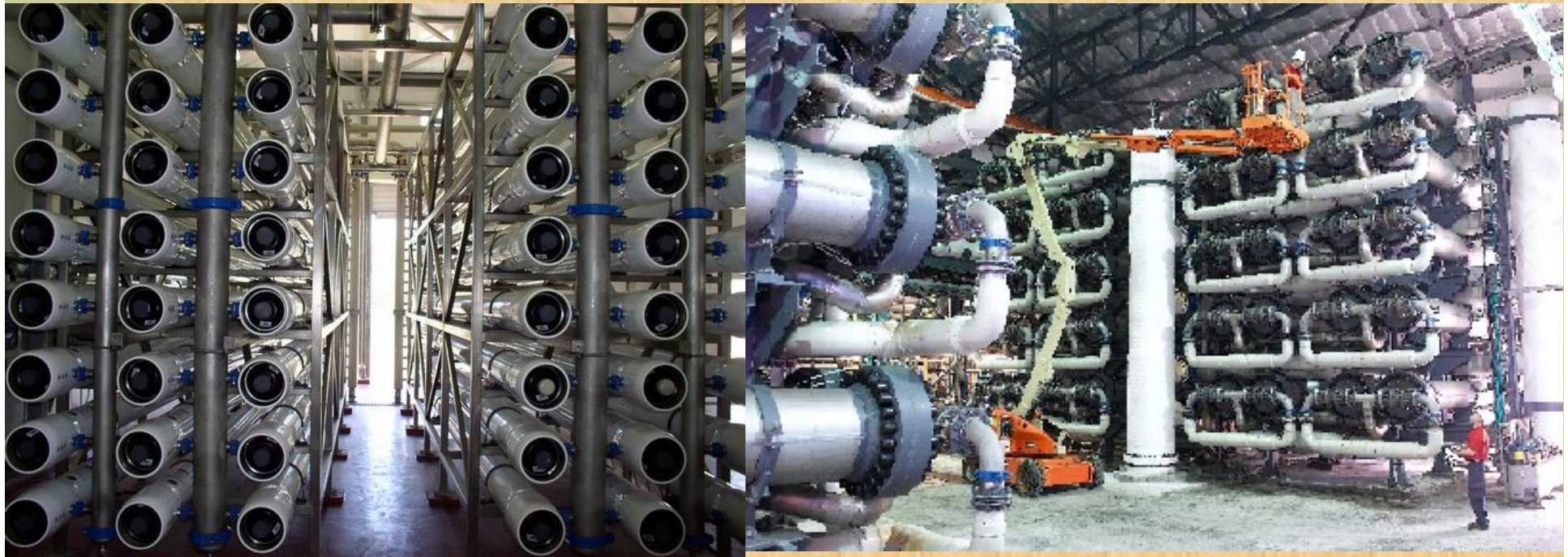




השקיה במי התפלה



אשר איזנקוט

נושאים בהרצאה

□ התפלה

□ השקיה במי התפלה בישראל

□ השקיית מנגו במי התפלה בערבה



התפלה

□ התפלה – מהטעם "תפל"

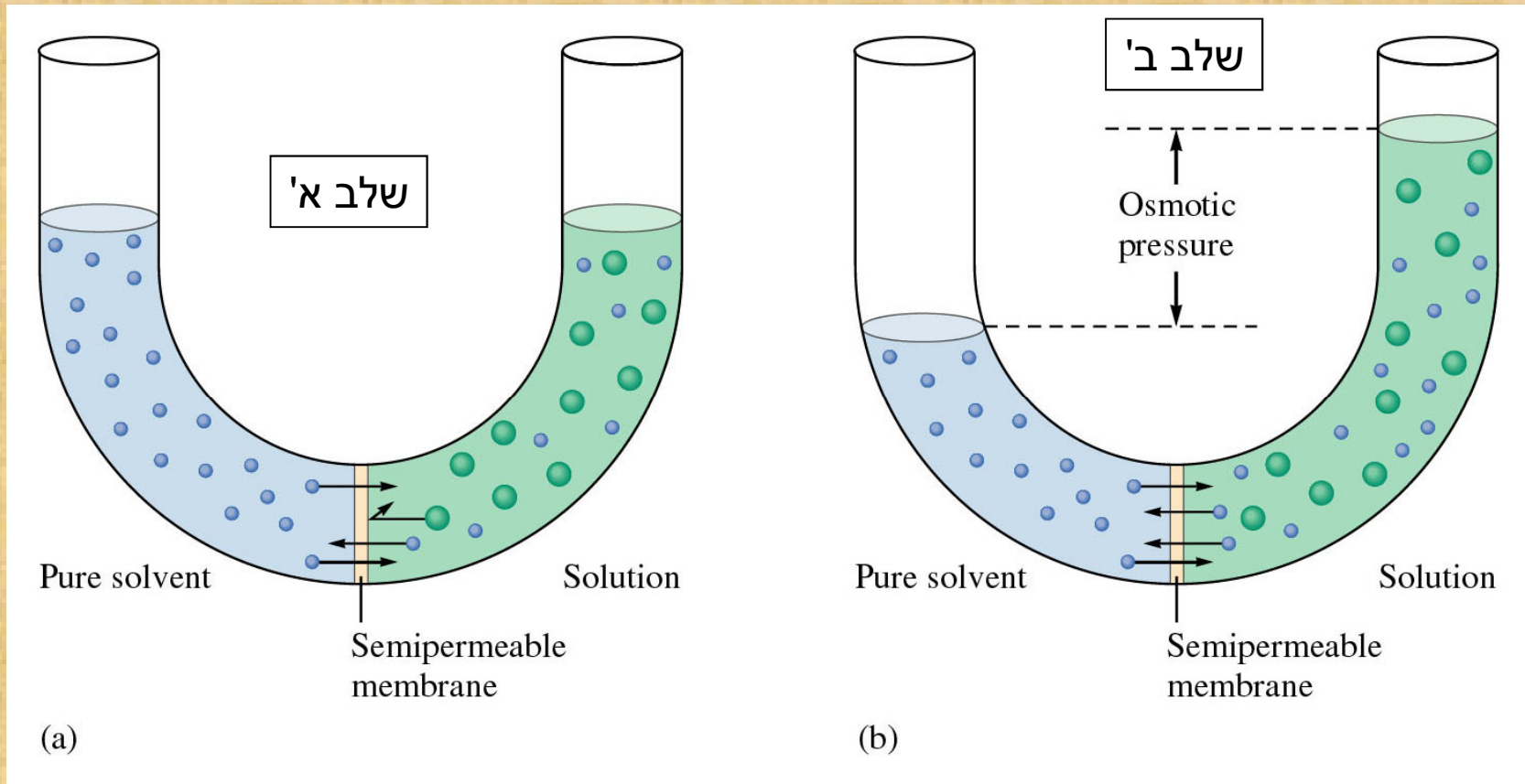
□ התפלה - הפרדה בין מים למומסים.

