא ידוע
אריזות חומרי הדברה	0.14

מקור: פרימן (2001), לוח 4.8

ההשפעה החיצונית של פסולת תחושב בהמשך במודל לפי עלות הסילוק של פלסטיק (32 ש"ח למ"ק פלסטיק במחירי 2000).

טבלה 15. פסולת גזם לפי גידולים

הענף	משקל רטוב של גזם (ק"ג לדונם)	משקל יבש של גזם (ק"ג לדונם)	סה"כ גזם יבש (טון לשנה בארץ)
הדרים : מטע	105	35	9,333
החלפת זן	32,000	10,667	28,444
מטעים נשירים	450	150	20,903
מטעים סובטרופיים	350	117	12,343
ענבי מאכל	550	183	6,024
ענבי יין	250	83	2,284
זית - אקסטנסיבי	56	19	2,347
זית - אינטנסיבי	113	38	1,565
כותנה	550	183	53,304
עגבניות וחצילים		200	114,740
יערות :			
הכשרה לנטיעה	500	500	7,500
גיזום שנתי	500	500	10,000
דילול	2,000	2,000	80,000
כריתה	10,000	10,000	35,000
סה"כ			383,786

מקור: פרימן (2001), לוח 4.7

ההשפעה החיצונית השלילית של גזם תחושב בהמשך במודל לפי עלות סילוק הגזם (160 ש"ח לטון במחירי 2000).

פרש רפת

פרש רפת ושפכי רפת הם המקור העיקרי לזיהום בחקלאות (טבלה מס' 16). בהמשך נרחיב את המודל ונכלול בו גם רפתות, לולים ושטחי מרעה. ההשפעה החיצונית השלילית של זיהום מבעלי חיים תחושב לפי עלות הסילוק (פרש רפת לח - 7.32 ש"ח למ"ק, שפכי מחלוב ורחיצה - 4.42 ש"ח למ"ק, ופרש לול + קש - 7.73 ש"ח למ"ק, מחירי 1997). מידע על היקף הפרש ניתן בטבלה מס' 16 להלן (עלויות הסילוק לקוחות מפרימן 2001). במספר מושבים בעמק חפר הוכנסו מספר רובוטי חליבה אוטומטים; בהמשך נבדוק את השפעתם על רמת הזיהום ועל החלטת ההקצאה האופטימלית.

ריחות רעים

גידול בעלי חיים גורם למפגעים סביבתיים חמורים, ולדברי המשרד לאיכות הסביבה, מהווה את המקור המרכזי לתלונות על גידולים חקלאיים בסביבת מגורים. הגדרת הריח כמפגע סביבתי אינה נמדדת באופן כמותי, אלא נחשבת לעניין קונסנזואלי - ריחות מוגדרים כמפגע כאשר רוב האנשים בסביבה מסכימים שהם ריחות בלתי

סבירים (קפואה, שיחה אישית). הרפת גורמת לריחות רעים בגלל הפרש וריחות הזיעה של הפרות. גידול לולים, ובעיקר מפטמות אווזים, הוא גורם מרכזי לרעש וריחות רעים. גידולים אחרים גורמים לריחות רעים, כאשר נשארים מוצרים מרקיבים על הקרקע. במוצרים אלה החנקן זמין יותר, וגורם לסירחון ולמשיכת זבובים לאזור. בהמשך העבודה, הריחות הרעים מגידול בעלי חיים ימדדו בעקיפין דרך הערכת כמות הפרש לפי סוג הגידול. הרעש ילקח בחשבון לפי מדידות קיימות של רעש מגידול בע"ח. נבדוק גם את האפשרות לכימות של הנזק מריקבון בגידולים חקלאיים.

שונות

החקלאות גורמת לזיהומים שונים, כולל פליטת גזי חממה לאויר (CO2 ומתאן), וזיהום הקרקע והמים ממקורות שונים. לדוגמה, משתמשים בבריכות כספן (כספית) לחיטוי זרעי תפוז"א. אח"כ שופכים את המים הרעילים ונוצרת זרימה לנחלים).

ה. סיכום - מקורות הזיהום בחקלאות

טבלה מס' 16 מציגה את מקורות הזיהום בחקלאות עמק חפר ב-1997, לעומת סה"כ מקורות הזיהום באזור (כולל תעשייה, חשמל, תחבורה, שירותים ומשקי בית).

טבלה 16. מקורות הזיהום בעמק חפר

חומר מזהם	כמות בחקלאות (טונות) בעמק חפר, 1997	כמות - סה"כ (טונות) בעמק חפר, 1997
פרש רפת לח	262,545	262,545
שפכי רפת	381,471	381,471
פרש עופות יבש	11,395	11,395
פסדים ופגרים	685	6,469
גזם	5,910	5,910
יריעות פלסטיק	281	281
חנקן (N)	370	375
פחמן דו-חמצני	23,578	189,457
מתן	1,985	3,266
סה"כ (כולל חומרים אחרים)	688,499	891,210

מקור: פרימן (2001), לוח 5.1

בהמשך המודל מתוכננת הרחבה למקורות הזיהום העיקריים באוויר (פחמן דו-חמצני ומתן).

4.3.3 תוצאות המודל עבור כל השפעות החיצוניות

במודל האופטימיזציה נלקח בחשבון הרווח לחקלאים, שתי השפעות חיצוניות חיוביות (הורדת רעש וטמפרטורה) ושתי השפעות חיצוניות שליליות (חומרי הדברה ודשנים). הנתונים עבור כל גידול מוצגים בטבלה מס' 17.

טבלה 17. סיכום תכונות עיקריות של גידולים נבחרים

(הטבלה נקראת משמאל לימין)

גידול	רווח לחקלאים		השפעות חיצוניות חיוביות			השפעות חיצוניות שליליות *			
	רווח נטו (תרומה ג)	תרומה ליח' מים	ערך הנוף **	הורדת טמפרטורה	חסימת רעש	חומרי הדברה		דשנים	
יחידת מידה:	אלפי ש"ח לדונם	ש"ח/ מ"ק	ציון	מעלות צלסיוס	דציבלים	חומר פעיל (ק"ג/ דונם)	עלות: מאות ש"ח לדונם	כמות חנקן (ק"ג/ דונם)	עלות: מאות ש"ח לדונם
אלון/אלה	7.61-		8.0	7.5	3.8		0.61		0.14
אורן	7.61-		8.0	6	2		0.61		0.14
אקליפטוס	0.21		4.5	4.5	5		0.10		0.08
דקל	7.61-		3.0	4.5	1		0.61		0.14
זית מאכל	0.97		9.0	6	2	0.89	1.99	21.0	1.15
ענבי מאכל	4.10		6.0	2.3	2	0.92	6.60		1.86
תפוח	3.72		5.0	4.5	3		5.17		1.69
אגס	4.51		5.0	4.5	3		9.60		1.74
אבוקדו	2.22	2.34	7.0	7.5	5	0.36	0.15	27.6	2.30
דובדבן	6.78		6.0	4.5	3		2.24		3.13
משמש	2.41		5.0	4.5	3		2.93		2.45
אפרסק	2.96		5.0	4.5	3	1.40	4.41	2.3	2.45
שזיף	5.87		5.0	4.5	3	1.42	2.99		2.72
שקד	1.44		5.0	4.5	2.5	1.02	1.49		1.35
פקאן	0.23-	1.45-	5.0	4.5	2.5	0.32	1.54	14.7	2.06
שמוטי	0.27	0.36	6.0	7.5	4	0.61	2.74	29.3	2.13
ולנסיה	0.15	0.06	6.0	7.5	4	0.61	2.74	29.3	2.70
אשכולית לבנה	0.41-	0.66-	6.0	7.5	4	0.62	2.87	29.2	2.45
עגבניה ש"פ	4.01-	8.02-	1.5	0.1	1	1.90	19.43	3.1	9.67
עגבניה חמ'י	11.80-	9.84-	1.0-	0.1	1	0.79	20.06	14.0	27.60
מלפפון ש"פ	1.88-	3.75-	1.5	0.1	1	0.80	7.17	2.9	7.91
גיפסנית חמ'י	15.01	11.33	1.0-	0.1	1	1.86	35.90	12.7	9.15
אספסת	0.53	0.67	1.5	0.1	1	0.01	0.23	0.0	0.25
כותנה	0.33-	0.66-	1.5	0.1	1	0.89	1.30	23.0	1.60
תירס תחמיץ	0.23	0.46	0.5	0.1	1.5	0.24	0.12	22.4	1.59
תירס למאכל	0.35	27.19	0.5	0.1	1.5	0.26	0.45	19.2	1.31
חיטה גרעינים	0.01		1.5	0.1	1	0.09	0.18	11.6	0.69
מרעה			5.0	0.1	1				
פארק	9.09-	53.37-	8.0	3.4	1.9		1.66		3.32
ממוצע גידולים חקלאיים	1.4	1.4	3.9	3.1	2.3	0.8	5.8	16.4	3.9
ממוצע כללי	0.6	2.5-	4.3	3.5	2.4	0.8	4.9	16.4	3.3

