



אברהם ארבל, אפרים מלץ
מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי, המכון להנדסה חקלאית
arbel@volcani.agri.gov.il

צינון רפתות הצעה למבנים ולמערכות צינון

ההתחממות הגוברת, העלייה בתנובה והצורך לטפל בשפכים בעייתיים, העלו את הצורך בבחינת החלופות הנוספות בצינון הפרות בקיץ. צוות של המכון להנדסה חקלאית, מלווה כבר שנים את שיטת הערפול בכמה רפתות בארץ והוא מגיש כאן עבודה להתאמת מבנים לשיטה המוצעת. ניסוי מקיף עומד להתבצע בקיץ הקרוב ברפת שדה אליהו – תחום הצינון מתחמם!

תמונת מצב

תנאי הגידול הם המפתח לרווחת חיית המשק, לייצור מיטבי ומכאן לתמורה כלכלית גבוהה. בנוסף לתזונה נכונה ולממשק מתאים, תנאי הגידול באים לידי ביטוי בתנאי האקלים השוררים בחלל המבנה וריכוזי גזים רעילים. מרבית הרפתות בארץ מבוססות על אוורור טבעי להרחקת עודפי חום, לחות וגזים רעילים. בעקבות זאת, תנאי האקלים המתקבלים במבנה קרובים לתנאי האקלים המקומיים. טמפרטורות הקיץ, הסתיו והאביב הגבוהות בארץ אינם מאפשרות הפגת חום מגוף בעל החיים במידה מספקת וגורמים לתנאי עקה הבאים לידי ביטוי בפגיעה ברווחת בע"ח, בירידה ברמת הייצור ובירידה ברמת הרווחיות. לצורך זה, נהוגות כיום ברפתות חלב בארץ, מגוון רחב של שיטות צינון המבוססות על הרטבת הפרות ואוורור. שיטות אלה מתאפיינות בצריכה גדולה של ידיים עובדות, באנרגיה, במים ובהגדלת נפח השפכים. בנוסף לכך, בין הרטבה אחת לשנייה, הפרות מצויות בטמפרטורות אוויר גבוהות וכתוצאה מכך הפרות מלחיתות (עקה) והעלאת הגרה מופרעת, ולאחר מכן טמפרטורת הגוף עולה מעבר לכדי 1.5 מ"צ. לתודותיות זו יש, כנראה, השפעה שלילית על תהליכים פיזיולוגיים (כגון פוריות) המלווים בפגיעה בביצועים ובהכנסה.

על רקע זה, מוצעת כאן גישה חדשנית לרפתות חלב.

תיאור הרפת המוצעת

התיאור המובא בהמשך נועד להצביע על המגמות העיקריות, מוצג באופן סכמתי ובקווים כלליים ואינו מהווה תחליף לתכנון מפורט, כמתחייב. הגישה המוצעת מונעת משיקולים של רווחת הפרות, רמת ייצור (תנובת חלב, פוריות וכדומה) ושיקולים כלכליים. הגישה המוצעת

שותפים נוספים לעבודה: בני לב, מרדכי ברק, אלכסנדר שקליאר, גיא לידור מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי, המכון להנדסה חקלאית

הינה חדשנית בהשוואה לנהוג כיום, בעיקר במערכת צינון המבוססת על שילוב של מערכות ערפול, אוורור וסחרור.

הרפת תתבסס על מספר מבנים כאשר כל מבנה מורכב משלושה גמלונים, כך שהמרכזי ישמש לשביל האבסה ולשני מזרכים ואילו הקיצוניים ישמשו למרפץ. כמוכן, אין הכרח ששלושת הגמלונים יהיו אחידים

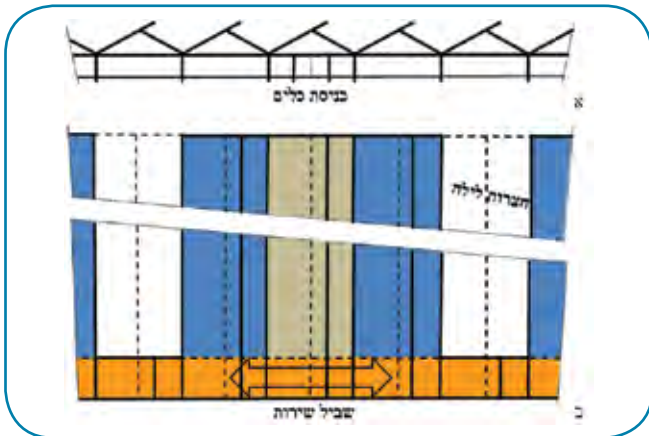
מבנה

הרפת המוצעת מבוססת על מבנים גמלוניים כמתואר באיור 1. מפתח הגמלון המומלץ עשוי להיקבע בהתאם לרוחב שביל האבסה ושני מדרכים (12-14 מ'). לצורך ניצול אנרגיית השמש (בדומה למגמה הברוכה והנהוגה כיום), כוון הגמלונים המומלץ הינו מזרח-מערב והחלק הדרומי ישמש להצבת קולטי שמש חשמליים. גובה המבנה המומלץ נקבע כך שיאפשר תנועה חופשית של הכלים המכניים, ויעמוד

