

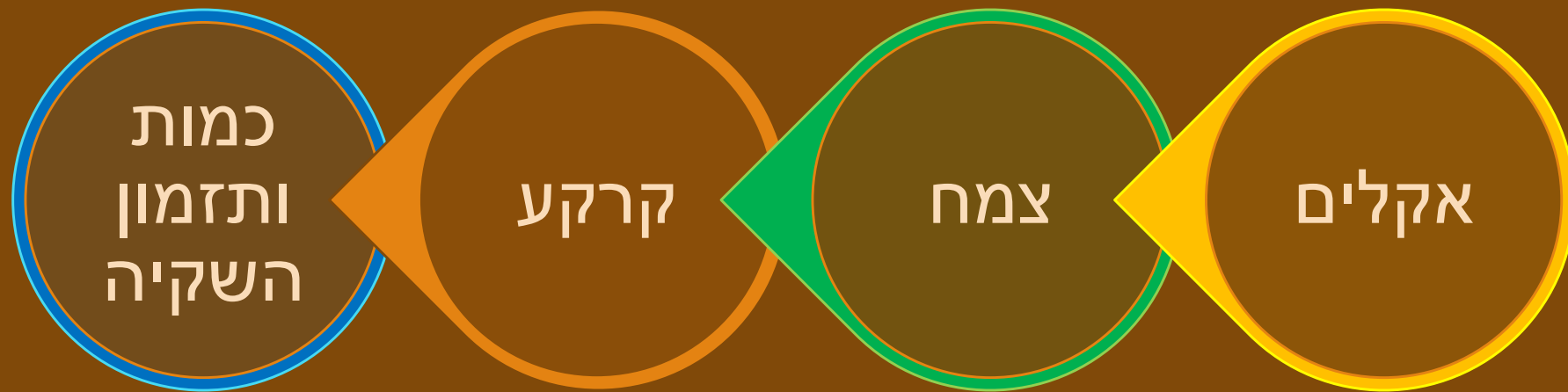
מה אני צריך לדעת כדי לדייק את ההשקיה?



ד"ר טלי אילני

השקיה

מה הגורמים המשפיעים על כמות ותזמון ההשקיה



כמות המים הנצרכת



אידוי (Evaporation) – אידוי המים מפני השטח (קרקע)
דיות (Transpiration) – אידוי מים משטח גופו של צמח דרך הפיוניות.

אבפוטראנספירציה (Evapotranspiration) = **דיות** (טרנספירציה) + **אידוי** (אבפורציה) – סך כל איבודי המים מפני השטח של כדור הארץ.

