

פיתוח ואימות מדד עקה בצמח (Plant water status) להכוונה ובקרת הגידול בכותנה

באמצעות מערכות חישה מרחוק של חברת פיטק

יגאל פלש, פלש אגרונומי.

ד"ר עומר גיא, חברת פיטק.

מבוא :

ענף הכותנה בישראל מוביל זה שנים רבות את ענפי הגד"ש בכל הקשור לעבודות מו"פ ויישומם בשטח אצל החקלאים. לאורך השנים גובשו המלצות גידול מדוייקות המאפשרות לחקלאי המיישם להשיא יבולים ואיכות סיבים, המלצות אלו גובשו במסגרת פרוייקט 250 אותו יזמה מועצת הכותנה ויצאו במהדורה מעודכנת כפרוטוקול גידול מלא.

במסגרות אלו עודכנו כלי הבקרה העומדים לרשות המגדל כמו: המלצות בקרת גובה הצמח להכוונת ההשקיה, המלצות לשימוש בתא לחץ להכוונת ההשקיה, המלצות לשימוש בבדיקות פטוטרות להכוונת הדישון, כמו כן רוכזו כל המלצות הגידול בכל שאר הנושאים מהכנת השטח, הזריעה, הזנים, הדברת העשבים, הדברת מזיקים, קטיף וניפוט.

במהלך השנים נעשו מחקרים רבים בנסיון ליישם בשדה מערכות חישה מרחוק שיאפשרו בקרת הגידול והכוונת ההשקיה כמרכיב העיקרי הקובע את רמות היבול. עד כה לא יושמה מסחרית אף לא שיטה אחת מכל הטכנולוגיות החדישות שהעמיד המחקר לרשות חוקרי הכותנה.

בשנים האחרונות הבשילה מערכת הבקרה של פיטק הכוללת חיישני קרקע, צמח ואקלים לכדי מערכת המסחרית המשרתת חקלאים רבים בגידולי ירקות ומטע. מערכת זו נחקרה בעבר גם בענף הכותנה אך לא קודמה לשימוש מסחרי בעיקר בגלל בעיות אמינות התקשורת.

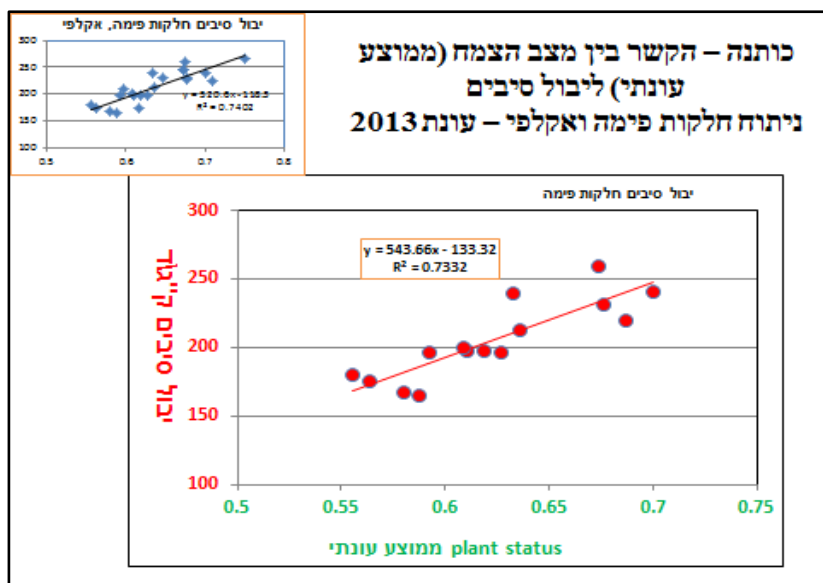
בשנתיים האחרונות עשתה מערכת פיטק קפיצה משמעותית בכל הקשור לנושאי התקשורת והתוכנה והעמידה למעשה כלי אמין המספק נתונים שוטפים בכל המדדים החשובים בנושא קבלת החלטות בגידול. מערכות מסוג זה ליוו בשנה האחרונה 15 מגדלי כותנה והוכיחו את אמינותן בתנאי שדה כותנה כמו בגידולים אחרים.