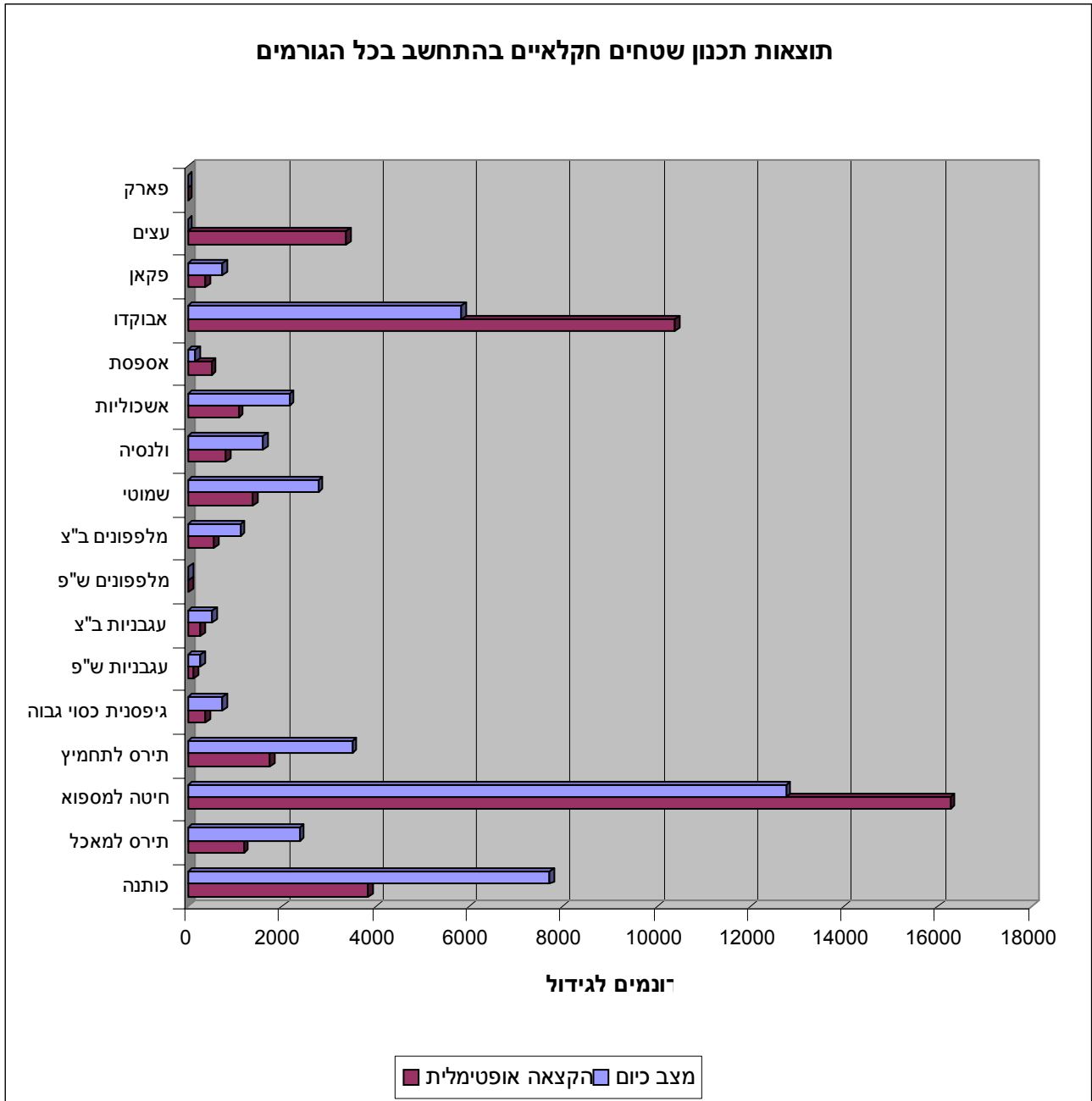
הערות: ש"פ = שטח פתוח; חמ'י = חממה

* ההשפעות החיצוניות השליליות חושבו רק עבור הגידולים הרלוונטיים לאזור עמק חפר

תוצאות המודל עם כל ההשפעות החיצוניות

איור מס' 7 מציג את ההקצאה האופטימלית של שטחים בעמק חפר לפי גידולים, עבור מקסום רווח & כל ההשפעות החיצוניות, חיוביות ושליליות. ההקצאה האופטימלית מבחינה חברתית גורמת להפסד כספי כולל לחקלאים של 11.5 מליון ש"ח לכל האזור (1231 ש"ח בממוצע לדונם) לעומת ההקצאה האופטימלית למקסום רווח בלבד, ולכן מחייבת סבסוד גדול של החקלאים כפיצוי על ההתחשבות בהשפעות החיצוניות לסביבה). תוצאות המודל עם כל ההשפעות החיצוניות עבור מועצה אזורית אלונה יוצגו בדוח השנתי המסכם (עדיין לא הסתיימה העבודה על הערכת החנקן בדשנים בגידולי מועצה אזורית אלונה).

איור 7.



הגבלת ההפסד לחקלאי לסכום מקסימלי נתון: כדי להגביל את סכום הפיצוי שיש לשלם לחקלאי, ניתן לבחור סכום מקסימלי מותר של ההפרש בין הרווח כיום לרווח כתוצאה מהמודל המתחשב בהשפעות חיצוניות, ולמצוא את ההקצאה האופטימלית בתנאי זה.

4.4 סיכום תוצאות המודל

סיכום ומסקנות

חשיבותם של השטחים הפתוחים רבה מעבר לתרומתם לרווחי החקלאים בלבד. פיתחנו ויישמנו מודל אשר מהווה כלי לבחינת ההשפעות של החקלאות על כלל האוכלוסייה, ולקבלת החלטות לגבי הרכב הגידולים. הרצות ראשוניות מורות על תועלת גדולה ממטעים, יחסית לגידולים אחרים, אשר משפיעה על האוכלוסייה כולה; תועלת זאת אינה מופנמת כיום במלואה על ידי החקלאים בקביעת החלטותיהם היצרניות. גם בתוך ענף המטעים, יש הבדל גדול בין התועלת מגידולים שונים, כאשר למשל, התועלת הציבורית מגידול אבוקדו גדולה יחסית, התועלת מהדרים וזיתים נמוכה יותר, אך עדיין גבוהה יחסית, התועלת מגידולים כגון משמש, אפרסק ותפוח-עץ בינונית, והתועלת מגידול תמרים נמוכה. ביישום ההמלצות יש לקחת בחשבון שגידולי המטעים מתוכננים לטווח ארוך, ולכן הסיכון בענף זה למגדלים גבוה יחסית לגידולים אחרים שניתנים להתאמה קצרת טווח.

תרומתם הגדולה של גידולי השדה לאוכלוסייה מתבטאת בעיקר בעלויות גידול נמוכות וצריכת מים נמוכה, כולל אפשרות שימוש בקולחים. בפועל, יתכן שהאפשרות להגדיל את השטחים למרעה מצומצמת ביותר עקב מגבלות הגידול של בקר לבשר. בהמשך מתוכנן ניתוח מורכב יותר, אשר יקח בחשבון גם ענפי חי ביניהם ענף הבקר לבשר בגידולים למרעה, אשר עשוי להביא להקטנת שטחי גדולי השדה.

יש לציין כי באזור עמק חפר הרכב גידולים אופטימלי לאזור כולו הורה על אפשרות לשינויים גדולים יחסית שיביאו להגדלת הרווח לחקלאים והתועלת לאוכלוסייה מהחקלאות (טבלה 19). לעומת זאת, במועצה אזורית אלונה הרכב הגידולים לא השתנה במידה ניכרת, מכיוון שמראש רוב השטח הוקצה למטעים ומרעה. אזור אלונה משמש כמוקד תיירות ("פארק אלונה"), והשטחים הציבוריים המיוערים הם חלק גדול מהאזור לכן בהמשך העבודה נבדוק כמה שטח כדאי להקצות לנופש ברמות שונות של הכנסה מתיירות.

חשוב להדגיש כי המבנה הארגוני של החקלאות מגביל את יכולת יישום ההמלצות: המודל מנתח את כדאיות ההחלטות מנקודת מבט של כלל האזור, בעוד שכל חקלאי מקבל החלטות מנקודת המבט שלו. יש לבחון מערכת מתאימה של תמריצים להפנמת ההשפעות החיצוניות.

טבלה 19. סיכום תוצאות המודל עבור ההרצות השונות בעמק חפר

טבלה 19.א. הקצאת שטחים בדונמים לגידול

ס"ה"כ השפעות	שטחים בהכללת השפעות חיצוניות שליליות*			שטחים בהכללת השפעות חיצוניות חיוביות			השאת רווח	מצב התחלתי	גידול
	סה"כ השפ' שליליות	דשנים	חומרי הדברה	סה"כ השפ' חיוביות	הורדת טמפר- טורה	הפחתת רעש	השאת רווח לחקלא ים	הקצאת השטחים כיום	
D	C.c	C.b	C.a	B.c	B.b	B.a	A	0	מודל (לפי עמ' 4)
									(דונם/ גידול)
3,855	3,855	3,854	3,855	3,854	3,854	3,855	3,855	7,709	כותנה
1,193	1,193	1,193	3,177	3,590	3,649	3,590	4,359	2,385	תירס למאכל
16,268	19,316	18,650	14,621	14,440	14,424	14,440	14,232	1,2753	חיטה למספוא
1,753	1,753	1,753	1,753	1,753	1,753	1,753	1,753	3,506	תירס לתחמיץ
369	979	2,214	970	369	510	369	2,214	738	גיפסנית כסוי גבוה
130	130	130	130	130	130	130	130	260	עגבניות ש"פ
262	262	262	262	262	262	262	262	524	עגבניות ב"צ
11	11	11	11	11	11	11	11	21	מלפפונים ש"פ
558	558	558	558	557	557	558	558	1,115	מלפפונים ב"צ
1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	2,781	שמוטי
801	801	801	801	801	801	801	801	1,601	ולנסיה
1,082	1,082	1,082	1,082	1,082	1,082	1,082	1,082	2,164	אשכוליות
498	498	498	498	83	83	83	83	166	אספסת
10,386	10,106	9,537	12,826	13,609	13,426	13,609	11,204	5,839	אבוקדו
370	370	370	370	370	370	370	370	740	פקאן
3,377	0	0	0	0	0	0	0	0	חורשה
0	0	0	0	0	0	0	0	0	פארק

(ב"צ = בית צמיחה ; ש"פ = שטח פתוח)
* מגבלות בחומרי הדברה ודשנים : 80% מהמצב הקיים.

טבלה 19.ב. תוצאות כל הקצאה - ברווח לדונם ממוצע בעמק חפר (ש"ח לשנה)

סה"כ השפעות		שטחים בהכללת השפעות חיזוניות שליליות*			שטחים בהכללת השפעות חיזוניות חיוביות*		השאת רווח	מצב התח לתי	גידול
סה"כ השפ' שליליות	דשנים	חומרי הדברה	סה"כ השפ' חיוביות	הורדת טמפרטורה	הפחתת רעש	השאת רווח לחקלאי ם	הקצא ת שטחי ם כיום		
D	C.c	C.b	C.a	B.c	B.b	B.a	A	0	מודל (לפי עמ' 4)
									(ש"ח/דו נמ לשנה)
רווח לחקלאים									
273-	523	813	666	593	575	548	957	46	סה"כ
319-	478	767	620	548	530	502	912		הפרש לעומת היום (0)
1,231-	388-	99-	246-	-364	336-	364-			לעומת השאת רווח (A)
רווח לחברה *									
8,248	1,404-	42-	247-	8,628	549	8,125			כיום
9,388	265	788	477	11,191	1,285	10,520			בהשא ת רווח (A)
1,140	1,669	830	724	2,563	736	2,395			הפרש

* כל עמודה מודדת את הרווח לחברה מההשפעה החיצונית הרלוונטית לאותו מודל בלבד.

5. הרחבות אפשריות של המודל והמשך המחקר

5.1 תחומי הרחבה אפשריים

בדוח זה אנו מציגים את התוצאות הראשוניות מהמודל שעדיין אינו כולל את כל התועלות האפשריות מייצור חקלאי. החקלאות מושכת תיירות כפרית לאזור, ובמחקרים קודמים נמצא שהרווח מכך שהגידולים החקלאיים מושכים תיירים גדול בהרבה מהרווח הכלכלי מהגידולים עצמם (Fleisher and Tsur, 1999), ובהמשך נכלול במודל גם את התועלת מהתיירות במודל. חלק מהגידולים משתמשים במי הקולחין של העיר, ובכך מונעים זיהום או חוסכים עלויות גבוהות בטיהור המים (Haruvy et al., 2001): הצגנו ניתוח של התועלת משימוש במי קולחין בחקלאות באזור עמק חפר במאמר קודם (Haruvy et al., 2000). חשיבותו של השימוש במי קולחין הולכת וגוברת, ותעלה עם עליית המחסור במים שפירים. ניתן לבטא את תועלת השימוש בקולחים לגידולים המתאימים באמצעות הקטנת הוצאות סילוק חלופי.

המודל כולל בשלב זה רק חלק מהתועלות דהיינו, רווח לחקלאים, השפעות חיזוניות המבוטאות באמצעות הפחתת רעש וטמפרטורה והשפעות חיזוניות שליליות שכוללות, נזקי הדברה ודישון. כמו כן הוא כולל רק חלק מהגידולים האפשריים ואינו מתייחס לבעיות של ארגון ועונתיות.

יש לציין כי המודל המוצג להלן הוא שנתי. בהמשך מתוכננת הרחבה של המודל למודל חודשי, שייקח בחשבון את נושא העונתיות. המודל החודשי יוכל לקחת בחשבון את הנוף השונה בעונות השנה השונות, ולקחת בחשבון שילוב גידולים (דו-גידול) באותו שדה (במודל הקיים כל גידול מחושב כבעל שטח נפרד).

