מחזור מי נקז בתות שדה

חוקרים שותפים:

אלי מתן, חנה יחזקאל, שבתאי כהן,דוד שמואל – מו"פ דרום.
בני בר יוסף – המכון לקרקע ומים, מנהל המחקר החקלאי.
משה ברונר, גיא רשף – לשה"ד נגב, משרד החקלאות.

מבוא ותאור הבעיה:

בשנת 97/98 פותחה בחוות הבשור טכנולוגיה חדשה לגידול תות שדה.
בשיטה זו גדל תות השדה בתעלות קטנות של כ- 8 ליטר מצע למטר רץ המנוקזות לתוך תעלת ניקוז אינדוידואלית לכל מארז. תעלות אלו תלויות וקשורות אל אגדי המבנה ומנותקות מן הקרקע, על ידי כך נוצרת אפשרות לתנועת המארזים ימינה ושמאלה תנועה המאפשרת גמישות בבחירת רוחב השביל לעבודות הקטיף וטיפולים אחרים. בכך נוצר ניצול מרבי של שטח החממה המאפשר שתילה של כ- 40% יותר צמחים למ"ר מן המקובל בשיטות הרגילות. שתילת הצמחים במארז נעשית באופן אופקי ובכך נוצרים שני אזורים: אזור אשר רובו עלים, הנבנה מעצם פניית העלים לכיוון השמש ואזור ריכוז הפרות, הנוצר לאחר חנטה כאשר הפרי ההולך וכבד עקב מילויו יורד כלפי מטה. כך נוצר אזור אשר רובו עלים ואזור נפרד כמעט אשר רובו פרות, אשר נראים לעין ותלויים באוויר ללא מגע במארז.
אפקט זה הנוצר מעצם השתילה האופקית גורם לבריאות רבה יותר של הצמח, לאיכות פרי גבוהה וכן לקבלת יבול גבוה יותר לעומת שיטת השתילה האנכית המקובלת.
מערכת הגידול בתות שדה במצע המנותק מותאמת מאוד לנושא מחזור המים כאשר לכל שורת גידול ישנו מרזב האוסף את המים ובאמצעות שיפוע של כ- 1.5% מנקז את הנקז לתעלה רוחבית המנקזת את מי הנקז אל מחוץ לחממה. באמצעים פשוטים יחסית ניתן לאגור את מי הנקז לשימוש חוזר. שיטה זו מתבקשת מעצם בניית מערכת הגידול ועשויה להביא לירידה בזיהום הסביבתי ולחסכון בעלויות כגון דשנים ומים כפי שנמצא במערכות מחזור ורדים.
שימוש במי נקז כרוך במס' בעיות המחייבות התייחסות מחקרית:

1. ריכוז המלחים - ריכוז המלחים במים הנאספים עולה על ריכוזם במי ההשקיה בשל קליטה סלקטיבית הנעשית ע"י שורשי הצמחים. קיימים הבדלים ניכרים בין סבילות מיני צמחים שונים לריכוז המלחים בתמיסה וכן לכמויות המלחים שהם קולטים ללא נזק.
2. אילוח בגורמי המחלה - הפצת מחלות שורש בקרקע איטית יחסית לעומת זאת הדחה של גורמי מחלות שונים (פטריות, בקטריות) אל הנקז וסיחרורם חזרה לגידול עשוי לזרז תהליכים של התפרצות מחלות.

מטרות המחקר:

בחינת התגובה של תות שדה למוליכות (EC) מי נקז במערכת מיחזור והגדרת ערכי סף של EC שמעליהם נגרם נזק כלכלי לגידול (השפעות אוסמוטיות וביוטוקסיות).

שיטות וחומרים:

שתילת גוש של תות שדה זן תמר (328) שהוכנו במשתלת "תות במדבר" במושב קדש ברנע נשתלו בתאריך 22 בספטמבר 2000 בבית צמיחה מסוג "וונלו". בהיקף המבנה רשתות נגד חדירת צפורים.
עם השתילה כוסה גג בית הצמיחה ברשת צל שחורה (30%), שהוחלפה לפוליאתילן IR עם ירידת הטמפ' תחילת נובמבר.