יתרון המערכת בכותנה הוא בכך שלמעשה לפני כ 8-10 שנים כבר נוצרו פרוטוקולי עבודה בגידול על סמך בקרות הגידול הקיימות כמו בקרת הגובה ותא לחץ. המערכת מציעה בקרות חילופיות לשיטות בקרת גובה הצמח והשימוש בתא לחץ באמצעות השימוש בחיישני עובי הגבעול ומדידת השינוי בגדילה היומית ובהתכווצות היומית.

בשנה האחרונה, לאחר ניתוח מרבית הנתונים מחלקות מסחריות בהם פעלו מערכות פיטק, פותח מדד חדש להכוונת הגידול, הממד (אלגוריתם) מבוסס על השוואה בין קצב גדילה יומי של קוטר הגבעול ובין ההתכווצות היומית של הגבעול. נתונים אלו מושווים באופן רציף לשבוע שחלף ומתקבל מדד יומי יחסי למצב הצמח (Plant status).

ערך הממד המיצג את מצב הצמח נע בערכים של 0 - 1. בניתוח יבולי החלקות מצאנו שחלקות בעלות יבול גבוה הראו ערכים של מדד מצב הצמח שהיו ברוב העונה מעל קו החציון (0.5).

חלקות בעלות יבול נמוך התאפיינו בממד מצב צמח נמוך מ 0.5 לאורך חלקים משמעותיים של עונת הגידול ויצירת היבול.



תרשים 1: הקשר שנמצא בין מדד הצמח הממוצע לבין היבול בחלקה

מדד הצמח

הגדרה: Plant status - מצב הצמח בסולם שבין 0 ל 1 כפי שמתקבל מהמדידה הצמחית.

חישוב: חישוב ה- plant status ממדידות השינוי בקוטר הגבעול מתקבל משני פרמטרים – התכווצות יומית וגדילה יומית. ההתכווצות והגדילה היומית מושוות להתכווצות והגדילה היומית באותו צמח עד לאותו יום שבוע לאחר באמצעות אלגוריתם.

לדוגמא: כשהתכווצות היומית גדלה ערך plant status יורד, קצב הירידה מושפע מקצב העלייה בהתכווצות.

ערך: נמצא שערך ה plant status מותאם ליבול המתקבל בכותנה. יבול הסיבים נמוך, ככל שערך plant status יותר זמן ובערכים נמוכים מ 0.5.

שיטת עבודה: בירידת הערכים של plant status מתחת 0.5 מתקבלת התראה. מניתוח של מדדים נוספים (למשל טנסיומטרים, תנאי אידוי חריגים) ניתן לקבוע את התגובה הנדרשת, כמו העלאת כמות ההשקיה או תדירות ההשקיה, כך שערך plant status ישמר ברמה גבוהה יותר.

שיטות וחומרים

הוגדרה חלקת ניסוי ובה שתי הפעלות השקיה. בכל הפעלה הוצבו מערכת בקרה של פיטק. מערכות אלו עקבו אחר מדד העקה שפותח בשנה שחלפה (Plant status) בזמינות יומיומית כמו גם מדדי הגבעול הקיימים: גדילה יומית, התכווצות יומית.

הפעלה 1 "מסחרית" הושקתה על פי קרטיונים מקובלים ע"י המגדל.

הפעלה 2 "פיטק" הושקתה על פי קרטיונים שסופקו מערכות הפיטק בשדה ונעשה שימוש ממש בהנחיית הגידול על פי מדד מצב הצמח (Plant status).

ניתוח נתוני החלקות וחלקות הניסוי הניסוי מאפשר אימות וחידוד של מדד מצב הצמח (Plant status) ומאפשר קידום מערכות פיטק לכדי מתן התראות לחקלאי על סמך המדד החדש.

במהלך העונה נאספו נתוני בקרת השקיה מקובלים כמו קצב צמיחה יומי לגבוה, תא לחץ יום לפני ההשקיה. כמו כן נאספו נתוני צילום אוויר ונתוני קטיף מסחרי של החלקה מהן נוצרו מפות יבול.

תוצאות ודיון

1. יבול



תמונה 1: מפת היבול של חלקת הניסוי כפי שהתקבלה מהקטפת.

