

גדול במצעים מנותקים – מבוא



ד"ר אשר בר-טל
המכון למדעי הקרקע, מים והסביבה
מנהל המחקר החקלאי (מכון וולקני)

השתלמות מורים
היחידה לנוער שוחר מדע
16 נובמבר 2016

הגדרת מצעים מנותקים

- קיים נתק, מרווח אוויר, בין תחתית המצע לבין הקרקע
- המצע יכול להיות קרקע טבעית או כל חומר אנאורגני או אורגני אחר או גדול בתמיסות מזון ללא מצע מוצק

מדוע לגדל במצעים מנותקים?

- מחלות ופגעים שונים בקרקע
- קרקע לא מתאימה מבחינה כימית או פיזיקלית
- שונות גדולה בקרקע הטבעית
- ישנה בקרה ושליטה טובה יותר בהשקיה והדישון
- חקלאות וגנון גדות

תכונות כימיות נדרשות

- יציבות כימית
- אינו משחרר מלחים וחומרים רעילים לצמח.
- אספקת יסודות הזנה – האם נדרשת?
- קבול קטיונים ואניונים – גבוה או נמוך?
- כושר בופר – האם נדרש?

תכונות פיזיקליות נדרשות

- צפיפות נמוכה
- נקבוביות גבוהה
- מוליכות הידראולית גבוהה
- תכולת מים גבוהה
- תכולת אוויר גבוהה במצב רטוב
- נפח קבוע (זמן, לחץ)

תכונות ביולוגיות נדרשות מהמצע

- נקי ממחלות
- נקי מזרעי עשבים
- מדכא מחלות קרקע
- נוכחות מיקרואורגניזמים מועילים

למה מצעי גדול ולא קרקע?

- צפיפות גבוהה
- נקבוביות נמוכה
- מוליכות הידראולית נמוכה
- יחס אוויר למים נמוך
- שונות גבוהה
- היווצרות שכבה אטומה בתחתית הכלי
- מחלות וזרעי עשבים

השוואת תכונות בין מצעים מנותקים לקרקעות

משתנה	מצע	קרקע
שונות	נמוך	גבוה
קבול יסודות הזנה	נמוך	גבוה
בופר לטמפרטורה	נמוך	גבוה
בופר ל-pH	נמוך	גבוה
נפח	נמוך	גבוה
חומר אורגני ומיקרואורגניזמים	נמוך או גבוה	גבוה
בקרה וניהול	קל	קשה
קצב השינוי בהרכב	מהיר	איטי
מידת שורשים	קל	קשה
הסיכון	גבוה	נמוך

סוגי מצעי גדול

מצעי גידול אורגניים:

- מצעים אורגנים טבעיים – כבול, קוקוס, קומפוסטים של שאריות אורגניות.
- מצעים אורגנים סינתטיים – פוליאורטן, רזין של פנול

מצעי גידול מינרלים:

- מצעי גידול מינרלים טבעיים – חול, טוף, פומיס
- מצעי גידול מינרלים מותפחים – פרליט, ורמיקוליט
- סיבים מינרלים – צמר סלעים

מאפייני דישון במצעים מנותקים

- מערכת דינמית מאוד
- כושר בופר נמוך ל- pH
- תכולה נמוכה של יסודות הזנה
- הטמפרטורה משתנה בקלות
- נפח שורשים קטן
- צמיחת שורשים מוגבלת

ההשפעה של נפח כלי הגדול על ההשקיה והזנת הצמח

- תכולת המים ויסודות ההזנה
- תכולה וריכוזי יסודות הזנה ומלחים
- גודל השורשים – משקל, אורך, מורפולוגיה

הגורמים הקובעים את ממשק ההשקיה במצעים מנותקים

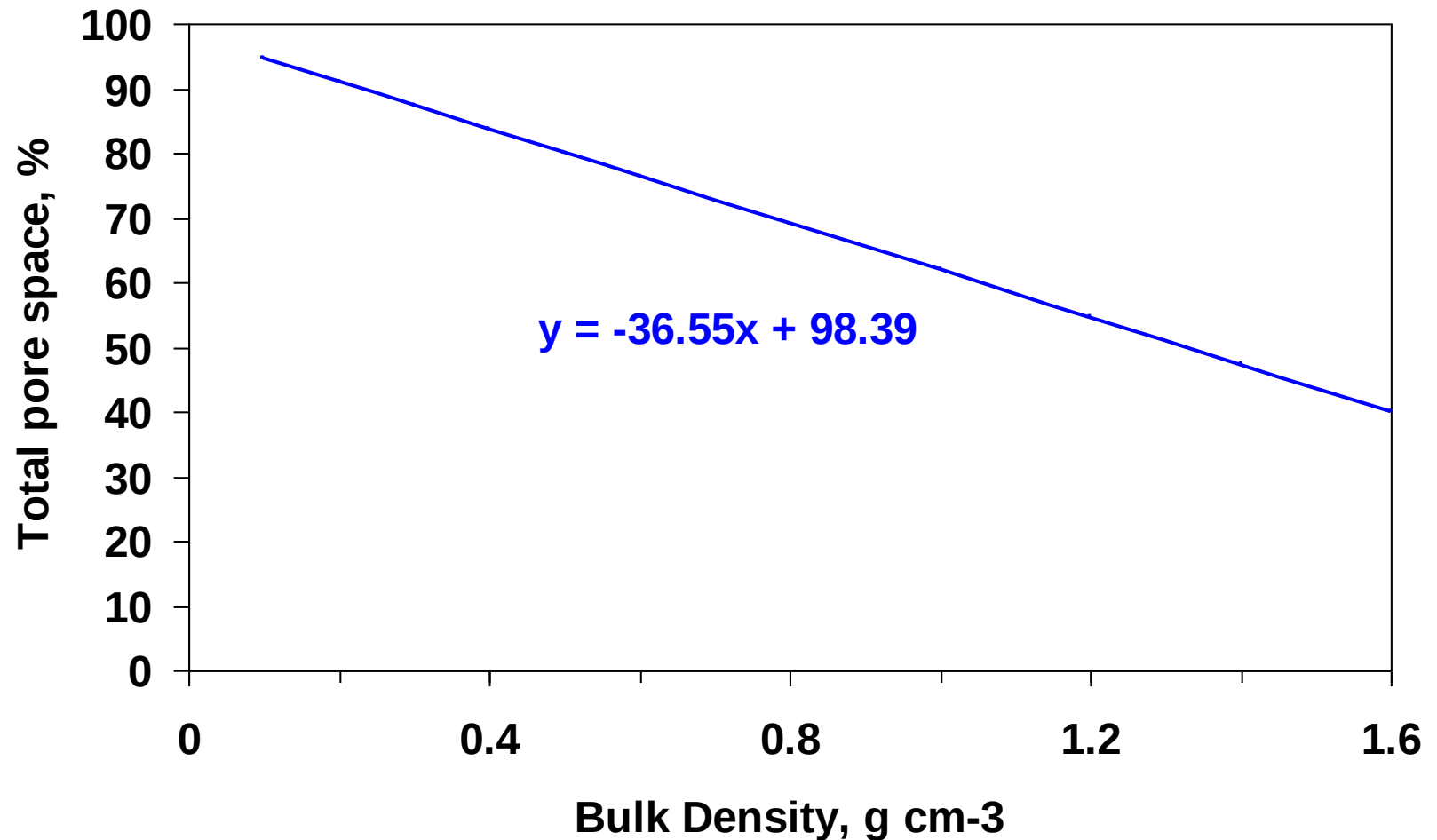
- הצמח, שלב הגדול ומטרת הגדול
- האקלים ומיקרו-אקלים (קרינה, טמפרטורה, לחות, רוח)
- התכונות הפיזיקליות של המצע
- נפח הכלי והגיאומטריה של הכלי
- איכות המים

מהו ממשק השקיה?