השתילה נעשתה בתבניות קלקר מונחות על מרזב מנקז. מצע הגידול, תערובת קוקוס עם 15% קלקר תוצרת "פלאמיקס" במושב קטיף.
השתילים נשתלו בצורה אופקית בצפיפות של 11 צמחים למטר רץ, מרחק בין מרכזי השורות 50 ס"מ כלומר, 22,000 צמחים לדונם.
במהלך תקופת הגידול נשמרה טמפ' מינימום של $12^{\circ}c$, החימום נערך ע"י אוויר חם. במהלך דצמבר וינואר נשמרה טמפ' מינימום של $14^{\circ}c$.
בתחילת הגידול ניתנו טפולים למניעת קמחון. עם כיסוי החממה בפוליאתילן, החל שימוש במאיידי גופרית- 12 מכשירים/דונם שפעלו 6 שעות כל לילה.
בתקופת האביב ניתנו טפולים נגד אקריות שנמצאו בצמחים, ההפרייה נערכה ע"י דבורי דבש החל ב- 20 באוקטובר.
הנסוי כלל 5 טפולים ב- 5 חזרות סה"כ: 25 חלקות. אורך חלקה 15 מטר רץ (165 צמחים לחלקה).
קטיף הפרי לשקילה ומיון נעשה מחלקות בנות 10 מ' רץ.
טפולי הנסוי:

1. בקורת ללא מיחזור - השקיה במנה משקית.
2. בקורת ללא מיחזור - השקיה במנות זהות להשקיית טפולי המחזור.
3. השקיה במי נקז עד ל- E.C = 2.5
4. השקיה במי נקז עד ל- E.C = 3.2
5. השקיה במי נקז עד ל- E.C = 4.0

<u>תאור מערכת המיחזור -</u>

מערכת המחזור לכל טיפול כללה מיכל שקוע אליו זרמו מי הנקז בגרביטציה . במיכל זה הותקנה משאבה טבולה שהופעלה אוטומטית ע"י מצוף שהזרים את מי הנקז דרך מונה מים למיכל האגירה. נפח המים המקסימלי במיכל האגירה עמד על 500 ליטר. מלוי המיכל (החזר האופוטרנספירציה) נעשה כאשר נפח התמיסה במיכל האגירה הגיע ל- 200 ליטר.
מוליכות מי הנקז נמדדה מדי יום ובמידה וערכי המוליכות שנמדדו היו גבוהים מערכי המקסימום שנקבעו בטפולים השונים נערכה הדחה של כל נפח המים במיכל נתון ומיד לאחר מכן חל מלוי מחדש של המיכל בתמיסת דשן ברכוז שנקבע לפי ההמלצות.
השקיית טפולי המיחזור נעשתה ממיכל האגירה (לכל טיפול מיכל ניפרד) בזמן ההשקיה הופעלה משאבה שהותקנה בתחתית מיכל האגירה שהזרימה את תמיסת ההשקיה דרך מונה מים לטיפול נתון.

הזנה
השקיית החלקה נעשתה ע"י הרכבת תמיסת השקיה עם דשן (= "תמיסה סופית") לכל טיפול במיכל נפרד. השלמת צריכת המים נעשתה ע"י הוספת מים עם דשן למיכלי ההשקיה.
הדשן לגידול בהתאם להנחיות המקובלות - **מור 6+4:2.5:6** המועשר בסידן ובמגנזיום . החנקן מורכב מאמון וחנקה ביחס 10:90 בהתאמה. דישון החלקה נעשה לפי 2 ליטר למ"ק מים.
ריכוז יסודות ההזנה בתמיסת ההשקיה **שלא בתנאי מיחזור** הוא:

יסוד	ריכוז [מ"ג\ל]
חנקן	100
זרחן	25
אשלגן	120
סידן	50
מגנזיום	10
ברזל	1.4
מנגן	0.7
אבץ	0.35
נחושת	0.05
מוליבדן	0.04

במהלך העונה בוצע מעקב של תמיסות מי טפטפת ומי נקז ע״י דיגום ובדיקה יומיים של EC ו pH . אחת לשלושה שבועות נדגמו התמיסות לאנליזה כימית הכוללת מרכיבי מליחות ויסודות הזנה.
בטיפולי המיחזור ניתן היה להבחין ביסודות אותם צרך הצמח ביחס גבוה מזה שבדשן וביסודות שריכוזם היה גבוה מצריכת הצמח. העודפים והמחסורים הוקצנו בהתאם לטיפולים, כאשר בטיפולים בעלי סף מוליכות גבוה יותר, בהם חודשה תמיסת ההשקיה בשיעורים נמוכים, היו ערכי העודף והמחסור גבוהים.
תיקוני המחסורים והעודפים בוצעו על סמך בדיקת התמיסות ע״י שינוי ו\או הוספת דשנים לטיפולים השונים כדי להגיע לריכוזים רצויים כפי שיפורט להלן:

חנקן: ברב שלבי הגידול היו ריכוזי החנקן גבוהים והגיעו לערכים של 150-170 מ״ג\ל.
זרחן: בדרך כלל ריכוז הזרחן היה סביר עם הצטברות קלה והגיע ל- 35 מ״ג\ל.
אשלגן: היה במחסור ברב שלבי הגידול וירד עד 80 מ״ג\ל.
ברזל: היה בריכוז מתאים לטיפולי הביקורת ובמחסור מסוים בטיפולי המיחזור.
מנגן: היה במחסור בכל הטיפולים ובכל שלבי הגידול.

התיקונים לריכוזי יסודות המקרו התבססו על הפחתה בדשן המור והוספה של אשלגן חנקתי כדי לשפר את יחס N:K . ביסודות המיקרו היתה הוספת תמיסות קורטין לפי המחסור הספציפי לטיפולים השונים.
במקביל לעלית ריכוז המלחים עלו גם ריכוזי הסידן והמגנזיום עד לערכים של כ350- מ״ג\ל, ליסודות אלה לא ניתן תיקון.
הערה: בתאריך 5 באפריל היתה תקלה במערכת הדישון של טיפול 5. הצמחים בטיפול זה קיבלו במשך 3 ימים הזנה עם מוליכות שהגיעה ל- E.C = 5.5 , דבר שגרם להתמוטטות הצמחים בערוגות של טיפול זה.

<u>תוצאות:</u>

<u>יבול ואיכות</u>

קטיף הפירות החל ב- 22 בנובמבר והסתיים ב- 29 באפריל. טפולי המחזור גרמו להפחתה מובהקת ביבול הכללי בהשוואה לטפולי הבקרת. בטפולי הבקרת (טפולים 1 ו 2) הסתכם היבול הכללי עד סוף אפריל ב- 9.5 ו 9.7 טון לדונם בהתאמה, בהשוואה לכ- 8.5 טון לדונם בטפולי המחזור 3 ,4 ו- 7.7 טון לדונם בטפול מחזור 5 (ציור 1).
ההפחתה ביבול נמצאת בהתאמה לרכוז המלח בתמיסת המצע כפי שמבוטא במוליכות חשמלית של מי הנקז (ציור 2) . ערכי המוליכות המקסימליים שהתקבלו במי נקז של טפול הבקרת נעו סביב 2 מילימו בהשוואה ל – 2.9 בטפול 3 וכ- 4 בטפולי המחזור 4 ו 5.
ההבדלים ביבול הכללי שהתקבלו בהשפעת הטפולים מסתמנים הן בקטיפים שנערכו בחודשי החורף (דצמבר – פברואר) והן בקטיפי האביב (מרץ אפריל).
השפעה דומה של הטפולים נראית גם על היבול הראוי ליצוא (ציור 3). בטפולי הבקרת עמד היבול ליצוא על כ- 5 טון לדונם בהשוואה ל- 4.1-4.3 בטפולים 3 ו 4 ו 3.4 טון לדונם בטפול 5 (המלוח ביותר).
בנגוד להשפעת הטפולים על היבול הכללי שהסתמנה החל בדצמבר הרי שהשפעת הטפולים על היבול ליצוא חלה רק באביב (קטיפי מרץ אפריל). במהלך הסתיו והחורף בקטיפים של נובמבר עד סוף פברואר לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטפולים ביבול ליצוא.
ההפחתה שחלה ביבול הכללי בהשפעת טפולי המחזור מקורה כפי הנראה בפגיעה מקבילה שחלה הן בתהליך ההתמיינות או החנטה והן בהשפעה על גדילת הפרי. מספר הפירות בטפולי הבקרת עמד על כ- 625 פירות למ״ר בהשוואה ל 572 ו 542 פירות למ״ר בטפולי המחזור 4 ו 5 כלומר הפחתה של 10% ו 15% בהתאמה (ציור 4).
בדומה ניתן לראות פגיעה בהתפתחות הפרי כתוצאה מטפולי המחזור, משקל פרי ממוצע בטפולי הבקרת עמד על כ-15 גר׳ בממוצע בהשוואה ל 14.6 ו 13.9 גר׳ בטפולים 4 ו 5. (ציור 5).
טפולי המחזור השפיעו בנוסף גם על אחוז היצוא , אחוזי היצוא הנמוכים ביותר (42.7%) התקבלו בטפול 5 – הטפול המלוח ביותר בהשוואה לכ- 50% בטפולי הבקרת (ציור 6). ההפחתה באחוזי היצוא בטפולי המחזור ובעיקר בטפול 5 (המלוח ביותר) נובעת כפי הנראה משני גורמים:

1. רמת עיוותי פרי – בטפול 5 הסתכמה רמת העיוותים ב 45% מכלל היבול בהשוואה ל – 40% בטפולי הבקרת (ציור 7).
2. השפעה על גדילת הפרי - אחוז הפירות הקטנים מ- 8 גר׳ עמד על 10% בטפול 5 בהשוואה ל 7% בטפול הבקרת (ציור 8).