כפי שניתן להתרשם ולראות בתמונה 1 היבול בחלקות הממוספרות ב 1 – טיפול משקי גבוה (צבעים ירוק ותכלת) לפי צבעי מפת הקטיף מהחלקות הממוספרות ב 2- טיפול מופחת (צבעים כתום וצהוב). תמונה זו היא איכותית אך מלמדת במשהו על הבדל מסוים ביבול בין הטיפולים. הסימונים בתכלת מציינים את מיקומם של עמדות החיישנים של פייטק שהוצבו בכל חלקה (8 עמדות של 3 גבעולים).

כמויות מים, יבול ויעילות ניצול מים

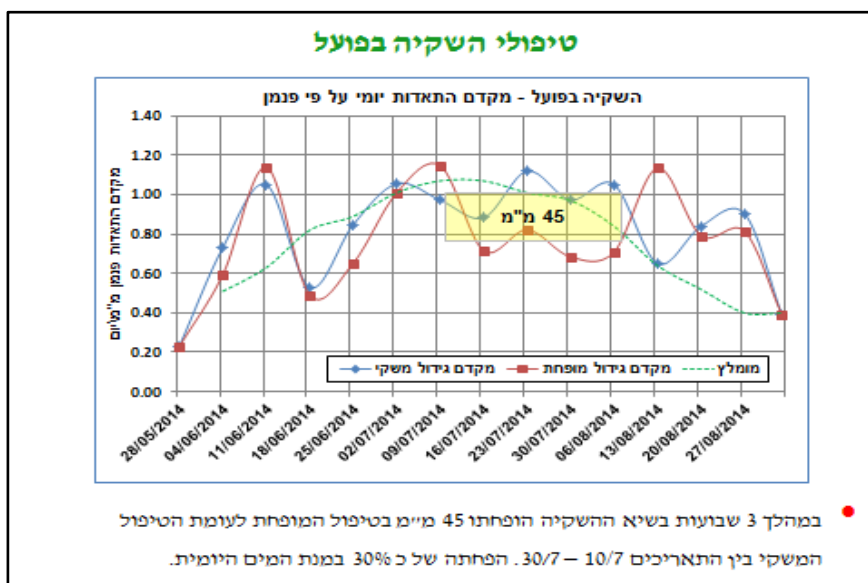
מפתח	מישקי	עד תאריך	מתאריך
237	242	08-יול	20-מאי
157	200	09-אוג	09-יול
102	99	03-ספט	10-אוג
496	541	קובול'	סה"כ עונתי
55	47	שטח טיפול בדונם	
715	753	יבול גולמי ק"ג	יבול
240	252	יבול סיבים ק"ג	
1.44	1.39	ינ"מ גולמי ק"ג כותלקוב	

* ינ"מ שולי גולמי ק"ג כותלקוב 0.85

- יניימ (יעילות ניצול מים) בטיפול המופחת גדולה מהטיפול המשקי.
- יניימ שולי למנת המים בהפחתה הוא 0.85 ק"ג כותלקוב.
- הערך הכלכלי הוא תוספת של כ\$1 לכל קוב מים תוספת (מחיר המים כ\$1 לקוב).

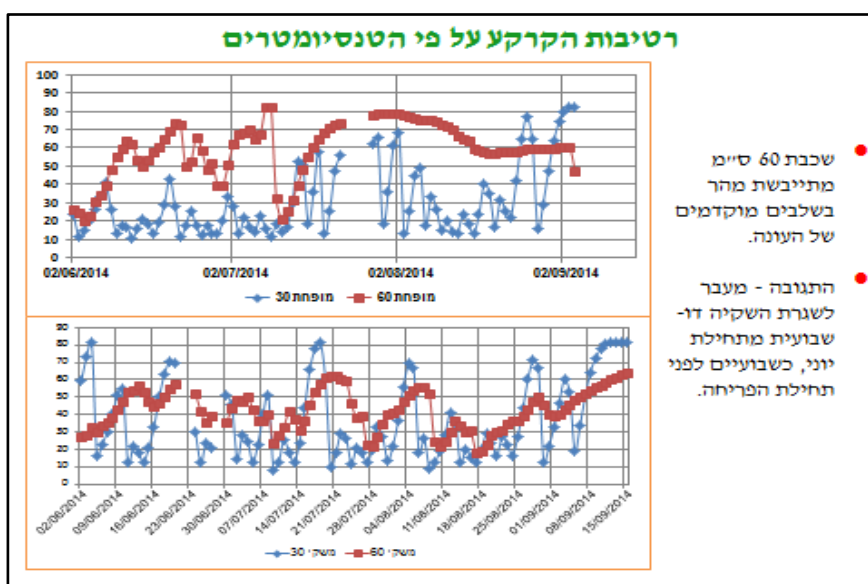
טבלה 1: ריכוז נתוני יבול והשקיה לפי טיפולים.

