

האוניברסיטה העברית בירושלים

The Hebrew University of Jerusalem



המרכז למחקר בכלכלה חקלאית

**The Center for Agricultural
Economic Research**

המחלקה לכלכלה חקלאית ומנהל

**The Department of
Agricultural Economics and
Management**

Discussion Paper No. 14.13

**Efficiency Implications of the Dairy Farm Policy Reform in
Israel**

by

Ami Reznik

Papers by members of the Department

can be found in their home sites:

מאמרים של חברי המחלקה נמצאים

גם באתרי הבית שלהם:

<http://departments.agri.huji.ac.il/economics/index.html>

P.O. Box 12, Rehovot 76100, Israel

ת.ד. 12, רחובות 76100

Efficiency Implications of the Dairy Farm Policy Reform in Israel*

Ami Reznik

Abstract

The Israeli dairy production reform process, which started in 1999, aimed at generating a more productive, efficient and environmentally oriented industry. Administrative yearly reductions in milk price at farm gate level combined with capital investment supports, were used to motivate less efficient producers to abandon production and left remaining producers with the choice of increasing their production, either by purchasing a retired producers' quota or joining fellow farmers and form a partnership. The changes in ownership structure of dairy farms calls for an examination of their efficiency. The purpose of this research is to analyze farm efficiency during the reform period while comparing farms with different management structures and farms from different sectors ('Kibbutzim' and 'Moshavim'-family farms).

Dairy farm profitability survey data from 2003, 2005, 2007 and 2009 along with administrative information from the Israeli Dairy Board, were used as a pooled data set including 506 farms for this study. Economic, allocative and technical efficiencies were estimated using both data envelopment analysis (DEA) and stochastic frontier analysis (SFA) approaches. Data envelopment analysis is also used to analyze farms' scale efficiency and along with the Meta frontier approach examines technology gaps between sub populations in the sample.

The average technical, allocative and economic efficiency results from the sample were 92.7, 78.3 and 72.6 respectively for the SFA model, and 85.9, 94.1 and 80.8 for the DEA model. Those results suggest that average economic and allocative efficiency are higher for the DEA model then for the SFA model, and the opposite for average technical efficiency. Those differences are found to be statistically significant at the 1% level. Rank correlation between the two models estimators were also computed and was found to be 0.622, 0.414 and 0.543 for technical, allocative and economic efficiency respectively, which are not as convincing as one would hope, suggesting that the results are somewhat sensitive to the choice of estimation method.

* This research was supported by grants from the Chief Scientist of the Ministry of Agriculture and Rural Development in Israel and the Center for Agricultural Economic Research. An earlier version was presented at the International Workshop on "Agricultural Transition In Central And Eastern Europe And The Former USSR After 20 Years", March 20-22, 2013, Rehovot, Israel.

Results show that partnerships in the Kibbutz sector are the most efficient farms by all standards examined, mostly due to exploiting economies of scale. Management structure in family farms is not unambiguously connected to efficiency due to conflicting results from the two models. Results also suggest that dairy production is characterized by increasing returns to scale, and the gradual increase found in scale efficiency over time for small farms, and mainly for family farms, can be used as evidence for the success of the reform. Farms at the north region of the country are found to be more efficient than their counterparts in the south and warmer region, which might suggest that efficiency is higher in cooler areas. This result is however not conclusive due to the inconsistency found in region rankings between the two models.

Overall we find that the dairy industry in the post-reform era is composed of bigger, more efficient and environmentally friendly farms in comparison to its previous structure. Production methods, capital structure and size still differ substantially between farms, hence efficiency variability is profound and there is still significant place for improvement. Further use of production concentration in order to raise efficiency is found to be of limited potential by the results of this study, which leads us to the conclusion that efforts should be concentrated in helping and directing less efficient farmers to exploit the best productive methods and efficient technology existing.

תוכן עניינים

1.....	<u>תקציר</u>
3.....	<u>פרק 1 : מבוא</u>
3.....	1.1 עיקרי הרפורמה.....
5.....	1.2 מטרות המחקר ומבנהו.....
8.....	<u>פרק 2 : סקירת ספרות</u>
8.....	2.1 ענף החלב בעולם.....
11.....	2.2 יעילות.....
16.....	<u>פרק 3 : מתודולוגיה ושיטות מחקר</u>
17.....	3.1 DEA - Data Envelopment Analysis.....
21.....	3.2 SFA - Stochastic Frontier Analysis.....
23.....	3.2.1 אמידת מרכיבי היעילות השונים בעזרת פונקצית העלות הדואלית.....
26.....	<u>פרק 4 : תיאור הנתונים והתוצאות</u>
26.....	4.1 הצגת הנתונים.....
32.....	4.2 תיאור התוצאות.....
39.....	4.2.1 אפיון היעילות על ידי תכונות המשקים.....
45.....	4.2.2 פערים טכנולוגיים.....
51.....	<u>פרק 5 : בחינת צעדי מדיניות להמשך תהליך ההתייעלות בענף</u>
54.....	<u>פרק 6 : דיון ומסקנות</u>
56.....	<u>רשימת ספרות</u>
63.....	נספח 1 : תיאור נתונים.....
65.....	נספח 2 : תוצאות מודל SFA עם משתנים שונים.....
69.....	נספח 3 : מבחני שוויון ממוצעים וניתוח שונות.....
75.....	נספח 4 : השוואה בין מדדי DEA שונים.....
80.....	נספח 5 : מודל החזית היעילה עבור חלב מושווה אנרגיה (משוקלל רכיבי חלב) - ECM.....

רשימת תרשימים

תרשים 1 – התפתחות ענף החלב בתקופת הרפורמה	5
תרשים 2 – מחירי חלב לחקלאי בעולם (ש"ל לליטר)	6
תרשים 3 – צריכה לנפש חלב גולמי (ק"ג לשנה, נתוני 2010)	9
תרשים 4 – אחוז ייבוא מוצרי חלב מצריכה מקומית	9
תרשים 5 – עודפי ייצור במוצרי חלב בעולם (באחוזי תפוקה)	10
תרשים 6 – הגדרת מרכיבי היעילות במישור התשומות	16
תרשים 7 – הגדרת תחום התשואה לגודל	20
תרשים 8 – התפלגות גיאוגרפית של המשקים בענף הרפת לפי שנים	26
תרשים 9 – צפיפות היעילות הטכנית במדגם	35
תרשים 10 – צפיפות יעילות ההקצאה במדגם	35
תרשים 11 – צפיפות היעילות הכלכלית במדגם	36
תרשים 12 – התפלגות מצטברת של מדד $MTR(se)$ לפי מגזר	46
תרשים 13 – התפלגות מצטברת של מדד $MTR(ms)$ לפי מבנה ניהולי	47
תרשים 14 – התפלגות מצטברת של מדד $MTR(sp)$ לפי מבנה ניהולי ומגזר	48
תרשים נ.1.1 – התפלגות מזון יבש מסך כמות המזון השנתית ברפת (לפי שנים 2003, 2005 ו-2007)	63
תרשים נ.1.2.1 – השוואה בין צפיפות יעילות הגודל של מודל DEA השנתי והכללי	77
תרשים נ.1.2.2 – השוואה בין צפיפות היעילות הטכנית של מודל DEA השנתי והכללי	77
תרשים נ.1.2.3 – השוואה בין צפיפות היעילות ההקצאה של מודל DEA השנתי והכללי	78
תרשים נ.1.2.4 – השוואה בין צפיפות היעילות הכלכלית של מודל DEA השנתי והכללי	78
תרשים נ.1.5 – מתאם יעילות כלכלית בין מקדם ECM למקדם חלב רגיל לפי מודל SFA	82

רשימת טבלאות

27	טבלה 1 – התפלגות גיאוגרפית של הייצור הממוצע לרפת ביחס לממוצע הארצי.....
29	טבלה 2 – התפלגות הגודל של המשקים במדגם על פי מגזר ומבנה ניהולי.....
31	טבלה 3 – סטטיסטיקה תיאורית.....
33	טבלה 4 – מקדמי פונקצית הייצור והיעילות הטכנולוגית במודל SFA.....
37	טבלה 5 – ממוצעי אומדי מדדי היעילות לפי מגזר ומבנה ניהולי.....
39	טבלה 6 – ממוצעי אומדי מדדי היעילות לפי אזור גיאוגרפי.....
40	טבלה 7 – מודל רגרסיה בשלב שני לאפיון היעילות.....
42	טבלה 8 – יעילות לגודל לפי מספר חולבות.....
43	טבלה 9 – התפלגות תשואה לגודל בקבוצות אוכלוסייה.....
44	טבלה 10 – התפלגות המשקים באוכלוסיות המדגם לפי קבוצות יעילות.....
49	טבלה 11 – ממוצעי מדדי MTR עבור תתי האוכלוסיות במדגם.....
50	טבלה 12 – יעילות טכנולוגית ממוצעת ביחס לחזיתות ייצור שונות.....
52	טבלה 13 – התפלגות המשקים ויעילותם הכלכלית לפי קריטריון גודל העדר והיעילות (2009).....
53	טבלה 14 – ממוצעי יעילות כלכלית חזויים לאחר השמטת הרפתות וחלוקת המכסות שלהן.....
63	טבלה נ.1.1 – ממוצעים שנתיים של מחירי התשומות במדגם (ריאליים) בהפרדה למגזרים.....
64	טבלה נ.1.2 – ממוצעים שנתיים של תשומות לפרה והפרשי הממוצעים בין מושבים לקיבוצים.....
64	טבלה נ.1.3 – סטטיסטיקה תיאורית לניתוח אשכולות עבור כל המדגם (פרק 4.2.1).....
65	טבלה נ.2.1 – מודל נראות מקסימאלית עם הפרדה בין עבודה עצמית לשכירה.....
66	טבלה נ.2.2 – מודל נראות מקסימאלית עם משתנה הון דומם בערכי כינון.....
67	טבלה נ.2.3 – מודל נראות מקסימאלית עם משתנה הון דומם בערכי כינון והפרדה לסוג העבודה.....
68	טבלה נ.2.4 – מודל נראות מקסימאלית למציאת חזית עלויות יעילה.....
69	טבלה נ.3.1 – מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדדי היעילות החזויים ממודל SFA ומודל DEA.....
70	טבלה נ.3.2 – מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד MTR(se) בשני המגזרים.....
70	טבלה נ.3.3 – מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד MTR(ms) בשני סוגי מבנה הניהול.....
70	טבלה נ.3.4 – מבחן ניתוח שונות לבדיקת שוויון ממוצעים של מדד MTR(sp) בין שני סוגי מבנה הניהול ושני המגזרים במדגם.....
71	טבלה נ.3.5 – מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד היעילות הטכנית מחושב ביחס לחזית כלל המדגם וביחס לחזית היצרנים הבודדים במושבים.....
72	טבלה נ.3.6 – מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד היעילות הטכנית מחושב ביחס לחזית כלל המדגם וביחס לחזית השותפויות במושבים.....
73	טבלה נ.3.7 – מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד היעילות הטכנית מחושב ביחס לחזית כלל המדגם וביחס לחזית היצרנים הבודדים בקיבוצים.....
74	טבלה נ.3.8 – מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד היעילות הטכנית מחושב ביחס לחזית כלל המדגם וביחס לחזית השותפויות בקיבוצים.....
76	טבלה נ.4.1 – סטטיסטיקה תיאורית של מדדי יעילות DEA חדשים וישנים לפי שנה.....
79	טבלה נ.4.2 – רגרסיה של השלב השני לאפיון היעילות - השוואה בין מודל כללי לשנתי.....
80	טבלה נ.5.1 – מודל נראות מכסימלית למציאת חזית הייצור היעילה (ECM) לפי שיטת SFA.....
81	טבלה נ.5.2 – רגרסיה של השלב השני לאפיון היעילות החזויה.....
82	טבלה נ.5.3 – מתאם בין מקדמי יעילות לפי ECM למקדמי היעילות לפי חלב רגיל.....

תקציר

1. הקדמה

הטמעתם של הסכמי סחר בינלאומיים והסרת מגבלות על סחר חוץ מחייבים את המדינות השונות לייעל את תהליכי הייצור שלהן. הרפורמה בענף החלב הישראלי הושקה בשנת 1999 כאשר מטרתה הייתה להניב ענף ייצור חלב יעיל יותר שיוכל להתמודד עם התמורות והשינויים המתרחשים בעולם לאור תהליכים אלו. במסגרת הרפורמה ננקטו צעדים אדמיניסטרטיביים כמו שחיקת מחיר המטרה ועידוד ממשלתי של השקעות לחידוש ההון והרחבת הרפת, אשר היוו תמריצים עבור היצרנים לנצל את היתרונות לגודל. צעדים אלו הובילו לפרישה של יצרנים רבים, ולהגדלת יחידת הייצור הממוצעת בענף החדש. החלטתם של היצרנים הנותרים בענף להגדיל את הרפת על ידי רכישת המכסה של יצרן פורש, או על ידי התאחדות לשותפות, היא בעלת השלכות שונות ומחייבת בחינה מעמיקה.

2. מטרות המחקר

לנתח את היעילות הכלכלית של משקי החלב בישראל על מרכיביה במהלך הרפורמה בענף, תוך בחינה של מגמת הזמן והשוואה בין משקים ממגזרים שונים, בעלי מבנה ניהולי שונה ומאזורים גיאוגרפיים שונים. נוסף על כך תבחן היעילות הכלכלית ככלי לבדיקת צעדי מדיניות שונים שמטרתם התוויית עתיד ענף הרפת לאחר הרפורמה. בפרט מעניין לבחון את המשך תהליך ריכוז הייצור והגדלת הרפתות שהונהג במהלך הרפורמה, לאור הסכם העקרונות שנחתם לאחרונה (19.10.2012) בין משרדי האוצר והחקלאות ונציגי הרפתנים.

3. שיטות העבודה

היעילות נמדדת יחסית למצב האפשרי הטוב ביותר (מצוי או תיאורטי), מכאן שנוח יותר להגדיר ולמדוד אי-יעילות. מרכיבי אי היעילות לפי הגדרתם בספרות הכלכלית הם: (א) אי-יעילות כלכלית: החיסכון האפשרי בעלויות הייצור על ידי צמצום והקצאה שונה של גורמי הייצור ללא פגיעה ברמת התפוקה; (ב) אי-יעילות טכנית: החלק בחיסכון האפשרי בעלויות הנובע מצמצום כמויות גורמי הייצור תוך שמירה על היחס ביניהם קבוע וללא פגיעה ברמת התפוקה; (ג) אי-יעילות ההקצאה: החלק בחיסכון האפשרי בעלויות אשר נובע מהקצאה של גורמי הייצור תוך התחשבות במחיריהם וללא פגיעה ברמת התפוקה (לאחר הצמצום המרבי האפשרי בכמות גורמי הייצור); (ד) אי-יעילות הגודל: הפגיעה ביעילות הטכנית הנובעת מאי-הצלחתו של המשק לייצר בגודל המיטבי עבורו.

יעילותם של המשקים נאמדה בעזרת שתי שיטות, הראשונה היא מודל התכנון המתמטי DEA, והשנייה היא מודל לאמידת חזית הייצור הסטוכסטית SFA. שתי השיטות מניבות אומדים למדדי היעילות עבור כל משק במדגם. בסיס הנתונים ששימש לאמידת המודלים והניתוחים הסטטיסטיים במחקר זה מורכב מנתוני מועצת החלב לשנים 1999 עד 2009 ומסקרי הרווחיות ברפת בשנים 2003, 2005, 2007 ו-2009.

4. תוצאות עיקריות

נמצאו הבדלים משמעותיים ביעילות המשקים בענף. שותפויות המגזר השיתופי הן היעילות ביותר על פי התחזיות השונות, וחלק משמעותי בעליונותן נובע מניצול היתרון לגודל בו מאופיין תהליך הייצור בענף הרפת. בחינת הפערים הטכנולוגיים בענף והתשואה לגודל של המשקים מגלה כי יעילותם מושפעת מבחירת המבנה הניהולי של הרפת, ושקיימת מגמת התייעלות בענף לאורך שנות הרפורמה. משקי אזור הצפון יעילים יותר ממשקי אזור הדרום וייתכן שממצא זה מרמז על יעילות גבוהה יותר המתואמת עם אקלים קר יותר. בסך הכול, מראות תוצאות המחקר כי קיים פוטנציאל התייעלות משמעותי גם לאחר הרפורמה, אולם להמשך ריכוז הייצור כאמצעי לשחיקת מחיר המטרה יש פוטנציאל התייעלות נמוך יחסית. מכאן משתמע שההתייעלות הנוספת אפשרית אם ישכילו היצרנים הלא יעילים להשתמש בשיטות הייצור והטכנולוגיה הקיימות בידי היצרנים היעילים ביותר בענף.

5. מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות

תהליך הרפורמה הניב ענף יעיל יותר המאופיין ברפתות גדולות יותר, מודרניות וידידותיות לסביבה. עם זאת מגוון היצרנים הוא רחב וקיימת שונות בשיטות הייצור, מבנה ההון והגודל של המשקים. גם היום יכולתם של היצרנים המקומיים להתמודד עם תנודתיות במחירים, ולהתחרות ביבוא ממדינות שבהן עלויות הייצור נמוכות יותר, תלויה באופן ישיר בתהליך קבלת ההחלטות של קובעי המדיניות. המשך התהליך האבולוציוני של יציאת יצרנים מהענף וגדילת הרפתות הנשארות יוביל ככל הנראה להתייעלות נוספת אם כי תוצאות מחקר זה מצביעות על פוטנציאל התייעלות נמוך מתהליך זה. נראה כי הפתרון המסתמן לפי מחקר זה לבעיית היצרנים הלא יעילים בענף קשור דווקא להסרת מגבלות בהליכי ניוד המכסות (מגבלת גודל על המשקים המשפחתיים, מגבלה על ניוד מכסה בין אזורים ועוד), וסיוע ליצרנים אלו לאמץ שיטות ייצור זמינות וטכנולוגיות קיימות שיגבירו את יעילותם.

פרק 1: מבוא

ענף החלב הינו אחד הענפים המרכזיים והיציבים בחקלאות הישראלית. ערכו של החלב הגולמי שיוצר בישראל בשנת 2010 עמד על כ- 2.35 מיליארד ₪, שמהווים כ- 9% מערכה של סך התפוקה החקלאית במשק. המחזור הכספי מפדיון סך מוצרי החלב לאותה שנה הוערך בכ- 9 מיליארד ₪, שהם נתון שווה ערך לאחוז וחצי מהתוצר הגולמי של המשק. הצריכה השנתית הממוצעת של חלב גולמי באותה שנה הייתה 175 ליטר לנפש, כאשר חלקה של עלות מוצרי החלב מתוך ההוצאה החדשית הממוצעת למשפחה על מוצרי מזון הייתה 12.6%¹.

בדומה למוצרי חקלאות טריים אחרים, אופיים המתכלה של מוצרי חלב ומבנה הענף אשר מורכב ממספר רב של יצרנים ומספר קטן של מחלבות ומשווקים, מצריכים התערבות חיצונית במנגנון התחרות מחשש לכשל שוק בו האוליגופסון (מחלבות) מנצל לרעה את כוח המיקוח שלו ומשפיע על המחיר, ובעקיפין גם על מספר היצרנים. על מנת להתמודד עם כשל שוק זה מתוכנן ענף החלב על פי מכסות ייצור, אשר קובעות את הכמות השנתית המיוצרת, ואת מחיר המטרה ליצרן – שהוא המחיר שמובטח לחקלאי מהמחלבה לכל ליטר חלב מיוצר אשר עומד בתקני האיכות ואמות המידה שנקבעים לפי החלטות מועצת החלב. עם זאת משטר מכסות מסוג זה וקביעת מחיר מינימום לחקלאי פוגעים על פי התיאוריה הכלכלית ברווחתו הכללית של המשק ובצרכנים אשר נאלצים לשלם מחיר גבוה יותר מזה שהיו משלמים לו היה המשק מתנהל בתחרות חופשית. בנוסף, הצמיחה במשק הישראלי וצמצום הפערים מול המדינות המפותחות בעולם, מחייבים את קובעי המדיניות לעמוד בתנאים הנובעים מהסכמי סחר בינלאומיים ולהפחית את התמיכות בייצור המקומי. תהליכים אלו חושפים את היצרנים בענף הרפת ללחץ נוסף מצד היבוא המתחרה. לחצים אלו ונוספים הניעו תהליך רפורמה בענף שהחל בשנת 1999.

1.1 עיקרי הרפורמה

מטרת תהליך הרפורמה הייתה לייעל את ייצור החלב בענף הרפת על ידי שחיקה מלאכותית של מחיר המטרה ליצרן, ומתן תמריצים לחידוש ההון והגדלת הרפתות. עם הנעתו של תהליך הרפורמה ניצבו יצרני הענף בפני צומת החלטות – האם להישאר בענף המשתנה ולהתחייב לתוואי החדש, או שמא לנצל את האפשרות ולפרוש מפאת החשש שלא יוכלו להתמודד עם תנאי התחרות החדשים לאחר השינוי. למצטרפים לתהליך הוגדרו על ידי מועצת החלב שלושה יעדים להשלמת הרפורמה.

• הגדלת המכסה

שיטת מתן תמריצים להגדלת יחידת הייצור נועדה לגרום ליצרנים להפנים את היתרונות לגודל [Løyland & Ringstad (2000)]. ביניהם הקטנת חלקן של העלויות הקבועות בעלות הכוללת, והקטנת העלות השולית בייצור הנובעת מהתחלופה בתשומות. (לדוגמא הגדלת העדר אינה מצריכה הגדלה זהה בתשומת העבודה ובכך גדלה תפוקתם השולית של העובדים). לצורך כך הוצגו בפני היצרנים שתי חלופות להגדלת הרפת – רכישת המכסה של יצרן פורש או

¹ מבוסס על נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ושנתוני מועצת החלב.

התאגדות מספר יצרנים לשותפות יחידה. בנוסף ליתרונות לגודל, גוררת הגדלת המשק גם עלויות התאמה אשר עלולות לעכב את צמיחתו [Baur, Dawson & Hubbard (1987)]. (2000). ניווד המכסות הוגבל – לא התאפשרה העברה של מכסה בין מגזרים, וזכות ראשונים לרכישת המכסה של יצרן פורש ניתנה לשותפיו אם היה חלק משותפות, או ליצרנים מאותו הישוב².

- הרחבת הרפת

היצרנים נדרשו להשקעות קשורות בהגדלת העדר במטרה לשפר את תנאיי המחייב של הפרות וכפועל יוצא את תנובת החלב ואיכותו. מענקים תלויי הגדלה הוענקו ליצרנים על מנת לתמרץ את תהליך ההשקעות ולחדש את ההון הדומם במשק – ובכך גם להקטין את עלויות הפחת עליו.

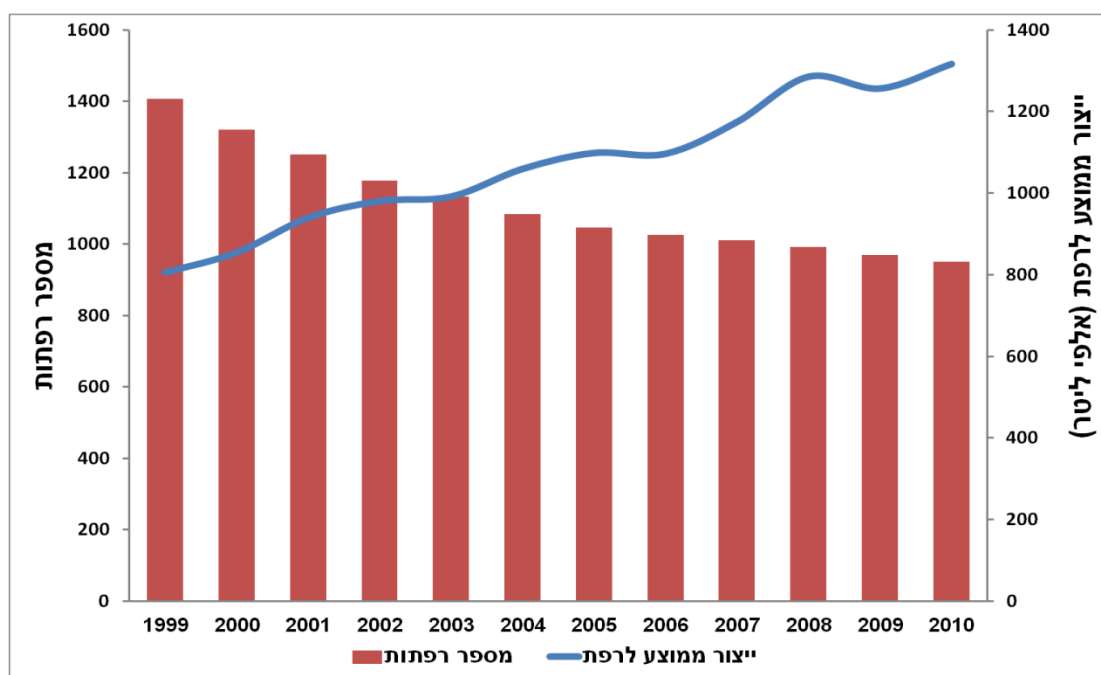
- איכות הסביבה

את המדד לבחינת השינוי ברפת והפיכתה לידידותית לסביבה הנחה עיקרון ה"בועה" – מי גשם נקיים לא חודרים אל הרפת, ומזהמים לא מחלחלים ממנה ולא ניגרים ממנה על פני השטח בצורה בלתי מבוקרת. לשם כך נדרשו הרפתנים לחדש את הסככות והרצפות ברפת, למטרה זו העניקה המדינה תמיכה של 50% מההשקעות הנדרשות, ללא תלות בהרחבה או הגדלת המכסה במשק.

תרשים 1 מציג את התפתחות מספר הרפתות והייצור הממוצע לרפת בענף לאורך העשור האחרון. אחת התוצאות העיקריות של הרפורמה כפי שניתן ללמוד מהתרשים הייתה עזיבה של כשליש מהיצרנים. בשנת 1999 מנה הענף 1,407 רפתות ובשנת 2010 רק 951. כתוצאה מכך גדלה התפוקה הממוצעת לרפת ב- 63%, כאשר התפוקה הממוצעת לרפת בשנת 1999 הייתה 805 אלף ליטר ובשנת 2010 כ- 1.3 מיליון ליטר. השיפור בביצועים בענף בא גם לידי ביטוי באיכות החלב, כאשר תכולת החלבון והשומן גדלה ב- 4% ו- 9.5% בממוצע בהתאמה. מדד איכות נוסף הוא ספירת התאים הסומאטיים (להלן סת"ס) המצביעים על דלקות בעטיני הפרה. הסת"ס נמדד על פי כמותו במ"ל חלב וספירה זו צנחה ב- 57% עבור הרפת הממוצעת בין השנים 1999 ו- 2010.

² הסיבות למגבלות אינן קשורות בתהליך ההתייעלות וייתכן שמגבלות אלו אף מהוות מכשול עבור התהליך.

תרשים 1 – התפתחות ענף החלב בתקופת הרפורמה



מקור הנתונים: שנתוני מועצת החלב, שנים 2005 ו-2010.

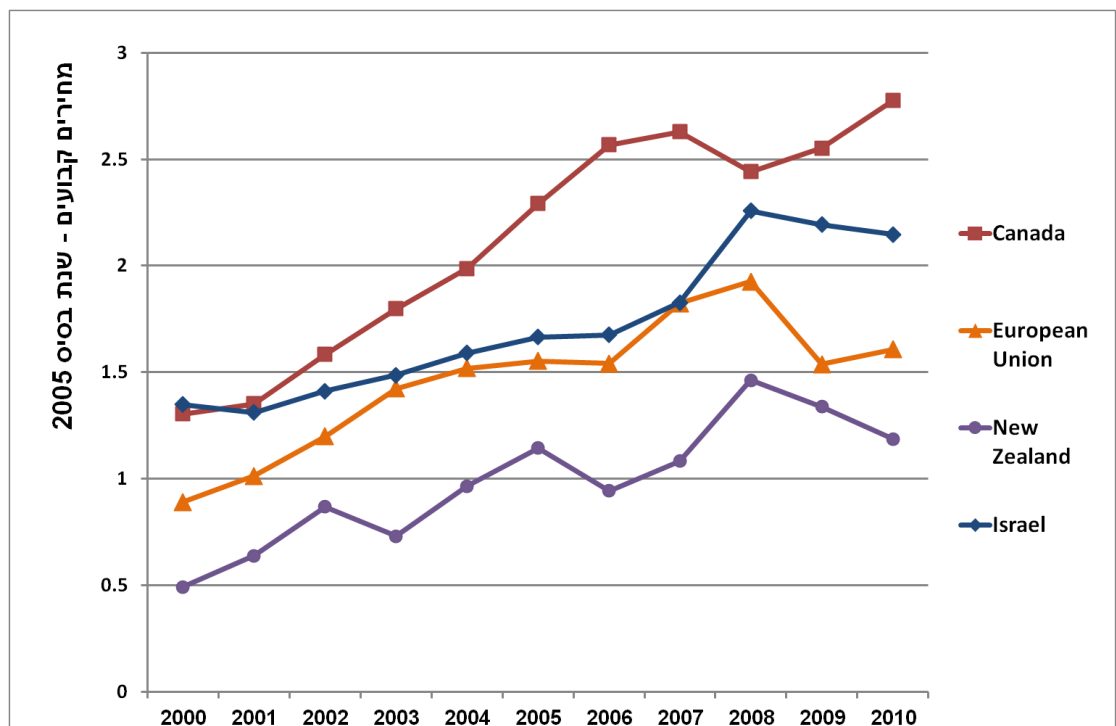
1.2 מטרות המחקר ומבנהו

ענף ייצור החלב בישראל מורכב משני מגזרים עיקריים. המגזר השיתופי כולל פחות מ- 20% מן הרפתות אך מייצר יותר ממחצית התפוקה בענף. המגזר מאופיין על ידי רפתות גדולות, מודרניות ויעילות יחסית. המגזר המשפחתי כולל מגוון של יצרנים שחלקם גדולים ומודרניים (בעיקר אגודות שיתופיות של מספר יצרנים) ואחרים קטנים יותר. השוואה בין היצרנים השיתופיים והיצרנים המשפחתיים מעידה על כך שקיימים יתרונות לגודל ביצור החלב. היצרן השיתופי הממוצע גדול פי 6 - 7 מהיצרן המשפחתי הממוצע, תפוקת החלב שלו לפרה גדולה יותר וריכוז הסת"ס בחלב שלו נמוך יותר. נכון לסוף שנת 2009 כ- 30% מהרפתות בענף היו בבעלות של שותפות יצרנים וחלקן בסך התפוקה השנתית היה כ- 50%. מבנה הענף כפי שמתואר הינו תוצאה של תמורות ושינויים הקשורים גם לתהליך הרפורמה, ומדגם המשקים מתקופה זו מספק מבט נדיר על החלטות היצרנים לגבי אופן הגדלת המשק בשלבים שונים של התהליך. בחינת יעילותם של משקי ענף הרפת תוך התחשבות בהחלטות אלו יכולה להניב מסקנות חשובות על אופן היווצרותם של הפערים הקיימים בין אוכלוסיות היצרנים השונות בענף, ומידת השפעתו של תהליך הרפורמה על פערים אלו. דוגמא טובה לעניין זה הוא מחקרם של Oskam & Speijers (1992) אשר נעזרים במספר דוגמאות ממדינות החברות בארגון ה-OECD, על מנת לבחון את השפעותיהן של שיטות שונות לניוד מכסות, על הרכב היצרנים בענפי החלב השונים. במסקנותיהם מציינים החוקרים כי הליכי ניוד מכסות שונים מיטיבים עם היצרנים היעילים יותר בענף ומעודדים את ריכוז הייצור בידיהם.

התפתחות מחירי החלב בעשור האחרון עבור מדינות נבחרות מוצגת בתרשים 2. מהתפתחות המחירים המוצגת בתרשים ניתן להצביע על שתי מגמות חשובות. בהשוואה לנוי- זילנד ואירופה

בהן עלות ייצור החלב נמוכה יחסית, מתקשה הענף הישראלי לסגור את הפערים הקיימים לאורך השנים ונראה שמגמה זו מחריפה החל משנת 2008. מגמה נוספת בה ניתן להבחין היא מיתון עליית מחיר המטרה במשק הישראלי בהשוואה לקנדה, אשר נוקטת במשטר מכסות נוקשה והחלה בתהליכי ליברליזציה בענף החלב רק בשנים מאוחרות יותר. צמצום הפער מול אירופה בשנים המוקדמות עד לשנת 2007, בה זינקו מחירי הסחורות החקלאיות ולכן גם מחירי המזון לפרות בארץ, (השפעתן של עליית המחירים על עלות ייצור החלב באירופה חלשה יותר כיוון שיצרניה אינם נסמכים על יבוא מזון לפרות כמו היצרנים בארץ), מעידה גם כן על מגמת המיתון במחיר המטרה במשק הישראלי. ניתוח הצלחתה במבט לאחור של הרפורמה במשק החלב לעמוד ביעד המרכזי של התייעלות הרפתות, והערכת תוצאים עתידיים להתפתחות ענף החלב נוכח התייעלות זו, הכרחיות בכדי להמליץ על כללי מדיניות מתאימים לתקופה שלאחר הרפורמה תוך התחשבות במגמות המפורטות לעיל.

