

תנאי האקלים בשעות הצהריים בבתי צמיחה בערבה התיכונה
חורף - אביב 1987/88 *

=====

אברהם ארבל	-	מכון וולקני - המכון להנדסה חקלאית
נחום זמיר	-	מכון וולקני - המכון להנדסה חקלאית
עודד יקותיאל	-	מכון וולקני - המכון להנדסה חקלאית

* - מתוך הדו"ח השנתי לתכנית עבודה "יישום מבנים קלים לגידולים חסויים בערבה" מס' 461-0005, המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני, בית דגן.

הבעת תודה

העבודה מומנה ע"י מו"פ ערבה ועל כך נתונה תודתנו. כמו כן
אנו מודים לכל בעלי החממות שאיפשרו לנו לערוך אצלם את
הניסויים.

תקציר

לשם אפיון תנאי האקלים בשעות שיא החום בעונת החורף והאביב בבתי צמיחה הקיימים בערבה, נערך סקר שכלל שבעה עשר מבנים בערבה התיכונה. אחת לשבועיים, לאורך עונת הגידול (מ-31.11.87 עד 9.5.88) נמדדו: הטמפרטורה והלחות היחסית בחוץ, הטמפרטורה והלחות היחסית בארבעה מקומות לאורך כל מבנה, מצב פתחי האוורור ומצב הגידול. התוצאות לא הראו על הבדלים ניכרים בתנאי האקלים ששררו במבנים השונים שנכללו בסקר. תופעה זו בולטת בעיקר בעגבניות בהדליה כאשר נערכה השוואה בין חממות נמוכות (וסיאמיות גובה "מרזב" 1.8 מ' ובגודל של כ-70 X 70 מ') לבין חממות גבוהות (גובה מרזב 4 מ') הנהוגות בצפון הארץ. תוצאות אלה מראות שבתקופה זו ניתן, על ידי פתיחה מתאימה של פתחי האוורור, לשמור בתוך המבנים על הטמפרטורה שלא תעלה ביותר מכ- 2 מ"צ מעל לטמפרטורת הסביבה. תוצאות אלה התקבלו בעיקר בשל התכולה הנמוכה של אדי המים באויר המיוחדת את האקלים באיזור הזה.

מבוא

אזור הערבה מאופיין בכמות משקעים קטנה, אקלים יבש ועננות מועטה יחסית לצפון הארץ, אמנם עוצמת קרינת השמש (בימים בהירים) ומהירות הרוח דומה לאלו הקיימות באזורי הארץ האחרים, אך ימי העננות מועטים. תנאי אקלים אלו מאפשרים לגדל בחורף גידולים מבכירים. החל מ-1983 נערכו עבודות מחקר ופיתוח בנושא זה שהראו יתרון לבתי צמיחה בניצול מירבי של תנאי האקלים האלה (1). לצורך זה פותחו בתי צמיחה זולים המותאמים לאזור זה. באין הספקת חשמל ולשם סילוק עודפי החום, הושם דגש על אורור טבעי. הפיתוח כלל בחינה תאורטית של תנאי האקלים העשויים להתקבל במבנים, תוך התייחסות לתנאי האקלים של האזור ושימוש במשוואות המופיעות בדו"ח קודם (2). מבחינה זו הסתבר שהודות ללחות היחסית הנמוכה, בחורף ובאביב, ניתן לשמור את טמפרטורות האויר בחממה, בגבולות סבירים גם במבנים פשוטים ונמוכים שגובה המרזב שלהם כ- 2.2 מ' וביחידות של כ- 70 X 70 מ', כאשר קיימים פתחי אורור בכל ארבעת הצדדים ופתחים נוספים בגג. מבנים מטיפוס זה הוקמו בערבה במקביל למנהרות עבירות ולחממות גבוהות כדוגמת החממות שבצפון הארץ.

מטרת העבודה היתה לאפיין את נתוני האקלים (טמפ', לחות יחסית וקרינה) הקיימים בשעות שיא עומס החום (בין 11.00 ל- 14.00) בבתי הצמיחה השונים, תוך התייחסות למצב הגידול, מידת פתחי האורור והמידות הגיאומטריות של המבנה.

מהלך העבודה

17 מבנים שונים המכוסים ביריעות פוליטיאלן, נבחרו בהתייעצות עם אנשי הגידול בערבה התיכונה והצפונית הפירוט מופיע בטבלה מס' 1.

טבלה מס' 1 - רשימת בתי הצמיחה שנערך בהם הסקר *

מספר מבנה	סוג המבנה	סוג פתחי האורור	הגידול	הישוב
1	מנהרה עבירה	ווילונות לאורך משני הצדדים	עגבניות	עידן
2	מנהרה עבירה	ווילונות לאורך בשני הצדדים	פלפל	עידן
3	חממה גבוהה א'	ווילונות מסביב	עגבניות	עין חצבה
4	חממה גבוהה ב'	ווילונות מסביב, פתחים בגג	עגבניות	עין חצבה
5	חממה גבוהה ג'	ווילונות מסביב	פלפל	עין חצבה
6	מנהרה עבירה א'	פתיחה בקצוות	מלון שרוע	עין חצבה
7	מנהרה עבירה ב'	פתיחה בקצוות	מלון שרוע	עין חצבה
8	מנהרה עבירה	פתיחה בקצוות ובגג	פלפל	חצבה
9	מנהרה עבירה	פתיחה בקצוות ובגג	עגבניות	חצבה
10	חממה נמוכה	פתיחה בצדדים ובגג	אבטיחים	חצבה
11	חממה גבוהה ד'	פתיחה בצדדים	מלון בהדליה	חצבה
12	חממה נמוכה	פתיחה בצדדים ובגג	עגבניות	עין יהב
13	חממה נמוכה	פתיחה בצדדים ובגג	מלון שרוע	עין יהב
14	מנהרה עבירה	פתיחה בקצוות ובגג	עגבניות	עין יהב
15	מנהרה עבירה	ווילונות לכל האורך בצדדים	בזיל	עין יהב
16	חממה נמוכה	פתיחה בצדדים ובגג	מלון שרוע	עידן
17	מנהרה עבירה	פתיחה בקצוות ובגג	עגבניות	עין יהב

* פירוט בתי הצמיחה, שם היצרן, שם המגדל, מיזות גיאומטריות וצורת הפתחים, אפשר למצוא בנספח א', בדו"ח השנתי הנ"ל.