2. ההשקיה והשפעתה על רטיבות הקרקע



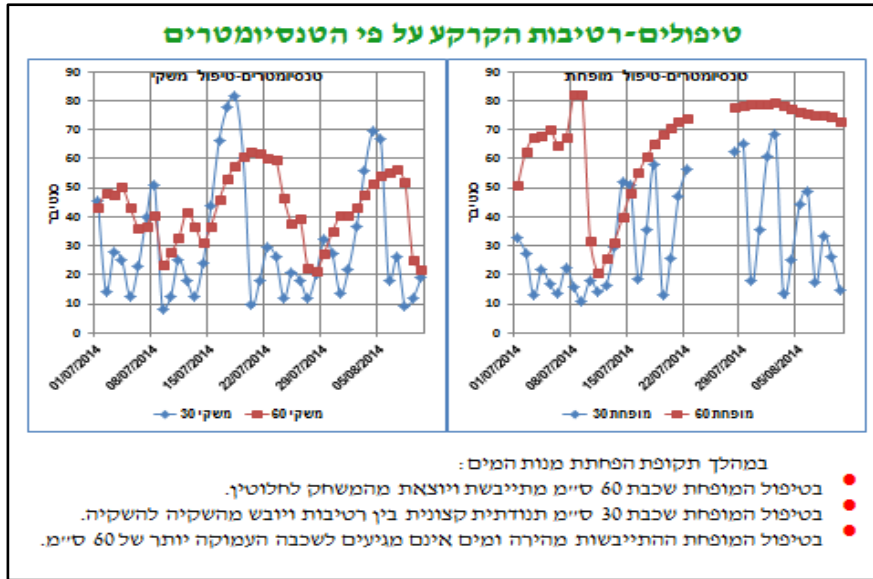
תרשים 2 : מקדמי ההשקיה בפועל לאורך כל עונת ההשקיה

כפי שניתן לראות בתרשים 2 הפחתת המים התרחשה בשיא מילוי הלוקטים לאורך כ 3 שבועות בהם הופחתו כ 45 מ"מ בטיפול המופחת לעומת הטיפול המשקי.



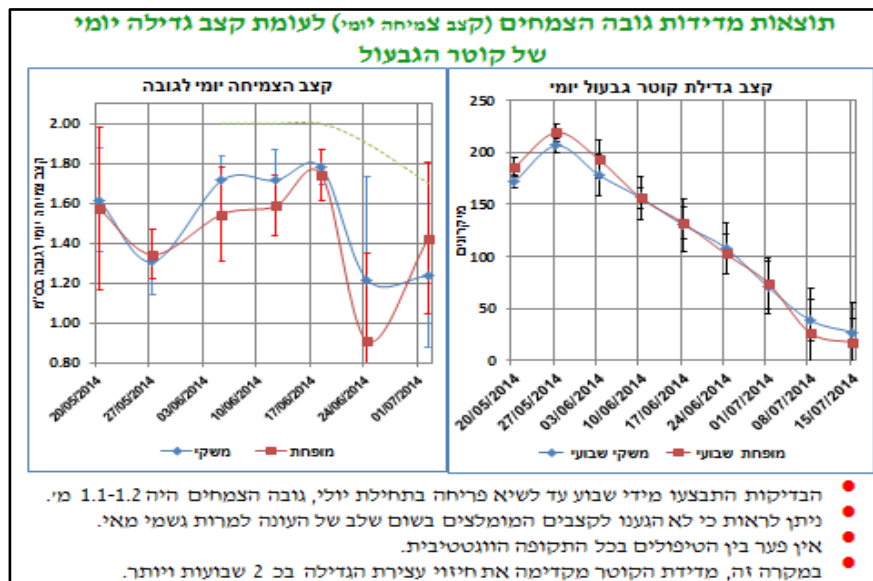
תרשים 3 : השפעת מהלך ההשקיה העונתי כפי שהשתקף בתגובת הטנסיומטרים

מיד בראשית ההשקיה ניתן היה לראות בשני הטיפולים כי השכבה העמוקה יותר של 60 ס"מ מדלדלת במהירות מהרטיבות, דבר שחייב התייחסות ושינוי מדיניות ההשקיה החל מתחיל העונה. התגובה הייתה הגדלת מנות המים כבר בתחילת יוני (לפני פריחה) מעבר למקובל (תרשים 2) ומעבר להשקיה דו-שבועית מוקדם מהמתוכנן.