לאור התוצאות הנ״ל ניתן לראות שגדול תות בתנאי מליחות מעבר לסף מסויים (כנראה בסביבת EC=2.5 גורמת לפגיעה הן ביבול והן במדדי איכות ובעקבות כך פגיעה ביבול הראוי ליצוא.

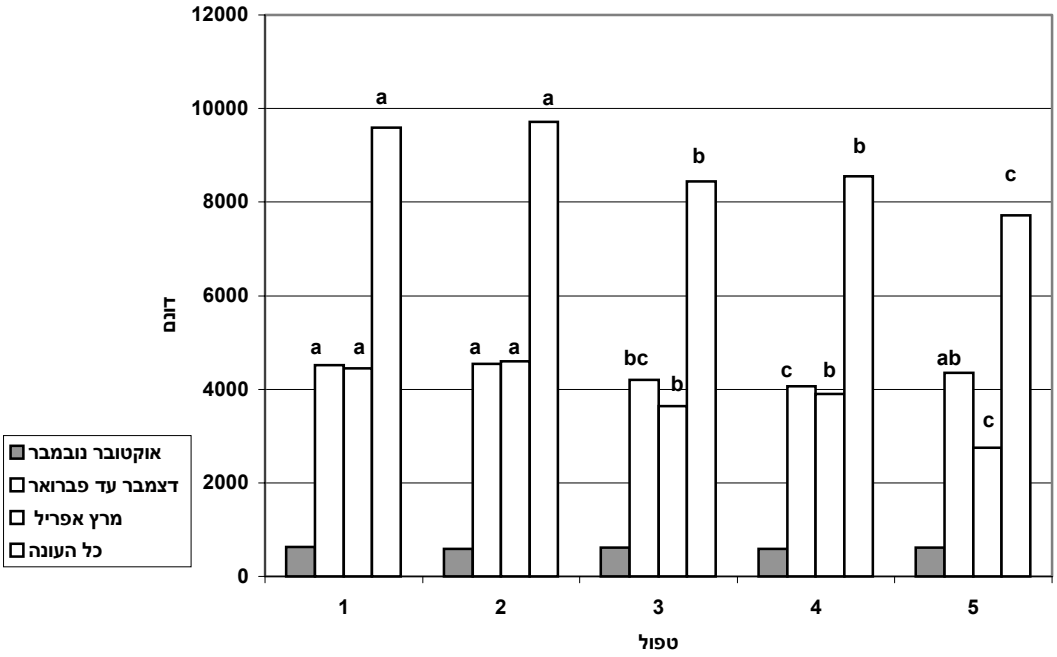
<u>מאזן מים דשן</u>

במהלך הנסוי הושקה טפול הבקרת (1) בכ- 1000 קוב מים לדונם. טפולי המחזור (3-5) הושקו במנה כוללת של כ- 1600 קוב לדונם (ציור 9). מתוך מנה זו היוו מי הנקז כ- 1200 קוב ומי הרשת כ- 400 קוב.
כלומר החסכון במים בטפולי המחזור הסתכם בכ- 75% .
בהתחשב בד שכל קוב מים מוסף למערכת הכיל 2 ליטר דשן מור, ניתן במקביל להצביע על חסכון ניכר בדשן. בטפול הבקורת הוספו למערכת כ- 2000 ליטר דשן (2X 1000 = 2000) בהשוואה ל – 800 ליטר דשן שהוספו לטפולי המחזור (2X 400 = 800). כלומר חסכון של כ- 60% בדשן.