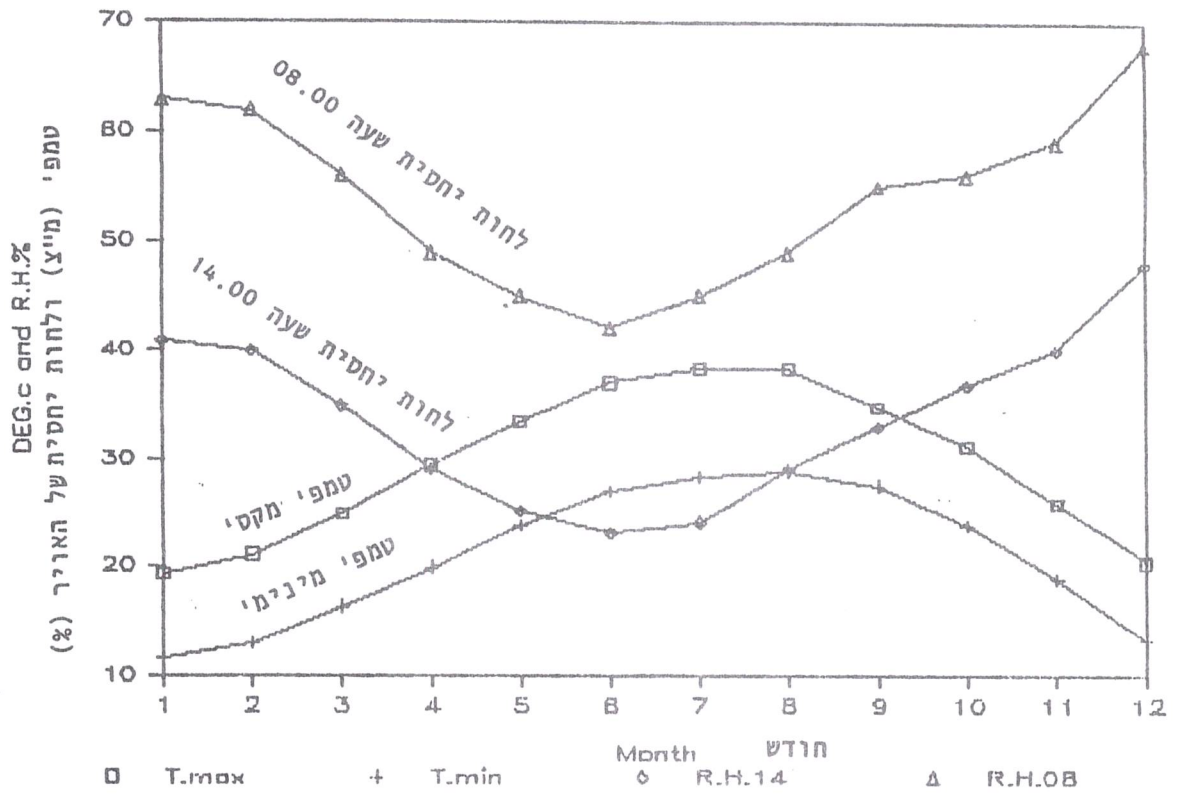
המדידות נערכו אחת לשבועיים בערך החל ב- 30.11.87 וכלה ב- 8.5.88, בשעות הצהריים. על מנת לאפשר ביצוע מדידות במספר הרב של המבנים המרוחקים זה מזה, נערכו המדידות במכשירים ידניים. המדידות נערכו ב-4 נקודות בגובה 1.2 מ', לאורך החממה. במספר בתי-צמיחה נערכו גם מדידות בחתכי גובה שונים, לאורך בתי הצמיחה.

אמצעי המדידה

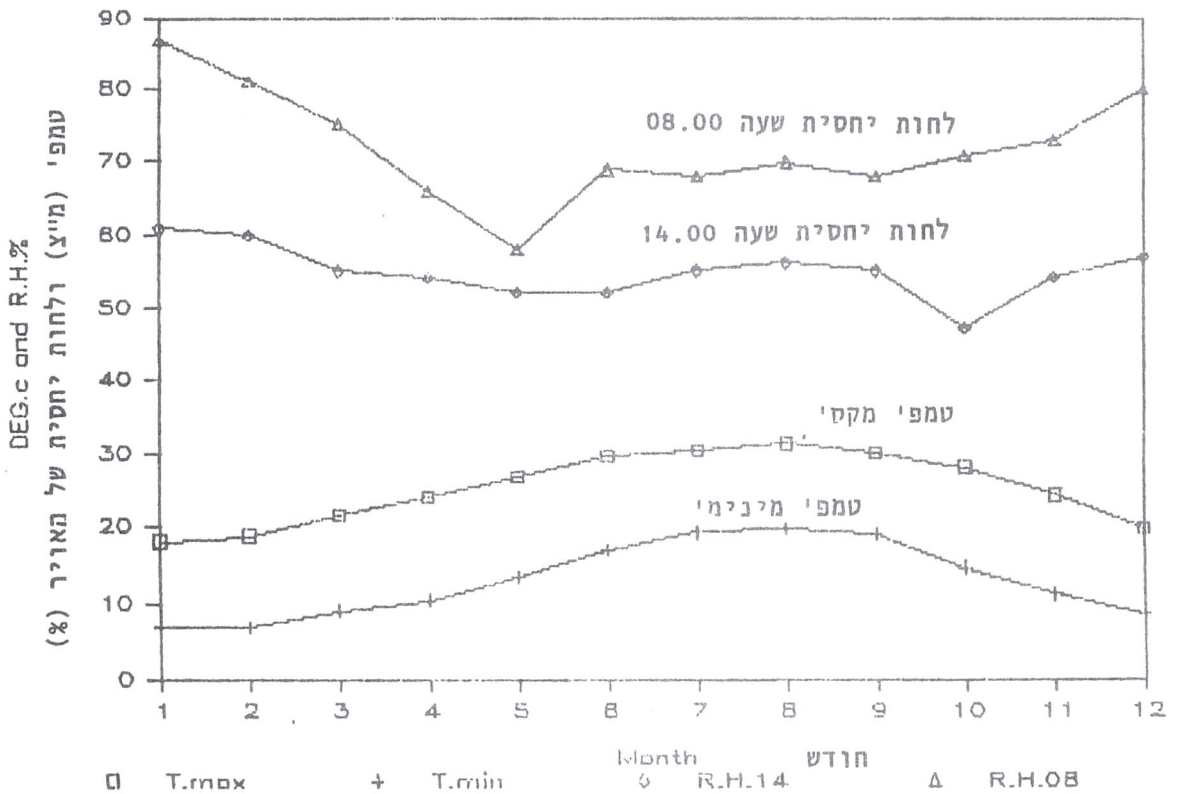
1. מדידת טמפרטורה ולחות יחסית במכשיר יד דגם Hygroskop GT-2 של Rotronuc. לשם בקורת הושוו קריאות המכשיר מספר פעמים במשך העונה לקריאות פסיכרומטר סטנדרטי של Kasela כמקובל.
2. מדידת מהירות הרוח נעשתה במכשיר ידני Anemometer PA 4000 חוצרת Digital.