שיטות התפלה מסחריות

- אוסמוזה הפוכה
- "שיטת זרחין", הפרדת מים ממים מליחים ע"י הקפאת מים בלחץ נמוך.
- שיטת אידוי

מהי אוסמוזה?

□ אוסמוזה היא מעבר של מומסים מתמיסה אחת לאחרת דרך קרום חדיר למחצה בכיוון "מפל הריכוזים" או של הממיס.

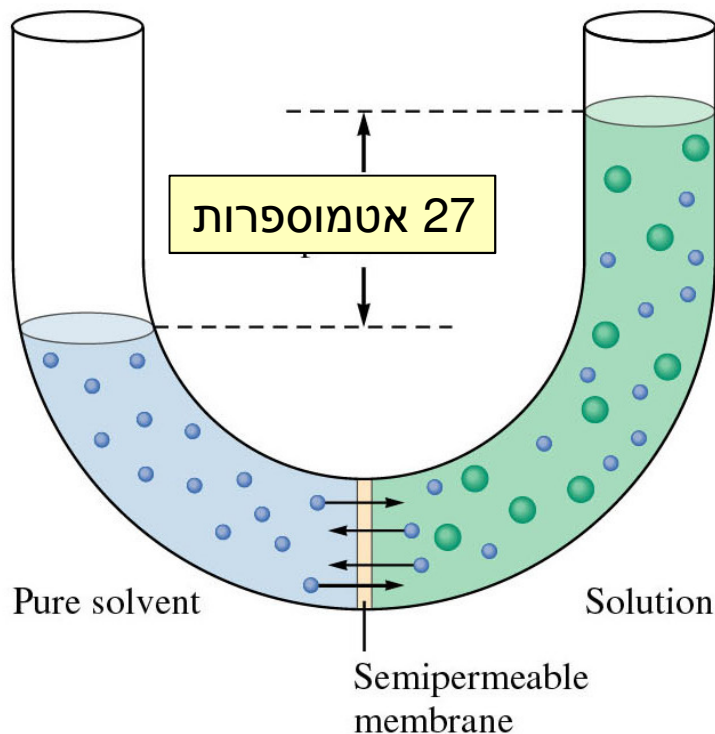


התפלה באוסמוזה הפוכה

□ כדי לגרום לזרימת מים הפוכה, מפעילים לחץ גבוה בניגוד לתנועת המים הטבעית.

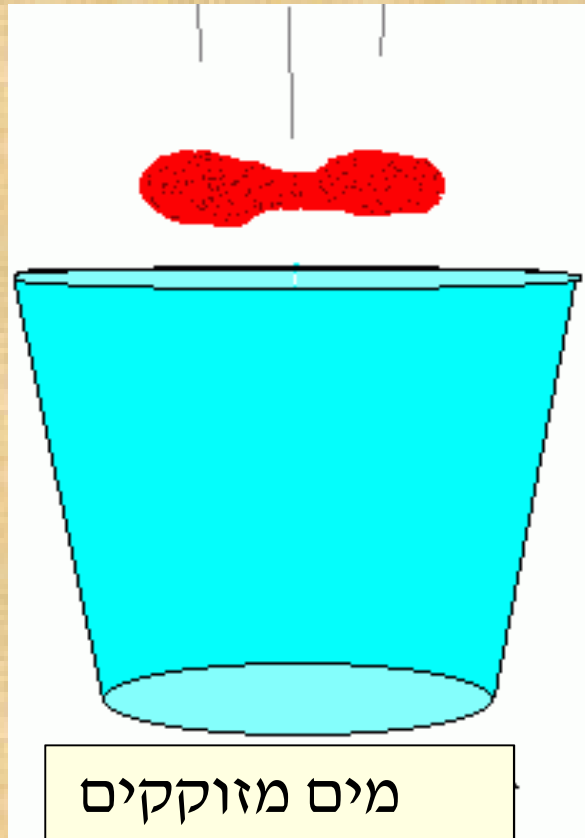
□ עוצמת הלחץ תלויה בהפרש הריכוזים.

□ % התמלחת תלוי ובכדאיות הכלכלית.



המברנה בהתפלה לא חדירה למומסים (מלחים) רק למים

המוליזה (נפח גדל)



האם בתא צמחי נקבל את אותה התופעה?

