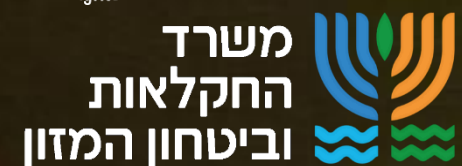


אפיון הטרוגניות הנוף במערכת מסורתית של זית בבעל בעידן של אי-ודאות אקלימית: מיזוג של חיישנים מוטסים ומדידות קרקעיות.

1. אלי אפשטיין, עופר רוזנשטיין, יפית כהן, ניצן מלאכי, יוליה סובוטין,
טלאל הוואשלה, יוני רון, אוהליאב קיסר, גיא לידור וארנון דג (מכון
וולקני, מנהל המחקר החקלאי)



2. ניזאר עבד אל אהדי (שה"מ, משרד החקלאות ובטחון מזון)



3. מאזן עלי (דיר חנא, ענף הזית, מועצת הצמחים)

מורשת בסכנה: זיתי הבעל בישראל

המורשת: גידול מסורתי
(כ-6,500 שנה), מבוסס
מי גשמים בלבד.
הזן השולט: 'סורי'.

ההיקף:
כ-260,000 דונם
בישראל עדיין מגודלים
ללא השקיה.

האיום האקלימי:
חורפים חמים
(פגיעה במנות קור)
ושחונים.

נקודת הקיצון: חורף
2024/25 בדיר חנא –
כ-250 מ"מ גשם בלבד
(מחצית מהממוצע).



טכנולוגיה בשירות המסורת: גישה רב-ממדית

LiDAR
(מיפוי 3D)

FLIR
(תרמי - מדד CWSI)

RGB
(אופטי)

אימות קרקעי (Ground Truth):

SWP: תא לחץ
לפוטנציאל מים בגזע

Porometer:
מוליכות פיוניות





Normal

Executing flight route

RTK

40



76%
47.8V

83%
47.8V



32:15



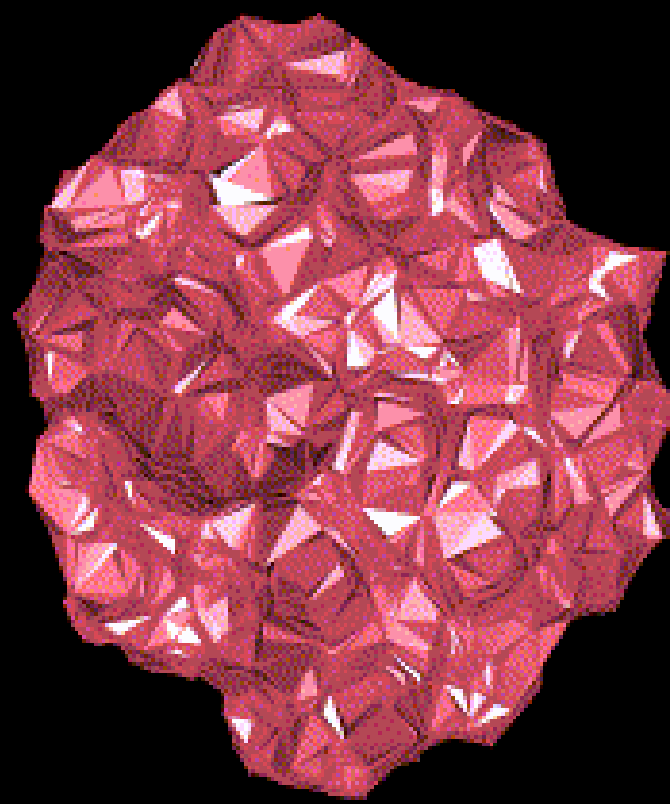
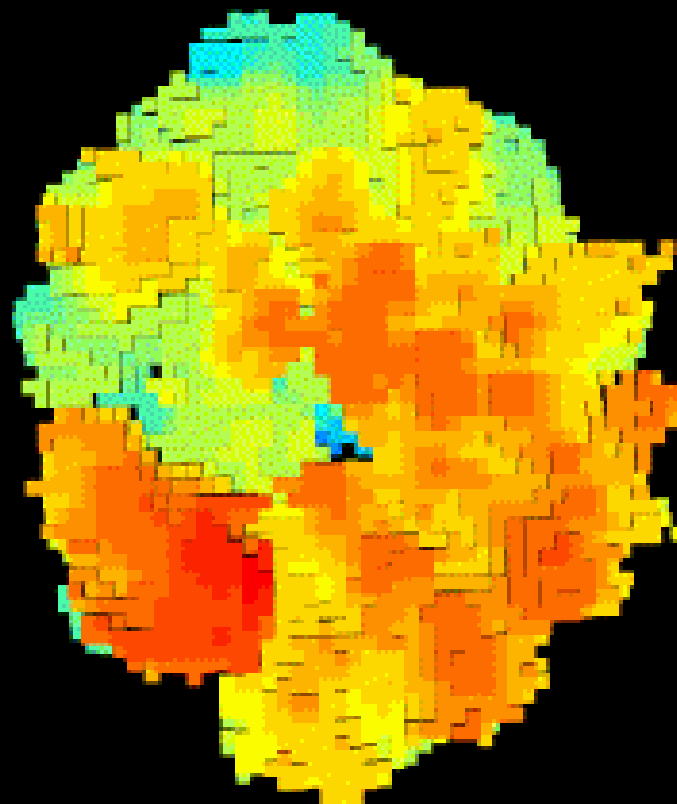
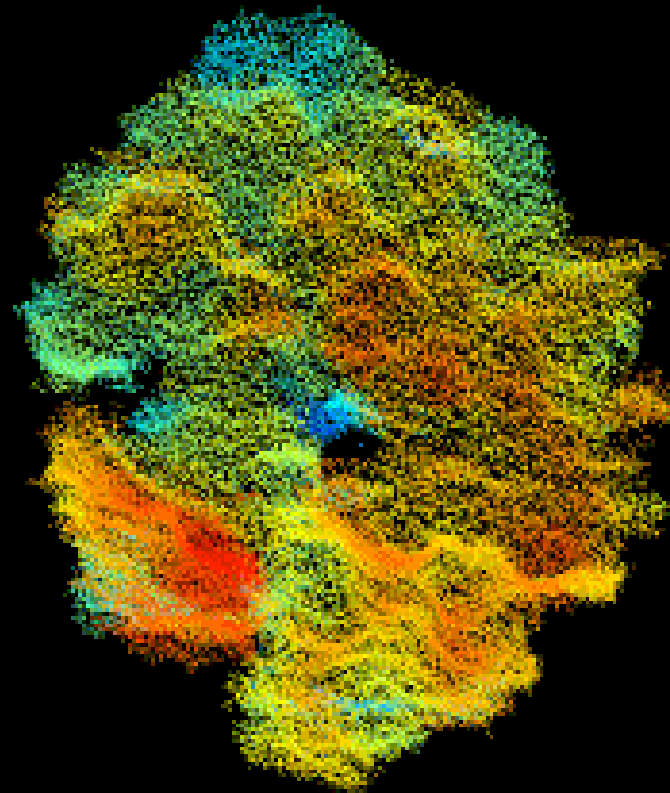
Progress
66%