חוצאות

1. טמפרטורה ולחות יחסית של הסביבה לאורך השנה
בציורים מספר 1 ו- 2 מופיעים מהלכי הטמפרטורה והלחות היחסית לאורך השנה משני מקומות בארץ: עין יהב בערבה ובית דגן במרכז. הנתונים התקבלו מנתוני השירות המטאורולוגי.
2. קרינה לאורך השנה
נערכו חישובים לגבי הקרינה בימים בהירים בערבה (קו רוחב 30.75°) ובמרכז הארץ (קו רוחב 32°). מהחישובים נראה שבחורף עוצמת הקרינה בערבה גבוהה ב- 2% עד 4% לעומת מרכז הארץ ובקיץ גבוהה רק ב- 1% עד 2%. נראה על כן שההבדלים אינם משמעותיים.



ציור מס' 1: טמפרטורה ולחות יחסית לאורך השנה בעין-יהב



ציור מס' 2: טמפרטורה ולחות יחסית לאורך השנה בבית-דגן ממוצע רב שנתי (לפי השרות המטאורולוגי ב"ד)

בחישובים לגבי קרינת יום בהיר, בימי המדידה שנערכו בערבה, ישנה עליה בשעות הצהריים מ-580 ווט ל-מ² בנובמבר עד לכ-980 ווט ל-מ² בתחילת מאי. בגרפים של מהלך הקרינה לאורך שעות היום ישנה עליה תלולה בעוצמה בשעות הבוקר. התמתנות בצהריים וירידה תלולה לקראת הערב, מהגרפים המחושבים נראה שתזוזה של שעה עד שעתיים ימינה או שמאלה, בשעות הצהריים, אינן קריטיות מבחינת מדידת עוצמת הקרינה.

3. טמפרטורה ולחות יחסית בחתכים לגובה

דוגמא ותוצאות שנתקבלו בחממה נמוכה, עגבניות בהוליה, נתונה בטבלה מס' 2.

טבלה מס' 2 - טמפרטורה ולחות יחסית בגבהים שונים בחממה מס' 12

גובה מדידה ס"מ	חתך 1, צפון	חתך 2	חתך 3	חתך 4, דרום
20	30% מ"צ 26.0	50% מ"צ 27.3	58% מ"צ 27.5	64% מ"צ 27.1
120	33% מ"צ 25.8	53% מ"צ 27.1	60% מ"צ 27.8	60% מ"צ 26.8
210	42% מ"צ 25.9	54% מ"צ 28.1	64% מ"צ 29.2	64% מ"צ 28.5

מהתוצאות נראה שאין הפרשים גדולים בטמפרטורה ובלחות היחסית בגבהים השונים בחממה זו, שהיתה חממה נמוכה עם פתיחה בצדדים ובגג (חממה סיאמית). בשעת המדידה נשבה רוח קלה מצפון (עד 1.5 מ' / ש"נ) ונראית השפעתה בחלק הצפוני של החממה. הטמפרטורה בחוץ היתה 25.2 מ"צ והלחות היחסית היתה 25%. ככל שנכנסים לתוך החממה

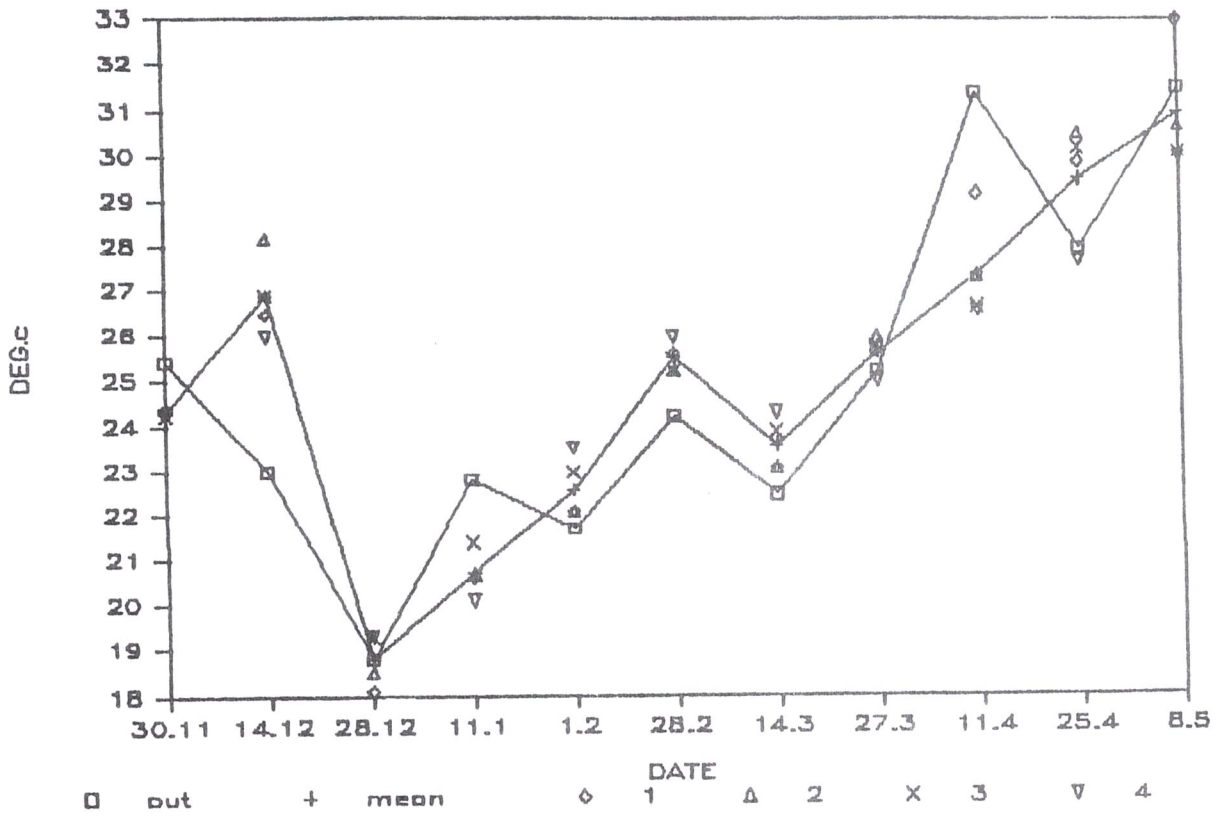
חלה עליה בלחות היחסית ובטמפרטורה.