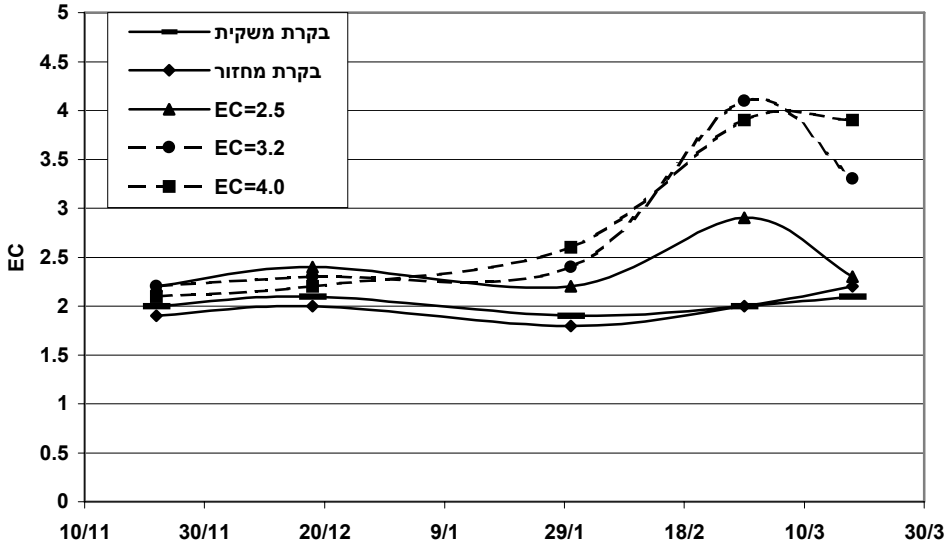
<u>סכום:</u>

מתוצאות עבודה זו נילמד שגדול תות שדה במערכת בה מסוחררים מי הנקז גורם לפגיעה הן במדדי יבול והן במדדי איכות.
ערך הסף בו חלה הפגיעה EC = 2.5-2.9 .
ההפחתה שחלה ביבול ליצוא התקבלה רק באביב (קטיפי מרץ אפריל) בתקופה זו בד״כ רמת המחירים בשווקי היצוא נמוכה ובעכבות כך מופסק היצוא.
מנגד לשמוש בטכנולוגיית המחזור פוטנציאל חסכון ניכר בתשומות מים ודשן (על בסיס ממצאי עבודה זו עשוי החסכון להסתכם ב- 75% מים ו- 60% דשן.
לאור זאת יש לערוך נתוח כלכלי מדוקדק לגבי הערך הכספי הכולל במים ודשן ביחס לאובדן היבול הראוי ליצוא בחודשים מרץ אפריל . (חודשים המאופיינים בד״כ ברמת מחירים נמוכה שבעקבותיה מופסק היצוא.

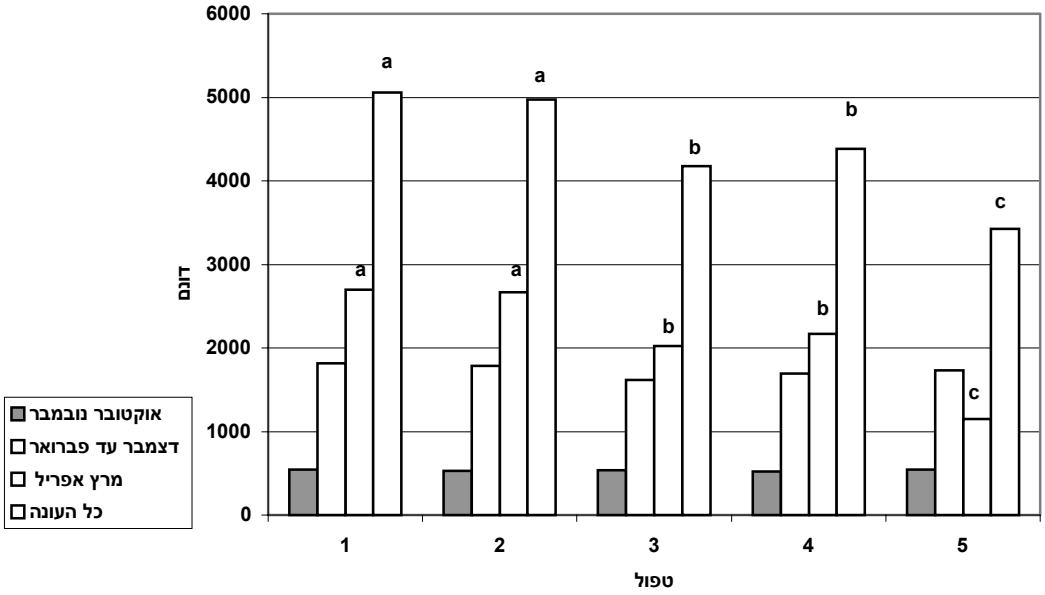
ציור 1: השפעת טפולי המחזור על היבול הכללי בתות שדה