תרשים 2 – מחירי חלב לחקלאי בעולם (ש"ל לליטר)



מקור: OECD - FAO Agricultural Outlook

מטרת מחקר זה היא לבחון את השתנות מבנה ענף החלב לאורך שנות הרפורמה, ואמידת יעילותם של הרפתות תוך שימוש בשיטות אקונומטריות שונות. בנוסף מנסה מחקר זה לשפוך אור על תכונות המשק המאפיינות את יעילותו. היעילות הכלכלית הינה מדד משמעותי בבחינת היכולת של יצרני החלב להתמודד עם תנאי השוק (בארץ ובעולם) המשתנים לרעתם בעקביות, ולשרוד במצב של הגנה הולכת ופוחתת מצד הרשויות. אמידתה וניתוחה של היעילות הכלכלית הם אפוא בעלי חשיבות עליונה בהבנת המצב הכלכלי של הרפתנים. עד כה נעשה שימוש במדדי יעילות חלקיים, במקרה הטוב, ומחקר זה יאפשר לראשונה ניתוח מעמיק יותר של יעילות הייצור.

מבנה העבודה הוא כדלהלן: פרק 2 סוקר את ענף החלב העולמי, היקפי הסחר, התהליכים והתמורות שהתרחשו ומתרחשים ברמת המאקרו ורמת המיקרו של יצרניות וצרכניות החלב העולמי הגדולות, וההשלכות הצפויות מתהליכים אלו על משק החלב הישראלי. חשיבות מרכזית תינתן לענף החלב באיחוד האירופי אשר מפאת סמיכותו למדינת ישראל מסתמן בתור המועמד בעל הסבירות הגבוהה ביותר להוות מקור מרכזי ליבוא מוצרי חלב אל המשק, היה ויתקיים יבוא בקנה מידה רחב יותר בעקבות מסקנות וועדת קדמי. (אשר הוקמה לאור מחאת הצרכנים בשנה החולפת למטרת בחינת התחרותיות בענף המזון בארץ). סקירת ספרות של מחקרים אקדמיים העוסקים באמידת היעילות בענפי החלב השונים תוצג אף היא בפרק 2. פירוט המתודולוגיה והשיטות האקונומטריות השונות לאמידת היעילות בהן נעשה שימוש במחקר זה יובאו בהרחבה בפרק 3. בפרק 4 יתואר בסיס הנתונים ששימש למחקר זה ויוצגו תוצאות הניתוחים השונים שנערכו על מנת לענות על שאלות המחקר. דיון בתוצאות המחקר והמסקנות הנובעות מהן יוצגו בסיכום העבודה.

פרק 2: סקירת ספרות

2.1 ענף החלב בעולם

היקף יצור החלב הגולמי בעולם היה בסוף שנת 2010 כ- 700 מיליון טון, כאשר 50% מתוכם מיוצרים באיחוד האירופי, הודו וארצות הברית. התוצרת המעובדת מהחלב נחלקת בין מוצרים בעלי אופי מתכלה שאחסונם והובלתם בין מדינות אינם כדאיים ומיועדים לצריכה מקומית בלבד, לבין מוצרים הנסחרים בשווקים בינלאומיים שעיקרם אבקות חלב המשמשות כחומר גלם למוצרים שונים, חמאה וגבינות. היקף היצוא של מוצרי חלב מתוך סך היצור העולמי שלהם נע בשנת 2010 בין כ- 9% לחמאה ועד כ- 50% לאבקת חלב מלא³.

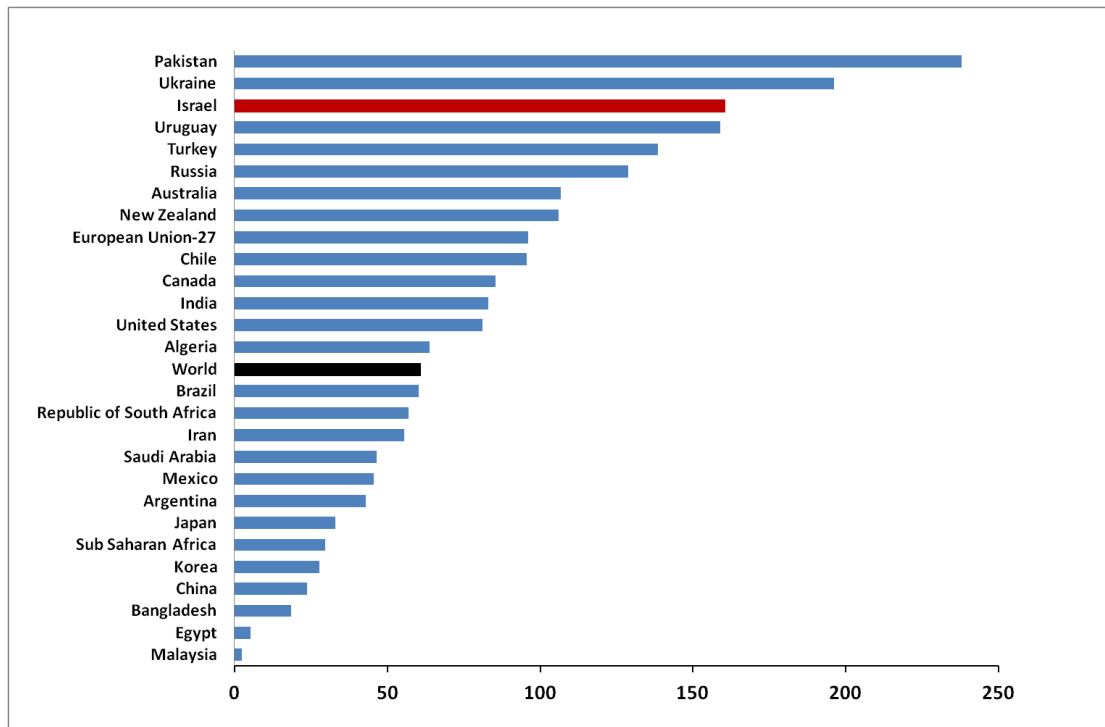
למרות המגוון הרחב של יצרניות חלב בעולם, מרבית הייצוא העולמי נשלט על ידי מספר קטן של מדינות. חלקה של ניו-זילנד בייצוא העולמי לדוגמא, נע בין 16% מתוך ייצוא הגבינות העולמי ועד כ- 50% מסך הייצוא של אבקות מחלב מלא. על אף שחלקה בתפוקה העולמית הוא רק 2.5% מצליחה ניו זילנד לייצא כ- 95% מתוצרת ענף החלב שלה. על נתח משמעותי נוסף בייצוא אחראיות מדינות האיחוד האירופי ובפרט גרמניה, צרפת והולנד, אשר חלקן בייצוא העולמי נע מ- 16% ועד כדי 30% מסך הייצוא העולמי במוצרים השונים. הרכב הצריכה העולמי של מוצרי חלב מגוון יותר ומשתנה בין המוצרים, אם כי מדינות האיחוד האירופי וארצות הברית עדיין מהוות צרכניות מרכזיות בכל אחד מהמוצרים. צרכנית החמאה העולמית הגדולה ביותר היא הודו שחלקה בצריכה העולמית הוא כ- 43%. צרכנית אבקת החלב המלא הגדולה ביותר היא סין עם נתח של 27% מהצריכה העולמית. אחרי סין נמצאת ברזיל שסך צריכתה מהווה 14% מצריכת אבקת חלב מלא בעולם.

בתרשים 3 מוצגים נתוני הצריכה לנפש של מוצרי חלב טריים עבור המדינות החברות או מועמדות לחברות בארגון OECD, ומדינות נוספות עליהן בחר ארגון FAO של האו"ם להציג נתונים. ניתן להבחין מהתרשים בשונות הגבוהה בהרגלי הצריכה של אוכלוסיות העולם, ובאפשרות שמדינות מתפתחות יהפכו לצרכניות גדולות יותר של מוצרי חלב ככל שימשיכו לצמוח. בתרשים 4 מוצג אחוז הייבוא מהצריכה המקומית עבור המדינות השונות (נתחי הייבוא של המוצרים השונים שוקללו לממוצע יחיד על פי משקלו של כל אחד מהמוצרים בסך הצריכה המקומית)⁴. על אף שנתוני התרשים מצביעים על תלות של מדינות רבות ביבוא מוצרי חלב לטובת צריכה מקומית, ממשיכות שתיים מהצרכניות הגדולות ביותר של מוצרי החלב בעולם שהן ארה"ב והאיחוד האירופי, לייבא רק 3% לכל היותר מסך הצריכה המקומית שלהן במוצרים אלו. הסיבה לכך היא התמיכה המתמשכת של מדינות אלו בענפי החקלאות המקומיים שלהן [Shaw & Love (2001)].

³ מקור הנתונים - OECD - FAO Agricultural Outlook

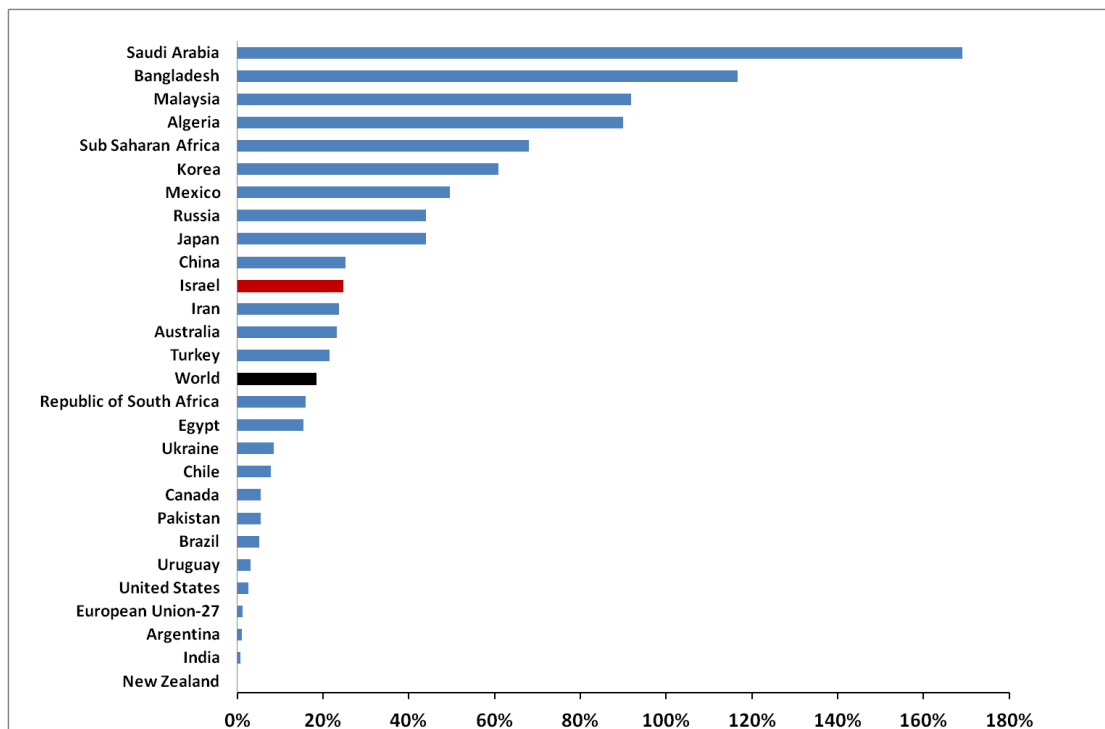
⁴ מקור הנתונים לישראל: שנתון מועצת החלב 2010 (נתון צריכת אבקת חלב מלא משוער).

תרשים 3 – צריכה לנפש חלב גולמי (ק"ג לשנה, נתוני 2010)



מקור: OECD - FAO Agricultural Outlook

תרשים 4 – אחוז ייבוא מוצרי חלב מצריכה מקומית

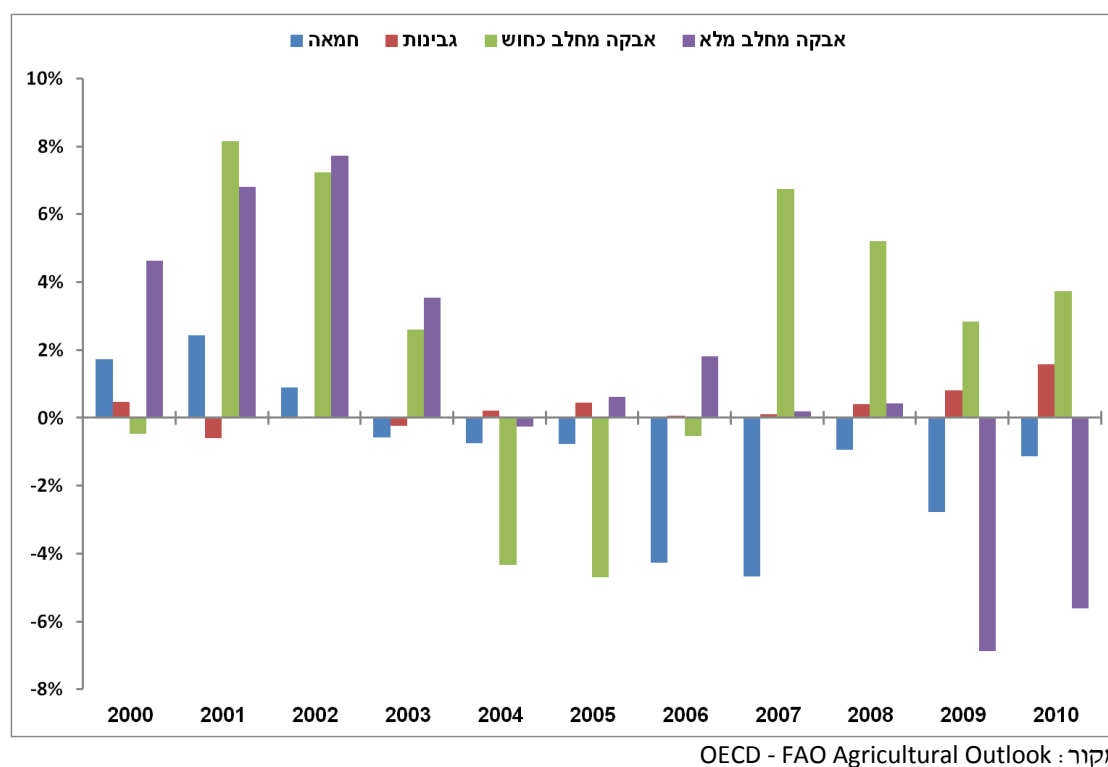


מקור: OECD - FAO Agricultural Outlook

בתרשים 5 מוצגים הפערים העולמיים בין ייצור מוצרי החלב השונים לצריכתם לאורך העשור האחרון. ניתן להבחין בתנודתיות משמעותית בעודפי הייצור לאורך השנים. כיוון שאבקות חלב

משמשות בעיקר כחומר גלם וניתנות לאחסון, קיימת תועלת ביצירת עודפים מהן. בין היתר נובעת תועלת זו בגלל החשש מתרחישי אקלים קיצוניים אשר עלולים לפגוע באופן משמעותי בתפוקה לטווח הקצר, ולהוביל לגירעונות במלאי. ניתן לראות מהתרשים שייצור החמאה לדוגמא, סובל מגירעון בשנים רבות, וכך גם אבקת החלב המלא שמשמשת כחומר גלם גם עבור ייצור חמאה. שיעורי גידול האוכלוסייה ותהליכי הצמיחה בעולם תורמים למגמה של עלייה בביקוש למוצרי חלב, אם כי תהליכי מיתון או אי וודאות כלכלית, (דוגמת אלו המתרחשים בימים אלו באיחוד האירופי) עלולים לגרום לתנודות חדות במגמת הביקוש הכללית. מצד ההיצע, צמצום התמיכות בענפי ייצור החלב במדינות השונות כתוצאה מהסכמי סחר בינלאומיים, מגדיל את התחרות ומחייב את ענפי הייצור השונים בעולם להתייעל כדי לשמור על נתח השוק שלהם. תמונת המצב בענף החלב העולמי כפי שמתוארת לעיל, הינה תוצאה של תהליכים אלו. המשך התפתחות המסחר בענף זה, תלויה בתגובות ענפי הייצור במדינות השונות לשינויים במגמות ההיצע והביקוש בעולם.

תרשים 5 – עודפי ייצור במוצרי חלב בעולם (באחוזי תפוקה)



ניתן למצוא בספרות מספר מחקרים המנסים לחזות את התפתחותו של ענף החלב העולמי נוכח תהליכים מאקרו כלכליים. (2001) Shaw & Love אומדים את תרומתם של תהליכי תמיכה בסחר, ובפרט צמצום מכסי יבוא וסובסידיות לייצוא והגדלת מכסות ייצור, בכ- 2.5 מיליארד דולר לערכו של הסחר העולמי במוצרי חלב. מחקר נוסף מאותה תקופה מאת (1999) Cox et al., בוחן את השפעת הארכתן של התחייבויות הסכם אורוגוואי (1995) עד לשנת 2005 על יצרניות החלב בעולם. המחברים טוענים שהמשך הסרת המגבלות על הסחר העולמי יפגע בעיקר במדינות מערב אירופה, שנכון לאותה עת עדיין מגינות במידה רבה על ייצור החלב המקומי שלהן. מצד שני

ייתב המשך התהליך עם המדינות המייצאות אוסטרליה, ניו זילנד ומדינות בדרום אמריקה בהן עלות ייצור החלב נמוכה יחסית. ענף ייצור החלב באיחוד האירופי נחשב גם כיום לאחד מהענפים המוגנים בעולם. עם זאת נמצא ענף זה בימים אלו בשלהי תהליך הרחבת מכסות הייצור וניודן, במטרה להסירן לחלוטין עד שנת 2015. חלק נוסף של תהליך זה הוא צמצום משמעותי של התמיכות בענף והרכבן [Kachel & Shavit (2011)]. משטר מכסות הייצור הופעל לראשונה באירופה בשנת 1984 והתפתחותו לאורך השנים השפיעה באופן ניכר על הרכבו ומבנהו של ענף ייצור החלב במדינות האיחוד. (Kleinhanß, Offermann & Ehrmann (2010), מצביעים על קיטון משמעותי במספר היצרנים בענף ייצור החלב בגרמניה נוכח התפתחות הליך ניווד המכסות והאפשרות לסחור בהן. בנוסף מצביעים החוקרים על שינוי מבני בענף ומעבר לייצור באזורים מתאימים יותר ובידי מנהלים טובים יותר. ממצאים אלו עקביים עם טענות קיימות בספרות, שהליכי ניווד מכסות מיטיבים עם יצרנים יעילים יותר וגורמים להאצה בתהליכי התייעלות [Oskam & Speijers (1992)]. (Réquillart (2008) במחקרו על השפעת ביטול מנגנון המכסות על ענף החלב באירופה, מנבא כי תפוקת הענף תגדל והמחירים ירדו, רווחי היצרנים יקטנו ועודפי הצרכנים יגדלו. המחבר טוען שירידת המחירים תשפיע באופן משמעותי יותר מהגידול בתפוקה אשר ברובו ישמש לייצוא, ולכן השינוי בסך הרווחה לא יהיה גדול. לאור האמור לעיל, הדיון סביב יכולתו של ענף ייצור החלב הישראלי להתמודד במציאות העולמית המשתנה ובחינה של מידת התחרותיות הקיימת בו, נראים רלוונטיים מתמיד בעת זו.

במחקרו על פריזום של מגזרי החקלאות וייצור המזון ועל מידת התחרותיות השוררת בהם מציין (Latruffe (2010), כי על אף שמושג התחרותיות נדון בספרות הכלכלית בצורה רחבה, עדיין לא קיימת הסכמה כללית לגבי הגדרתו. המחבר מציג מספר פירושים מקובלים בספרות למושג זה, ביניהם מדידת היכולת של יצרן או ענף יצרני להתחרות בתנאים הקיימים, מידת הצלחתו של היצרן לשמר מצב של רווחיות גבוהה לאורך זמן, ומידת ההצלחה של יצרן או ענף יצרני במאמציהם להשיג נתח שוק. (Latruffe (2010) טוען כי מחקרים העוסקים בקשר שבין מידת התחרותיות והרווחה החברתית נחלקים לשתי אסכולות, על פי המדדים והשיטה שבה משתמשים כדי לאמוד את מידת התחרותיות. שיטה אחת קשורה להצלחה המסחרית של יצרן, ענף יצרני או אפילו מדינה ועושה שימוש במדדי יצוא ויבוא, שערי חליפין ריאליים ועוד. שיטה שנייה בנויה על בחינת המבנה ושיטות הייצור של הפירמות או הענפים, ונעזרת במדדי עלויות ביניהם גם פירון היצור והיעילות. המחבר מדגיש כי על אף ריבוי המחקרים לאמידת היעילות בענפי יצור שונים בעולם, מעטים החוקרים המציינים במפורש את הקשר שבין היעילות לבין מידת התחרותיות של הענף הנבחן במחקריהם.

2.2 יעילות

היעילות הכלכלית מודדת את יכולתה של פירמה מסוימת לצמצם את עלויות הייצור שלה בלי לפגוע בתפוקה שהיא מייצרת. מדד היעילות הכלכלית הינו מדד יחסי ומחושב ביחס לענף בו הפירמה מייצרת, תחת ההנחה שאותה הטכנולוגיה זמינה לכל היצרנים בענף, ומחירי גורמי הייצור ידועים ליצרן. מחקר בנושא הגדרת היעילות הכלכלית ופיתוח הכלים לאמידה אמפירית מאת (Farrel (1957, היווה את הבסיס לפיתוח שיטות ומודלים למציאת מדדי יעילות שיעידו על

החוסן הכלכלי, ועל יכולת ההישרדות תחת תנאים משתנים של יחידת ייצור בודדת או של ענף יצרני מסוים. במסגרת עבודה חלוצית זו הציג המחבר את רעיון החזית היעילה אשר משקפת את מרחב אפשרויות התפוקה המרבי עבור תהליך ייצור כלשהו. (Farrel (1957 הגדיר את מרכיבי היעילות השונים שהם היעילות הטכנית, יעילות ההקצאה ויעילות הגודל תוך שימוש במרחק שבין נקודת ייצור יעילה על החזית, לבין מיקומה של יחידת ייצור מסוימת, במרחב התשומות המשתתפות בתהליך הייצור.

בהמשך לעבודתו פורצת הדרך של (Farrel (1957, ניסו חוקרים רבים לאפיין ולפרש את מושג היעילות ולפתח שיטות ומודלים לאמוד אותה, תוך פרישת היריעה והרחבתה לכדי התרת הנחות לגבי טכנולוגיית הייצור, אופן תהליך הייצור ועוד. ראשונה התפתחה הגישה הדטרמיניסטית לאמידת היעילות. חסרונה המרכזי של שיטה זו היא ההנחה המרכזית עליה מושתתת, והיא שהסטייה הנצפית מהחזית הנאמדת במודל המסוים אל תצפית המדגם הרלוונטית, משויכת כולה לחוסר יעילותה של הפירמה הנבחנת – בין אם המודל הוא פרמטרי ובעל צורה פונקציונאלית כפי שהציעו (Aigner & Chu (1968 ו- (Afriat (1972 ובין אם לא פרמטרי כפי שהציעו (Charnes, Cooper & Rhodes (1978. על מנת לפתור את בעיית הטיית התוצאות הנובעת מהתעלמותם של המודלים הדטרמיניסטיים מאקראיות, הציע (Timmer (1971 את המודל ההסתברותי אשר נסמך על שיטת האמידה שפיתחו (Aigner & Chu (1968. המודל משמיט באופן מלאכותי מספר שרירותי של תצפיות מהמדגם על פי קרבתם אל החזית הנאמדת בשלב הראשון, ולאחר מכן אומד מחדש את חזית הייצור ואת יעילות התצפיות שנותרו במדגם. (שיטה זו לא אומצה בספרות בצורה רחבה וזאת עקב אופייה השרירותי). בשלב הבא של התפתחות המחקר בנושא היעילות הציגו במקביל (Aigner, Lovell & Schmidt (1977 ו- (Meeusen & van den Broeck (1977 את מודל חזית הייצור הסטוכסטית, אשר מניח כי המרחק בין תצפית נתונה במדגם לבין החזית הנאמדת מורכב משני חלקים. הראשון, הוא טעות אקראית שאינה תלויה בהחלטות הייצור, והחלק השני מייצג את חוסר היעילות ומבטא את אי הצלחתו של היצרן לתרגם את גורמי הייצור שבידיו לכדי תפוקה מרבית. סקירה רחבה של התפתחות הגישות והמודלים השונים לאורך הזמן ומניית יתרונותיהם וחסרונותיהם, והדיון הנסב סביב אלו בספרות, ניתן למצוא במספר ספרים ומאמרים ביניהם, (Coelli (1995, (Bauer (1990, (Hjalmarsson, Kumbhakar & Heshmati (1996 ו- (Kumbhakar & Lovell (2000.

הספרות הכלכלית מציעה מגוון רחב של מחקרים העוסקים בבחינת היעילות של ענפי הייצור השונים בכלכלה. סקירה על מחקרי היעילות בענף החקלאות ניתן למצוא ב- (Battese (1992, (Bravo – Ureta et al. (2007 ו- (Bravo - Ureta & Pinheiro (1993, כאשר סקירתם של האחרונים מתמקדת בענפי החקלאות במדינות המתפתחות. רבים מהמחקרים העוסקים ביעילות הייצור מנסים לאתר את הגורמים אותם ניתן לזהות עם יעילות גבוהה יותר. (Latruffe (2010, מציג מספר רב של עבודות מסוג זה ומחלק אותן לשניים, בין מחקרים הבוחנים גורמים שבשליטת היצרן, ביניהם הגודל, יכולות הניהול (שלרוב מיוצגות על ידי משתנים כמו השכלה וגיל), עבודה חלקית במשק והמבנה הניהולי, לבין אלו שבוחנים גורמים שאינם בשליטת היצרן,

למשל התערבות ממשלתית על ידי רגולציה והוצאות ציבוריות על תשתיות ומו"פ. הגורמים עליהם מצביע (Latruffe (2010), הם אכן מהנפוצים שנבחנו בספרות כמאפיינים של היעילות, וכך נמצא גם במחקרים העוסקים ביעילות ענפי החלב בעולם. רוב המחקרים בענפי החלב מצביעים על כך שקיים מתאם חיובי בין היעילות לגודל המשק, ביניהם (Hallam & Baily et al. (1989), (Machado (1996), (Weersink et al. (1990 ו- (Johansson (2005. מספר מחקרים אף מגדילים לעשות ובוחנים את מרכיב יעילות הגודל בענף הנבחן J, (Kumbhakar et al. (1989), (Løyland & Ringstad (2000), Taur & Mishra (2006), זאת על מנת להבדיל בין התייעלות הקשורה בניצול הטכנולוגיה הקיימת ובין התייעלות על ידי צמיחה והרחבת המשקים. יעילות הגודל מודדת את הצלחתו של המשק המסוים להגיע לגודל אופטימאלי עבורו, ומדידתה מבוססת על ההנחה שהתפוקה השולית של גורמי הייצור פוחתת, ולכן קיים גודל אופטימאלי כזה. במחקר שנערך על יעילותן של חוות חלב במחוז אונטריו שבקנדה (Weersink et al. (1990), מוצאים שקיימת קשת רחבה של גדלים אופטימאליים לייצור, זאת על פי התפלגותו של מדד היעילות לגודל במדגם. לטענת המחקרים מגוון משקים בגדלים שונים יוכל להמשיך ולהתקיים כל עוד נמצאת הטכנולוגיה שתומכת בשיטות הייצור השונות. אלטרנטיבה נוספת לצמיחה היא שיפור טכנולוגי אשר יכול להיגרם על ידי אימוץ של טכנולוגיה חדשה ובדרך כלל מתרחש על פני זמן, במאמרם (Kimhi & Rubin (2006), מביאים דוגמאות מהספרות הקיימת לגבי תהליכים שונים של אימוץ טכנולוגיות חדשות. במטרה להצביע על עדיפות טכנולוגית על ידי שימוש בשיטות שונות עורכים חוקרים רבים השוואה בין מדינות J (Moreira & Sipiliäinen & Kumbhakar (2008), (Bravo - Ureta (2010) ובין שיטות ייצור שונות כך למשל, (Mayen et al. (2010), אשר בוחנים את ההבדלים בין משקים אורגניים לכאלו שאינם אורגניים בענף ייצור החלב בארה"ב. שימוש בהשוואות מסוג זה מאפשר לחוקרים לקבוע האם קיימת לאחד מהגופים הנבחים (מדינה או קבוצת יצרנים המחויבים לאותה שיטת ייצור) עדיפות טכנולוגית ובהתאם לכך, להמליץ האם כדאי למדינה או לקבוצת היצרנים הנחותה יותר לאמץ את הטכנולוגיה העדיפה.

נושא נוסף שזוכה לתשומת לב רחבה בספרות הוא הקשר בין היכולות הניהוליות ויעילותו של היצרן, על פי רוב מחקרים נוטים להצביע על יצרנים בעלי השכלה גבוהה יותר כיעילים יותר (Kumbhakar et al. (1989), (Kumbhakar, Ghose & McGuckin (1991), (Byma & Tauer J (2010)]] אם כי לגבי ניסיון היצרנים הממצאים מגוונים יותר. במחקר על יצרני חלב בגרמניה מוצאים (Brümmer & Loy (2000), שיצרנים מבוגרים יותר הם פחות יעילים וזוקפים זאת לחוסר נכונותם של יצרנים אלו לבצע התאמות בשיטת הייצור שלהם או לאמץ טכנולוגיות חדשות. מחקר אחר מאת (Bravo - Ureta & Rieger (1991) שנערך על יצרני החלב במחוז ניו-אינגלנד בארה"ב לא מוצא קשר בין יעילות היצרנים לגילם. לעומת זאת (Gorton & Davidova (2004), במחקרם על יעילות הייצור במדינות במזרח אירופה המועמדות להצטרף לגוש האירו, מוצאים שחקלאים ותיקים יותר הם יעילים יותר. המחקרים מצביעים על כך שהחוות המשפחתיות והוותיקות יותר למדו להתמודד עם התנאים הכלכליים המשתנים באזור, ובכך מנמקים את עליונותן על פני החוות השיתופיות שחוו שינוי קיצוני במבנה ובניהול לאחר נפילת

בריה"מ והרפורמה החקלאית באזור [Mathijs & Swinnen (1998)]. מחקרם של Gorton & Davidova (2004), משתייך גם לקבוצה נוספת של מחקרים אשר מנסים לנצל שינויים מבניים המתרחשים במקומות שונים בעולם בכדי לאמוד את ההבדלים ביעילות, בין קבוצות היצרנים המסתגלות לשינויים בדרכים שונות [Osborne & Trueblood (2001), Mathijs & Vranken (2001), Brümmer & Loy (2006)] או בוחנים את השפעותיהן של רגולציות קיימות על יעילות המשקים [Slade & Hailu (2011), (2000)].

תחום נוסף של מחקרים בוחן את השפעתן של תופעות טבע שונות ושימוש בטכנולוגיות ושיטות ייצור מגוונות על היעילות בענפי ייצור שונים. Lwason et al. (2004), בוחנים את השפעתן של מחלות ותופעות ביולוגיות נפוצות אחרות בפרות על תפוקת החלב, תדירות החליבה ועל יעילות המשקים בענף ייצור החלב בדנמרק. המחברים מוצאים שלתופעות אלו השפעה שלילית על היעילות, אם כי משקים עם מנהלים צעירים ובעלי עתודה גבוהה יותר של חולבות צעירות שיכולות להחליף חולבות שסובלות מהתופעות השליליות, מתגלים כיעילים יותר. Rouse, Chen (2010) & Harrison, בוחנים את השפעת איכות הקרקע וכמות המשקעים על יעילותם של משקים לייצור חלב בניו-זילנד. תוצאותיהם מצביעות על כך שאיכות קרקע גבוהה יותר וכמות משקעים נמוכה מהממוצע השנתי במדינה, מגדילות את היעילות. Gelan & Muriithi (2010), מצביעים על יעילות גבוהה יותר בקרב יצרני חלב במזרח אפריקה שמאמצים שימוש בשיטות הזנה חדישות, ובעלי אחוז גבוה יותר של פרות מזנים איכותיים בעדר. Cabrera, Solís & Corral (2010), בוחנים את השפעתו של תהליך האינטנסיפיקציה בייצור על היעילות בקרב המשקים במדינת וויסקונסין בארה"ב. אזור זה מאופיין בעיקר על ידי יצרנים המייצרים בשיטה המסורתית ומגדלים את עדריהם במרעים, כאשר תזונת הפרות תלויה בעיקר בכמות המשקעים. בין מסקנותיהם מציינים החוקרים כי הגברת תדירות החליבות, הגדלת כמות המזון לפרה ושימוש במנת מזון המורכבת מסוגי מזונות שונים (כולם סממנים של תהליך התעצמות הייצור), תורמים להתייעלות המשקים.

