

## בחינת השימוש בנורות לד (LED) ופלורסנט בהארה רציפה ומחזורית בטרכליום

מעין פלוס קטרון, אבי אושרוביץ, נאוה פיטשון - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית-תמר  
יאיר נשרי - לה"ד נגב, שה"מ משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
מיכל אורן שמיר, עדה ניסים-לוי - המחלקה לפרחים מכון וולקני, מינהל המחקר החקלאי  
כתובת המחברת: [maayanak@arava.co.il](mailto:maayanak@arava.co.il)

### תקציר

השימוש בנורות לד (LED) להארה בגידולי פרחי קטיף כתחליף לנורות ליבון ונורות פלורסנט נבחן בתחנת יאיר מזה כעשור שנים. נורות לד הן בעלות צריכת אנרגיה נמוכה ביותר והאור המופק מהן הינו כמעט מונו כרומטי. הארה באמצעות נורות LED עשויה להביא לחסכון משמעותי בצריכת החשמל, להקטנת הוצאות הייצור ולהפחתת הזיהום האטמוספרי. הסוג טרכליום הוא צמח עשבוני רב שנתי ממשפחת הפעמוניתיים (*Campanulaceae*) הכולל כעשרה מינים ומוצאו מאגן הים התיכון. המין *Trachelium caeruleum* תורבת ומשמש כצמח גינה, עציץ פורח וכפרח קטיף. צמח זה הינו צמח יום ארוך הכרחי, עם דרישה של לפחות 13 שעות אור. הארכת היום למשך יותר מ 16 שעות מאפשרת פריחה של כל אוכלוסיית הצמחים, ככלל טמפרטורות גבוהות מחישות את הפריחה אך גורמות לענפים קצרים יחסית. לעומת זאת, טמפרטורות נמוכות גורמות לצמיחה איטית, גבעולים ארוכים ודחיית הפריחה. עוצמות אור גבוהות יחסית מעודדות פריחה ובעוצמות אור נמוכות נוצרים גבעולים וגטטיביים ארוכים. השפעת התאורה על הפריחה נבדקה בניסוי שנערך בתחנת יאיר בעונת 2014/15, בפרח הטרכליום המהווה מרכיב חשוב בסל גידול פרחי הקטיף בערבה. בניסוי שכלל הארה בנורות לד ופלורסנט בהארה רציפה מול הארה מחזורית (5/15) נמצא כי ישנו יתרון ביבול ובמועד תחילת הקטיף להארה רציפה גם בנורות לד וכן בנורות פלורסנט.

### מבוא

בשנים האחרונות אנחנו עדים לשימוש גובר והולך בנורות הפלורסנט כהארה פוטופריודית למטרת בקרת הצמיחה והפריחה בפרחי קטיף וצמחי בית שונים. נורות אלו מחליפות את נורות הליבון כי הן יעילות יותר מבחינה אנרגטית בהפקת האור, צורכות פחות חשמל ולרוב גם משפיעות על עידוד או עיכוב הפריחה ביעילות דומה לזו של נורות ליבון. מאחר ובשנים האחרונות מתרבה השימוש בנורות לד החסכוניות במידה רבה אף מנורות הפלורסנט החלטנו לבחון את יעילות ההארה בנורות אלו.

במחקר הנוכחי אנו בוחנים את השפעת התאורה תוך שימוש בגופי תאורה מבוססי לד (Eight Emitting Diodes LED) על גידול טרכליום. בניגוד לנורות הלהט והפלואורסצנט הנפוצות ביותר בשימוש חקלאי, בתאורת LED ניתן לקבוע את ספקטרום האור הנפלט ולהתאימו לצרכים של גידול מסוים. בחינת השימוש בנורות ה-LED בעבודה זו היא כהארכת יום המשמש כסיגנל לפריחה. במחקר זה נבחר לעשות שימוש בטרכליום המייצג צמחי יום ארוך לפריחה, והוא גדל בהיקף נרחב בערבה (קדמן זהבי וחובי' 2007, פלוס קטרון וחובי' 2012, פלוס קטרון וחובי' 2014).

הסוג טרכליום הוא צמח עשבוני רב שנתי ממשפחת הפעמוניתיים (*Campanulaceae*) הכולל כעשרה מינים ומוצאו מאגן הים התיכון. המין *Trachelium caeruleum* תורבת ומשמש כצמח גינה, עציץ פורח וכפרח קטיף. צמח זה הינו צמח יום ארוך הכרחי, עם דרישה של לפחות 13 שעות אור, הארכת היום מעל 16 שעות מאפשרת פריחה של 100% של הצמחים. טמפרטורות גבוהות מחישות את הפריחה אך גורמות לענפים קצרים יחסית, לעומת זאת טמפרטורות נמוכות גורמות לצמיחה איטית, גבעולים ארוכים ודחיית הפריחה. עוצמות אור גבוהות יחסית מעודדות פריחה ובעוצמות אור נמוכות נוצרים גבעולים וגטטיביים ארוכים.