במדידות ובחתכים בחממות אחרות, לא נתקבלו הפרשים גדולים הן בטמפרטורה והן בלחות היחסית בין נקודות נמוכות, סמוך לקרקע, ונקודות גבוהות ליד אמירי הצמחים.

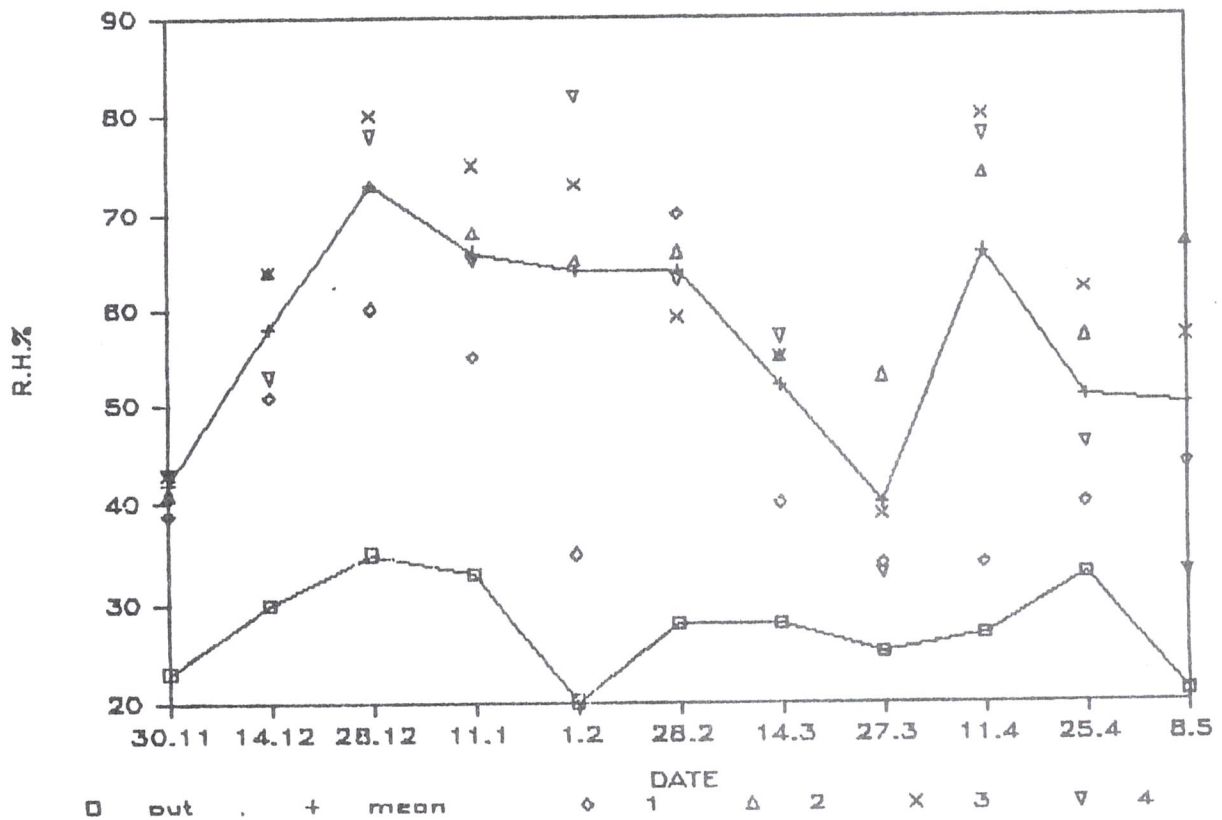
4. טמפרטורה ולחות יחסית לאורך החממה בימי המדידה

בציורים מס' 3, 4, 5 ו-6 מופיעות דוגמאות* למהלך הטמפרטורה והלחות היחסית לאורך עונת הגידול בחממה נמוכה (עגבניות) חממה גבוהה (עגבניות) מנהרה עבירה (עגבניות) וחממה נמוכה (אבטיחים). הטמפרטורות כוללות את טמפרטורת החוץ וארבע טמפרטורות בגובה 1.2 מ' לאורך המבנה, וכן את הטמפרטורה הממוצעת במבנה. כנ"ל לגבי הלחות היחסית.