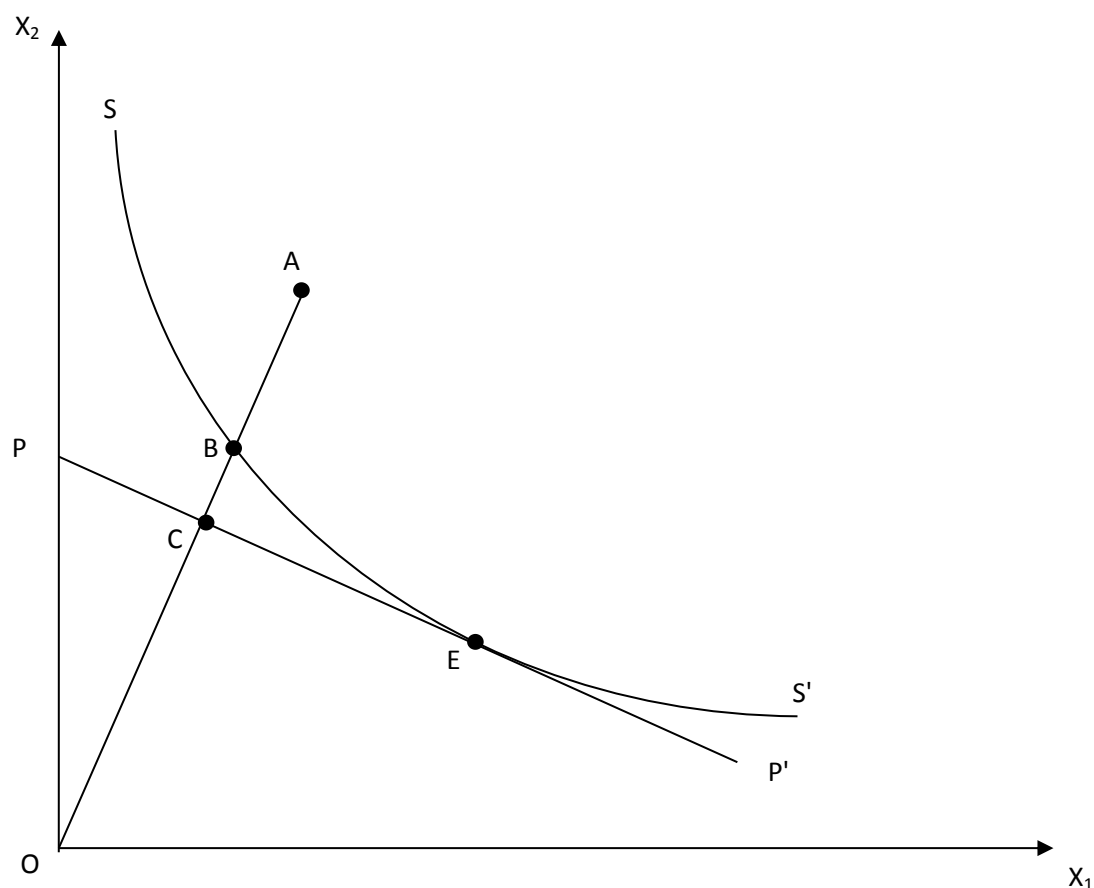
סוג אחר של מחקרים מנסה לבחון את השפעותיהן של הנחות המודלים השונים על רגישותן של התוצאות. Neal (2004), בוחן את השפעת סוג המודל הנבחר לאמידה על התפלגות ודירוג מדד היעילות בקרב המשקים והאם יש שינוי בתוצאות, כאשר מודדים את גורמי הייצור בגדלים פיזיים או בערכים נומינליים. בשני המקרים מסקנת החוקר זהה, והיא שהתפלגות מדד היעילות ודירוג המשקים לפיו, רגישים ומשתנים בצורה משמעותית בהתאם לבחירת המודל או שימוש במדידה שונה של גורמי הייצור. לעומת זאת Sipiläinen et al. (2009), במחקר על יעילות ענף ייצור החלב בפינלנד מסיקים כי רגישות התוצאות ביחס למודל הנבחר היא נמוכה. החוקרים מציינים שמקדמי המתאם הגבוהים בין דירוגי המשקים לפי תוצאות מדד היעילות במודלים השונים, מעידים על כך שהשפעתו של בחירת המודל אינה משפיעה באופן משמעותי על התוצאות. Chidmi et al. (2010) משתמשים במדגם על יצרניות חלב בוויסקונסין כדי לבחון האם משתנה השפעתם של גורמים שונים על היעילות, כאשר מחלקים את האוכלוסייה לפי דירוג יעילותו של

המשק. מסקנת החוקרים היא שהשפעת תמיכות ממשלתיות והכנסות חיצוניות על יעילות המשקים הולכות ומתעצמות ככל שקבוצת המשקים הנבחנת רחוקה יותר מהחזית היעילה.

פרק 3: מתודולוגיה ושיטות מחקר

במרכזו של מחקר זה נידון תהליך קבלת ההחלטות של יצרן בענף הרפת. על פי התיאוריה המיקרו כלכלית, כל יצרן ניצב בפני בעיית החלטה, שפתרונה תחת הנחות מספקות לגבי אופן תהליך הייצור, יהיה אופטימאלי עבורו. פתרון לבעיה זו על פי התיאוריה כאשר השוק מתנהל בתחרות חופשית, יהיה פתרון יעיל – אותו פתרון יעיל על פי הספרות הכלכלית, היה מושג גם לו היה המשק מתוכנן על ידי קובע מדיניות שמטרתו להשיא את רווחת כלל המשק, צרכנים ויצרנים כאחד. אחת ההנחות המקובלות בספרות היא שהיצרנים ממזערים את עלויותיהם בהינתן רמת תפוקה קבועה ושאינה בשליטתם [Schmidt and Lovell (1979), Kumbhakar (1987)]. הנחה אפשרית נוספת היא שהיצרנים מנסים להשיג תפוקה מרבית, כאשר כמות גורמי הייצור שבידיהם נתונה [Zellner et al. (1966)], שתי הנחות אלו מייצגות שתי גישות מרכזיות, אשר מהן התפתחו מודלים שונים לאמידת היעילות של ענפי כלכלה שונים, ושל היצרנים הפועלים בכל ענף. בדומה למחקרים אחרים העוסקים באמידת היעילות, נסמכת עבודה זו על הגדרתו של Farrell (1957), אשר טען שתהליך הייצור האופטימאלי ניתן לייצוג על ידי חזית יעילה במרחב התשומות, ועל כן כל סטייה נצפית מאותה חזית תתפרש כחוסר יעילות. תחת ההנחות על תהליך הייצור של תפוקה אחת בעזרת שני גורמי יצור ותשואה קבועה לגודל מציג Farrell (1957), את המודל המתואר בתרשים 6.

תרשים 6 – הגדרת מרכיבי היעילות במישור התשומות



SS' היא עקומה שוות תפוקה במרחב התשומות X_1 ו- X_2 המקיימת $f(X_1, X_2) = 1$, כאשר f היא פונקצית היצור ומניחים שתהליך הייצור מאופיין בתשואה קבועה לגודל. כלומר הגדלת התשומות בפרופורציה t מסוימת תגרור הגדלה של התפוקה המיוצרת מאותן תשומות באותה הפרופורציה t בדיוק. אם כך ניתן להתייחס למרחב התשומות X_1 ו- X_2 כפי שמתואר בתרשים 6 לעיל, ולהניח שהנקודה A מייצגת את הרכב התשומות בו משתמשת פירמה כלשהי ליצור יחידת תפוקה אחת. לכן תחת הנחות אלו מתקיימת משוואה (1), וניתן לומר שהעקומה SS' מייצגת את כל שילובי התשומות היעילים ביצור יחידת תפוקה אחת.

$$(1) f(X_1^A, X_2^A) = f(X_1^B, X_2^B) = f(X_1^E, X_2^E) = 1$$

כיוון שהנקודות B ו- A מייצגות שימוש ביחס זהה של התשומות X_1 ו- X_2 , ונקודה B נמצאת על העקומה שוות התפוקה היעילה, ניתן להגדיר את **היעילות הטכנית** של פירמה A , ולומר שפירמה B משתמשת רק ב- OB/OA מכמות התשומות שמשתמשת פירמה A , בייצור אותה התפוקה. בנוסף יש לבחון גם את התנהגות הפירמה ובחירת התשומות שלה בהינתן מחיריהן. תחת ההנחה שהקו PP' בעל שיפוע זהה ליחס מחירי התשומות, אזי נקודה E היא נקודת הייצור האופטימאלית ולא נקודה B . זאת כיוון שלמרות ששתי הנקודות מייצגות 100% יעילות טכנית, ניתן לראות שבנקודה E עלות הייצור היא רק OC/OB מעלות הייצור בנקודה B . לכן מוגדר היחס האחרון **כיעילות ההקצאה**, כלומר הקיטון האפשרי בעלות הייצור על ידי הקצאה שונה של התשומות. לבסוף מכפלת שני היחסים לעיל מניבה את הגדרת **היעילות הכלכלית**, וניתן לומר על פירמה A שבאפשרותה להקטין עד כדי OC/OA את עלות הייצור שלה, ולשמור על רמת תפוקה קבועה. הדיון סביב אמידה אקונומטרית של מדד היעילות ברמת יחידת הייצור נחלק לשתי אסכולות עיקריות. הגישה הדטרמיניסטית משייכת כל סטייה נצפית מתכנית הייצור האופטימאלית הנאמדת, לחוסר היעילות של יחידת הייצור הנבדקת, בעוד שהגישה הסטוכסטית מחלקת את אותה סטייה לשני חלקים. החלק הראשון הינו שגיאה אקראית אשר אינה תלויה בהחלטות או באופיו של היצרן, ואילו החלק השני הינו חוסר היעילות של היצרן, אשר מתבטא באי הצלחתו לתרגם את תשומותיו לכדי תוכנית הייצור האופטימאלית על פי התיאוריה.

DEA - Data Envelopment Analysis 3.1

שיטה זו המבוססת על הגישה הדטרמיניסטית לאמידת מרכיבי היעילות הוצגה על ידי Charnes, Cooper & Rhodes (1978) בעת שניסו לבחון את תהליך קבלת ההחלטות של בתי ספר בארה"ב, כאשר אלו ניצבו בפני ההחלטה, האם להצטרף לתכנית חינוך ציבורית שיזמה הממשלה באותו זמן. תוך כדי הגדרת השיטה ערכו המחברים את ההקבלה לענפי ההנדסה והכלכלה. להלן המודל כפי שמוצג בספרות הכלכלית עם ההתאמות למחקר זה. בהינתן מדגם תצפיות על המשקים בענף הרפת הכולל את נתוני התפוקה והתשומות של כל משק, ניתן לבנות תוך שימוש בשיטות של תכנון ליניארי חזית יעילה העוטפת את כלל התצפיות, ולאמוד את מרכיבי יעילותו של כל משק תוך שימוש במרחקים מאותה חזית.

$$(2) \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta$$

$$\text{s.t. } -y_i + \lambda Y \geq 0$$

$$\theta x_i - \lambda X \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$\theta \in (0,1]$$

על מנת לאמוד את יעילותו של כל משק מתוך מדגם נתון יש לפתור את בעיית התכנון (2), n פעמים כמספר התצפיות במדגם, כאשר y_i ו- x_i הן התפוקה והתשומה עבור המשק ה- i , ו- Y ו- X הם וקטור התפוקות ומטריצת התשומות של כלל המשקים במדגם בהתאמה, θ_i הוא הפתרון עבור המשק ה- i ו- λ הוא וקטור משקלות, גם הוא באורך מספר התצפיות. מפתרון הבעיה לעיל נקבל ש- θ_i הינו מדד היעילות הטכנית עבור המשק ה- i ביחס לכלל המשקים ו- λX , λY הן התחזיות המתאימות על החזית היעילה, ומהוות צירוף ליניארי של כלל תחזיות המדגם. הגודל θ_i משמעותו שהמשק ה- i יכול לצמצם בפרופורציה $(1 - \theta_i)$ את תשומותיו ולשמור על אותה רמת תפוקה. לכן משק עבורו $\theta_i = 1$ יחשב כמשק יעיל הנמצא על החזית.

מודל זה נכון תחת ההנחה שתהליך הייצור מאופיין בתשואה קבועה לגודל (CRS), הנחה זו כאשר תהליך הייצור אינו מאופיין בתכונה דומה יגרור אומדנים שגויים, כפי שהראו Coelli et al. (2002). להלן המודל עבור תשואה משתנה לגודל (VRS).

$$(3) \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta$$

$$\text{s.t. } -y_i + \lambda Y \geq 0$$

$$\theta x_i - \lambda X \geq 0$$

$$N1' \lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

$$\theta \in (0,1]$$

כאשר $N1$ הוא וקטור עמודה שמספר שורותיו כמספר התצפיות וכל אחד מערכיו שווה ל-1. משמעות המגבלה הנוספת היא שסכום המשקלות הנאמדים יהיה שווה לאחד, והחזית היעילה הנאמדת תהיה הדוקה יותר ביחס למודל ה- CRS. (לכן ערכי מדד היעילות יהיו גדולים יותר או שווים לערכים המקבילים ממודל ה- CRS). תחת ההנחה שהייצור מאופיין בתשואה משתנה לגודל ניתן להגדיר את **יעילות הגודל**. מדד יעילות זה מבוסס על ההנחה שקיים גודל פעילות אופטימאלי אשר אליו שואף כל משק בענף. Banker, Charnes & Cooper (1984), ו- Banker (1984) ניסחו

בנפרד מודלים לאמידת מדד יעילות זה, והציגו אותו בתור היחס בין שני אומדי היעילות הטכנית כפי שמוגדרים בבעיות התכנון (2) ו- (3).

$$(4) SE_i = \frac{\theta_i^{CRS}}{\theta_i^{VRS}}$$

נותר כעת לשייך את יעילות הגודל, של המשק (SE_i) , לתחום התשואה לגודל בו הוא נמצא. לפתרון משימה זו מציגים Banker, Charnes & Cooper (1984) את המודל הבא, שנקרא גם NIRS (Non - Increasing Return to Scale).

$$(5) \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta$$

$$\text{s.t. } -y_i + \lambda Y \geq 0$$

$$\theta x_i - \lambda X \geq 0$$

$$N1' \lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq 0$$

$$\theta \in (0,1]$$

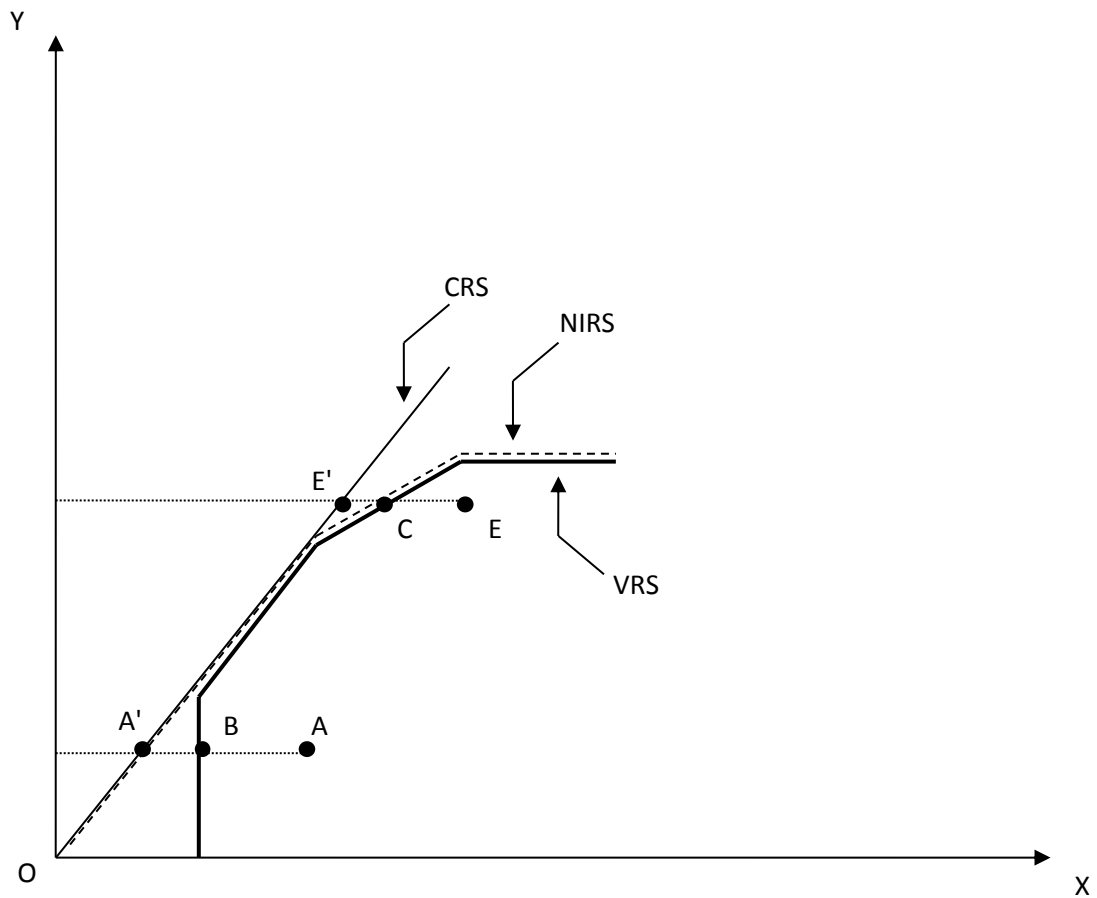
בעיית התכנון (5) ניתנת להצגה באופן גרפי במישור התשומה - תפוקה (תחת ההנחה שתהליך הייצור הוא של תפוקה אחת Y ותשומה אחת X), באופן המתואר בתרשים 7. כפי שניתן לראות מהתרשים, תיאור מרכיבי חוסר היעילות הטכנית ביחס לנקודות A ו-E המייצגות תצפיות על משקים לא יעילים, ניתן להצגה על ידי היחסים הבאים.

$$(6) X_{E'}/X_E = (X_{E'}/X_C) * (X_C/X_E)$$

$$(7) X_{A'}/X_A = (X_{A'}/X_B) * (X_B/X_A)$$

כיוון שיחסים אלה מקיימים את הגדרות המדדים מהמודלים (2) עד (5), ניתן לומר שבכדי להחליט האם חוסר היעילות לגודל, של משק מסוים נובע מכך שהוא בתחום של תשואה יורדת לגודל, או בתחום של תשואה עולה לגודל, יש לבחון האם מדד היעילות הטכנית ממודל (2) שווה למדד היעילות הטכנית ממודל (5). אם מתקיים השוויון (להלן נקודה A בתרשים 7), המשמעות היא שהמשק בתחום של תשואה עולה לגודל, ואילו אם השוויון איננו מתקיים (להלן נקודה E בתרשים 7), אזי שהמשק נמצא בתחום של תשואה יורדת לגודל.

תרשים 7 – הגדרת תחום התשואה לגודל



בכדי לאמוד את מרכיבי היעילות הנוספים, דהיינו יעילות ההקצאה והיעילות הכלכלית הכוללת, נביט במודל הבא.

$$\begin{aligned}
 (8) \quad & \text{Min}_{\lambda, x_i} w_i' x_i \\
 & \text{s.t. } -y_i + \lambda Y \geq 0 \\
 & \quad x_i - \lambda X \geq 0 \\
 & \quad N1' \lambda = 1 \\
 & \quad \lambda \geq 0 \\
 & \quad \theta \in (0,1]
 \end{aligned}$$

תחת הנחה של תשואה משתנה לגודל, מדדי היעילות שמניבים בעיות התכנון (3) ו-(8), עקביים להגדרות המקוריות של Farrell (1957) וניתנים להצגה באופן הבא.

$$(9) TE_i = \theta_i^{VRS}$$

$$(10) EE_i = \frac{w_i' x_i^*}{w_i' x_i}$$

$$(11) AE_i = \frac{EE_i}{TE_i}$$

כאשר TE_i הוא מדד היעילות הטכנית מבעיית התכנון (3), EE_i הוא מדד היעילות הכלכלית ו- AE_i הוא מדד יעילות ההקצאה. w_i מייצג את וקטור מחירי התשומות ו- x_i^* הוא וקטור התשומות האופטימאלי המושג מבעיית מזעור העלויות של היצרן, שניהם עבור המשק ה- i .

SFA - Stochastic Frontier Analysis 3.2

החיסרון העיקרי של הגישה הדטרמיניסטית שהוצגה בסעיף 3.1, הוא שיוך כלל הסטייה הנצפית מהחזית הנאמדת לחוסר היעילות של המשק הנדגם. מטרת פיתוח השיטות הפרמטריות למיניחן הייתה לספק מענה לחיסרון זה. (Aigner, Lovell & Schmidt (1977) הציגו את תהליך הייצור תחת הטענה שהוא מכיל שגיאה אקראית, שקשורה באירועים שאינם בשליטת היצרן הבודד, ומשפיעים על הכמות המיוצרת. בנוסף טענו הממחברים שחלק נוסף בתהליך הייצור הוא מרכיב חוסר היעילות ואפיינו את המודל הבא.

תהליך ייצור של מוצר y_i בעזרת וקטור גורמי ייצור x_i באורך j , ניתן להצגה על פי המשוואות (12) ו-(13).

$$(12) y_i = f(x_{ji}, \beta_j) + \varepsilon_i$$

$$(13) \varepsilon_i = v_i - u_i$$

כאשר v_i היא הפרעה סטטיסטית אקראית שאינה תלויה בהחלטות היצרן, u_i הינה הפרעה חד צדדית המייצגת את חוסר יעילותו של היצרן ו- i הוא אינדקס היצרן. ההנחה היא כי שני משתני ההפרעה אינם תלויים זה בזה, ומפולגים באופן המתואר במשוואות (14) ו-(15).

$$(14) v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$$

$$(15) u_i \sim |N(0, \sigma_u^2)|$$

המחברים נשענים על עבודתו של Weinstien (1964) בכדי למצוא את פונקצית הצפיפות של ε בתור הסכום של v ו- u , שמתפלגים נורמאלי ונורמאלי חיובי, קטום באפס, בהתאמה. כפי שמוצג במשוואה (16)⁵.

$$(16) \quad f(\varepsilon) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma} (1 - F) \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} \varepsilon^2 \right]$$

כאשר F היא פונקצית ההסתברות של משתנה נורמאלי סטנדרטי מוערכת ב- $\lambda\varepsilon/\sigma$ וכאשר λ ו- σ מוגדרים במשוואות (17) ו-(18).

$$(17) \quad \sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$$

$$(18) \quad \lambda = \sigma_u/\sigma_v$$

הכרת פונקצית הצפיפות של המשתנה ε חיונית לצורך אמידת הפרמטרים β , σ_u^2 ו- σ_v^2 אשר מגדירים את תהליך הייצור. אמידה זו נעשית בשיטה של נראות מקסימאלית תוך שימוש בתצפיות על התפוקה y והתשומות x . בהינתן הפרמטרים הנאמדים ניתן לערוך מבחני השערות על היעילות הממוצעת בענף על ידי שימוש בתוחלת ובשונות של ההפרעה ε . מציאת התוחלת והשונות כרוכה בחישוב המומנטים הראשון והשני של ε (המוכרים בספרות הסטטיסטית), בהתבסס על צורת ההתפלגות של u ו- v כפי שמוצג במשוואות (19) ו-(20).

$$(19) \quad E(\varepsilon) = E(v - u) = E(v) - E(u) = -E(u) = -\sigma_u \sqrt{2/\pi}$$

$$(20) \quad V(\varepsilon) = V(v) + V(u) = [(\pi-2)/\pi] \sigma_u^2 + \sigma_v^2$$

כיוון שבדרך המוצגת לעיל לא היה ניתן לאמוד את היעילות החזויה לכל משק, אלא רק לענף כולו בממוצע, הציגו Jondrow et al. (1982) בהתבסס על מודל זה, שיטה לאמידת היעילות עבור כל תצפית במדגם בנפרד. בעבודתם מראים המחברים כיצד ניתן למצוא את פונקצית הצפיפות המותנה של u בהינתן ε , והרי שהאחרון ניתן לאמידה כפי שהראו Aigner et al. (1977).

ראשית על סמך ההנחה שההפרעות v ו- u אינן תלויות האחת בשנייה, ניתן למצוא את פונקצית הצפיפות המשותפת שלהן (21), כמכפלת פונקציות הצפיפות של כל אחת מההפרעות בנפרד.

$$(21) \quad f(u, v) = \frac{1}{\pi \sigma_u \sigma_v} \exp \left[\frac{-1}{2\sigma_u^2} u^2 - \frac{1}{2\sigma_v^2} v^2 \right], \quad u \geq 0$$

⁵ מעתה והלאה הושמט האינדקס i מטעמי נוחות בלבד.

כיוון שידוע ש- $\varepsilon = v - u$, ניתן להציב זהות זו בפונקצית הצפיפות ממשוואה (21) על מנת לקבל את פונקצית הצפיפות המשותפת של u ו- ε (22).

$$(22) \quad f(u, \varepsilon) = \frac{1}{\pi \sigma_u \sigma_v} \exp \left[\frac{-1}{2\sigma_u^2} u^2 - \frac{1}{2\sigma_v^2} (u^2 + 2u\varepsilon + \varepsilon^2) \right], \quad u \geq 0$$

כעת ניתן לחשב את פונקצית הצפיפות המותנה של u ב- ε (23), בתור המנה של הצפיפות המשותפת של u ו- ε (22) ופונקצית הצפיפות של ε (16).

$$(23) \quad f(u|\varepsilon) = \frac{1}{1-F} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_*} \exp \left[\frac{-1}{2\sigma_*^2} (u + \sigma_u^2 \varepsilon / \sigma^2)^2 \right], \quad u \geq 0$$

כאשר $\sigma_*^2 = \sigma_u^2 \sigma_v^2 / \sigma^2$, פונקצית צפיפות זו מזכירה פונקצית צפיפות של משתנה המתפלג $N(\mu_*, \sigma_*^2)$, ומוגדר בנוסף גם כי $\mu_* = -\sigma_u^2 \varepsilon / \sigma^2$. כיוון ש- F היא פונקצית ההסתברות של משתנה נורמאלי סטנדרטי מוערכת ב- $-\mu_* / \sigma_*$ או $\lambda \varepsilon / \sigma = -\mu_* / \sigma_*$ היא ההסתברות שמשתנה $N(\mu_*, \sigma_*^2)$ הוא חיובי. לכן פונקצית הצפיפות המוצגת במשוואה (23) היא אכן פונקצית צפיפות של משתנה $N(\mu_*, \sigma_*^2)$, קטומה מלמטה באפס. כעת תוך שימוש בפרמטרים ממודל נראות המכסימלית שהציגו Aigner et al. (1977) [(12) - (20)], ניתן לאמוד עבור כל משק בנפרד את חוסר היעילות בתור התוחלת המותנה של u בהינתן ε (24).

$$(24) \quad E(u|\varepsilon) = \mu_* + \sigma_* \frac{f(-\mu_*/\sigma_*)}{1-F(-\mu_*/\sigma_*)}$$

שימוש בצעדים אלגבריים מניב משוואה בעלת פרשנות מעט שונה, אשר עושה שימוש באומדים λ ו- ε מתוצאות המודל (25).

$$(25) \quad E(u|\varepsilon) = \sigma_* \left[\frac{f(\lambda \varepsilon / \sigma)}{1-F(\lambda \varepsilon / \sigma)} - \left(\frac{\lambda \varepsilon}{\sigma} \right) \right]$$

3.2.1 אמידת מרכיבי היעילות השונים בעזרת פונקצית העלות הדואלית

Kopp & Diewert (1982) מציגים שיטה דטרמיניסטית למציאת מדדי היעילות השונים כפי שהוגדרו על ידי Farrell (1957). המחברים נסמכים במאמרם על תיאוריית הדואליות שאחד מיישומיה המרכזיים בכלכלה הוצג על ידי Shephard (1953), והוא זהות שתי הבעיות המוצגות במשוואה (26), והשיטות האנליטיות המשמשות למעבר בין השתיים.

$$(26) \quad \begin{array}{ll} \text{Max}_y y = f(x, \beta) & \longleftrightarrow \text{Min}_c c = g(p, \alpha) \\ \text{s.t. } \sum p_i x_i = e^0 & \text{s.t. } f(x, \beta) = y^0 \end{array}$$

כאשר מניחים ש- γ^0 הוא רמת התפוקה הנתונה בבעיית מזעור העלויות, הוא גם ערך פונקציית המטרה מפתרון בעיית השאת התפוקה, ו- e^0 שהוא ערך התקציב בבעיית השאת התפוקה, הוא גם ערך פונקציית המטרה מפתרון בעיית מזעור העלויות.

במחקרם משתמשים Kopp & Diewert (1982) ברעיון הדואליות כדי לגזור באופן אנליטי את פונקציית העלות של היצרן, כאשר פונקציית הייצור של הענף ידועה ונתונה מראש, ואין צורך לאמוד אותה. במקרה כזה מראים החוקרים כי ניתן למצוא את מדדי היעילות המקוריים שהציג Farrell (1957), כפי שהוגדרו בתחילת פרק זה (ראה תרשים 6 לעיל וההגדרות העוקבות) במישור התשומות, בהתייחס לנתוני פונקציית העלות, ווקטורי התשומות והתפוקות הנצפים של המשקים הנדגמים.

השיטה הפרמטרית שנבחרה לשימוש במחקר זה מוצגת במאמרם של Bravo - Ureta & Reiger (1991), אשר משלבים בין הרעיונות המוצגים לעיל כדי לאמוד את מרכיבי היעילות השונים של ענף ייצור החלב במחוז ניו-אינגלנד בארה"ב, בעזרת מדגם נתוני חתך על 511 משקים. המחקרים מניחים במחקרם שתהליך הייצור הוא אקראי וחשוף לתרחישים שהינם מחוץ לשליטת המשקים, ואינם ניתנים למדידה. תחת הנחות המודלים של Aigner et al. (1977) ו-Jondrow et al. (1982) [משוואות (12) - (25)], אומדים Bravo - Ureta & Reiger (1991) את חזית הייצור היעילה עבור הענף הנדגם, וכפי שהוצג בתחילת תת פרק זה [(21) - (25)] מוצאים בהינתן אותה החזית, את מדד היעילות הטכנית עבור כלל תצפיות המדגם. תחת ההנחה שתהליך הייצור ניתן לתיאור על ידי פונקציית Cobb - Douglas, ניתן למצוא באופן אנליטי כפי שהראו Schmidt and Lovell (1979) את פונקציית העלות המתאימה לו $c(y^*, p^*, \alpha)$, כאשר p^* הם מחירי התשומות הנצפים, α פרמטים ו- γ^* היא התפוקה של המשקים הנדגמים, כאשר מנכים ממנה את ההפרעה האקראית v , על סמך מודל אמידת חזית הייצור של Aigner et al. (1977) ולפי משוואה (27).

$$(27) \quad y^* = y - v = f(x, \beta) - u$$

בהינתן פונקציית העלות, הרי היא הפתרון לבעיית מזעור העלויות של היצרן תחת המגבלה שרמת התפוקה ידועה וקבועה, אפשר למצוא את וקטור התשומות היעיל כלכלית x^C המתאים לנקודה C בתרשים 6, להלן משוואות (28) ו-(29).

$$(28) \quad x^C = \{ x: p^* \cdot x = p^* \cdot x^E \}$$

$$(29) \quad x^C = \lambda^C x^A : \lambda^C = c(y^*, p^*) / p^* \cdot x^A$$

מערכת המשוואות לעיל מאלצת את וקטור התשומות x^C לקיים שני תנאים. ראשית על וקטור זה להיות זהה מבחינת הרכב התשומות לווקטור x^A (29) שהוא וקטור התשומות עבור הפירמה הנצפית, ומכאן הפרמטר λ^C . שנית על הווקטור היעיל כלכלית לקיים את משוואה (28), כלומר להימצא על מישור יחס התשומות PP' . התנאי האחרון מחייב את השוויון בעלויות בנקודה

התיאורית C והנקודה E, אשר מקיימת ש- $x^E = \nabla_p c(y^*, p^*)$. משמעות שוויון זה היא שניתן למצוא את שיעורי ווקטור התשומות בנקודה E בתור הנגזרות החלקיות של פונקציית העלות $c(y^*, p^*, \alpha)$ ביחס למחירים P [Shephard (1953)].