הארה באמצעות נורות LED עשויה להביא לחסכון משמעותי בצריכת החשמל, להקטנת הוצאות הייצור ולהפחתת הזיהום האטמוספרי. בשל צריכת החשמל הנמוכה והעובדה שה-LEDs המקובלים עובדים על מתח ישר ונמוך יתכן שמערכת כזאת תוכל לפעול תוך שימוש באנרגיה סולרית. השליטה בספקטרום האור פותחת אין סוף אפשרויות לשיפור איכות ויבול צמחי נוי, גם בתחומי הפוטופיריודה והפוטומוורפוגנזה, לשליטה בפריחה ובעיצוב המוצרים החקלאיים. לאחר כעשור בהן בחנו את יעילות נורות ה-LED למדנו כי שימוש בנורות אלה אינו נחות מנורות הפלורסנט בהצבה דומה בשטח הגידול, החלטנו לבדוק את השפעתן על צימוח ופריחה גם בהארה מחזורית כפי שמקובל בשימוש בנורות ליבון.

## שיטות וחומרים

הניסוי נערך בתחנת יאיר, טרכליום לבן נשתל (28/8/14) בבית צמיחה מחופה פוליאתילן בעומד של 30 שתילים למטר וקיטום בוצע בתאריך 24/12/14.

מערכת נורות LED אדום W7 (יבוא: מאיר להב) ונורות הפלורסנט W23, 827, לבן חם 827 הוצבו במרכז הערוגות והופעלו בלילה להשלמת 16 שעות אור. שני טיפולים בכל סוג נורות, הארה רציפה ומחזורית, החלו מתאריך הקיטום ועד סוף חודש מרץ.

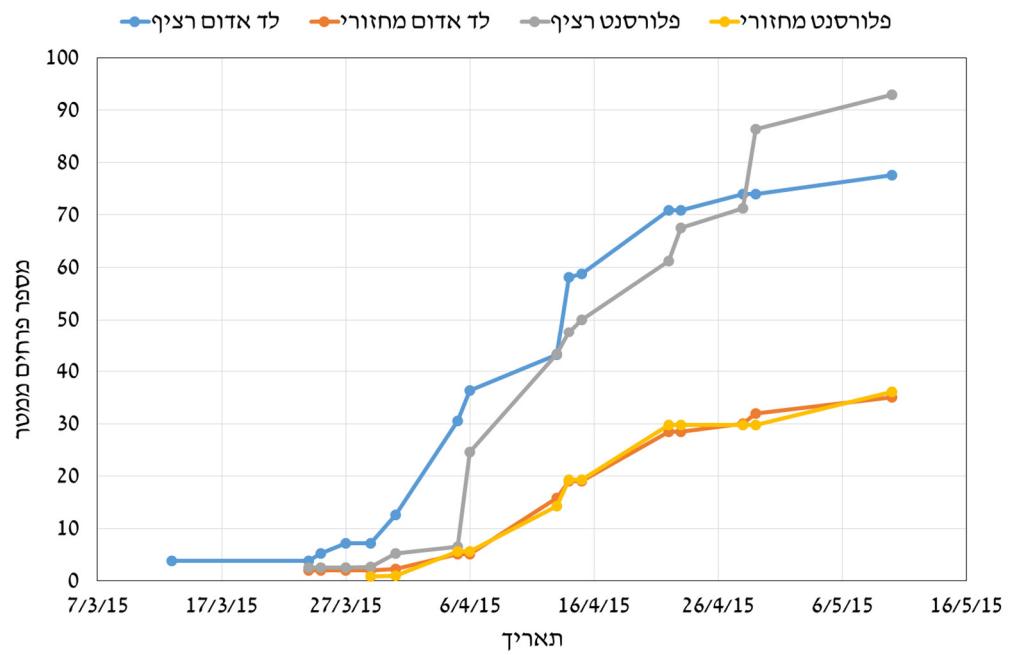
הקטיף החל בחודש מרץ ונמשך עד סיום הניסוי באמצע חודש יוני. נאספו המדדים הבאים: מספר פרחים ממ"ר ערוגה, אורך ומשקל, גבעול הפריחה, קוטר גבעול וקוטר תפרחת.

## תוצאות

טבלה 1: מדדי יבול ואיכות בפרחי טרכליום בטיפולי ההארה השונים

קוטר תפרחת (ס"מ)	קוטר גבעול (ס"מ)	משקל גבעול (גרם)	אורך גבעול (ס"מ)	מספר פרחים	תחילת קטיף	טיפול
15.9	0.5	16.5	112.0	43	29/03/15	לד אדום מחזורי
13.6	0.5	13.8	97.5	79	13/03/15	רציף
14.0	0.6	19.4	114.2	48	29/03/15	פלורסנט מחזורי
13.7	0.5	16.5	99.0	81	24/03/15	רציף

הארה באמצעות LED רציף הביאה להקדמה בתחילת הפריחה לעומת יתר הטיפולים. הארה מחזורית גם בנורות LED וגם בנורות פלורסנט הביאה לדחייה בתחילת הקטיף. מספר הפרחים שנקטף בחלקות שהוארו בהארה מחזורית היה כמחצית מהחלקות שהוארו בהארה רציפה. לעומת זאת, מדדי האיכות לא הושפעו באופן משמעותי מטיפולי ההארה (טבלה 1).