- מנת המים לצמח ליחידת זמן (ליטר/יום\צמח)
- תכיפות ההשקיה
- אמצעי ההשקיה

היחס בין נקבוביות לצפיפות

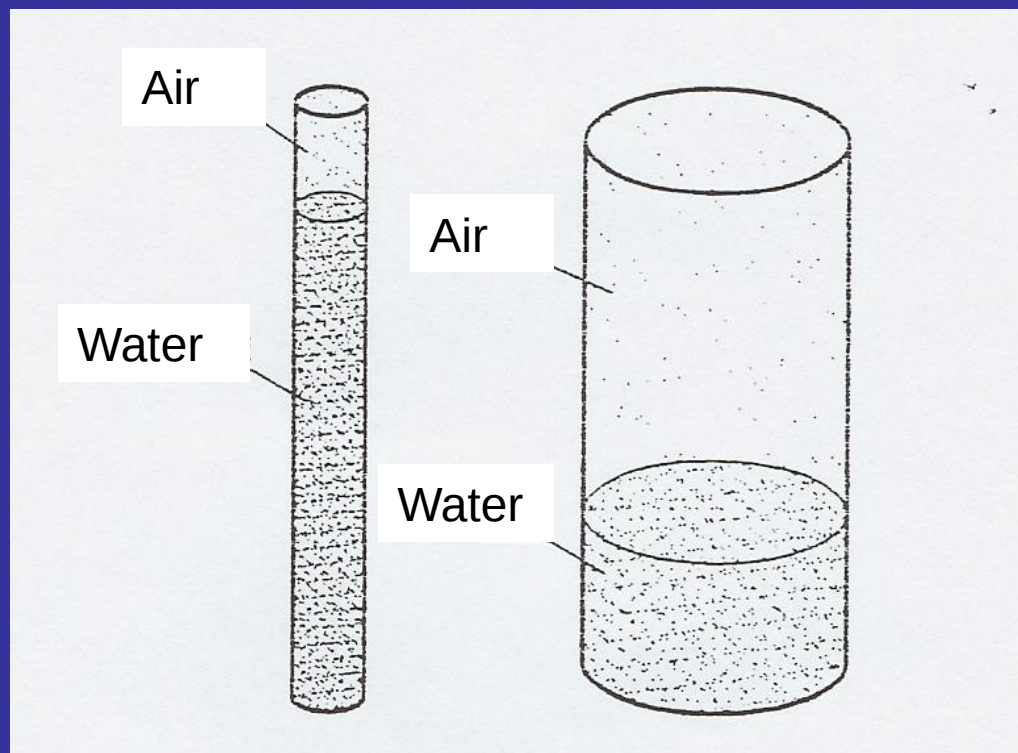
$$\text{TPS}(\%) = (1 - \text{BD}/\text{PD}) * 100$$



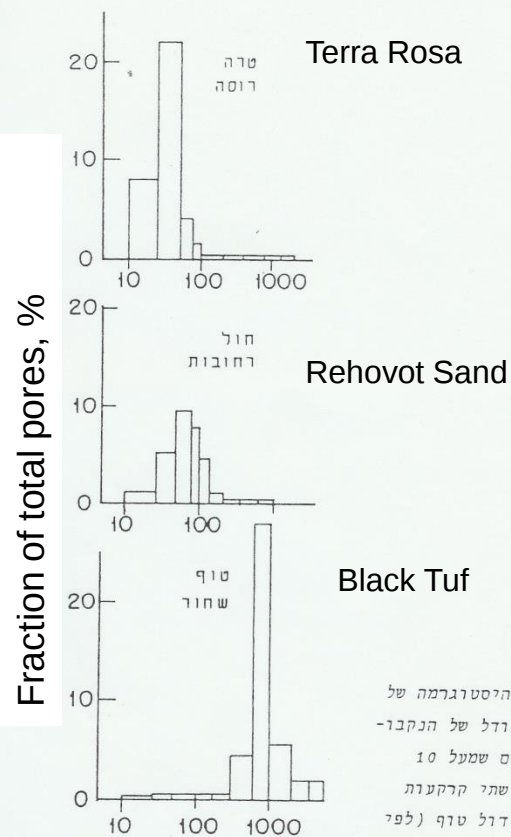
צפיפות ונקבוביות במספר מצעים

מצע	צפיפות	נקבוביות
	g cm^{-3}	$\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$
כבול	0.06-0.2	0.8-0.95
קומפוסט	0.2-0.3	0.8-0.9
צמר סלעים	0.06-0.1	0.95
פרלייט	0.06-0.2	0.95
חול	1.4-1.8	0.3-0.5
טוף	0.8-1.4	0.5-0.7
קרקעות	1.0-2.0	0.4-0.6

תכונת הקפילריות ותאחיזת המים



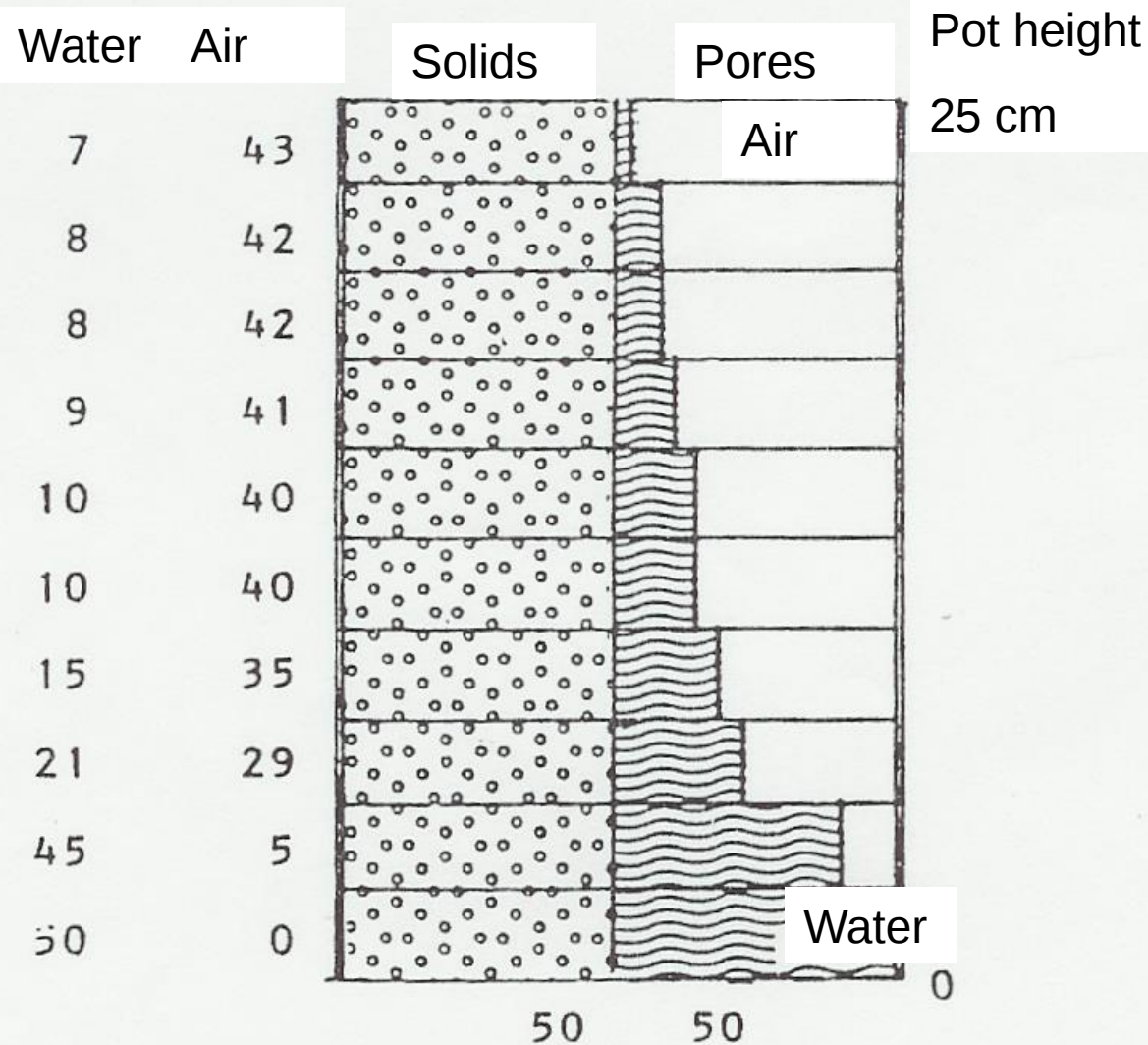
התפלגות גודל הנקבובים



Equivalent Diameter, μm

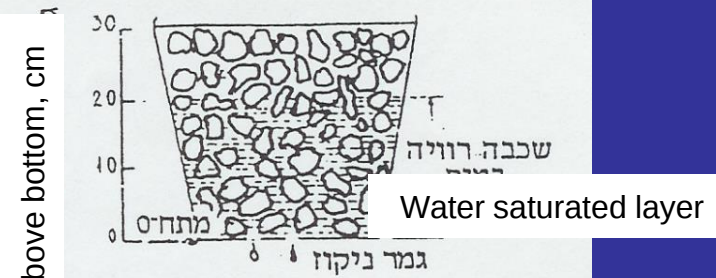
היסטוגרמה של
פילוג הגודל של הנקבו-
בים בתחום שמעל 10
מיקרון. שתי הקצוות
ומצע הגידול טוף (לפי
Chen et al, 1980

ההתפלגות בכלי של המוצק, המים והאוויר



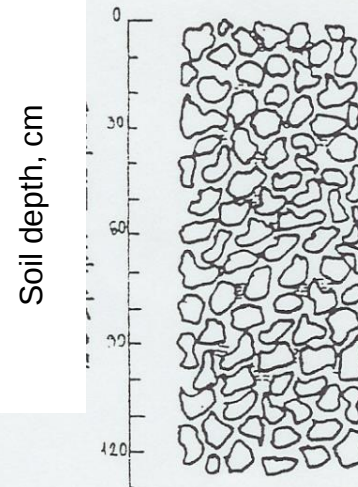
מצע מנותק - חול

קרקע - חולית



חול במצע מנותק

ציור 1



חול עמוק טבעי

ציור 2

המתח בגמר ה ניקוז (קיבול שדה)

4-6 סנטימטר (40-60 ס"מ מים)

מהו ערך פריצת האוויר?