בשלב זה לא לקחנו בחשבון את אחד הענפים החשובים בחקלאות: גידול בעלי חיים. ענף זה חשוב מאד גם לצורך הערכת התועלת מגידולי השדה, מכיוון שהיקף הבקר לבשר קובע את מגבלות היקף גידולי השדה למרעה, ובחירת הגידולים למרעה משפיעה על תכונות רבות של הבקר. בהמשך העבודה מתוכנן שילוב תחום בעלי החיים, שהוא התחום בעל ההשפעות החיצוניות השליליות המשמעותיות ביותר (פירוט בפרק על השפעות חיצוניות שליליות).

המודל כלל אפשרות להקצות שטחים חקלאיים לפארקים ולחורשות, אך מכיוון שהנחנו שאין הכנסות מפארקים או משטחי נופש מיוערים, תוצאת המודל הייתה שלא כדאי מבחינה כלכלית להקצות להם שטחים. בהמשך העבודה נעשה ניתוח רגישות להכנסות משטחי נופש, שיתן תשובה כמה שטח כדאי להקצות לנופש ברמות שונות של הכנסה מתיירות.

5.2 סיכום ההרחבות המתוכננות

1. רווח לחקלאים:

- בדיקת השוק לכל גידול כדי לקחת בחשבון את מגבלות השוק האמיתיות לכל גידול
- הוספת הגידולים החסרים (ענפי בעלי חיים)

2. השפעות חיצוניות חיוביות:

- התחשבות בתפקיד השטח החקלאי כ"ריאה ירוקה" הסופגת זיהומים ממקורות אחרים (תעשייה, תחבורה וכו')

- ניצול מי הקולחין של העיר (לדיון בהשפעות חיוביות ושליליות של החקלאות בתחום זה ראה (Haruvy et al., 2000; Haruvy et al., 2001)

- הוספת ערך הנוף להשפעות החיוביות של המודל

3. השפעות חיצוניות שליליות:

- חומרי הדברה: המרת כלל האצבע של עלות השימוש בחומרי הדברה בהערכת הנוק מהחומר הפעיל בכל חומר הדברה

- הוספת פרש רפת למודל

- הוספת פסולת פלסטיק ופסולת גזם למודל

4. עונתיות: הרחבת המודל ממודל שנתי למודל חודשי

5. הכנסות מתיירות: תיירות כפרית והכנסות מנופש

6. מבנה ארגוני: התייחסות למגבלות ארגוניות ביישום המלצות המודל בשטח

5.3 שאלון

הכנו שאלון דואר שמטרתו להעריך את התאמת הגידולים השונים לתכנון האזורי, העדפות האוכלוסייה לגידולים השונים, ואפשרות השילוב של חקלאות ופנאי; לאתר את האינטרסים של הגופים השונים העוסקים בתכנון השטחים הפתוחים כדי לזהות קווים משותפים או קונפליקטים פוטנציאליים; להתאים את המודל למגבלות התכנון הקיימות בשטח, ולהעריך את אפשרויות יישום המסקנות מהמודל בשטח. השאלון הועבר למספר מומחים לבדיקה ושונה בהתאם להערותיהם. בהמשך המחקר מתוכננת השלמת הפריסטט והעברת השאלון למומחים בתחומים שונים של החקלאות, הסביבה והתכנון האורבני.

6. ביבליוגרפיה

- איבניר, ו. (2001), עבודת מוסמך בביוס למדעי הסביבה, האוניברסיטה הראשית בירושלים, בהנחיית פרופ' הלל שובל ודר' נאוה חרובי.
- פרימן, ד. (2001), מודל לניתוח השפעות של פעילויות לשימור הסביבה בחקלאות וחיזוי לעתיד של עמק חפר, דו"ח מחקר למדען הראשי של משרד החקלאות.
- ספרים, י., ברזקי, א., שלהבת, ש., חרובי, נ. (2000א), חקלאות אחרת: השאלות הגדולות, מים והשקיה, גליון 402: 19 - 30.
- ספרים, י., ברזקי, א., שלהבת, ש., חרובי, נ. (2000ב), חקלאות אחרת: החקלאות לאן?, מים והשקיה, גליון 403: 8 - 14.
- רוזנטל, ג., אפרתי, ש., נזר-בן חיים, א., צבן, ש. (1999), סובב רמת הנדיב: מגמות בהפתחות כלכלית ומכשירי מדיניות לשמירה על שטחים פתוחים, דו"ח מחקר שהוגש לקרן יד הנדיב.
- שילר, ג. (1998) שימוש במדדים פיזיולוגיים בתכנון ובמשק יער וחורש למטרות נפש, אקולוגיה וסביבה, 5 (1): 34 - 44.
- שילר, ג., שאודיניצקי, ל.ה., קלר, י. (2000), רעש וצומח, אקולוגיה וסביבה 6 (1): 53 - 57.
- Brown, TJ, Kaplan, R, Quaderer, G. (1999), Beyond accessibility: Preference for natural areas, *Therapeutic Recreation Journal*, 33(3): 209-221.
- Brussels (2000), *Deafening Response to Dutch Green's Noise Proposals*. (<http://ens.lycos.com/ens/oct2000/2000-L-10-20-11.html>)
- Bullock, CH, Kay, J, May (1997), Preservation and change in the upland landscape: the public benefits of grazing management, *Journal of Environmental Planning & Management* 40(3): 315-334.
- Crabtree, JR, (2000), a book review of: Steward-Roper, C, Parks, A, (eds) *The Living Forest: Non Market Benefits of Forestry*, in *Forestry* 73(2): 209.
- Daniel and Schroeder (1979), Scenic beauty estimation model: predicting perceived beauty of forest landscapes. In: Elsner, GH, Sardon, RC (eds), *Our National Landscape, A Conference on Applied Techniques for Analysis and Management of the Visual Resource*, 23-25 April, Nevada, pp. 514-523.
- De Jong, BHJ, Tipper, R, Montoya-Gomez, G., (2000), An economic analysis of the potential for carbon sequestration by forests: evidence from Southern Mexico, *Ecological Economics* 33(2): 313-27.
- Deller, SC, Tsung-Hsiu ST, Marcouiller DW, English, DBK, (2001), The Role of Amenities and Quality of Life in Rural Economic Growth, *American Journal of Agricultural Economics* 83(2): 352-365.

- DTLR (2000), *Valuing the External Costs of Aviation*, Department of the Environment, Transport and the Regions, Transport local government regions, UK (<http://www.aviation.detr.gov.uk>)
- EU (2000), *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council, Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise*, Commission of the European Communities Report 2000/0194(COD).
- Feitelson, EI, Hurd, RE, Mudge, RR, (1996), The Impact of Airport Noise on Willingness to Pay for Residences, *Transportation Research, Part D: Transport & Environment* 1(1): 1-14.
- Field, B.C. (1994), *Environmental Economics - An Introduction*, McGraw-Hill Inc., U.S.A.
- Fleischer, A. Tsur, Y. (1999), *Measuring the Recreational Value of Agricultural Landscape*, Working Paper No. 9911, The Center for Agricultural Economic Research, Rehovot, Israel.
- Hadas, A., Hadas, A., Sagiv, B., Haruvy, N. (2000). Agricultural practices, soil fertility management modes and resultant nitrogen leaching rates under semiarid conditions. *Agricultural Water Management* 42: 81-95
- Haruvy, N., Offer, R., Hadas, A., Ravina, I. (1999). Wastewater irrigation- economic concerns regarding beneficiary and hazardous effects of nutrients. *Water Resources Management* vol. 13 No. 5: 303-314
- Haruvy, N., Hadas, A., Ravina, I. Shalhevet, S. (2000). Cost assessment of averting groundwater pollution. *Water, Science & Technology* 42 (1-2): 135-140
- Haruvy, N., Shalhevet, S., Yaron, D. (2001), Effect of urban development on water quality - environmental concerns, *International Water & Irrigation* 21(1): 24- 32.
- Herzon, TR, Herbert, EJ, Kaplan, R, Crooks, CL, (2000), Cultural and developmental comparisons of landscape perceptions and preferences, *Environment & Behavior* 32(2): 323-246.
- Kaplan, R. and Kaplan, S. (1989), *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- LaMuth, C. (1998), *Community Development: Noise*, The Ohio State University Fact Sheet CDFS-190-198.
- Lamp, RJ and Purcell, AT (1990), Perception of naturalness in landscape and its relationships to vegetation structure. *Landscape and Urban Planning* 19: 333-352.
- Levinson, DM, Gillen, D. Kanafani, A, (1996), *The Social Costs of Intercity Transportation: A Review and Comparison of Air and Highway*, University of California at Berkeley.

- Lindhagen, A. and Hornsten, L. (2000), Forest recreation in 1977 and 1997 in Sweden: changes in public preferences and behavior, *Forestry* 73(2): 143-153.
- Lorenzo, A.B., Blanche, C.A., Qi, Y., Guidry, M.M., (2000), Assessing Residents' WTP to preserve the community urban forest: A small-city case study. *Journal of Aboriculture* 26(6): 319-337
- Luttik, J. (2000), The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands, *Landscape and Urban Planning* 48: 161-167.
- Mahan, BL, Polasky, S., Adams, RM, (2000), Valuing urban wetlands: A property price approach, *Land Economics* 76(1): 100-113.
- Misgav, A, (2000), Visual preference of the public for vegetation groups in Israel, *Landscape and Urban Planning* 48: 143-159.
- Moore, TG, (1998), Health and amenity effects of global warming, *Economic Inquiry* 36(3): 471-488.
- Paulson, S., van Dalfsen, B. (1999), *Management of Noise on Poultry Farms*. Ministry of Agriculture and Food, British Columbia.
- Pearce, D., Barde, JP, Lambert. J., (1984), Estimating the cost of noise pollution in France, *Ambio.*, 13(1): 27-28.
- Pimental, D., McLaughlin, L., Zepp, A., Lakitan, B., Kraus, T., Kleinman, P., Vancini, F., Roach, WJ, Graap, E, Keeton, WS, Selig, G, (1993) Environmental and economic impacts of reducing US agricultural pesticide use. In: Pimental, D, Lehman, H (eds), *The Pesticide Question: Environment, Economics and Ethics*, NY, Chapman and Hall, 1993, pp. 223-278.
- Scrinzi, G. and Floris, A. (2000), Featuring and modelling forest recreation in Italy, *Forestry* 73(2): 173-185.
- Shalhevet, S., Haruvy, N., Spharim, I. (2000), Strategic planning in response to global environmental changes: the case of Israeli agriculture, *Journal of Financial Management and Analysis* 13(2): 42-48.
- Sommer, R., (1997), Further cross-national studies of tree form preference, *Ecological Psychology* 9(2): 153-160.
- Sommer, R., Summit, J., (1996), Cross-national rankings of tree shape, *Ecological Psychology* 8(4): 327-341.
- Swinton, SM, Williams, MB, (1998), *Assessing the Economic Impacts of Integrated Pest Management: Lessons from the Past, Directions for the Future*, Staff Paper 98-12, Department of Agricultural Economics, Michigan State University, East Lansing, Michigan.