אבפוטרנספירציה



קרינה



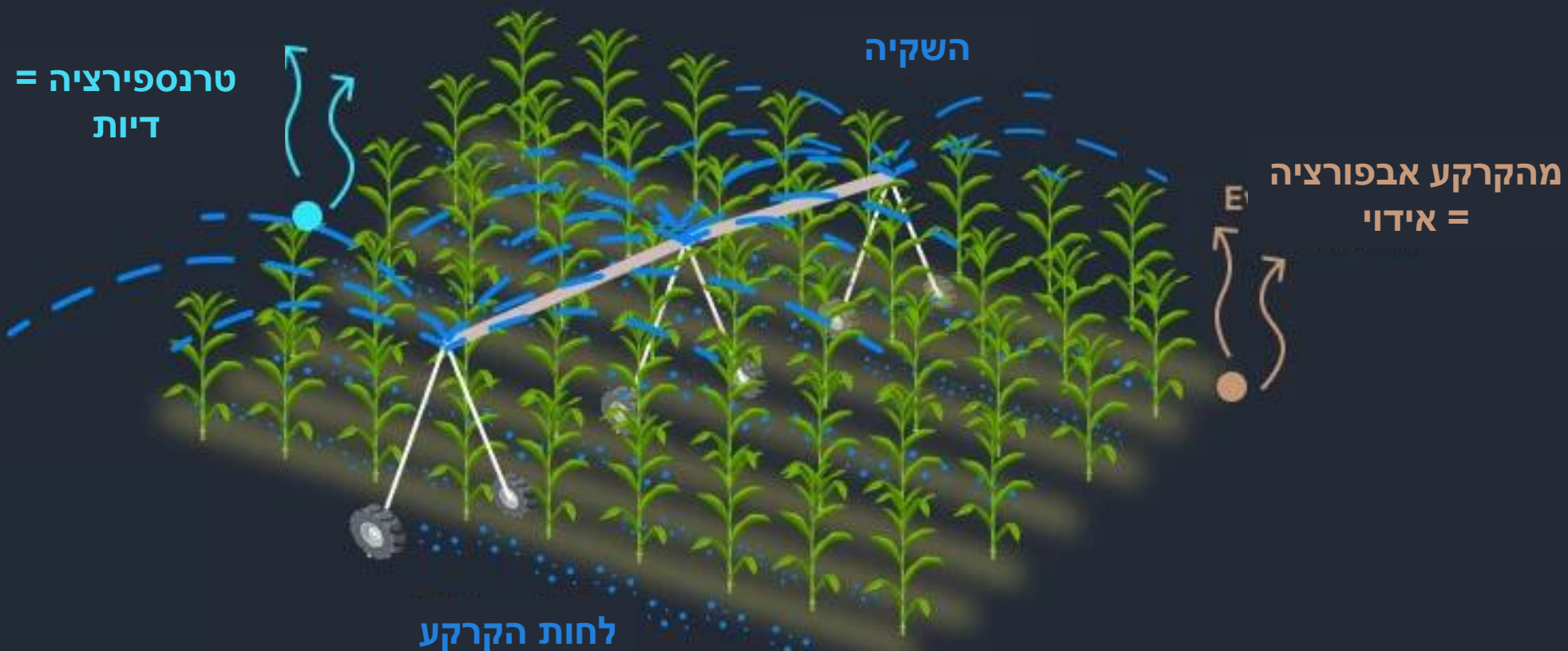
רוח



לחות



טמפ' אויר



אבפוטרנספירציה

טמפ' יומית ממוצעת	קר: סביב 10 מ"צ	בינוני: סביב 20 מ"צ	חם: מעל 30 מ"צ
	מ"מ / יום		
אזורים הומידיים/סב-הומידיים (אקלים טרופי/סבטרופי)	2-3	3-5	5-7
אזורים ארידיים וסמי-ארידיים (אקלים טרופי/סבטרופי)	2-4	4-6	6-8
אזורים הומידיים/סב-הומידיים (אקלים ממוזג)	1-2	2-4	4-7
אזורים ארידיים וסמי-ארידיים (אקלים ממוזג)	1-3	4-7	6-9