הגובה המינימלי שבו מים יתנקזו באופן חופשי
במצע מסוים

עקום תאחיזה Retention Curves

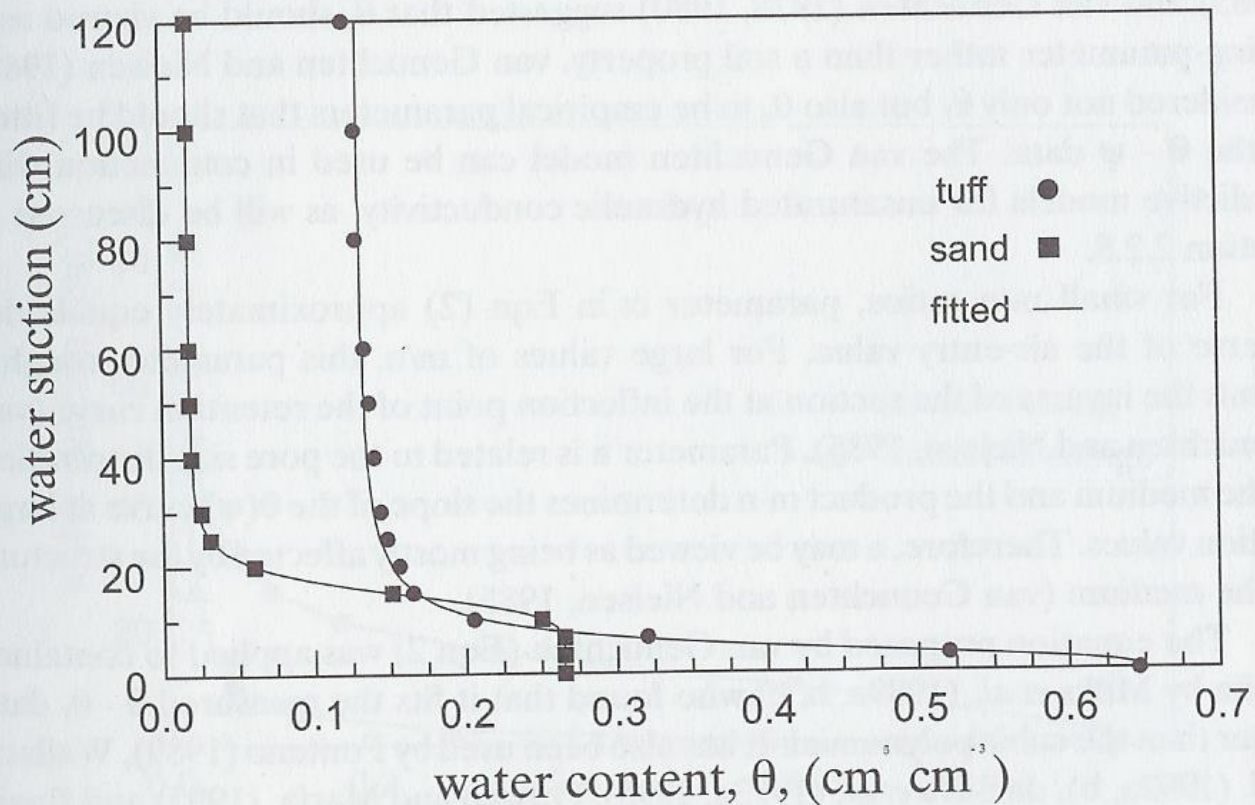


Figure 3. Measured (symbols) and fitted (lines) drying retention curves for 1-2 mm fractions of red tuff and quartz sand (taken from Wallach *et al.*, 1992).

כמות המים במצע לאחר הניקוז החופשי כתלות בגיאומטריה של הכלי

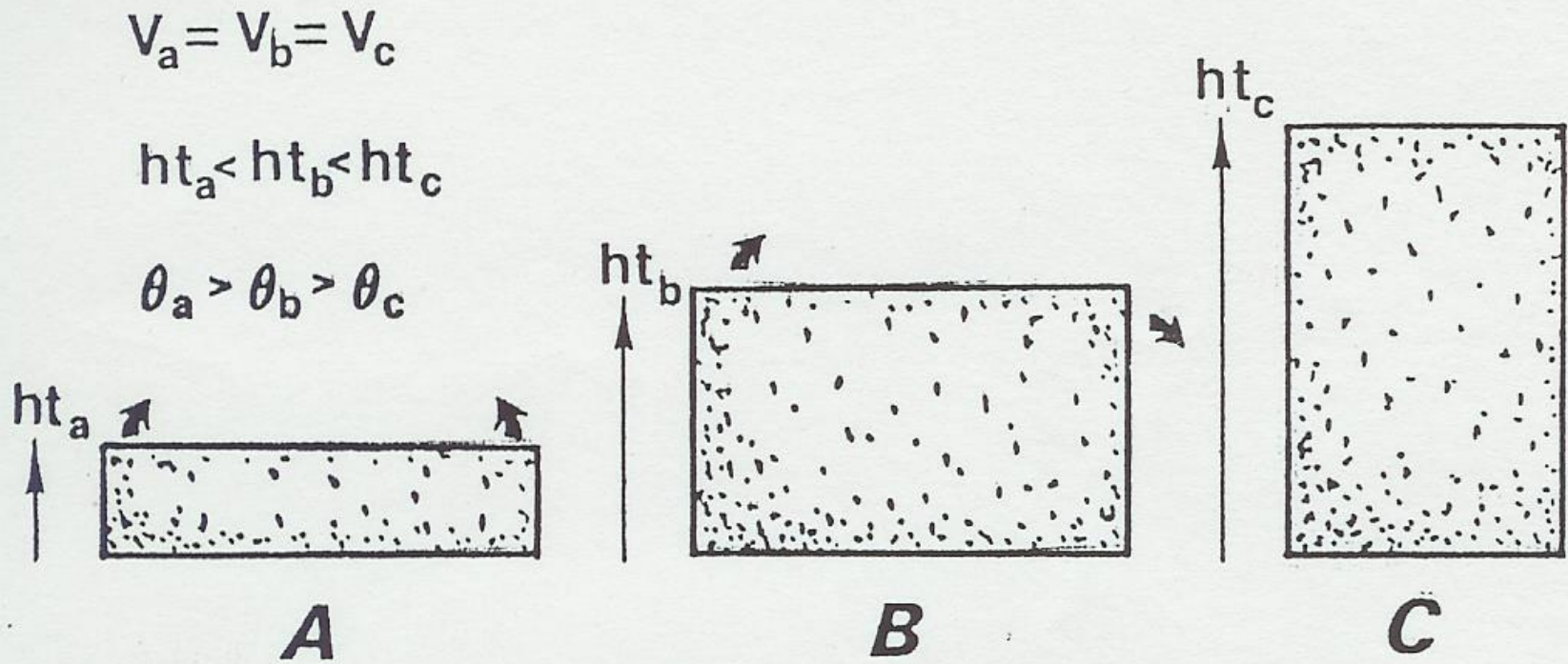
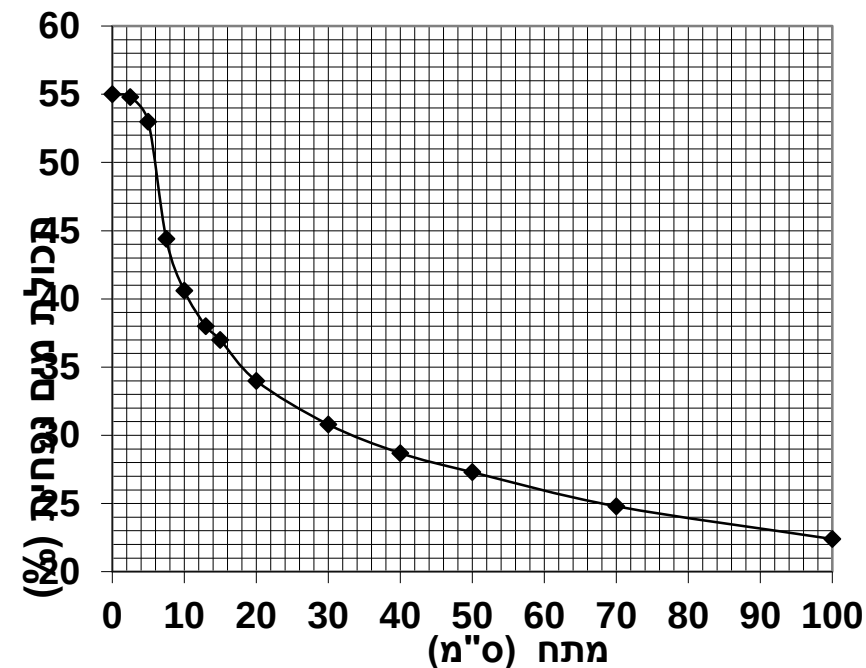


Fig. 1. Exercise using sponge analog to demonstrate the relationship between a free-draining container soil average water content (θ) and average height (ht). A. Sponge flat, maximum θ , minimum ht. B. Sponge turned on its side; lesser θ , (renewed drainage), greater ht. C. Sponge on end; minimum θ (second renewed drainage), maximum ht. Since the volume (V) remains constant, the average θ decreases as average ht increases.