- TranSafety, Inc. (1997), *Factors that Determine the Reduction in Property Values Caused by Traffic Noise*, Road Engineering Journal, October.
- Ulrich, RS (1986), Human responses to vegetation and landscape, *Landscape and Urban Planning* 13: 26-44.
- Urban vegetation (1999), *The Urban Heat Isles and the Micro-Climatic Variations Brought About by Vegetation*. [http:// www.mybestlife.com](http://www.mybestlife.com)

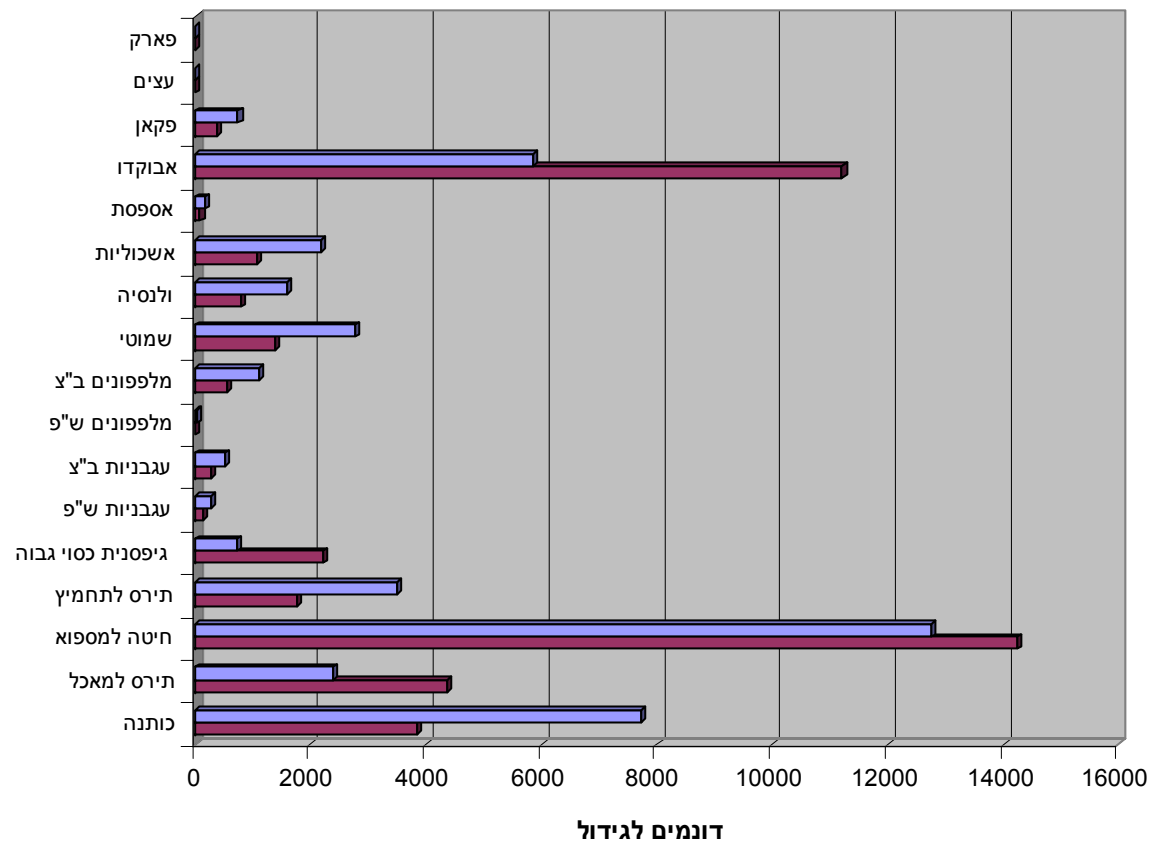
נספח א' פירוט תוצאות הרצת המודל עבור עמק חפר

טבלה א.1. מקסום הרווח לחקלאים

הטבלה הבאה מציגה את תוצאות המודל לאופטימיזציה של רווחי החקלאים. העמודה הראשונה מימין מציגה את התפלגות השטח כיום לפי גידולים. העמודה השנייה מציגה את תוצאות המודל - התפלגות השטח להשאת רווחי החקלאים. העמודה השלישית והרביעית מציגות את ההפרש בין המצב כיום למצב האופטימלי עבור כל גידול (בשקלים ובאחוזים מהמצב כיום), והעמודה החמישית מציגה את ניתוח הרגישות - באיזו מידה תשפיע הגדלת השטח לגידול מסוים בדונם אחד על הרווח לאזור. הגרף הבא מציג את תוצאות הטבלה בצורה גרפית - המצב כיום לעומת ההקצאה האופטימלית. הערה: כל הגרפים משתמשים בראשי התיבות: ש"פ (שטח פתוח), ב"צ (בית צמיחה).

הגידול	ניתוח רגישות	שינוי באחוזים	שינוי בדונמים	הקצאה אופטימלית דונמים לגידול	מצב כיום דונמים לגידול
Crop	Reduced Gradient	Change %	Change	Final Value	Original Value
כותנה	-727	-50%	-3855	3855	7709
תירס למאכל	0	83%	1974	4359	2385
חיטה למספוא	0	12%	1479	14232	12753
תירס לתחמיץ	-167	-50%	-1753	1753	3506
גיפסנית כסוי גבוה	8343	200%	1476	2214	738
עגבניות ש"פ	-5394	-50%	-130	130	260
עגבניות ב"צ	-14999	-50%	-262	262	524
מלפפונים ש"פ	-3259	-50%	-11	11	21
מלפפונים ב"צ	-12476	-50%	-558	558	1115
שמוטי	-1422	-50%	-1391	1391	2781
ולנסיה	-1860	-50%	-801	801	1601
אשכוליות	-2691	-50%	-1082	1082	2164
אספסת	-50	-50%	-83	83	166
אבוקדו	0	92%	5365	11204	5839
פקאן	-3120	-50%	-370	370	740
עצים	-8810		0	0	0
פארק	-9620		0	0	0

גרף 1.א. תוצאות תכנון שטחים חקלאיים
מקסום רווחי החקלאים



■ הקצאה אופטימלית ■ מזב כיום

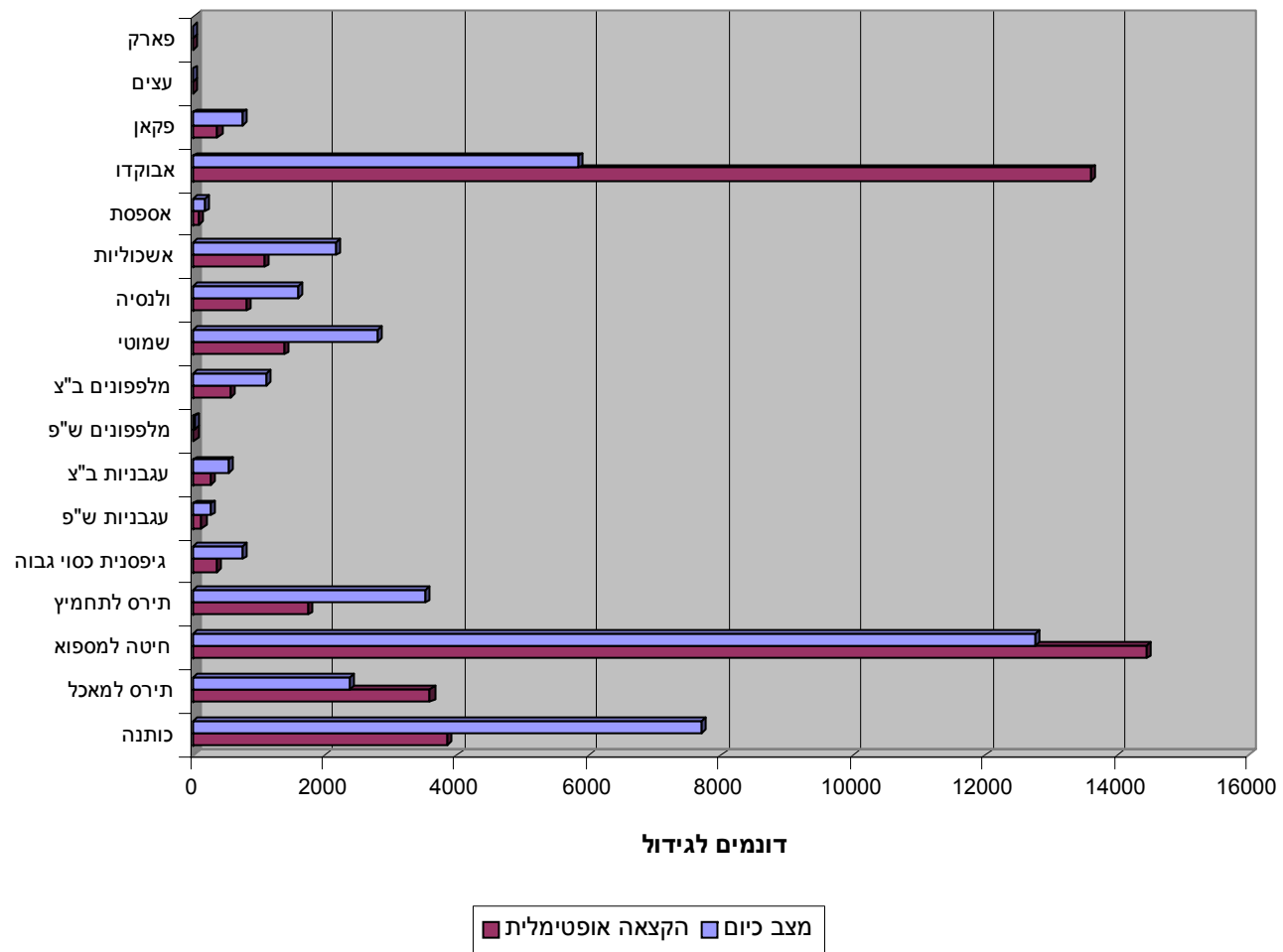
טבלה 2. מקסום רווחי החקלאים והשפעה חיצונית חיובית של הרעש

בחלק העליון של הטבלה מוצגת השפעת כל הקצאה על סה"כ הרווח: העמודות הימניות מציגות את הרווח הכולל: הרווח לחקלאים & הרווח לחברה מהשפעות חיצוניות במצב הנוכחי לעומת ההקצאה האופטימלית, וההפרש ביניהם. העמודות השמאליות מציגות את הרווח לחקלאים בלבד מההקצאה האופטימלית במצב זה (סה"כ לאזור), וההפרש בין הרווח לחקלאים במצב זה לעומת הרווח בהקצאה האופטימלית למקסום רווחי החקלאים בלבד (בש"ח לדונם - ממוצע לאזור).

בחלק השני של הטבלה, בנוסף לעמודות המופיעות בטבלה הקודמת, טבלה זו מציגה גם את התוצאה במקסום רווח לחקלאים בלבד (הלקוחה מטבלה א.1), ואת ההפרש בין האופטימיזציה עם השפעות חיצוניות לאופטימיזציה ללא השפעות חיצוניות (עמודה שניה משמאל). כל הנתונים בש"ח לאזור כולו.