קליטת מים בצמח

□ אומסמוזה היא אחת הכוחות המניעים את קליטת המים בצמח –

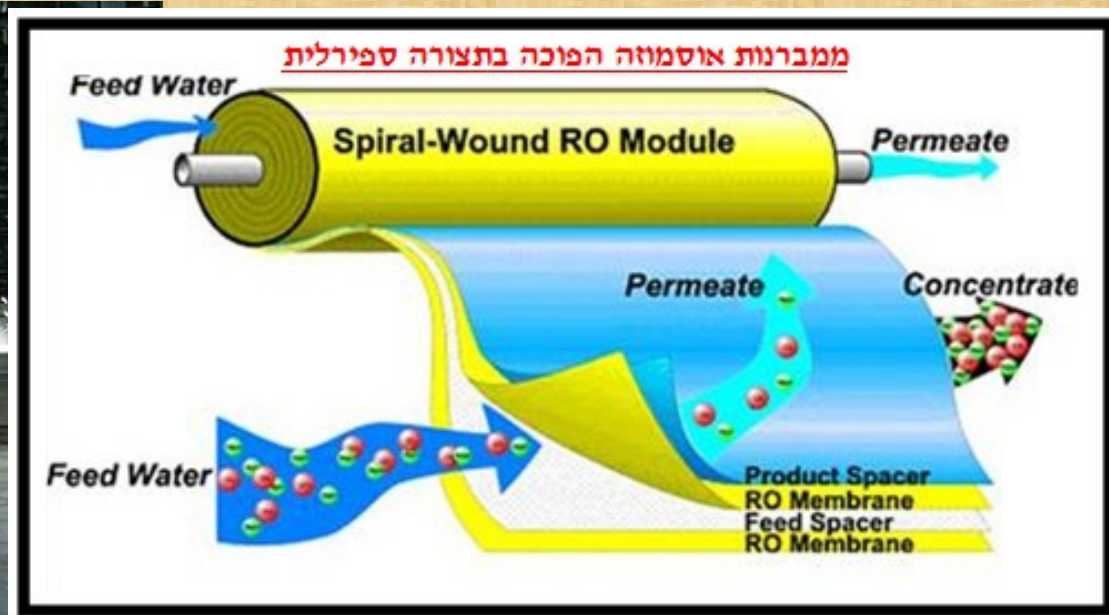
- המים נעים מריכוז מלחים נמוך (סביבת השורש) לתוך התאים בעלי ריכוז מומסים יותר גבוה (מלח + חלבונים) מאשר בתמיסת הקרקע!!

אוסמוזה הפוכה – נקודות ציון חשובות

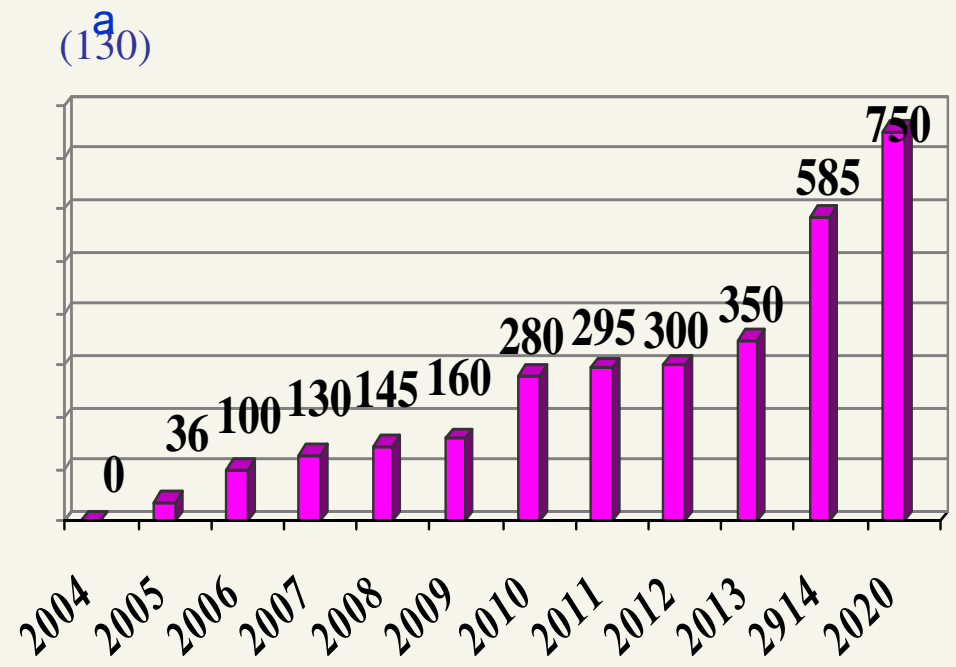
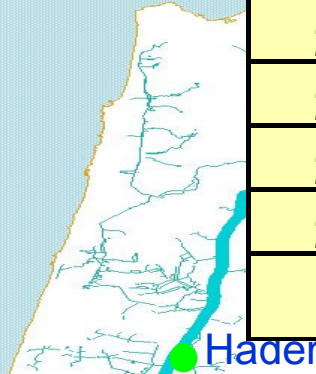
- 1965 - מתקן התפלה מסחרי ראשון בקליפורניה 19 מ"ק/יום ממים מליחים (פרופי סידני לאוב ז"ל מאוניבסיטת בן-גוריון)
- 1967 – סאן דיאגו 38 מ"ק/יממה להשקיה ממים מליחים
- 1968 – קיבוץ יוטבתה 200 מ"ק/יממה ממים מליחים

המברנות מסודרות בצורת ספירלה

עובי ממברנות עד 200nm



מועד הפעלה	ספיקה מלמ"ק/שנה	מתקן התפלה
2005	145	אשקלון
2007	30	פלמחים
2013	150	סורק
2013	100	אשדוד
2009	160	חדרה
	585	ס"ה



רשות המים

עלות התפלה בישראל

מתקן	מחיר קבע	מחיר משתנה	מחיר כולל
	מ"ק/ש"ח	מ"ק/ש"ח	מ"ק/ש"ח
אשקלון	1.40	1.05	2.45
פלמחים	1.23	1.58	2.8
חדרה	0.88	1.40	2.28
שורק	0.88	0.95	1.82

