

**היבטים פיזיולוגיים, מדדי ייצור רווחת החיה ופוריות בפרות חלב בקיץ שיצוננו בשיטת הערפול והחלפת אויר מבוקרת בהשוואה לצינון המשלב הרטבת הפרה ואוורור מאולץ**

דו"ח סופי (תוכנית מספר 12-0350-362)

אבי שמאי, אבי ארבל<sup>1</sup>, משה קאים, חיים גסיטוע, הלל מלכה<sup>2</sup>, סטיבן רוזן<sup>2</sup>  
מינהל המחקר החקלאי, מכון לחקר בעלי חיים, <sup>1</sup>מכון להנדסה חקלאית, <sup>2</sup>שהם.

**תקציר:** עקת החום על פרות החלב בקיץ בכלל ובערבה הדרומית בפרט פוגעת ברווחת הפרה, בתנובת החלב ובפוריות, למרות נקיטת משטר אינטנסיבי של צנונים לקראת החליבות, בפרקי הזמן בין החליבות צינון לאורך פס ההאבסה ואוורור באזור המרבץ.

ברפת יהל נבדקה במשך שלושה קיציים האפקטיביות של שיטת צינון סביבת הפרה (הסככה) המבוססת על שילוב בין פעולות ערפול מים בלחץ גבוה בחלל הסככה, סחרור האויר ואוורור מבוקר בסככה (שיטת הערפול). זאת, כחלופה ו/או כהשלמה, לשיטת הצינון המקובלת בארץ המבוססת על שילוב בין הרטבת הפרה ואוורור מאולץ בחצר המתנה (צנונים יזומים) ו/או בפס-האבסה.

מטרות עבודה: היו לבחון את יעילות הצינון של פרות בשיטת הערפול ליצירת תנאי אקלים נוחים בסככה, ואת השפעתה על תנובת החלב, שינויים במשקל הגוף, פוריות, התנהגות רביצה וצעידה, השתנות טמפרטורת הגוף במשך היממה ושל קצב הנשימה, בהשוואה לממשק צינון המקובל.

שיטת הביצוע: פרות הוקצו לאחת משתי קבוצות ניסוי: א. ביקורת (שיטת צינון מקובלת), בה מתקיים ממשק צינון המבוסס על 6 צנונים יזומים בחצר ההמתנה, וצינון רצוני בפס האבסה.

ב. טיפול (שיטת צינון בערפול) - הפרות שוכנו בסככת שהוסבה לסככה סגורה המותאמת לשיטת הערפול. ממשק הצינון התבסס על מערכת ערפול שפעלה בין השעות 0900 עד 2300 בקירוב. בנוסף, צוננו הפרות בחצר ההמתנה לקראת 3 החליבות וצינון נוסף בלילה, וצינון רצוני בפס האבסה.

כל הפרות צוידו בתגים (פדומטר פלוס, צ.ח.מ. אפיקים) המאפשרים לנטר נתוני: קצב צעידה, זמן רביצה ומספר הרביצות. נערך מעקב אחר תנובת החלב. פרות שהתגלו בייחום הוזרעו בהתאם לנהלים הקיימים במשק. השתנות טמפרטורה תוך נרתיק (טמפרטורת גוף) של הפרות נמדדה בתדירות של 10 דקות באמצעות אוגרי נתוני טמפרטורה, בחודשם יולי ואוגוסט. קצב הנשימה של הפרות נמדד בשני מועדים במשך היום.

תוצאות: ממוצע מספר השעות המצטברות במשך היממה, בהן הטמפרטורה הוגינאלית של הפרות גבוהה מ- $39.0^{\circ}\text{C}$ , היו גבוהים יותר ( $p<0.05$ ) בביקורת בהשוואה לטיפול. בשעות הבוקר קצב הנשימה של פרות שתי הקבוצות היו נמוך. מאידך, במדידות שנערכו בשעה 1600 קצב הנשימה של פרות הטיפול היה נמוך יותר ( $p<0.05$ ) באופן משמעותי (52/דקה), בהשוואה לקצב הנשימה של פרות הביקורת (78/דקה). פרות הטיפול רבצו זמן רב יותר ומספר הרביצות היה נמוך יותר במשך היממה (ביטוי להרגשת נוחות הפרות) מאשר בקבוצת הביקורת.