		רווח כיום: לחקלאים ולחברה	רווח באופטימום	הפרש בש"ח	הפרש באחוזים	מזה: רווח לחקלאים (בש"ח לאזור)	ביחס לאופטימום לחקלאים (לדונם)
		343,700,414	445,023,479	101,323,066	29%	25,098,976	-364
מצב כיום (דונמים לגידול))	הקצאה אופטימלית (דונמים לגידול))	שינוי בדונמים	שינוי באחוזים	ניתוח רגישות	תוצאה במקסום רווח לחקלאים	הפרש לעומת רווח לחקלאים	הגידול
7709	3855	-3855	-50%	-2639	3855	0	כותנה
2385	3590	1205	51%	0	4359	-768	תירס למאכל
12753	14440	1687	13%	0	14232	208	חיטה למספוא
3506	1753	-1753	-50%	-167	1753	0	תירס לתחמיץ
738	369	-369	-50%	-10806	2214	-1845	גיפסנית כסוי גבוה
260	130	-130	-50%	-15315	130	0	עגבניות ש"פ
524	262	-262	-50%	-38812	262	0	עגבניות ב"צ
21	11	-11	-50%	-13180	11	0	מלפפונים ש"פ
1115	558	-558	-50%	-36288	558	0	מלפפונים ב"צ
2781	1391	-1391	-50%	-1987	1391	0	שמוטי
1601	801	-801	-50%	-4276	801	0	ולנסיה
2164	1082	-1082	-50%	-7091	1082	0	אשכוליות
166	83	-83	-50%	-3110	83	0	אספסת
5839	13609	7770	133%	0	11204	2405	אבוקדו
740	370	-370	-50%	-12265	370	0	פקאן
0	0	0		-1979	0	0	עצים
0	0	0		-9416	0	0	פארק

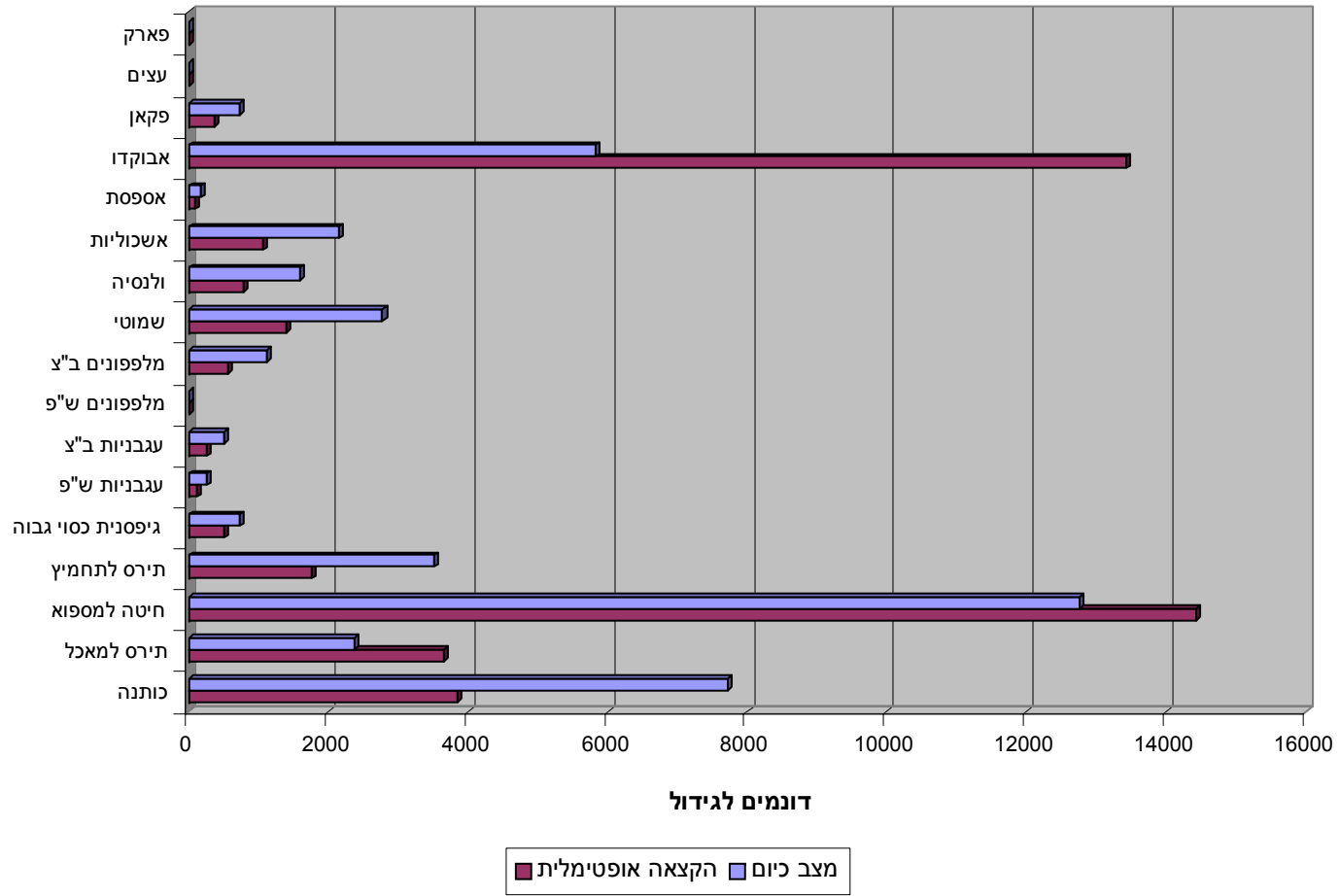
גרף א.2. תוצאות תכנון שטחים חקלאיים (רווח & רעש)



טבלה א.3. מקסום רווחי החקלאים והשפעה חיצונית של ירידה בטמפרטורות

		רווח כיום: לחקלאים רווח באופטימום ולחברה	הפרש בש"ח	הפרש באחוזים	מזה: רווח לחקלאים	ביחס לאופטימום לחקלאים (לדונם)
		23,231,249	31,135,148	134%	26,272,352	-336.13
מצב כיום דונמים לגידול	הקצאה אופטימלית דונמים לגידול	שינוי בדונמים	שינוי באחוזים	ניתוח רגישות	תוצאה במקסום רווח לחקלאים	הפרש לעומת רווח לחקלאים הגידול
7709	3854	-3855	-50%	-727	3855	-0
2385	3649	1264	53%	0	4359	-710
12753	14424	1671	13%	0	14232	192
3506	1753	-1753	-50%	-167	1753	0
738	510	-228	-31%	0	2214	-1704
260	130	-130	-50%	-9716	130	0
524	262	-262	-50%	-25374	262	-0
21	11	-11	-50%	-7581	11	0
1115	557	-558	-50%	-22851	558	-0
2781	1391	-1391	-50%	-75	1391	0
1601	801	-801	-50%	-1512	801	0
2164	1082	-1082	-50%	-3208	1082	0
166	83	-83	-50%	-50	83	0
5839	13426	7587	130%	0	11204	2222
740	370	-370	-50%	-5764	370	0
0	0	0		-3207	0	0
0	0	0		-8213	0	0

גרף א.3. תכנון שטחים חקלאיים: רווח & הורדת טמפרטורה



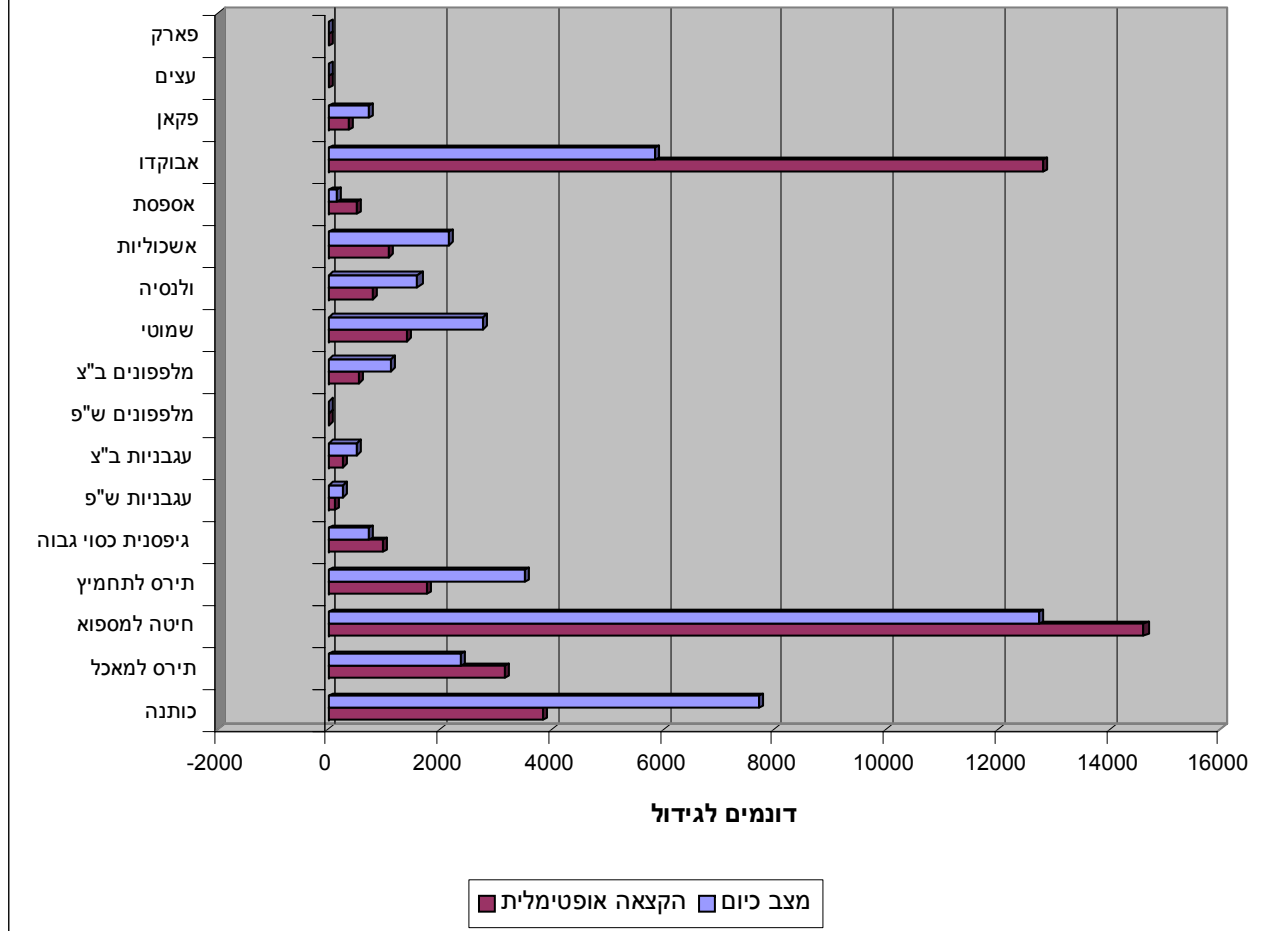
טבלה א.4. פונקצית מטרה: מקסום רווחי החקלאים ומינימום שימוש בחומרי הדברה

(מגבלה: כמות השימוש בחומרי הדברה עד 80% מהמצב הקיים)

רווח כיום: לחקלאים רווח באופטימום ולחברה	הפרש בש"ח	הפרש באחוזים	מזה: רווח לחקלאים	ביחס לאופטימום לחקלאים (לדונם)
-10,449,797	30,637,557	-293%	30,092,339	-245.82

מצב כיום דונם לגידול	הקצאה אופטימלית דונם לגידול	שינוי בדונמים	שינוי באחוזים	ניתוח רגישות	תוצאה במקסום רווח לחקלאים	הפרש לעומת רווח לחקלאים הגידול
7709	3855	-3855	-50%	-856	3855	0
2385	3177	792	33%	0	4359	-1182
12753	14621	1868	15%	0	14232	389
3506	1753	-1753	-50%	-117	1753	0
738	970	232	31%	0	2214	-1244
260	130	-130	-50%	-8324	130	0
524	262	-262	-50%	-18041	262	0
21	11	-11	-50%	-4330	11	0
1115	558	-558	-50%	-16930	558	0
2781	1391	-1391	-50%	-1814	1391	0
1601	801	-801	-50%	-2264	801	0
2164	1082	-1082	-50%	-3116	1082	0
166	498	332	200%	8	83	415
5839	12826	6987	120%	0	11204	1622
740	370	-370	-50%	-3461	370	0
0	0	0		-8889	0	0
0	0	-0		-9884	0	-0

גרף א.4. תוצאות תכנון שטחים חקלאיים (רווח - הדברה)