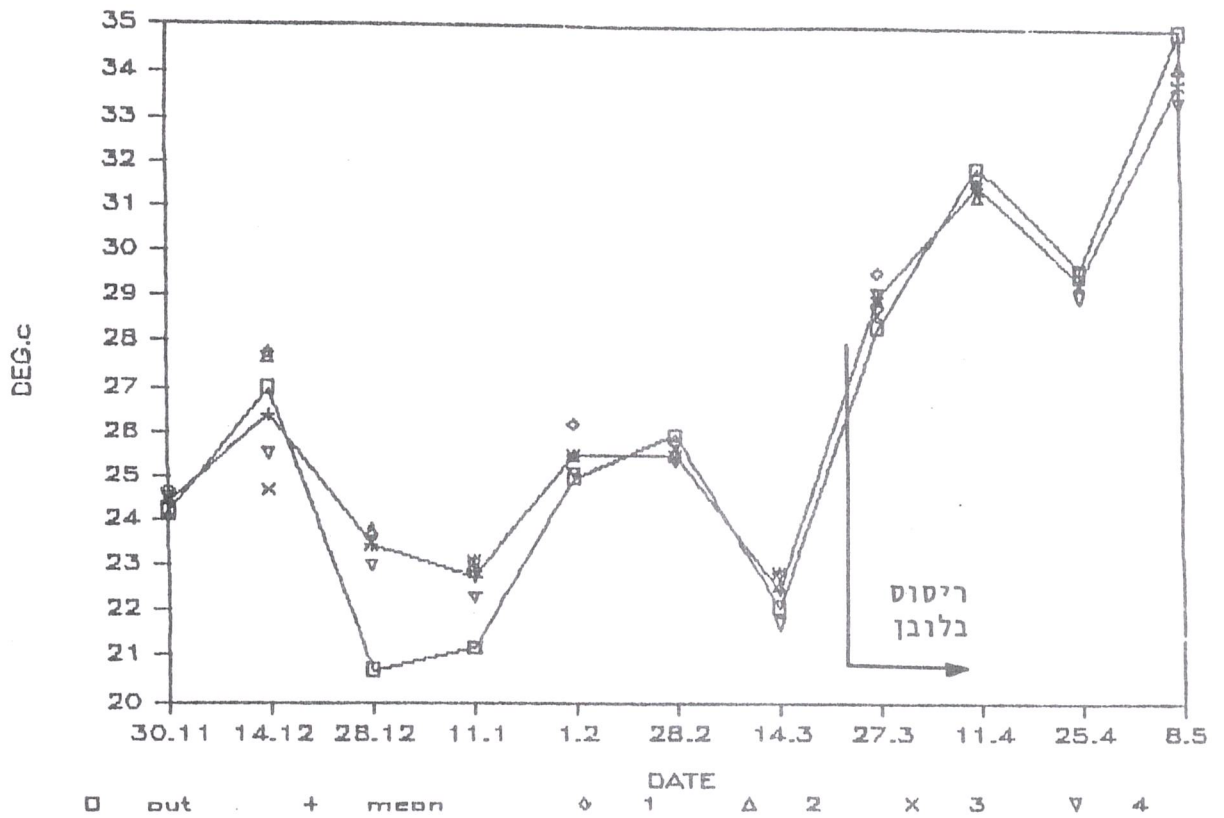
* - חשוב לציין כי הקווים המקשרים בין הנקודות של תוצאות המדידה הרגעיות, משמש לצרכים ויזואליים בלבד ואינו מעיד על ערכים שבין ימי המדידה.



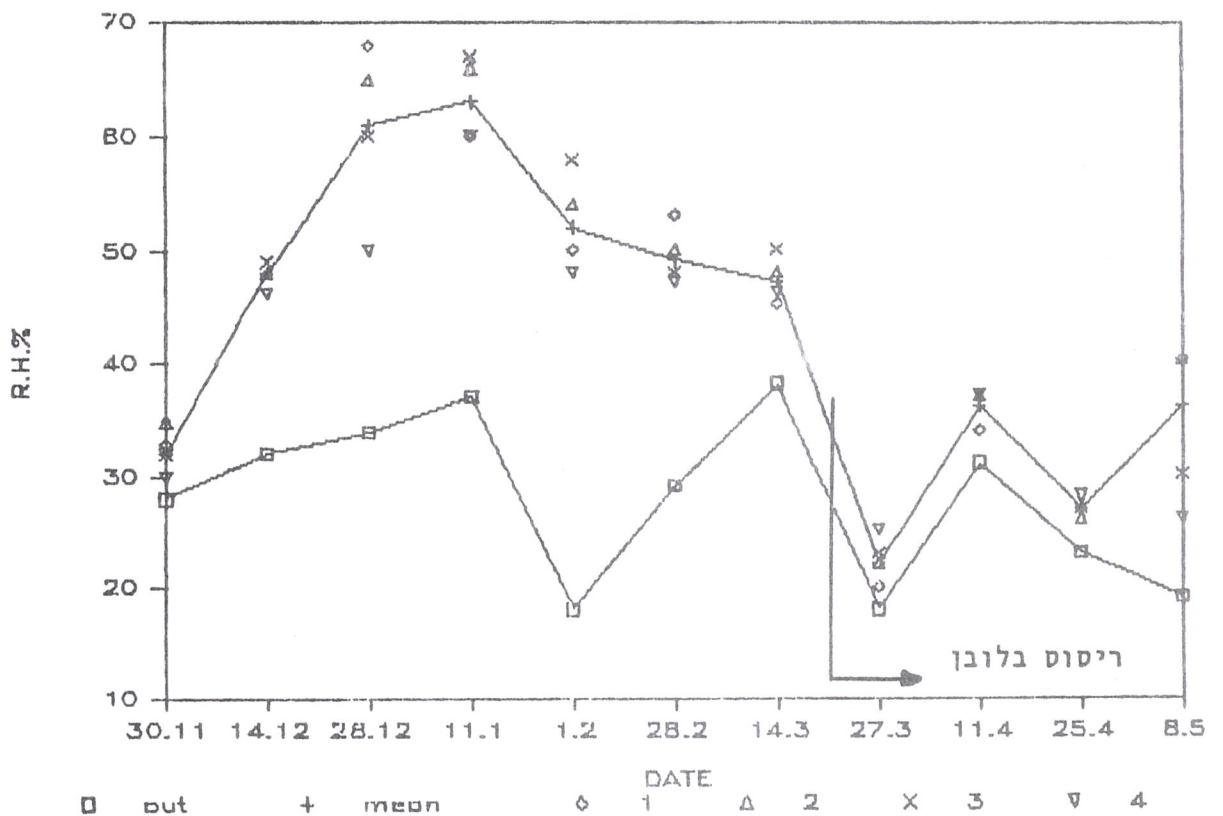
ציור מס' a3: טמפרטורות אויר בחממה סיאמית (מס' 12) ובסביבתה