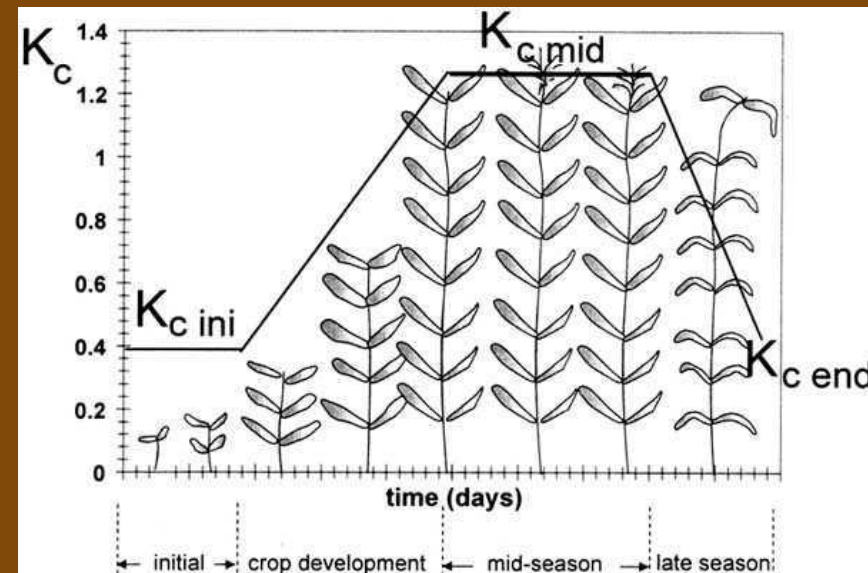


כמות המים הנצרכת

$$ET_0 = \text{דשא כגידול מודל} + \text{אקלים}$$



דשא מושקה היטב

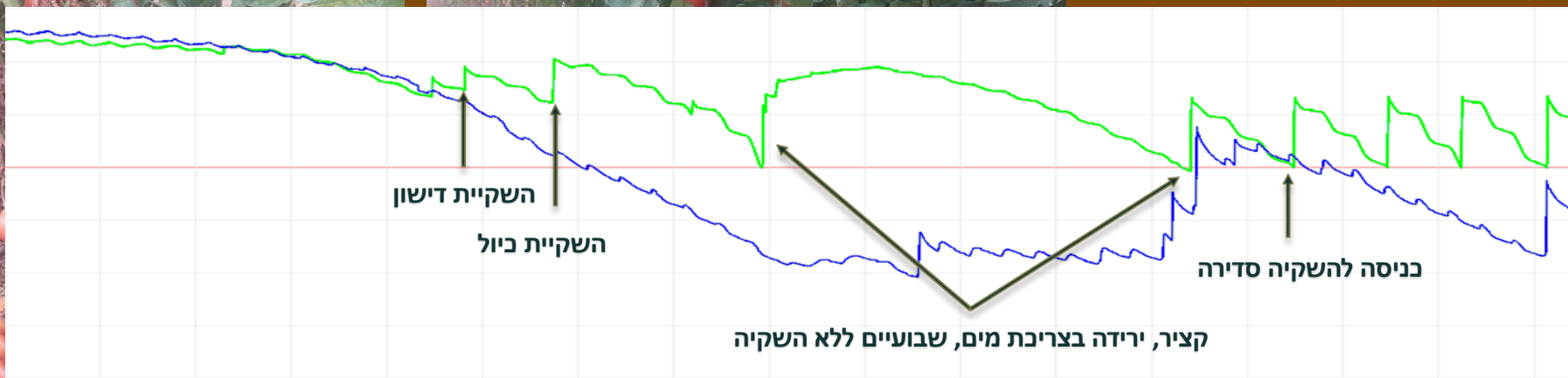


$$ET_c = K_s \times K_c \times ET_0$$

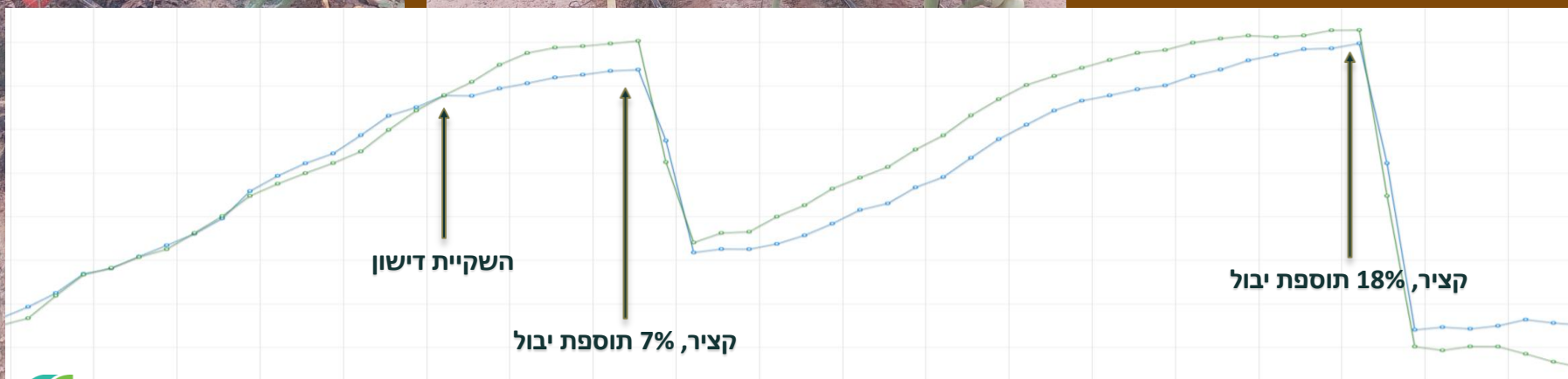


עקת אקלים / הגנ"צ...
הורדת עלים, הנמכה
קיטום ראש (מניפולציה לצמח)
פלפל – מניפולציות להגדלת יבול

כמות המים הנצרכת



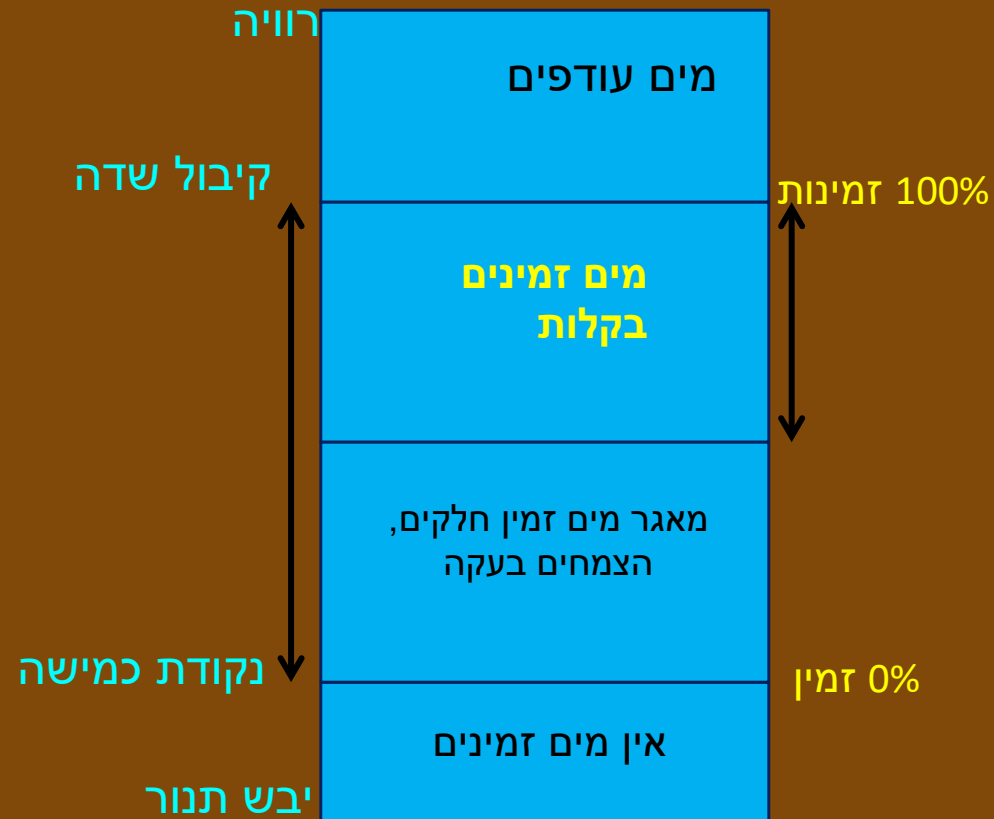
רטיבות קרקע



ומו - מד בינומאסה

המים בקרקע

מים זמינים בקלות:



- המים בקרקע שיכולים להיצרך על ידי הצמחים מבלי לגרום לעקה.
- עבור רב הגידולים, 50% - 60% מהמים הזמינים נחשבים למים הזמינים בקלות.

השקיה

כמה מים צריך לתת?