לפי שער חליפין \$ = 3.5 ש"ח

רשות המים

איכות מי התפלה 2013

תוצאות בפועל			דרישות חוזיות				יחידות	פרמטר איכות
חדרה	פלמחים	אשקלון	שורק ואשדוד	חדרה	פלמחים	אשקלון		
10 - 15	30-40	10 - 15	20	20	80	20	ppm	כלוריד
0.2-0.3	0.3-0.4	0.2-0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	ppm	בורון
8-8.5	8-8.5	8-8.5	7.5-8.5	7.5-8.5	7 - 8	7.5-8.5	ppm	pH
0-0.5	0-0.5	0 - 0.5	0 - 0.5	0 - 0.5	0 - 0.5	0 - 0.5		LSI
80-120	85-95	90-110	80-120	80-120	>75	>60	ppm*	קושיות
0.2-0.5	0.1-0.3	0.1-0.2	<0.5	<0.5	<0.8	<0.5	NTU	עכירות

רשות המים

איכות מי התפלה

- במתקנים מסחריים מייצבים את המים ע"י המסה של גיר או דלומיט, ייצוב pH, בהתאם לדרישת משרד הבריאות ומקורות.
- ייצור עצמי (משקי) של מי התפלה –
 - ייצוב המים ע"י מהילה עם מי קו והפחתה בעלות המים.
 - השלמה מליאה או חלקית של סידן, מגנזיום וגופרית.
 - % המהילה תלוי ברמת הסף למליחות של הגידול (כדאיות כלכלית).
 - מליחות התמהיל לפחות 0.5 dS/m (לא פוגע באף גידול)

אספקת מי התפלה מחברת מקורות

- המחיר לא מושפע מהתפלה (מחיר זהה למים שפירים)
- אספקת מים בלחץ בראש חלקה
- איכות מים משתנה
- מאפשרת אספקה של סידן, מגנזיום וגופרית

התפלה במתקנים "משקיים"

□ מחיר

- עלות התפלה + עלות רכישת מים
- "מקובל" בגידולים אינטנסיביים (צמחי נוי)
- השקיה ודישון במערכות סגורות (מיחזור)

מתקן התפלה קטן



- ❑ סינון (חול, פחם, אולטרא – פילטרציה)
- ❑ משאבת לחץ
- ❑ ממברנות
- ❑ מיכל מים (להשקיה יומית) + משאבה להשקיה