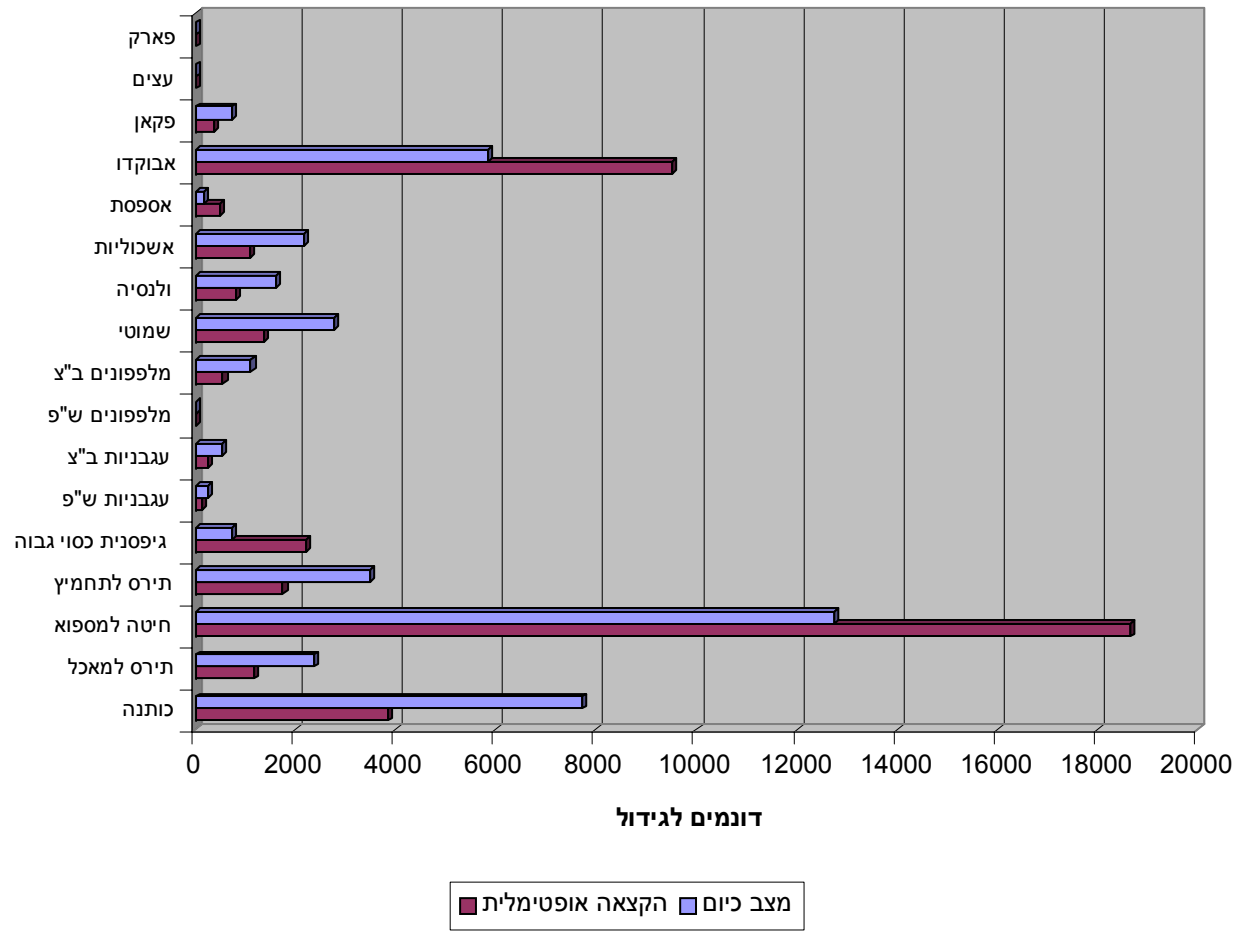


טבלה א.5. מקסום רווחי החקלאים ומינימום עלויות טיפול בדליפת חנקן בדשנים

(מגבלה : עלות הטיפול בחנקן עד 80% מהעלות הנדרשת לטיפול בחנקן בכמות הקיימת)

	ביחס לאופטימום לחקלאים (לדונם)	מזה: רווח לחקלאים	הפרש באחוזים	הפרש בש"ח	רווח כיום: לחקלאים רווח באופטימום	רווח כיום ולחברה	
	-98.61	36,319,902	-1979%	35,130,195	33,355,025	-1,775,170	
הגידול	הפרש לעומת רווח לחקלאים	תוצאה במקסום רווח לחקלאים	ניתוח רגישות	שינוי באחוזים	שינוי בדונמים	הקצאה אופטימלית דונם לגידול	מצב כיום דונם לגידול
כותנה	-0	3855	-2098	-50%	-3855	3854	7709
תירס למאכל	-3166	4359	-1092	-50%	-1193	1193	2385
חיטה למספוא	4418	14232	0	46%	5897	18650	12753
תירס לתחמיץ	0	1753	-1494	-50%	-1753	1753	3506
גיפסנית כסוי גבוה	0	2214	9916	200%	1476	2214	738
עגבניות ש"פ	0	130	-4323	-50%	-130	130	260
עגבניות ב"צ	0	262	-12911	-50%	-262	262	524
מלפפונים ש"פ	0	11	-2174	-50%	-11	11	21
מלפפונים ב"צ	0	558	-9634	-50%	-558	558	1115
שמוטי	0	1391	-1978	-50%	-1391	1391	2781
ולנסיה	0	801	-2189	-50%	-801	801	1601
אשכוליות	0	1082	-2753	-50%	-1082	1082	2164
אספסת	415	83	451	200%	332	498	166
אבוקדו	-1667	11204	0	63%	3698	9537	5839
פקאן	0	370	-2250	-50%	-370	370	740
עצים	0	0	-8763		0	0	0
פארק	0	0	-9178		0	0	0

גרף א.5. תוצאות תכנון שטחים חקלאיים (רווח - דשנים)

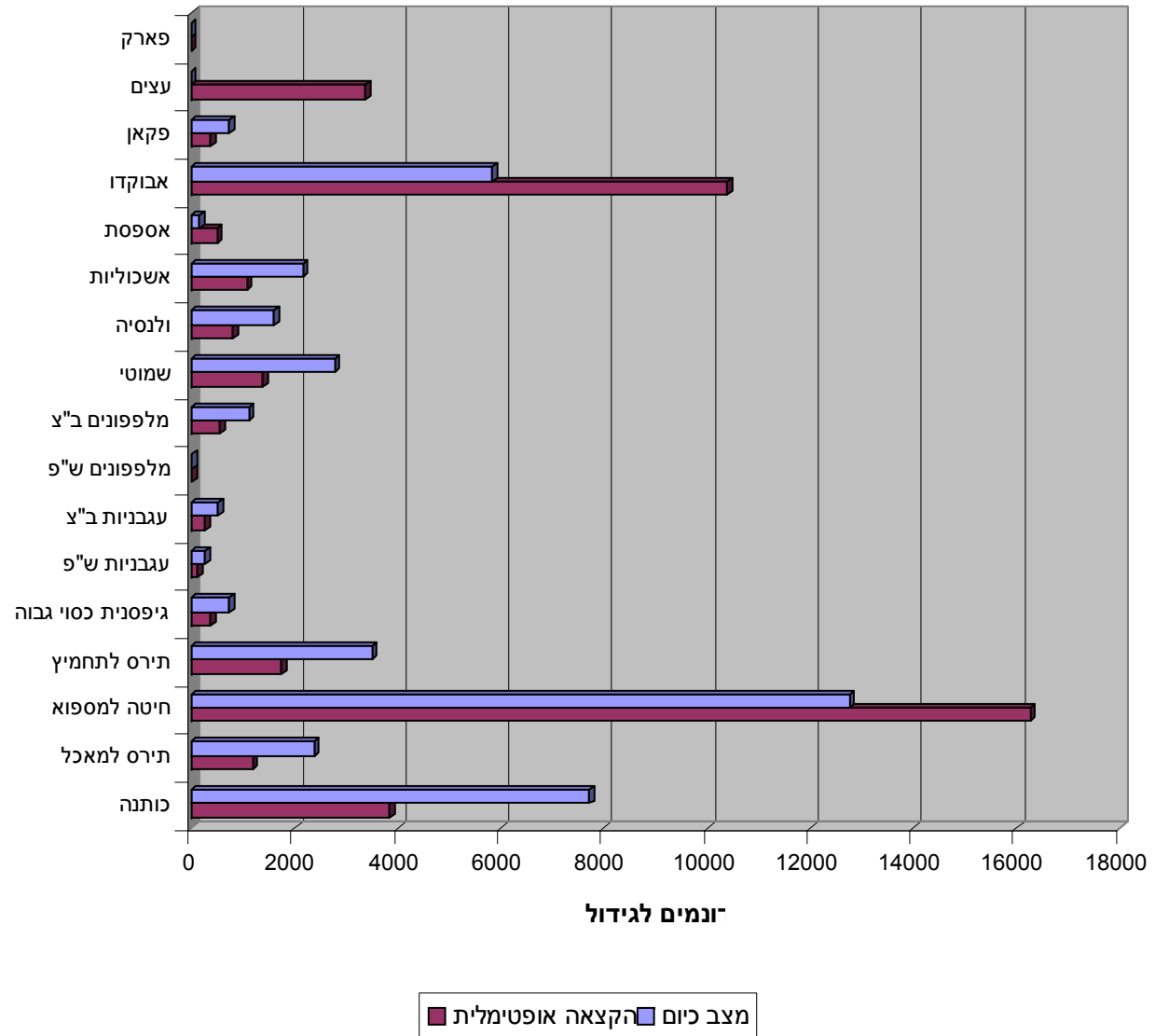


טבלה א.6. סיכום עבור מקסום רווח & כל ההשפעות החיצוניות (חיוביות ושליליות):

רווח כיום: לחקלאים רווח באופטימום ולחברה	הפרש בש"ח	הפרש באחוזים	מזה: רווח לחקלאים	ביחס לאופטימום לחקלאים (לדונם)
348,913,917	48,227,210	14%	-11,569,529	-1230.69

מצב כיום דונם לגידול	הקצאה אופטימלית דונם לגידול	שינוי בדונמים	שינוי באחוזים	ניתוח רגישות	תוצאה במקסום רווח לחקלאים	הפרש לעומת רווח לחקלאים	הגידול
7709	3855	-3855	-50%	-16465	3855	0	כותנה
2385	1193	-1193	-50%	-11107	4359	-3166	תירס למאכל
12753	16268	3515	28%	0	14232	2037	חיטה למספוא
3506	1753	-1753	-50%	-13459	1753	0	תירס לתחמיץ
738	369	-369	-50%	-3442	2214	-1845	גיפסנית כסוי גבוה
260	130	-130	-50%	-8170	130	0	עגבניות ש"פ
524	262	-262	-50%	-23576	262	0	עגבניות ב"צ
21	11	-11	-50%	-4670	11	0	מלפפונים ש"פ
1115	558	-558	-50%	-14846	558	0	מלפפונים ב"צ
2781	1391	-1391	-50%	-7115	1391	0	שמוטי
1601	801	-801	-50%	-7326	801	0	ולנסיה
2164	1082	-1082	-50%	-7841	1082	0	אשכוליות
166	498	332	200%	446	83	415	אספסת
5839	10386	4547	78%	0	11204	-818	אבוקדו
740	370	-370	-50%	-4756	370	0	פקאן
0	3377	3377		0	0	3377	עצים
0	0	0		-4953	0	0	פארק