השפעת גובה הכלי על כמות המים הזמינים

עקום תאחיזה של טופ



מידות הכלי:				גובה		אורך		רוחב	
				5	50	20			
				C*D/100	C*(D-27)/100				
B		C		D		E		F	
מים		כמות		רטיבות		נפח		שכבה	
זמינים		מים							
ml		ml		%		ml		cm	
260		530		53		1000		4-5,	
270		540		54		1000		3-4	
270		540		54		1000		2-3	
280		550		55		1000		1-2	
280		550		55		1000		0-1	
1360		2710				5000			

מידות הכלי	גובה	אורך	רוחב
מים	20	50	5
זמינים			
795			
מידות הכלי	גובה	אורך	רוחב
מים	50	20	5
זמינים			
395.5			

תכיפות ההשקיה הדרושה כתלות בתצרוכת המים ובאחוז המים הזמינים בכלי

מרווח ההשקיה (ימים)		מים זמינים
15 מ"מ/יום	3 מ"מ/יום	% מנפח
0.3	1.5	5
0.6	2.9	10
0.9	4.4	15
1.2	5.9	20
1.5	7.4	25

המוליכות ההידראולית במצע – חוק דרסי

$$q = Q/A = K \Delta H/L$$

Where

q = velocity (cm s^{-1})

Q = volume flux ($\text{cm}^3 \text{s}^{-1}$)

A = Cross sectional area (cm^2)

H = Hydraulic head (cm)

L = Length (cm)

K = Hydraulic conductivity (cm s^{-1})

and

$$H = h + z$$

Where

h = pressure head

Z = gravitational head

מוליכות הידראולית רוויה במצעים שונים ובקרקעות

Substrate	k (cm/hr)
Tuff (2-4 mm)	400
Peat	>200
Compost	>150
Coarse sand	33
Perlite	11
Hamra soil	6
Terra Rosa soil	0.6
Aluvial clay soil	0.02

המוליכות ההידראולית כתלות במתח המים

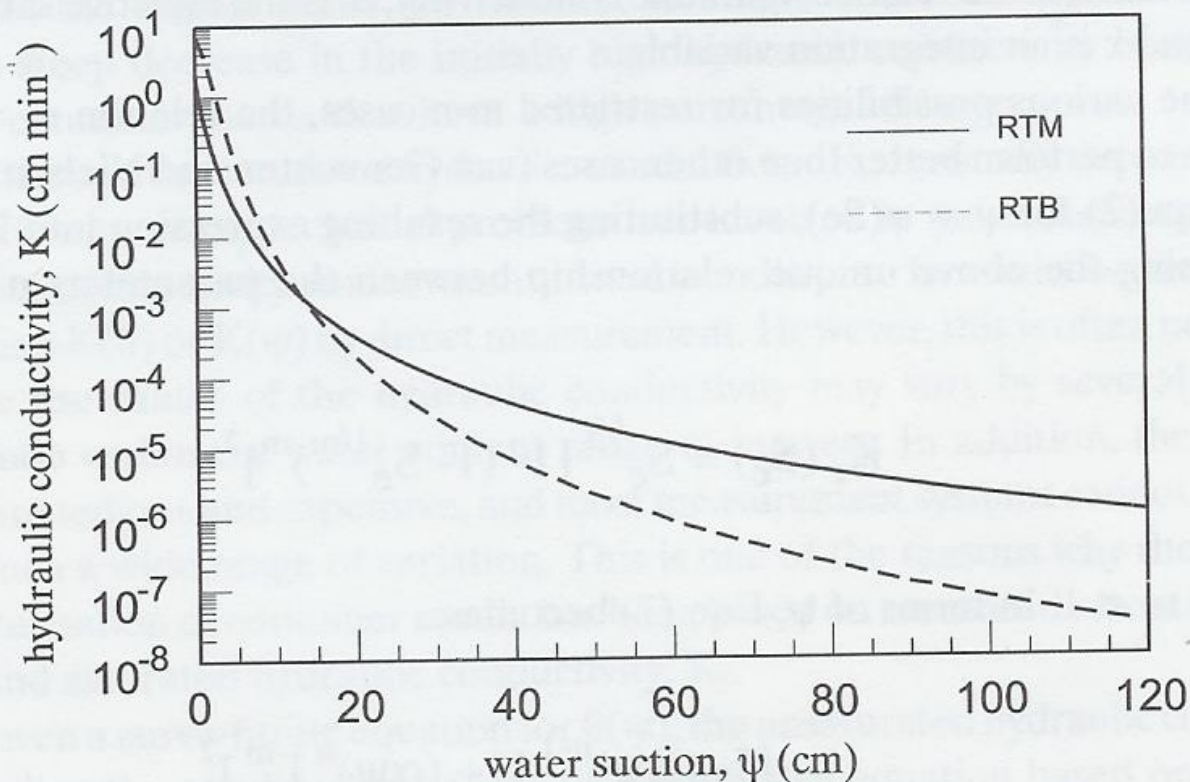


Figure 6. Calculated hydraulic conductivity versus water suction, $K(\psi)$, for RTB and RTM tuff (data taken from Wallach *et al*, 1992a).

תכולת המים והמוליכות ההידראולית

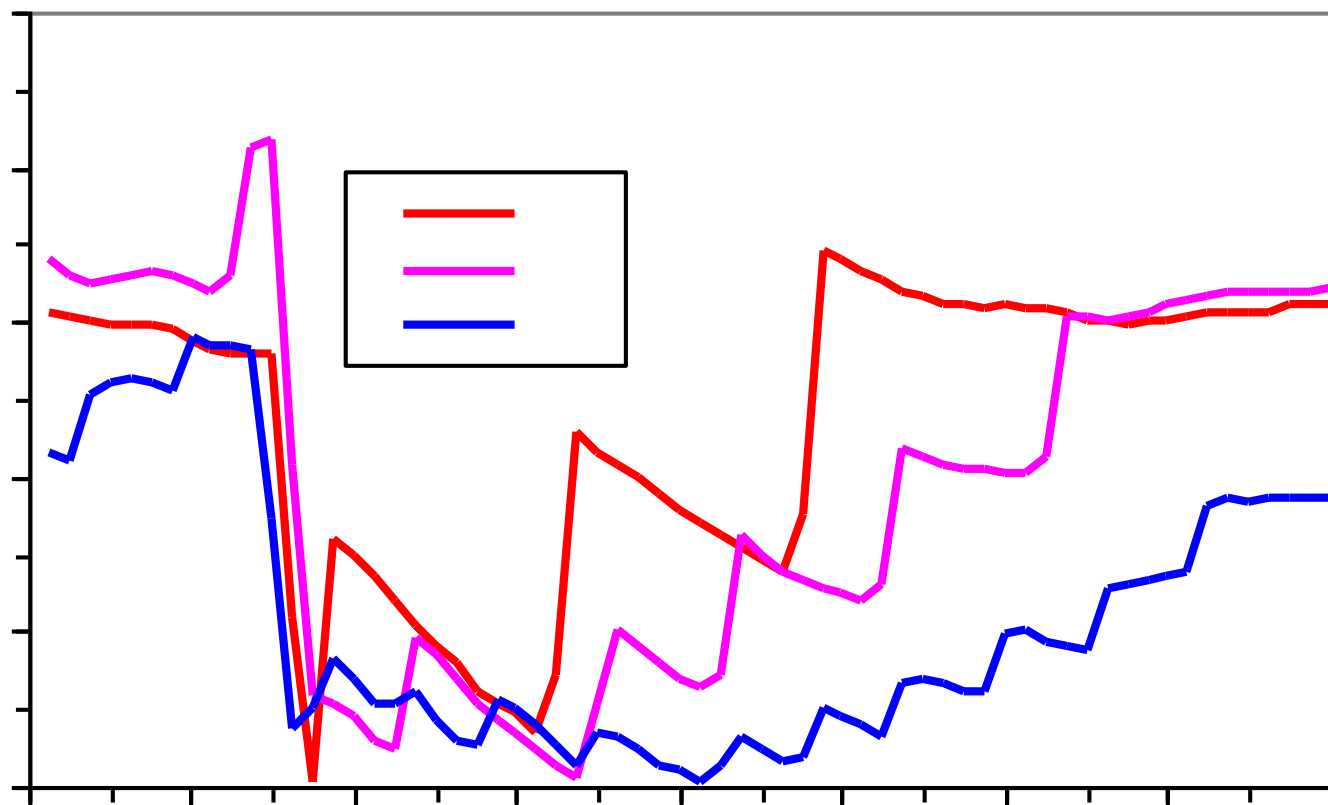
כתלות במתח המים

טורף		כבול		
K	θ	K	θ	מתח מים
ס"מ\דקה	ס"מ ³ \ס"מ ³	ס"מ\דקה	ס"מ ³ \ס"מ ³	ס"מ
7.32	0.548	4.9	0.901	0
5.5×10^{-3}	0.191	1.5×10^{-2}	0.587	10
2.1×10^{-6}	0.097	1.7×10^{-4}	0.327	50
6.8×10^{-8}	0.087	2.2×10^{-5}	0.251	100