מתקן התפלה סולרי לחקלאות



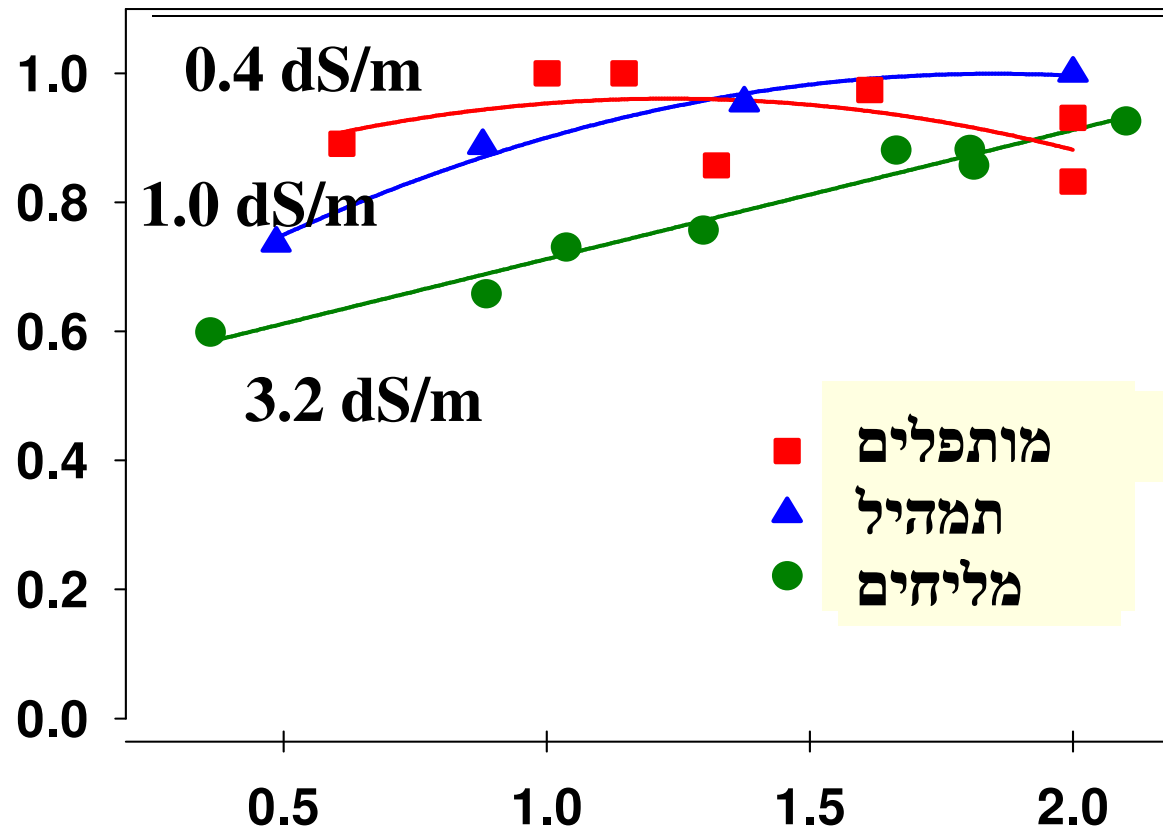
תוצאות השקית גידולים במי התפלה



תרומת איכות מים ליבול פלפל בחוות זהר

2004-7

יבול יחס



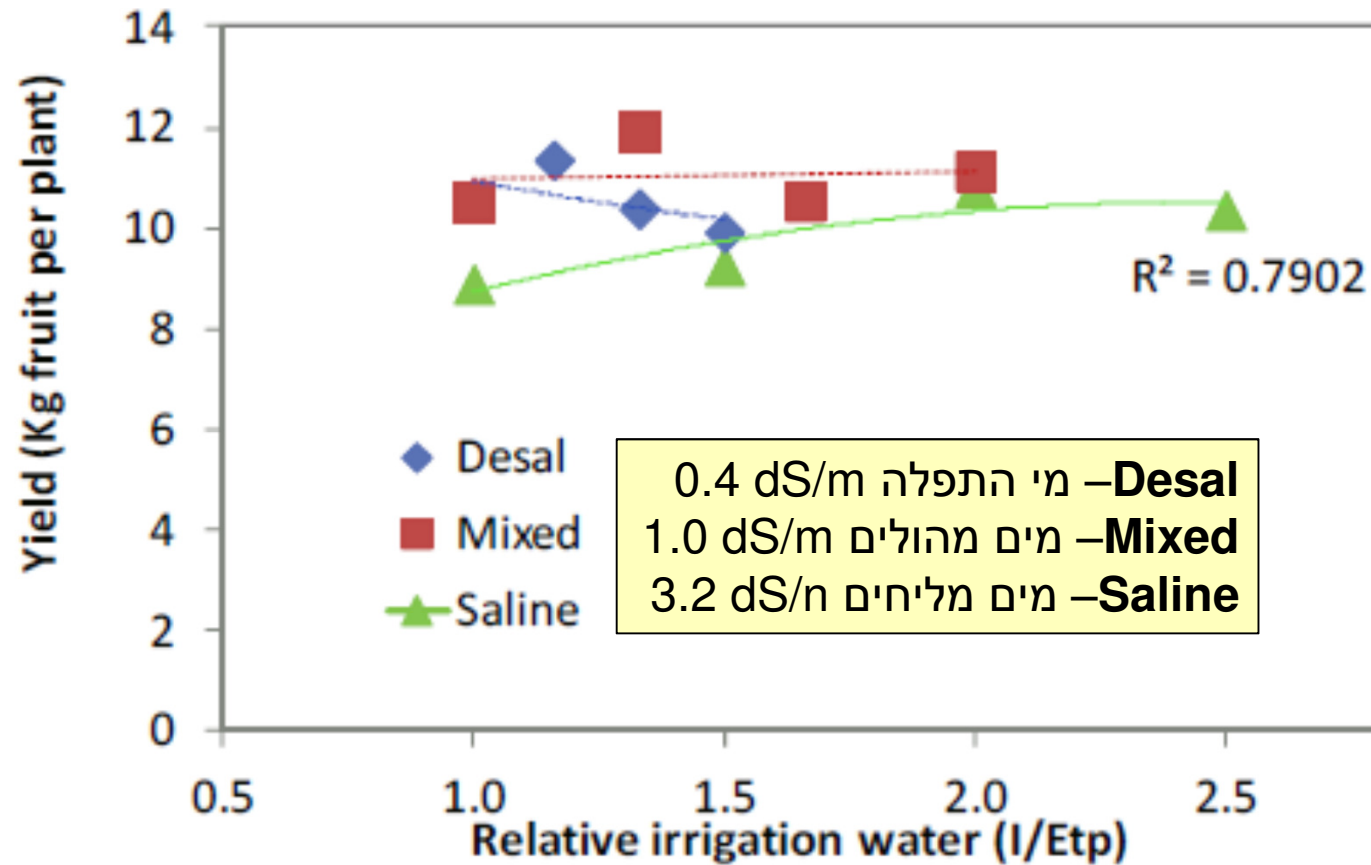
יחס בין כמות מושקית לאופוטרנספירציה

סף מליחות מקובל של פלפל 1.7 dS/m ו- 12%

אלון בן גל

תרומת איכות מים ליבול עגבניות

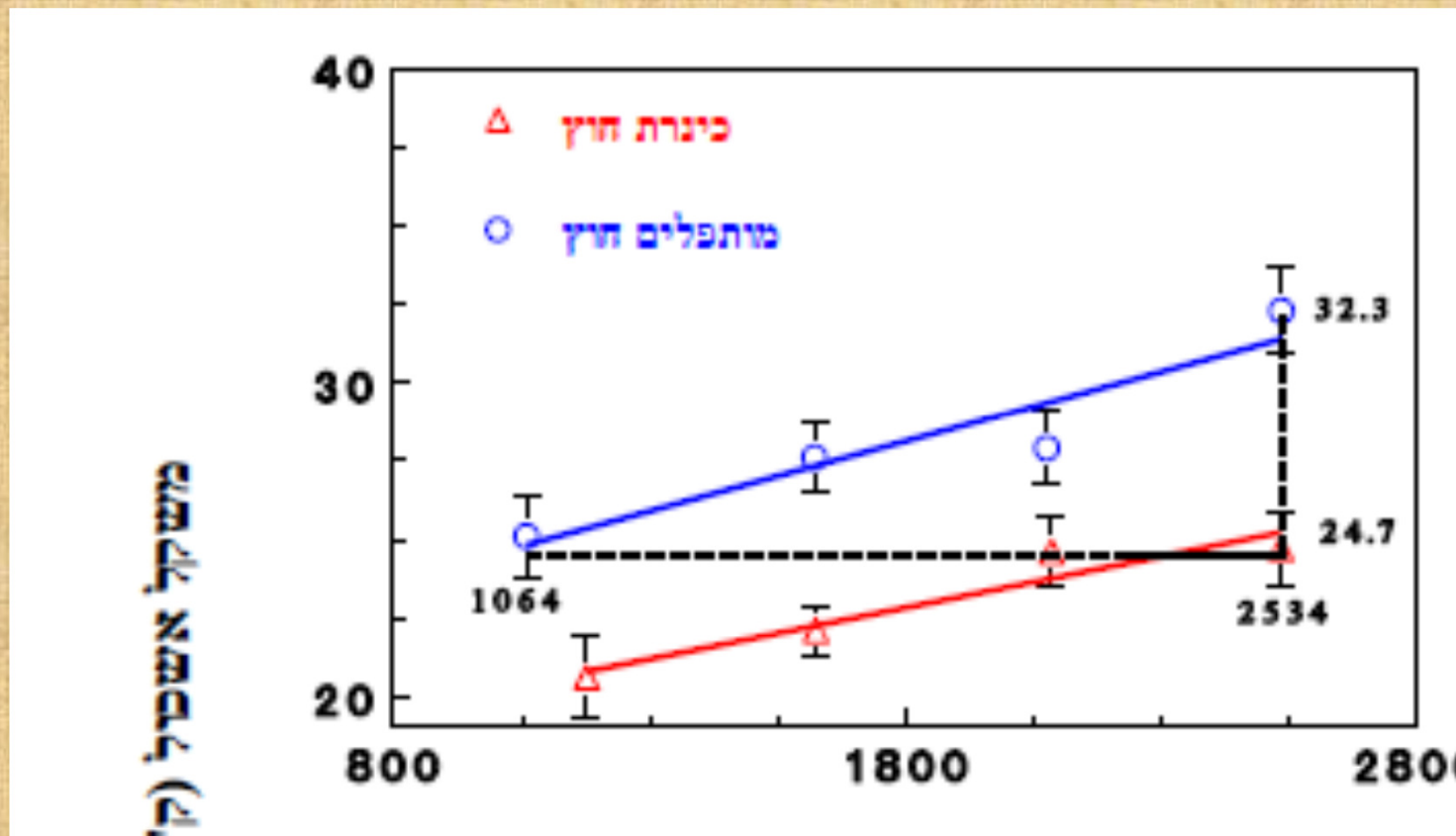
בחוות זהר 2011



סף מליחות מקובל של עגבניות 2.5dS/m ו- 9.9%

אלון בן גל

תרומת איכות מים ליבול בננות בצמח 2012-13



בננה מוגדרת כרגישה למליחות

אבנר זילבר

השקיית מנגו במי התפלה



הנחות להשקיית מנגו במי התפלה

- מגבלה: כמות ואיכות מים.
- צריכת מים של מנגו בערבה 1,150 מ"ק/שנה (ללא שטיפה).
- הנזק ממליחות בערבה גדול מהמקובל, אבל ללא שינוי בסף המליחות.
- הנזק למנגו ממליחות זהה לאורך כל השנה.
- יחס הפקה במתקן התפלה משקי 70:30 (30% תמלחת)

השפעת מליחות על יבול

- **אקלים** – הנזק חמור יותר באקלים חם ויבש
 - **כמות המים** - בהשקית מנגו בערבה כ- 50% מעל הצריכה
- **סוג מלחים** – נזקים גדולים יותר מכלוריד ונתרן ופחות מגופרה וסידן.
- **זנים וכנות** – 1-13, עמיד יחסית למליחות

הנחה – בתנאי הערבה הנזק מהשקיה במי קו במנגו עד טונה/ד'.

סף מליחות במנגו

- לפי גזית 1970 – מקסימום 200 מ"ג/ל' כלוריד.
- לפי Emblenton and Jones 1966 – מליחות קרקע (עיסה רוויה) 1.4 dS/m