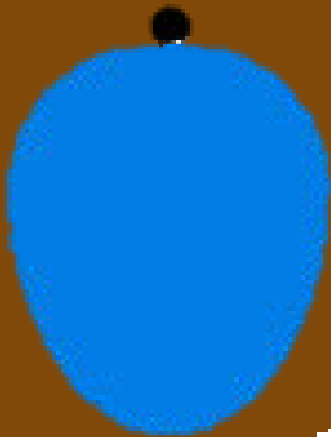
כמות המים שצריך להוסיף לקרקע תלויה ב:

1. מבנה הקרקע
2. מרקם הקרקע
3. עומק הקרקע
4. עומק בית השורשים
5. טופוגרפיה
6. מוליכות הידראולית של הקרקע



השקיה

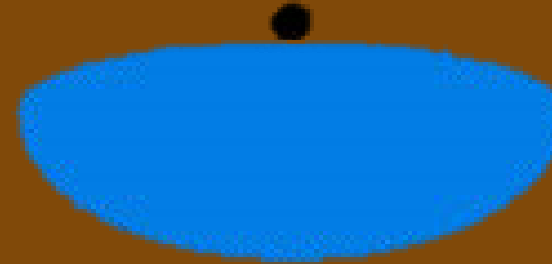
חול



סילט



חרסית



7.6 ליטר לשעה

ככל שמגבירים ספיקה על אותה כמות מים לא בטוח שהבצל יגדל

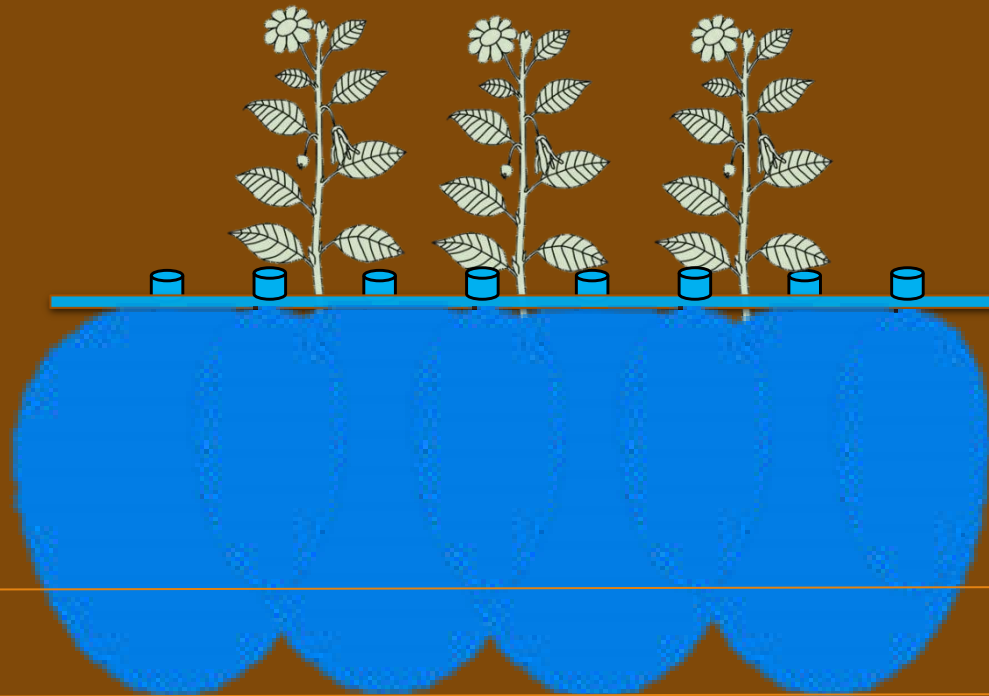
השקיה

יצירת פס הרטבה



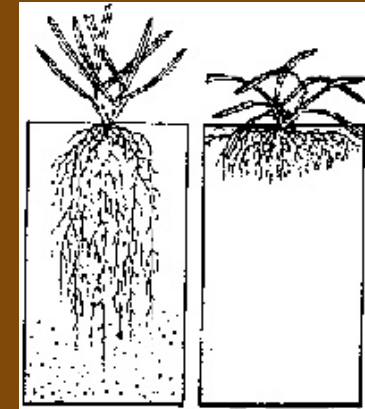
השקיה

קרקע חולית



עומק ההרטבה I

עומק ההרטבה II



ב

א

השקיה

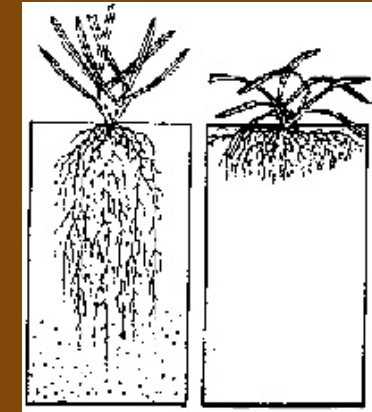
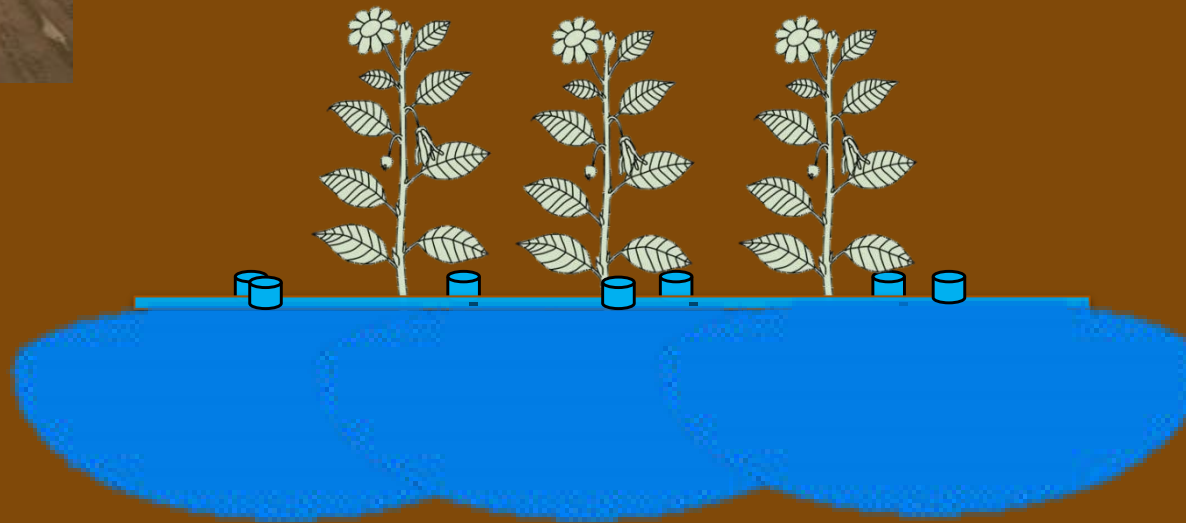
קרקע חולית