תרשים 4 : הבדלי רטיבות הקרקע במהלך התקופה של הפחתת מנת המים. כפי שניתן לראות בתרשים 4, עיקר ההבדל בין הטיפולים היה בהתייבשות המהירה של השכבה העמוקה 60 ס"מ ויציאתה מהמשחק מבחינת היכולת לספק מים לצמחים.

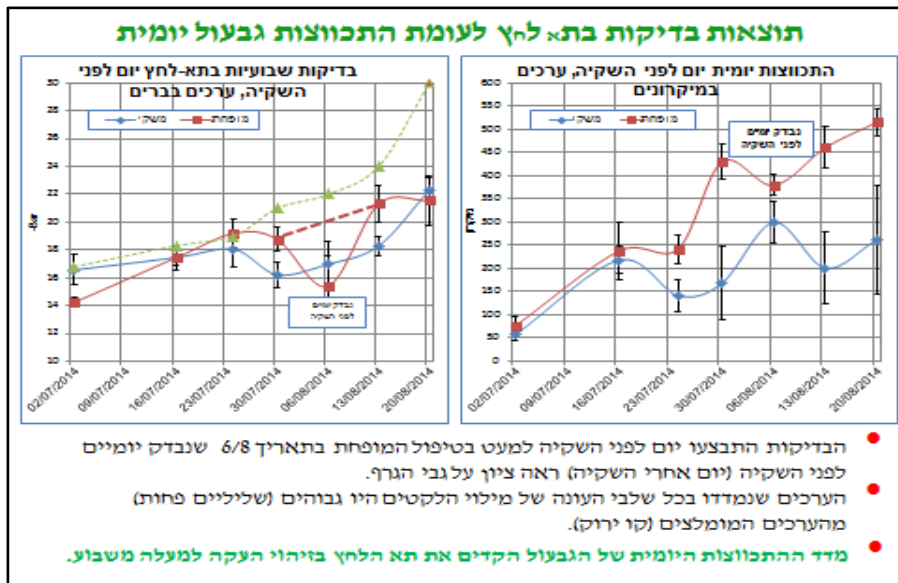
3. בקרת הגידול באמצעות קצב גדילה יומי



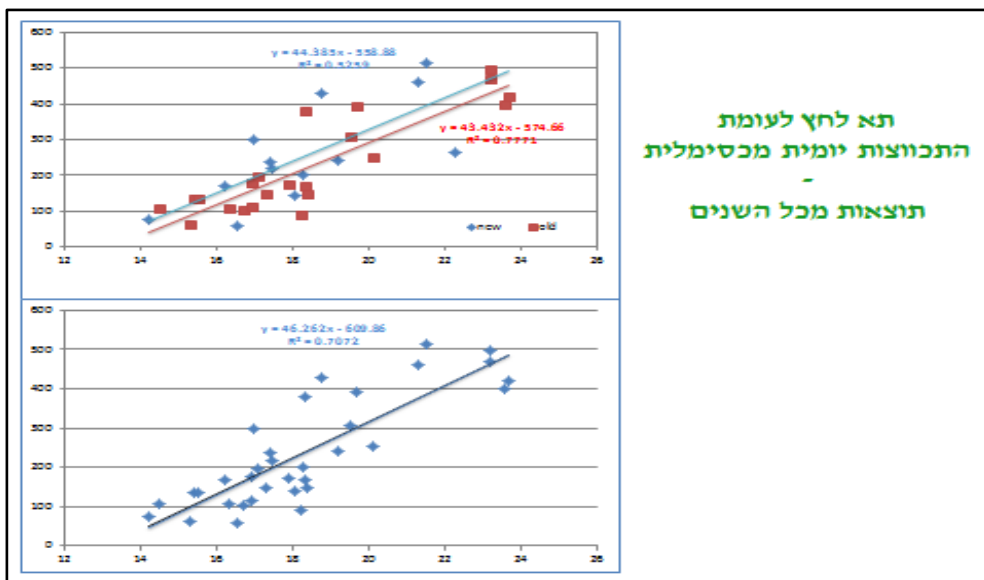
תרשים 5 : השפעת הטיפולים על קצב הגדילה היומי לגובה לעומת קצב הגדילה היומי של קוטר הגבעול