תנובת חלב: בשלושת החודשים הראשונים אחר ההמלטה בהם נהנו פרות הטיפול מהצינון בסככה, התקבלו ההבדלים משמעותיים בתנובת החלב בין קבוצות הניסוי. ממוצעי תנובת החלב של פרות הטיפול והביקורת היו: בחודש הראשון  $43.8 \pm 0.2$  ו-  $40.3 \pm 0.2$  ק"ג/יום ( $p<0.001$ ), בחודש השני  $50.0 \pm 0.17$  ו-  $47.7 \pm 0.16$  ק"ג/יום ( $p<0.001$ ), ובחודש השלישי  $49.3 \pm 0.18$  ו-  $48.0 \pm 0.15$  ק"ג/יום ( $p<0.001$ ), בהתאמה. ההבדלים בתנובת החלב בין קבוצות הניסוי נמשך במשך כל התחלובה, למרות שהצינון הופסק בסככת

הטיפול בסוף חודש ספטמבר. ממוצעי תנובות חלב במשך כל התחלובה היו  $43.9 \pm 0.1$  ו-  $42.2 \pm 0.1$  ק"ג/יום, בפרות הטיפול והביקורת ( $p < 0.001$ ), בהתאמה. שיעורי ההתעברות מהזרעה ראשונה היו  $42.9\%$  ו-  $32.2\%$  ( $p = 0.1$ ), ומשלושת ההזרעות הראשונות  $37.0\%$  ו-  $31.9\%$  בפרות הטיפול והביקורת, בהתאמה. שיעור ההתעברות בהזרעה רביעית ויותר היה גבוה באופן משמעותי ( $p < 0.05$ ) בפרות הטיפול ( $39.3\%$ ) בהשוואה לפרות ביקורת ( $28.1\%$ ). שיעורי ההתעברות מכלל ההזרעות היו:  $37.5\%$  ו-  $31.1\%$  בפרות הטיפול והביקורת בהתאמה ( $p = 0.2$ ).  
**סיכום:** שיטת הצינון בערפול שנוסתה בעבודה זו, הדגימה יתרונות משמעותיים בייצור החלב לאורך כל התחלובה, בשיעורי ההתעברות, ברווחת הפרה ובמדדי תרמורגולציה.

### **Abstract**

Heat stress affects milking cows in the summer in general and in southern Israel (Arava) in particular. It affects the cow well fare, the milk yield and fertility, although taking an intense regimen of cooling before and in the time periods between the milking.

In the milking parlor of Yahel an alternative method or a complement to conventional cooling system in the country based on a combination of wet and forced ventilation was tested.

The objectives of this work was to test the effectiveness of cooling the cow environment by creating a favorable climatic conditions in the shed and its influence on milk yield, fertility, and regulatory measures in comparison to the conventional cooling interface.

The average of the cumulative number of hours during the day in which the vaginal temperature of the cows was higher than  $39^{\circ}\text{C}$  in the control group compare to treatment. ( $p < 0.05$ ). Morning breathing rhythm of cows in both groups was lower. On the other hand, in the measurements conducted at 16:00 treated cows had lower rhythm ( $p < 0.05$ ) significantly ( $55-45/\text{min}$ ) compared to the control of cows ( $84-76/\text{min}$ ).

The cows in the treatment group were lying longer during the day than cows in the control. In the treatment group number of daily spend was lower (an expression of feeling comfort of cows).

Milking yield was higher in the treated group compare to control by  $2\text{L/d}$  ( $40.6, 38.5$   $P < 0.05$ ).

Fertility: the conception rates were 26.1% and 35.4% in the control and treatment groups ( $p = 0.11$ ), an improvement of 36% in conception compared to the control group.

The method of cooling system in this experiment showed a significant advantage in milk production, conception rates, and the cow's welfare.

**מבוא:** תנאי גידול מיטביים הם המפתח להשגת רמות ייצור חלב גבוהה ופוריות נאותה תוך כדי שמירה על רווחת הפרה. תנאי הגידול כוללים גם את תנאי האקלים השוררים בחלל הסככה (רמת הקרינה, טמפרטורת האוויר, לחות יחסית ומהירות האוויר) וריכוזי גזים רעילים. טמפרטורות האוויר הגבוהות בעונות הקיץ והסתיו, גורמות לכך שהפרות מצויות בתנאי עומס חום. לכן, במהלך הקיץ והסתיו, צינון הפרות הוא רכיב מרכזי בממשק אחזקת פרות חלב ברפתות בארץ, להפחתת עומס החום ולהשגת ביצועי ייצור מיטביים.

קיימות שתי גישות עיקריות לצינון פרות: א. צינון ישיר - הפעלת אמצעי צינון ישירות על הפרה; ב. צינון עקיף - קירור המבנה בו שוהה הפרה וע"י כך צינון הפרה. בקיבוץ יהל אשר בערבה הדרומית הוסבה סככת קורל לסככה סגורה בה מופעלת שיטת לצינון הסככה - המשלבת ערפול מים בלחץ גבוה בחלל הסככה, סחרור האוויר ואוורור מבוקר בסככה (שיטת הערפול). זאת, בהשוואה לסככת קורל בה מופעל ממשק צינון מקובל בארץ המבוסס על שילוב בין הרטבת הפרה ואוורור מאולץ בחצר המתנה ולאורך בפס-האבסה. הדוח הסופי מסכם את תוצאות המחקר שנערך במשך שלושה קיציים.