גרף 6.א. תוצאות תכנון שטחים חקלאיים בהתחשב בכל הגורמים



נספח ב' פירוט תוצאות הרצת המודל עבור מועצה אזורית אלונה

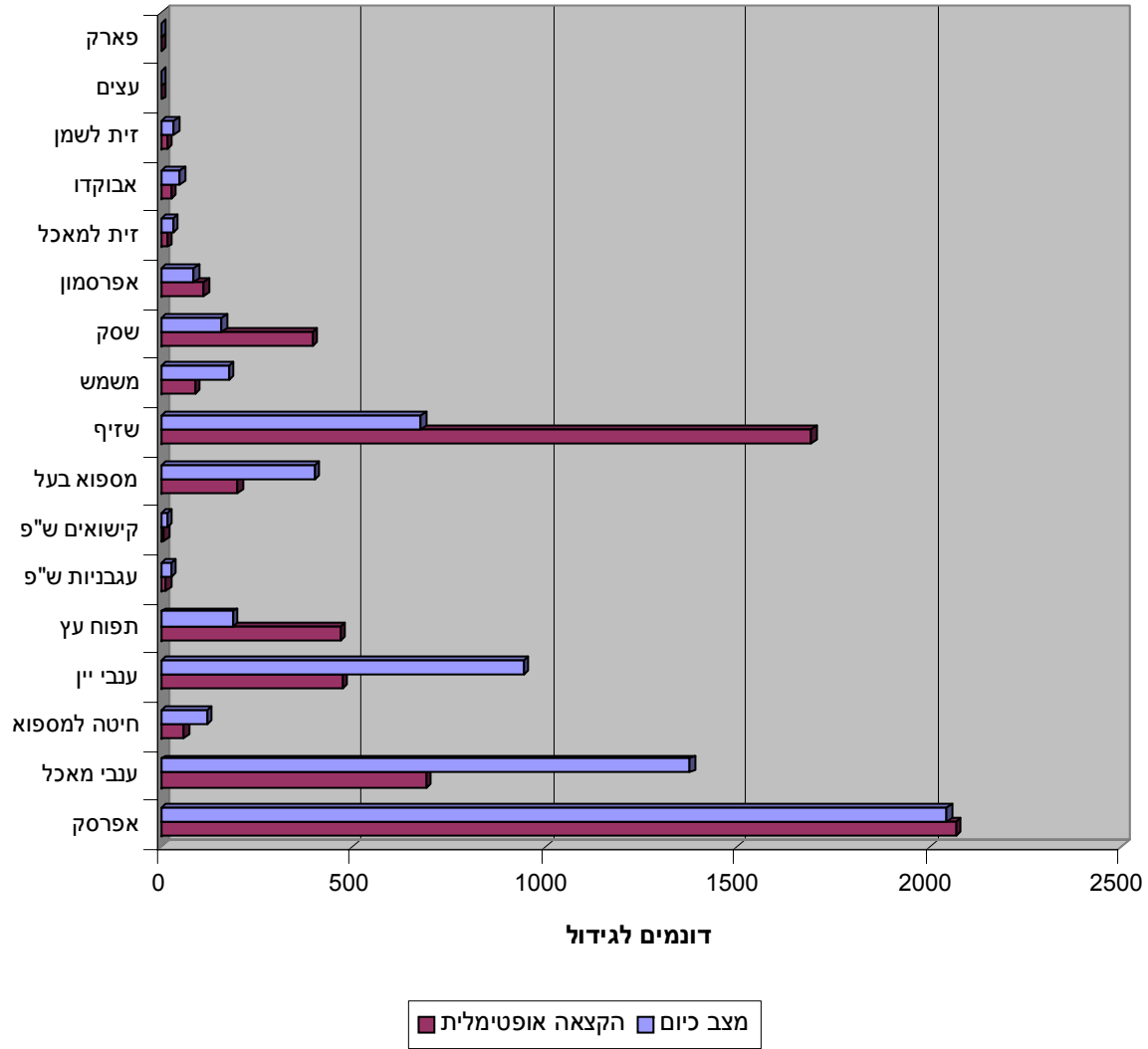
הסבר על מבנה הטבלאות ניתן בנספח א'.

טבלה ב.1. מקסום הרווח לחקלאים

שינוי לדונם	שינוי שינוי ב- %	רווח כיום	בהקצאה אופטימלית
859.62	33%	5,433,652	21,791,884
			16,358,232

	הגידול	ניתוח רגישות	שינוי באחוזים	שינוי בדונמים	הקצאה אופטימלית (דונמים לגידול)	מצב כיום (דונמים לגידול)
אפרסק		0	1%	24	2069.571428	2046
ענבי מאכל	-1429.85		-50%	-689	688.5	1377
חיטה למספוא	-3049.46		-50%	-60	60	120
ענבי יין	-1437.31		-50%	-472	471.5	943
תפוח עץ	157.9825		150%	281	467.5	187
עגבניות ש"פ	-7228.85		-50%	-13	12.5	25
קישואים ש"פ	-9323.13		-50%	-8	7.5	15
מספוא בעל	-3134.85		-50%	-200	200	400
שזיף	2399.756		150%	1016	1692.5	677
משמש	-1021.51		-50%	-88	87.5	175
שסק	432.7619		150%	237	395	158
אפרסמון	0		32%	27	112.4285721	85
זית למאכל	-2508.12		-50%	-15	15	30
אבוקדו	-1253.17		-50%	-25	25	50
זית לשמן	-3179.77		-50%	-17	16.5	33
עצים	-11880.1			0	0	0
פארק	-12300.2			0	0	0

גרף ב.1. תוצאות תכנון שטחים חקלאיים
למקסום רווח לחקלאים

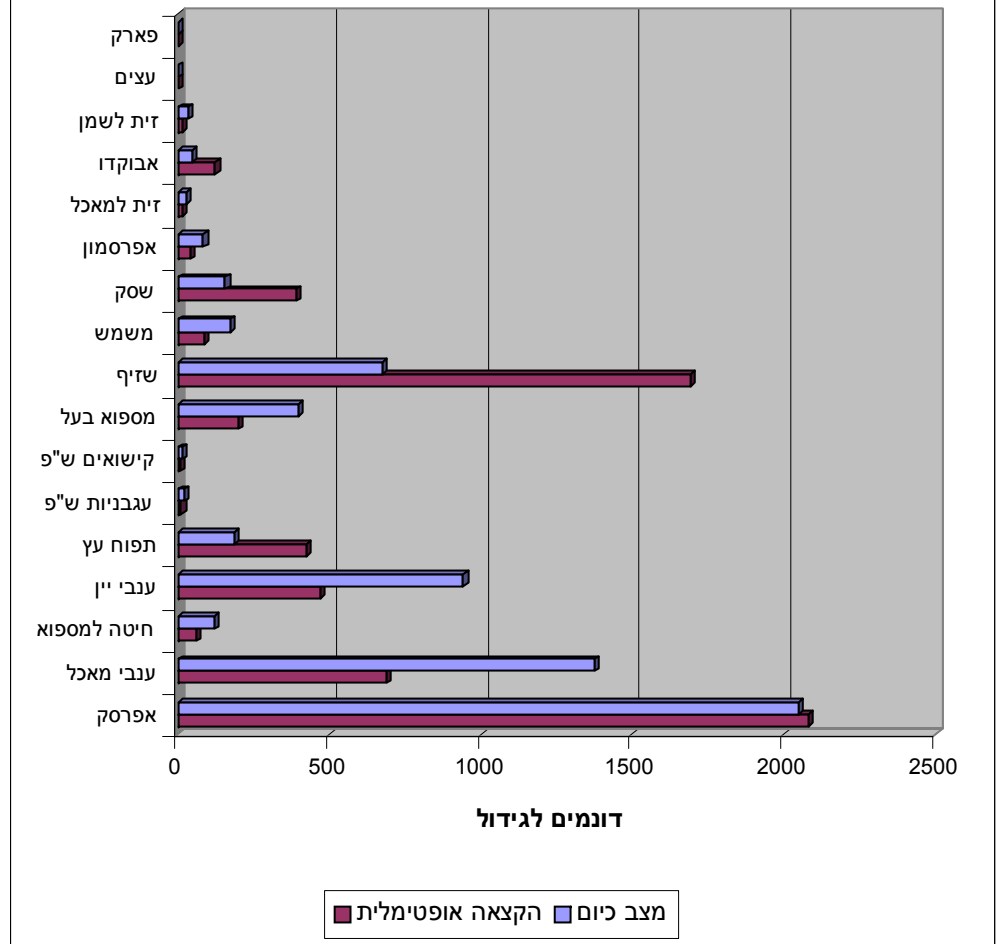


טבלה ב.2 מקסום רווחי החקלאים והשפעה חיצונית חיובית של הרעש

רווח כיום: לחקלאים רווח באופטימום ולחברה	הפרש בש"ח	הפרש באחוזים	מזה: רווח לחקלאים	ביחס לאופטימום (לדונם) לחקלאים
75,875,232	12,574,922	17%	21,659,917	-3.12

מזב כיום הקצאה אופטימלית דונם לגידול	שינוי בדונמים	שינוי באחוזים	ניתוח רגישות	הפרש לעומת תוצאה במקסום רווח לחקלאים		דונם לגידול	2046
				רווח לחקלאים	הגידול לחקלאים		
2081.6	36	2%	0	2,070	12	2046	2046
688.5	-689	-50%	-5,223	689	0	1377	1377
60	-60	-50%	-10,352	60	0	120	120
471.5	-472	-50%	-5,073	472	0	943	943
425.4	238	127%	0	468	-42	187	187
12.5	-13	-50%	-14,847	13	0	25	25
7.5	-8	-50%	-16,847	8	0	15	15
200	-200	-50%	-10,437	200	0	400	400
1692.5	1016	150%	2,495	1,693	0	677	677
87.5	-88	-50%	-958	88	0	175	175
395	237	150%	528	395	0	158	158
42.5	-43	-50%	-221	112	-70	85	85
15	-15	-50%	-6,460	15	0	30	30
125	75	150%	6,176	25	100	50	50
16.5	-17	-50%	-6,942	17	0	33	33
0	0		-12,003	0	0	0	0
0	0		-16,124	0	0	0	0

גרף ב.2. תוצאות תכנון שטחים חקלאיים (רווח & רעש)