7m

8m

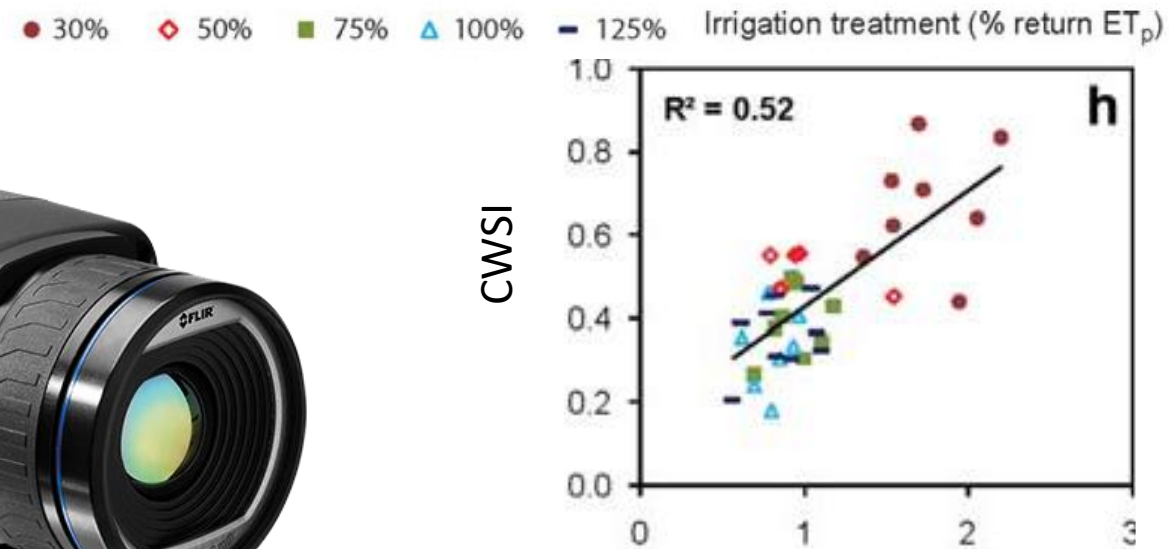




הקשר בין טמפרטורת הנוף למצב המים של העץ



Ben-Gal et al., 2009, Irrigation Science



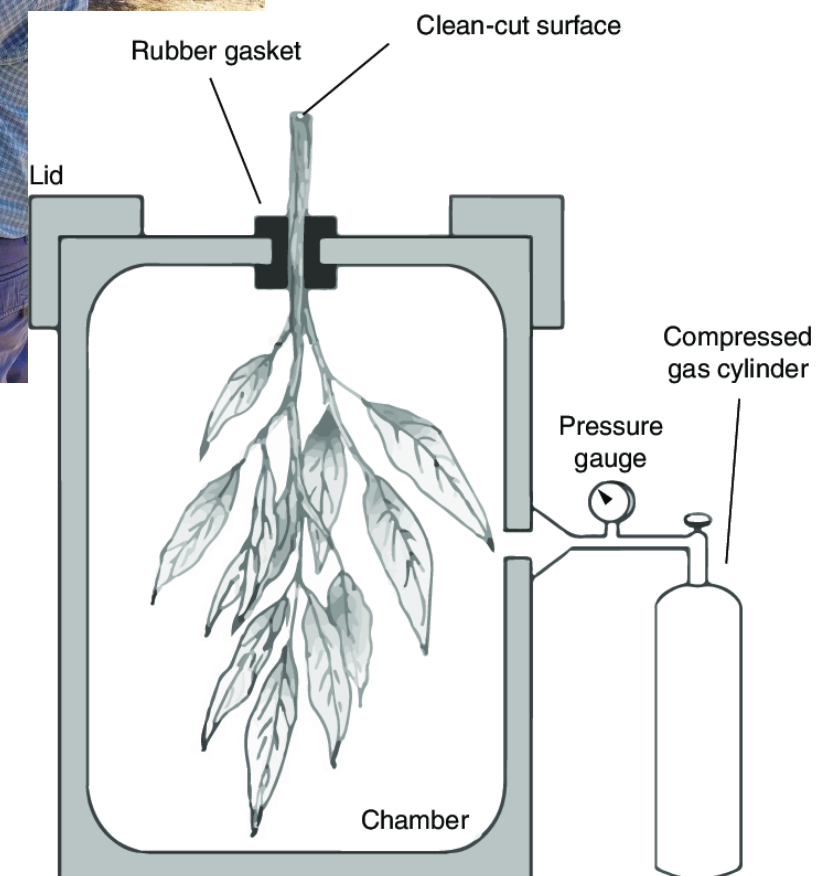
פוטנציאל מים בגזע
(MPa)

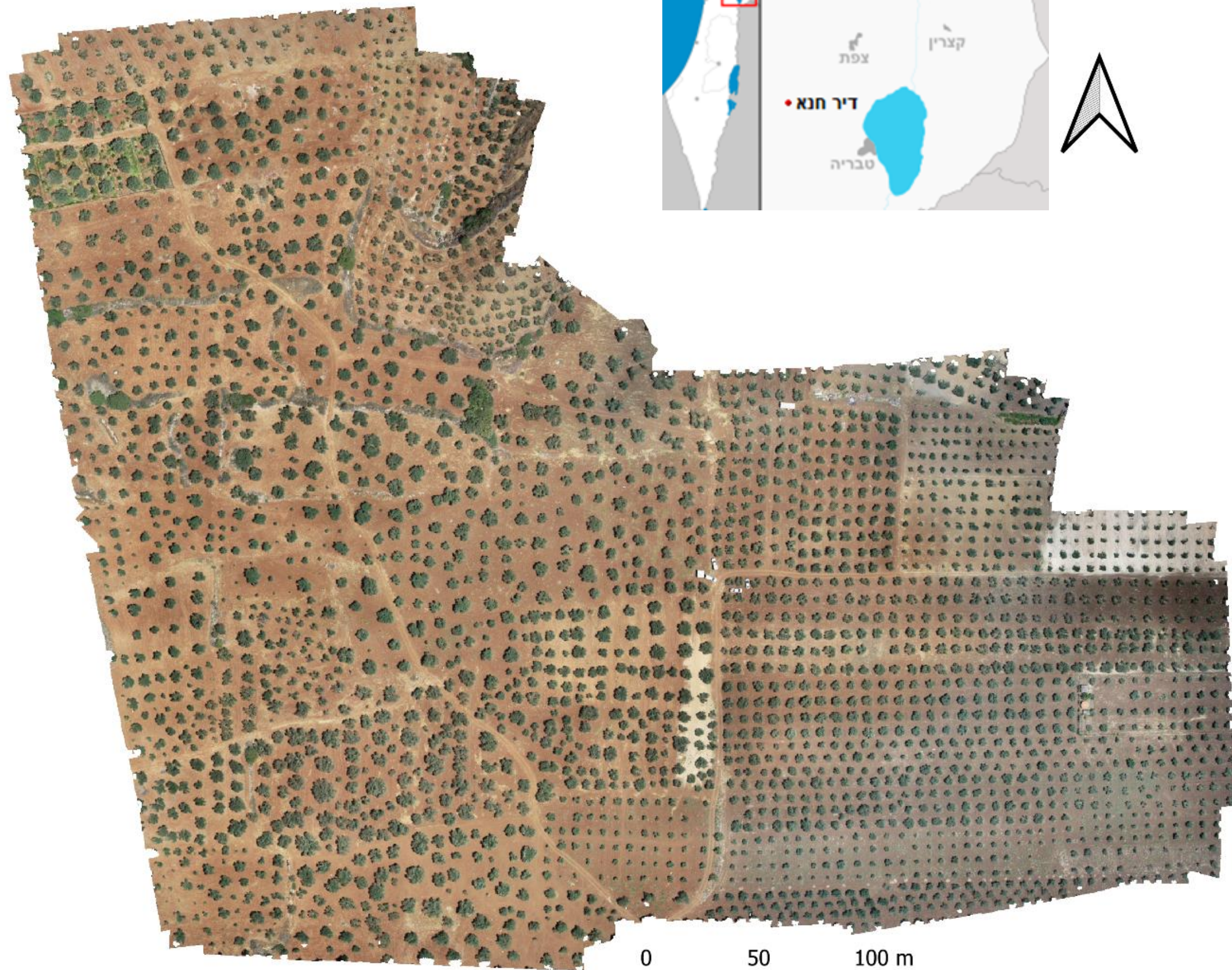
$$CWSI = \frac{T_{canopy} - T_{wet}}{T_{dry} - T_{wet}}$$

(T_{canopy}) – טמפרטורת העלווה המחושבת עבור כל עץ.