- התנועה האנכית גדולה משמעותית מהתנועה האופקית ($X \ll Y$).
- טקסטורה גסה, נקבובים גדולים ולכן התנועה מושפעת יותר מכח המשיכה מאשר מכוחות אדהזיה.
- מתאימה להשקיה תכופה בנפחים קטנים.
- מתאימה לגידולים בעלי מערכת שורשים עמוקה.



השקיה

קרקע חרסיתית



ב

א

השקיה

קרקע חרסיתית

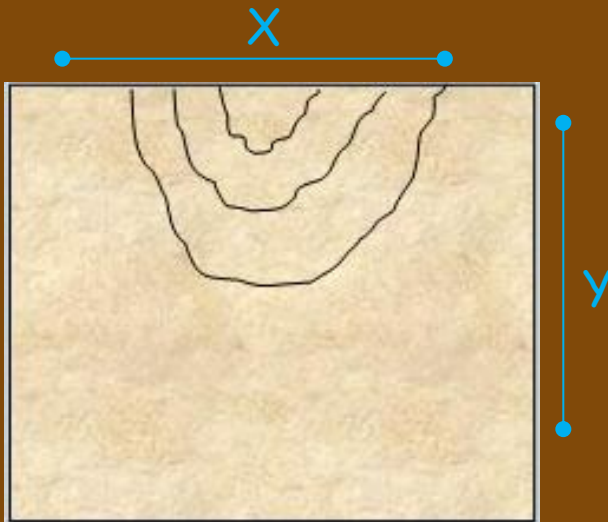
- התנועה האופקית גדולה משמעותית מהתנועה האנכית ($Y < X$).
- מספר גדול של נקבובים קטנים
- התנועה מושפעת יותר מכוחות המחזיקים את המים בקרקע.
- מתאימה להשקיה בהצפה.
- מתאימה לגידולים בעלי מערכת שורשים רדודה.



השקיה

קרקע סילט (סיין)

- התנועה האופקית פחות או יותר זהה לתנועה האנכית ($Y \cong X$).
- בעלת תכונות בין קרקע חרסיתית לקרקע חולית.
- מתאימה לכל סוגי ההשקיה כמעט.
- מתאימה כמעט לכל סוגי הגידולים.



השקיה

חול	סיין חולי	סיין חרסיתי	
			עומק בית שורשים – 15 ס"מ
6 מ"מ	10 מ"מ	13 מ"מ	כמות
1	2	2.5	ימים
			עומק בית שורשים – 30 ס"מ
13 מ"מ	19 מ"מ	25 מ"מ	כמות
2.5	4	5	ימים
			עומק בית שורשים – 60 ס"מ
25 מ"מ	38 מ"מ	51 מ"מ	כמות
5	7.5	10	ימים

השקיה

חול	סיין חולי	סיין חרסיתי	
			עומק בית שורשים – 30 ס"מ
13 מ"מ	19 מ"מ	25 מ"מ	מים זמינים כמות מים בהשקיה
			ימים בין השקיות
4	6	8	אפריל (3.3 מ"מ/יום)
2.5	4	5	יולי (5 מ"מ/יום)

מצב המים בקרקע



תכולת מים משקלית

מסת המים מתוך מסת הקרקע הרטובה.
דוגמאת הקרקע מיובשת בתנור ב-105 מ"צ ומסת הקרקע היבשה מתועדת.

$$\theta_m = \frac{(Weight\ of\ wet\ soil - Weight\ of\ oven\ dry\ soil)}{Weight\ of\ wet\ soil} \times 100$$

מצב המים בקרקע



תכולת מים נפחית

נפח המים בקרקע מתוך סך נפח הקרקע הרטובה.
דוגמאת הקרקע מיובשת בתנור ב-105 מ"צ ומסת הקרקע היבשה מתועדת.

$$\theta_v = \frac{\text{Volume of water in the soil}}{\text{Volume of wet soil}} = \frac{\left(\frac{\text{mass of water}}{\text{density of water}} \right)}{\text{sample volume}}$$