איור 1: מספר פרחים מצטבר שנקטף בטיפולים השונים לאורך תקופת הגידול

כמות הפרחים שנקטפה בחלקות בשני סוגי הנורות הייתה כפולה בהארה רציפה בהשוואה להארה המחזורית (איור 1).



תמונה 1: תאורת לד אדום בגידול טרכליום - הארה רציפה (ימין) והארה מחזורית (שמאל)



תמונה 2 : תאורת פלורסנט בגידול טרכליום - הארה רציפה (ימין) והארה מחזורית (שמאל)

החלקה שהארה ברציפות נראתה אחידה יותר והפרחים בה נראו במצב פתיחה מתקדם יותר בהשוואה לאלו בטיפול ההארה מחזורית. (תמונות 1 ו-2, צולמו ב- 22/3/15).

### דיון וסיכום

במשך מספר שנים אנו בוחנים השפעת השימוש בנורות LED על צימוח ופריחה בטרכליום. בעונת הגידול הקודמת בחנו מספר סוגים של נורות LED המצויות בשוק ונוכחנו בבירור כי נורות LED המאירות בעוצמה גבוהה יכולות לשמש להארת פרחי הטרכליום. כיום ניתן לרכוש בקלות נורות של 7 וואט מתברגות אשר יכולות להחליף את נורות הפלורסנט להארה של טרכליום.

לסיכום: הארה מחזורית היעילה בנורות ליבון איננה אפקטיבית באותה מידה בשימוש בנורות LED ופלורסנט, הארה זו דוחה פריחה ומפחיתה את יבול הפרחים.

יש לציין שבניסוי זה נעשה שימוש בנורות LED אדומות בעוצמה של 7 וואט (יבואן מאיר להב). עם זאת, קיימים סוגים שונים של נורות LED בעוצמות אור שונות ואין להסיק מתוצאות עבודה זו כי יעילותם תהיה זהה לנורות אותן בחנו.

### הבעת תודה

תודתנו נתונה לקרן המדען הראשי על מימון תוכנית מספר 256091913 בחינת השימוש בנורות LED כתוספת תאורה להארכת היום וכסיגנל לתהליכים פוטו-מורפו גנטיים בצמחי נוי.

### ספרות מצוטטת

פלוס קטרון מ., אושרוביץ א., קריזובה ק., שלמה א., נשרי י., קדמן זהבי א. 2014. נורות לד כתוספת הארה בטרכליום. סיכום עונת מחקרים 2012/13, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית תמר.

[http://www.arava.co.il/media/sal/files/1228/f6\\_%D7%98%D7%A8%D7%9B%D7%9C%D7%99%D7%95%D7%9D%20%D7%9C%D7%93%201213.pdf](http://www.arava.co.il/media/sal/files/1228/f6_%D7%98%D7%A8%D7%9B%D7%9C%D7%99%D7%95%D7%9D%20%D7%9C%D7%93%201213.pdf)

קדמן זהבי א., פלוס קטרון מ., אלבו ק., אושרוביץ א., שלמה א., נבון א., לוסטיג ק., גולן ח. 2007. השפעת תאורה בסוגי נורות שונות (פלווארסצנטיות ו-LED) על הצמיחה והפריחה של טרכליום בערבה. סיכום עונת מחקרים 2006/7, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית תמר.

[http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087\\_arava2012&act=view&dbid=files&dataid=572&fid=f6&name=Trachelium%20LED.pdf](http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&act=view&dbid=files&dataid=572&fid=f6&name=Trachelium%20LED.pdf)

פלוס קטרון מ., שלמה א., קדמן זהבי א., קריזובה ק., אושרוביץ א., ברזילי י., נשרי י., זליגמן ר., שדה י. 2012. בחינת שימוש בנורות פלווארסצנטיות שונות ונורת לד (LED), להארה פוטופריודית של הזן טרכליום לבן בערבה. סיכום עונת מחקרים 2010/11, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית תמר.

[http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087\\_arava2012&act=view&dbid=files&dataid=1053&fid=f6&name=Fluorescent%20%26%20LED%20photoperiod%20Trachelium.pdf](http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&act=view&dbid=files&dataid=1053&fid=f6&name=Fluorescent%20%26%20LED%20photoperiod%20Trachelium.pdf)

### **Examination of LED and fluorescent light for photoperiod illumination of white Trachelium in continuous and cyclic lightning.**

Maayan Plaves Kitron, Avi Usherovitz, Nava Pitshon - Central and Northern Arava Tamar Research and Development

Yair Nishri- Extension Service (Shaham), Ministry of Agriculture and Rural Development

Michal Shamir Oren, Ada Nisim-Levi – Dep' of Flowers, Volcani Center, ARO.

Writer address: [maayank@arava.co.il](mailto:maayank@arava.co.il)