על פי תרשים 5, מדידות הגובה בתרגום לקצב גדילה יומי ממוצע מבליטות כי בכל התקופה המוקדמת ועד שיא פריחה לא הגענו לקצבי הצמיחה המומלצים (קו ירוק מרוסק) וזאת למרות מקדמי ההשקיה הגבוהים בתקופה שלפני תחילת פריחה (15/6). זה מתחזק עם העובדה שהראנו קודם במדידות הטנסיומטרים על דלדול רטיבות מוקדם ומהיר של שכבת הקרקע העמוקה ב 60 ס"מ. לפי מדד הגובה רק ב 24/6 ניתן לראות כי ישנה ירידה מתמידה בקצבי הגידול למרות שיוני משטר ההשקיה.

ניתן לראות כי גדילה יומית של קוטר הגבעול מצביעה על תופעה זו כ 3 שבועות יותר מוקדם, כבר בראשית יוני ומחזקת את הצורך בהגברת מנות ההשקיה מוקדם בעונה.

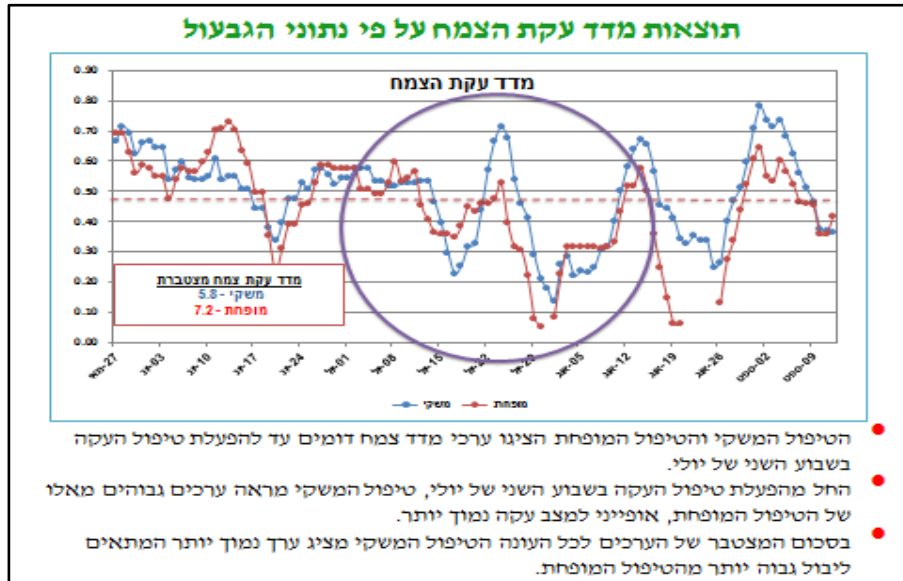


תרשים 6 : מדידות בתא לחץ לעומת התכווצות יומית מקסימלית של הגבעול. על פי בדיקות בתא לחץ (תרשים 6) לאורך מרבית העונה היו הערכים שהתקבלו נמוכים מההמלצות המקובלות (חוברת מועצת הכותנה) והפער בין הטיפולים נפתח רק מה 30/7 למעלה משבועיים אחרי הפחתת כמויות המים בטיפול ההשקיה המופחת. על פי מדד התכווצות הגבעול היומית הפער בין הטיפולים נראה כבר ב 23/7, שבוע מוקדם יותר, והוא נשמר מובהק בין הטיפולים בכל התקופה שאחרי כן. למעשה מדד הגבעול הרבה יותר רגיש באיתור ההבדל בין הטיפולים ומאפשר תגובה מוקדמת יותר מאשר התא לחץ.