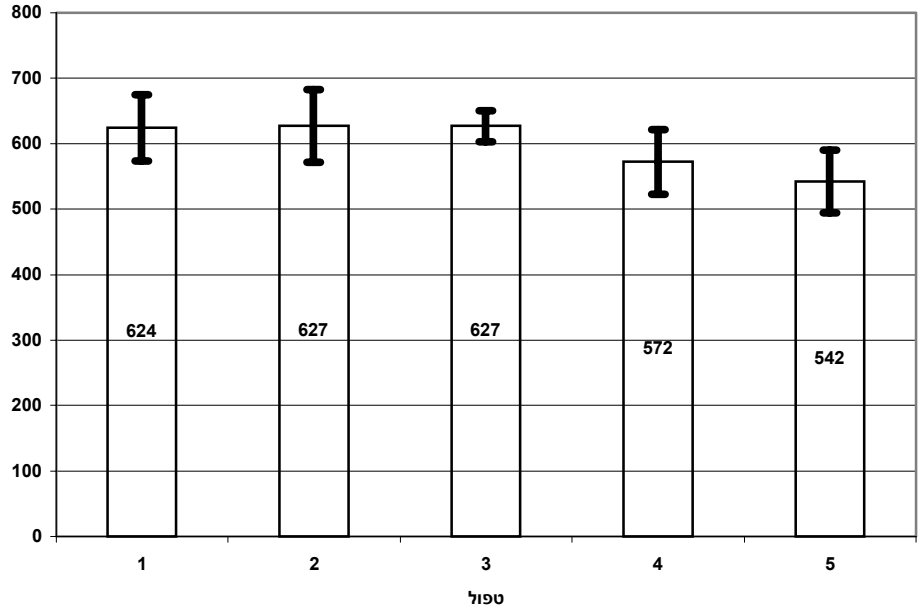
ציור 2: השפעת טפולי המחזור על המוליכות החשמלית במי הנקז בתות שדה



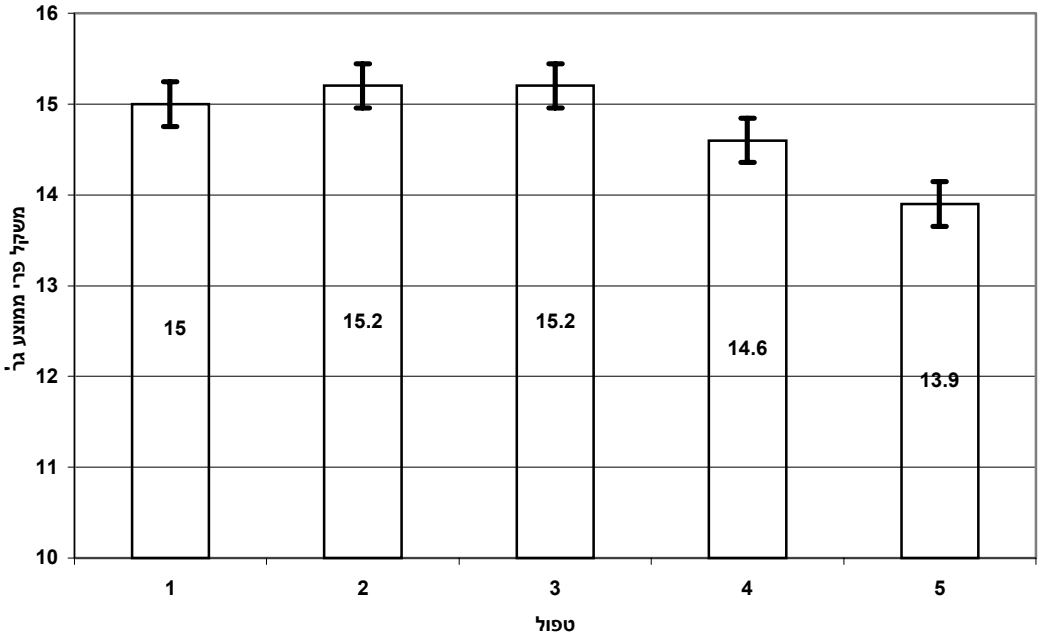
ציור 3: <u>השפעת טפולי המחזור על היבול ליצוא בתות שדה</u>