לכן מראים המחברים שהמדדים המתקבלים הם עקביים לשיטתו של Farrell (1957) וניתן גם להציגם באופן הבא.

$$(30) \quad TE = \frac{X_T'P}{X_A'P}$$

$$(31) \quad EE = \frac{X_C'P}{X_A'P}$$

$$(32) \quad AE = \frac{EE}{TE} = \frac{X_C'P}{X_T'P}$$

כאשר X_A הוא וקטור התשומות הנצפה עבור המשק הלא יעיל, X_T הוא הווקטור המתאים לנקודה B בתרשים 6 להלן הווקטור היעיל טכנית מאמידת חזית הייצור היעילה, X_C מוגדר במשוואות (28) ו- (29) לעיל ו- P הוא וקטור המחירים הנצפים לכל משק. כל מדד כעת מקבל פרשנות של החיסכון האפשרי בעלויות הייצור.

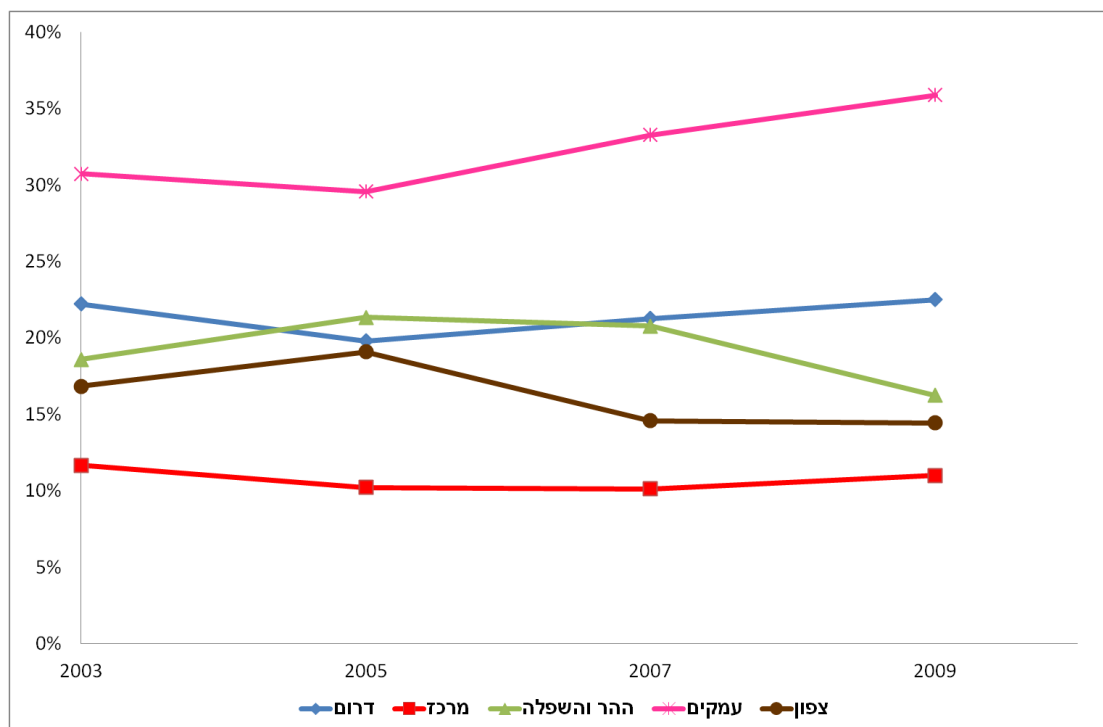
פרק 4: תיאור הנתונים והתוצאות

4.1 הצגת הנתונים

בסיס הנתונים המשמש לניתוחים הסטטיסטיים בעבודה זו מורכב מנתוני מועצת החלב, בשילוב עם סקרי הרווחיות ברפת מהשנים 2003, 2005, 2007 ו-2009, כאשר התצפיות מפולגות בין השנים באופן שווה, כ- 25% מהתצפיות בכל שנה. כיוון שעל פי רוב אין דגימה חוזרת של יצרנים בסקרי הרווחיות, הניתוחים שבוצעו מתאימים לנתוני חתך ולא לנתוני פאנל. ההתאמות הרלוונטיות בוצעו תוך התחשבות בעובדה זו – המשתנים הכספיים הם במחירים ריאליים של שנת 2003, ובכל המודלים נוספו משתנים בינאריים עבור כל שנת סקר. מתוך כוונה לבחון את התפתחות הענף לאורך שנות הרפורמה והשפעתו של הזמן על המשקים, נאספו עבור כל תצפית במדגם נתונים היסטוריים ממועצת החלב על מכסות הייצור, אחוזי שומן וחלבון והמבנה הניהולי (שותפות או יצרן בודד) שלה, משנת 1999 ועד השנה בה נדגמה. בעקבות טעויות דגימה, כפילויות ושגיאות נוספות הקשורות בשיטת ההרכבה של בסיס נתונים זה, הוסרו תריסר תצפיות מהמדגם. בסיס הנתונים הסופי והמשולב מכיל 506 תצפיות שמתוכן כ- 82% הם משקים משפחתיים (מושבים) והשאר משקים שיתופיים (קיבוצים).

התפלגות היצרנים בסקרי הרווחיות ולכן גם במדגם מתוכננת על מנת לייצג את ההתפלגויות האמיתיות של הרפתות לפי המגזר, האזור הגיאוגרפי והחלק היחסי בייצור הכולל בכל שנה. לכן לכל רפת במדגם יש מקדם ניפוח המייצג את מספר הרפתות שאותן היא מייצגת באוכלוסיה המקורית. כל הניתוחים והמודלים המוצגים בעבודה זו נעשו על בסיס התצפיות כשהן מנופחות לפי מקדם זה. ההתפלגות הגיאוגרפית של המשקים לאורך שנות הרפורמה מוצגת בתרשים 8.

תרשים 8 – התפלגות גיאוגרפית של המשקים בענף הרפת לפי שנים



ניתן לראות שאף על פי שנשמר הסדר בין האזורים מבחינת גודלם היחסי באוכלוסייה, קיימת שונות בהתפתחות מספר המשקים בכל אזור לאורך השנים. תהליך צמצום מספר המשקים בענף שהתרחש לאורך שנות הרפורמה משמעותו, שאם קיים קיטון בחלקו היחסי של אזור מסוים מתוך סך המשקים בענף הוא נובע מכך, שבאזור זה אחוז היצרנים הפורשים גדול מאחוז הפורשים בסך הכללי. ניתן לראות אם כן שתופעה זו נצפית באזור ההר והשפלה ואזור הצפון. אזורי המרכז והדרום לעומתם שומרים על חלקם היחסי באוכלוסייה, לכן המשמעות היא שאחוז הפרישה באזורים אלו זהה לאחוז הפרישה הכללי בענף. ניתן לראות שאחוז הפרישה באזור העמקים נמוך מאחוז הפרישה בענף וייתכן כי ממצא זה מרמז על יעילות גבוהה יותר של משקי אזור זה. כיוון שענף החלב הינו ענף מתוכנן, חלקם היחסי ביצור השנתי הכולל של כל אחד מהאזורים, דומה בכל אחת מן השנים. אזור העמקים הוא האזור שחלקו היחסי הוא הגדול ביותר, כ- 30% מסך התפוקה השנתית, אחריו אזור הדרום שחלקו היחסי ביצור הוא כ- 25%, אזור הצפון (הגליל ורמת הגולן יחד), אזור ההר והשפלה ואזור המרכז כולם בעלי חלק יחסי של כ- 15%, מהיצור השנתי הכולל. עובדה זו מעניינת כיוון שאחת התוצאות החשובות של תהליך הרפורמה בענף הרפת הייתה הגדלת יחידת היצור הממוצעת בענף. משמעות הדבר היא שמלבד השינוי במספר הרפתות ובחלקן היחסי באוכלוסייה, ניתן גם לבחון את השתנות גודל הרפת הממוצעת בכל אזור ביחס להשתנות היצור הממוצע בענף, ובכך להסיק על התייעלות הרפתות באזורים השונים. בטבלה 1 מוצגים היחסים בין היצור הממוצע למשק בכל אזור, לבין היצור הממוצע למשק בענף כולו על פני השנים.

טבלה 1 – התפלגות גיאוגרפית של הייצור הממוצע לרפת ביחס לממוצע הארצי

	2009	2007	2005	2003	
דרום	1.16	1.14	1.16	1.10	
מרכז	1.29	1.41	1.36	1.12	
ההר והשפלה	0.85	0.79	0.73	0.75	
עמקים	0.84	0.86	1.05	1.04	
צפון	1.10	1.12	0.87	1.00	
ממוצע ארצי (ליטר)	1,440,343	1,169,554	1,089,674	1,063,516	

מנתוני הטבלה עולה שהתפוקה הממוצעת באזור העמקים אינה מתפתחת בדומה למגמה בענף, וראוי לציין שתופעה זו משלימה את התמונה העולה מתרשים 7 המציגה את אחוז הפרישה הנמוך באזור זה ביחס לענף. באזור ההר והשפלה, שמאופיין בייצור הממוצע לרפת, הנמוך ביותר מכלל האזורים, ניתן לצפות במגמה של גידול משמעותי בתפוקה הממוצעת לאורך השנים, וצמצום הפער מול שאר הענף. לאורך כל שנות המדגם, אזור המרכז הוא בעל התפוקה הממוצעת לרפת הגבוהה ביותר, ביחס לאזורים האחרים.

כפי שכבר צוין אמידת פונקצית ייצור הינה שלב יסודי בתהליך האמידה של היעילות בענף. כיוון שהכנסתו של החקלאי מחלב מהווה למעלה מ- 90% מסך הכנסותיו, פונקצית הייצור הנאמדת היא בעלת תפוקה יחידה תוך התעלמות משאר התפוקות ברפת כגון בשר בקר ואיכות החלב. סיבה נוספת לאמידת פונקצית ייצור בעלת תפוקה יחידה היא שמירה על אחידות המשתנה התלוי במודל האקונומטרי בו משתמשים. היות וקיימת תחלופה בין כמות החלב לאחוז הרכיבים בו, לא ניתן לשלול את האפשרות שהרפתנים מנסים להשיא דווקא את הכמות המשוקללת של החלב לפי רכיביו (שומן, חלבון), שכן ייתכן שהחלטה שכזו תגדיל את רווחיהם בהינתן מגבלת המכסה. על מנת לאשש את טענות המחקר הנוכחי ערכנו השוואה בין תוצאות המודל המוצע להלן, לבין תוצאות מודל אשר אומד את פונקצית הייצור כאשר תפוקת הרפת היא חלב מושווה אנרגיה - ECM (Energy Corrected Milk). לפי נוסחת ECM משווים את תפוקת החלב לפי רכיבי השומן והחלבון בו כאשר הנורמה לפיה משוקללת התפוקה היא 4% שומן ו- 3.3% חלבון [Hemme (2006)]. אופיו הרירותי של שקלול הרכיבים ודמיון המודלים תומכים בהנחות הקיימות בעבודה הנוכחית.⁶ הנחת העבודה היא שהתשומות העיקריות בתהליך ייצור החלב הן הון, עבודה, מזון וכמובן הפרות החולבות. את תהליך בחירת משתני התשומה לטובת הניתוח הנחו שני עקרונות. הראשון, עקביות לאורך שנות המדגם, והשני הוא שהמשתנה נמדד ביחידות פיזיות. ההחלטה להשתמש במשתנים אשר נמדדים בגדלים פיזיים קשורה ישירות לפרשנות אשר ניתנת מאוחר יותר למדדי היעילות כחיסכון אפשרי בעלויות ייצור. כך למשל משתנה תשומת ההון שנבחר מבוסס על שטח הסככות במשק, כאשר במידה וקיימות סככות במשק שאינן קשורות באופן ישיר לתהליך הייצור, לא נרשם שטחן בשנת קיום הסקר.⁷

התשומה אולי החשובה ביותר בתהליך הפקת החלב מלבד הפרות היא המזון. תחום הזנת הפרות נמצא בתהליך התפתחות מתמיד לאורך השנים האחרונות. התפתחות זו באה לידי ביטוי, החל במחקר ותכנון הרכב המנה היומית של הפרה במטרה להגדיל את תנובת החלב ואיכותו, ושמירה על בריאות בעלי החיים, וכלה בשינוי תשתית הגידול, האספקה וההובלה של מספוא ומזון מרוכז ברפתות ואליהן. שונות זו על פני זמן ובין המשקים אינה ניתנת לאמידה בעבודה זו. על מנת ליצור מדד אחיד לסך כמות המזון השנתית, משוקללים ומסוכמים כל המרכיבים השונים של מנת המזון היומית ברפת, על ידי שימוש במקדמי חומר יבש נורמטיביים המתאימים לכל סוג מזון במנה.

שני תהליכים מרכזיים שגרמו לשינוי הרכב המועסקים ברפת התרחשו במהלך הרפורמה. תהליך אחד הוא תחלופה של עצמאים בשכירים. ראשית, עקב הפיכת העובדים הזרים לכוח העבודה העיקרי בחקלאות, במקביל לירידת השכר בענף. שנית, איחוד הרפתות לשותפויות בשני המגזרים אשר תומרץ על ידי מובילי הרפורמה, שילוב של עבודה במשק ומחוצה לו מצד בעלי המשקים במגזר המשפחתי, והשינויים הארגוניים והחברתיים שהתרחשו ומתרחשים בקיבוצים, הגדילו אף

⁶ להשוואה המורחבת, ראה נספח 5

⁷ בשלב מוקדם יותר בעבודה נבדק משתנה הון אחר אשר מודד את ההון הדומם (מבנים וציוד) בערכי כינון (ערך המבנה או הציוד לו היה רוכשים אותו ביום הדגימה) להיות משתנה תשומת ההון, מדד זה אומנם כולל תשומות הוניות חשובות לתהליך הייצור אשר אינן נכללות במשתנה השטח, אך כיוון שיחידות מדד זה הן בשקלים ובנוסף גם לא ניתן להפריד את מרכיבי ההון השונים בו (ציוד חליבה, ציוד האבסה ועוד), או את איכותם של מרכיבים אלו בצורה עקיבה על פני שנות המדגם הוחלט לבסוף להשתמש במשתנה הסככות, כאשר מקדם המתאם בין שני המשתנים הוא 0.91.

הם את חלקה היחסי של העבודה השכירה בענף. תהליך נוסף שהתרחש היה תחלופה של עבודה בהון. תהליך זה נבע בעקבות הגדלת יחידות היצור ושינוי המבנה הניהולי, במקביל להשקעות הוניות בציוד חדש והתקדמות טכנולוגית, אשר מקטינים את הביקוש הכללי לתשומת העבודה במשק. על מנת לאמוד את תרומתה של תשומת העבודה לתפוקה, תוך התחשבות בתהליכים אלו, יש להפריד בין עבודה שכירה לעבודה עצמית, כפי שנעשה בסקר הרווחיות⁸.

על מנת לתאר באופן ממצה ככל שניתן את השפעות תהליך הרפורמה על התפלגות המשקים בענף הרפת, ובכדי לבחון את אחת הטענות המרכזיות בכלכלת היצור והיא יתרון לגודל, חולקו המשקים במדגם לקבוצות לפי גודל העדר שבבעלותם. אחוז המשקים מתוך סך האוכלוסייה בכל שנה מופיעים בטבלה 2, כאשר המשקים מחולקים לפי גודל העדר והמבנה הניהולי שלהם, והמגזר אליו הם משתייכים.

טבלה 2 – התפלגות הגודל של המשקים במדגם על פי מגזר ומבנה ניהולי

2009		2007		2005		2003		גודל העדר
שותפות	יצרן בודד	שותפות	יצרן בודד	שותפות	יצרן בודד	שותפות	יצרן בודד	
מושב								
—	19.3%	—	38.5%	—	41.6%	—	32.3%	עד 50
10.3%	31.8%	11.7%	24.7%	7.3%	26%	8.4%	30.9%	50-100
16%	2.9%	8.1%	1.1%	6.3%	0.5%	8.4%	—	100-200
0.9%	—	0.3%	—	0.2%	—	0.2%	—	200-400
קיבוץ								
—	—	—	—	—	—	—	0.5%	100-200
—	13.4%	—	10.4%	—	15.8%	—	17.5%	200-400
5.1%	0.3%	4.9%	0.3%	2.3%	—	1.6%	0.2%	מעל 400
32.3%	67.7%	25%	75%	16.1%	83.9%	18.6%	81.4%	סה"כ

⁸ בשלב ראשון אכן נאמד המודל עם שני משתני תשומה עבור עבודה שכירה ועצמית שנמצא כי תרומתם אינה שונה מאפס באופן מובהק. ככל הנראה ממצא זה קשור בכך שסקרי הרווחיות בכדי לשמור על עקביות ממשיכים לרשום את עבודת חברי הקיבוצים כעבודה עצמית על אף שלמעשה המצב השתנה לאורך שנות הרפורמה. כיוון שהבדלים בצורת המדידה של תשומת העבודה לא גררו הבדלים בתוצאות, נמדדה לבסוף תשומת העבודה כמספר ימי העבודה, עצמית ושכירה יחד המושקעים ברפת בשנה.

החלוקה לקבוצות איננה שרירותית והיא מתואמת עם המבנה הניהולי והמגזר אליו משתייכים המשקים. העדרים הקטנים ביותר המונים עד 50 חולבות, הינם עדרים הנמצאים בבעלות משקים משפחתיים המנוהלים על ידי יצרן בודד ללא יוצא מן הכלל. לעומתם המשקים הגדולים ביותר, הם משקים שבחזקתם עדרים המונים יותר מ-400 חולבות ושייכים כולם למגזר השיתופי. משקים אלו מנוהלים ברובם כשותפות של כמה יצרנים. על פי רוב מתחלקים המשקים כך שעדרי המגזר השיתופי מונים מעל 200 חולבות, ואילו עדרי המשקים המשפחתיים פחות ממספר זה של חולבות. את מספר המשקים המשפחתיים המצומצם אשר גודל העדר שלהם חוצה את גבול 200 החולבות כלפי מעלה, ניתן לאפיין ככלל כאגודות שיתופיות המונות יותר משני יצרנים. שאר המשקים אשר גודל העדר שלהם הוא יותר מ-200 חולבות אך לא יותר מ-400 הם קיבוצים המנהלים את הרפת שלהם בעצמם.

מהתבוננות בטבלה 2 וחיפוש אחר מגמות בהתפלגות הרפתות לאורך השנים, ניתן למצוא גידול ניכר ושיטתי באחוז השותפויות באוכלוסייה למעט בשנת 2005 שהיוותה שנת החלטה עבור יצרנים רבים בענף. באותה שנה פורקו שותפויות ישנות (בעיקר במגזר המשפחתי), ונוסדו חדשות במקומן בשנים מאוחרות יותר. במגזר השיתופי בולטת מגמת גידול בחלקן היחסי של השותפויות לאורך השנים על חשבון שיעורן של הרפתות הבודדות, בפרט ניתן לראות שבקבוצת הרפתות הגדולות אחוז השותפויות בשנת 2009 גדול פי 3 מאחוזן בשנת 2003. במגזר המשפחתי התמונה דומה, ניתן להבחין בקיטון שיעור הרפתות הקטנות בענף החל בשנת 2005, ואף הצטמצמות חדה יותר בשנים הבאות אחריה. מנגד ניתן להבחין בגידול יחסי במשקים הגדולים יותר, ובפרט בשתי קבוצות הגודל העליונות במגזר זה, ובאחוז השותפויות בהן אשר מכפיל ואף משלש עצמו בין השנים 2003 ו-2009.

מחירי התשומות מחושבים על בסיס נתוני ההוצאות של המשק שנדגמו בסקרי הרווחיות. מצד אחד חישוב המחירים לכל תצפית מאפשר מתן פרשנות של חיסכון אפשרי בעלויות, לכל אחד ממדדי היעילות השונים, וניתן להשוות בין המשקים במדגם על פי יותר מפרמטר אחד. מצד שני דרך החישוב מאפשרת כניסתן של השפעות שונות דרך המחירים, השפעות שלא הייתה להן חשיבות אילו המחירים היו אקסוגניים לחלוטין. מחיר לפרה למשל אינו מחיר הקנייה או המכירה של בעל החיים, כי אם ממוצע ערך האינוונטר או ערך המלאי החי שהוא סיכום ערכו של העדר במשק. ערכים אלו נקבעים לפי מחירון המשתנה משנה לשנה ומייצגים את עלויות הגידול של בעלי החיים, כאשר המחיר משתנה עם הגיל, המין ובפרות בוגרות המחיר שונה לפרה חולבת או יבשה, ובין פרה בהריון לכזו שלא. שכר העבודה אף הוא אינו תצפית חיצונית, כי אם חישוב סך ההוצאות על עבודה שכירה ועצמית מחולק לסך ימי העבודה בשנה. כיוון שמחיר יום עבודה עצמית הינו מחיר קבוע בכל שנה, וכפי שכבר צוין רישום ימי העבודה, וההפרדה בין עבודה עצמית לשכירה אינו משקף את המציאות בענף במדויק, ייתכן שדרך חישוב זו של השכר מכניסה השפעות שאינן ניתנות למדידה למודל הנאמד. תיאור משתני התשומה ומחיריהם מופיעים בטבלה 3.

טבלה 3 – סטטיסטיקה תיאורית

משתנה	ממוצע המדגם	מינימום	מקסימום	תיאור/ יחידות מדידה
סך חלב (y)	1,182,380	180,111	11,800,000	ליטר לשנה
מספר פרות (x_1)	115	22	1,063	
עבודה (x_2)	990	228	6,607	ימים לשנה
הון (x_3)	3,295	250	45,122	מ"ר סככות בשטח המשק
מזון (x_4)	1,140,805	195,222	10,600,000	ק"ג חומר יבש בשנה
מחיר פרה (p_1)	8,380	4,823	16,672	ערך האיננוטר במשק מחולק במספר הפרות ⁹ (ש לפרה)
שכר (p_2)	355	173	503	ש ליום עבודה
מחיר הון (p_3)	37	1.09	221.06	פחת ב - ש למ"ר סככות
מחיר מזון (p_4)	0.5	0.33	0.7	60% מסך ההוצאה על מזון ¹⁰ לחלק לכמות החומר יבש (שוק"ג ח"י)

בולטת מהטבלה השונות הגבוהה בין התצפיות, אמנם קיימים הבדלים ניכרים בין היצרנים בענף הקשורים במאפיינים השונים שלהם, ובפרט כפי שכבר צוין במגזר אליו שייכים ובמבנה הניהולי שלהם, אולם ערכי הקצה במדגם בהחלט מעוררים סימני שאלה לגבי היתכנות הבדלים קיצוניים אלו. מלבד ההבדלים בגודל המשק הסיבה לתצפיות הקיצוניות קשורה גם לכך שהמדגם מתפרש על פני עשור בו התרחשה הרפורמה בענף, ובין המאפיינים הבולטים ברפורמה יש לציין את פרישת היצרנים והגדלת יחידות הייצור כתהליכים המשפיעים על שונות זו. כך למשל התצפית בעלת גודל העדר הקטן ביותר והתפוקה הנמוכה ביותר הינה תצפית על רפת שנדגמה בשנת 2003 והייתה בתהליכי פרישה, ואילו הרפת הגדולה ביותר במדגם הינה שותפות יצרנים מהמגזר השיתופי שכלל לא הייתה קיימת בשנת 2003, ולכן בהשוואת התצפיות יש לקחת עובדה זו בחשבון.

⁹ ערך ממוצע של תחילת וסוף שנה

¹⁰ מבוסס על בדיקת התפלגות אחוז המזון היבש מסך כמות המזון (ראה נספח 1).

4.2 תיאור התוצאות

כפי שכבר צוין לצורך אמידת היעילות במחקר זה נעזרנו בשתי שיטות, SFA – מודל המניח אקראיות בייצור בנוסף לחוסר יעילותו של היצרן, ומודל DEA אשר מניח חוסר יעילות בלבד, ונמנע מהנחות על צורה פונקציונאלית עבור שיטת הייצור. המודלים בהם השתמשנו במחקר זה אינם חפים מביקורת בספרות, כאשר הביקורת הנפוצה ביותר לגבי מודל SFA ומציאת חזית הייצור נוגע לבעיה פוטנציאלית של אנדוגניות בגורמי הייצור¹¹. גישה חלופית לאמידת היעילות מתבססת על ההנחות שמחירי התשומות והתפוקה המיוצרת נתונים ליצרן ואינם בשליטתו, ולכן הבעיה לפנייה הוא ניצב היא בחירת כמות והרכב התשומות במטרה למזער את עלויותיו. Schmidt (1979) and Lovell ו- (1987) Kumbhakar מציגים מודל אשר אומד את מרכיבי היעילות השונים בעזרת מערכת משוואות הבנויה מפונקצית הייצור, ומתנאי סדר ראשון ההכרחיים לפתרון בעיית האופטימיזציה של היצרן לרווח מרבי – תנאים אשר מחייבים שוויון בין העלות השולית בייצור למחיר התפוקה, או לחלופין בין מחיר התשומה לערך התפוקה השולית שלה. הסיבה לכך ששיטות אלו אינן מוצגות בעבודה זו קשורה בהסתייגות המוצגת בפסקאות הקודמות מכך שמחירי התשומות המחושבים אינם יכולים לשמש כמשתנים אקסוגניים לחלוטין. אחר בחינת התוצאות מהמודל החלופי לאמידת חזית העלות היעילה [Schmidt and Lovell (1979)], ולאור השימוש הנפוץ בספרות הכלכלית של מודל SFA לאמידת חזית הייצור [Bravo - Ureta & Reiger (1991), Sharma et al. (1999), Brümmer & Loy (2000), Johansson (2005), Mayen et al. (2010), Cabrera, Solís & Corral (2010)], השתכנענו בתוצאות המודלים המוצגים. ראשית נציג את תוצאות מודל SFA, במשוואה (33) מתוארת פונקצית הייצור שנאמדה עבור ענף הרפת במדגם הנתון, תוך שימוש במשתנים המתוארים בטבלה 3.

$$(33) \quad y = e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^5 \alpha_i d_i} * \prod_{j=1}^4 x_j^{\beta_j} * e^{v-u}$$

כאשר "v" היא הפרעה סטטיסטית המייצגת טעויות דגימה ותרמישים שאינם בשליטת היצרנים, ו- "u" היא הפרעה המקבלת ערכים חיוביים בלבד ומייצגת את חוסר היעילות הטכנית, כפי שהוגדרו בפרק 3, (14) ו- (15). את חתכי האוכלוסייה השונים מייצגים המשתנים "d₁" עד "d₅", כאשר כל אחד מהמשתנים מקבל את הערך "1" עבור תצפית ששייכת לאוכלוסייה אותה הוא מייצג, ואת הערך "0" אחרת. לאחר אמידה ראשונית נמצא שהמקדם של איזור גיאוגרפי אחד בלבד הוא שונה באופן מובהק מאפס, ושהסרת משתני האזורים הנוספים אינה משפיעה על שאר התוצאות, ולכן במודל הסופי מיוצג רק איזור הצפון. שאר המשתנים המייצגים חתכי אוכלוסייה בפונקצית הייצור מלבד איזור הצפון הם משתנה עבור המגזר אליו שייכת התצפית, ושלושה משתנים נוספים, אחד עבור כל שנת דגימה מלבד 2003 שהיא שנת הבסיס. הפעלת הלוג הטבעי על פונקצית הייצור הופכת את הקשר בין המשתנים לליניארי כפי שמוצג במשוואה (34).

¹¹ לצערנו לא היה ניתן למצוא בבסיס הנתונים משתני עזר מתאימים לביצוע מבחן Hausman - Wu לאנדוגניות ותיקון אומדני פונקצית הייצור.

$$(34) \quad \ln y = \ln \beta_0 + \sum_{i=1..5} \alpha_i d_i + \sum_{j=1..4} \beta_j * \ln x_j + v - u$$

כעת נאמדה פונקצית היצור בשיטת נראות מכסימלית (ML) בעזרת הפרוצדורה "frontier" בחבילת התוכנה "stata 10.1", כאשר אומדני הפרמטרים $\alpha, \beta, \sigma_u, \sigma_v$ המתקבלים הם אומדים עקיבים. תוצאות המודל מתוארות בטבלה 4.

טבלה 4 – מקדמי פונקצית הייצור והיעילות הטכנולוגית במודל SFA

מקדמי מודל ML		מקדמי מודל OLS		רשימת משתנים
שגיאת תקן	אומד	שגיאת תקן	אומד	
0.421	6.070***	0.397	6.049***	חותך
0.053	0.690***	0.051	0.693***	מספר פרות
0.024	0.096***	0.026	0.093***	עבודה
0.008	0.019**	0.009	0.021**	סככות
0.047	0.271***	0.044	0.266***	מזון
0.022	0.055**	0.021	0.065***	מגזר שיתופי (d_1)
0.012	0.052***	0.014	0.051***	(d_2) 2005
0.014	0.058***	0.014	0.060***	(d_3) 2007
0.015	0.115***	0.016	0.112***	(d_4) 2009
0.013	0.053***	0.013	0.051***	איזור צפון (d_5)
			0.99	R^2
			31.21***	$H_0: \sum \beta_i = 1$
0.008	0.062***			σ_v
0.014	0.096***			σ_u
0.002	0.013***			σ^2
0.021	1.550***			λ

* מובהקות ברמה של 10% / ** מובהקות ברמה של 5% / *** מובהקות ברמה של 1%

לשם השוואה מופיעים בטבלה גם אומדי הפרמטרים כאשר פונקצית היצור נאמדה בעזרת רגרסיה ליניארית פשוטה (OLS), אשר אינה מניחה קיום חוסר יעילות בייצור אלא רק אקראיות שאינה תלויה בהחלטות היצרנים. בספרות נהוג לכנות את תוצאות מודל הריבועים הפחותים בתור "הפונקציה הממוצעת לענף" [Coelli (1995)]. ניתן לראות שההבדלים באומדנים משני המודלים אינם גדולים. למרות זאת מובהקות אומדי השונות, ובפרט מובהקותם של האומדים σ_u

ו-ג, מעידה על כך שלחוסר היעילות הנמדדת במודל יש משקל משמעותי ביצירת השונות בין תצפיות המדגם.

עוד ניתן להסיק ממודל SFA שההשפעה הגדולה ביותר על התפוקה היא של גודל העדר וכמות המזון, 69% ו-27% בהתאמה. משמעות גמישויות אלו היא שלפי תחזית המודל, הגדלת העדר של רפת ממוצעת בענף ב-10%, כאשר שאר משתני התשומה קבועים תגרור גידול של 6.9% בתפוקה. על בסיס אומדני המודל נערך מבחן בדיקת השערות, ונמצא שניתן לדחות את ההשערה שתהליך הייצור בענף הרפת מאופיין בתשואה קבועה לגודל לטובת ההשערה שהענף מאופיין בתשואה עולה לגודל, וזאת ברמת מובהקות סטטיסטית של 1%¹². משתני המודל מצליחים להסביר 99% מהשונות הנצפית בתפוקת המשקים במדגם, ממצא המעיד על התאמה טובה של המודל.