איור 1: תאור סכמתי של חתך גמלון מרכזי



איור 3: תאור סכמתי של מבנה הרפת, א - מבט צד, ב - מבט על



מערכות בקרת אקלים

ייעודם של מערכות בקרת אקלים בא לידי ביטוי בשלושה היבטים עיקריים:

הפגת חום - הפרות הינן יצרניות עודפי חום (בדומה לכל בעלי החיים) שיש להפיגו מגוף הפרה תוך כדי שמירה על טמפרטורת גוף טבעית. שטף עודפי החום מורכב משטף התחלתי הנדרש לקיום הפרה (כ-500 וואט) ומשטף המשתנה בהתאם לרמת הייצור (תגובת חלב, גדילה והיריון) ולרמת הפעילות. חום זה מועבר מהפרה לאוויר הסובב אותה (אוויר המבנה) ומכאן לסביבה. לכן, מערכות בקרת האקלים מיועדות להקנות תנאים כאלה, שיאפשרו שמירה על טמפרטורת גוף נורמלית

על כ-4 מ' (מרזב). כמתואר באיור 2, הרפת תתבסס על מספר מבנים כאשר כל מבנה מורכב משלושה גמלונים, כך שהמרכזי ישמש לשביל האבסה ולשני מדרכים ואילו הקיצוניים ישמשו למרבץ. כמובן, אין הכרח ששלושת הגמלונים יהיו אחידים, אך הדבר, מטעמי מודולריות, עשוי לתרום לצמצום בעלות המבנים. על פי הנהוג כיום, אורך המבנים הינו בטווח 70-100 מ' והשטח המוקצה לפרה נע בין 20-30 מ"ר. לפיכך ובתנאים אלה, כל מבנה עשוי לאכלס שתי קבוצות (קבוצה בכל צד) בנות כ-50 עד 100 פרות.

איור 2: תאור סכמתי של חתך המבנה



כמתואר באיור 3, המבנים מופרדים במרחק של מפתח גמלון אחד (או שניים) ושטחים אלה ישמשו לחצרות לילה. לעומת זאת, המבנים מחוברים בצד המזרחי או המערבי (או בשניהם) באמצעות שביל הליכה ושירות. השביל יהיה מורכב מאותם המרכיבים של המבנה וברוחב שדה (מרחק בין עמודים לאורך המבנה - מומלץ 4 מ') הזהה לזה של המבנה. שביל זה, נועד להובלת הפרות לחליבה ולתנועת טרקטורים לצרכים השונים. תצורה זו, מאפשר סגירת המבנה (לצורכי צינן כמפורט בהמשך) ותפעול הרפת בממשק הרצוי תוך כדי שמירה על הקבוצות השונות (באמצעות מחיצות פנימיות).

הקיץ הופך לחורף עם מערכות העירפול של א.ר.ג.



שאל את הפרות ברפתות:

- שביל החלב - כפר ויתקין
- חוות השחפים
- כפר בלוס
- רגבה
- בית-אלפא
- משק יוקר - יוקנעם
- נווה-אור
- מיזרע
- רוזנברג - כפר יזריה
- אמטו - בורגתא

א.ר.ג. פיתוח ויעוץ בחקלאות בע"מ

מושב עין-ורד ת.ד. 186 מיקוד 40696 טלפקס. 09-7962387, נייד: 052-3383005
www.arn-fog.com Email: noam@arn-fog.com

אידי המים וכתוצאה מכך, ירידה בטמפרטורת האוויר ועלייה בלחות היחסית (תהליך אדיאבטי). שטף מים הנדרש הינו בתלות בשטף האוויר, בתנאי סביבה ובתנאים רצויים במבנה. כמובן, מים הינן משאב שבמחסור ויש לבחון שימוש יעיל ומיטבי.