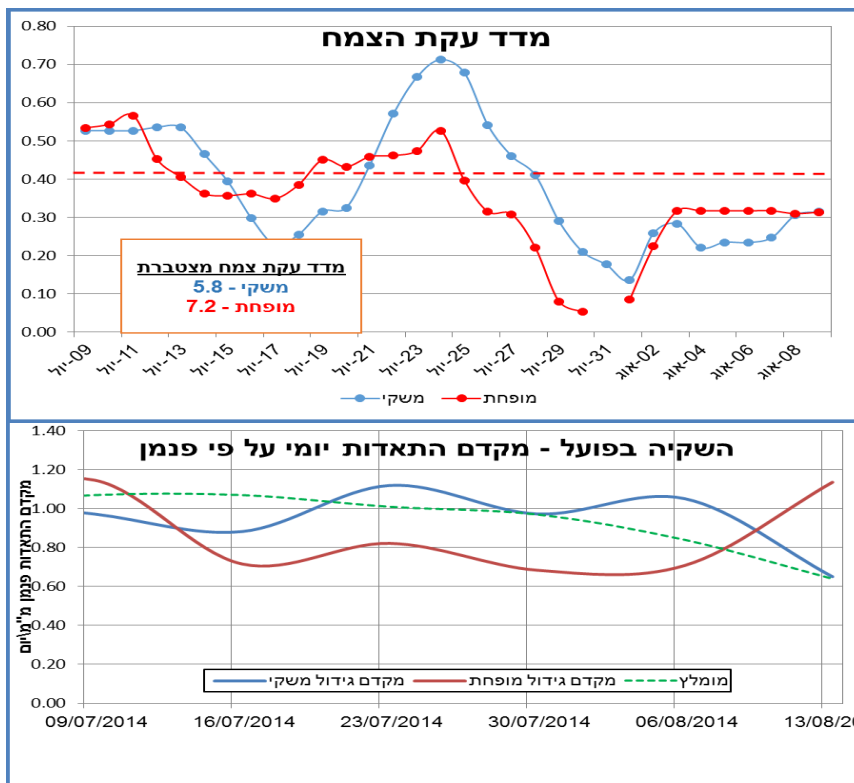
תרשים 7 : הקשר בין ערכי תא הלחץ לערכי התכווצות הגבעול היומית, תוצאות 4 שנים.

5. תוצאות מדד עקת הצמח על פי נתוני הגבעול



תרשים 8 : ערכי מדד הצמח – מדד העקה המשולב לאורך כל עונת הגידול.

בתרשים 8, מדד הצמח דומה בשני הטיפולים לאורך כל עונת ההשקיה עד לתחילת הפחתת המים בטיפול המופחת ב 9/7. במהלך מרבית תקופת הפחתת המים בדרך כלל מדד הצמח של הטיפול המופחת (קו אדום) נמוך מזה של הטיפול המשקי (קו כחול). ניתן לראות בתרשים 8 כי הערך המצטבר של הזמן בו שהה מדד הצמח מתחת ערך הסף של 0.47 הוא גדול יותר מזה של הטיפול המשקי דבר המצביע על עקה מצטברת גבוהה יותר בטיפול המופחת לעומת הטיפול המשקי. תופעה זו מצביעה גם על פגיעה אפשרית ביבול של הטיפול המופחת.



תרשים 9 : תוצאות מדד עקת הצמח על פי נתוני הגבעול לעומת מקדם ההשקיה בפועל בטיפולים



סיכום - מדוע להשתמש במדידת קוטר הגבעול לבקרת הגידול ?

- התקנה קלה. מדידה רציפה.
- הגישות גבוהה לשינויים בהשקיה וצרכת המים של הצמח בכל שלבי התפתחות הגידול.
- התאמה גבוהה למדדים של משק המים בצמח: אידי, מתח מים בעלה, רטיבות הקרקע.
- ייצוג נאמן של מצב משק המים בצמח באמצעות מדדים בחרים של התנהגות הצמח השלם דרך תגובת הגבעול:
 - התכונות יומית מכסימלית - **mds**
 - קצב גידול יומי - **growth**
 - מדד יומי של מצב הצמח - **plant status**

תודות

למועצת הכותנה והנהלת ענף כותנה – על מימון העבודה.
לשותפים מגד"ש גת, יעקב, אלון, עירית, גידי - על שיתוף פעולה.
לחברת פיטק על העמדת ותפעול המערכות ועיבוד נתונים.