במשוואה (35)¹³ מוצגת פונקצית העלות הדואלית שחושבה לפי השיטה של Schmidt and Lovell (1979), ועל בסיס מקדמי התשומות בפונקצית הייצור המופיעים בטבלה 4. חישוב פונקצית העלות הדואלית הוא שלב הכרחי בחיזוי מדדי היעילות הכלכלית ויעילות ההקצאה [פרק 3, משוואות (23) - (28)].

$$(35) \quad C(y,p,d) = e^{ky} p_1^{0.93} p_2^{0.641} p_3^{0.089} p_4^{0.018} p_5^{0.252}$$

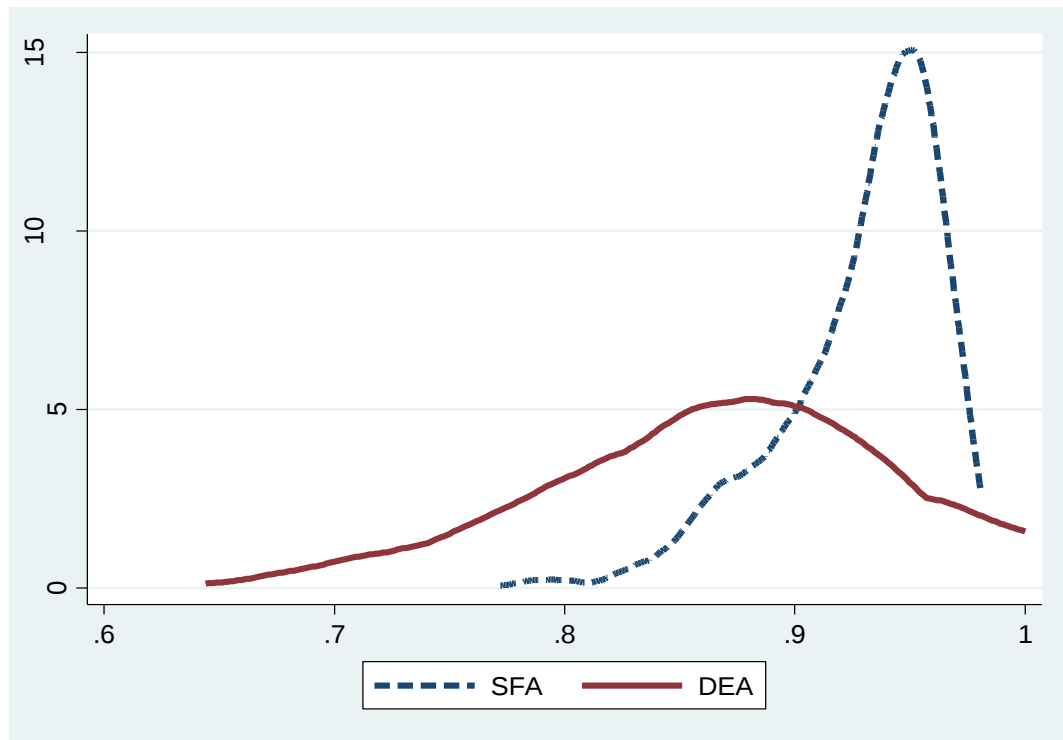
$$k = -4.72 - 0.051d_1 - 0.048d_2 - 0.054d_3 - 0.107d_4 - 0.049d_5$$

ממוצעי מדדי היעילות הטכנית, יעילות ההקצאה והיעילות הכלכלית מהמדגם הם 0.783, 0.927 ו-0.726 עבור מודל SFA, ו-0.859, 0.941 ו-0.808 עבור מודל DEA בהתאמה. התייעלות טכנית פוטנציאלית על פי ממצאים אלו משמעותה גידול של בין 7% (לפי מודל SFA) ועד כדי 14% (לפי מודל DEA) בתפוקה הממוצעת לרפת, ללא שינוי בכמות או בהרכב התשומות בהן משתמש החקלאי. באופן דומה חוזים המודלים כי על ידי התייעלות כלכלית פוטנציאלית, ניתן לחסוך בין 20% לכמעט 30% בעלות הייצור הממוצעת, ללא פגיעה בתפוקה היה וגם ישכילו הרפתנים להקצות את תשומותיהם תוך התחשבות במחיריהן. במבחן t לשוויון ממוצעים נמצא כי ממוצעי יעילות ההקצאה והיעילות הכלכלית גבוהים יותר במודל DEA מאשר במודל SFA, ברמת מובהקות סטטיסטית של 1%. תוצאה זו עקבית עם הספרות הקיימת J. Bravo-Ureta et al. (2007). לעומת זאת עבור היעילות הטכנית נמצא שממוצע המדד החזוי ממודל SFA דווקא גבוה מזה של מודל DEA, ברמת מובהקות זהה. בתרשימים 9, 10 ו-11 מוצגות התפלגויות אומדי מדדי היעילות ממודל SFA [פרק 3, משוואות (30) - (32)] ומודל DEA [פרק 3, משוואות (9) - (11)].

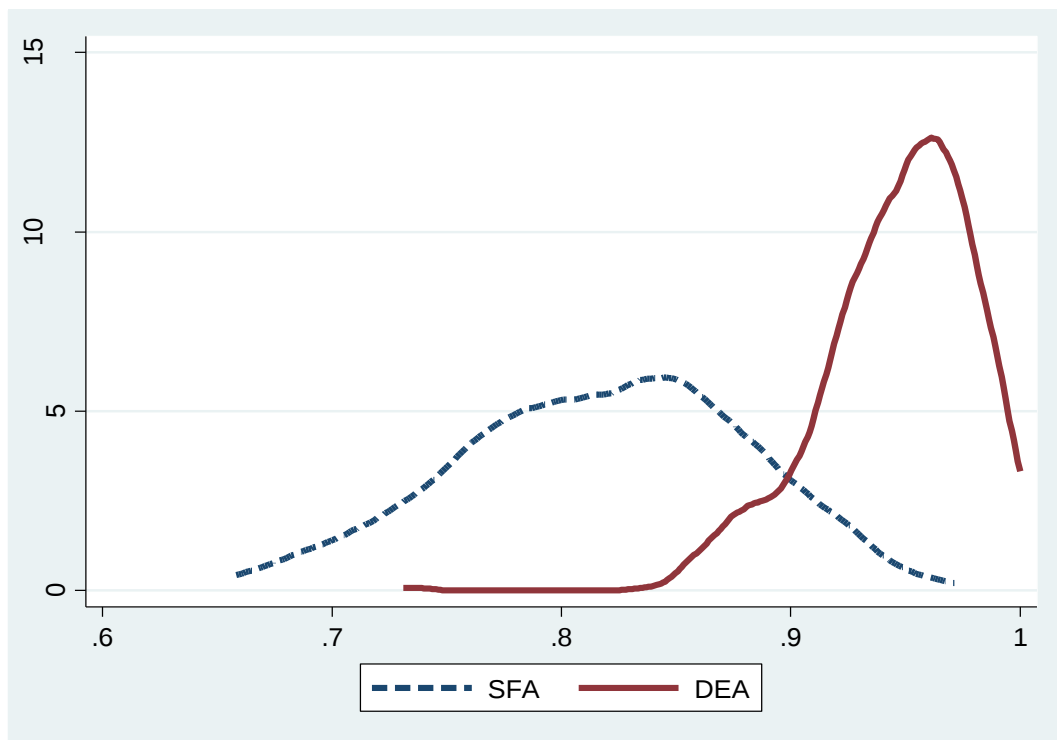
¹² על פי התיאוריה הכלכלית ממצא מסוג זה מעיד על כך שאילו הייתה שוררת במשק תחרות חופשית, היו היצרנים מפסידים. ממצא זה אינו סותר את הנחות המחקר, כיוון שענף הרפת הינו ענף מוגן ומתוכנן על ידי מכסות ייצור, ומחיר המטרה ליצרנים גבוה מהמחיר שהיה מתקבל בשווי משקל של תחרות משוכללת.

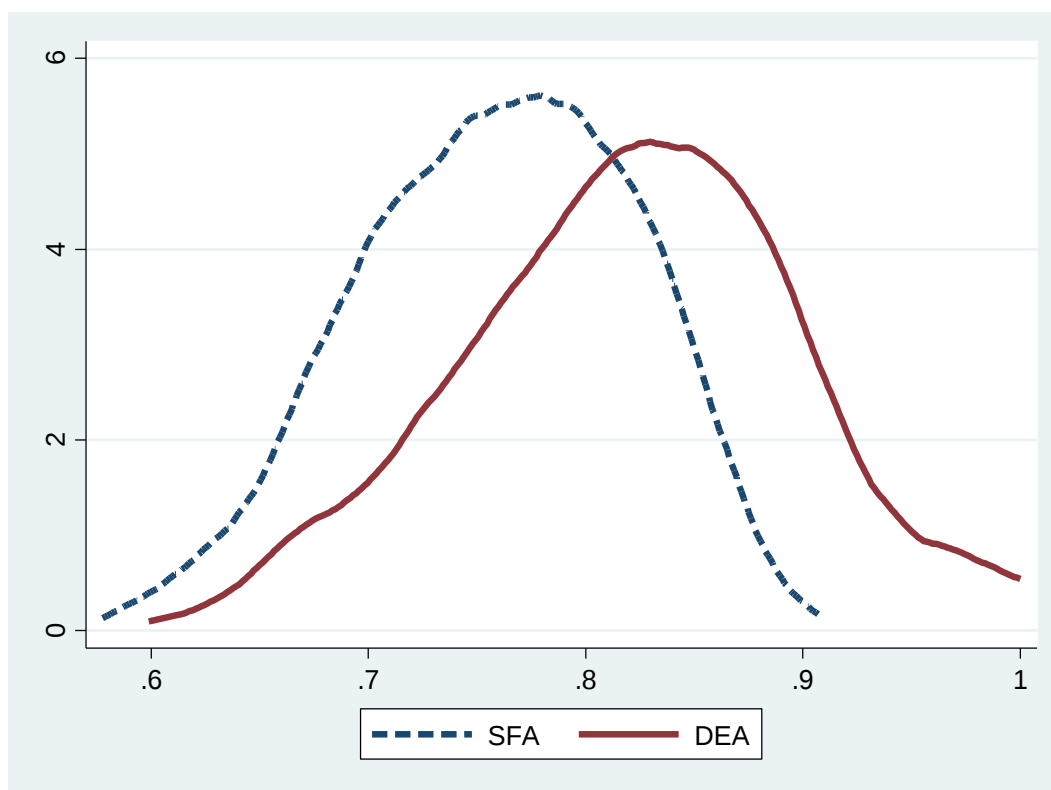
¹³ המחירים p_1 עד p_4 מוגדרים בטבלה 3.

תרשים 9 – צפיפות היעילות הטכנית במדגם



תרשים 10 – צפיפות יעילות ההקצאה במדגם





ניתן להבחין מהתבוננות בתרשים 11 שקיים דמיון מסוים בצורת ההתפלגות של מדד היעילות הכלכלית החזוי משני המודלים. על אף הדמיון הניכר, בעוד שמודל SFA זוקף את עיקר השונות ביעילות המשקים לחוסר יכולתם להקצות את התשומות בהתאם למחיריהם (תרשים 10), זוקף המודל השני את עיקר השונות לחוסר היעילות של המשקים להשיא את תפוקתם בעזרת גורמי היצור שבידיהם (תרשים 9). נוסף על כך, מקדמי המתאם המחושבים בין מרכיבי מדדי היעילות משני המודלים, דהיינו היעילות הטכנית, יעילות ההקצאה והיעילות הכלכלית, הם 0.622, 0.414 ו-0.543 בהתאמה¹⁴.

תופעה זו של אי התאמה מלאה בין שני המודלים אינה זרה לספרות. כך למשל Sharma et al. (1999) במחקרם על יעילותם של מגדלי חזירים בהוואי, מדווחים על מקדמי מתאם של 0.718, 0.327 ו-0.558 ליעילות הטכנית, יעילות ההקצאה והיעילות הכלכלית בהתאמה. במבחן לבדיקת שוויון ממוצעים מוצאים החוקרים כי ממוצעי יעילות ההקצאה והיעילות הכלכלית גבוהים יותר במודל DEA מאשר במודל SFA. במחקר על יעילותם של מגדלי אורז בבנגלדש מדווח Wadud (2003), על מקדמי מתאם 0.61, 0.05 ו-0.51, ובהשוואת ממוצעי מרכיבי היעילות מוצא את כל ממוצעי מודל SFA גבוהים יותר באופן מובהק סטטיסטית, ביחס למודל DEA. תדירות התופעה בספרות אין בה די בכדי למצות את הדיון בנושא זה. (Johansson (2005) במחקרה על יעילות ענף

¹⁴ ראוי לציין בשלב זה כי הנחת העבודה באמידת מודל DEA היא שהטכנולוגיה בכל השנים קבועה, זאת עקב מגבלות טכניות. אם שנות המדגם מאופיינות בשיפור טכנולוגי, הרי שתוצאות המודל מוטות ולא ניתן להבדיל בין התייעלות המשקים והשיפור שהתרחש בלאו הכי. (דיון בנושא זה מוצג בהרחבה בנספח 4).

ייצור החלב בשוודיה בעקבות תוצאות דומות של ממוצעי מדדי יעילות נמוכים יותר במודל SFA, מחליטה להתמקד בתוצאות מודל DEA בלבד. לטענת החוקרת ממצא מסוג זה מעיד על בחירת מבנה שגוי לפונקציית הייצור במודל SFA. ביקורת נוספת בספרות על מודל SFA קשורה בהנחה עליה נשענת מציאת חזית הייצור, והיא שאקראיות הייצור, אשר תלויה בגורמים שמחוץ לשליטת היצרן, ומקדם חוסר היעילות, אינם תלויים זו בזו. (Kopp & Diewert 1982) ו-Kumbhakar, Ghosh & McGuckin (1991) טוענים שהיצרנים מודעים לרמת היעילות שלהם, עובדה המשפיעה על בחירת התשומות שלהם בשלב קבלת ההחלטות, ולכן אמידת חזית הייצור ומקדמיה עלולים להניב תוצאות מוטות¹⁵.

נבחן כעת את היעילות הממוצעת בקבוצות האוכלוסייה השונות במדגם. בטבלה 5 מוצגים ממוצעי המדדים ממודל SFA וממודל DEA, בחלוקה לפי המגזר והמבנה הניהולי של המשקים.

טבלה 5 – ממוצעי אומדי מדדי היעילות לפי מגזר ומבנה ניהולי

סך הכול		שותפות		יצרן בודד			
DEA	SFA	DEA	SFA	DEA	SFA		
84.95	92.69	82.34	92.52	85.76	92.74	TE	מושב
93.85	76.65	93.80	80.05	93.86	75.61	AE	
79.68	71.04	77.19	74.05	80.44	70.11	EE	
90.12	93.11	92.43	91.86	89.58	93.40	TE	קיבוץ
95.45	85.99	96.15	89.83	95.28	85.10	AE	
86.01	80.05	88.88	82.51	85.34	79.48	EE	
85.89	92.77	83.86	92.42	86.48	92.87	TE	סך הכול
94.14	78.34	94.16	81.52	94.13	77.41	AE	
80.82	72.67	78.95	75.32	81.37	71.89	EE	
מבנה ניהולי				מגזר			
EE	AE	TE	EE	AE	TE		
***	***	***	***	***	n.s	SFA	K – W
n.s	n.s	n.s	***	***	***	DEA	

* מובהקות ברמה של 10% / ** מובהקות ברמה של 5% / *** מובהקות ברמה של 1%

¹⁵ על אף מגוון המחקרים והדעות עדיין לא שוררת הסכמה לגבי שיטת האמידה הטובה ביותר, או לגבי השפעתה של צורה פונקציונאלית זו או אחרת על מדדי היעילות החזויים.

מבחן Kruskal - Wallis [Brownlee (1965)] הוא מבחן לא פרמטרי למציאת הבדלים בין קבוצות אוכלוסייה שונות. המבחן מתבסס על דירוג המשתנה הנבדק על פי ערכיו ללא התייחסות למרווחים ביניהם. בשלב ראשון במבחן מקבלת כל תצפית דירוג על פי מיקומו של ערך המשתנה ביחס לכלל המדגם. בשלב השני מסוכמים הדירוגים עבור כל תת אוכלוסייה, ונבדקים הפרשי הסכומים ביחס להתפלגות χ^2 , בכדי לקבוע האם קיים הבדל משמעותי בדירוגי התצפיות בין הקבוצות. בתחתית טבלה 5 מוצגת מובהקותם הסטטיסטית של מבחני K - W לבדיקת הבדלי הדירוגים בין שני המגזרים, ושני סוגי מבנה הניהול ביחס להתפלגות χ^2 עם דרגת חופש אחת.

להוציא את היעילות הטכנית ממודל SFA ויעילות ההקצאה ממודל DEA, שהתפלגותן הצפופה באוכלוסיית המדגם מקשה על היכולת להשוות בין התצפיות על פיהן, ניתן לראות מהטבלה שממוצעי מדדי היעילות בקיבוצים גבוהים יותר עבור משקים המנוהלים בשותפות על פניו אלו שלא. במושבים, לעומת זאת, בעוד שממוצעי המדדים ממודל SFA גבוהים יותר עבור משקים בשותפות, ממוצעי המדדים ממודל DEA דווקא גבוהים יותר עבור משקים המנוהלים על ידי יצרן בודד. ניתן גם להבחין בבירור כי משקי הקיבוצים יעילים יותר בממוצע על פני כלל המדגם, ובכל אחת מתתי האוכלוסיות, ממשקי המושבים. מבחן K - W מחזק מסקנות אלו, וניתן לראות שההבדלים בדירוג ערכי המדדים בין המגזר השיתופי למגזר המשפחתי, מובהקים כמעט ללא יוצא דופן בשני המודלים. חוסר המובהקות של מבחן K - W בין סוגי המבנה הניהולי במגזר המשפחתי, בנוסף על הסתירה בין תוצאות המודלים לגבי אפיון היעילות עם המבנה הניהולי של הרפת במגזר זה, מצריכים בחינה מעמיקה יותר אשר תידון בהמשך.

ניתוח דומה לבדיקת אפיון יעילות המשקים לפי השתייכותם לאזור גיאוגרפי, מניב אף הוא תוצאות שאינן חד משמעיות – אך עדיין שימושיות ומעניקות תמונה מפורטת יותר על המצב הקיים במדגם. ממוצעי מדדי היעילות משני המודלים מוצגים בטבלה 6 בחלוקה לפי האזורים הגיאוגרפיים. בתחתית הטבלה מוצגת מובהקות מבחני K - W ביחס להתפלגות χ^2 עם 4 דרגות חופש.

כפי שכבר צוין, המתאם בין דירוגי המשקים לפי מדדי היעילות בין מודל SFA למודל DEA אינו מעיד על אחידות גבוהה בין התוצאות, אם כי ניתן עדיין להצביע על דמיון מסוים בדירוג האזורים לפי ממוצעי המדדים. כך למשל אזור המרכז המדורג כיעיל ביותר לפי מודל SFA, מדורג מיד אחרי אזור הצפון שמדורג כיעיל ביותר לפי תוצאות מודל DEA. האזור הכי פחות יעיל לפי מודל DEA הוא אזור ההר והשפלה, ולפי מודל SFA נמצא אזור זה במקום אחד לפני האחרון, בדירוג האזורים לפי ממוצעי היעילות של המשקים השייכים להם. מבחן K - W לבחינת ההבדלים בין דירוג המשקים בכל אזור מובהק סטטיסטית בכל אחד מהמדדים, מלבד היעילות הטכנית ממודל SFA, תוצאה המחזקת את המסקנה כי המשקים באזורים השונים, נבדלים ביניהם ביעילותם.

טבלה 6 – ממוצעי אומדי מדדי היעילות לפי אזור גיאוגרפי

	DEA			SFA		
	EE	AE	TE	EE	AE	TE
אזור דרום	80.25	93.34	86.00	71.22	76.94	92.58
אזור מרכז	81.32	94.61	86.02	75.48	81.22	92.95
אזור הדרום והשפלה	78.04	93.86	83.29	71.42	77.43	92.22
אזור העמקים	80.14	94.21	85.08	73.62	79.02	93.19
אזור צפון	85.89	95.05	90.33	72.31	78.03	92.70
K – W	***	**	***	***	***	n.s

* מובהקות ברמה של 10% / ** מובהקות ברמה של 5% / *** מובהקות ברמה של 1%

4.2.1 אפיון היעילות על ידי תכונות המשקים

עד לשלב זה נבחנו ממוצעי היעילות הנאמדת, ועל אף שההשוואות בין קבוצות האוכלוסייה הנבדקות הניבו תוצאות חשובות, אפיון היעילות על ידי הוספת תכונות משק נוספות, ובחינתן במקביל לאלו שכבר נבדקו, יכולה להוסיף על מה שכבר נלמד. התכונות המבדילות בין המשקים וניתנות למדידה במדגם זה הן גודל המשק אשר מיוצג על ידי המכסה, המגזר אליו המשק משתייך, האזור הגיאוגרפי בו הוא מייצר והמבנה הניהולי שלו. במטרה להצביע על התכונות המאפיינות את יעילותם של המשקים מציעה הספרות מגוון רחב של שיטות אמידה, וקצרה היריעה על מחקר זה מלהכיל את הדיון לגבי שיטות אלו, חסרונותיהן ויתרונותיהן. שיטה נפוצה בספרות לקביעת מאפייני היעילות היא שיטת הרגרסיה בשלב שני. אמנם שיטה זו אינה חפה מביקורת [Coelli (1995), Kumbhakar, Gosh & McGuckin (1991)], אך ניתן עם זאת למצוא נימוקים לשימוש בה [Kalirajan (1991), Ray (1985)]. מכיוון שלא קיימת הסכמה לגבי עליונותה של מי מהשיטות המוכרות לאמידת אפיונה של היעילות [Bravo - Ureta & Pinheiro (1993)], נראה נכון להשתמש בשיטת השלב השני. על פי שיטה זו תבוצע רגרסיה של אומדי היעילות החזויים ממודל SFA ו-DEA על סדרת תכונות המשקים השונות. תוצאות המודל עבור כל אחד ממדדי היעילות החזויים ממודל SFA ומודל DEA מוצגות בטבלה 16.

¹⁶ עבור מודל DEA נבחנו מאפייני היעילות גם עבור אומד מדד היעילות לגודל [פרק 3, משוואה (5)].

טבלה 7 – מודל רגרסיה בשלב שני לאפיון היעילות

	DEA				SFA			
	SE	EE	AE	TE	EE	AE	TE	
חותך	0.84 ***	0.766 ***	0.923 ***	0.832 ***	0.677 ***	0.731 ***	0.926 ***	
מכסה (מיליון ליטר)	-0.002	0.015 ***	0.004 **	0.012 ***	0.011 ***	0.012 ***	0.00007	
מגזר שיתופי	0.116 ***	0.012	0.004	0.008	0.059 ***	0.059 ***	0.0034	
שותפות	0.06 ***	-0.037 ***	-0.001	-0.038 ***	0.031 ***	0.037 ***	-0.004	
שנת 2005	0.016	0.033 ***	0.006	0.028 **	0.002	0.0023	-0.0002	
שנת 2007	0.036 ***	0.023 **	0.0091	0.015	0.005	0.0034	0.002	
שנת 2009	0.058 ***	0.044 ***	0.0002	0.045 ***	-0.023 ***	-0.023 ***	-0.0014	
אזור מרכז	0.015	0.009	0.012	-0.001	0.041 ***	0.041 ***	0.004	
אזור ההר והשפלה	0.032 **	-0.015	0.007	-0.022	0.017 **	0.021 ***	-0.0033	
אזור העמקים	0.022 **	-0.001	0.009	-0.011	0.035 ***	0.032 ***	0.005	
אזור צפון	0.0007	0.053 ***	0.017 **	0.04 ***	0.018 **	0.019 **	0.0008	
סטטיסטי F (10,495)	46.67 ***	21.04 ***	4.66 ***	15.24 ***	63.79 ***	104.32 ***	0.67	
R ²	0.4479	0.2580	0.068	0.2069	0.4893	0.5619	0.012	

* מובהקות ברמה של 10% / ** מובהקות ברמה של 5% / *** מובהקות ברמה של 1%

הערכים המופיעים בגוף הטבלה מייצגים את תרומתו השולית של כל משתנה לערך המדד הנבדק כאשר שאר המשתנים קבועים. קבוצת המשקים המושמטת מהטבלה ומשמשת כבסיס להתייחסות היא משקי אזור הדרום, שנדגמו בשנת 2003, מהמגזר המשפחתי, אשר מנוהלים על ידי יצרן בודד. מתוצאות שני המודלים עולה כי קיים יתרון לגודל, זאת על פי מקדם המכסה החיובי ברוב המדדים. דמיון נוסף הוא היעילות הגבוהה יותר של משקי המגזר השיתופי, אם כי במודל DEA רק עבור יעילות הגודל מקדם המגזר מובהק סטטיסטית. ההבדלים בתחזיות שני המודלים ניכרים מהטבלה. כך למשל בעוד שמודל SFA חוזה כי משקים בשותפות מאופיינים ביעילות כלכלית ויעילות הקצאה גבוהות יותר, חוזה מודל DEA שמשקים אלו מאופיינים ביעילות לגודל גבוהה יותר, ויעילות כלכלית וטכנית נמוכה יותר. גם לגבי התייעלות הענף במהלך הרפורמה, התמונה העולה מתוצאות הרגרסיות אינה ברורה מספיק. בעוד שאומדי המקדמים לשנים במודל SFA מעידים על דעיכה ביעילות בשנת המדגם האחרונה, מתוצאות מודל DEA דווקא מצטיירת מגמת התייעלות ומקדמי השנים מובהקים סטטיסטית ברובם. חלוקת המשקים לפי אזורים גיאוגרפיים נועדה לבחון השפעות אקלימיות שונות. גם לאחר הרגרסיה של השלב השני נותרה השפעת האקלים על היעילות עמומה משתי סיבות. סיבה אחת היא הסתירה בתוצאות שני המודלים, בעוד שמודל SFA מדרג את אזור המרכז כיעיל ביותר, אחריו את אזור העמקים, ואחריו את אזור הצפון ואזור ההר והשפלה, ולבסוף את אזור הדרום לפי היעילות הכלכלית ויעילות ההקצאה של המשקים בהם, מדרג מודל DEA את אזור הצפון מעל שאר האזורים לפי היעילות הכלכלית, יעילות ההקצאה והיעילות הטכנית. סיבה נוספת היא שעל פי התוצאות לא נמצא קשר חד משמעי בין היעילות למשקים מאזורים המאופיינים באקלים מובהק. (לדוגמא אזור הדרום מאופיין באקלים חם ואזור הצפון ואזור ההר מאופיינים באקלים קר). עם זאת ניתן לומר שעל פי תוצאות שני המודלים משקי אזור הצפון יעילים יותר ממשקי הדרום, וייתכן שממצא זה מעיד על יעילות גבוהה יותר המתואמת עם אקלים קר יותר¹⁷.

בחלקה התחתון של טבלה 7 מוצגים שני מדדים. הראשון הוא ערך סטטיסטי אשר מחושב עבור מבחן לבדיקת ההשערה שכל מקדמי הרגרסיה שווים אפס, מלבד החותך. מובהקות המבחן נבדקת תחת ההנחה שאותו ערך סטטיסטי שייך להתפלגות F, עם דרגות החופש המצוינות בסוגריים. השערה זו נדחת בכל אחד מהמבחנים ברמת מובהקות סטטיסטית של 1%, מלבד עבור היעילות הטכנית ממודל SFA, אשר לפי תוצאות הרגרסיה נראה כי לא מושפעת כלל מתכונות המשק הנבדקות. המדד השני הוא R^2 אשר מייצג את אחוז השונות המוסברת על ידי תכונות המשקים¹⁸. מהשוואת תוצאות המודל עולה כי המשתנים הנבדקים מצליחים להסביר טוב יותר את השונות במדדי היעילות ממודל SFA מאשר במודל DEA. בולטים מהטבלה אחוזי השונות

¹⁷ על מנת לבדוד באמת את השפעות האקלים יש להיעזר במשתנים נוספים, לדוגמא מידע על שיטת הצינון ברפת שאינו היה זמין למחקר זה.

¹⁸ בערכו הגבוה ביותר מקבל מדד R^2 את הערך 56.19%. הוספת משתנים מסבירים שנמצאו במחקרים אחרים כמשפיעים על היעילות כגון השכלה, הבדלים טכנולוגיים המיוצגים למשל על ידי רמות שונות של ציוד חליבה, קיומו של מרכז מזון בבעלות המשק ועוד ייתכן והייתה משפרת את מידת ההתאמה של המודל. נתונים על משתנים אלו לא היו זמינים למחקר זה ועל כן לא נעשה בהם שימוש בניתוחים השונים.

המוסברת הנמוכים במדד היעילות הטכנית ממודל SFA, ובמדד יעילות ההקצאה ממודל DEA, 1.2% ו- 6.8% בהתאמה.

בחינת ממוצעי אומד מדד יעילות הגודל שהוגדר בפרק 3 (משוואה 4), מאפשרת הבנה עמוקה יותר של הקשר בין יעילותם של המשקים לגודלם, שנמדד לפי מספר החולבות בעדר. ניתן למשל להתייחס למשק דמיוני שערך מדד יעילות הגודל שלו שווה לאחד. אם מעוניין משק מסוג זה להתייעל ואין זה משנה מה גודלו – הגדלת העדר בלבד לא תתרום לו דבר בניסיון להשיג את מטרתו. ממוצעי מדד יעילות הגודל של קבוצות המשקים, כאשר אלה מחולקים לפי מספר החולבות בעדר מוצגים בטבלה 8.

טבלה 8 – יעילות לגודל לפי מספר חולבות¹⁹

2009	2007	2005	2003	
89.28	87.44	82.71	79.57	עד 50 חולבות
94.48	92.62	92.23	89.06	100 - 50
97.90	98.08	97.54	95.37	200 - 100
99.73	99.69	99.72	99.54	400 - 200
98.99	99.17	98.91	99.83	מעל 400 חולבות

ניתן למשל לראות מנתוני שנת 2003, כי בקבוצת המשקים הקטנים ביותר מתאפשרת הקטנה ממוצעת של כ- 20% בכמות התשומות, תוך שמירה על רמת התפוקה הקיימת, לו היו המשקים גדלים לרמה בה תשואתם לגודל תהיה קבועה. בקבוצת המשקים הגדולים ביותר התייעלות פוטנציאלית דומה תאפשר צמצום של פחות משתי עשיריות האחוז בתשומות, תוך שמירה על רמת התפוקה הקיימת. הפער ביעילות הגודל בין המשקים הגדולים והקטנים הולך ומצטמצם באופן משמעותי לאורך שנות הרפורמה, וניתן לראות כי בשנת 2009, ההתייעלות הפוטנציאלית של המשקים הקטנים היא רק 10% – חצי ממה שהייתה בשנת 2003.

התפלגות התשואה לגודל של המשקים בכל אחת מתתי האוכלוסיות השונות במדגם מוצגת בטבלה 9 בחלוקה לשנים, כאשר תחומי התשואה לגודל האפשריים הם, תשואה עולה (irs), קבועה (crs) או יורדת (drs) לגודל. משק המאופיין בתשואה קבועה לגודל הוא משק עבורו מדד יעילות הגודל שווה ל- 100%.

¹⁹ כיוון שחלוקת המשקים לרמות לפי גודל העדר מתואמת באופן משמעותי אם חלוקתם למגורים ולמבנה הניהולי שלהם, לא נעשה שימוש במשתנה גודל העדר בנייתוחים השונים והוא משמש להצגת התוצאות בלבד.

טבלה 9 – התפלגות תשואה לגודל בקבוצות אוכלוסייה

קיבוץ		מושב			
שותפות	יצרן בודד	שותפות	יצרן בודד		
33.5%	73.1%	94.7%	100%	irs	2003
40.5%	15.9%	5.3%	—	crs	
26%	11%	—	—	drs	
16	185	173	642	מספר רפתות	
—	53.7%	100%	100%	irs	2005
15.2%	28.2%	—	—	crs	
84.8%	18.1%	—	—	drs	
24	162	141	697	מספר רפתות	
10.5%	54.1%	90.7%	97.3%	irs	2007
17.1%	24%	2.5%	2.7%	crs	
72.4%	21.9%	6.8%		drs	
48	103	195	624	מספר רפתות	
4.7%	63.2%	100%	100%	irs	2009
22.8%	31.4%	—	—	crs	
72.5%	5.4%	—	—	drs	
45	121	241	477	מספר רפתות	

ניתן להבחין מהטבלה שענף הרפת מאופיין ברובו בתשואה עולה לגודל, כלומר ברוב המשקים בענף קיים הפוטנציאל להתייעל טכנית, ולצמצם את כמות התשומות בה הם משתמשים לייצור ליטר חלב, על ידי הגדלת המשק. מהשוואת שני המגזרים ניתן לראות שרוב משקי המגזר המשפחתי ללא הבדל בצורת המבנה הניהולי, נמצאים בתחום של תשואה עולה לגודל. לעומת זאת, נראה שמספר הולך וגדל של משקים שיתופיים מצליחים לאורך השנים למצות את דרך הפעולה של הגדלת המשק בכדי להתייעל. אמנם קיים הבדל במגזר השיתופי, כאשר בוחנים את מבנהו הניהולי של המשק. בעוד ששיעור השותפויות במגזר, הנמצאות בתחום של תשואה יורדת לגודל, הולך וגדל (כלומר, משקים אשר עברו את הגודל המיטבי עבורם), מספר הקיבוצים המנהלים את הרפת שלהם בעצמם אשר נמצאים בתחום זה דווקא קטן. נוסף על כך ניתן לראות שרוב המשקים השיתופיים הנמצאים בתחום של תשואה עולה לגודל, הם משקים המנוהלים על ידי יצרן בודד, אם כי מספרם הולך וקטן עם השנים. ניתוח יעילות הגודל של המשקים ותחום התשואה לגודל שלהם מלמדים כי פוטנציאל ההתייעלות בענף, הטמון בהגדלת הרפתות, הולך ומצטמצם במהלך הרפורמה, ושפוטנציאל זה עדיין משמעותי בעיקר במגזר המשפחתי.