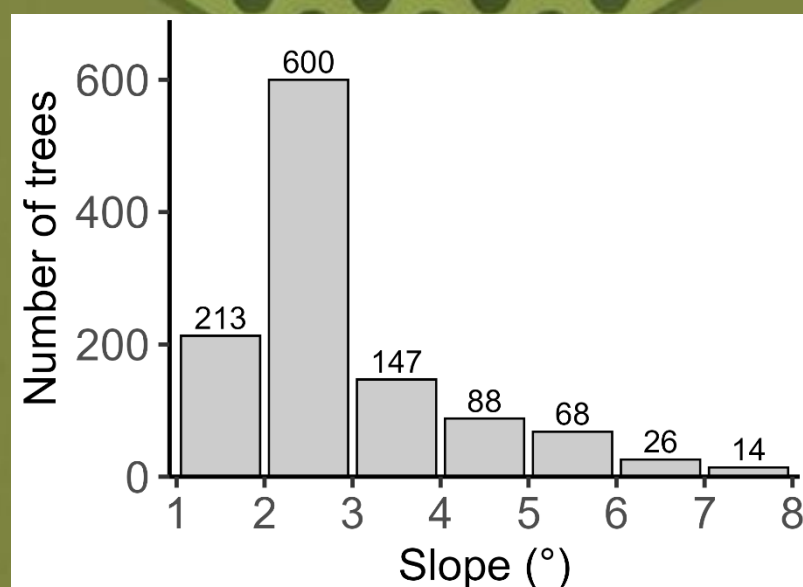
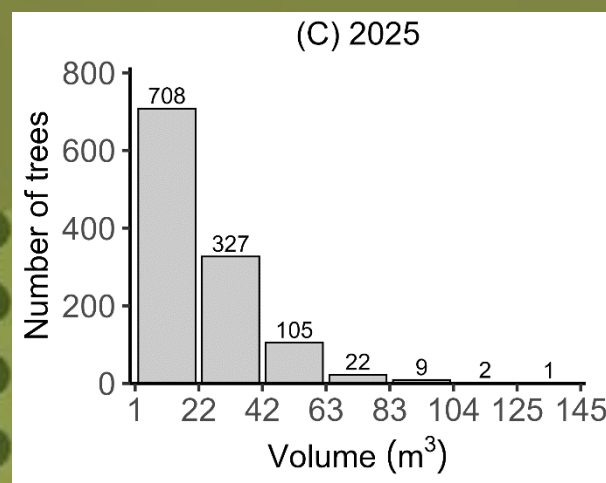
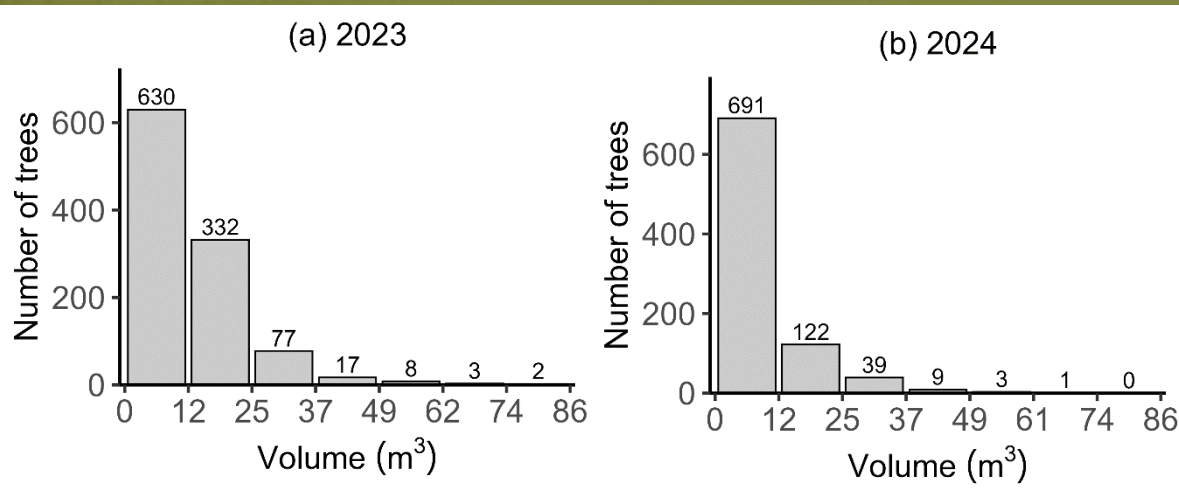
(T_{wet}) – טמפרטורת הייחוס הרטובה, המייצגת מצב של היעדר עקת מים.

(T_{dry}) – טמפרטורת הייחוס היבשה, המייצגת מצב של עקת מים מרבית.

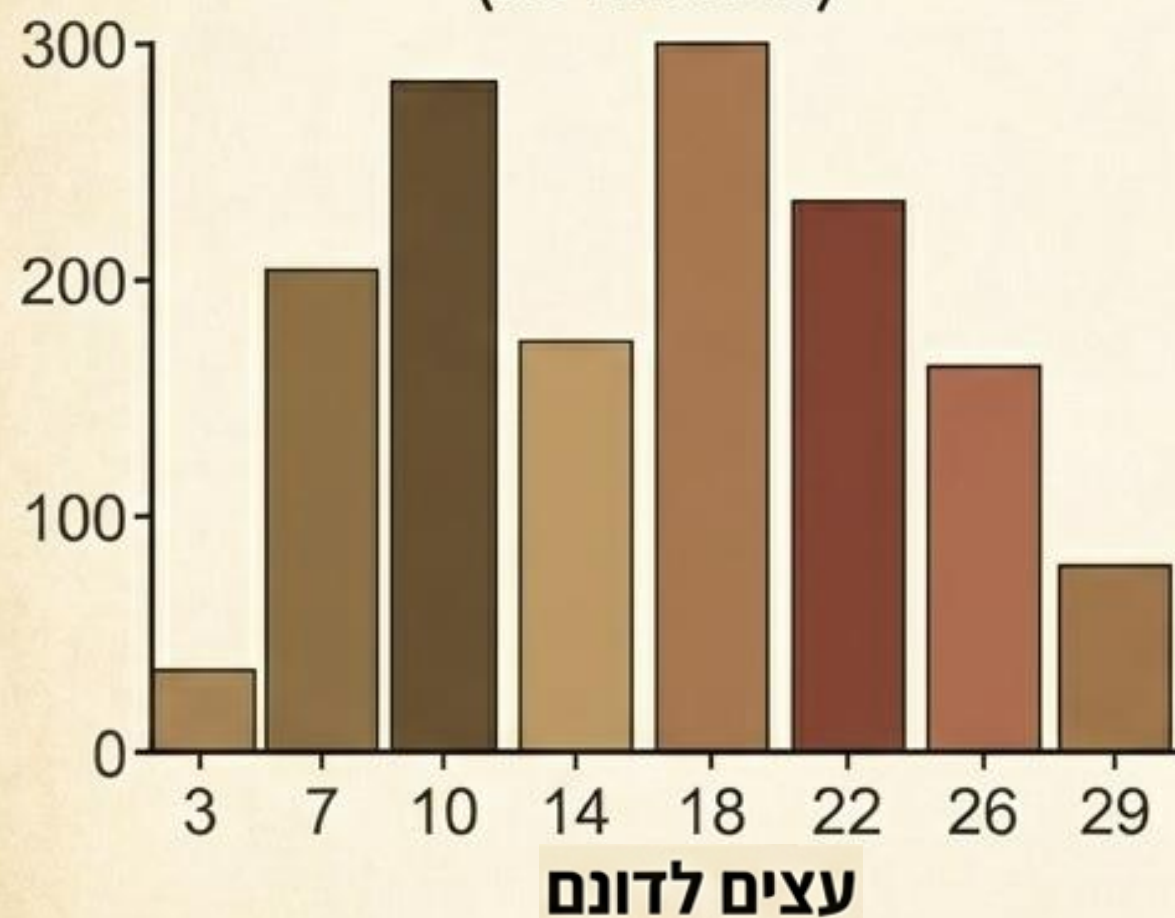




כאוס מול אחידות: מורכבות השטח בדיר חנא



מטע בעל מסורתי (הטרוגניות)



- **צפיפות משתנה:**
מעצים בודדים ועד 30 עצים לדונם.
- **נפח חופה: טווח**
עצום – מ-2 ועד 80 מ"ק לעץ.
- **טופוגרפיה: רוב העצים**
בשיפוע של 3.2°-3.3°.

התוצאה: מנעד רחב של מצבי עקת מים באותה חלקה.

ממצאי 2023: שונות תרמית חסרת תקדים



הממצאים המרכזיים (מעל 1,150 עצים):

- טווח עקה עצום (CWSI): נע בין -0.2 (שפיר) ל-1.15 (עקה חמורה) באותה חלקה!
- אימות בשטח: פוטנציאל מים בגזע צנח עד ל-50 בר (סף פגיעה ביבול הוא 20 בר).
- פרספקטיבה עולמית: במטעי שלחין בספרד, טווח העקה צר בהרבה (-0.2 עד 0.7).