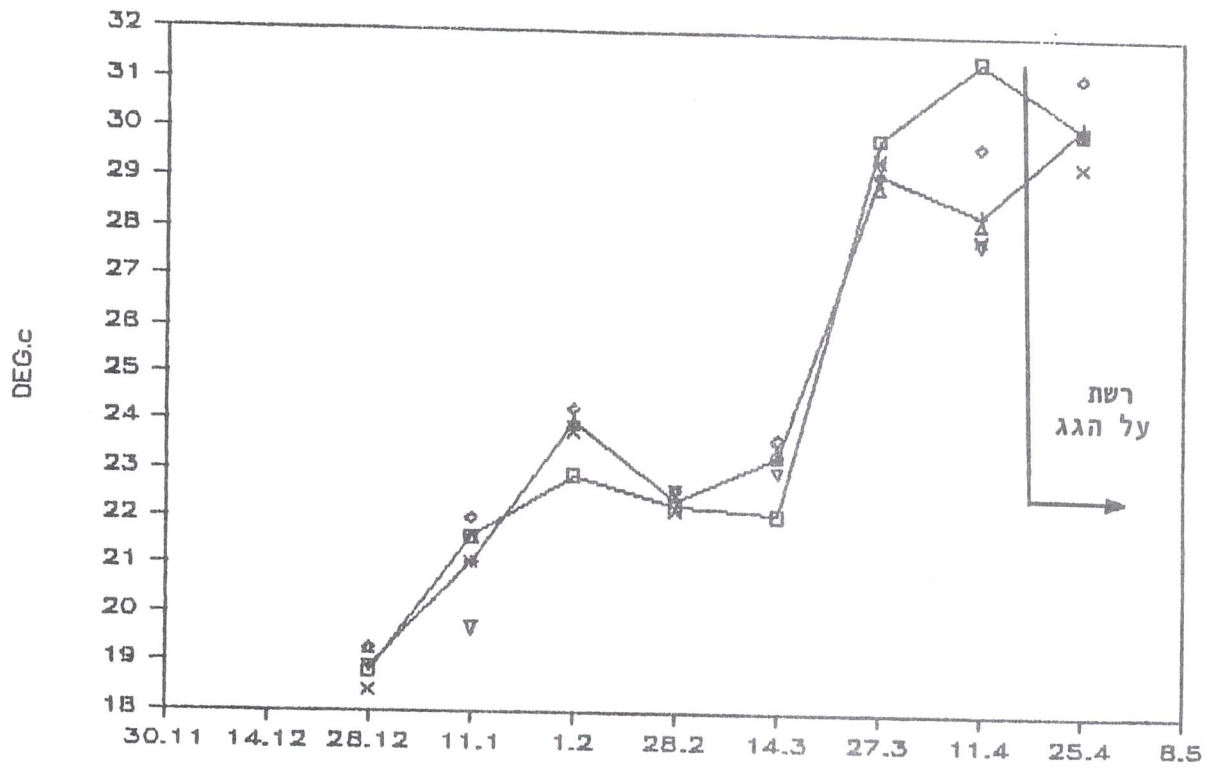
ציור מס' b3: לחות היחסית בחממה הסיאמית (מס' 12) ובסביבתה



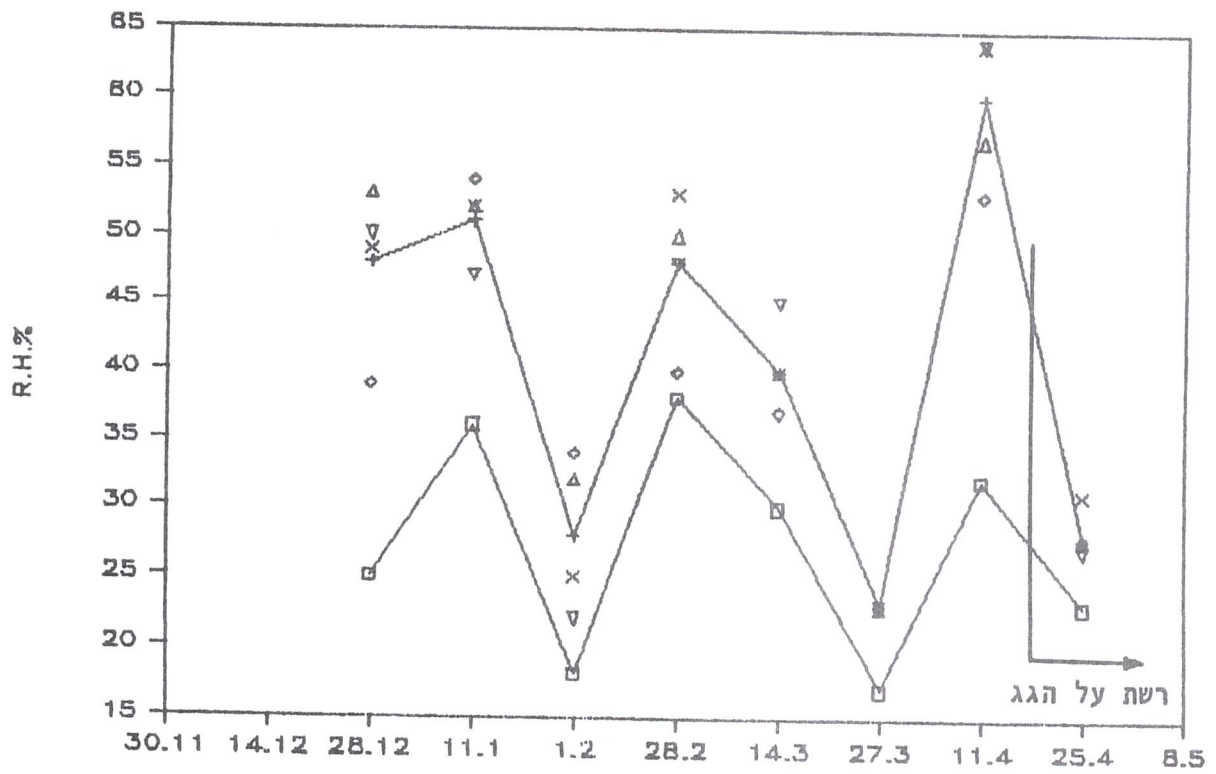
ציור מס' a4: טמפרטורות אויר חממה גבוהה (מס' 3) ובטביחה