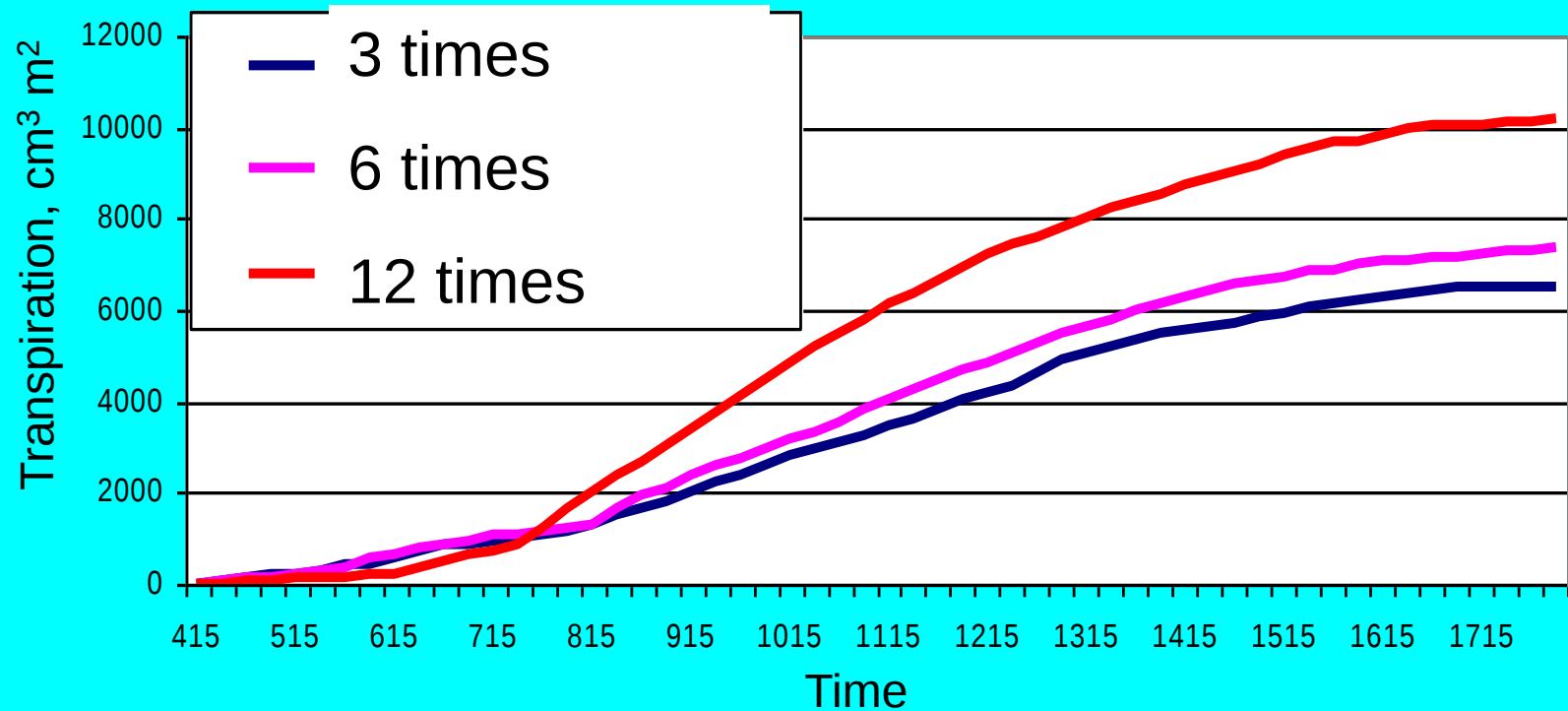
מתח המים, הרטיבות והמוליכות ההידראולית כתלות בתכיפות ההשקיה ובגובה בכלי

irrigation frequency	height cm	Volumetric water content	h cm	k cm min ⁻¹
3	17.5-20.0	0.1203	42	1.00E-05
6	17.5-20.0	0.1287	34	5.50E-05
12	17.5-20.0	0.1353	30	8.00E-05
3	7.5-10.0	0.1620	18	5.00E-04
6	7.5-10.0	0.1703	15	1.00E-03
12	7.5-10.0	0.1770	14	2.00E-03

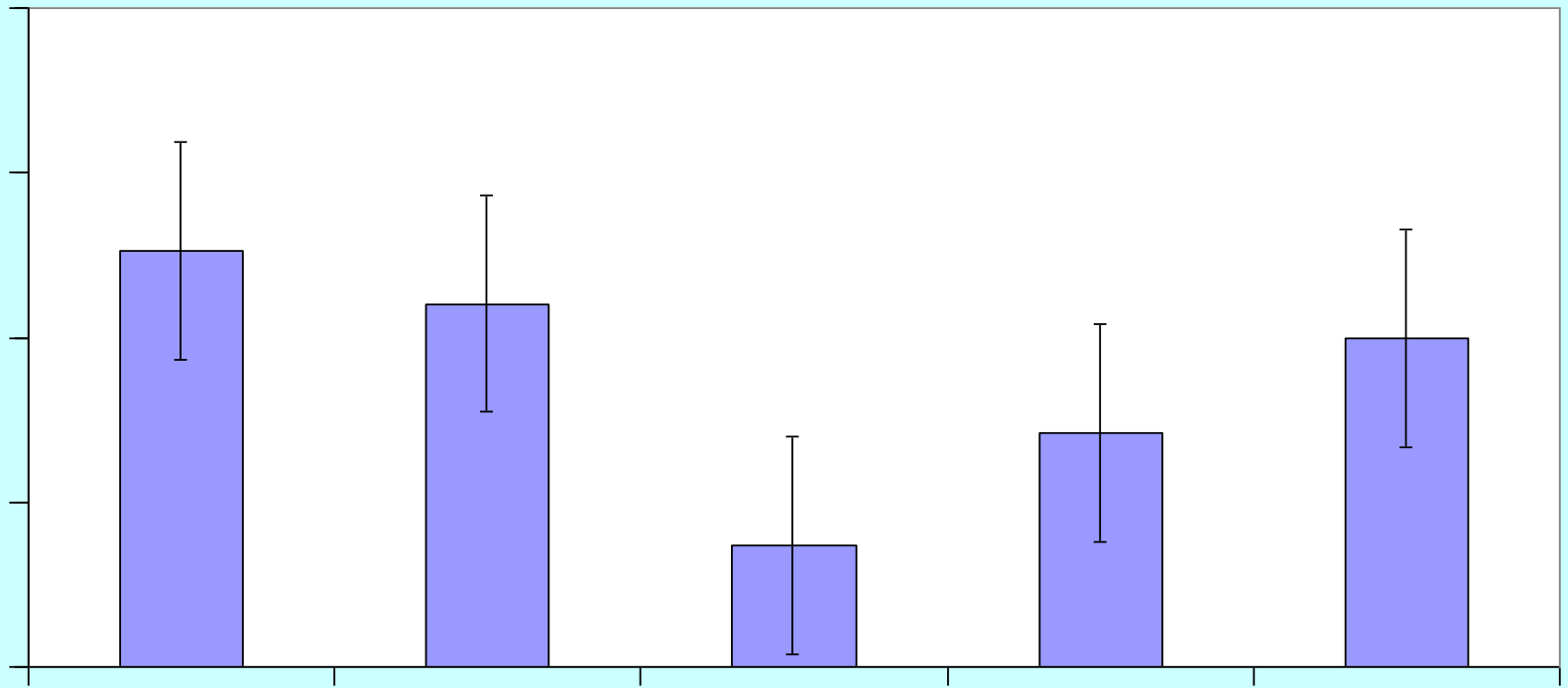
השינוי במשך היום בכמות המים בכלי הגדול ובנקז כתלות בתכיפות ההשקיה