ניתוח אשכולות הוא כלי סטטיסטי, אשר בעזרתו ניתן לקבץ תצפיות בעלות אופי דומה סביב מרכז אקראי, או כזה הידוע מראש. קביעת התכונות לקיבוץ התצפיות תלויה בהחלטות החוקר, וניתן לאפיין את הדמיון ביניהן לפי תכונה אחת או יותר. אופן יצירת הקבוצות על ידי ניתוח האשכולות, מחייב שההבדל ביניהן על פי המאפיינים הנבחרים יהיה מובהק סטטיסטית. לטובת מחקר זה נעשה שימוש בניתוח האשכולות על מנת להבחין בין קבוצות משקים המחולקות על פי דירוג היעילות הכלכלית החזויה שלהן. ניתן למשל לחזק או לסתור, בעזרת ניתוח האשכולות, תוצאות לגבי הקשר בין היעילות לבין מגזר המשק והמבנה הניהולי שלו. בטבלה 10 מוצגת חלוקת המשקים במדגם לחמש קבוצות יעילות, כאשר קבוצה מספר 1 היא קבוצת המשקים בעלי דירוגי היעילות הגבוהים ביותר במדגם. אחריה מסודרים באופן היררכי שאר קבוצות היעילות עד לקבוצה מספר 5, שבה מקובצים כל המשקים בעלי דירוגי היעילות הנמוכים ביותר במדגם. הנתונים המוצגים בטבלה הם שיעור המשקים בכל קבוצה מתוך תת האוכלוסייה הרלוונטית.

טבלה 10 – התפלגות המשקים באוכלוסיות המדגם לפי קבוצות יעילות

מספר קבוצה	SFA				DEA			
	מגזר משפחתי		מגזר שיתופי		מגזר משפחתי		מגזר שיתופי	
	יצרן בודד	שותפות	יצרן בודד	שותפות	יצרן בודד	שותפות	יצרן בודד	שותפות
1	0.29%	5.60%	17.65%	47.73%	8.51%	—	10.05%	32.38%
2	2.68%	14.54%	45.71%	41.17%	17.22%	18.56%	45.55%	43.70%
3	19.94%	30.42%	29.30%	11.10%	35.18%	23.93%	34.21%	21.35%
4	43.08%	36.01%	7.34%	—	26.80%	36.72%	9.34%	2.56%
5	34.01%	13.43%	—	—	12.29%	20.80%	0.86%	—

מהטבלה ניתן להבחין שאחוז ניכר משותפויות המגזר השיתופי נמצאות בשתי קבוצות היעילות הגבוהות ביותר, עבור תוצאות שני המודלים. עם זאת תוצאות המודלים חלוקות מעט לגבי התפלגות המשקים המשפחתיים המנוהלים על ידי יצרן בודד. לפי מודל SFA מרוכזים רוב משקי אוכלוסייה זו בקבוצות היעילות הנמוכות במדגם, ואילו לפי מודל DEA אחוז לא מבוטל ממשקי האוכלוסייה מאופיין דווקא ביעילות גבוהה. התפלגות שותפויות המגזר המשפחתי ומשקי המגזר השיתופי שאינם בשותפות דומה בשני המודלים. תוצאות אלו עקביות לתוצאות שהתקבלו מניתוחים קודמים בפרק זה, ומחזקות את המסקנה שעל אף ההבדלים הניכרים בין תוצאות מודל SFA ומודל DEA, שני המודלים מצביעים על עליונותן של שותפויות המגזר השיתופי במדגם על פי יעילותם.

4.2.2 פוערים טכנולוגיים

רעיון מעטפת חזית הייצור (Meta production frontier) הוצג לראשונה על ידי Hayami (1969) ו- Hayami and Ruttan (1970, 1971). העיקרון שמנחה את רעיון המעטפת הוא הפרדה בין יעילותו הטכנית של היצרן – הקשורה ישירות בהחלטותיו, (יכולותיו הניהוליות, בחירת הרכב התשומות ועוד), לבין הפוערים הטכנולוגיים אשר נכפים עליו בגלל סיבות שאינן בשליטתו. (אקלים במדינה בה הוא מייצר, מגבלות רגולטוריות על שיטת הייצור ועוד). הפרדה זו על פי רעיון המעטפת מתאפשרת על ידי אמידה של כמה חזיתות ייצור, כל אחת רלוונטית לתת-אוכלוסייה מתוך מדגם נתון. (שיטת האמידה מפורטת בהמשך). פיתוח הרעיון לכדי מודלים המתאימים לשיטת האמידה הלא פרמטרית DEA, ושיטת האמידה הסטוכסטית SFA בהן נעשה שימוש בעבודה זו, ניתן למצוא במחקריהם של Battese and Rao (2002), Battese et al. (2004) ו-O'donnell et al. (2008). במחקר לבדיקת קיומם של פוערים טכנולוגיים בין ענפי ייצור החלב והדגנים של הונגריה וצרפת, נעזרים Latruffe et al. (2012) במדד Meta - Technology Ratio (MTR):

$$(36) \quad MTR_i = \frac{TE_i}{TE_i^k}$$

MTR הוא היחס בין שני מדדי יעילות טכנית של משק מסוים, כאשר מדגם המשקים המשמש לאמידת חזית הייצור היעילה, משתנה בין שני המדדים. פעם אחת נאמדת יעילותו של כל משק ביחס לחזית הייצור של הקבוצה אליה משתייך, ופעם שנייה נאמדת היעילות ביחס לחזית הייצור של כל משקי המדגם יחד²⁰.

ב-(36), TE_i היא היעילות הטכנית של המשק ה- i ביחס לחזית הייצור של כלל המדגם, ו- TE_i^k היא היעילות הטכנית של המשק ה- i ביחס לחזית הייצור של האוכלוסייה k . לפי הגדרתו היחס MTR חייב להיות קטן או שווה בערכו לאחד. אם עבור משק מסוים ערך המדד המתקבל הוא אחד, משתמע שהשתייכותו של משק זה אל תת אוכלוסייה k , אינה מונעת ממנו נגישות לטכנולוגיה אשר נמצאת ברשות היצרנים היעילים ביותר באוכלוסייה כולה.

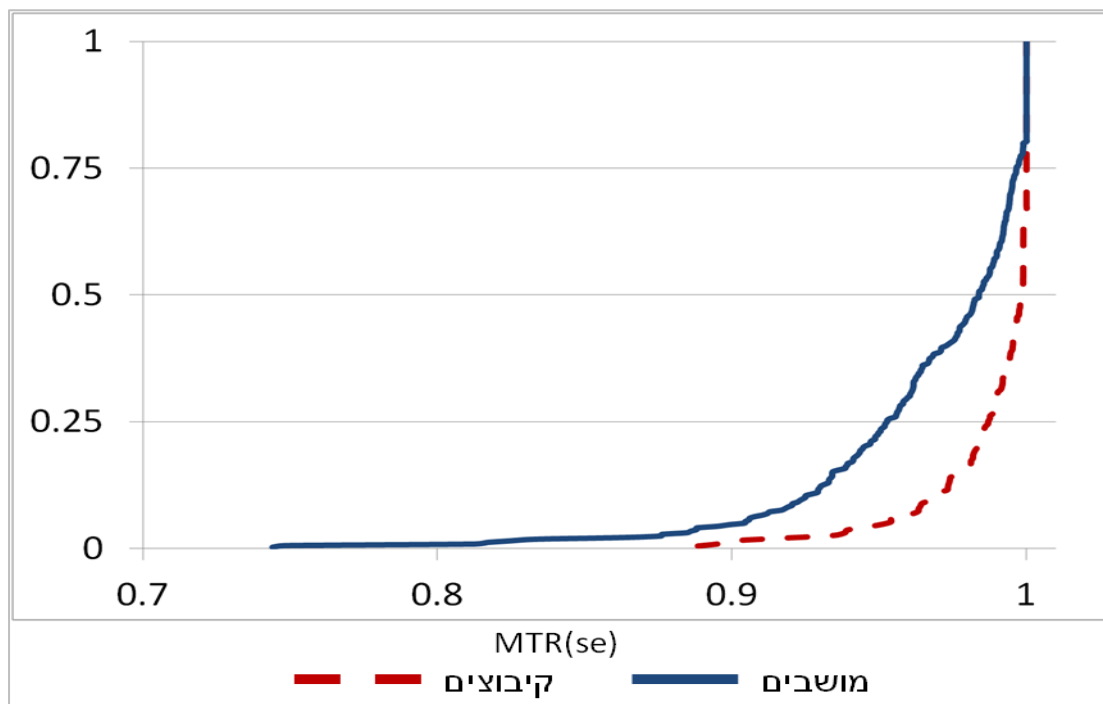
השונוות הנמוכה בין התצפיות על פי אומדן מדד היעילות הטכנית ממודל SFA, מגבילה את יכולת הניתוחיים הסטטיסטיים להניב תוצאות איכותיות על משמעות שונותם של המשקים במדגם. לכן ניתוח הפער הטכנולוגי בין המשקים במחקר זה נעשה על ידי שימוש בשיטת האמידה המתאימה למודל DEA. בפרט מעניין להשתמש בשיטה לאמידת הפוערים הטכנולוגיים על מנת לחדד את התוצאות הקיימות עד לשלב זה. נוסף על כך ניתן לבחון בעזרת שיטה זו את ההבדלים בין שני המגזרים, ובין שני סוגי מבנה הניהול הקיימים במדגם. לצורך מטרה זו חושבו מדדי יעילות

²⁰ חזית כל משקי המדגם, נקראת Meta frontier. שכן, היא מייצגת את הטכנולוגיה הטובה ביותר במדגם.

טכנית עבור המשקים במדגם ביחס לארבע חזיתות ייצור נוספות – אחת לכל תת אוכלוסייה (קיבוצים, מושבים, שותפויות ויצרנים בודדים). האינדקס se מורה כי מדד יעילותו הטכנית של משק מסוים חושב ביחס לחזית הייצור היעילה של המגזר אליו משתייך, והאינדקס ms מציין כי מדד היעילות הטכנית של אותו המשק חושב ביחס לחזית הייצור של משקים בעלי מבנה ניהולי זהה לשלו. מדד יעילותו הטכנית של כל משק ביחס לכלל המדגם הוא המונה בשני מדדי היחס $MTR(se)$ ו- $MTR(ms)$, כאשר המכנה בכל אחד מהמדדים עבור אותו המשק הוא מדד יעילותו הטכנית ביחס לחזית האוכלוסייה אליה הוא משתייך בהתאמה, וכמפורט לעיל.

בתרשים 12 מוצגת ההתפלגות המצטברת של מדד $MTR(se)$ בשני המגזרים. ניתן להבחין שמדד $MTR(se)$ מקבל ערכים נמוכים יותר ברפתות המושביות במדגם מאשר ברפתות הקיבוצים. המסקנה המשתמעת מכך היא שחזית הייצור היעילה של המשקים המושביים רחוקה יותר מהחזית היעילה של כלל הענף, מאשר חזית הייצור היעילה של הקיבוצים. קביעה אחרונה זו מצביעה על כך שקיים פער טכנולוגי בענף הנובע מחוסר יכולתם של המשקים המושביים לנצל את הטכנולוגיה הזמינה והטובה ביותר בענף, אם כי הריכוז של ערכי מדד $MTR(se)$ בשני המגזרים סביב ערכיו הגבוהים ביותר מעיד על כך שאותו פער טכנולוגי הוא קטן יחסית.

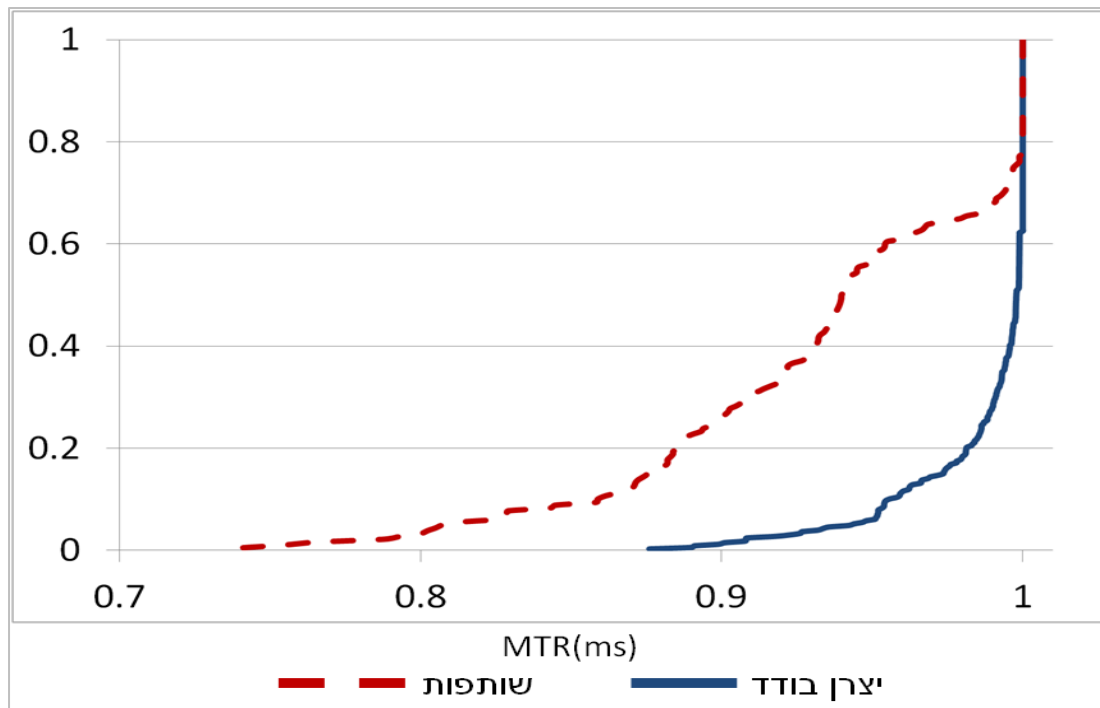
תרשים 12 – התפלגות מצטברת של מדד $MTR(se)$ לפי מגזר



בתרשים 13 מוצגת ההתפלגות המצטברת של מדד $MTR(ms)$ עבור משקים של יצרנים בודדים ושותפויות. מנתוני התרשים עולה כי 30% מהשותפויות במדגם הן בעלות מדד $MTR(ms)$ נמוך מ-0.9, ולעומתן מרבית היצרנים הבודדים במדגם מאופיינים בערכי מדד $MTR(ms)$ הגבוהים ביותר. הבדל זה מעיד על כך שחזית השותפויות היעילה רחוקה יותר מהחזית היעילה של כלל המדגם מאשר החזית היעילה של היצרנים הבודדים. על אף שפיזור ערכי מדד $MTR(ms)$ גדול יותר מאשר

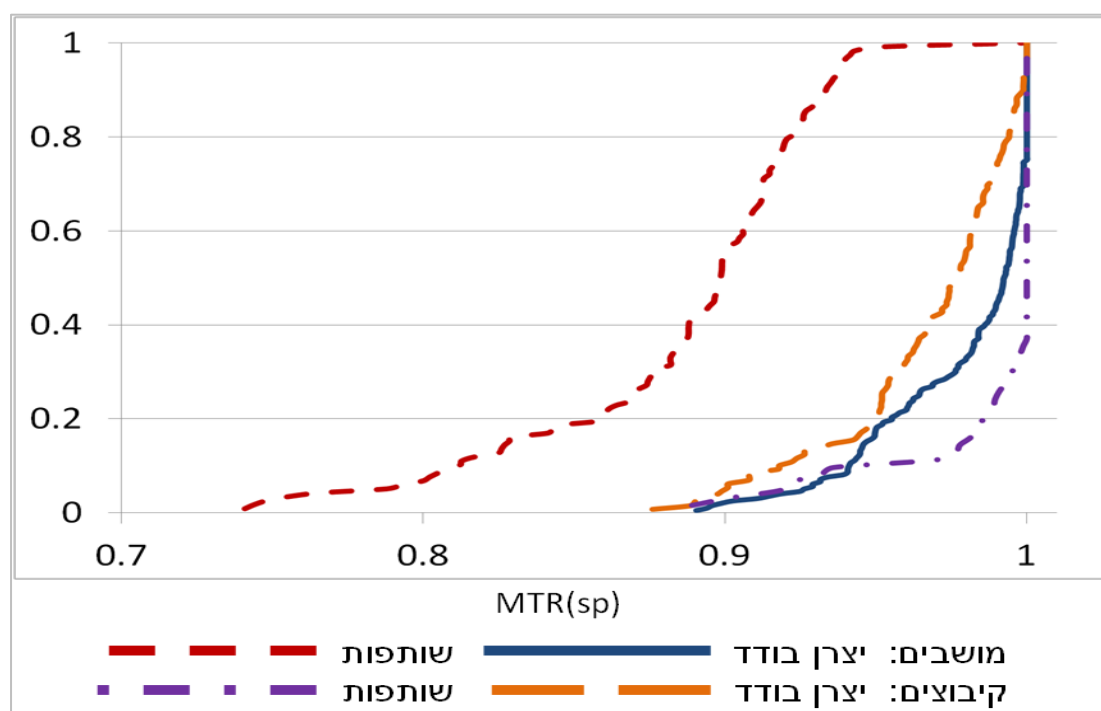
הפיזור של מדד MTR(se), ניכר מבחינת שני המדדים כי הפער הטכנולוגי בין הרפתות בענף איננו גבוה.

תרשים 13 – התפלגות מצטברת של מדד MTR(ms) לפי מבנה ניהולי



המסקנה המשתמעת מהתוצאות עד כה היא, שבחירתם של הרפתנים להתאגד לשותפויות, תורמת במידה רבה יותר להיווצרותו של הפער הטכנולוגי בענף, מאשר השתייכותם למגזר המשפחתי. עם זאת, לאור התוצאות ממודל הרגרסיה של השלב השני (טבלה 7) נראה כי התייחסות זוהי אל יצרנים בודדים בקיבוצים ובמושבים ואל שותפויות בקיבוצים ובמושבים היא ככל הנראה שגויה, וזאת בגלל פערים רחבים בגודלם של המשקים וכפועל יוצא כנראה גם בשיטות הייצור והרכב ההון שלהם. על מנת להדגיש הבדלים אלו, נאמדה גם היעילות הטכנית של המשקים ביחס לכל אחת מחזיתות הייצור היעילות של 4 תתי האוכלוסיות השונות במדגם – יצרנים בודדים במושבים, שותפויות במושבים, יצרנים בודדים בקיבוצים ושותפויות בקיבוצים. לאחר אמידה של היעילות הטכנית חושב גם מדד MTR(sp) לפי משוואה (36), והתפלגות המצטברת של מדד זה מוצגת בתרשים 14 לפי המבנה הניהולי של המשק והמגזר אליו הוא משתייך.

תרשים 14 – התפלגות מצטברת של מדד MTR(sp) לפי מבנה ניהולי ומגזר



מהתרשים עולה שהתפלגות ערכי מדד MTR(sp) באוכלוסיית השותפויות במגזר המשפחתי יוצאת דופן משאר תתי האוכלוסיות במדגם, כ- 50% ממשקי אוכלוסייה זו הם בעלי מדד MTR(sp) נמוך מ- 0.9, אשר נמצא בין הערכים הנמוכים ביותר של המדד בהתפלגותם של המשקים באוכלוסיות האחרות. ערכי מדד MTR(sp) הגבוהים בהם מאופיינים משקי המגזר השיתופי (יצרנים בודדים ושותפויות) והמשקים המנוהלים על ידי יצרן בודד במגזר המשפחתי, מעידים כי חזית היצור היעילה בכל אחת מאוכלוסיות אלו קרובה יחסית ובמידה דומה, אל חזית הייצור היעילה של כלל הענף. ניתן לומר לאור הקביעה האחרונה, כי יעילותם של המשקים באוכלוסיות אלו מושפעת במידה נמוכה מקיומם של פערים טכנולוגיים בענף. לעומת זאת, התפלגות ערכי המדד באוכלוסיית השותפויות במגזר המשפחתי, מעידה על כך שיעילותם של המשקים באוכלוסייה זו קשורה באופן ישיר לגודלו של הפער הטכנולוגי הקיים בענף.

ממוצעי מדדי MTR עבור האוכלוסיות הנבחנות מוצגים בטבלה 11. התבוננות בטבלה מחזקת את המסקנה שמסקלה של הבחירה במבנה הניהולי של המשק ביצירת הפער הטכנולוגי בענף, גבוהה יותר מאשר השתייכותו למגזר המשפחתי, וניתן להבחין שהפרש הממוצעים של מדד MTR(ms) בין יצרנים בודדים לבין משקים בשותפות (99.35 לעומת 90.69) גדול יותר מההפרש של ממוצעי מדד MTR(se) בין המגזר השיתופי לבין המגזר המשפחתי (98.62 לעומת 97.85), למרות ששני ההפרשים נמצאו מובהקים סטטיסטית ברמה של 1%. ניכר גם מנתוני הטבלה שממוצעי מדדי MTR של שותפויות המגזר המשפחתי נמוכים יותר באופן חריג ביחס לממוצעי המדדים באוכלוסיות האחרות במדגם. תוצאה זו מדגישה את חשיבותה של ההפרדה בין המגזרים בבחינתו של המבנה הניהולי ברפת, והמסקנה ככל הנראה היא שקיומו של הפער הטכנולוגי נובע

בעיקר מכך ששותפויות המגזר המשפחתי אינן משכילות להשתמש בטכנולוגיה בה משתמשות הרפתות היעילות ביותר בענף.

טבלה 11 – ממוצעי מדדי MTR עבור תתי האוכלוסיות במדגם

סך הכול	שותפות	יצרן בודד		
97.85	94.93	98.74	מושב	MTR(se)
98.62	99.91	98.32	קיבוץ	
	95.68	98.66	סך הכול	
97.24	89.09	99.74	מושב	MTR(ms)
98.05	99.73	97.66	קיבוץ	
	90.69	99.35	סך הכול	
95.94	87.95	98.39	מושב	MTR(sp)
97.16	98.64	96.82	קיבוץ	
	89.56	98.09	סך הכול	

בטבלה 12 מוצגים ממוצעים שנתיים של מדדי היעילות הטכנית שחושבו ביחס לחזית היצור היעילה של כלל המדגם, וביחס לחזיתות היעילות של כל אחת מתתי האוכלוסיות השונות במדגם (יצרנים בודדים במושבים, שותפויות במושבים, יצרנים בודדים בקיבוצים ושותפויות בקיבוצים). ניתן ללמוד מקרבתם של המשקים בתת האוכלוסייה הנבחנת אל חזית הייצור היעילה של כלל המדגם, ואל חזית הייצור היעילה באוכלוסייתם, על הקשר שבין יעילותם של המשקים בתת האוכלוסייה הרלוונטית לפער הטכנולוגי השורר בענף. אוכלוסיית השותפויות במושבים מאופיינת בהפרש הגדול ביותר בין שני ממוצעי המדדים, כאשר ההפרש השנתי הממוצע בין שני המדדים בקרב משקי אוכלוסייה זו נע בין 11.1% ל- 16.6%, בשאר תתי האוכלוסיות גודל ההפרש השנתי בין שני המדדים משתנה בין 2 עשיריות האחוז ל- 4.5% לכל היותר. ההבדל החרגי בין שותפויות המושבים לשאר תתי האוכלוסיות במדגם מחזק את המסקנה שיעילותם של משקי אוכלוסייה זו תלויה באופן ישיר בגודל הפער הטכנולוגי בענף. על פני זמן ניתן להבחין שהפרשים אלו הולכים ומצטמצמים באופן משמעותי בקרב רוב תתי האוכלוסיות במדגם, אם כי את הצמצום המשמעותי ביותר ניתן למצוא בקרב שותפויות הקיבוצים, כאשר ההפרש בין ממוצע TE(sp) לממוצע TE עבור משקי אוכלוסייה זו בשנת 2003 היה כ- 4.7%, ובשנת 2009 ההפרש הוא רק 2.5 עשיריות האחוז. מבחן t לשוויון ממוצעים מגלה שההפרשים בתת אוכלוסייה זו מובהקים רק עבור חלק משנות המדגם ושמובהקותם חלשה יותר מאשר מובהקות ההפרשים בשאר תתי האוכלוסיות הנבחנות. בחינת ממוצעי היעילות המחושבים ביחס לחזית כלל המדגם מגלה שגם התייעלותן על פני זמן של השותפויות בקיבוצים היא הגבוהה ביותר, והשינוי ביעילות הממוצעת באוכלוסייה זאת בין שנת 2003 ל- 2009 הוא כ- 11.3%. לעומת זאת השינוי הנמוך ביותר, כ- 4.5% חל בקרב הקיבוצים שאינם מנוהלים בשותפות. בחינה של אוכלוסיית היצרנים הבודדים

במושבים מגלה שההפרש בין ממוצע TE(sp) לממוצע TE של המשקים בתת האוכלוסייה הוא קבוע על פני זמן כ- 1.5%, זאת על אף התייעלות טכנית של כ- 5% בקרב משקי אוכלוסייה זו לאורך השנים. למרות שההפרש בין ממוצעי שני המדדים נמוך, העובדה שנשאר קבוע על פני זמן על אף ההתייעלות בקרב משקי האוכלוסייה מעידה על כך שגם עבור היצרנים הבודדים במושבים קיימת תלות בין יעילות המשקים לבין הפער הטכנולוגי השורר בין שני המגזרים בענף. התבוננות באוכלוסיית היצרנים הבודדים בקיבוצים מלמדת כי התייעלות דומה לזו של היצרנים הבודדים במושבים הניבה עבור המשקים בתת אוכלוסייה זו צמצום של יותר מ- 50% בהפרש בין שני מדדי היעילות, מ- 4.7% בשנת 2003, להפרש של כ- 2.7% בשנת 2009.

טבלה 12 – יעילות טכנולוגית ממוצעת ביחס לחזיתות ייצור שונות

קִיבוּץ				מוֹשָׁב				
2009	2007	2005	2003	2009	2007	2005	2003	
יצרן בודד								
91.27	91.15	89.84	87.35	88.14	84.80	86.75	83.84	TE
93.74	93.87	92.20	91.43	89.69	86.12	88.02	85.40	TE(sp)
-2.47	-2.72	-2.36	-4.08	-1.55	-1.32	-1.27	-1.56	הפרש
***	***	***	***	***	***	***	***	t-test
שותפות								
95.21	92.84	91.01	85.53	85.37	80.25	83.13	79.82	TE
95.45	94.16	92.34	89.47	94.89	92.07	94.58	93.06	TE(sp)
-0.24	-1.32	-1.33	-3.94	-9.52	-11.82	-11.45	-13.24	הפרש
*	**	n.s	*	***	***	***	***	t-test

* מובהקות ברמה של 10% / ** מובהקות ברמה של 5% / *** מובהקות ברמה של 1%

פרק 5: בחינת צעדי מדיניות להמשך תהליך ההתייעלות בענף

אחת ממטרותיו של מחקר זה היא להמליץ על צעדי מדיניות לעתיד תוך התחשבות בתוצאות אמידת היעילות. לצורך כך נבצע הדגמה להשלכות האפשריות מהמשכו של תהליך ריכוז הייצור שהונהג ברפורמה. ריכוז הייצור בידי יצרנים גדולים יותר או יעילים יותר מוביל ליעילות ממוצעת גבוהה יותר, כלומר עלות ממוצעת נמוכה יותר לליטר חלב מיוצר, כפי שמתואר גם במחקר זה. ניתן לבחון את השינוי ביעילות הממוצעת, ולכן גם בעלות הממוצעת הנובעת מריכוז הייצור, על ידי סימולציה שבה מתבצעת סגירה מלאכותית של חלק מהרפתות, הקטנות ביותר או הפחות יעילות, וחלוקת המכסה שלהן בין הרפתות הנותרות בענף. תחת ההנחה שמחיר המטרה נקבע לפי עלות הייצור ברפת הממוצעת, ניתן לאמוד את שחיקת המחיר הפוטנציאלית בעזרת שיעור השינוי ביעילות הכלכלית הממוצעת בענף, כתוצאה מהוצאת הרפתות וחלוקת המכסה שלהן בין הרפתות הנותרות. בהדגמה הנוכחית נבחנו שני קריטריונים לסגירת הרפתות, גודל העדר ויעילות כלכלית. ההדגמה מבוצעת על תצפיות 2009 כיוון שהיא השנה המאוחרת ביותר הזמינה במדגם.

השמטה של קבוצת המשקים הקטנים ביותר בענף (עד 50 חולבות) תפנה מכסה של כ- 73.5 מיליון ליטרים. על מנת שההשוואה בין ההדגמות תהיה מיטבית, הוחלט כי על פי קריטריון היעילות הכלכלית יושמטו המשקים בעלי היעילות הנמוכה ביותר, כך שסך המכסה של המשקים המושמטים תהיה קרובה ככל הניתן למספר זה. נמצא ששיעור הרפתות הפחות יעילות אותן נדרש להוציא על מנת להגיע למכסה המבוקשת, מתוך אוכלוסיית הענף לשנת 2009, היה 15.2% ו- 9.5% על פי דירוג היעילות הכלכלית שלהן מתוצאות מודל SFA ומודל DEA בהתאמה.

התפלגות המשקים בין הקבוצות לפי שני הקריטריונים, יחד עם ממוצעי היעילות הכלכלית וסטטיסטיקה תיאורית נוספת מופיעים בטבלה 13. בחינת פיזור ערכי מדד היעילות בתוך קבוצות גודל העדר, ובפרט השוואת ממוצעי היעילות בין שתי הקבוצות של הרפתות הקטנות, מלמדת כי למרות שנמצאו במחקר זה ובספרות יתרונות לגודל בתהליך הייצור וביעילות, נראה כי לא ניתן לאפיין את קבוצת הרפתות הקטנות בשנת 2009 בתור משקים פחות יעילים. נוסף על כך, בהשוואה בין שני הקריטריונים להוצאת המשקים מהמדגם, מתגלה הבדל מהותי בממוצעי היעילות בין קבוצת המשקים הקטנים, לבין קבוצת המשקים הפחות יעילים. הפרש הממוצעים בין הרפתות הקטנות לרפתות בעלות היעילות הנמוכה נע בין 9.3% לפי מודל SFA ל- 22% לפי מודל DEA. הפרשים אלו מרמזים על התועלת שיכולה לנבוע משימוש באמידת היעילות ככלי לבחינת צעדי מדיניות שיביאו להמשך הצמצום במספר היצרנים בענף הרפת.

טבלה 13 – התפלגות המשקים ויעילותם הכלכלית לפי קריטריון גודל העדר והיעילות (2009)

DEA				SFA				קבוצה
Max	Min	Mean	Pop.	Max	Min	Mean	Pop.	
לפי גודל העדר								
100	82	90.86	5.4%	88	74	81.11	5.4%	מעל 400
100	63	86.36	14.3%	82	68	76.45	14.3%	200-400
94	65	83.23	18.9%	86	64	73.18	18.9%	100-200
92	66	79.63	42.1%	85	60	68.84	42.1%	50-100
97	70	84.06	19.3%	77	63	68.55	19.3%	עד 50
לפי יעילות								
100	73	84.19	90.5%	88	65	72.90	84.8%	1
72	63	68.96	9.5%	65	60	62.72	15.2%	2

בכל אחת מן ההדגמות, המכסה של המשקים המושמטים פוזרה בין המשקים הנותרים, כאשר המכסה החדשה לכל משק חושבה לפי:

$$\text{מכסה חדשה} = \text{מכסה ישנה} \times \left(1 + \frac{\text{סך המכסות של המשקים המורשים}}{\text{סך המכסות של המשקים בענף מלבד המורשים}} \right) \quad (37)$$

בטבלה 14 מוצגים ממוצעי מדדי היעילות הכלכלית שחושבו בכל אחת מההדגמות, על פי תוצאות מודל הריבועים הפחותים שהוצג בטבלה 7, לאחר חלוקת המכסה של המשקים המושמטים בין המשקים שנותרו בענף. נוסף על כך מוצגים בטבלה אחוז המשקים ואחוז המכסה המושמטים בכל הדגמה, ושיעור השינוי באחוזים בין ממוצעי היעילות הכלכלית אחרי ההדגמה וממוצעי אומדי מדד היעילות הכלכלית החזויים על פי הרגרסיה של השלב השני, שערכם 71.36 ו-82.74 עבור מודל SFA ומודל DEA בהתאמה. ניתן לראות מהטבלה כי שיעורי השינוי בממוצעי היעילות כתוצאה מההדגמות השונות הם נמוכים. משמעות תוצאות אלו באופן מפורש יותר היא, שהשחיקה האפשרית במחיר המטרה על ידי סגירת חלק מהרפתות וחלוקת המכסה שלהן בין

המשקים הנותרים, קטנה יחסית. (פירוש זה מסתמך על ההנחה שמחיר המטרה נקבע על פי הרפת הממוצעת בענף ונכון לשנת 2009). השוואה בין הקריטריונים לסגירת הרפתות מלמדת כי ההבדלים בתוספת היעילות בין שתי ההדגמות גם הם נמוכים, עם זאת חשוב לזכור שסגירת הרפתות הקטנות משמעותה הוצאה של כ- 30% יותר רפתות מאשר לפי קריטריון היעילות בהדגמה עבור מודל SFA, ויותר מפי 2 מהרפתות במקרה של מודל DEA. על כן, אם מטרת קובעי המדיניות היא פיזור הרפתות על פני ריכוזן, הרי שהחלטה על פי קריטריון היעילות עדיפה על פני החלטה על פי גודל הרפתות.