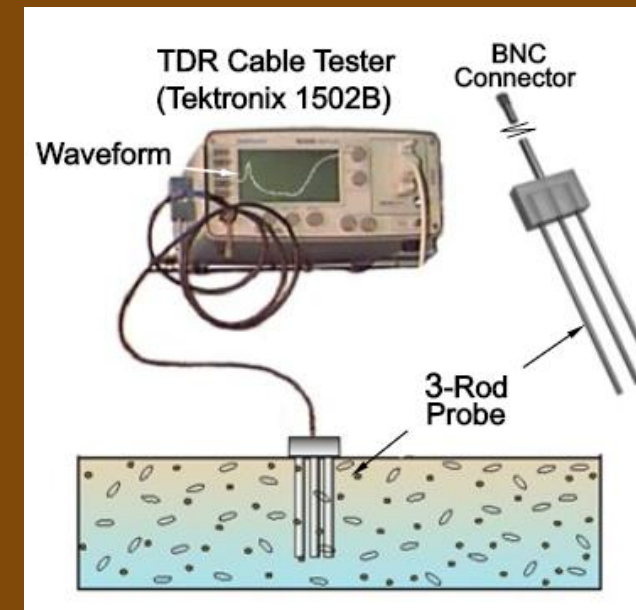
• בקרקע חולית, המים הזמינים לצמח הם כ-5%–7% **מנפח הקרקע**, שהם מים שמוחזקים בעוצמה בינונית בנקבוביות הקרקע.

מצב המים בקרקע

Time Domain Reflectometry (TDR)

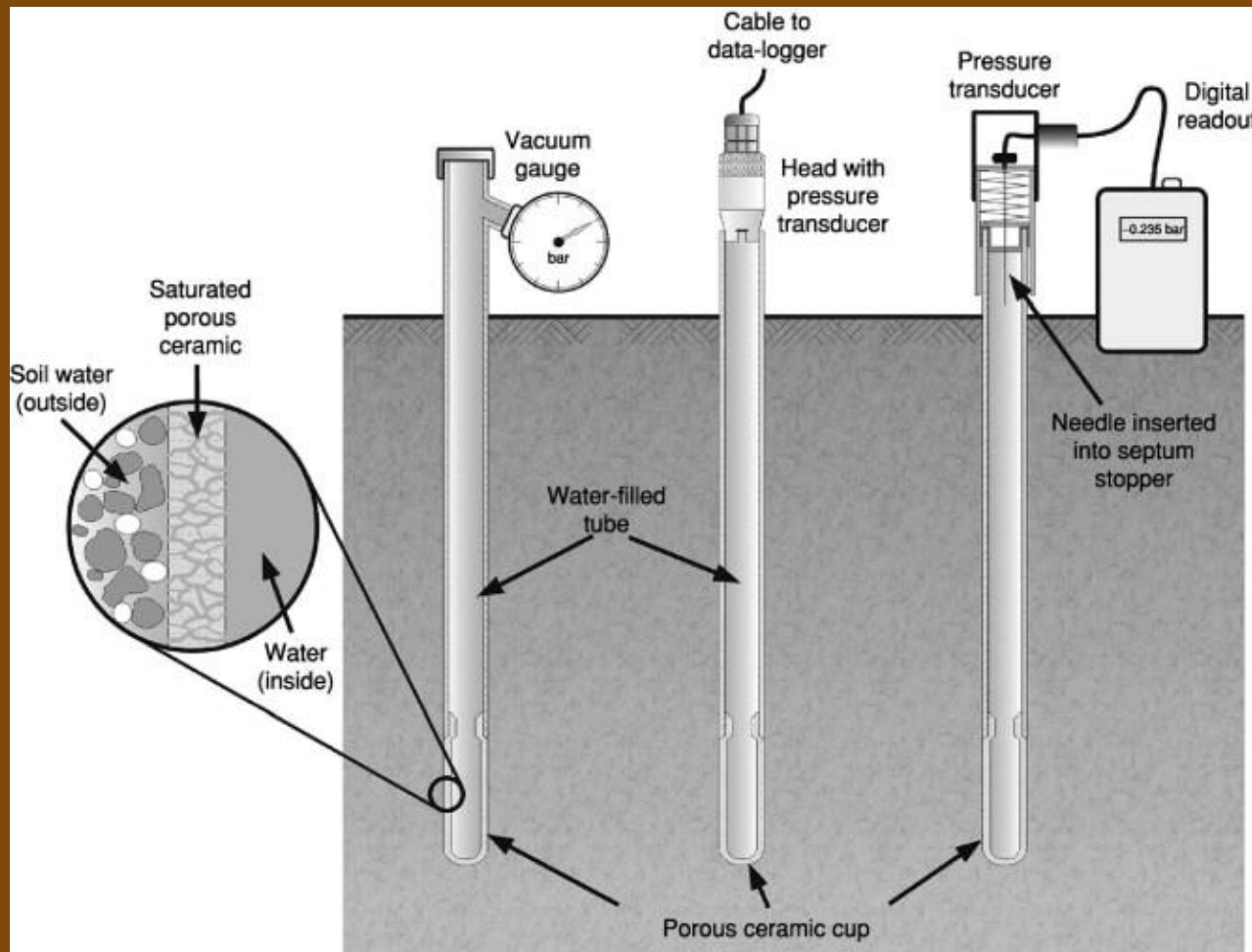


בשיטה זו מודדים את הזמן שלוקח לפולס אלקטרומגנטי לעבור לאורך דוקרן המיוחדר לאדמה. זמן המעבר משתנה בהתאם לתכולת הלחות בקרקע, מה שמאפשר מדידות מדויקות.



מצב המים בקרקע

פוטנציאל המים בקרקע - טנסיומטרים



מציין את כמות המים הזמינה לצמח ואת כמות האנרגיה הנדרשת כדי להגיע אליה. את פוטנציאל המים מודדים ע"י טנסיומטרים – חיישנים מלאים במים המודדים את "ניקת הקרקע" - הפרש הלחץ ביניהם לסביבה, בדרך כלל ביחידות של קילופסקל. ככל שההפרש גבוה יותר, הקרקע יבשה יותר.

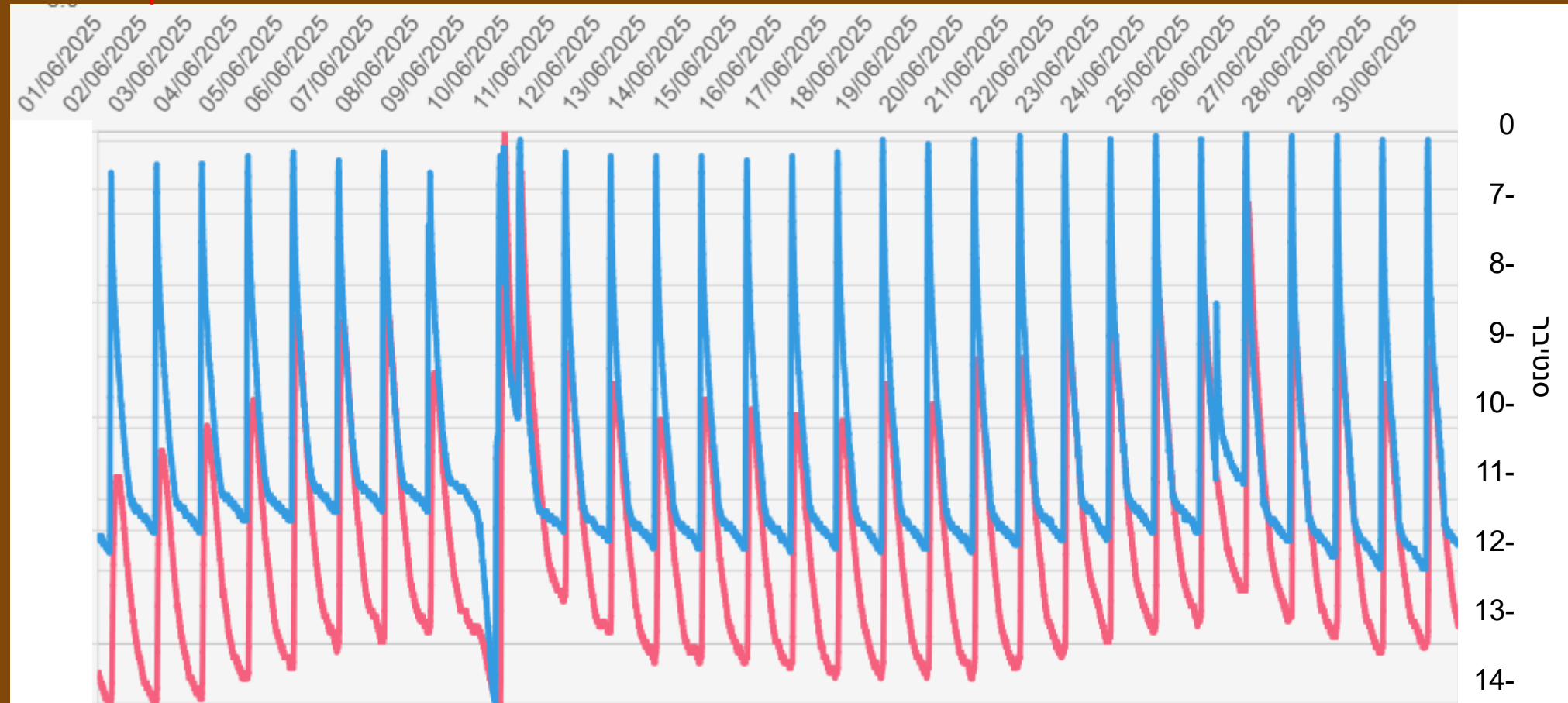
- Measure of the energy status of the soil water
- Important because it reflects how hard plants must work to extract water
- Units of measure are normally bars or atmospheres
- Soil water potentials are negative pressures (tension or suction)
- Water flows from a higher (less negative) potential to a lower (more negative) potential