הדיות כתלות בתדירות ההשקיה



מוליכות העלים בצהריים כתלות בתכיפות ההשקיה ובסוג המצע



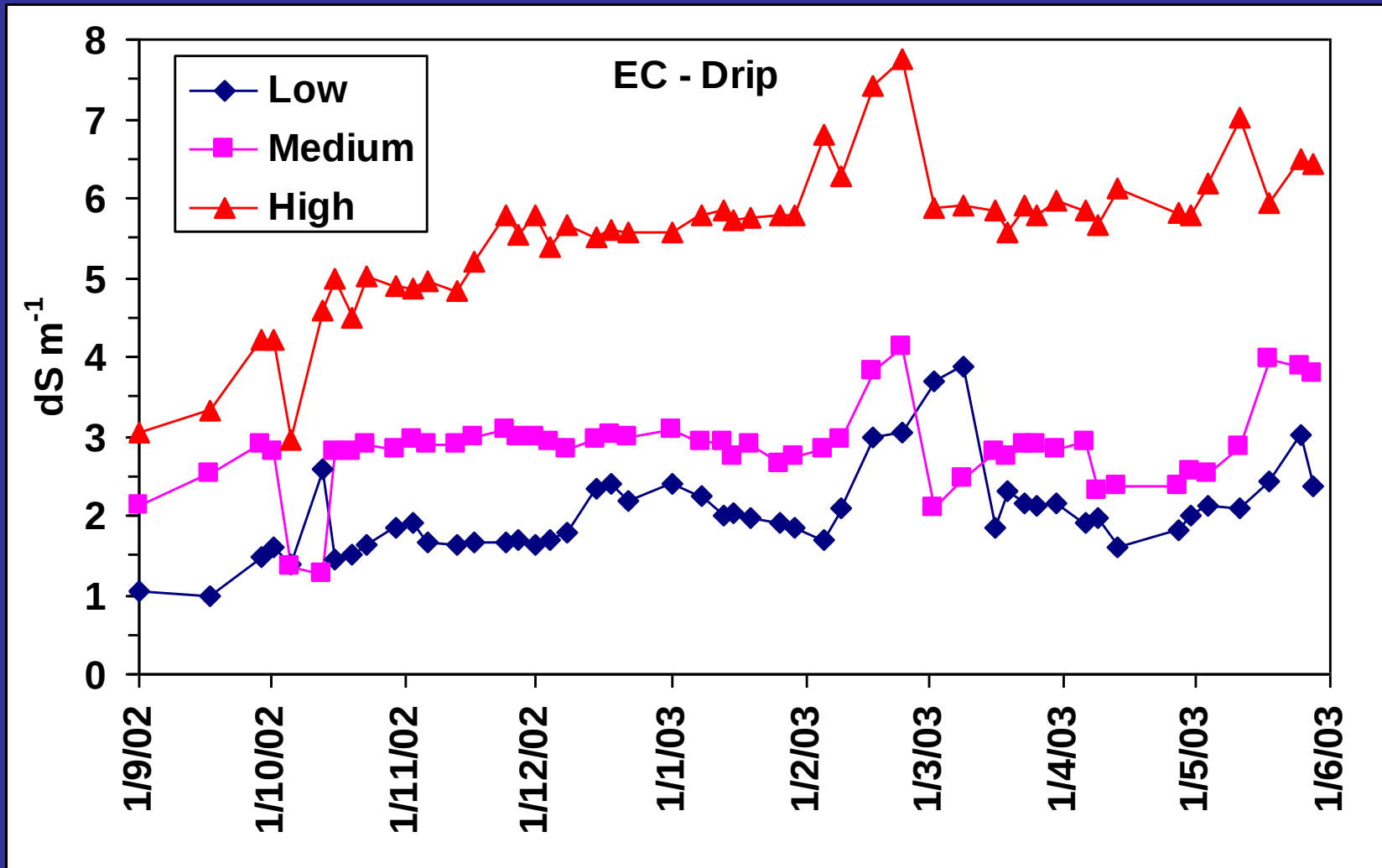
הצטברות מלח בבית
השורשים כתלות במליחות
ההתחלתית של המים
והניקוז

המוליכות החשמלית (dS/m) במי המקור וערכי הסף להקזה, 2002-2003

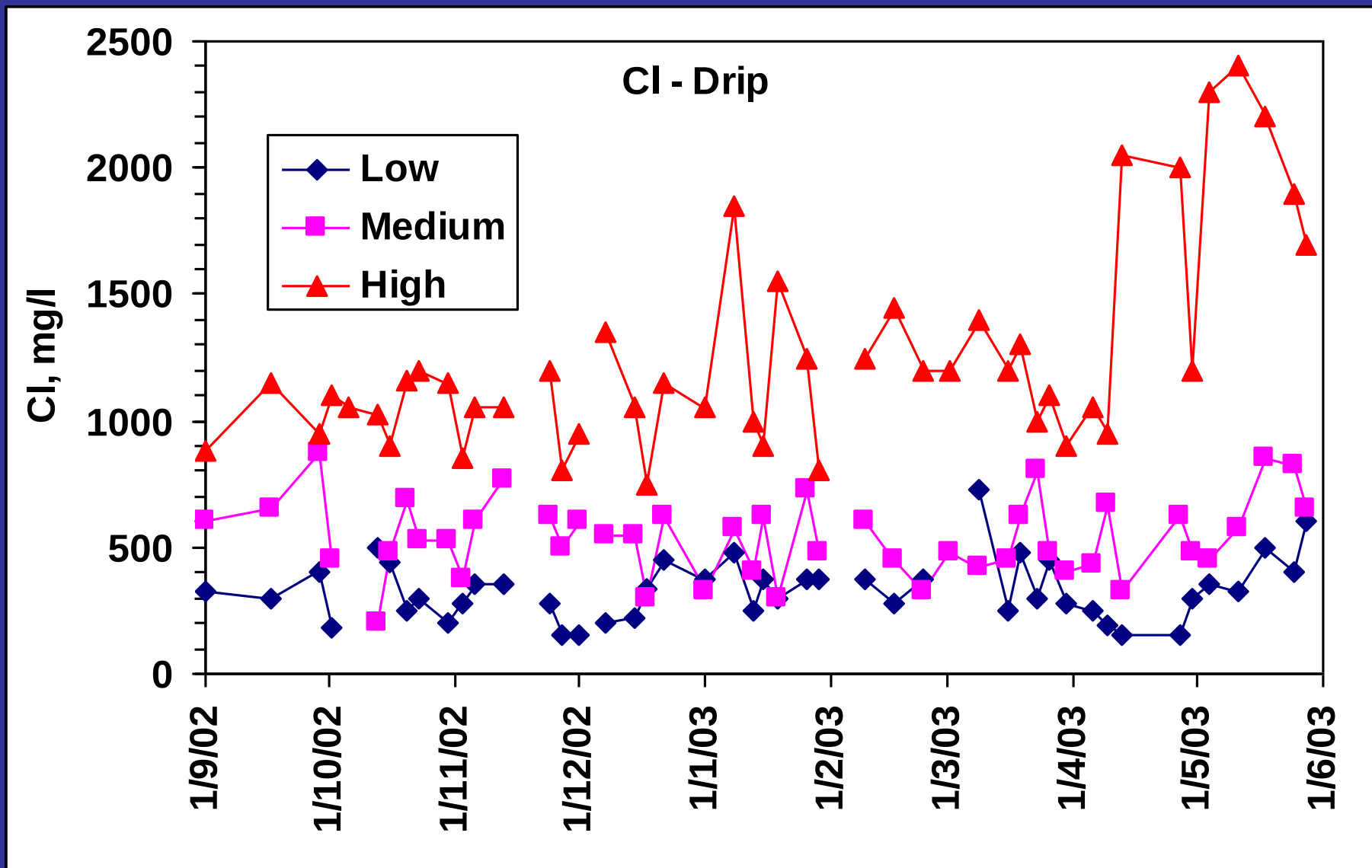
מי מקור	מי מקור + דשנים	סף הקזה
0.2	0.7-0.9	2.5
1.5	2.0-2.2	4.5
3.2	3.7-3.9	7.5



השינוי במוליכות החשמלית במי הטפטפת 2002-3



השינוי בריכוז הכלור במי הטפטפת 2002-2003



השפעת איכות המים על מנת המים

- ככל שאיכות המים גבוהה יותר כמות הנקז הדרושה קטנה
- מים באיכות גבוהה מאפשרים מחזור המים, חיסכון במים ודשן וצמצום זיהום הסביבה

סכום ההשקיה במצעים מנותקים

- התכונות הפיזיקליות של המצע יחד עם הנפח והגיאומטריה של הכלי קובעות את ממשק ההשקיה
- תכיפות השקיה גבוהה משפרת את יעילות ההשקיה והדישון ומצמצמת את זיהום הסביבה
- איכות המים משפיעה על מנת המים הדרושה להשקיה
- נטור המוליכות החשמלית הוא אמצעי בקרה חשוב בהשקיה במצעים מנותקים