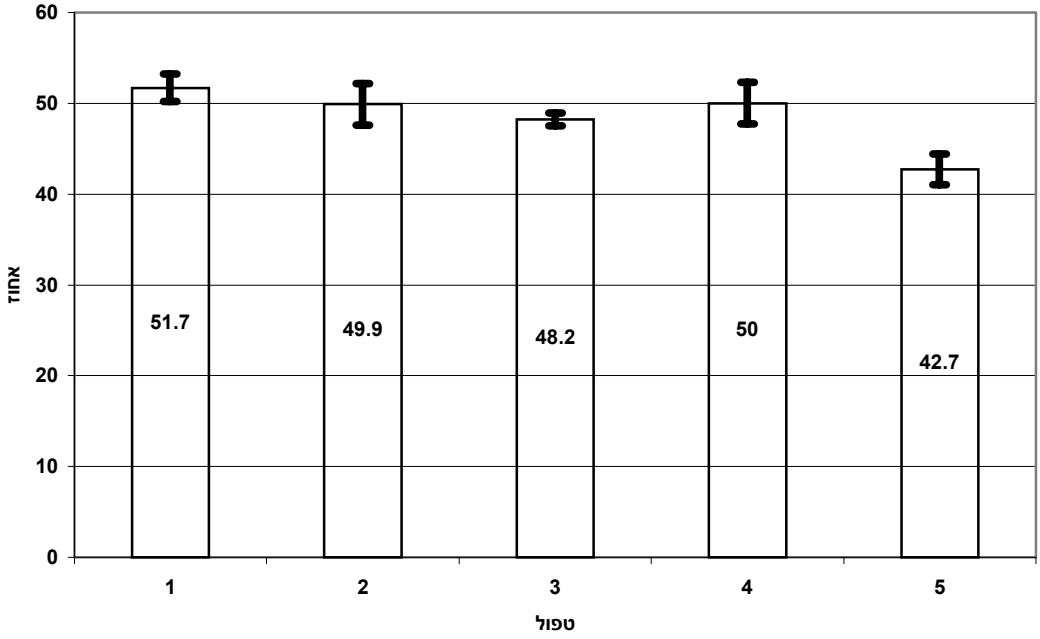
ציור 4 :<u>השפעת טפולי המחזור על מספר פירות למ"ר</u>



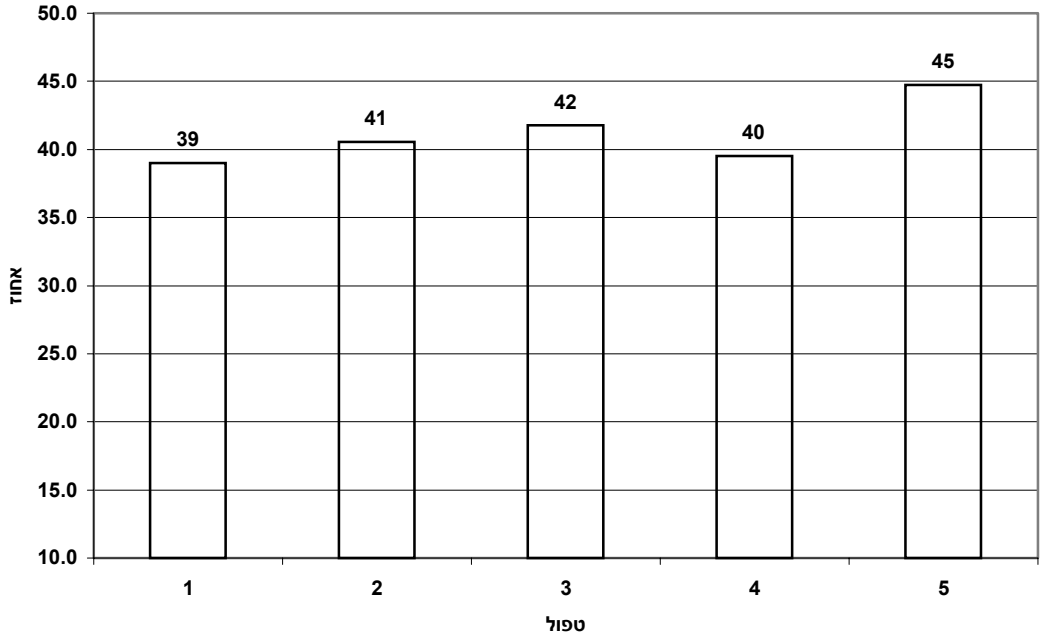
ציור 5 : השפעת טפולי המחזור על משקל פרי ממוצע