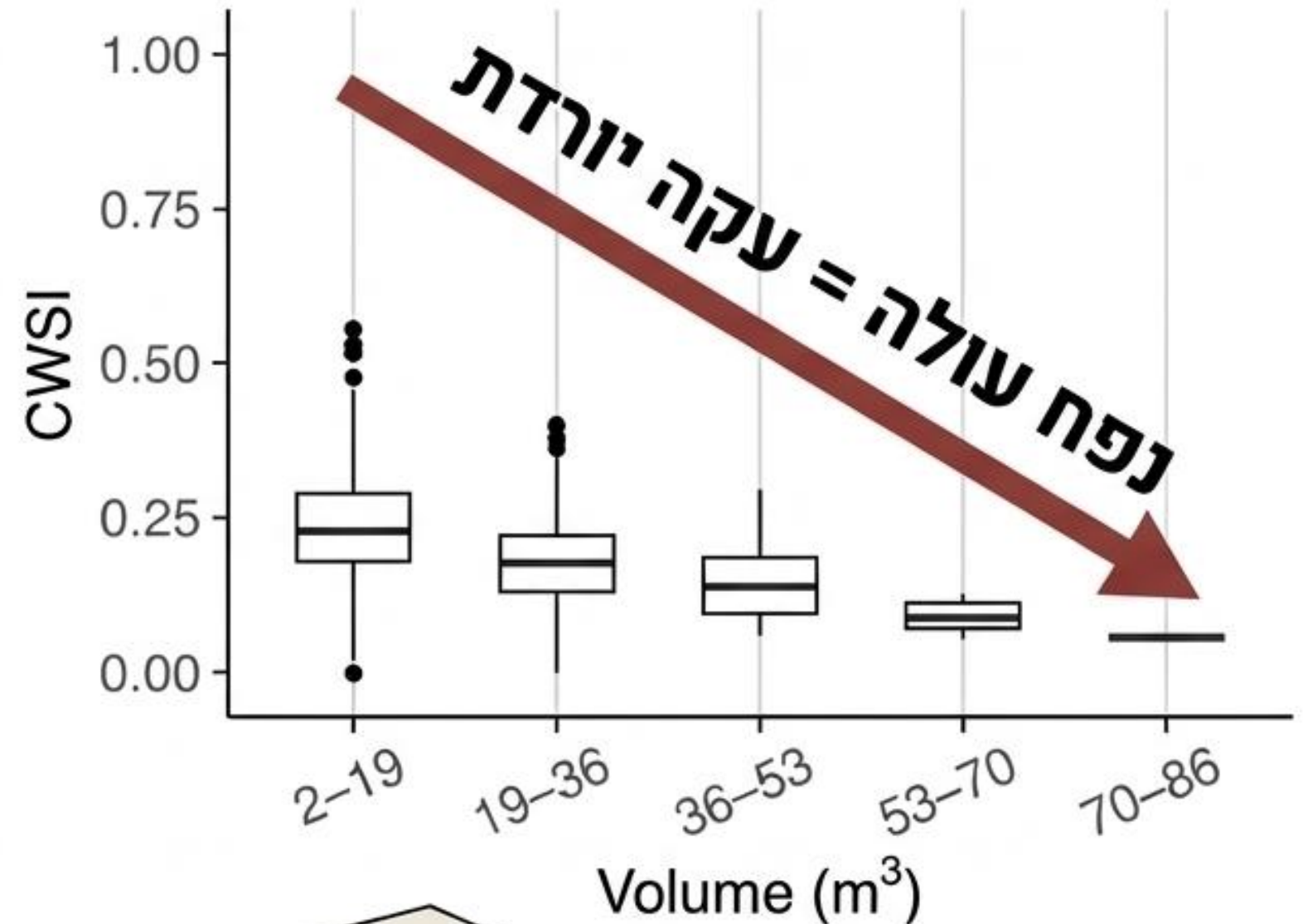
התגלית המפתיעה: פרדוקס הגודל

המיתוס



ההשערה: עץ גדול > יותר עלים לאיבוד מים
(דיות) < - עקה חמורה יותר.

המציאות

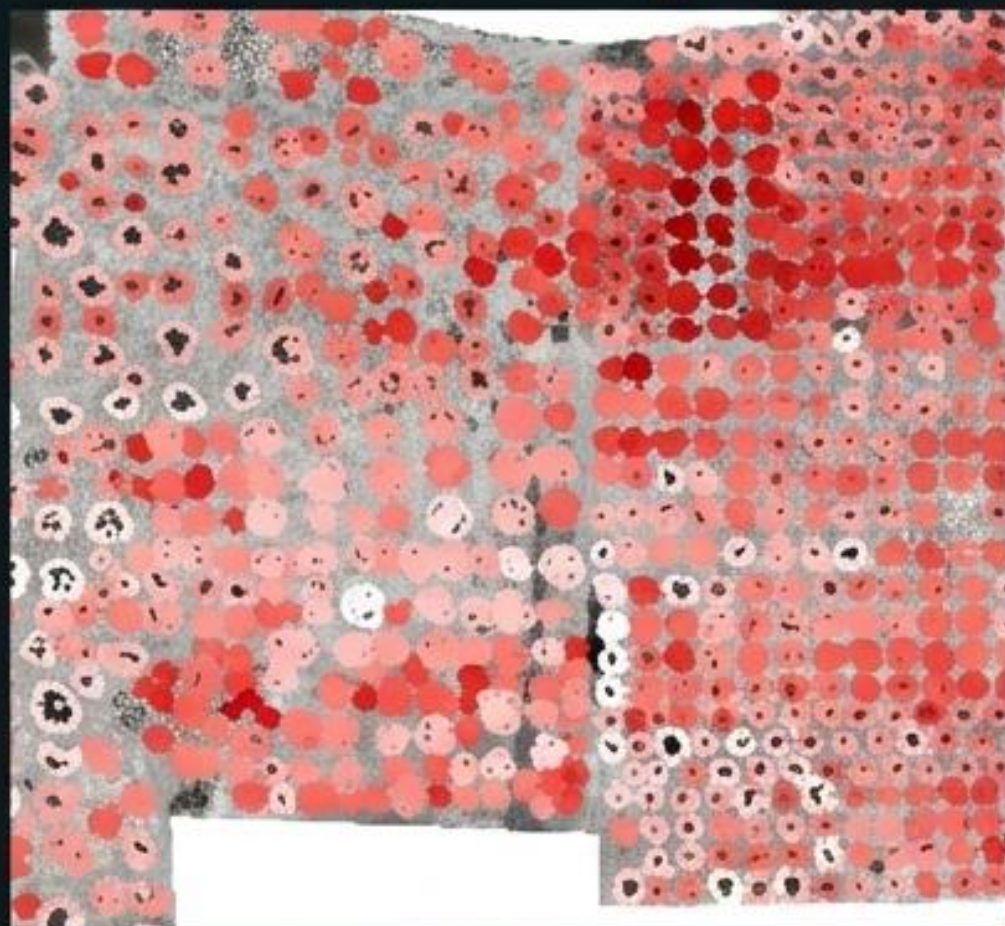


המציאות וההסבר: ככל שנפח העץ גדול יותר, מדד עקת המים (CWSI) נמוך יותר!
עצים גדולים הם לרוב ותיקים יותר, בעלי מערכת שורשים עמוקה המסוגלת לנצל מאגרי מים תת-קרקעיים.