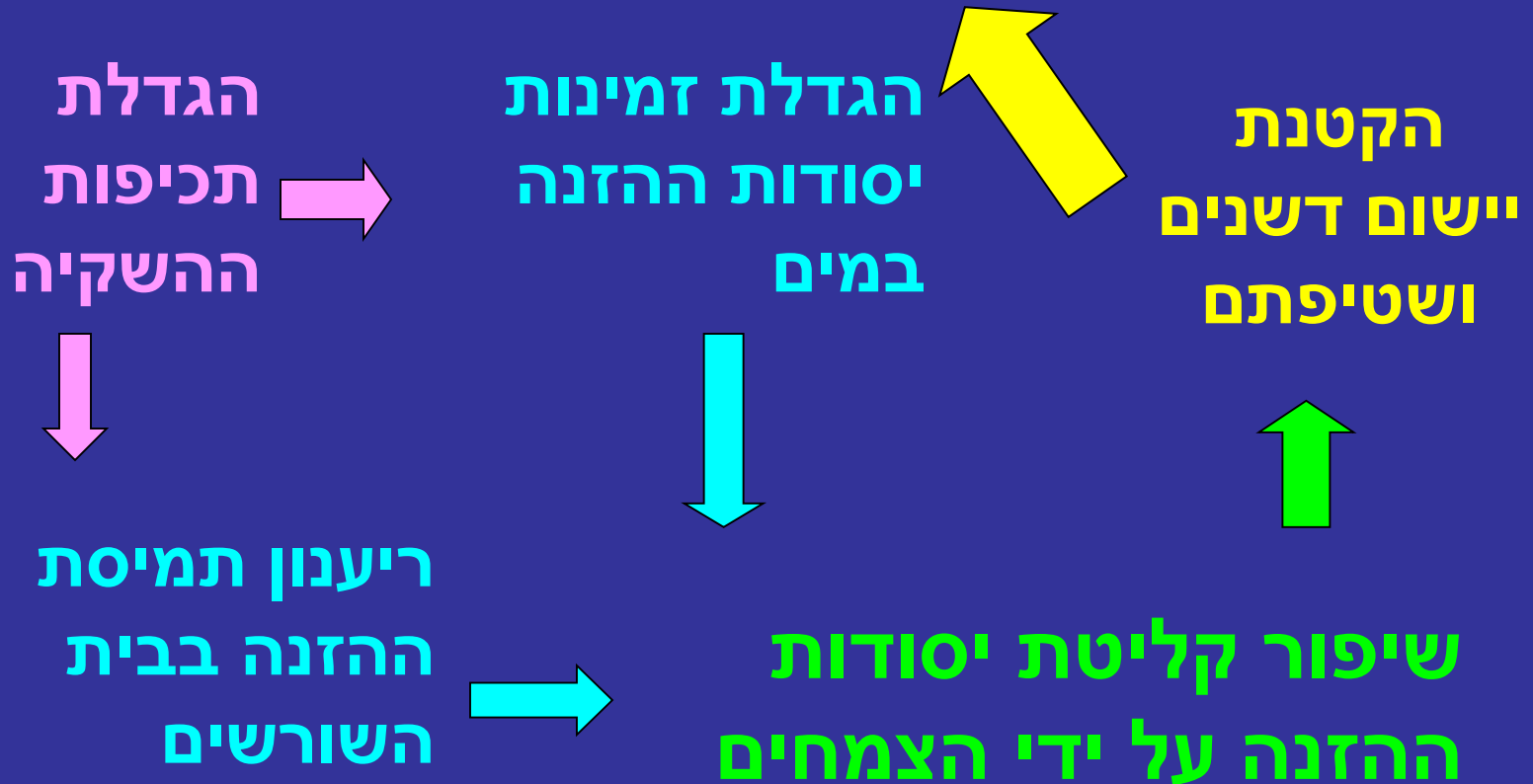
מד מוליכות חשמלית – כלי יעיל לניהול ההשקיה ומניעת נזקי מליחות



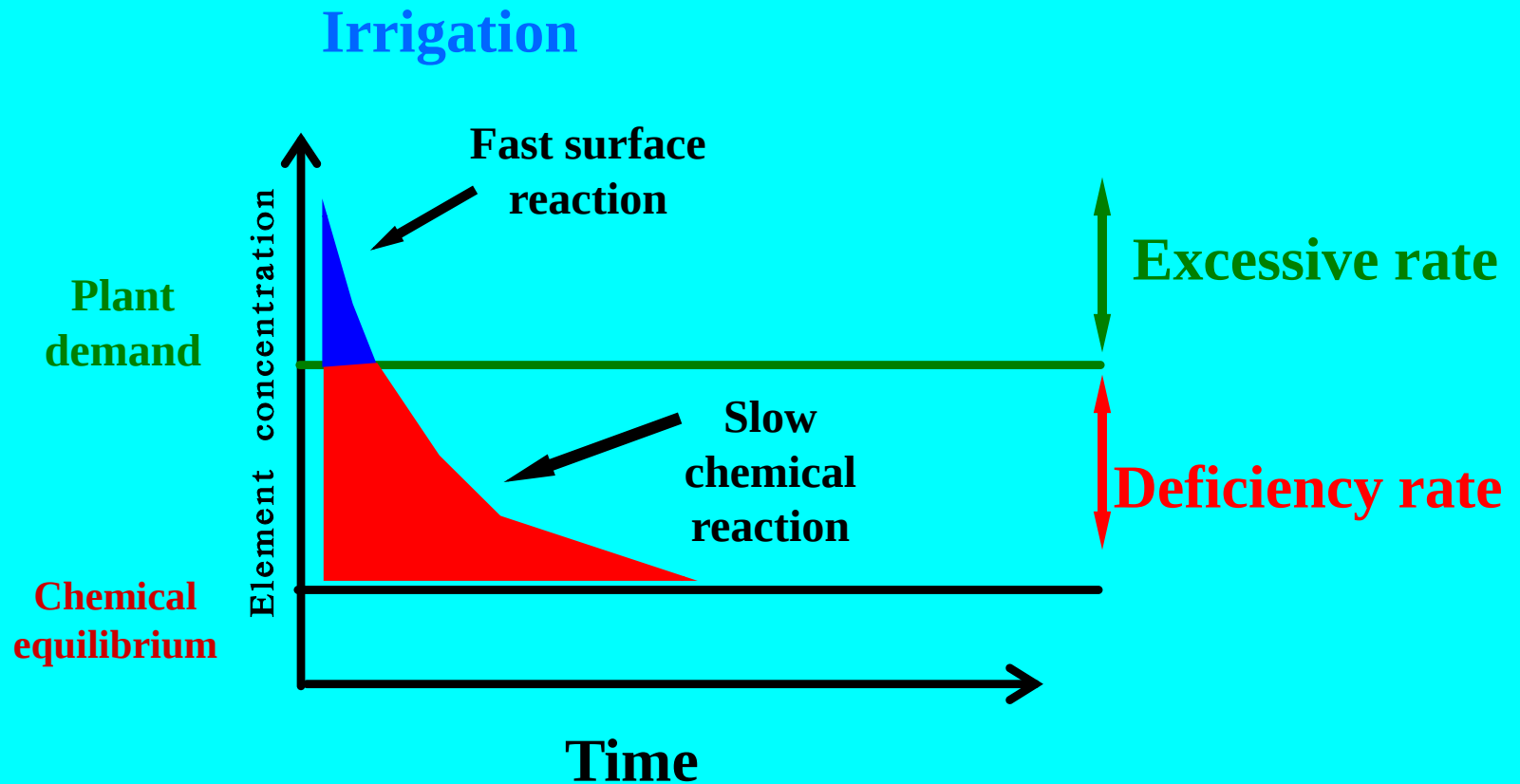


תודה על ההקשבה

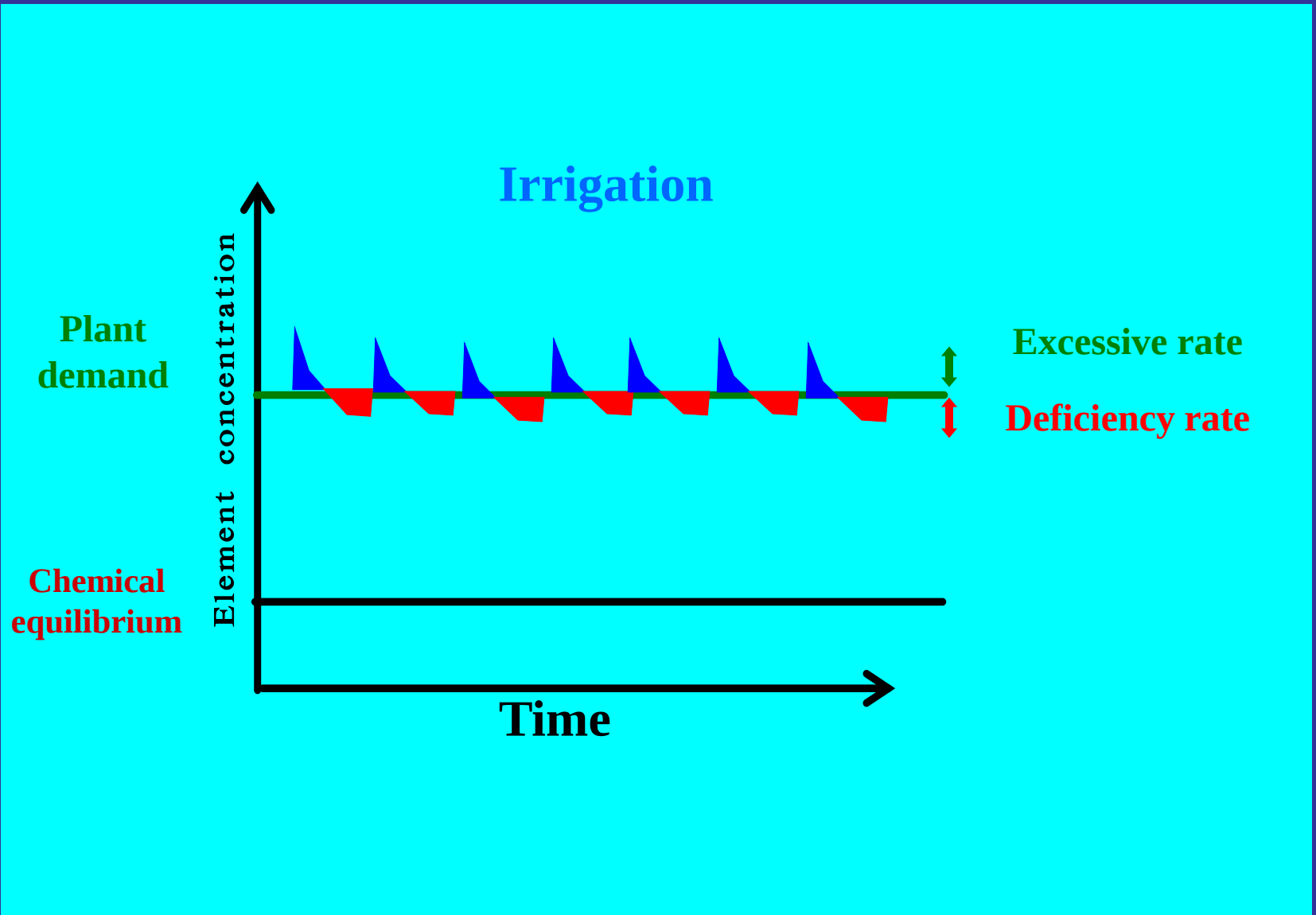
תכיפות השקיה גבוהה כאמצעי לייעול ההשקיה והדישון וצמצום זיהום הסביבה



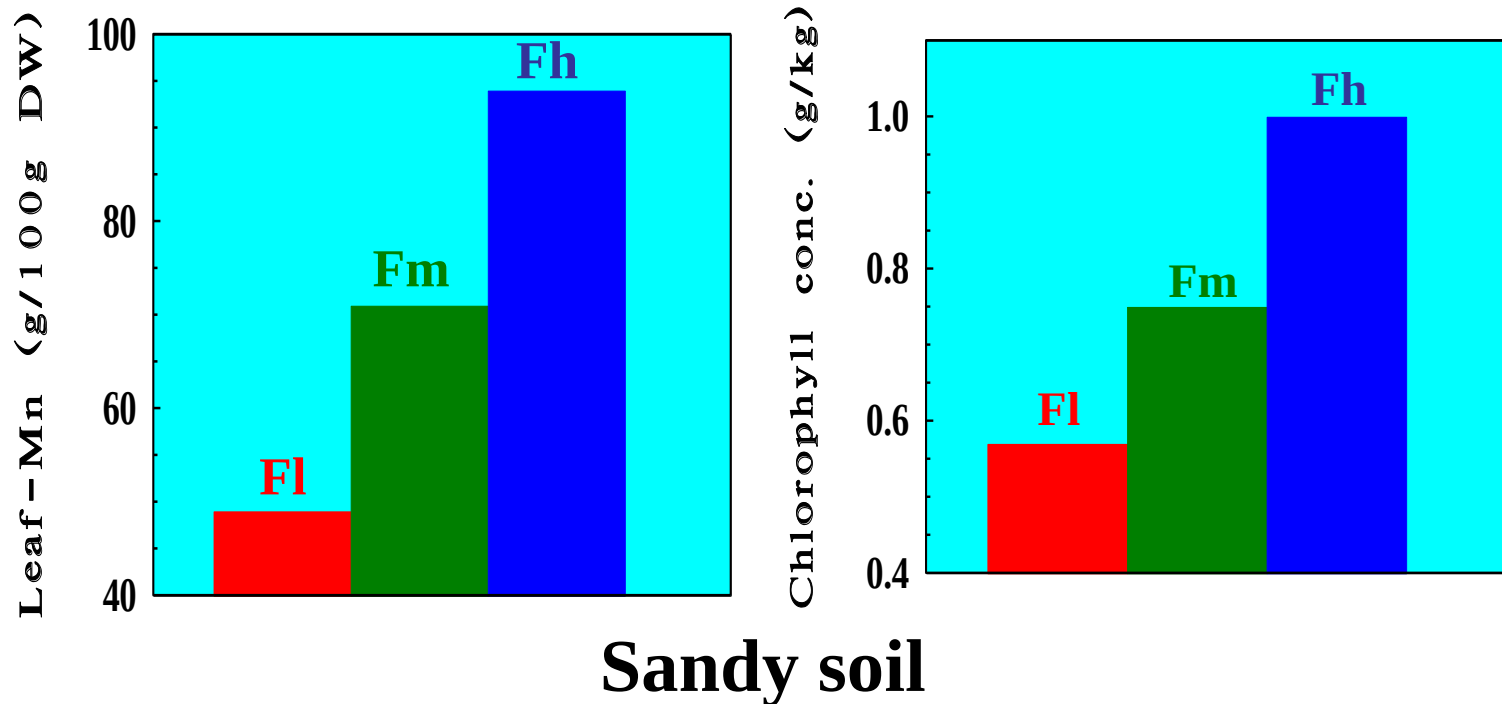
השפעת תכיפות ההשקיה על ריכוז הדשן – תכיפות נמוכה



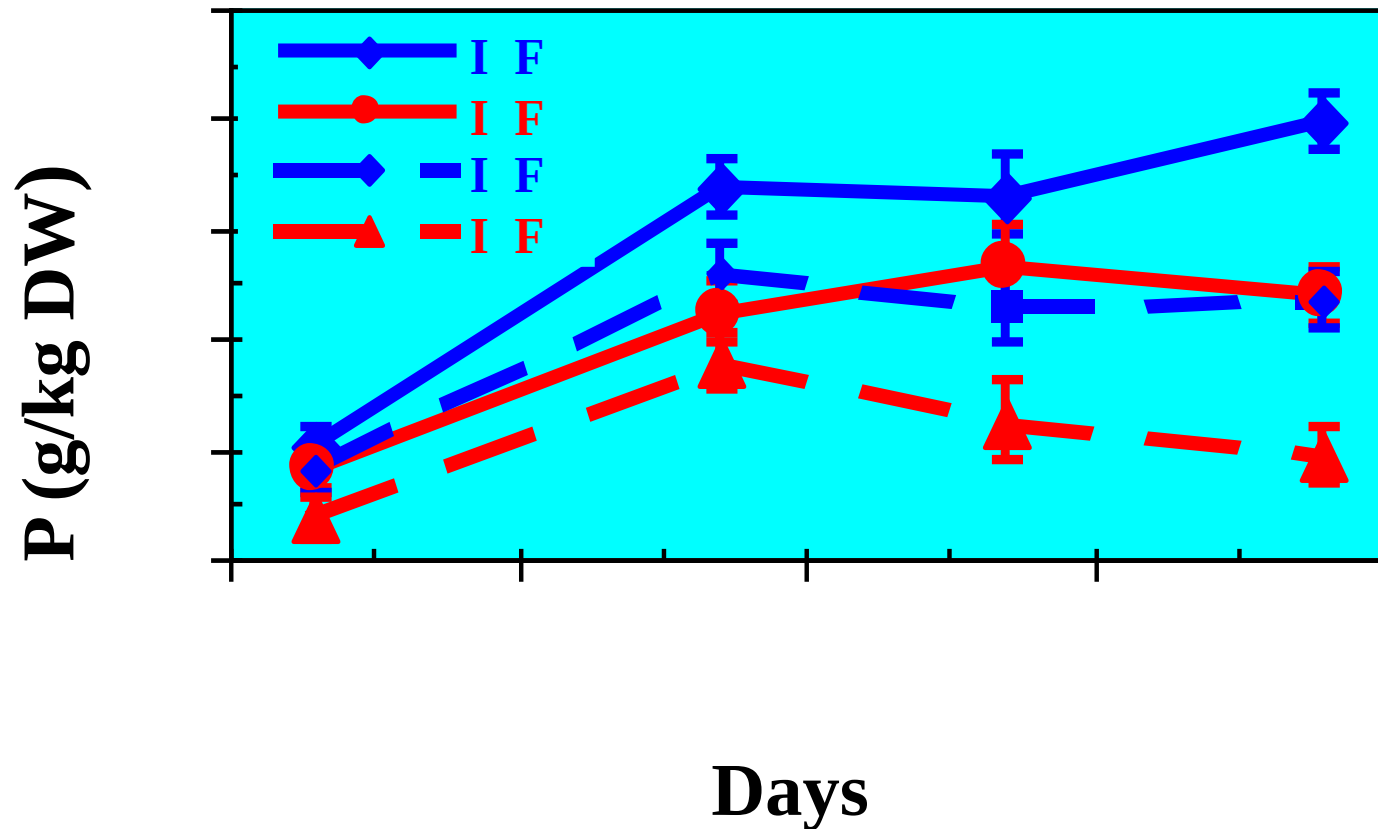
השפעת תכיפות ההשקיה על ריכוז הדשן – תכיפות גבוהה



Exp. I: Leaf-Mn and chlorophyll concentrations



Lettuce: exp. III; Leaf-P concentration



Leaf-P was affected by irrigation and by fertilization treatments

Lettuce: exp. III; yield