מצב המים בקרקע

פוטנציאל המים בקרקע - טנסיומטרים

בעומק 15 ס"מ

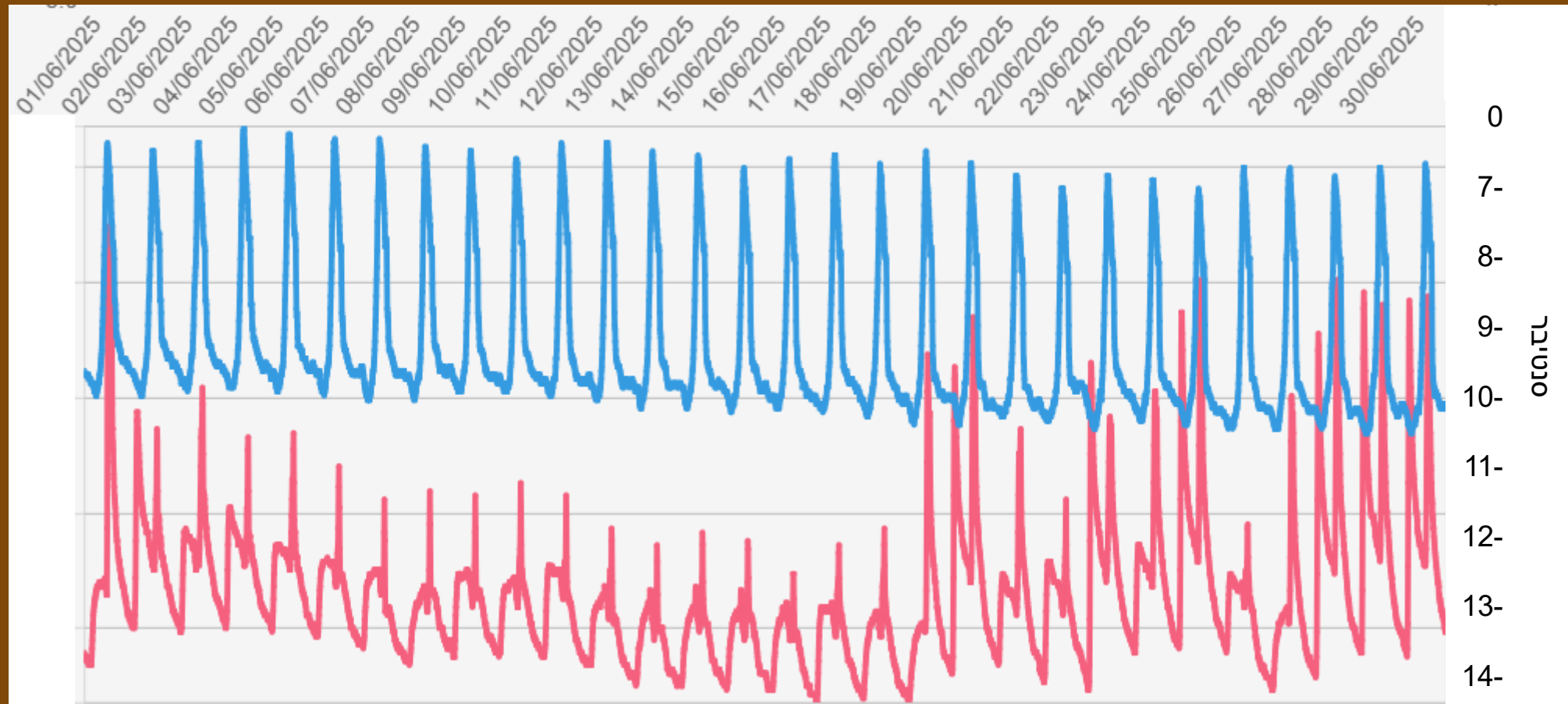
בעומק 30 ס"מ



מצב המים בקרקע

פוטנציאל המים בקרקע - טנסיומטרים

השקיה פעם ביום
השקיה פעמיים ביום



מצב המים בקרקע

פוטנציאל המים בקרקע – נתונים מהספרות

Crop	Centibars
Alfalfa	70-80
Avocados	40-50
Cantalope	35-40
Celery	20-30
Citrus	50-70
Corn	
Cotton	70-80
Deciduous Trees	60-80
Grapes	40-60
	40-50
Tomatoes	60-70
Potatoes	30-50
Small Grains	70-80
(vegetative stage)	40-50

להזהר!

Table 1. Tensiometer reading guidelines for irrigation.

מצב המים בצמח

פוטנציאל מים בעלים (שיטת תא לחץ)

◆ כיצד זה עובד:

עלה מוכנס לתא לחץ ("פצצת לחץ"), ולחץ מופעל עד שמים מופיעים בקצה החתוך. הלחץ הנדרש משקף את מצב המים של העלה.

◆ יישום:

משמש באופן נרחב בעגבניות ופלפלים כאינדיקטור ישיר למתח מים בצמח, ומסייע באופטימיזציה של תזמון ההשקיה.



חיישני שינוי קוטר הגבעול

◆ כיצד זה עובד:

דנדרומטרים רגישים או חיישני תזוזה ליניארית (LVDTs) מחוברים לגבעול הצמח כדי לנטר שינויים בקוטר הגבעול באופן רציף—הגבעול מתכווץ במצב של מחסור במים ומתרחב כשהוא מושקה היטב.

◆ יישום:

בעגבניות, מדד **6SD** (הפרש בקוטר הגבעול ב-6:00 בבוקר מהקריאה הראשונית) הוא אינדיקטור רגיש למצב המים של הצמח ויכול לשמש לאוטומציה של ההשקיה.



Talli Ilani

מצב המים בצמח

דימות מולטימודלי ולמידת AI

◆ כיצד זה עובד:

משלב תמונות RGB , אינפרא-אדום קרוב (NIR), ותמונות עומק של הצמח (בעיקר עלים עליונים) כדי להעריך את מצב המים באמצעות מודלי בינה מלאכותית.

◆ יישום:

בעגבניות, דימות מולטימודלי עם למידה עמוקה יכול לסווג את מצב המים בדיוק של למעלה מ-93%, ומספק פתרון לא הרסני ובעל תפוקה גבוהה לניהול השקיה מדויק.

מערכות ליזימטר

◆ כיצד זה עובד:

צמחים מגודלים במיכלים המונחים על מערכות שקילה (ליזימטרים) כדי לנטר את ספיגת המים וההתאידות על ידי מדידת שינויי המשקל.

◆ יישום:

יעיל למחקר ולניטור מדויק של שימוש במים בגידולי חממה.



תודה על ההקשבה