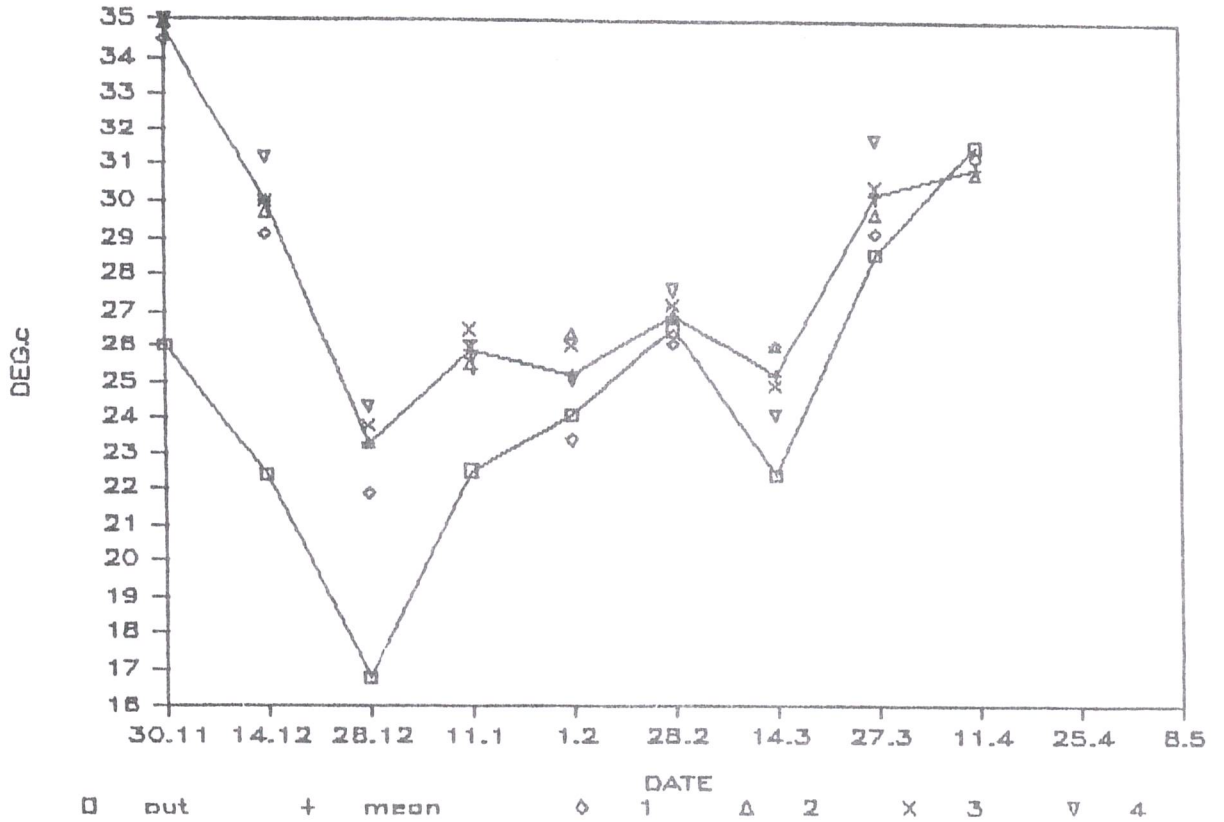
ציור מס' b4: לחות היחסית בחממה גבוהה (מס' 3) ובטביחה



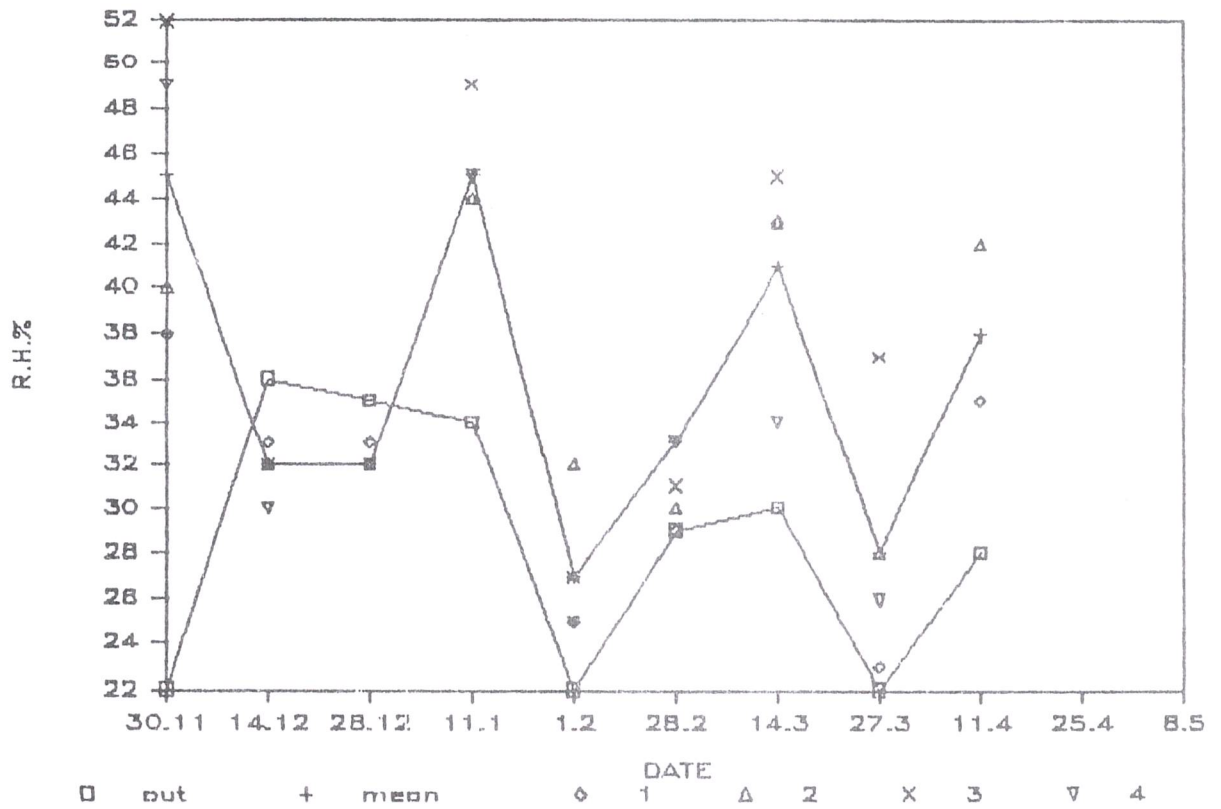
□ out + mean ◇ 1 △ 2 x 3 ∇ 4
 ציור מס' 5a: עמפרטורות האויר במנהרה עבירה (מס' 1) ובסביבתה