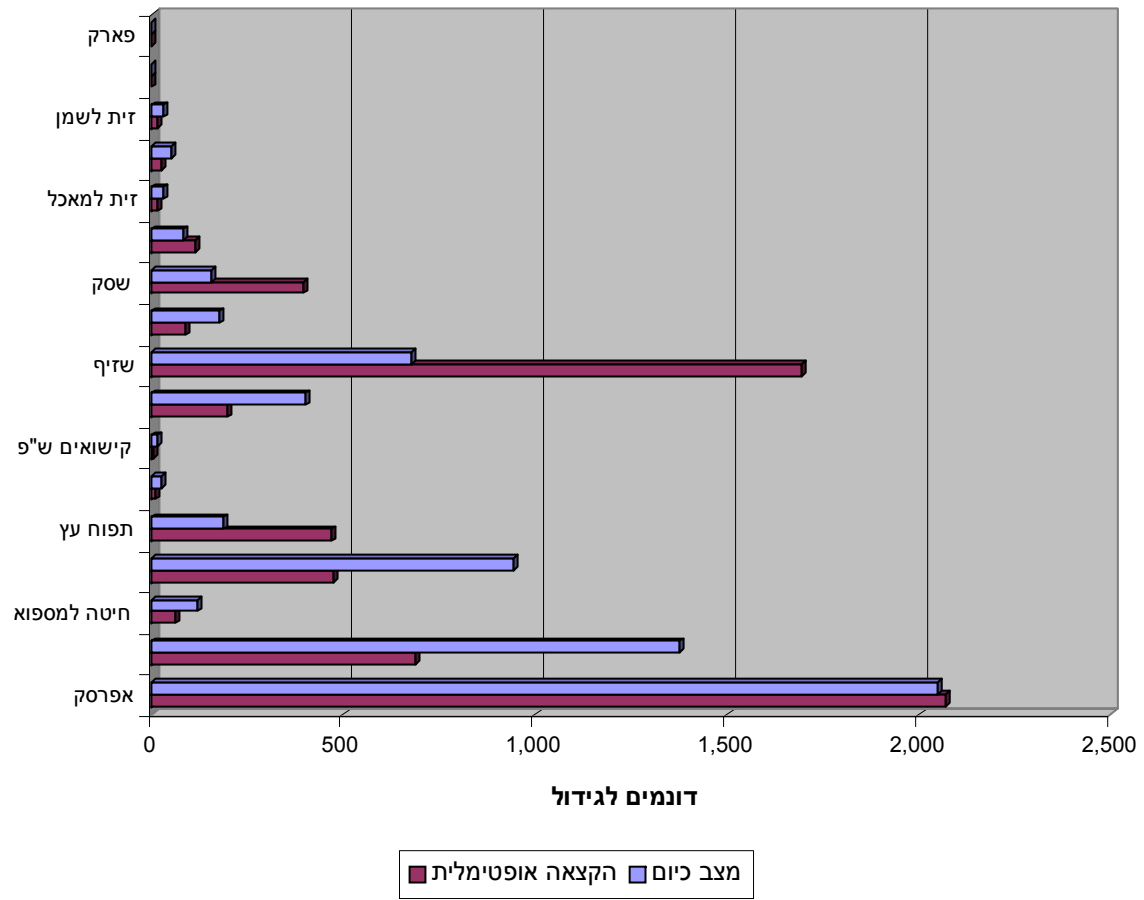


טבלה ב.3. מקסום רווחי החקלאים והשפעה חיצונית של ירידה בטמפרטורות

רווח כיום: לחקלאים רווח באופטימום ולחברה	הפרש בש"ח	הפרש באחוזים	מזה: רווח לחקלאים	ביחס לאופטימום לחקלאים (לדונם)
21,021,535	6,250,477	30%	21,791,884	0

מצב כיום דונם לגידול	הקצאה אופטימלית דונם לגידול	שינוי בדונמים	שינוי באחוזים	ניתוח רגישות	תוצאה במקסום רווח לחקלאים	הפרש לעומת הגידול לחקלאים
2046	2,070	24	1%	0	2,070	0
1377	689	-689	-50%	-1,917	689	0
120	60	-60	-50%	-4,046	60	0
943	472	-472	-50%	-1,924	472	0
187	468	281	150%	158	468	0
25	13	-13	-50%	-8,225	13	0
15	8	-8	-50%	-10,319	8	0
400	200	-200	-50%	-4,131	200	0
677	1,693	1016	150%	2,400	1,693	0
175	88	-88	-50%	-1,022	88	0
158	395	237	150%	433	395	0
85	112	27	32%	0	112	-0
30	15	-15	-50%	-2,176	15	0
50	25	-25	-50%	-589	25	0
33	17	-17	-50%	-2,848	17	0
0	0	0		-11,382	0	0
0	0	0		-12,549	0	0

גרף ב.3. תוצאות תכנון שטחים חקלאיים: רווח & הורדת טמפרטורה

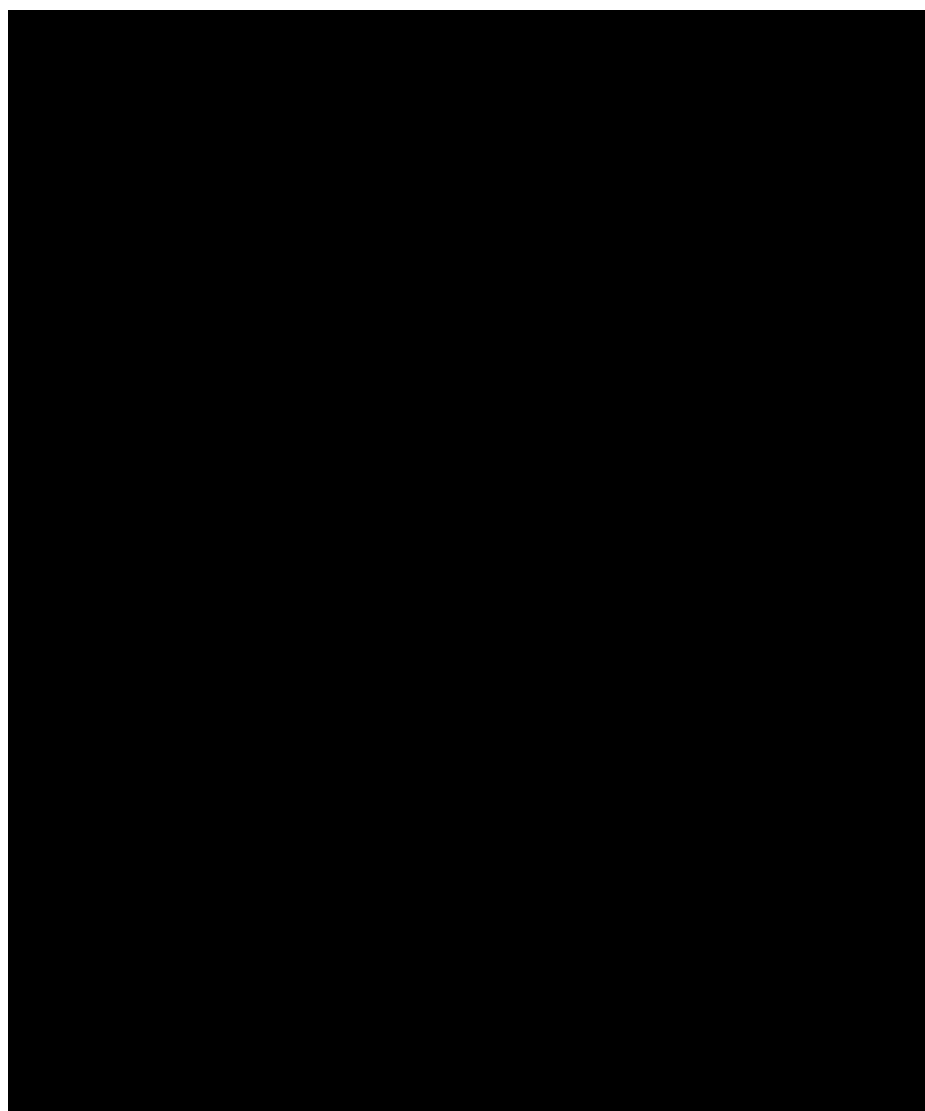


טבלה ב.4. פונקצית מטרה : מקסום רווחי החקלאים ומינימום שימוש בחומרי הדברה

(מגבלה : כמות השימוש בחומרי הדברה עד 80% מהמצב הקיים)

רווח כיום: לחקלאים רווח באופטימום ולחברה	הפרש בש"ח	הפרש באחוזים	מזה: רווח לחקלאים	ביחס לאופטימום לחקלאים (לדונם)
13,686,776	3,914,938	29%	19,738,879	-49

מצב כיום דונם לגידול	הקצאה אופטימלית דונם לגידול	שינוי בדונמים	שינוי באחוזים	ניתוח רגישות	תוצאה במקסום רווח לחקלאים	הפרש לעומת הגידול רווח לחקלאים
2046	1337	-709	-35%	0	2,070	-733
1377	689	-689	-50%	-3,835	689	0
120	132	12	10%	2,651	60	72
943	590	-353	-37%	0	472	119
187	94	-94	-50%	-859	468	-374
25	13	-13	-50%	-25,862	13	0
15	8	-8	-50%	-5,699	8	0
400	440	40	10%	2,616	200	240
677	1693	1016	150%	4,309	1,693	0
175	438	263	150%	970	88	350
158	395	237	150%	5,160	395	0
85	213	128	150%	5,201	112	100
30	75	45	150%	761	15	60
50	125	75	150%	4,501	25	100
33	83	50	150%	551	17	66
0	0	0		-6,838	0	0
0	0	0		-8,760	0	0



דר' נאוה חרובי, שרית שלהבת ודר' ישי ספרים

שאלון – כדאיות כלכלית - חקלאית- סביבתית של השטחים הפתוחים

שאלון זה נועד לסייע לנו במחקר העוסק בכדאיות כלכלית של שטחים פתוחים תוך דגש על שיקולים חקלאיים וסביבתיים. המחקר נועד לאתר את הכדאיות הכלכלית של השטחים הפתוחים לחקלאים ולסביבה, בהדגשת קונפליקטים וסינרגייה ביניהם. אנו מודות לך על שיתוף הפעולה.

שאלון למקבלי החלטות

תפקיד _____

שם _____

מה דעתך על שטחים פתוחים?

מה החשיבות?

מה הבעייתיות?

היכן כדאי למקם?

אלו גידולים חקלאיים?

1. לפניך מספר שיקולים כלליים בתכנון הגידולים החקלאיים בשטחים הפתוחים. אנא דרג את חשיבותם.
(הדרוג מ 1 = לא חשוב ועד 5 = חשוב מאוד). והסבר

דירוג הסבר

א. כללי:

- א.1 התאמה לגידול בשטחים פתוחים
 - א.2 מגבלות החוק (דרישות איכות הסביבה)
 - א.3 התאמה לגידול ליד כבישים
 - א.4 רגישות לפגיעה (גניבות, פגיעת מבקרים)
- ב. השפעה על הסביבה הפיזית:
- ב.1 שימוש מועט במים
 - ב.2 יכולת התאמה לשימוש בקולחין
 - ב.3 שימוש מועט בחומרי הדברה
 - ב.4 שמירה על פוריות הקרקע
 - ב.5 שמירה על מגוון החי והצומח
- אחר: פרט
- ג. השפעה פיסיולוגית על האוכלוסייה:
- ג.1 עשיית צל/הורדת טמפרטורה
 - ג.2 ספיגת רעשים
- אחר (פרט)
- ד. התאמה להעדפות אוכלוסייה:
- ד.1 התאמה לתיירות כפרית
 - ד.2 תרומה לנוף
 - ד.3 התאמה לגידול בקרבת ערים
- ה. כדאיות כלכלית:
- ה.1 רווחיות צפויה
 - ה.2 יציבות בשווקים

ה.3 אפשרות ייצוא

ה.4 סכנת תחרות מייבוא (למה הכוונה?)

ה.5 יתרון יחסי לעומת חו"ל

ה.6 אפשרות לשינויים (זמן נדרש לשינוי בגידול)

ו. התאמה לסביבה ארגונית תומכת (מועצות ייצור וכו')

אלו מבין השיקולים שמנינו נראים לך חשובים ביותר?

שיקולים נוספים (פרט):

2. אילו גידולים מתאימים במיוחד לשטחים פתוחים? (בעד ונגד)

דרג את תרומות הגידול לפי כל שיקול בסולם 1 - 5 : נמוך (1) / בינוני / גבוה (5) והסבר

שיקולים	כללי	אקליפטוס	זית	תפוח	אפרסק	מספוא	מרעה וגדי"ש
התאמה אגרוטכנית ואקלימית לאזור אלונה							
התאמה אגרוטכנית ואקלימית לאזור עמק חפר							
התאמה לגידול בשטחים פתוחים							
מגבלות החוק (דרישות איכות הסביבה)							
התאמה לגידול ליד כבישים							
רגישות לפגיעה (גניבות, פגיעת מבקרים)							
התאמה לשימוש בקולחין							
שימוש בחומרי הדברה							
שמירה על הקרקע							
(שמירה על מגוון החי והצומח)							
עושה צל/מוריד טמפרטורה							
סופג רעשים							
התאמה לתיירות כפרית							

							העדפות אוכלוסיה
							התאמה לגידול באזורים אורבניים
							שיקולים נוספים (פרט):
							האפשרות לשילוב גידול זה עם גידולים אחרים: