

- צ. גלסר – מרכז חקלאי העמק
א. הלחמי – המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני
א. גודו – המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני
א. וילנסקי - המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני
י. לפר - מרכז חקלאי העמק

Title:

Optimal marketing point in lamb fattening farms

Abstract:

Most of the income in the Israeli Small ruminant sector comes from lamb fattening. Lamb growth rate is a major indicator for higher profit. When growth rate starts to diminish the profit per animal per day goes down as well. In order to improve profitability and animal welfare as well.

This research aims to use Precision Livestock farming techniques for on-line monitoring of lamb behavior and growth rates. During the project, we have developed an automated system, which includes a water trough, a scale, and an RFID recognition system. The system was built and located in several farms. A software sends data which includes: lamb number, date & time, water drinking amount and lamb weight. This data is then read by the algorithms, which were developed for the creation of alerts regarding lambs, which have unusual behavior. The system is equipped with spray paint for the marking of problematic lambs or lambs who reached marketing weight. An interface was developed in order to easily read data. This type of data can assist in the development of a new management perception. By using on-line information one can easily trace exceptional lambs for better genetic value, one can save lots of lamb feeding days of lambs who have growth retardation or track ill lambs as early as possible for better animal welfare as well as the prevention of infectious disease.

מבוא:

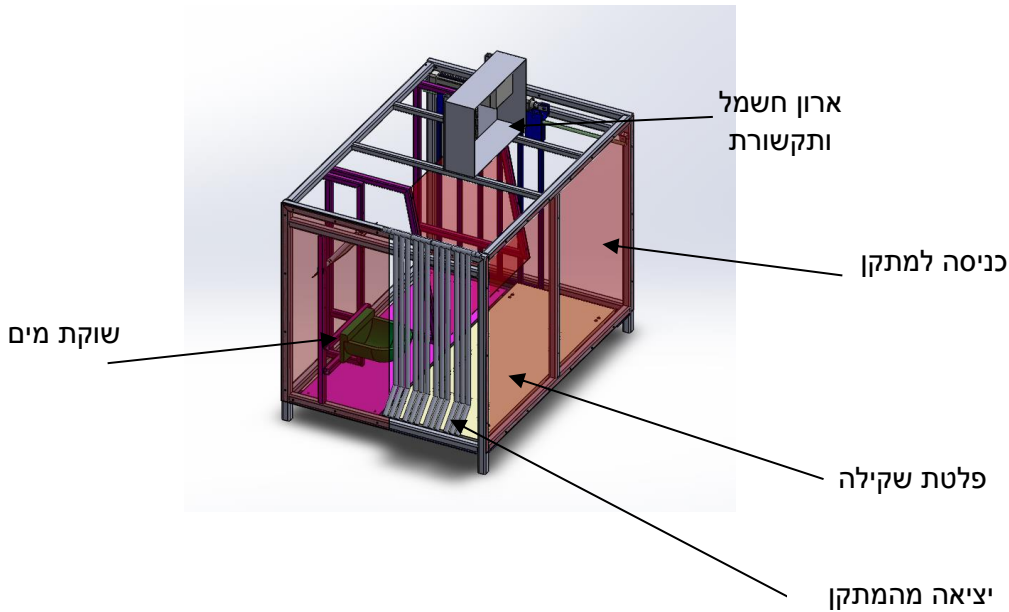
חלק נכבד מהכנסות משקי צאן בישראל הן מפיתום טלאים. יבוא טלאים מחו"ל מחייב את מגדלי הצאן בארץ להתייעל על מנת לעמוד בתחרות. הרווח מענף זה תלוי ביחס בין עלות המנה המוגשת לקצב גדילת הטלאים. כאשר יחס זה מתחיל לרדת, יורד הרווח השולי למגדל. נקודת זמן זו היא נקודת השיווק האופטימלית אליה יש לשאוף. כיום, המידע לגבי מדד חשוב זה חסר. כיום טלאים משווקים על פי שקילות מדגמיות, קבוצתיות או על פי אמדי עין. על מנת לשפר את רווחיות היצור בענף הצאן, הציע מחקר זה שימוש בטכנולוגיות של חקלאות מדייקת (PLF-Precision Livestock Farming) לצורך ניטור רציף של משקלי הטלאים בעדר באופן פרטני. הטכנולוגיה מבוססת על מאזניים משולבות בשוקת ובחיישנים אלקטרוניים המאפשרים את שקילת הטלאים בעת שתיית מים. נבנה מודל המאפשר את עיבוד האותות ומספק התראות למגדל המאפשרות לו לאתר בע"ח שאינם מגיעים לשוקת (מחלה), את קצב הגדילה שלהם ולאחר את נקודת השיווק האופטימלית אליה עליו לשאוף. מידע מסוג זה יאפשר לזהות פרטים חולים בשלב מוקדם ביותר (לפני שהם מפסיקים לשתות או לקום) ובמקרים של מחלות מדבקות אפשר יהיה לזהות את תחילת ההתפרצות ולמזער את הנזקים. בנוסף ניתן לאתר שינוי קבוצתי העלול לנבוע משינויים בהזנה או מתנאי טמפרטורה קיצוניים. כמו כן, ניתן יהיה לשפר את בריאות הטלאים ומערך טיפוח הצאן על ידי שימוש בנתונים אלה.

מטרות המחקר:

- פיתוח מערכת תומכת החלטה ותפיסת ניהול בהתאם להתראות המתקבלות ממערכת איסוף הנתונים.
- קביעת מועד השיווק האופטימלי של בני הצאן.
- הערכה כלכלית של הקדמת או איחור השיווק, עלות הסטייה מנקודת השיווק האופטימאלית.

במסגרת תכנית המחקר בשנה השלישית בוצעו הדברים הבאים:

- נבנו ארבעה מתקנים משופרים מבחינה הנדסית (ע"פ המוצג באיור 1).
- שני מתקנים הוצבו במשק אבו-טועמה באזור גן-שמואל.
- השיפורים כוללים:
 - התראת משתמש חזותית על היעדר מים באמצעות צ'קלקה.
 - האפשרות לסמן את הטלאים בצבעים שונים על פי שני קריטריונים:
 - סימון אוטומטי על פי מדד של משקל שנקבע על ידי המגדל.
 - סימון פרטני לפי החלטת המגדל ובהתחשב בהתראות המתקן.
- לצורך ביצוע הסעיף השני הוקם ממשק משתמש שמאפשר למגדל לעקוב בזמן אמת אחרי המתרחש במתקנים ולבצע פעולות מסוימות.
- נכתבו אלגוריתמים המספקים התראות מסוגים שונים
- נכתב ממשק משתמש המשמש להצגת הנתונים.



איור 1. שרטוט מבני של המערכת

פעולות המתקן בזמן הביקור (תכן מכני):

- סגירת שער הכניסה- הטריגר לסגירת השער הוא שילוב של משקל (10 ק"ג) וחיתוך הקרן המרכזית. חשוב להדגיש שסגירת השער לא מפעילה את תחילת הביקור ואם בעל החיים יצא מהמתקן בלי לחתוך גם את הקרן של השוקת, הוא לא יישקל וזה לא יחשב ביקור.
- ביקור- בהינתן קיום התנאים לסגירת שער הכניסה, ברגע שקרן השוקת נחתכת מתחיל הביקור. רצף פעולות זה נדרש כדי להבטיח מיקום נכון של בעל החיים בזמן השקילה.
- שקילה- מתבצעת מיד לאחר חיתוך קרן השוקת. התוצאה שמתקבלת הינה ממוצא של 10 מדידות משקל.
- זיהוי- מערכת הזיהוי שנבחרה עובדת בתדר גבוה (HF) והיא מסוג תדרי רדיו (RFID). האנטנה ממוקמת מעל השוקת וניתנת לכוונון. מיד לאחר קריאת המשקל האנטנה מתחילה לפעול עד שקורא אחד מהדברים הבאים: התג מזוהה; יש דרישת מים. במקרה זה האנטנה תופעל מחדש מיד אחרי מילוי השוקת; בעל חיים עזב את המתקן והביקור הסתיים.
- מדידת צריכת מים- מערכת המים מורכבת מהרכיבים הבאים: מצוף מכני, מצוף חשמלי, ברז חשמלי, מד ספיקה מסוג טורבינה.
- מדידת צריכת המים מתבצעת לאורך כל הביקור בכל פעם שמפלס המים יורד. תפקיד המצוף המכני למנוע הצפות במקרה של כשל במערכת החשמלית.
- סיום הביקור- הביקור מסתיים כאשר המשקל הנמדד נמוך מ-5 ק"ג ואין חיתוך של הקרן המרכזית. כל הנתונים נשלחים למאגר באינטרנט ושער הכניסה נפתח. מערכת הבקרה מבוססת על כרטיס הפיתוח ארדואינו מגה.

ממשק משתמש: מסך חיווי- משמש לחיווי של כל פעולות המתקן ונתוני הביקור, דף WEB במחשב שדרכו ניתן לראות את מצב המתקן ולגרום לו לבצע פעולות מסוימות.

אלגוריתמיקה:

נבדקו אלגוריתמים שונים אשר מאפשרים ניקוי וניתוח הנתונים בצורה אמינה. לעיתים מהתבוננות בנתונים ניתן להבין בקלות את הסיבה בגינה נוצרה התרעה על פרט מסוים. אך לפעמים יש התרעות שקשה ללא עזרים ויזואליים להבין את מהות החריגה (למשל חריגה בקורלציה בין משתנים). לכן יש צורך שמערכת ההחלטה תאפשר מגוון ויזואלציות אינטראקטיביות, כדי לעזור לתחקר ולהבין את מהות החריגה.

יש מגוון שיטות למציאת חריגים וצריך להתאים את השיטה לאופי הנתונים. לאחר בחירת האלגוריתמים המתאימים נוצרות מגוון התרעות. תוצאות ההתרעות ממגוון האלגוריתמים מתאגדות לתוצאה סופית שמהווה תשובה איזה פרטים בעדר מתנהגים באופן חריג והאם העדר כלל מתנהג בצורה חריגה.

ההתרעות לחריגה של טלה מוצגות באיור 2. ישנם סוגים שונים של התראות. ישנן התראות לכל הקבוצה (הקבוצה מול עצמה), ישנן התראות בהן יש חריגה של הפרט מול עצמו והתראות המעידות על חריגה של הפרט לעומת הקבוצה. כמו כן ההתראות חולקו לפרקי זמן שונים. התראות המודדות שינויים בטווח של שלושה ימים והתראות המודדות שינויים בטווח של שבועיים. כמו כן ישנן התראות לאי הגעה של טלה למתקן במשך 24 שעות, או התראה להגעה למשקל שיווק.

General	Technical Alerts List
Daily Heatmap	
Tags	
Alerts	
Tag Summary	
Alerts List	<p>1000 – Other Tag alerts</p> <p>1001 - Tag didn't attend the device more than 24 hours 1002 - Tag over 60 KG</p> <p>1100 – Other Herd alerts</p> <p>1101 - Total visits of all herd in last 24 hours is less than 50% of visits avg of last 3 days.</p> <p>100 - Short – 3 Days / Herd vs History</p> <p>101 - Herd drinks in last 3 days in avg 30% less than previous 3 days 102 - Herd drinks more in last 3 days then avg 50% more than previous 3 days</p> <p>200 - Med – 2 weeks / Herd vs History</p> <p>201 - Avg herd weight gain, is smaller than 14*300gram</p> <p>400 – Short – 3 Days / Tag vs Herd</p> <p>401 - Tag grows less than 30% compared to the rest of the herd 402 - Tag grows more than 20% compared to the rest of the herd 403 - Tag drinks less than 30% compared to the rest of the herd</p> <p>500 - Med – 2 weeks / Tag vs Herd</p> <p>501 - Tag grows less than 20% compared to the rest of the herd 502 - Tag grows more than 15% compared to the rest of the herd 503 - Tag drinks less than 20% compared to the rest of the herd</p> <p>700 - Short – 3 Days / Tag vs Hist</p> <p>701 - Add less than 50gr to its weight 3 days in a row 702 - each day tag drinks less than 200 703 - Number of visits in last 3 days is less than ½ from the avg daily visits in the past 3 days 704 - Total drinks in last 3 days is double then pervious 3 days.</p> <p>800 - Med – 2 weeks / Tag vs Hist</p> <p>801 - Tag didn't grow more than 3 kg in 2 weeks</p>

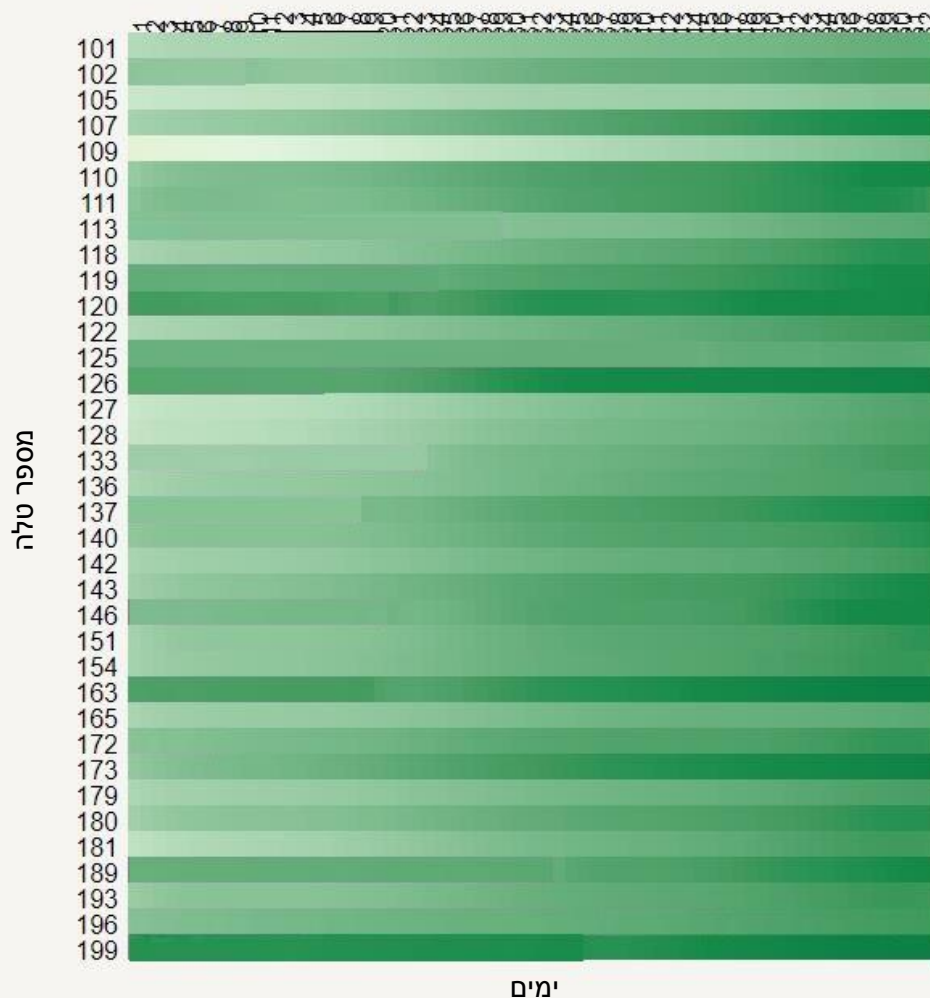
איור 2: רשמת התראות במערכת

תוצאות:

כל תוצאות השקילות ושתיית המים מוזנות באופן אוטומטי מהמתקן לבסיס נתונים מרכזי ומשם הנתונים הגולמיים עוברים ניתוח ומוצגים באופן ויזואלי במחשבו של המגדל.

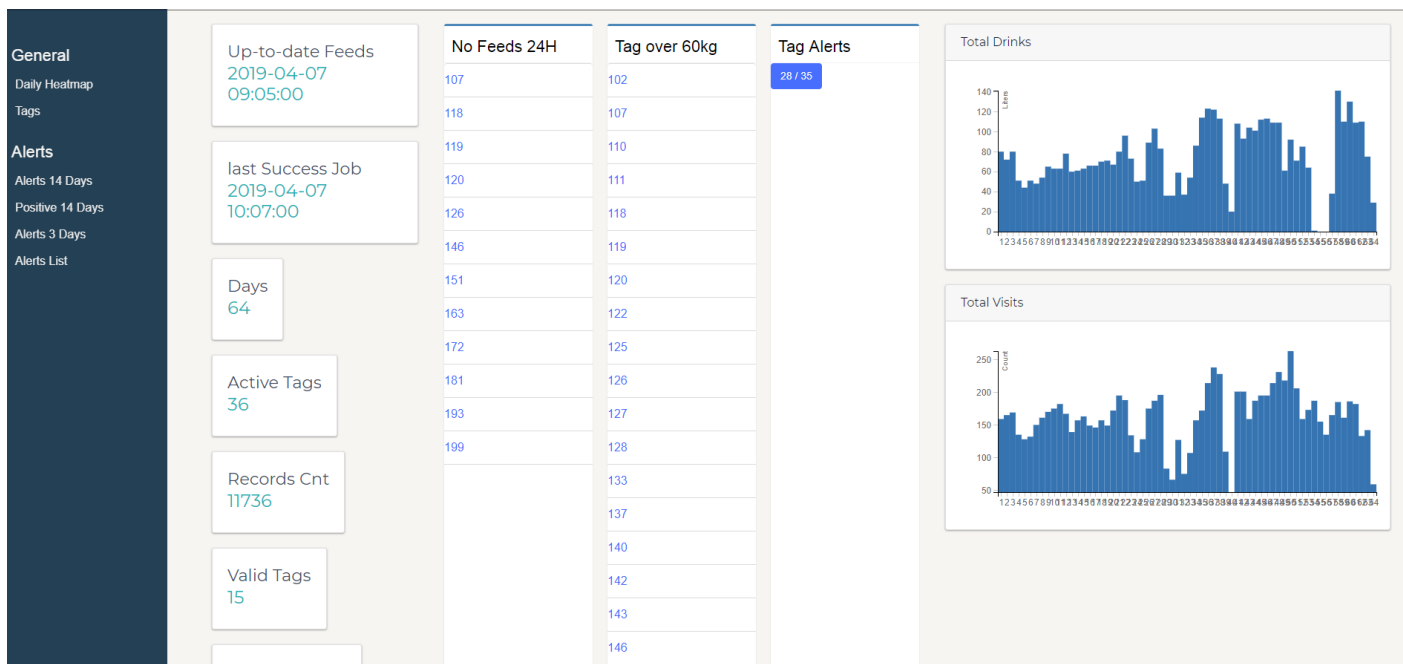
באיורים המוצגים מטה ניתן לראות באופן ויזואלי את תוצאות השקילות מהמתקן. מפת החום (איור 3) מציגה כל טלה בקבוצה (בשורות) על פי משקלו בכל יום (בטורים). ככל שהצבע כהה יותר כך משקלו של הטלה גבוה יותר. מפת החום מאפשרת למגדל לצפות בכל הקבוצה במבט אחד ולאתר טלאים שגדלים באופן מיטבי לעומת טלאים המתעכבים בגדילה. כך למשל במבט אחד ניתן לראות כי טלאים מספר 105 ו-109 (שורה שלישית וחמישית) הגיעו במשקל נמוך ונשארו נמוכים ביחס לטלאים אחרים עד סוף הגידול. לעומתם טלה 118 שגם הגיע במשקל נמוך עלה למשקל גבוהה יותר. מעבר להצגת הנתונים במפת החום ניתן לראות את הנתונים של כל טלה באופן נפרד (ראה איורים בהמשך).

Daily Weight Heatmap



איור 3: מפת חום המציגה את כל הטלאים בקבוצה. ציר ה Y מציג את מספר הטלה העולה למתקן. ציר ה X (מופיע למעלה) מציג את ימי השקילה. הגוון הבהיר מציג משקל נמוך, הגוון הירוק הכהה מציג משקל גבוה. השינוי בגוון מאפשר לראות את השינוי במשקל הטלאים בקבוצה.

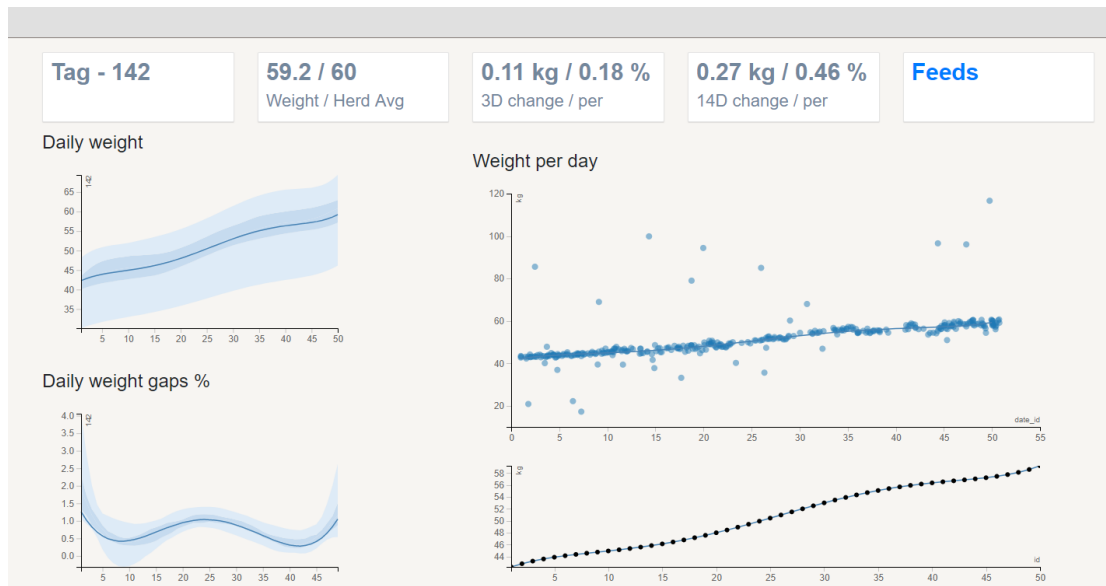
בנוסף ניתן לקבל נתונים מספריים לקבוצה כולה (איור 4). מבין שלושת הטורים, הטור השמאלי מציג את הטלאים שלא עלו למתקן במהלך 24 שעות (טלאים אלה שווקו והוצאו מהקבוצה ולכן מופיעים ברשימה זו) (המילה feeds מתייחסת להעברת הנתונים ולא ל"מזונות" כפי שנהוג). בטור האמצעי יכול המגדל לראות את מספרי הטלאים שעברו שהגיעו למשקל שיווק (ע"פ החלטת המגדל) וגם מסומנים על ידי המתקן בצבע על גבם. בטור השלישי מימין ניתן לראות את המספרים של הטלאים שהיו להם התראות. בגרף העליון מימין ניתן לראות את מספר העליות למתקן ושתיית מים לקבוצה כולה. (ניתן לראות כי היו מספר ימים בהם הייתה תקלה במתקן ובהם לא נאספו נתונים). בגרף הימני התחתון ניתן לראות את כמות שתיית המים הכללית של כל קבוצת הטלאים.



איור 4: נתונים קבוצתיים של טלאים לשיווק, התראות, עליה למתקן ושתיית מים.

בנוסף לנתונים הקבוצתיים, התוכנה מאפשרת לקבל נתונים לכל פרט בקבוצה (ע"י בחירתו מתוך הנתונים הקבוצתיים). הגרפים המוצגים באיור 5 מראים את הנתונים הבאים לכל פרט בקבוצה:

- בקופסא העליונה משמאל - מספר תג של הטלה.
- בקופסא השנייה משמאל - משקל הטלה לעומת המשקל הממוצע בקבוצה
- בקופסא האמצעית - שינוי משקל הטלה בק"ג ובאחוזים בשלושת הימים האחרונים.
- בקופסא השנייה מימין - שינוי משקל יומי ממוצע בשבועיים האחרונים בק"ג ובאחוזים ממשקל הטלה.
- בגרף העליון משמאל ניתן לראות בגווני תכלת מעטפת המציגה את נתוני קבוצת הטלאים ובקו כחול את נתוני הטלה הספציפי.
- בגרף התחתון משמאל ניתן לראות את השינוי בקצב עליית המשקל של הטלה.
- בגרף העליון מימין, ניתן לראות את השקילות בפועל שנאספו בשמן עליית הטלה למתקן.
- בגרף האמצעי מימין ניתן לראות מיצוע של הנתונים וניקוי של נתונים בעייתיים (המופיעים כמו שהם בגרף העליון).



איור 5: נתונים לכל פרט בקבוצה

קביעת מועד השיווק האופטימאלי לטלאים: על פי נתונים המתקבלים מהמתקן ניתן לראות שקצב הגדילה משתנה ואינו עולה באופן קבוע. מועד השיווק האופטימאלי מבחינה תאורטית הוא המועד בו קצב הגדילה מתחיל לרדת מקצב הגדילה המקסימאלי. עם זאת נמצא כי מגדלים קובעים את מועד השיווק בעיקר על פי מחירי השוק, זמינות הסוחרים ובד"כ במשקלי מינימום של 60-65 ק"ג. פיתוח המתקן, האלגוריתמים והתוכנה הנלווית פועלים כפי הצפוי. אך עדיין אינם משמשים לקביעת מועד השיווק האופטימאלי. אנו תקווה כי בעתיד הנראה לעין וככל שיצטברו הנתונים נוכל לאתר מועד זה ולהוסיף נדבך חשוב לשיקולי המגדלים לגבי הוצאה מוקדמת של טלאים שאינם גדלים בקצב הנדרש ובכך לחסוך ימי גידול רבים.

סיכום ומסקנות:

לאחר שלוש שנות מחקר נבנה מתקן המאפשר שקילה יומית של טלאים ומדידת כמות שתיית המים בכל יום. המערכת שנבנתה מאפשרת קבלת נתונים מהימנים הישר למחשבו של המגדל. המערכת הותקנה במספר משקים מסחריים ועובדת באופן שוטף. כמו כן, מתקבלות התראות ע"פ פרמטרים שהוזנו מראש (ראה רשימת התראות) וכן על פי דרישה של המגדל. עם זאת יש לציין כי עדיין דרוש חידוד של ההתראות ובחינתן על מנת לדעת אילו מההתראות אכן יכולות להוביל לפעולה לביצוע של המגדל ואילו התראות אינן מעידות באופן ברור על הצורך בטיפול. בנוסף ייתכן כי במשקים שונים יצטרכו ההתראות להתעדכן לפי תנאי הגידול ולפי דרישות המגדל. מתקן מסוג זה מאפשר למגדל לזהות אף טלאים המעוכבים בגדילתם, טלאים העוברים משבר בגדילה וכן טלאים שהגיעו למשקל שיווק וקצב גדילתם יורד.

במהלך תקופת המחקר נכתבו שני מאמרים המציגים את המערכת מבחינה הנדסית ומבחינת היכולת לעקוב אחר איכות המזון המוגש באמצעות התנהגות שתייה. המאמרים בשלבי הגשה.

תוצאות המחקר הוצגו בכנסים שונים בארץ ובעולם, בניהם בכנסים למדעי הבקר בארץ:

Glasser, T. Godo, A. Levit, H. Rosenfeld, L. Lepar, Y. Halachmi, I. Application of automatic water intake monitoring for the evaluation of goat forage quality Forwarding Precision Livestock Farming (Submitted)

Glasser, T. Godo, A. Scholnik, T, Levit. H. Rosenfeld, L. Leibovich, M. Lepar, Y. Halachmi, I. Design and application of automatic monitoring of water intake, drinking behavior and body weight of small-ruminants (In preparation)