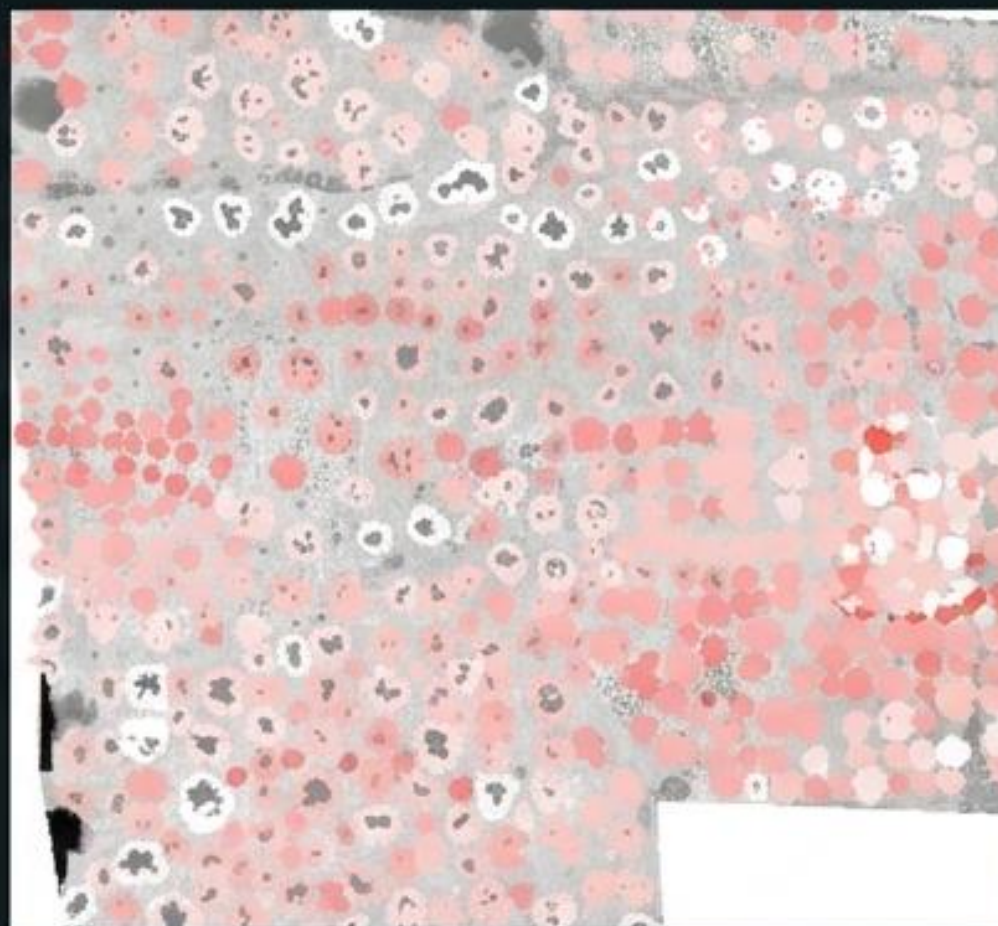
מעקב 2025: כשהכלים נשברים אל מול הבצורת



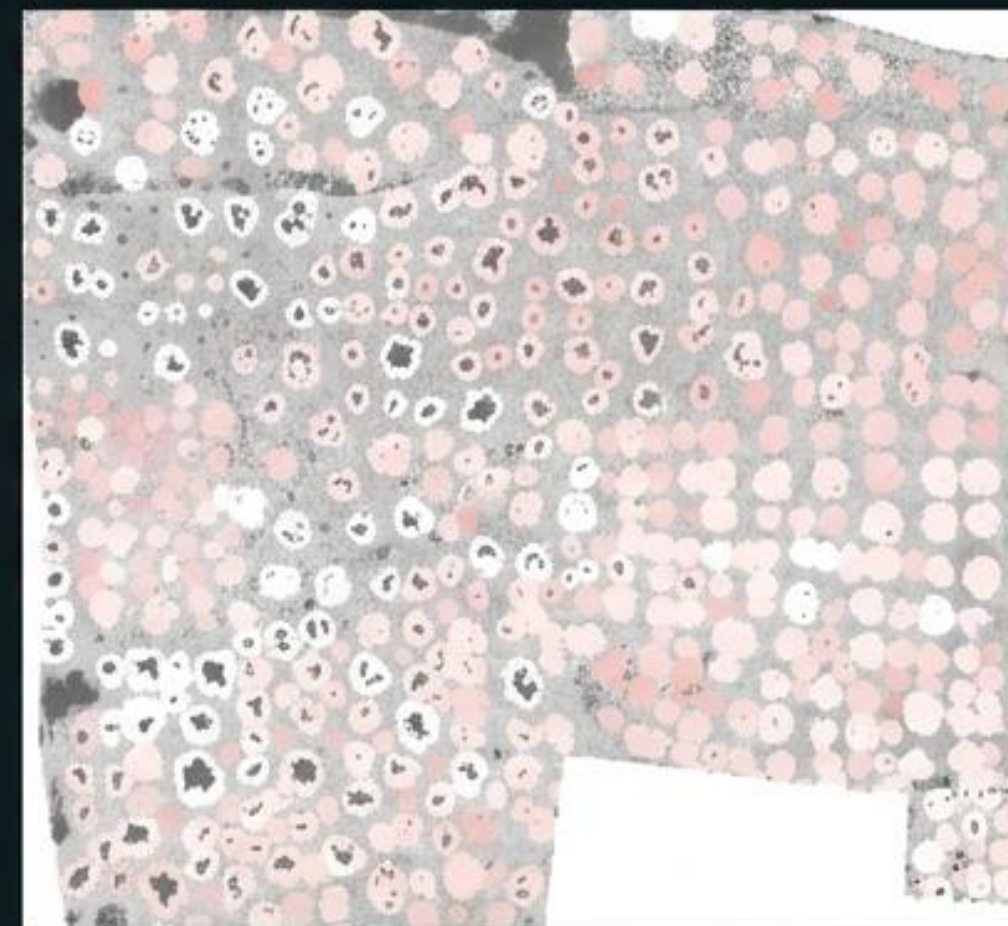
PAM



אוגוסט 2025 (קצה גבול המדידה)



יוני 2025

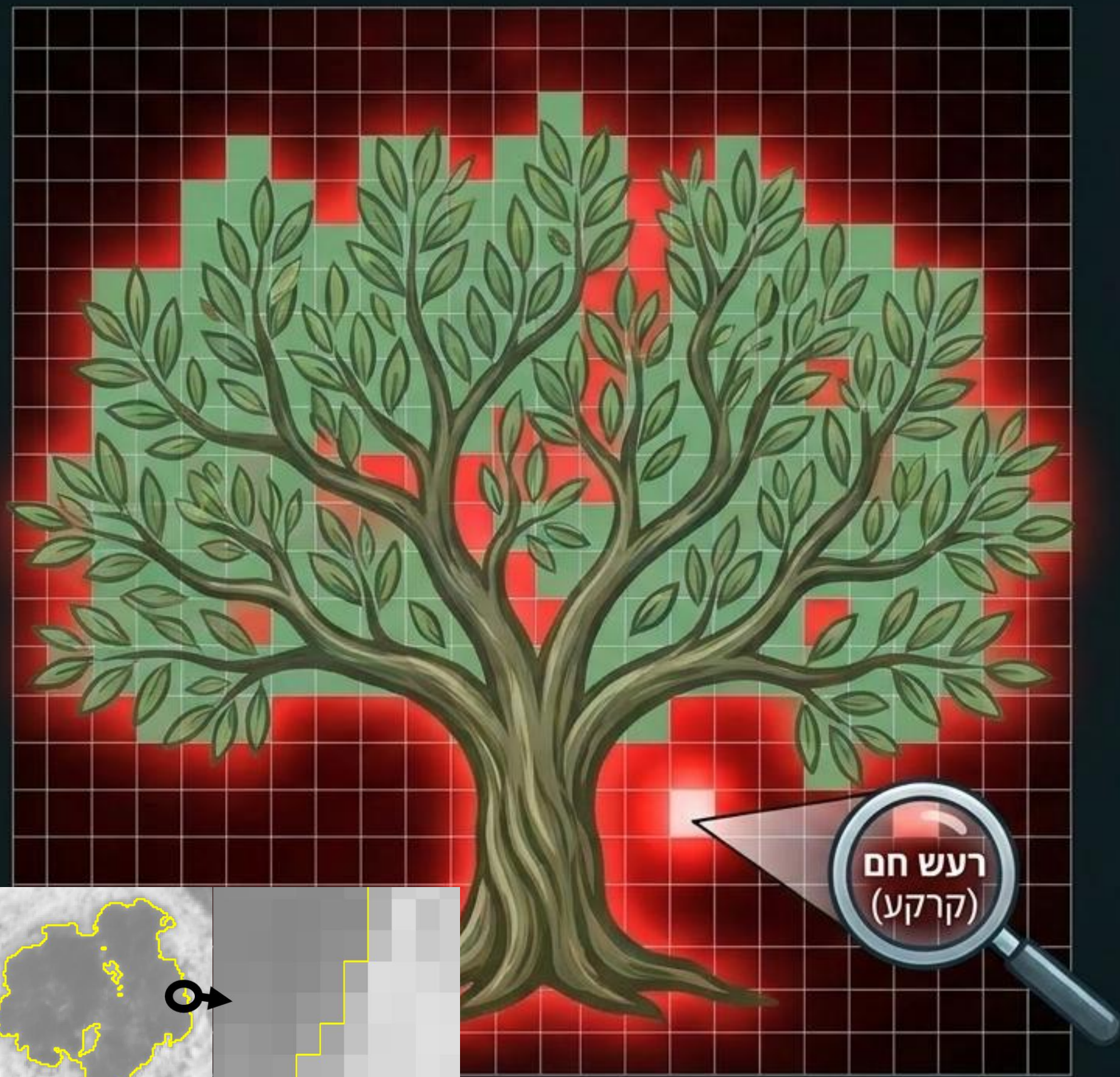


מאי 2025

- הדרדדות הדרגתית: מאי ← יוני -- אוגוסט 2025 מציגים החמרה קיצונית בעקה.
- שבירת הכלים: באוגוסט העקה הייתה כה חמורה שתא הלחץ קרס. נדרשנו לעבור למדידת פלואורסצנציה (PAM) כדי להעריך שרידות.