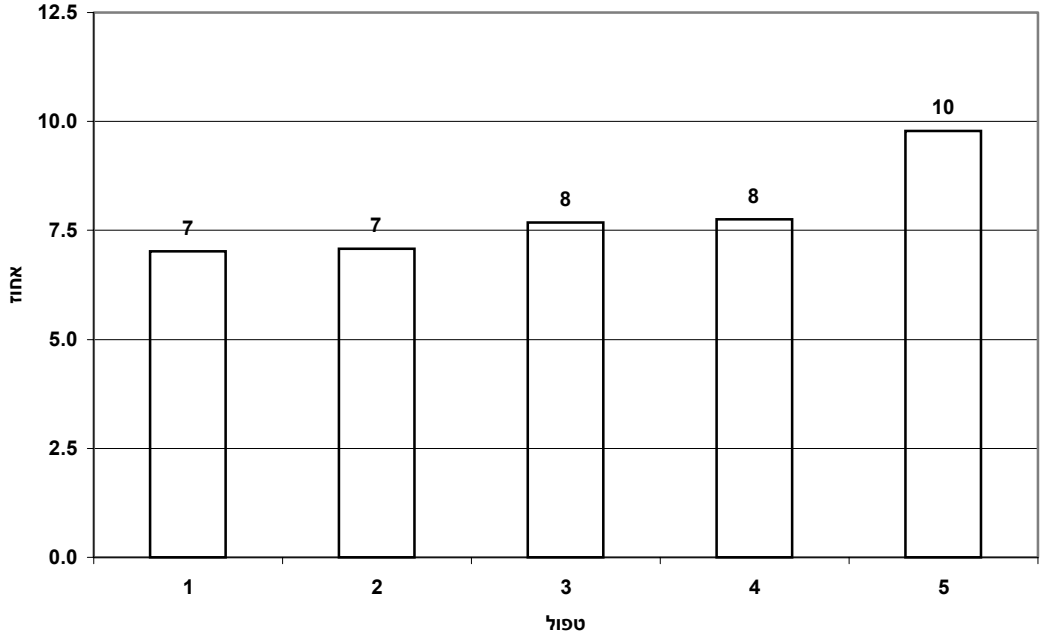
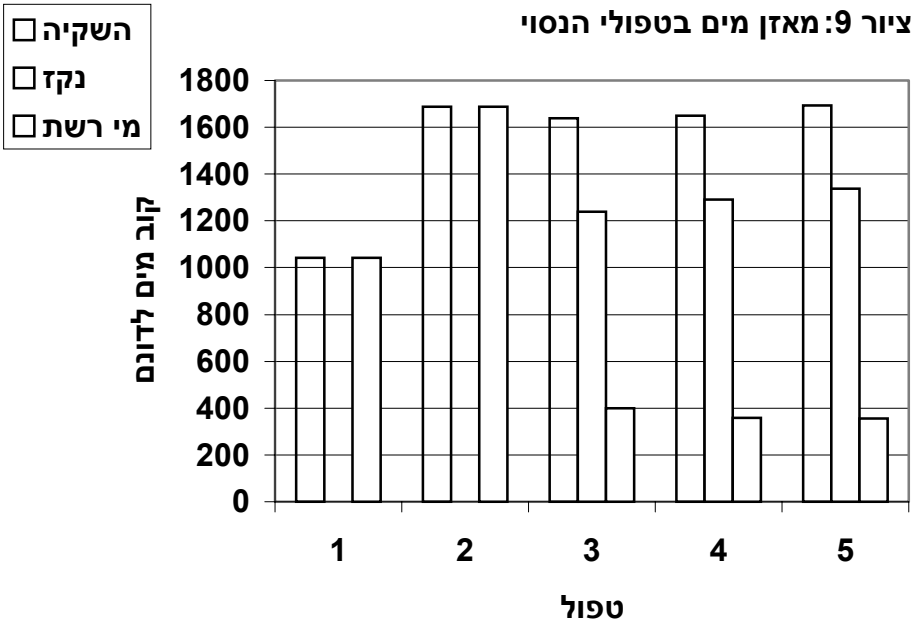
ציור 6: השפעת טפולי המחזור על אחוז הפירות הראויים ליצוא



ציור 7: השפעת טפולי המחזור על אחוז פרי מעוות



ציור 8: השפעת טפולי המחזור על אחוז פרי קטן מ- 8 גר'



ציור 9: מאזן מים בטפולי הנסוי