טבלה 14 – ממוצעי יעילות כלכלית חזויים לאחר השמטת הרפתות וחלוקת המכסות שלהן

מודל	קריטריון	ממוצע יעילות כלכלית	אחוז המשקים המושמט	אחוז המכסה המושמטת	שיעור השינוי בממוצע היעילות
SFA	גודל	72.33	19.3%	5.79%	1.2%
	יעילות	72	15.2%	5.93%	0.9%
DEA	גודל	83	19.3%	5.79%	0.32%
	יעילות	83.07	9.5%	5.75%	0.4%

לצורך ההדגמה הבאה נניח כי כלל הצרכנים במשק נהנים מהתייעלות היצרנים והיא אינה נספגת בפערי התיווך. מחיר המטרה הממוצע בשנת 2009 היה 2.03 ₪ לליטר, לפי מחיר זה התייעלות היצרנים יכולה להוזיל את החלב לצרכן בין חצי אגורה לליטר (לפי מודל DEA) ל- 2.5 אגורות לליטר (לפי מודל SFA), אם יוצאו רפתות מהענף לפי גודלן. באופן דומה הוצאת רפתות מהענף על פי יעילותן, תביא תחת אותן ההנחות להוזלה של החלב לצרכן בגובה שבין 8 עשיריות האגורה ל- 2 אגורות לליטר, לפי מודל DEA ומודל SFA בהתאמה.

פרק 6: דיון ומסקנות

מחקר זה בוחן את תוצאותיה של הרפורמה בענף הרפת דרך אמידת היעילות של יחידות היצור בו. נושא אמידת היעילות מהווה נדבך חשוב בספרות הכלכלית והדיון סביבו נמשך מאמצע המאה הקודמת ועד לימינו. לדיון זה תורם המחקר הנוכחי בכך שמספק השוואה נוספת על בסיס נתונים חדשים, בין שתי שיטות מרכזיות הנפוצות בספרות לאמידת היעילות. שיטות אלו הן ניתוח חזית הייצור הסטוכסטית (SFA) ומודל התכנון הלא פרמטרי (DEA). ניתוחי מחקר זה מחזקים את הטענות הקיימות בספרות לגבי הטייתן ורגישותן של התוצאות לשיטת האמידה הנבחרת וההנחות הנלוות לה [Badunenko, Henderson & Kumbhakar (2011)]. על אף הביקורת המוכרת והפתרונות המוצעים בספרות, נבחרו שיטות האמידה המפורטות לעיל לאור מגבלות בסיס הנתונים הנוכחי, (מספר התצפיות, מחירים מחושבים לתשומות ומחסור במידע על שונות בהרכב ההון, שיטות הצינון וההזנה ברפתות), ותוצאותיהן בהחלט מספיקות על מנת לענות על שאלות המחקר המרכזיות.

מטרת תהליך הרפורמה הייתה לייעל את היצור בענף הרפת על ידי צמצום מספר היצרנים, וריכוז יצור החלב בידי יצרנים גדולים ויעילים יותר. תוצאות מחקר זה מצביעות על הצלחתה של הרפורמה להשגת מטרה זו, ועל התייעלותו של הענף לאורך השנים. התהליך האבולוציוני של פרישת יצרנים מהענף ימשך ככל הנראה, והגדלת הרפתות הקיימות כתוצאה מכך תגרור התייעלות נוספת, אם כי לא ברור עד כמה התייעלות זו תהיה משמעותית. ראשית, לא מובטח שהיצרנים שיעזבו את הענף הם היצרנים הפחות יעילים, וזאת כיוון שהסיבות לפרישה הן מורכבות יותר. שנית, כפי שעולה ממחקר זה, על אף שנמצא יתרון לגודל בייצור החלב, צמצם תהליך הרפורמה באופן ניכר את פוטנציאל ההתייעלות הגלום בהגדלת הרפתות בעתיד. חשוב לציין עם זאת שמסקנות אלה תקפות כל עוד אין שינויים טכנולוגיים נוספים אשר יכולים להרחיב את החזית היעילה.

מטרה נוספת במחקר זה הייתה מציאת תכונות המשקים המאפיינות את יעילותם, ובחינת החלטותיהם על אופן הגדלת המשק בשלבים שונים של הרפורמה. ניכר מהתוצאות שהמשקים השיתופיים יעילים יותר מהמשקים המשפחתיים, ושחלק משמעותי ביתרונם נובע מניצול היתרון לגודל. בחינת היעילות על פי המבנה הניהולי של המשק גילתה יתרון ברור לשותפויות המגזר השיתופי, ואוכלוסייה זו לפי כל אחד מהניתוחים השונים היא האוכלוסייה היעילה ביותר בענף. במגזר המשפחתי התגלתה סתירה בין תוצאות שני המודלים, ולכן לא ניתן לאפיין את יעילות המשקים עם המבנה הניהולי שלהם במגזר זה. סתירה זו נגרמת ככל הנראה משתי סיבות. ראשית, התאגדות המשקים לשותפויות במגזר זה התרחשה בעיקר במהלך הרפורמה, ויש להניח שהקמת השותפויות גוררת עימה בטווח הקצר השפעות חיוביות ושליליות על יעילותם, אשר מבטלות אחת את השנייה. נוסף על כך מאופיין המגזר המשפחתי בהטרוגניות רחבה יחסית במבנה ההון וגודלם של המשקים ביחס למגזר השיתופי וההומוגני יותר. בחינת פיזור המשקים על פני האזורים הגיאוגרפיים בארץ ויעילותם העלתה מספר ממצאים מעניינים. ראשית ברור על פי התוצאות שהמגבלה על ניווד המכסות בין אזורים שונים גרמה לתמורות שונות במשקי כל אזור, אמנם לא ניתן לדרג את משקי האזורים השונים לפי יעילותם ולקבוע באיזה אזור היה התהליך

מועיל יותר, עקב תוצאות סותרות של שני המודלים. על אף הסתייגות זו נמצא שאזור הצפון מאופיין ביעילות גבוהה יותר מאשר אזור הדרום מתוצאות שני המודלים, וייתכן שהתופעה קשורה בשונות האקלים בין האזורים, אם כי נדרשים נתונים נוספים על מנת לקבוע זאת בוודאות.

לסיכום, תהליך הרפורמה הניב ענף יעיל יותר המאופיין ברפתות גדולות יותר, מודרניות וידידותיות לסביבה. עם זאת מגוון היצרנים הוא רחב ועדיין קיימת שונות בשיטות הייצור, מבנה ההון והגודל של המשקים. גם היום יכולתם של היצרנים המקומיים להתמודד עם תנודתיות במחירים, ולהתחרות ביבוא ממדינות שבהן עלויות הייצור נמוכות יותר, תלויה באופן ישיר בתהליך קבלת ההחלטות של קובעי המדיניות. מחקר זה מראה כי אמידת היעילות של משקי ייצור החלב יכולה להוות כלי שימושי בידיהם של קובעי המדיניות בתהליך קבלת החלטות זה. מתוצאות המחקר עולה כי גם לאחר תהליך הרפורמה קיים פוטנציאל משמעותי להתייעלות נוספת בענף הרפת. כיוון שהמשך מדיניות ריכוז הייצור והגדלת הרפתות כאמצעי לשחיקת מחיר המטרה נמצאה כבעלת פוטנציאל התייעלות עתידי נמוך, נראה כי הפתרון המסתמן לפי מחקר זה לבעיית היצרנים הלא יעילים בענף, קשור דווקא להסרת המגבלות בהליכי ניווד המכסות (מגבלת גודל על המשקים המשפחתיים, מגבלה על ניווד מכסה בין אזורים ועוד), ועידוד יצרנים אלו לאמץ שיטות ייצור זמינות וטכנולוגיות קיימות שיגבירו את יעילותם. הפערים הניכרים בין המגזרים והקושי לאפיין את יעילותם של המשקים במדגם מדגישים את הצורך במחקר המשך. איסוף נתונים על מבנה ההון וההבדלים הסוציו-דמוגרפיים בין המשקים, יחד עם הגדלה רוחבית של מספר התצפיות במדגם, או דגימה חוזרת של אותן רפתות על פני זמן, יאפשרו בעתיד בחינה של כל אחד מהמגזרים בענף בנפרד ואת השפעתה של ליברליזציה נוספת במשטר המכסות, שתיהן נראות כשאלות מחקר לגיטימיות נוכח ממצאי מחקר זה.

Afriat, S.N. "Efficiency estimation of production functions." *International Economic Review* 13, 1972, 568-598.

Aigner, D.J., and S.F. Chu. "On estimating the industry production function." *American Economic Review* 58, 1968, 826 - 839.

Aigner, D., C. K. Lovell, and P. Schmidt. "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models." *Journal of Econometrics* 6, 1977, 21–37.

Bailey, D.V., B. Biswas, S.C. Kumbhakar, and B.K. Schulthies. "An Analysis of Technical, Allocative and Scale Inefficiency: The Case of Ecuadorian Dairy Farms." *Western Journal of Agricultural Economics* 14, 1989, 30 - 37.

Banker, Rajiv D. "Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis." *European Journal of Operational Research* 17, 1984, 35-44.

Banker, Rajiv D., A. Charnes, and W.W. Cooper. "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis." *Management Science* 30, 1984, 1078-1092.

Battese G.E. "Frontier Production Functions and Technical Efficiency: A Survey of Empirical Applications in Agricultural Economics." *Agricultural Economics* 7, 1992, 185 - 208.

Battese George, E., and D.S Prasada Rao. "Technology Gap, Efficiency, and a Stochastic Metafrontier Function." *International Journal of Business and Economics* 1, 2002, 87-93.

Battese George, E., D.S Prasada Rao, and Christopher J. O'Donnell. "A Metafrontier Production Function for Estimation of Technical Efficiencies and Technology Gaps for Firms Operating Under Different Technologies." *Journal of Productivity Analysis* 21, 2004, 91-103.

Baur, Priska T. "The Magic Growth Barrier of Swiss Farms." Paper Presented at the XXIV International Conference of Agricultural Economists, August 2000.

Bauer, P.W. "Recent Developments in the Econometric Estimation of Frontiers." *Journal of Econometrics* 46, 1990, 39 – 56.

Badunenko, O., D. J. ,Henderson, and Kumbhakar, S. C. "When, where and how to perform Efficiency Estimation. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 2012. Bravo-Ureta, B.E., and A.E. Pinheiro. "Efficiency Analysis

of Developing Country Agriculture: A Review of The Frontier Function Literature." *Agricultural and Resource Economics Review* 22, 1993, 88 - 101.

Bravo-Ureta, B., and Laszlo, Rieger. "Dairy Farm Efficiency Measurement Using Stochastic Frontiers and Neoclassical Duality." *American Journal of Agricultural Economics* 73, 1991, 421-428.

Bravo-Ureta, B.E., D. Solís, V.H. Moreira López, J.F. Maripan, A. Thiam, and T. Rivas. "Technical Efficiency in Farming: A Meta-Regression Analysis." *Journal of Production Analysis* 27, 2007, 57-72

Brownlee, K.A. "Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering." Wiley, New York, 1965.

Brümmer, B., and J.P. Loy. "The Technical Efficiency Impact of Farm Credit Programs: A Case Study in Northern Germany." *Journal of Agricultural Economics*, 51, 2000, 405-418.

Byma, J.P., and L.W. Tauer. "Exploring the Role of Managerial Ability in Influencing Dairy Farm Efficiency." *Agricultural and Resource Economics Review* 39, 2010, 505-516.

Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes. "Measuring the efficiency of decision making units." *European Journal of Operational Research* 2, 1978, 429-444.

Chidmi, Benaissa, Daniel, Solis, Margil, Funtanila, and Victor Cabrera. "Analyzing the Determinants of Technical Efficiency among Traditional Dairy Farms in Wisconsin: A Quantile Regression Approach." Paper presented at the Agricultural & Applied Economics Associations AAEA, CAES & WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 25-27, 2010.

Cox T.L., J.R. Coleman, J.P. Chavas, and Y. Zhu. "An Economic Analysis of the Effects on the World Dairy Sector of Extending Uruguay Round Agreement to 2005." *Canadian Journal of Agricultural Economics* 47, 1999, 169 - 183.

Dawson, P.J., and L.J. Hubbard. "Management and Size Economies in the England and Wales Dairy Sector." *Journal of Agricultural Economics* 38, 1987, 27-37.

Farrell, M.J., "The Measurement of Economic Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society*, CXX, Part 3, 1957, 253-290.

Gelan, Ayele, and Muriithi, Beatrice. "Measuring and Explaining Technical Efficiency of Dairy Farms: A Case Study of Smallholder Farms in East Africa." Paper Presented at

The 3rd Conference of African Association of Agricultural Economists, Cape Town, South Africa, 19 - 23 September 2010.

Gorton, M., and Sophia, Davidova. "Farm Productivity and Efficiency in the CEE Applicant Countries: A Synthesis of Results." *Agricultural Economics* 30, 2004, 1-16.

Hallam, D., and Fernando, Machado. "Efficiency Analysis with Panel Data: A Study of Portuguese Dairy Farms." *European Review of Agricultural Economics* 23, 1996, 79-93.

Hayami, Y. "Sources of Agricultural Productivity Gap among Selected Countries." *American Journal of Agricultural Economics* 51, 1969, 564-575.

Hayami, Y., and V.W. Ruttan. "Agricultural Productivity Differences among Countries." *The American Economic Review* 60, 1970, 895-911.

Hayami Y., and V.W. Ruttan. "Agricultural Development: An International Perspective." John Hopkins University Press, Baltimore, 1971.

Hemme T. "IFCN Dairy Report 2006." International Farm comparison Network, IFCN Dairy Research Center, Kiel, Germany 2006.

Hjalmarsson L., S.C. Kumbhakar, and A. Heshmati. "DEA, DFA and SFA: A Comparison." *Journal of Productivity Analysis* 7, 1996, 303-327.

Johansson, Helena. "Technical, Allocative, and Economic Efficiency in Swedish Dairy Farms: The Data Envelopment Analysis Versus the Stochastic Frontier Approach." Presented at the 11th International Congress of the European Association of Agricultural Economists (EAAE), Copenhagen, Denmark, August 24-27, 2005.

Jondrow, James, C.A. Knox Lovell, Ivan S. Materov, and Peter Schmidt, "On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model." *Journal of Econometrics* 19, 1982, 233-238.

Kachel, Y., and Eran, Shavit. "EU Policy for Dairy Industry." (Hebrew) Moag (Israeli Ministry of Agriculture) Publications, September 2011.

Kalirajan, K. "The Importance of Efficient Use in the Adoption of Technology: A Micro Panel Data Analysis." *Journal of Productivity Analysis* 2, 1991, 113-126.

Kimhi, Ayal, and Ofir D. Rubin. "Assessing the Response of Farm Households to Dairy Policy Reform in Israel." Discussion Paper No. 15.06, The Center for Agricultural Economic Research, Rehovot, Israel, December 2006.

Kleinhanß, W., F. Offermann, and M. Ehrmann. "Evaluation of the Impact of Milk Quota – Case study Germany." Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, Germany, July 2010.

Kopp, Raymond J. and W. Erwin Diewert. "The Decomposition of Frontier Cost Function Deviations into Measures of Technical and Allocative Efficiency." *Journal of Econometrics* 19, 1982, 319-331.

Kumbhakar, Subal, C. "The Specification of Technical and Allocative Inefficiency in Stochastic Production and Profit Frontiers." *Journal of Econometrics* 34, 1987, 335-348.

Kumbhakar, S.C., and C.A.K. Lovell. "Stochastic Frontier Analysis." Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

Kumbhakar, Subal C., Basudeb Biswas, and DeeVon Bailey. "A Study of Economic Efficiency of Utah Dairy Farmers: A System Approach." *Review of Economics and Statistics* 71, 1989, 595-604.

Kumbhakar, Subal C., Soumendra Ghosh, and J. Thomas McGuckin. "A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U.S. Dairy Farms." *Journal of Business and Economic Statistics* 9, 1991, 279-286.

Latruffe, L. "Competitiveness, Productivity and Efficiency in the Agricultural and Agri-Food Sectors." OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers, No. 30, OECD Publishing, 2010.

Laure Latruffe, József Fogarasi, and Yann Desjeux. "Efficiency, Productivity and Technology Comparison for Farms in Central and Western Europe: The Case of Field Crop and Dairy farming in Hungary and France." *Economic Systems* 36 2012, 264-278.

Lawson, L.G., J., Bruun, T., Coelli, J.F., Agger, and M. Lund. "Relationships of Efficiency to Reproductive Disorders in Danish Milk Production: A Stochastic Frontier Analysis." *Journal of Dairy Science* 87, 2004, 212–224.

Løyland, Knut, and Vidar Ringstad. "Gains and Structural Effects of Exploiting Scale-Economies in Norwegian Dairy Production." *Agricultural Economics* 24, 2001, 149-166.

Mathijs, E., and Johan, F.M. Swinnen. "The Economics of Agricultural Decollectivization in East Central Europe and the Former Soviet Union." *Economic Development and Cultural Change* 47, 1998, 1-26.

Mathijs, Erik, and Liesbet, Vranken. "Human Capital, Gender and Organization in Transition Agriculture: Measuring and Explaining the Technical Efficiency of Bulgarian and Hungarian Farms." *Post-Communist Economies*, 13, 2001, 171-187.

Mayen, C.D., J.V., Balagtas, and C.E. Alexander. 2010, "Technology Adoption and Technical Efficiency: Organic and Conventional Dairy Farms in the United States." *American Journal of Agricultural Economics* 92, 2010, 181-195.

Meeusen, W., and J. van den Broeck. "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error." *International Economic Review* 18, 1977, 435 - 444.

Moreira, V., and Bravo-Ureta, B. "Technical Efficiency and Metatechnology Ratios for Dairy Farms in Three Southern Cone Countries: A Stochastic Meta-Frontier Model." *Journal of Productivity Analysis* 33, 2010, 33–45.

Neal, Mark. "Re-ranking of Individual Firms using Alternative Performance Measures: The Case of New Zealand Dairy Farms." Proceedings of the Asia-Pacific Productivity Conference, Brisbane, Australia, July 14-16, 2004.

O'Donnell C.J., Rao D.S. Prasada., and Battese George E. "Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-Level Efficiencies and Technology Ratios." *Empirical Economics* 34, 2008, 231-255.

Osborne, Stefan, and Michael A. Trueblood. "An Examination of Economic Efficiency of Russian Crop Production in the Reform Period." *Agricultural Economics* 34, 2006, 25-38.

Oskam, A.J., and D.P. Speijers. "Quota Mobility and Quota Values: Influence on the Structural Development of Dairy Farming." *Food Policy* 17, 1992, 41-52.

Ray, S.C. "Measurement and Test of Efficiency of Farms in Linear Programming Models: A Study of West Bengal Farms." *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 47, 1985, 371-86.

Rouse, Paul, Julie, Harrison, and Li Chen. "Data Envelopment Analysis: A Practical Tool to Measure Performance." *Australian Accounting Review* 20, 2010, 165-177.

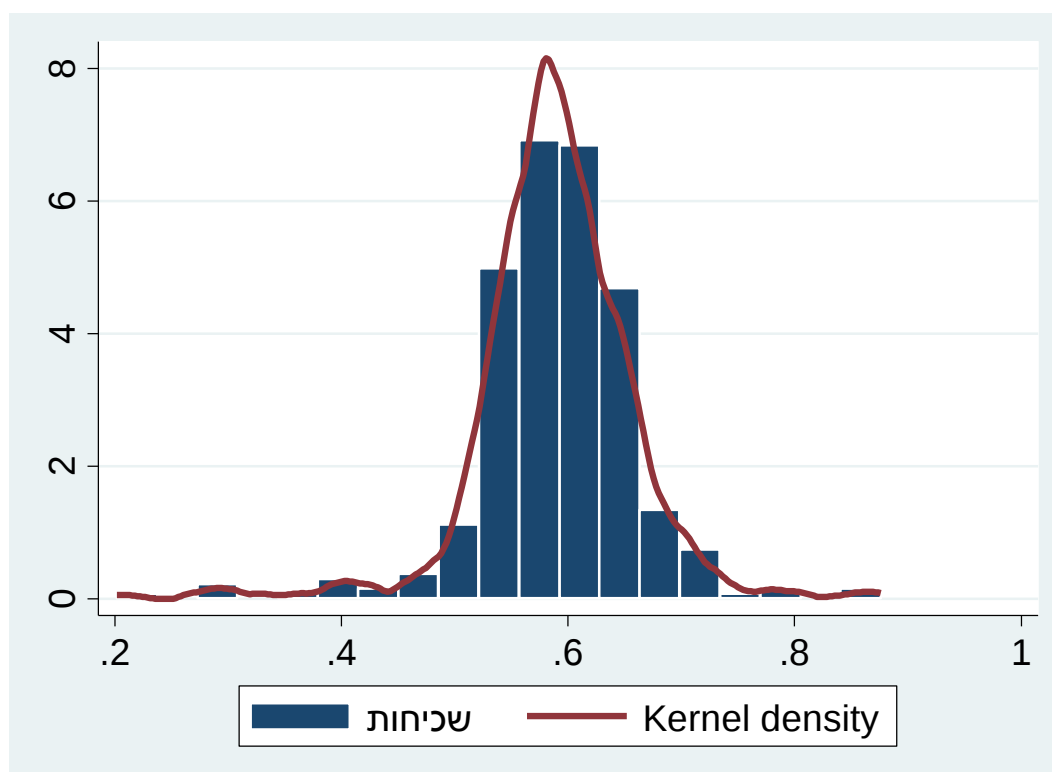
Réquillart, V., Z. Bouamra-Mechmache, R. Jongeneel and C. Penel. "Economic analysis of the effects of the expiry of the EU milk quota system." Final Report prepared for the European Commission Project Contract 30-C3-0144181/00-30. Institut d'Economie Industrielle (IDEI), Université Toulouse, France, March 2008.

- Sharma, K. R., P. S. Leung, and H. M. Zaleski. "Technical, Allocative and Economic Efficiencies in Swine Production in Hawaii: A Comparison of Parametric and Nonparametric Approach." *Agricultural Economics* 20, 1999, 23-35.
- Shephard, R.W. "Cost and Production Functions." Princeton University, Princeton, New Jersey, 1953.
- Schmidt, Peter., and C.A. Knox Lovell. "Estimating Technical and Allocative Inefficiency Relative to Stochastic Production and Cost Frontiers." *Journal of Econometrics* 9, 1979, 343-366.
- Show, I., and Graham, Love. "Impacts of Liberalizing World Trade in Dairy Products." ABARE Research Report 01.4, Canberra, 2001.
- Sipiläinen, Timo, Mika, Kortelainen, Sami, Ovaska, and Matti Ryhänen. "Performance of Finnish Dairy Farms and its Determinants: A Comparison of Parametric, Semi parametric, and Nonparametric Methods." *Food Economics - Acta Agriculturae Scandinavica* C, 6, 2009, 173 - 184.
- Sipiläinen, T., T. Kuosmanen, and S. C. Kumbhakar. "Measuring Productivity Differentials— An Application to Milk Production in Nordic Countries." Paper presented at the 12th Congress of the European Association of Agricultural Economics – EAAE 2008.
- Slade, Peter, and Getu, Hailu. " Efficiency and Regulation of Dairy Farms: A Comparison of Ontario and New York State." Paper Presented at the Agricultural and Applied Economics Associations AAEE & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburgh, Pennsylvania, July 24-26, 2011.
- Tauer, L.W., and A.K. Mishra. "Can the Small Dairy Farm Remain Competitive in U.S. Agriculture?" *Food Policy* 31, 2006, 458 - 468.
- Timmer, C. Peter. "Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency." *Journal of Political Economy* 79, 1971, 776-794.
- Wadud, A. "Technical, Allocative, and Economic Efficiency of Farms in Bangladesh: a Stochastic Frontier and DEA Approach." *The Journal of Developing Areas* 37, 2003, 109-126.
- Weersink, A., C. Turney, and A. Godah. "Decomposition Measures for Technical Efficiency for Ontario Dairy Farms", *Canadian Journal of Agricultural Economics* 38, 1990, 439-456.

Weinstein, M.A. "The Sum of Values from a Normal and a Truncated Normal Distribution." *Technometrics* 6, 1964, 104-105.

Zellner, A., J. Kmenta and J. Dréze. "Specification and Estimation of Cobb-Douglas Production Function Models." *Econometrica* 34, 1966, 784-795.

תרשים נ.1.1 - התפלגות מזון יבש מסך כמות המזון השנתית ברפת (לפי שנים 2003, 2005 ו- 2007)



טבלה נ.1.1 - ממוצעים שנתיים של מחירי התשומות במדגם (ריאליים) בהפרדה למגזרים

מחירים	2003	2005	2007	2009
פרה	מושב	7878.48	8499.55	9055.45
	קיבוץ	8308.06	8840.23	9071.66
	סה"כ	7963.51	8561.40	9057.97
יום עבודה	מושב	360.40	349.11	363.03
	קיבוץ	347.36	362.95	360.31
	סה"כ	357.82	351.62	362.61
פחת למ"ר	מושב	35.14	36.66	31.06
	קיבוץ	41.13	35.89	38.87
	סה"כ	36.32	36.52	32.27
ק"ג ח"י	מושב	0.50	0.55	0.46
	קיבוץ	0.50	0.51	0.46
	סה"כ	0.50	0.54	0.46

טבלה נ.1.2 - ממוצעים שנתיים של תשומות לפרה והפרשי הממוצעים בין מושבים לקיבוצים

מזון		מ"ר סככה		ימי עבודה		
הפרש בין מגזרים	ממוצע	הפרש בין מגזרים	ממוצע	הפרש בין מגזרים	ממוצע	
-7%	9274.10	31%	19.96	21%	9.62	2003
-13%	9497.35	45%	30.31	30%	10.30	2005
-3%	10014.56	59%	42.55	33%	9.63	2007
-1%	9985.53	65%	40.99	29%	9.14	2009

טבלה נ.1.3 - סטטיסטיקה תיאורית לניתוח אשכולות עבור כל המדגם (פרק 4.2.1)

DEA				SFA				
מקסימום	מינימום	ממוצע	מספר התצפיות	מקסימום	מינימום	ממוצע	מספר התצפיות	מספר קבוצה
100	91.7	96.07	7.9%	90.69	82.89	84.83	5.5%	1
91.6	84.6	87.59	22.5%	82.67	78.44	80.49	12.5%	2
84.5	78.5	81.37	32.4%	78.40	73.82	76.07	23%	3
78.4	71.7	75.36	25.3%	73.66	68.29	71.01	35%	4
71.4	60	67.9	11.9%	68.06	57.78	64.91	24%	5

נספח 2: תוצאות מודל SFA עם משתנים שונים

טבלה נ.2.1 - מודל נראות מקסימאלית עם הפרדה בין עבודה עצמית לשכירה

רשימת משתנים	אומד	שגיאת תקן	ערך סטטיסטי z	הסתברות מעל ערך z	רווח סמך ב- 95%	חותך
מספר פרות	0.729	0.053	13.69	0.000	0.625	0.834
עבודה עצמית	0.005	0.003	1.59	0.113	-0.001	0.011
עבודה שכירה	0.008	0.003	3.06	0.002	0.003	0.013
סככות	0.019	0.008	2.30	0.021	0.003	0.036
מזון	0.288	0.048	6.01	0.000	0.194	0.382
מגזר שיתופי	0.071	0.024	3.01	0.003	0.025	0.117
2005	0.053	0.013	4.22	0.000	0.029	0.078
2007	0.056	0.014	3.95	0.000	0.028	0.084
2009	0.107	0.015	6.89	0.000	0.076	0.137
איזור צפון	0.052	0.013	4.06	0.000	0.027	0.076
$\ln \sigma_v^2$	-5.565	0.274	-20.32	0.000	-6.102	-5.028
$\ln \sigma_u^2$	-4.641	0.270	-17.19	0.000	-5.170	-4.111
σ_v	0.062	0.008			0.047	0.081
σ_u	0.098	0.013			0.075	0.128
σ^2	0.013	0.002			0.010	0.017
λ	1.588	0.021			1.547	1.628

טבלה נ.2.2 - מודל נראות מקסימאלית עם משתנה הון דומם בערכי כינון

רשימת משתנים	אומד	שגיאת תקן	ערך סטטיסטי z	הסתברות מעל ערך z	רווח סמך ב- 95%	חותך
מספר פרות	0.666	0.051	13.03	0.000	0.566	0.767
עבודה	0.102	0.024	4.26	0.000	0.055	0.148
הון דומם	0.048	0.016	2.92	0.003	0.016	0.080
מזון	0.272	0.046	5.91	0.000	0.182	0.363
מגזר שיתופי	0.045	0.021	2.17	0.030	0.004	0.086
2005	0.054	0.013	4.34	0.000	0.030	0.079
2007	0.058	0.014	4.22	0.000	0.031	0.085
2009	0.113	0.016	7.25	0.000	0.083	0.144
איזור צפון	0.055	0.013	4.14	0.000	0.029	0.081
$\ln \sigma_v^2$	-5.573	0.259	-21.52	0.000	-6.081	-5.066
$\ln \sigma_u^2$	-4.705	0.277	-16.97	0.000	-5.248	-4.161
σ_v	0.062	0.008			0.048	0.079
σ_u	0.095	0.013			0.073	0.125
σ^2	0.013	0.002			0.009	0.016
λ	1.544	0.020			1.504	1.583

טבלה נ.2.3 - מודל נראות מקסימאלית עם משתנה הון דומם בערכי כינון והפרדה לסוג העבודה

רשימת משתנים	אומד	שגיאת תקן	ערך סטטיסטי z	הסתברות מעל ערך z	רווח סמך ב- 95%	
חותך	5.746	0.396	14.5	0.000	4.969	6.522
מספר פרות	0.709	0.052	13.65	0.000	0.607	0.811
עבודה עצמית	0.005	0.003	1.62	0.105	-0.001	0.011
עבודה שכירה	0.008	0.003	3.25	0.001	0.003	0.013
הון דומם	0.047	0.017	2.81	0.005	0.014	0.080
מזון	0.290	0.046	6.25	0.000	0.199	0.382
מגזר שיתופי	0.062	0.023	2.72	0.007	0.017	0.107
2005	0.056	0.013	4.36	0.000	0.031	0.081
2007	0.057	0.014	3.99	0.000	0.029	0.085
2009	0.105	0.016	6.42	0.000	0.073	0.137
איזור צפון	0.054	0.013	4.24	0.000	0.029	0.079
$\ln \sigma_v^2$	-5.547	0.276	-20.08	0.000	-6.088	-5.005
$\ln \sigma_u^2$	-4.696	0.289	-16.28	0.000	-5.262	-4.131
σ_v	0.062	0.009			0.048	0.082
σ_u	0.096	0.014			0.072	0.127
σ^2	0.013	0.002			0.009	0.017
λ	1.530	0.021			1.488	1.572

טבלה נ.2.4 - מודל נראות מקסימאלית למציאת חזית עלויות יעילה

רשימת משתנים	אומד	שגיאת תקן	ערך סטטיסטי z	הסתברות מעל ערך z	רווח סמך ב- 95%	חותך
סך חלב	0.881	0.011	77.05	0.000	0.859	0.904
מחיר פרה	0.259	0.034	7.55	0.000	0.192	0.327
מחיר עבודה	0.142	0.027	5.26	0.000	0.089	0.195
מחיר ההון	0.034	0.007	4.75	0.000	0.020	0.047
מחיר מזון	0.197	0.044	4.51	0.000	0.111	0.282
מגזר שיתופי	-0.010	0.022	-0.45	0.650	-0.053	0.033
2005	-0.035	0.013	-2.78	0.005	-0.059	-0.010
2007	0.021	0.014	1.51	0.131	-0.006	0.048
2009	0.030	0.012	2.43	0.015	0.006	0.054
איזור צפון	-0.033	0.014	-2.29	0.022	-0.061	-0.005
$\ln \sigma_v^2$	-5.658	0.201	-28.17	0.000	-6.051	-5.264
$\ln \sigma_u^2$	-4.538	0.260	-17.46	0.000	-5.048	-4.029
σ_v	0.059	0.006			0.049	0.072
σ_u	0.103	0.013			0.080	0.133
σ^2	0.014	0.002			0.010	0.019
λ	1.750	0.018			1.714	1.786