הנחה – מליחות סף לתמיסת קרקע במנגו על כנת 1-13 : 2 dS/m

כמות ואיכות מים להשקיה (לפי מודל שטיפה (Hanson et al 2006

מליחות תמיסת הקרקע dS/m				
3	2.5	2		
-1.0 ton	-0.5 ton	100% יבול		
איכות מי השקיה dS/m		מ"ק/ד'	% שטיפה	
		1.1	1,200	0.05
		1.4	1,333	0.1
		1.6	1,412	0.15
		1.8	1,500	0.2
		1.9	1,600	0.25
		2.0	1,714	0.3
		2.2	2,000	0.4
		2.7	2,400	0.5

הנחה – כמות מי ההשקיה למנגו ללא שטיפה 1,150 מ"ק/ד'

כמות ואיכות מים להשקיה (לפי מודל שטיפה (Hanson et al 2006

מליחות תמיסת הקרקע dS/m				
3	2.5	2		
-1.0 ton	-0.5 ton	100% יבול		
איכות מי השקיה dS/m			מ"ק/ד'	% שטיפה
1.6	1.3	1.1	1,200	0.05
2.1	1.8	1.4	1,333	0.1
2.4	2.0	1.6	1,412	0.15
2.7	2.3	1.8	1,500	0.2
2.9	2.4	1.9	1,600	0.25
3.0	2.5	2.0	1,714	0.3
3.3	2.8	2.2	2,000	0.4
4.0	3.3	2.7	2,400	0.5

בחינה כלכלית של:

מליחות תמיסת הקרקע dS/m				
3	2.5	2		
-1.0 ton	-0.5 ton	100% יבול		
איכות מי השקיה dS/m			מ"ק/ד'	% שטיפה
1.6	1.3	1.1	1,200	0.05
2.1	1.8	1.4	1,333	0.1
2.4	2.0	1.6	1,412	0.15
2.7	2.3	1.8	1,500	0.2
2.9	2.4	1.9	1600.0	0.3
3.0	2.5	2.0	1714.3	0.3
3.3	2.8	2.2	2,000	0.4
4.0	3.3	2.7	2,400	0.5

הנחה – כמות מי ההשקיה למנגו ללא שטיפה 1,150 מ"ק/ד'

סיכום השבחת מים

- כמות ואיכות מים לייצור חקלאי בערבה מוגבלת.
- ייצור מי התפלה מקטין את כמות המים להשקיה (ביחס של 70:30)