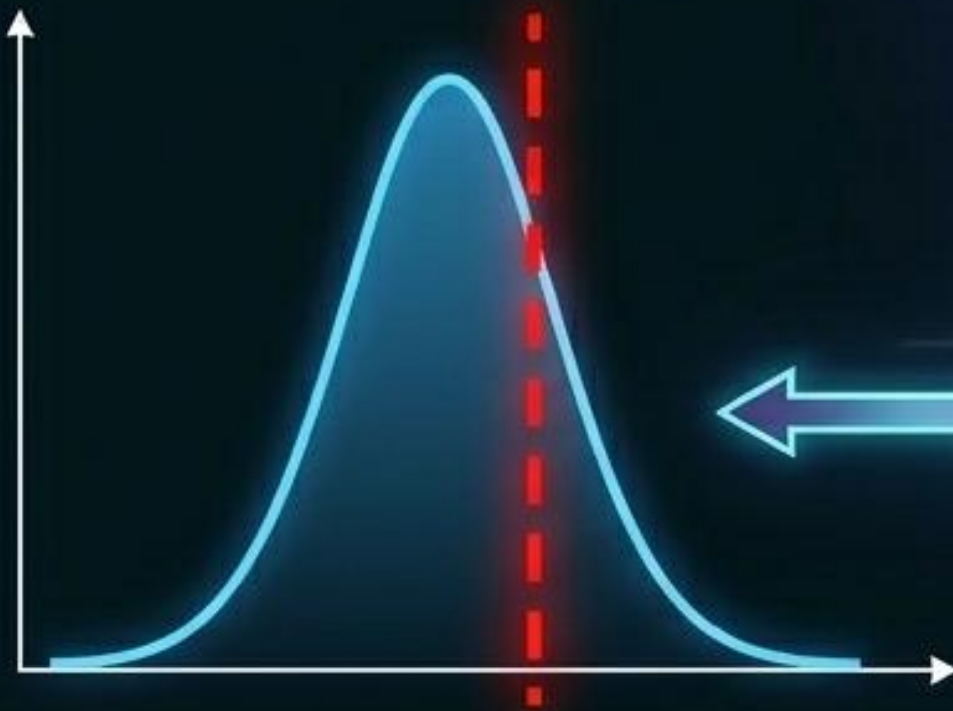
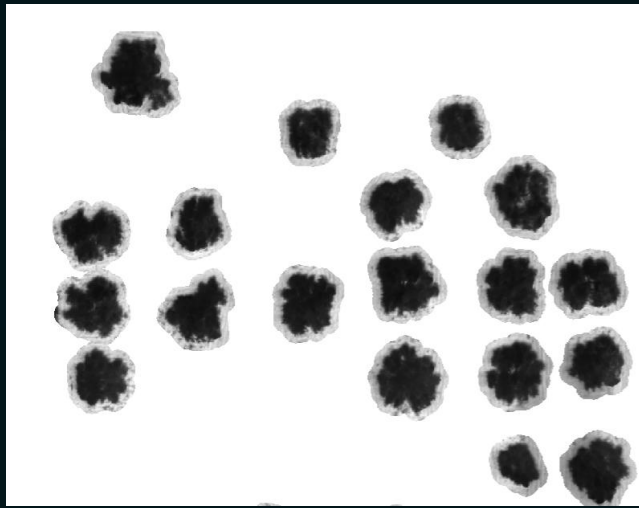
האתגר הטכנולוגי: "רעש" "רעש" תרמי במטע כאוטי

- **הבעיה:** חישוב מדויק של CWSI דורש טמפרטורת עלווה נקייה בלבד.
- **המציאות בבעל:** נוף העצים דליל, מפורק ובעל חורים.
- **זיהום פיקסלים:** המצלמה התרמית לוכדת תערובת של עלים, צללים, ענפים וקרקע לוחטת בתוך שטח החופה.



הפיתוח המתודולוגי: מדד הקומפקטיות (CI)

נתונים תרמיים גולמיים ורועשים

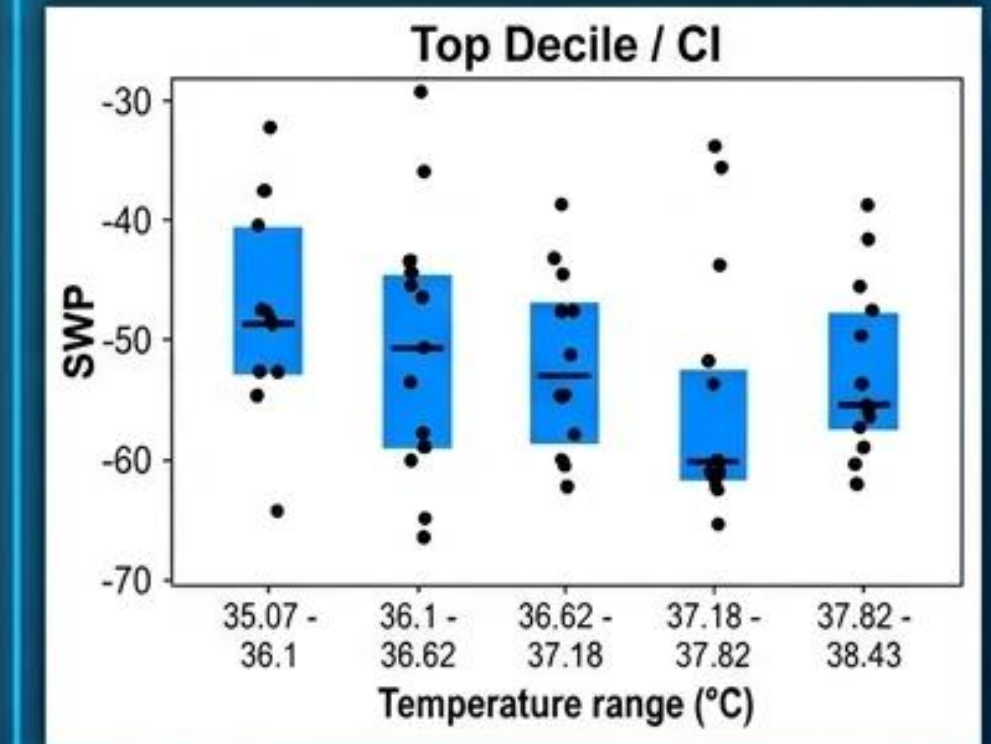
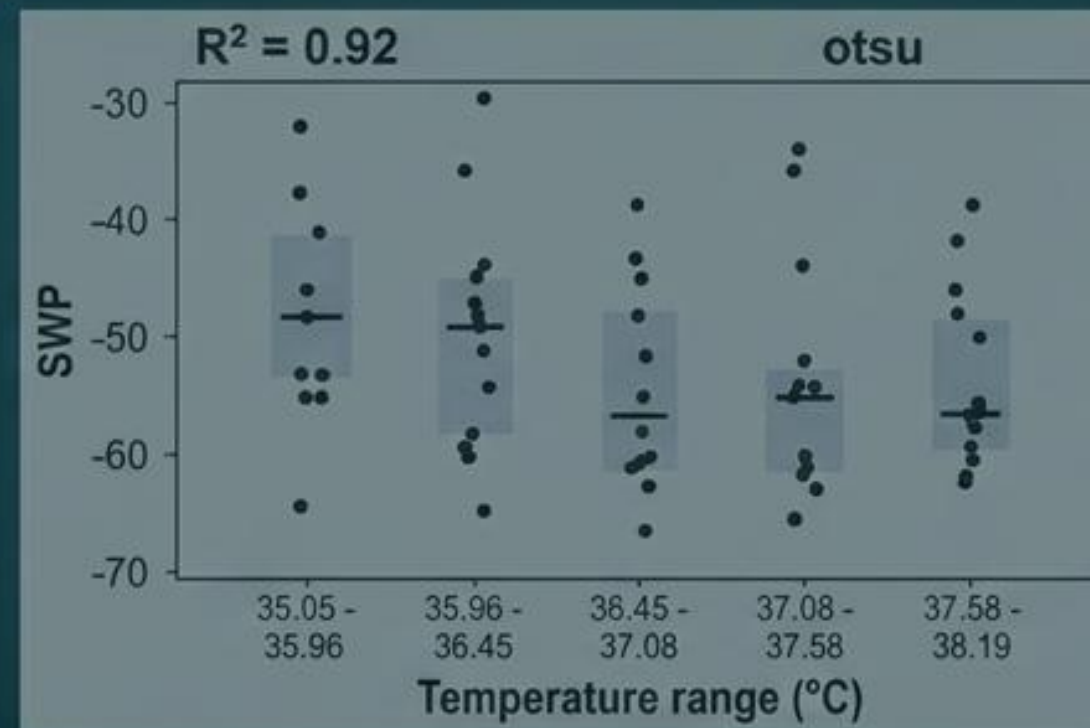
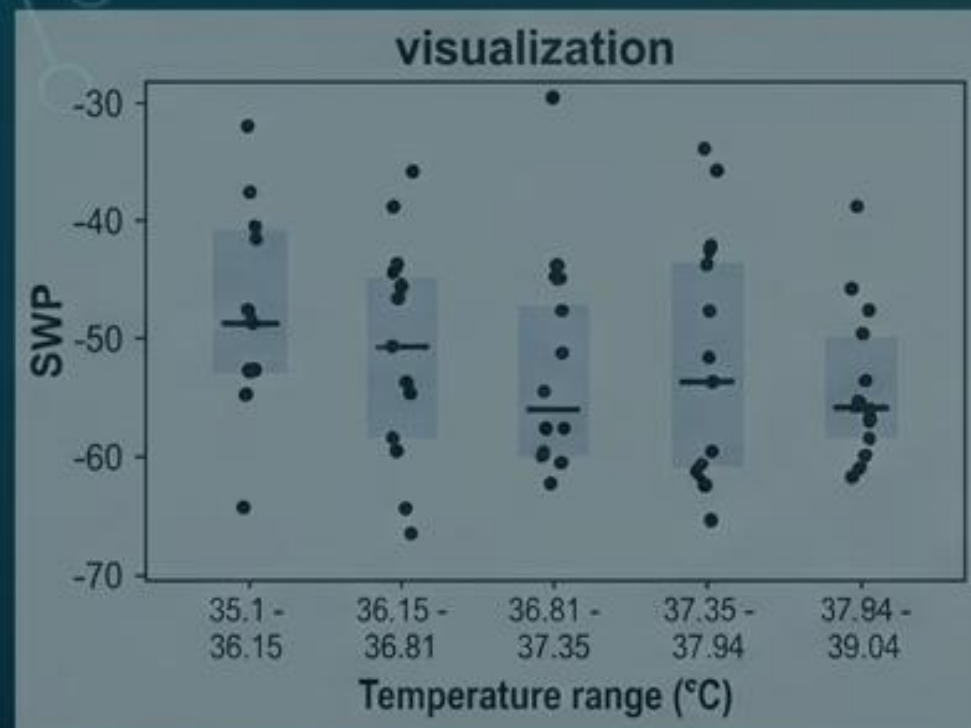