**מטרות המחקר:** היו לבדוק את יעילות הצינון של פרות באמצעות שיטת הערפול, בהתייחס להיבטים פיזיולוגיים, רווחת הפרה, ייצור חלב ופוריות, בהשוואה לממשק צינון המקובל.

### שיטת הביצוע

הניסוי נערך בקיבוץ יהל בערבה, במשך שלושה קיציים בשנים 2012-2014. לניסוי הוקצו שתי סככות קורל סמוכות הדומות בשטחן. אחת הסככות הוסבה ע"י צוות מקומי למבנה סגור בו הותקנו מערכות ערפול ואוורור מתאימות לשיטת ערפול - קבוצת טיפול. התכנון, הבקרה והתפעול של המערכות הותקנו בשיתוף עם צוות המחקר של ד"ר אבי ארבל מהמכון להנדסה חקלאית, במנהל המחקר החקלאי. הסככה השנייה שמשה כסככת ביקורת.

בחודש מאי לפני תחילת הניסוי, הוקצו פרות בוגרות שכבר המליטו והפרות העתידות להמליט (בחודשים יוני-ספטמבר), על פי מספר התחלובה וימים מהמלטה לאחת משתי קבוצות הניסוי:

**א. ביקורת - ממשק צינון מקובל - הפרות שוכנו בסככת קורל טיפוסית לערבה, בה מותקנת מערכת צינון לאורך פס האבסה. ממשק הצינון כלל 6 צנונים יזומים בסככת ההמתנה לפי הפירוט הבא: 3 צנונים לקראת החליבות בשעות 0500, 1300, 2030, ו-3 צנונים יזומים נוספים בשעות 1030, 1630 ו-0130. מערכת הצינון לאורך פס האבסה בקבוצת הביקורת הופעלה עם כניסת הפרות לעולים ועמד לרשות הפרות בין השעות 0600 עד 1800.**

**ב. טיפול - שיטת צינון בערפול - סככת הניסוי הייתה סככה זהה לסככת הביקורת שנסגרה ע"י מתיחת רשת צל בין הקורל לשביל ההאבסה וכנפיים מתרוממים בכל ארבעת הצלעות של הסככה שאפשרו סגירת**

המבנה. הכנפיים בצלע האבוס ירדו עד גובה העולים. במשך הלילה הופסק הצינון בסככת הטיפול, והפרות יכלו לשהות מחוץ לסככת בדומה לפרות הביקורת. תיאור מפורט של מערכת הערפול הוצג בדוח הראשון. מערכת הערפול הופעלה בין השעות 0900 עד 2300 בקירוב. עם הפסקת פעולת מערכת הערפול הפרות שהו מחוץ למבנה בדומה לפרות קבוצת הביקורת. פרות קבוצת הטיפול צוננו בחצר המתנה לקראת שלושת החליבות בשעות 0600, 1400, 2130. הפרות הובאו לצינון יזום נוסף בלילה בשעה 0200. מערכת הצינון לאורך פס האבסה בקבוצת הטיפול הופעלה עם כניסת הפרות לעולים ועמדה לרשות הפרות בין השעות 0600 עד 1800.

הניסוי נערך בחודשים יוני עד ספטמבר. כל הפרות צוידו בתגים (פדומטר פלוס, צ.ח.מ. אפיקים) המאפשרים לנטר בכל פרק זמן במשך היממה את נתוני: קצב ההליכה, זמן הרביצה ומספר הרביצות. כמו כן, נערך מעקב אחר תנובת החלב של כל פרה בכל אחת משלושת החליבות, ומתוכם חושבו התנובה היומית. פרות שהתגלו בייחום הוזרעו בהתאם לנהלים קיימים. נתוני תנובת חלב חושבו רק עבור הפרות שהמליטו בתקופת הניסוי.

השתנות טמפרטורת תוך נרתיק של הפרות במשך היממה נבדקה באופן רציף (מידי 10 דקות) במשך 2-3 ימים בחודשים יולי ואוגוסט. הבדיקה נערכה באמצעות אוגרי נתוני טמפרטורה מכוילים. אוגר נתוני טמפרטורה הוכנס לחריץ מתאים בהתקן וגינאלי- CIDR (ריק מפרוגסטרוין), אשר הוחדר לנרתיק הפרה למשך 2-3 ימים. בשתי קבוצות הניסוי חושבו מספר השעות המצטברות במשך היממה בהן הטמפרטורה תוך נרתיק הייתה גבוהה מ-  $39.0^{\circ}\text{C}$  (שהוא הסף העליון של טמפרטורת גוף בתחום הנורמותרמי). קצב הנשימה של הפרות נמדד במועדי הבדיקה של הטמפרטורה תוך נרתיק. בכל מועד נערכה בדיקה בשעות הבוקר ואחר הצהריים.

נתוני תנובת החלב, משקל גוף והתנהגות רביצה וצעידה חושבו עבור פרות בוגרות שהמליטו בתקופת הניסוי. ניתוח נתוני תנובת החלב נעשה בפרוצדורה GLM (SAS), ושל נתוני הפוריות במבחן כי-בריבוע.

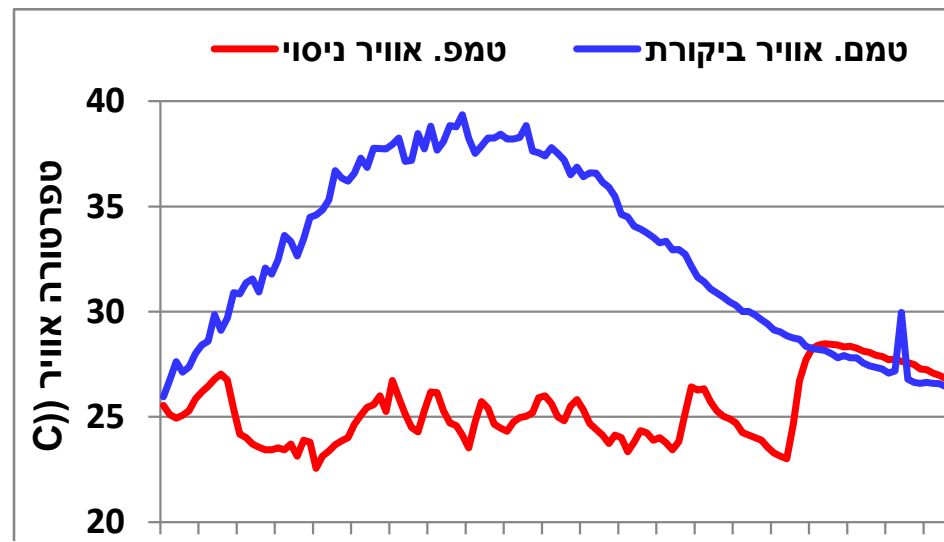
#### תוצאות ודיון

**השתנות טמפרטורה האוויר בסככות וטמפרטורת תוך נרתיק של הפרות:** טמפרטורת האוויר בסככת הערפול נשמרה בתחום של  $24-26^{\circ}\text{C}$  במשך היממה. לעומת זאת, בסככת הביקורת טמפרטורת האוויר המקסימלית הייתה  $39^{\circ}\text{C}$  (איור 1).

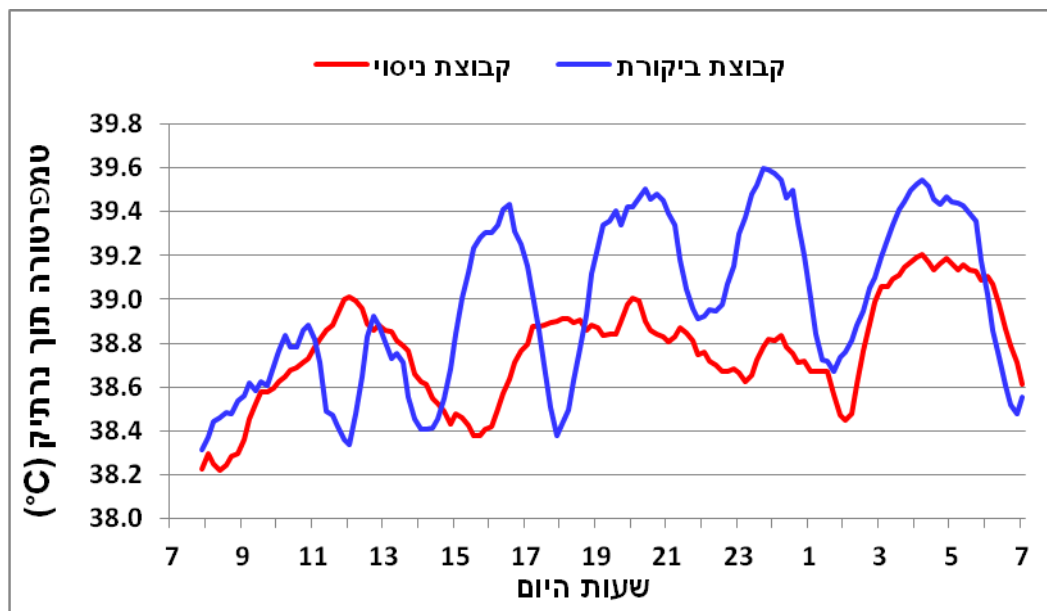
טמפרטורת תוך נרתיק של הפרות בסככת הערפול הייתה נמוכה מ-  $39.0^{\circ}\text{C}$  במשך כ- 22 שעות מצטברות במשך היממה, בהשוואה ל- 14 שעות בלבד בקבוצת הביקורת (איור 2). בקבוצת הביקורת, טמפרטורת תוך נרתיק של הפרות מציגה תנודתיות רבה בהתאם למועדי הצנונים בחצר המתנה, וערכי השיא שלה הגיעו לרמה של  $39.6^{\circ}\text{C}$  (איור 2).

**קצב נשימה:** תוצאות בדיקות קצב נשימה של הפרות מוצגות באיור 3. בשעות הבוקר קצב הנשימה של הפרות בשתי הקבוצות היה נמוך - הפרות בשתי קבוצות הניסוי נמצאות במצב של נורמותרמיה. במדידות שנערכו בשני מועדים בשעה 1530 נמצא שקצב הנשימה של פרות קבוצת הטיפול היה נמוך יותר ( $p < 0.05$ ) באופן משמעותי (תחום ממוצעים 50-54/דקה), מקצב הנשימה של פרות קבוצת הביקורת (תחום ממוצעים 78-79/דקה) בשני מועדי הבדיקה. קצב הנשימה המואץ יחד עם טמפרטורה תוך נרתיק גבוהה, מעידים על כך שהפרות בקבוצת הביקורת נמצאות בעקת חום.

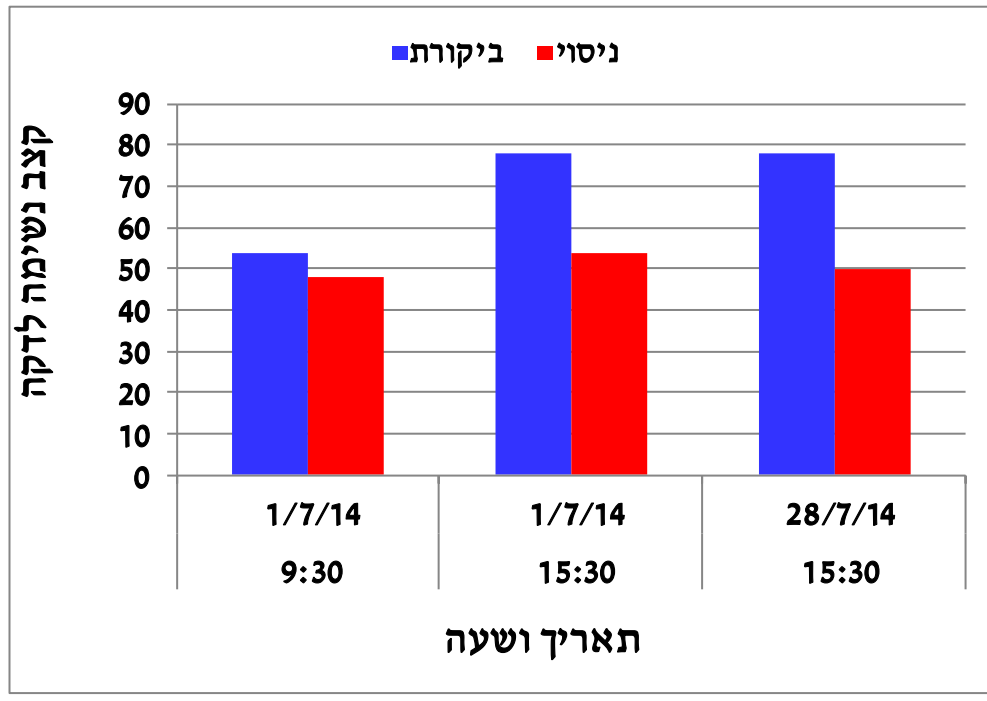
איור 1. השתנות טמפרטורה האוויר בסככות הטיפול והביקורת בתאריך 30/07/14 (הצינון בסככת הטיפול הופעל עד השעה 23.00)



איור 2. השתנות ממוצע טמפרטורה תוך נרתיק של פרות קבוצת הטיפול והביקורת בתאריך 30/07/14

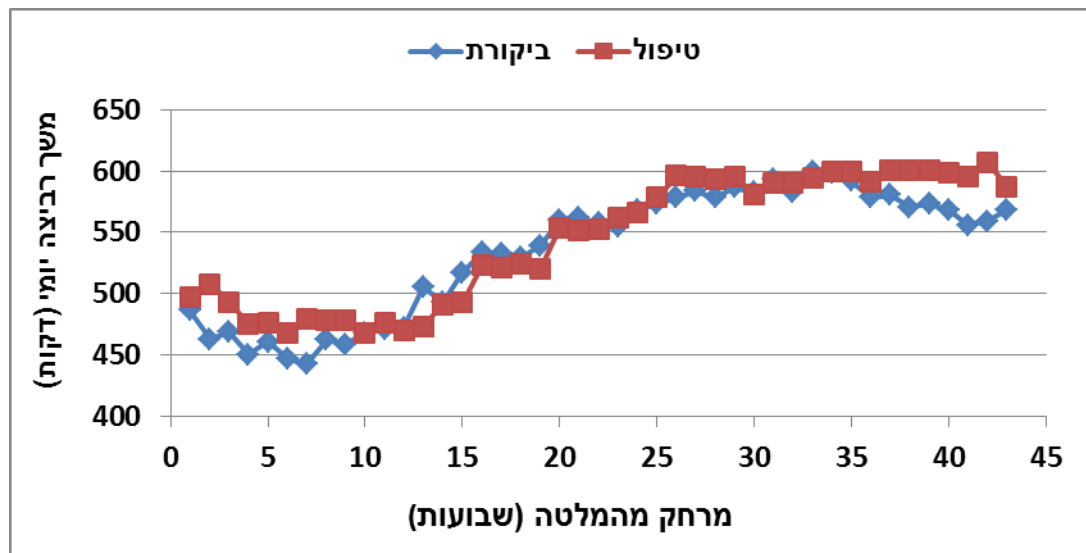


איור 3. השתנות ממוצע קצב הנשימה של פרות קבוצת הטיפול והביקורת בתאריך 30/07/14



**התנהגות רביצה וצעידה:** איורים 4 ו-5 מתארים את ממוצעי משך רביצה יומי, ואת ממוצע מספר רביצות יומי (ממוצעים שבועיים) של הפרות בקבוצת הביקורת והטיפול בהתייחס למרחק מהמלטה.

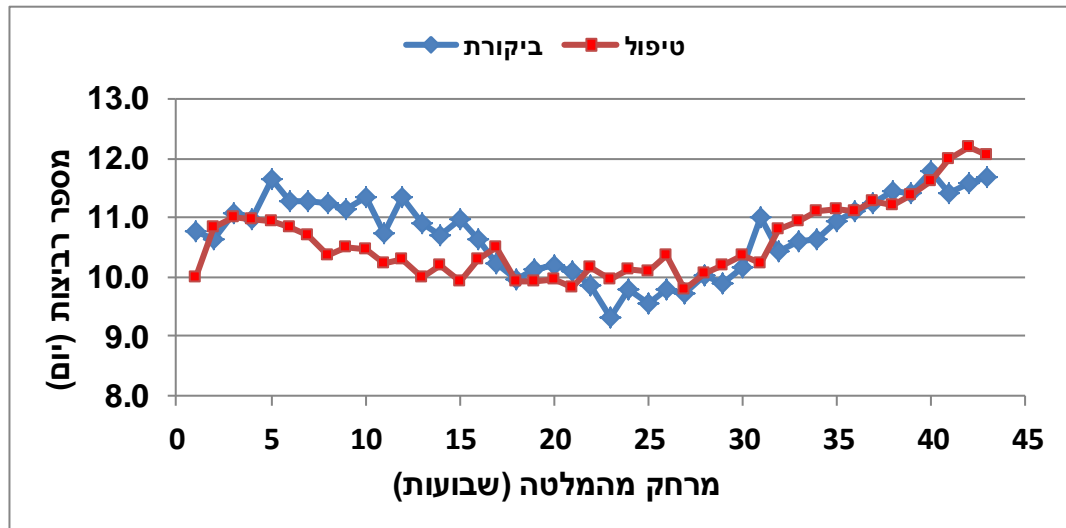
איור 4. השתנות ממוצע משך רביצה יומי (דקות) של פרות ביקורת וטיפול בהתייחס למרחק מהמלטה



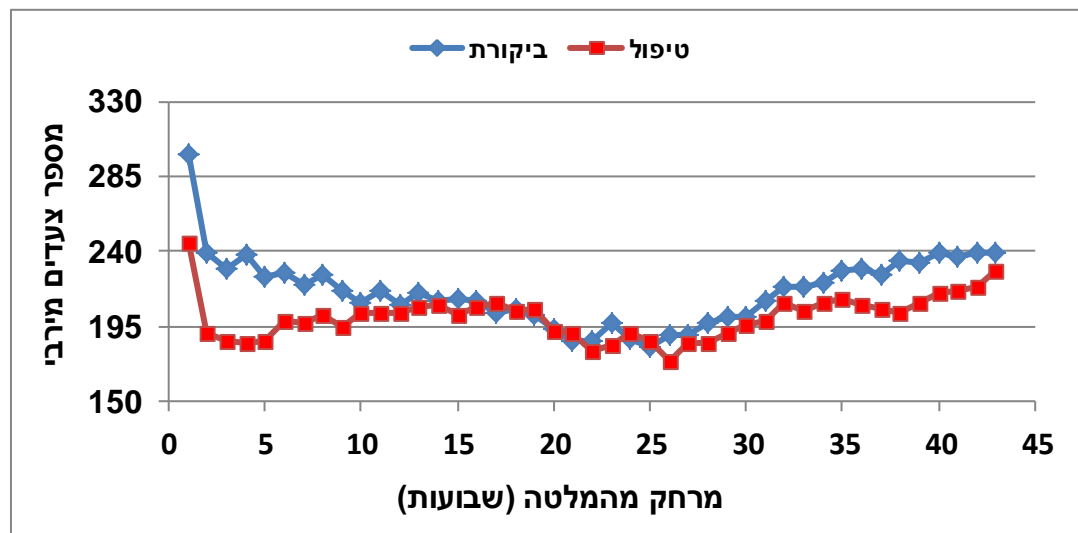
הפרות בקבוצת הטיפול רבצו יותר במשך היממה בתחילת התחלובה ובעיקר בשעות אחה"צ בהן עקת החום היא מרבית, מאשר הפרות בקבוצת הביקורת (איור 4). בקבוצת הטיפול ממוצע מספר הרביצות

היומי (איור 5) היה נמוך יותר מאשר בקבוצת הביקורת. היות ומוצע מספר הרביצות היומי היה נמוך יותר אצל פרות הטיפול, הרי ממוצע משך כל רביצה היה ממושך יותר בהשוואה לפרות הביקורת (איור 5). ממוצע מספר הצעדים המרבי במשך היממה של פרות הטיפול היה נמוך יותר בהשוואה לפרות הביקורת (איור 6). שלושת המדדים הנ"ל מעידים על ביטוי להרגשת נוחות רבה יותר של הפרות בקבוצת הטיפול.

איור 5. השתנות ממוצע מספר רביצות יומי של פרות ביקורת וטיפול בהתייחס למרחק מהמלטה



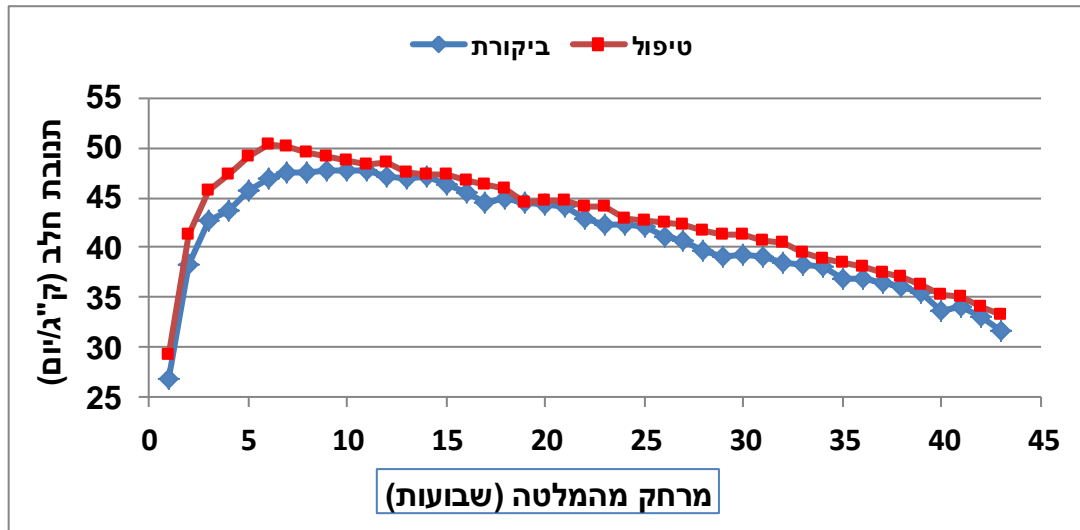
איור 6. השתנות ממוצע מספר צעדים מרבי של פרות הביקורת והטיפול בהתייחס למרחק מהמלטה



**תנובת חלב:** בשלושת החודשים הראשונים אחר ההמלטה בהם נהנו פרות הטיפול מהצינון בסככה, התקבלו ההבדלים המשמעותיים בתנובות החלב בין קבוצות הניסוי (איור 7). ממוצעי תנובות החלב של

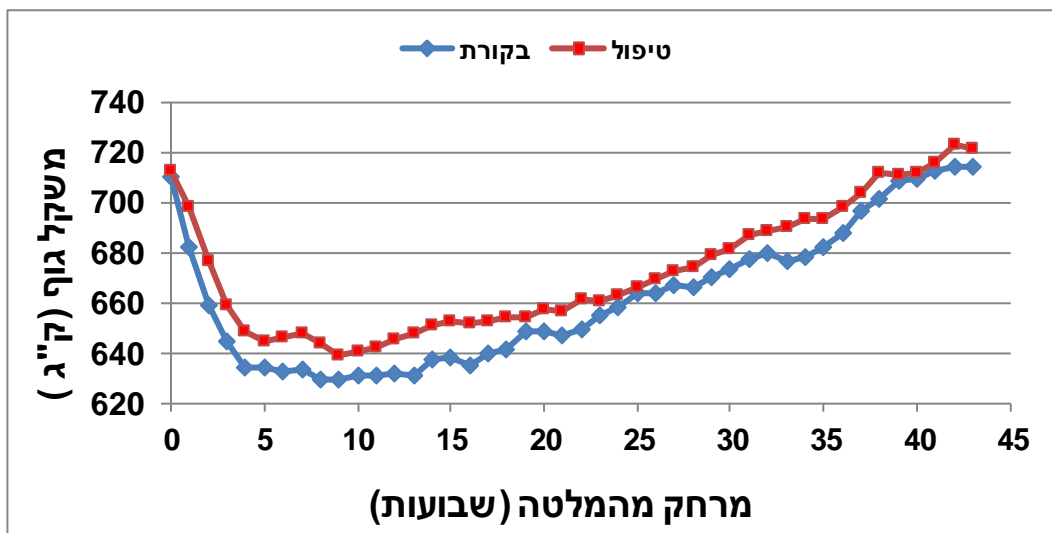
פרות הטיפול והביקורת היו: בחודש הראשון לתחלובה  $43.8 \pm 0.2$  ו-  $40.3 \pm 0.2$  ק"ג/יום ( $p < 0.001$ ), בחודש השני  $50.0 \pm 0.17$  ו-  $47.7 \pm 0.16$  ק"ג/יום ( $p < 0.001$ ), ובחודש השלישי  $49.3 \pm 0.18$  ו-  $48.0 \pm 0.15$  ק"ג/יום ( $p < 0.001$ ), בהתאמה. ההבדלים בתנובות החלב בין קבוצות הניסוי נמשך במשך כל התחלובה כפי שמוצג באיור 7, למרות שהצינון הופסק בסככת הטיפול בסוף חודש ספטמבר. ממוצעי תנובות חלב במשך התחלובה היו  $43.9 \pm 0.1$  ו-  $42.2 \pm 0.1$  ק"ג/יום, בפרות הטיפול והביקורת ( $p < 0.001$ ), בהתאמה.

איור 7. השתנות ממוצע תנובת החלב של פרות ביקורת וטיפול בהתייחס למרחק מהמלטה



השתנות משקל גוף: השתנות משקל הגוף של הפרות אחר ההמלטה מתוארת באיור 8. משקל הגוף של הפרות בקבוצות הביקורת והטיפול היו דומים 711 ו- 713 ק"ג. בשבוע השמיני אחר ההמלטה (משקל הגוף מינימלי) משקלי הגוף של הפרות בקבוצת הביקורת היו נמוכים יותר מאשר בקבוצת טיפול, 630 ו- 640 ק"ג, בהתאמה.

איור 8. השתנות ממוצעי משקל גוף של פרות ביקורת וטיפול בהתייחס למרחק מהמלטה





**פוריות** – במשך הניסוי בוצעו 128 הזרעות בקבוצת הטיפול ו-151 הזרעות בקבוצת הביקורת. שיעורי ההתעברות בהתייחס למספר ההזרעה מוצגים בטבלה 1. שיעורי ההתעברות מהזרעה ראשונה היו 42.9% ו-32.2% ( $p=0.1$ ), ומשלושת ההזרעות הראשונות היו 37.0% ו-31.9% בפרות הטיפול והביקורת, בהתאמה. שיעור ההתעברות מהזרעה רביעית ויותר היה גבוה באופן משמעותי ( $p<0.05$ ) בפרות הטיפול (39.3%) בהשוואה לפרות ביקורת (28.1%). שיעורי ההתעברות מכלל ההזרעות היו: 37.5% ו-31.1% בפרות הטיפול והביקורת בהתאמה ( $p=0.2$ ).

**טבלה 1.** שיעורי ההתעברות בקבוצות הטיפול והביקורת בהתייחס למספר ההזרעה (סיכום של שנתיים).

שיעורי התעברות (%)	טיפול	ביקורת
הזרעה-1	42.9	32.2
הזרעה 1-3	37.0	31.9
הזרעה 4 ויותר	39.3	28.1
כל ההזרעות	37.5	31.1

**סיכום:** שיטת הצינון בערפול שנוסתה בעבודה זו, הדגימה יתרונות משמעותיים בייצור החלב לאורך התחלובה, שיעורי ההתעברות, רווחת הפרה ומדדי תרמורגולציה.