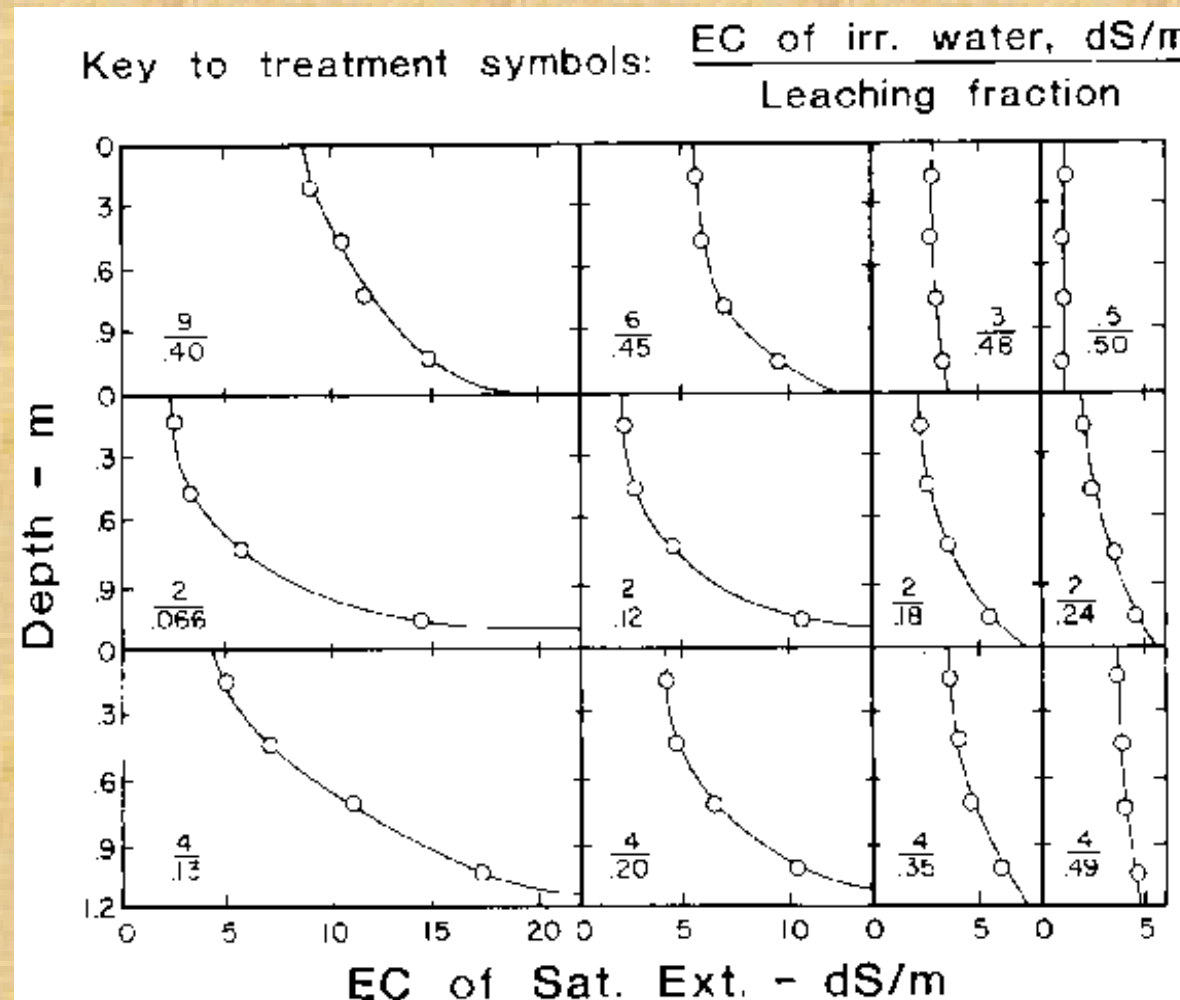
- הנחה - סילוק המלחים בהתפלה לפני השקיה יעיל יותר מאשר בהשקיה (תוספת שטיפה).
- השטח המושקה "במי התפלה" גדל (בהנחה שאין מגבלה).
- עלות מי התפלה קטן עם הגדלת תפוקת מתקן ההתפלה.
- ברמה משקית או מושבית – ספיקת שיא של מתקן התפלה קטן עם הגדלת מספר הגידולים (עלות להון חוזר).

כל ההנחות לעיל צריכות לעמוד במבחן "חצי מסחרי"