אוויר - מערכת המיועדת לאפשר החלפת אוויר המבנה באוויר סביבה ובשטף מידתי. שטף אוויר הנדרש הינו בתלות בעומס החום (שמקורו בבעלי החיים, בדפנות המבנה ובקרקה), תנאי סביבה ותנאים רצויים במבנה. בתנאים אלה ומשיקולי עלות תועלת, ניתן להראות ששטף האוויר הנדרש הינו מוגבל עד כדי 40 החלפות בלבד. זאת, לעומת 250 החלפות, במבנים פתוחים וברוח שכיחה. לפיכך, הדבר מחייב סגירה למחצה של המבנה, ביטול השפעת הרוח ושליטה על שטף האוויר.

מערכות בקרת האקלים מיועדות להקנות תנאים כאלה, שיאפשרו שמירה על טמפרטורת גוף נורמלית באופן רציף תוך הפגת מלוא עודפי החום מגוף הפרה

בשיטה המוצעת וכמתואר באיור 4, אופן החלפת האוויר הינו: אוויר חיצוני נכנס מבעד לפתחי הגג ויוצא מבעד לקירות הצד. קיימות שתי שיטות עיקריות לאוויר המבנה:

- **אוויר טבעי** - באמצעות פתחי צד ובהתבסס על אפקט הארובה. שיטה העלולה להיות מושפעת מהרוח החיצונית ובעקבות זאת השליטה בספיקת האוויר נפגמת. פתחי צד עשויים להתקבל באמצעות חלונות (כמתואר באיור 4) או באמצעות וילונות.

- **אוויר מאולץ** - באמצעות מאווררים הממוקמים בקירות הצד. שיטה זו מומלצת יותר מקודמתה משום שמאפשרת סגירת המבנה (פרט לפתחי הכניסה שבתקרה) ושליטה יחסית פשוטה בספיקת האוויר.

סחרור - מערכת המיועדת לסחרור את אוויר המבנה במגמה להקנות מהירות אוויר רצויה (כ-2 מ' לשנייה) סביב גוף הפרה, לצורך שיפור הפגת החום מגוף הפרה ומבעד לפרווה אל האוויר הסובב אותה. לצורך זה, מוצע להתקין מאווררי תקרה גדולים המסתובבים במהירות נמוכה ומתאפיינים בספיקות גדולות (HVLS - High Volume Low Speed) ובצריכת חשמל נמוכה. בנוסף לכך, מערכת זו תשפר מאוד את ייבוש הרפד, בעיקר בשעות שבהן מהירות הרוח נמוכה וזניחה.

בכפוף לכך, ניתן להפעיל את המערכות השונות בצורה הדרגתית החל במבנה פתוח (כמקובל כיום) בשעות הקרות וכלה בשיטה המוצעת במלואה בשעות החמות. הפעלה משתנה זו ועל פי ניסיון מצטבר, עשויה להתבצע באופן ידני תוך מעקב אחר שינויים בתנאי האקלים המקומיים והתנהגות הפרות (הלחתות וכדומה). הפעלה אוטומטית מחייבת בקר ומערכת חישה מתקדמים ומנגד, עשויה לתרום רבות להפעלת המערכות באופן יעיל וממצא. בהתאם לכך ועל פי תנאי האקלים ממוצעים, ניתן לשמור על טמפרטורת האוויר ברפתות שלא תעלה על 28 מ"צ בכל רחבי הארץ.

פערי ידע

חשוב להדגיש, הצעה זו מבוססת בעיקר על ניסיון מצטבר של מגישי ההצעה. ניסיון זה מבוסס בעיקר על מעקב הנדסי אחר ביצועי מערכות



וילון צד עולה ויורד ברפת בית רע

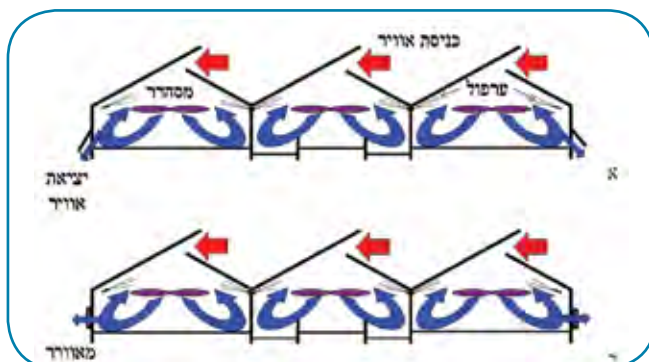
באופן רציף תוך הפגת מלוא עודפי החום מגוף הפרה. ייבוש רפד - מטעמי היגיינה יש צורך בשמירה על רפד יבש. דבר המחייב אידי המים, הרחקת עודפי לחות ואוויר המבנה.

הרחקת גזים רעילים - הפרשות הפרות גורמות לעלייה ברמת הגזים הרעילים, כגון אמוניה. עובדה זו מחייבת הרחקת עודפי גזים רעילים לשמירה על רמה מותרת.

לצרכים אלה ובתקופות הקרות, ניתן להסתפק באוויר המבנה בהשפעת הרוח המקומית. על פי מהירות רוח שכיחה (כ-3 מ' לשנייה בממוצע) מספר החלפות האוויר נאמד בכ-250 וכתוצאה מכך, תנאי האקלים במבנה דומים לאלה שבסביבה. בתנאים אלה, המבנים המקובלים כיום (סככות פתוחות) בהחלט עונים על הצרכים ומספקים. לעומת זאת, בתקופות החמות יש צורך בשיטות ובאמצעים נוספים. כמתואר באיור 4, השיטה המוצעת לצינון המבנים בתקופות החמות, מבוססת על שלוש מערכות: ערפול, אוויר וסחרור, המופעלות במשולב:

ערפול - מערכת המיועדת להורדת טמפרטורת אוויר המבנה ללא הרטבה ותוך כדי המרת אנרגיה מוחשת לאנרגיה כמוסה. שיטה זו מבוססת על הספקת מים בצורת טיפות קטנות ככל הניתן (בתחום הערפל) במגמה להגדיל את שטח פני המים הבאים במגע עם האוויר. כמוכך, ככל שהטיפה קטנה יותר קצב נפילתה קטן והיא נישאת ע"י זרימת האוויר בקלות. שתי תופעות אלה מבטיחות יעילות גבוהה של

איור 4: תאור סכמתי של שיטת הצינון הכוללת מערכות ערפול, אוויר וסחרור, א - אוויר טבעי, ב - אוויר מאולץ



מאחר והגישה המוצעת מהווה תפנית משמעותית בהשוואה למקובל כיום, יש הכרח לבחון מחדש פרמטרים שונים, כגון צפיפות רצויה של פרות וכדומה.

הפעלה אוטומטית מחייבת בקר ומערכת חישה מתקדמים ומנגד, עשויה לתרום רבות להפעלת המערכות באופן יעיל וממצא. בהתאם לכך ועל פי תנאי האקלים ממוצעים, ניתן לשמור על טמפרטורת האוויר ברפתות שלא תעלה על 28 מ"צ בכל רחבי הארץ



דיזות בלחץ גבוהה ומאווררי הרקולס בגג

סיכום ומסקנות

בהצעה זו מוצגת גישה חדשנית לרפתות חלב. הגישה המוצעת מונעת משיקולים של רווחת הפרות, רמת ייצור ושיקולים כלכליים. גישה זו מבוססת על שילוב של מערכות ערפול, אוורור וסחרור. היתרונות הצפויים של הגישה המוצעת עשויים לבוא לידי ביטוי:

- **רווחת הפרות** - הקניית תנאי אקלים העונים על רווחת הפרות, הם גם תנאים שבהם הפרה בעלת רמת ייצור גבוהה. שיפור הניכר בעיקר בתקופות החמות בהשוואה לשיטות הנהוגות, בתקופות שבהן צריכת החלב בשוק המקומי גדולה.
- **שיפור משמעותי ברמת הרווחיות** - בעיקר כתוצאה משיפור ביצועי הפרות. ■

בקרת אקלים במתכונת המוצעת. מערכות שהותקנו בפועל, הותאמו למבנים הקיימים והיו ברמות שונות של התקנה, החל בהתקנה חלקית של מערכות ערפול בסככות פתוחות (תוך התאמתן לתנאי המקום ויכולת ההשקעה מצד הרפתנים) וכלה במתכונת המלאה. בהתחשב בכך ומתוך מעקב זה, ניתן להצביע על תוצאות מעודדות מאוד, שלא ניתן להתעלם מהן. חשוב לציין, מזה כעשור עוד בטרם יישום "הרפורמה" ובמהלכה, הוגשו הצעות מחקר לפיתוח ולבחינת מערכות בקרת אקלים במתכונת המוצעת וללא הועיל. לפיכך, לא נעשה עד כה ניסוי מבוקר לאפיון הביצועים הנובעים ממערכת בקרת האקלים המוצעת בהשוואה לשיטות הנהוגות כיום. עם זאת ולאור ההצלחות, הצעת עבודה המבוססת על ניסוי מבוקר מסוג זה, זכתה למימון רק לאחרונה.



חברת א.ב. מתכננים

מברכת את מגדלי הבקר והחלב בשנת תנובה מוצלחת אתכם לאורך כל הדרך!



דרך מנחם בגין 116, תל אביב, ת.ד. 25256, מיקוד 61251
טל. 03-6233777, פקס. 03-6233700, ron@abt.co.il