41.7°C - סף עלווה נקי
(שלב 2: קביעת סף)

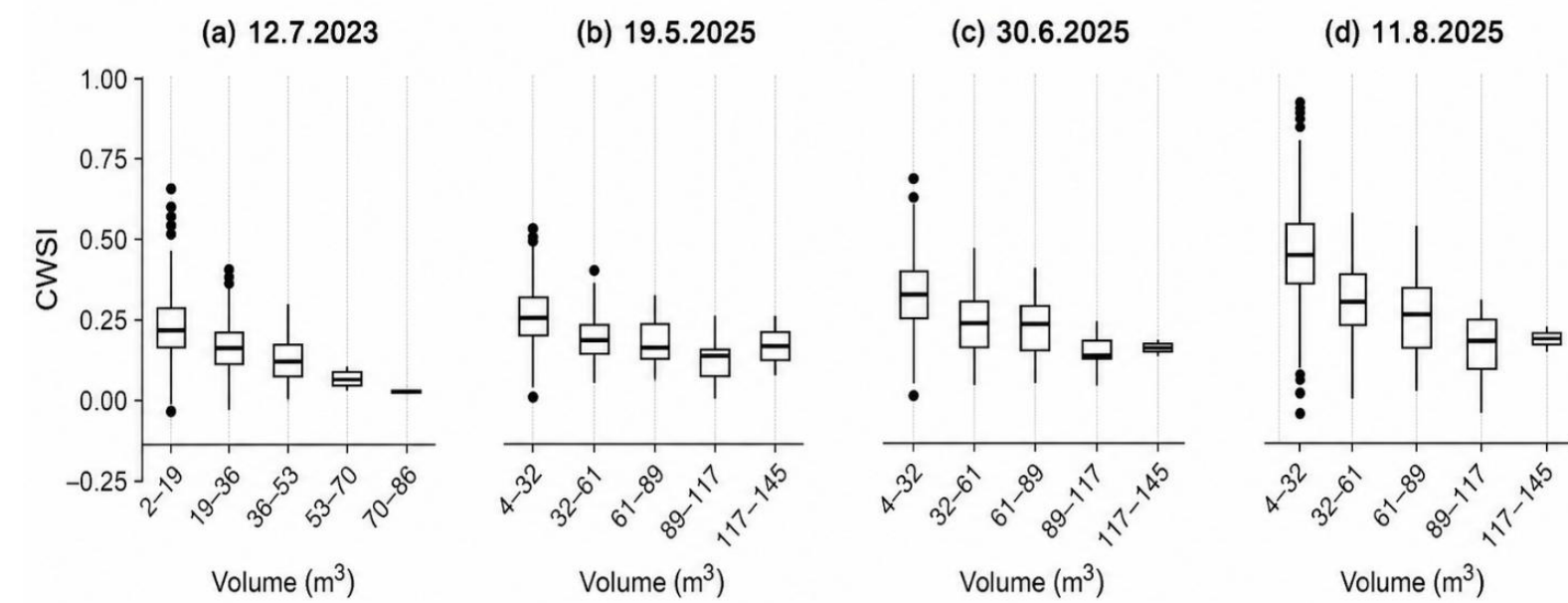


שלב 3: יישום רוחבי לקבלת CWSI מדויק

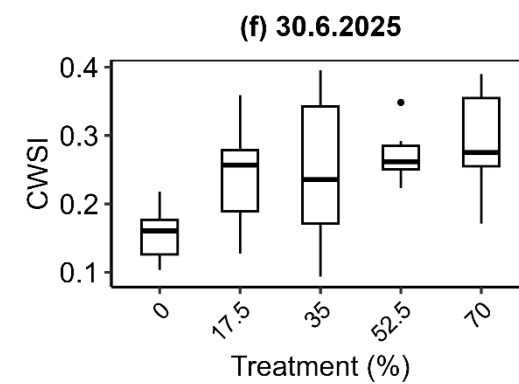
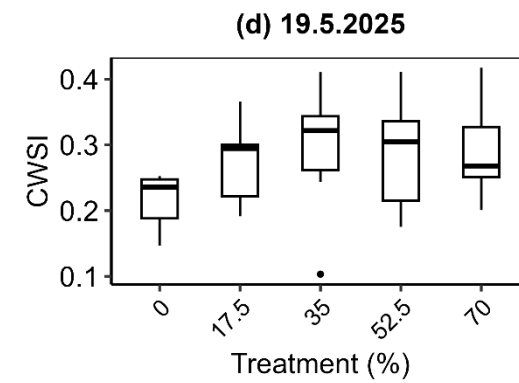
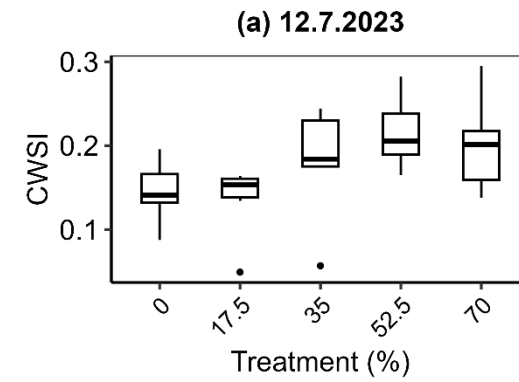
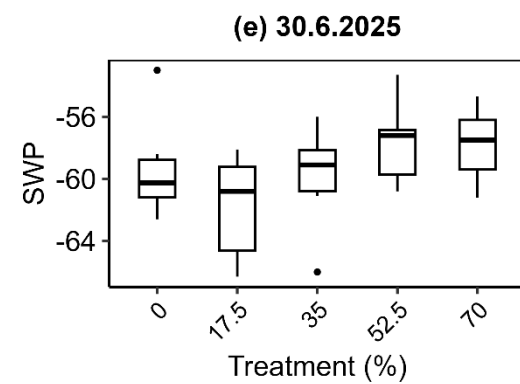
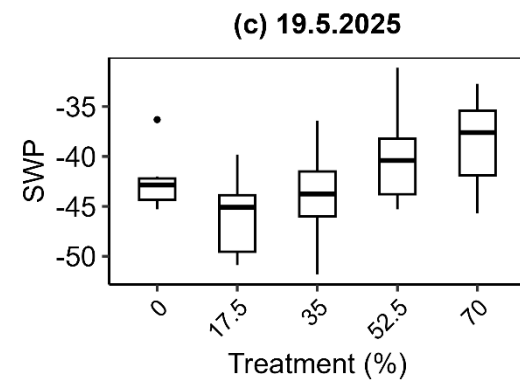
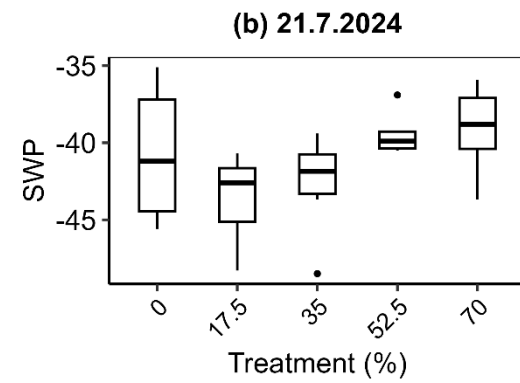
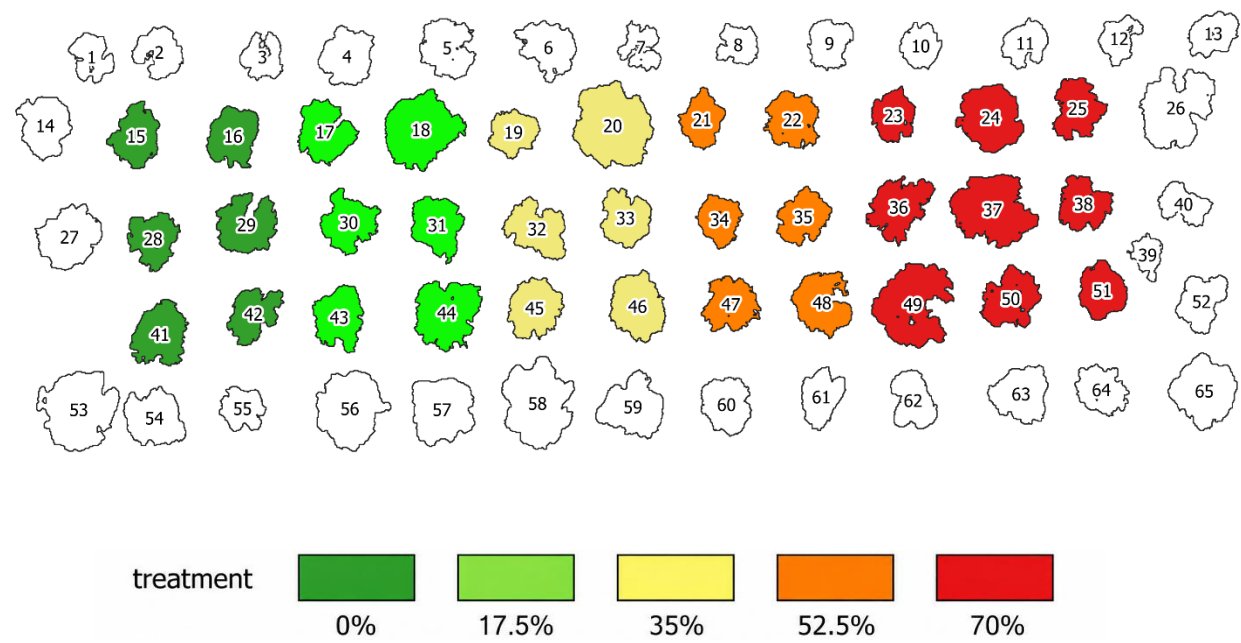
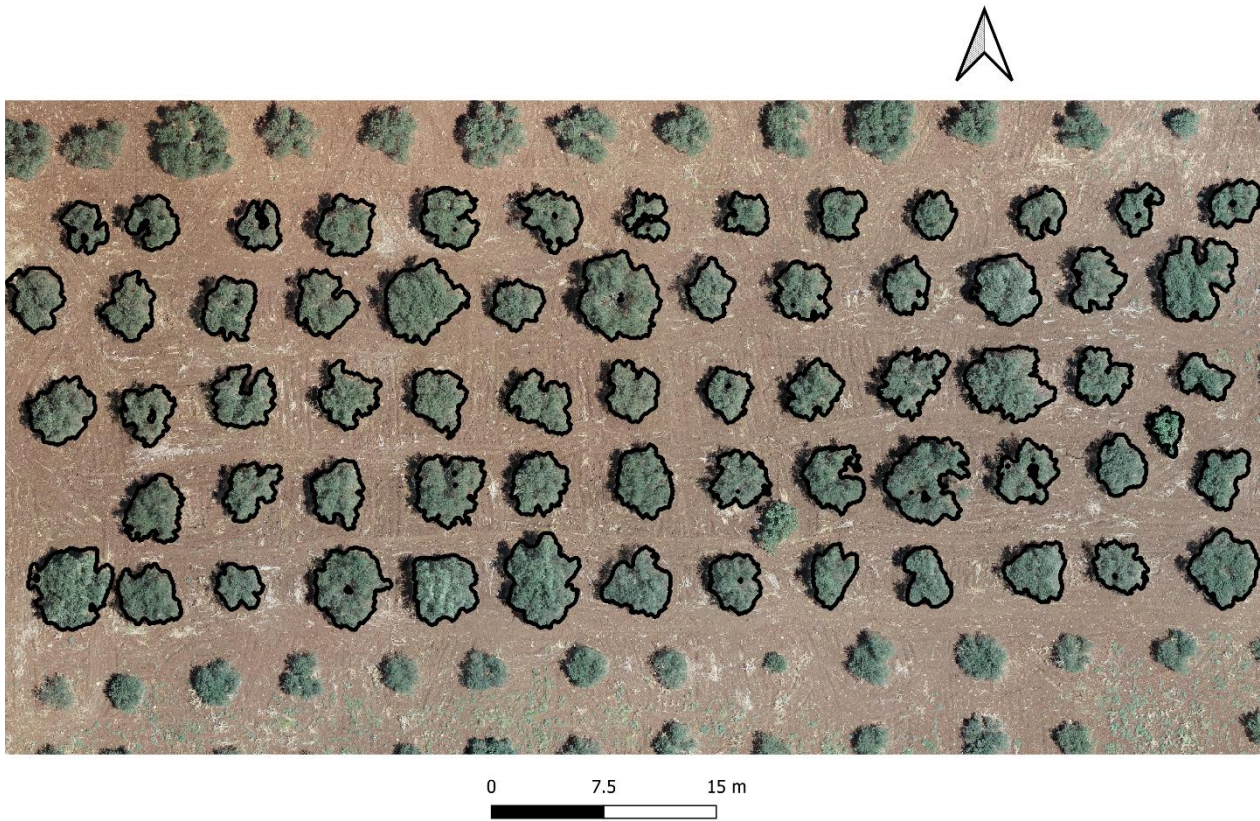
הוכחת הדיוק: הנגשת נתוני אמת



המבחן: השוואת שיטות חילוץ טמפרטורה מול מדידות השדה (פוטנציאל מים בגזע).
התוצאה: ככל שסף הטמפרטורה היה מדויק יותר בזכות שיטת ה-CI, התגלתה קורלציה אמינה יותר למצב המים.
המשמעות: כלי אובייקטיבי וניתן לשחזור לניטור עקה במטעים ההטרוגניים ביותר.



אז לא כדאי לגזום?



גיצום יותר חזק ← מצב מים משופר

הדרך קדימה: חקלאות מדויקת לגידול מסורתי

סוף לניהול האחיד: ההטרוגניות מחייבת ניהול פרטני (ברמת העץ או תת-החלקה).

הכלים החדשים: שילוב רחפנים תרמיים, מדדה-CI, ומודלים, לזיהוי מוקדי קריסה.

העתיד: הפניית משאבים חכמה (השקיית עזר נקודתית) רק לעצים הזקוקים לכך.

**מטעי הבעל הם חלק מההיסטוריה שלנו –
טכנולוגיה מתקדמת תבטיח שהם גם חלק מהעתיד.**