□ out + mean ◇ 1 △ 2 x 3 ∇ 4
 ציור מס' 5b: לחות היחסית במנהרה העבירה (מס' 1) ובסביבתה



□ out + mean ◇ 1 Δ 2 X 3 ▽ 4
 ציור מס' a6: עמפרטורות אויר בחממה סיאמית (מס' 10) ובסביבתה



□ out + mean ◇ 1 Δ 2 X 3 ▽ 4
 ציור מס' b6: לחות היחסית בחממה הסיאמית (מס' 10) ובסביבתה

1. טמפרטורות

מבחינת כושר האורור (סילוק עודף החום), מתברר מהתוצאות, בעיקר בסוף העונה - סוף אפריל תחילת מאי, שהאורור היה מספיק ושהפרש הטמפרטורות בין פנים וחוץ היה נמוך, בתחום ± 3 מ"צ ולא ניכרה השפעת גובה המבנים.

בתחילת העונה נהגו החקלאיים במספר בתי צמיחה, לסגור חלקית את פתחי האורור במטרה להעלות את הטמפרטורות ואמנם ההפרשים אז היו יותר גדולים (בין פנים לחוץ).

מתברר שבמרבית המקרים לאורך העונה, הטמפרטורות במבנים היו נמוכות מ- 27 מ"צ, המקובלת כטמפרטורה האופטימלית הרצויה באויר וזאת בגלל פתיחה מוגזמת.

לפי תוצאות מדידת הטמפרטורה בגבהים השונים, מתברר שההפרשים בין הטמפרטורה קרוב לפני הקרקע לבין הטמפרטורה בגובה של כ- 2 מ' אינם עולים ברוב המקרים על 2 מ"צ. דבר זה נכון הן לחממות הגבוהות והן לנמוכות.

2. לחות יחסית

מתוצאות מדידת הלחות היחסית, ניתן להצביע על שני גורמים עיקריים המשפיעים על הלחות לגבי אותו גידול:

א. כושר האידוד של הצמח, תלוי בנפח העלווה, גובה הצמח ומצב העלים.

ב. מצב פתחי האורור. ככל שפתחי האורור פתוחים יותר, על מנת לסלק יותר חום, הלחות היחסית קטנה יותר ומתקרבת ללחות היחסית החיצונית.

במספר מקרים, הצמחים אידו מים בכמות כזו שגרמה להעלאת הלחות היחסית בחממה וגם לירידת טמפרטורה בחוץ. במקרים אחרים, היתה פתיחת יתר של פתחי האורור, פתיחה שגרמה לירידה בלחות היחסית הפנימית ולהשוואת הטמפרטורה בפנים לזו שבחוץ. הדבר ניכר בעיקר כאשר נוסף לכך נשבה בחוץ רוח. ייתכן שבמקרים אלה עדיף היה לסגור במקצת את פתחי האורור.

3. השוואה בין מבנים לגידול עגבניות בהדליה

בציור מס' 7 הפרשי הטמפרטורות והלחות היחסית בין פנים וחוץ במבנים הבאים:

מקרא

1. מנהרה עבירה עם פתיחת צד לאורך (מבנה מס' 1)
2. מבנה גבוה (מבנה מס' 3)
3. מבנה גבוה עם פתיחת גג (מבנה מס' 4)
4. חממה סיאמית (מבנה מס' 12)

בתחילת העונה בחלק מהחממות היו טמפרטורות גבוהות ב- 3 עד 4 מ"צ מטמפרטורת הסביבה בגלל סגירה חלקית של המבנים ובסוף העונה מסתמנת מגמה של ירידה בטמפרטורת האויר הפנימי אף מתחת לטמפרטורת האויר בחוץ. מהתוצאות לא נראים הבדלים ניכרים בין המבנים השונים.

מבחינת הלחות היחסית, לאורך העונה הלחות הגבוהה ביותר היתה בחממה הסיאמית, לחות שהתקרבה ללחות המומלצת של 70%. הלחות הנמוכה ביותר היתה במנהרה עבירה, בה האוורור היה מוגזם.

סיכום ומסקנות

1. בכל סוגי המבנים שנבדקו ניתן לשמור לאורך העונה (עד תחילת מאי) על הפרשי טמפרטורות בין פנים לחוץ של כ- $2 \pm$ מ"צ.

2. על פי התוצאות נראה כי ניתן לגדל בתנאי הערבה בחודשי החורף גם במבנים נמוכים (כ- 2.2 מ' גובה מרזב) וניתן לבנות יחידות גדולות של כ- 5 ד' (70 על 70 מ') היחידה, תוך כדי פתיחת פתחי אוורור בגג.

3. התוצאות שהתקבלו לעיל היו "צילום מצב" ללא התערבות בקביעת גודל פתחי האוורור כפי שנקבע ע"י המגדל בשעת המדידה. מומלץ, לכן, לבחון בעונה הקרובה את משטר האוורור הטבעי בשנים שלושה מבנים, תוך כדי שינוי פתחי האוורור לקבלת תנאים אופטימליים ככל האפשר, לדוגמא : 27 מ"צ 70% לחות יחסית.

4. הבדיקות הנ"ל נערכו לגבי עונת החורף והאביב. נתונים שיאפשרו להאריך את עונת הגידול מעבר לכך, יש לבחון בנפרד.

1. א' ארבל, י' אדלר, א' גליק (1985) : "מבנים קלים לגידולים חסויים בערבה", דו"ח לשנת 1984/85. המכון להנדסה חקלאית, בית דגן.

2. נ' זמיר, נ' לבב, ח' פסטרנק, א' ארבל, י' וילינגר (1980) : "השפעת רוחב וגובה המבנה, מידות ומיקום פתחי האוורור על טמפרטורת האויר בחממה". פרסום ג/06/80, המכון להנדסה חקלאית, בית דגן.