נספח 3: מבחני שוויון ממוצעים וניתוח שונות

טבלה נ.3.1 - מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדדי היעילות החזויים ממודל SFA ומודל DEA

יעילות כלכלית					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב -95%		
SFA	0.7267	0.0032	506	0.7202	0.7331
DEA	0.8082	0.0043	506	0.7996	0.8167
<u>הפרש</u>					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0815	0.0046	505	-17.42	0.000	
יעילות הקצאה					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב -95%		
SFA	0.7834	0.0031	506	0.7772	0.7896
DEA	0.9413	0.0020	506	0.9372	0.9454
<u>הפרש</u>					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.1579	0.0032	505	-48.14	0.000	
יעילות טכנית					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב -95%		
SFA	0.9277	0.0020	506	0.9236	0.9317
DEA	0.8589	0.0043	506	0.8502	0.8675
<u>הפרש</u>					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
0.0688	0.0036	505	19.15	0.000	

טבלה נ.3.2 - מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד MTR(se) בשני המגזרים

מספר תצפיות	ממוצע	שגיאת תקן	סטיית תקן	רווח סמך ב- 95%	
מושבים	315	0.9785	0.0017	0.0310	0.9751
קיבוצים	191	0.9862	0.0015	0.0217	0.9831
מדגם משותף	506	0.9814	0.0012	0.0281	0.9789
הפרש					
	ממוצע	שגיאת תקן	ערך t	דרגות חופש	p-value
שוויון שונות	-0.0076	0.0025	-3.0023	504	0.0014
אי שוויון שונות	-0.0076	0.0023	-3.2652	493.527	0.0006

טבלה נ.3.3 - מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד MTR(ms) בשני סוגי מבנה הניהול

מספר תצפיות	ממוצע	שגיאת תקן	סטיית תקן	רווח סמך ב- 95%	
יצרנים בודדים	326	0.9935	0.0008	0.0155	0.9918
שותפויות	180	0.9069	0.0047	0.0631	0.8976
מדגם משותף	506	0.9627	0.0025	0.0573	0.9576
הפרש					
	ממוצע	שגיאת תקן	ערך t	דרגות חופש	p-value
שוויון שונות	0.0865	0.0036	23.5247	504	0.0000
אי שוויון שונות	0.0865	0.0047	18.1002	191.03	0.0000

טבלה נ.3.4 - מבחן ניתוח שונות לבדיקת שוויון ממוצעים של מדד MTR(sp) בין שני סוגי מבנה

הניהול ושני המגזרים במדגם

גורם השונות	סכום ריבועים	דרגות חופש	ממוצע ריבועים	F	p-value	R ²	R ² מתואם
בין הקבוצות	6.3789	3	2.1263	2146.57	0.000	0.6234	0.6231
מגזר	0.7539	1	0.7539	761.15	0.000		
מבנה ניהולי	0.6733	1	0.6733	679.80	0.000		
מגזר*מבנה ניהולי	1.3657	1	1.3657	1378.79	0.000		
בתוך קבוצות	3.8532	3890	0.0009				
סה"כ	10.2322	3893	0.0026				
מודל הרגרסיה							
משתנה	מקדם	שגיאת תקן	ערך t	p-value	רווח סמך ב- 95%		
חותך	0.9864	0.0027	361.16	0.000	0.9811		0.9918
מושב	-0.1069	0.0029	-36.09	0.000	-0.1127		-0.1011
יצרן בודד	-0.0182	0.0030	-6.03	0.000	-0.0242		-0.0123
יצרן בודד במושב	0.1227	0.0033	37.13	0.000	0.1162		0.1291

טבלה נ.3.5 - מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד היעילות הטכנית מחושב ביחס לחזית כלל המדגם

וביחס לחזית היצרנים הבודדים במושב

2003					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.0145	45	0.8091	0.8678	
TE(sp)	0.0149	45	0.8238	0.8841	
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0155	0.0038	44	-4.01	0.000	
2005					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.0123	59	0.8428	0.8922	
TE(sp)	0.0117	59	0.8566	0.9038	
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0126	0.0024	58	-5.13	0.000	
2007					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.0094	50	0.8291	0.8668	
TE(sp)	0.0092	50	0.8425	0.8798	
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0132	0.0027	49	-4.75	0.000	
2009					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.0135	43	0.8541	0.9088	
TE(sp)	0.0137	43	0.8691	0.9248	
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0155	0.0032	42	-4.80	0.000	

טבלה נ.3.6 - מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד היעילות הטכנית מחושב ביחס לחזית כלל המדגם

וביחס לחזית השותפויות במושבים

2003					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.7982	0.0148	26	0.7676	0.8289
TE(sp)	0.9306	0.0137	26	0.9023	0.9589
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.1323	0.0142	25	-9.26	0.000	
2005					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.8313	0.0155	26	0.7993	0.8633
TE(sp)	0.9457	0.0136	26	0.9176	0.9738
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.1144	0.0108	25	-10.55	0.000	
2007					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.8025	0.0115	31	0.7789	0.8261
TE(sp)	0.9207	0.0124	31	0.8954	0.9460
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.1181	0.0102	30	-11.59	0.000	
2009					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.8537	0.0098	35	0.8338	0.8736
TE(sp)	0.9489	0.0096	35	0.9293	0.9685
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0952	0.0055	34	-17.28	0.000	

טבלה נ.3.7 - מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד היעילות הטכנית מחושב ביחס לחזית כלל המדגם

וביחס לחזית היצרנים הבודדים בקיבוצים

2003					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.8735	0.0077	43	0.8578	0.8892
TE(sp)	0.9142	0.0100	43	0.8939	0.9346
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0407	0.0054	42	-7.46	0.000	
2005					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.8984	0.0078	34	0.8824	0.9144
TE(sp)	0.9220	0.0086	34	0.9045	0.9395
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0235	0.0044	33	-5.32	0.000	
2007					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.9115	0.0110	25	0.8888	0.9342
TE(sp)	0.9387	0.0109	25	0.9162	0.9613
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0272	0.0048	24	-5.66	0.000	
2009					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.9127	0.0123	27	0.8874	0.9381
TE(sp)	0.9374	0.0121	27	0.9124	0.9625
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0246	0.0052	26	-4.73	0.000	

טבלה נ.3.8 - מבחן t לשוויון ממוצעים בין מדד היעילות הטכנית מחושב ביחס לחזית כלל המדגם

וביחס לחזית השותפויות בקיבוצים

2003					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.8553	0.0246	7	0.7950	0.9156
TE(sp)	0.8947	0.0203	7	0.8449	0.9445
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0394	0.0173	6	-2.28	0.063	
2005					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.9101	0.0126	11	0.8819	0.9382
TE(sp)	0.9234	0.0137	11	0.8927	0.9541
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0133	0.0075	10	-1.76	0.109	
2007					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.9284	0.0114	22	0.9046	0.9521
TE(sp)	0.9416	0.0116	22	0.9174	0.9658
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0132	0.0063	21	-2.10	0.048	
2009					
ממוצע	שגיאת תקן	מספר תצפיות	רווח סמך ב-95%		
TE	0.9521	0.0091	22	0.9330	0.9713
TE(sp)	0.9544	0.0087	22	0.9362	0.9727
הפרש					
ממוצע	שגיאת תקן	דרגות חופש	ערך t	p-value	
-0.0023	0.0011	21	-1.98	0.061	

נספח 4: השוואה בין מדדי DEA שונים

אומדני היעילות ממודל DEA משמשים בעבודה זו כנקודת ייחוס לאומדנים משיטת SFA, אשר כפי שכבר הוצג חשופה לחשש של אנדוגניות בין גורמי הייצור והיעילות הנאמדת. אולם, אמידת מדדי היעילות השונים תחת ההנחה שהטכנולוגיה קבועה על פני זמן כאשר למעשה מתרחש במשק שינוי טכנולוגי כלשהוא היא שגויה ותניב אומדנים מוטים. לצורך פתרון בעיה זו ניתן לאמוד את יעילות המשקים בשיטת DEA ביחס לחזית כל שנה במדגם בנפרד ולהשוות בין תוצאות שני המודלים (להלן, מודל ישן - חישוב היעילות ביחס לחזית כלל המדגם; מודל חדש - חישוב היעילות ביחס לחזית השנתית) ובין היעילות השנתית בכל מודל. כיוון שחישוב היעילות לפי שיטת DEA מתבסס על ההנחה שאת החזית היעילה מרכיבים משקים במדגם, אין זה מן הנמנע (ועל כן גם נדון הנושא על ידי הספרות הכלכלית וחשוף לביקורת של מספר מחקרים), שאמידת היעילות לפי שיטה זו מטה את התוצאות כלפי מעלה, שכן ייתכנו משקים יעילים יותר בענף, שלא נדגמו מסיבה זו או אחרת. מציאת חזית יעילה לכל שנה בנפרד משמעותה שבכל שנה חייבים להיות משקים המרכיבים את החזית אשר יעילים במאה אחוז, אי לכך לא ניתן להשוות בין היעילות המרבית בכל שנה, אלא רק בין צפיפות המשקים וקרבנות היחסית אל המשקים היעילים ביותר בשנה מסוימת.

בטבלה 4.1 נ. מוצגת סטטיסטיקה תיאורית של מדדי היעילות במשקים לפי שתי השיטות, יחד עם מקדמי המתאם בין המדדים הישנים לחדשים ומובהקות מבחן t לבחינת שוויון הממוצעים בין שתי האמידות. מובהקות המבחנים מעידה על כך שאמידה שנתית של היעילות משנה באופן ניכר את התוצאות, אם כי מקדמי המתאם בין אומדני שתי השיטות מעידים על כך ששינוי השיטה אינו משפיע על כיוון התוצאות אלא רק על ערכיהן. על פי שיטת החישוב השנתית נמצא שהיעילות הטכנית והכלכלית של המשקים גבוהה יותר בממוצע מאשר לפי אמידת היעילות לכלל המדגם, ואילו עבור יעילות ההקצאה ויעילות הגודל התוצאות הפוכות. בחינת השרטוטים העוקבים 4.1.1, 4.2.1, 4.3.1 ו-4.4.1 אשר מציגים את צפיפות מדדי היעילות השנתית עבור שתי החלופות, משלימות את התמונה העולה מהטבלה וניתן להבחין בהבדלים קלים בצפיפויות שני המדדים ובשינויים על פני זמן. ניכר כי ההבדלים בין המדדים משתי השיטות מגמתיים ובהירים יותר עבור היעילות הטכנית והיעילות הכלכלית מאשר בשני המדדים האחרים. ניתן להבחין (בתרשימים 4.2.1 ו-4.4.1) כי קיים פער בין צפיפות יעילות המשקים כאשר המדד מחושב ביחס לחזית השנתית לבין צפיפותה כאשר מחושבת ביחס לכלל המדגם. נוסף על כך ניתן להבחין שפער זה הולך ומצטמצם על פני זמן. כיוון שערך מדד היעילות מחושב ביחס למצב המצוי הטוב ביותר, משמעות צמצום הפערים בין שתי השיטות על פני זמן היא שבשנים מוקדמות יותר במדגם, היו המשקים קרובים יותר לחזית היעילה של אותה השנה מאשר בשנים המאוחרות יותר של המדגם.

השוואה בין שתי השיטות על בסיס רגרסית השלב השני לאפיון היעילות (פרק 4.2.1, טבלה 7) יכול לתרום לחיזוק הממצאים עד כה. בטבלה 4.2.2 מוצגים המקדמים מאמידת הרגרסיה עבור מדדי היעילות השונים שחושבו ביחס לכלל המדגם וביחס לחזיתות השנתיות. ניכר שההבדלים בין מקדמי המשתנים במעבר בין השיטות הם קטנים. מקדמי משתני השנים ביעילות הכלכלית ויעילות ההקצאה המתקבלים במודל החדש הם שליליים, וניתן לראות שהיעילות החזויה בשנים

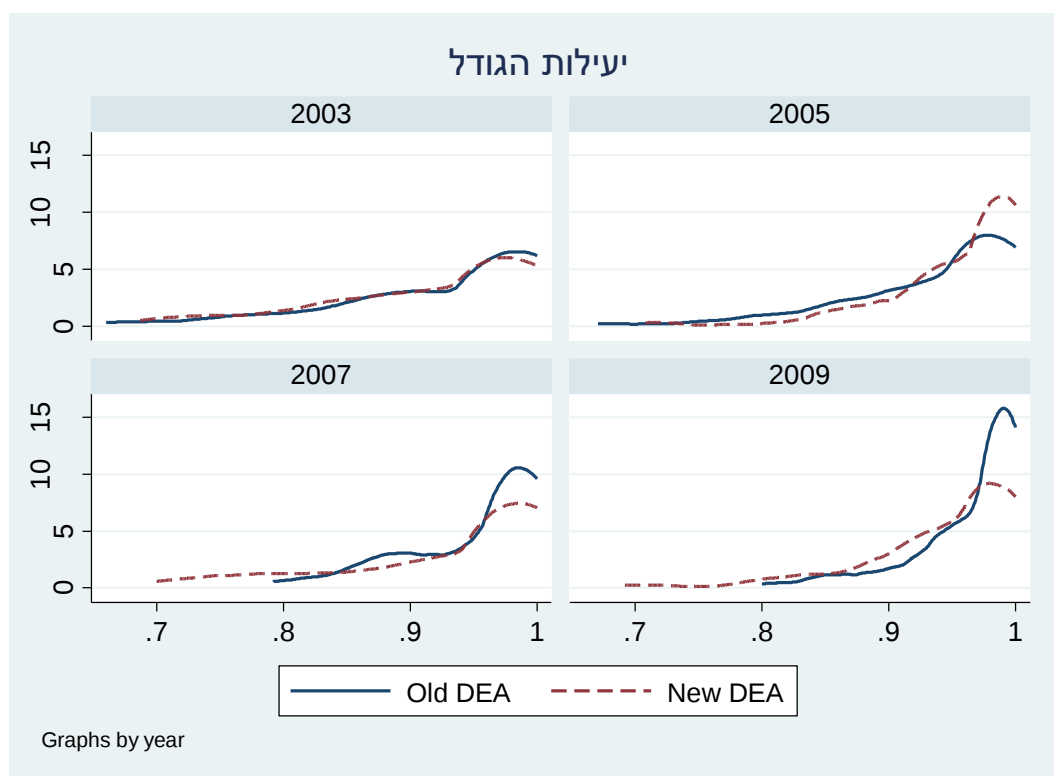
2005 ו-2007 דומה מאוד. משמעות ממצא זה מבדילה בין יעילות המשקים ב-2003 למשקים בשנים האחרות ותומכת בטענה שהתרחש שיפור טכנולוגי בתקופת המדגם. ממצא חשוב נוסף הוא דמיון מקדמי המכסה בין שתי הגישות, אשר מצביע על כך שעל אף החשד לשיפור טכנולוגי קיים יתרון לגודל ביעילות. על פי תוצאות אלו, ועל בסיס המידע הקיים בנתוני המחקר על גדילת התפוקה השולית של גורמי הייצור בענף הרפת, ניתן לומר שהתרחש בענף שיפור טכנולוגי בשנות המדגם. אם כי לא ניתן להפריד על סמך הניתוחים בין התייעלות המשקים שנבעה מהשינוי הטכנולוגי לבין זו שנגרמה עקב החלטותיהם לאורך הרפורמה.

טבלה נ.4.1 סטטיסטיקה תיאורית של מדדי יעילות DEA חדשים וישנים לפי שנה

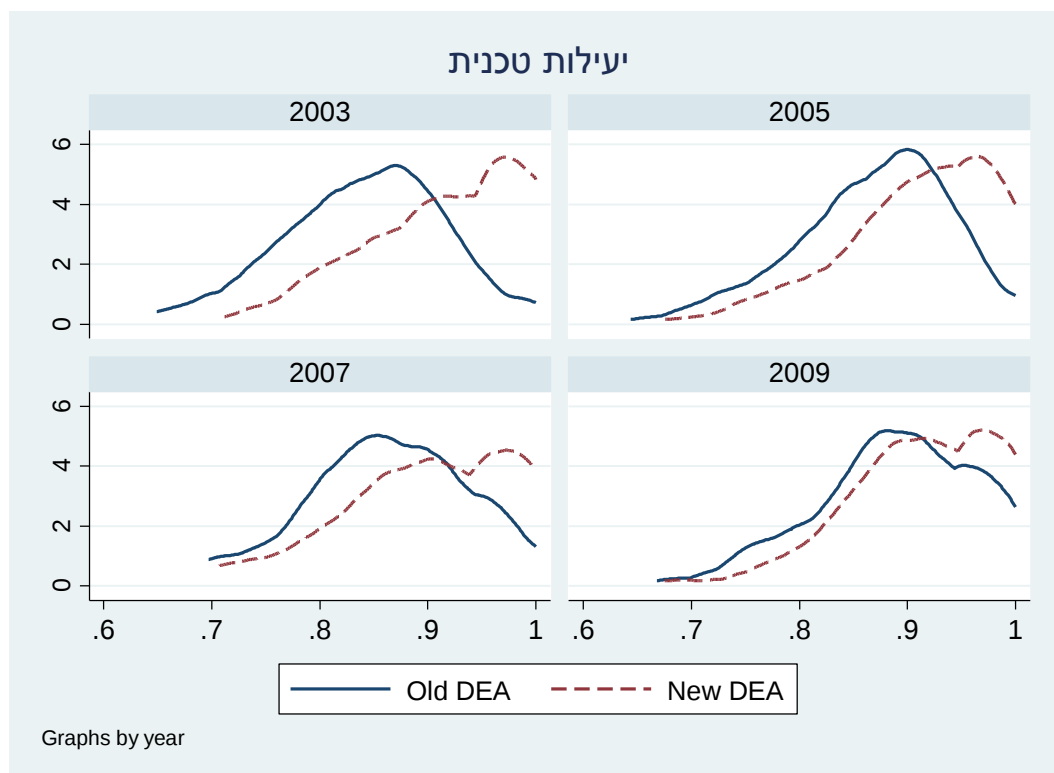
יעילות הגודל					
	ממוצע	סטיית תקן	מתאם	מובהקות ההפרש	
2003	ישן חדש	88.61 87.47	0.0927 0.0914	0.9390	**
2005	ישן חדש	89.99 92.70	0.0864 0.0702	0.8484	***
2007	ישן חדש	92.21 88.86	0.0624 0.0985	0.9268	***
2009	ישן חדש	95.12 92.51	0.0475 0.0664	0.9062	***
יעילות טכנית					
	ממוצע	סטיית תקן	מתאם	מובהקות ההפרש	
2003	ישן חדש	83.82 91.73	0.0806 0.0742	0.9113	***
2005	ישן חדש	86.84 90.76	0.0783 0.0749	0.9355	***
2007	ישן חדש	84.95 90.36	0.0701 0.0821	0.8474	***
2009	ישן חדש	88.18 91.30	0.0734 0.0687	0.9229	***
יעילות הקצאה					
	ממוצע	סטיית תקן	מתאם	מובהקות ההפרש	
2003	ישן חדש	93.72 94.14	0.0446 0.0410	0.5789	n.s
2005	ישן חדש	94.36 91.85	0.0367 0.0452	0.8277	***
2007	ישן חדש	94.61 91.72	0.0272 0.0523	0.5398	***
2009	ישן חדש	93.83 92.05	0.0340 0.0477	0.7985	***
יעילות כלכלית					
	ממוצע	סטיית תקן	מתאם	מובהקות ההפרש	
2003	ישן חדש	78.45 86.36	0.0749 0.0798	0.9660	***
2005	ישן חדש	81.94 83.37	0.0819 0.0821	0.9906	***
2007	ישן חדש	80.37 82.79	0.0705 0.0819	0.9575	***
2009	ישן חדש	82.73 84.04	0.0748 0.0786	0.9640	***

* מובהקות ברמה של 10% / ** מובהקות ברמה של 5% / *** מובהקות ברמה של 1%

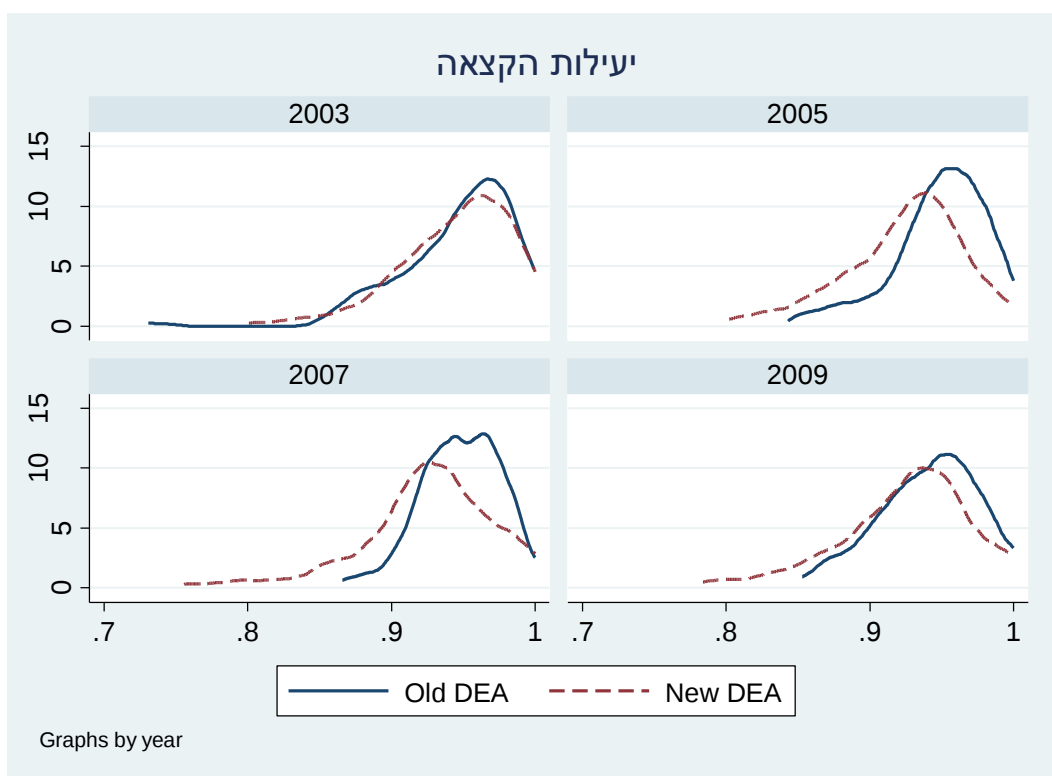
תרשים נ.4.1 השוואה בין צפיפות יעילות הגודל של מודל DEA השנתי והכללי



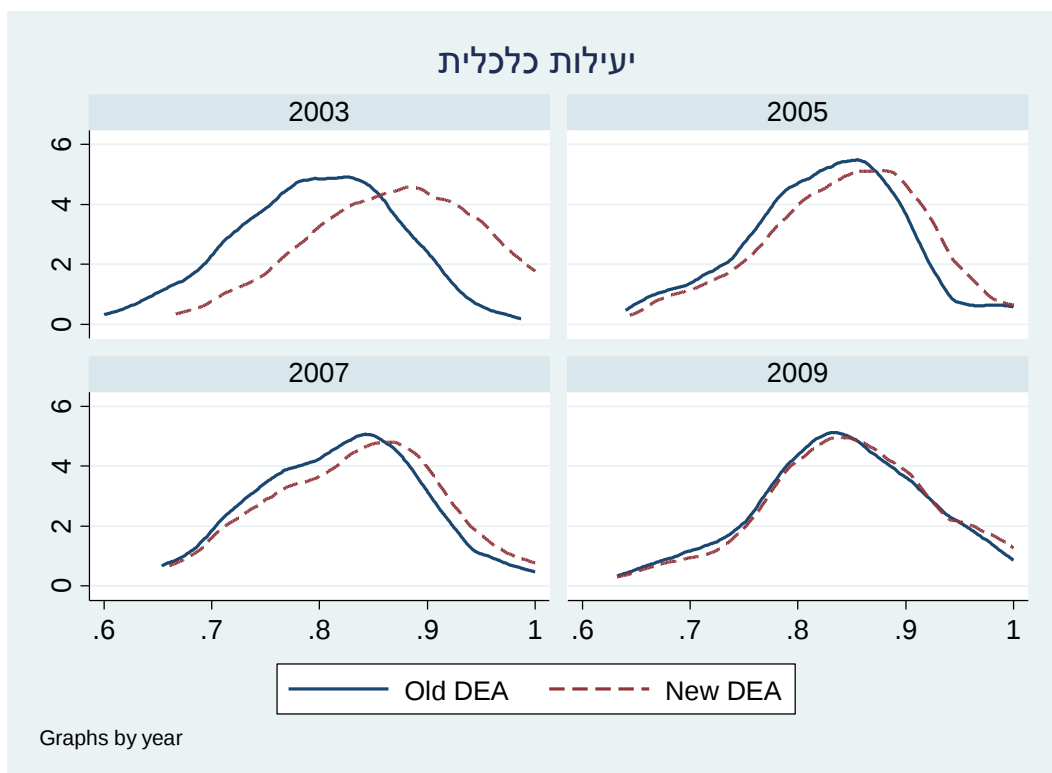
תרשים נ.4.2 השוואה בין צפיפות היעילות הטכנית של מודל DEA השנתי והכללי



תרשים נ.4.3 השוואה בין צפיפות יעילות ההקצאה של מודל DEA השנתי והכללי



תרשים נ.4.4 השוואה בין צפיפות היעילות הכלכלית של מודל DEA השנתי והכללי



טבלה נ.4.2 רגרסיה של השלב השני לאפיון היעילות - השוואה בין מודל כללי לשנתי

New DEA				Old DEA				
SE	EE	AE	TE	SE	EE	AE	TE	
0.826 ***	0.858 ***	0.934 ***	0.917 ***	0.84 ***	0.766 ***	0.923 ***	0.832 ***	חותך
-0.004	0.015 ***	0.003	0.013 ***	-0.002	0.015 ***	0.004 **	0.012 ***	מכסה (מיליון ליטר)
0.129 ***	-0.003	0.011	-0.013	0.116 ***	0.012	0.004	0.008	מגזר שיתופי
0.075 ***	-0.051 ***	0.0002	-0.054 ***	0.06 ***	-0.037 ***	-0.001	-0.038 ***	שותפות
0.055 ***	-0.031 ***	-0.023 ***	-0.011	0.016	0.033 ***	0.006	0.028 **	שנת 2005
0.014	-0.031 ***	-0.023 ***	-0.010	0.036 ***	0.023 **	0.0091	0.015	שנת 2007
0.042 ***	-0.020 *	-0.021 ***	-0.001	0.058 ***	0.044 ***	0.0002	0.045 ***	שנת 2009
0.021	0.002	0.004	-0.001	0.015	0.009	0.012	-0.001	אזור מרכז
0.021	-0.029 *	-0.003	-0.026 *	0.032 **	-0.015	0.007	-0.022	אזור ההר והשפלה
0.016	-0.012	-0.007	-0.005	0.022 **	-0.001	0.009	-0.011	אזור העמקים
0.010	0.044 ***	0.020 **	0.027 **	0.0007	0.053 ***	0.017 **	0.04 ***	אזור צפון
48.33 ***	16.72 ***	6.86 ***	8.83 ***	46.67 ***	21.04 ***	4.66 ***	15.24 ***	סטטיסטי F (10,495)
0.4395	0.2154	0.1154	0.1479	0.4479	0.2580	0.068	0.2069	R ²

* מובהקות ברמה של 10% / ** מובהקות ברמה של 5% / *** מובהקות ברמה של 1%

נספח 5: מודל החזית היעילה עבור חלב מושווה אנרגיה (משוקלל רכיבי חלב) - ECM

נוסחא לחישוב ECM (Energy Corrected Milk), כאשר ערכי הנורמה עבור שומן וחלבון הם 4% ו-3.3% בהתאמה:

$$(1) \text{ECM} = \frac{\text{אחוז חלבון} * 0.242 + \text{אחוז שומן} * 0.383 + 0.7832}{3.1183}$$

טבלה נ.5.1 מודל נראות מקסימאלית למציאת חזית הייצור היעילה (ECM) לפי שיטת SFA

רשימת משתנים	אומד	שגיאת תקן	ערך סטטיסטי z	הסתברות מעל ערך z	רווח סמך ב- 95%
חותך	5.904	0.417	14.17	0.000	5.088
מספר פרות	0.700	0.052	13.4	0.000	0.598
עבודה	0.093	0.025	3.69	0.000	0.044
סככות	0.012	0.008	1.46	0.146	-0.004
מזון	0.279	0.047	5.99	0.000	0.187
מגזר שיתופי	0.033	0.022	1.49	0.135	-0.010
2005	0.076	0.012	6.13	0.000	0.052
2007	0.103	0.014	7.54	0.000	0.076
2009	0.148	0.015	9.79	0.000	0.118
איזור צפון	0.058	0.014	4.17	0.000	0.031
$\ln \sigma_v^2$	-5.610	0.207	-27.15	0.000	-6.015
$\ln \sigma_u^2$	-4.609	0.226	-20.41	0.000	-5.052
σ_v	0.060	0.006			0.049
σ_u	0.100	0.011			0.080
σ^2	0.014	0.002			0.010
λ	1.650	0.016			1.618

פונקצית העלות הדואלית למציאת מדדי היעילות הכלכלית ויעילות ההקצאה:

$$(2) C(y,p,d) = e^{ky^{0.92}p_1^{0.645}p_2^{0.085}p_3^{0.011}p_4^{0.257}}$$

$$k = -4.55 - 0.03d_1 - 0.069d_2 - 0.096d_3 - 0.136d_4 - 0.053d_5$$

טבלה נ.5.2 רגרסיה של השלב השני לאפיון היעילות החזויה

	DEA				SFA			
	SE	EE	AE	TE	EE	AE	TE	
חותך	0.833 ***	0.751 ***	0.92 ***	0.819 ***	0.708 ***	0.769 ***	0.924 ***	
מכסה (מיליון ליטר)	-0.004	0.014 ***	0.006 ***	0.01 **	0.013 ***	0.017 ***	-0.002	
מגזר שיתופי	0.122 ***	-0.003	-0.006	0.003	0.06 ***	0.051 ***	0.0117	
שותפות	0.063 ***	-0.028 ***	-0.006	-0.025 **	0.039 ***	0.038 ***	0.003	
שנת 2005	0.021	0.047 ***	0.0066	0.042 ***	0.0007	-0.0015	0.00005	
שנת 2007	0.046 ***	0.042 ***	0.006	0.037 ***	0.0002	-0.0039	0.0028	
שנת 2009	0.068 ***	0.059 ***	0.002	0.06 ***	-0.025 ***	-0.027 ***	-0.0016	
אזור מרכז	0.011	0.01	0.014 *	-0.001	0.034 ***	0.041 ***	-0.0008	
אזור ההר והשפלה	0.036 ***	-0.019	0.007	-0.027 *	0.021 ***	0.026 **	-0.0043	
אזור העמקים	0.024 ***	-0.005	0.0084	-0.013	0.027 ***	0.024 **	0.0058	
אזור צפון	-0.0017	0.056 ***	0.018 **	0.042 ***	0.016 **	0.022 **	-0.0036	
סטטיסטי F (10,487)	39.96 ***	15.83 ***	4.36 ***	10.29 ***	118.42 ***	63.51 ***	0.64	
R ²	0.4409	0.2502	0.0555	0.1993	0.6079	0.4392	0.0156	

* מובהקות ברמה של 10% / ** מובהקות ברמה של 5% / *** מובהקות ברמה של 1%

טבלה נ.5.3 מתאם בין מקדמי יעילות לפי ECM למקדמי היעילות לפי חלב רגיל

SE	EE	AE	TE	חלב רגיל / ECM	
			0.9562	SFA	TE
			0.9628	DEA	
		0.8911		SFA	AE
		0.9688		DEA	
	0.8883			SFA	EE
	0.966			DEA	
0.9944				DEA	SE

תרשים נ.5.1 מתאם יעילות כלכלית בין מקדם ECM למקדם חלב רגיל לפי מודל SFA