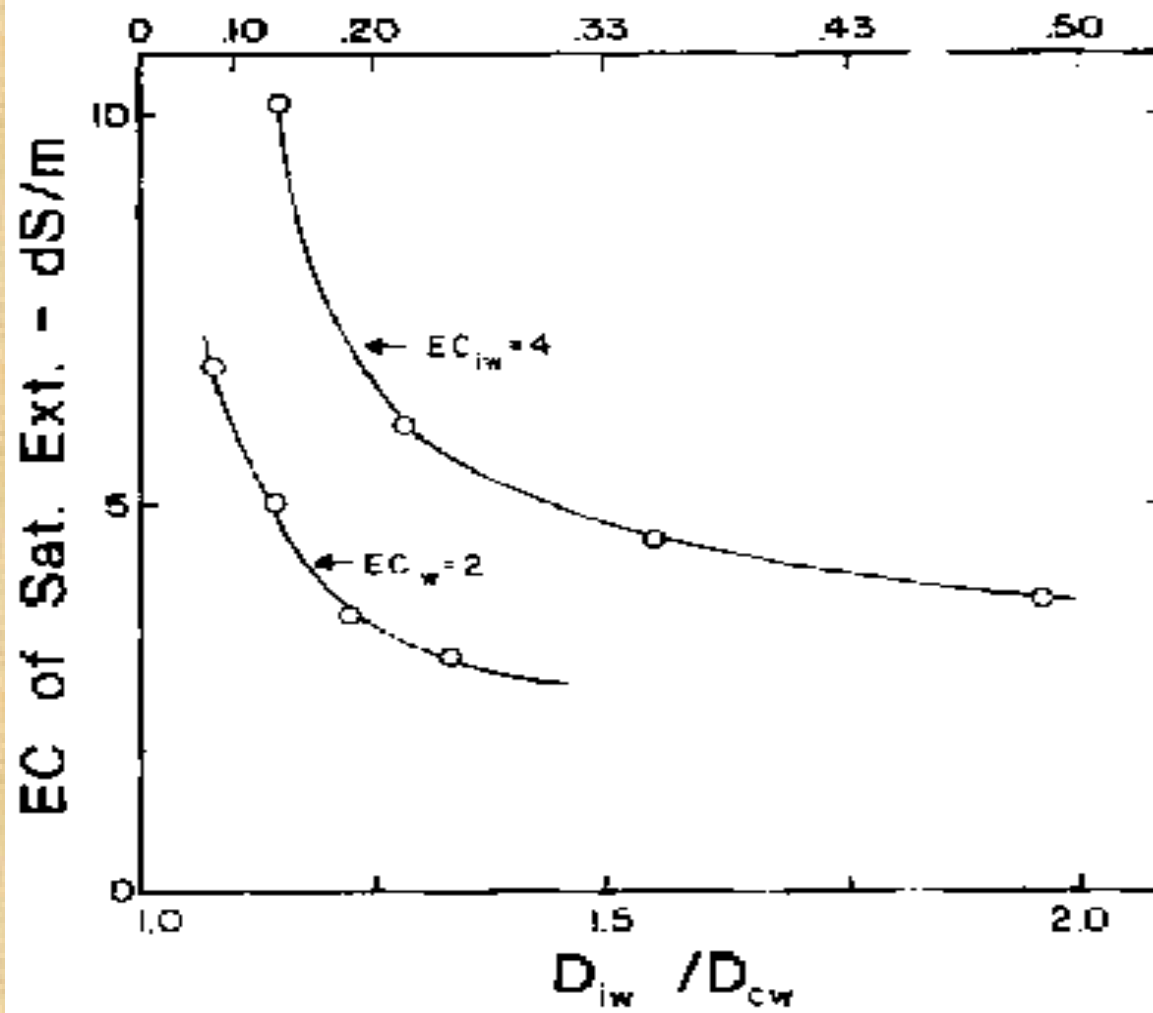
תודה על ההקשבה



מליחות תמיסת הקרקע ביחס לאיכות המים ו- % שטיפה



Leaching Fraction



Crop			Salt Tolerance Parameters				
Common name	Botanical name [†]	Tolerance based on	Threshold [§] (EC _e)	Slope	Rating [¶]	References	
Lemon	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Fruit yield	1.5	12.8	S	Cerda <i>et al.</i> , 1990	
Lime	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle		-	-	S		
Loquat	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Foliar injury	-	-	S	Cooper & Link, 1953; Malcolm & Smith, 1971	
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Seedling growth	-	-	MS	Hue & McCall, 1989	
Mandarin orange, tangerine	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Shoot growth	-	-	S	Ministry <i>et al.</i> , 1974	
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Foliar injury	-	-	S	Cooper <i>et al.</i> , 1952	
Natal plum	<i>Carissa grandiflora</i> (E.H. Mey.) A. DC.	Shoot growth	-	-	T	Bernstein <i>et al.</i> , 1972	
Olive	<i>Olea europaea</i> L.	Seedling growth, Fruit yield	-	-	MT	Bidner-Barhava & Ramati, 1967; Taha <i>et al.</i> , 1972	
Orange	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Fruit yield	1.3	13.1	S	Bielorai <i>et al.</i> , 1988; Bingham <i>et al.</i> , 1974; Dasberg <i>et al.</i> , 1991;	

Salt tolerance of mango rootstocks (*Magnifera indica* L. cv. Osteen)

V. H. Duran Zuazo^{1*}, A. Martínez-Raya¹ and J. Aguilar Ruiz²

Type of water	NaCl added (g l ⁻¹)	EC 25 °C (dS m ⁻¹)	Chloride (mg l ⁻¹)	Sodium (mg l ⁻¹)	Adjusted S.A.R.
A (control)	0.00	1.02	104	49	2.33
B	0.28	1.50	280	156	7.44
C	0.51	2.00	425	250	11.8
D	0.82	2.50	588	375	17.2

The experiment was completed around 10 months
The experiment was completed around 10 months

Table 2. Symptoms, height, stem width and fresh weight of the plants in each treatment using rootstocks Gomera-1 or Gomera-3

Treatment	Symptoms ¹	Height	Diameter	Fresh weight	Symptoms	Height	Diameter	Fresh weight
	Gomera-1				Gomera-3			
A	WS	114.8a	19.4a	970.7a	WS	116.7a	19.8ab	976.0a
B	VMC	111.1a	18.1a	856.7b	VMC	116.6a	20.6a	890.3b
C	PMC	99.0b	14.7b	849.6b	BMA-BAF	110.3b	19.6ab	875.0c
D	BAF	94.4c	15.8b	783.3c	BAF-SDD	101.6c	16.2b	788.6d
ANOVA EC	*	*	*	*	*	*	*	*

¹ According to the comparative-qualitative analysis of foliar symptoms. The mean values in the columns followed by the same letter are not significantly different when compared by Duncan's multiple range test at 5%. * Significant at 0.05.

ריכוז כלוריד בעלים ביחס לטבלה הקודמת עם סימני מליחות

Table 4. Mean contents of Cl⁻ and Na⁺ in the tissues of the different organs of mango plants with each rootstock

	Gomera-1		Gomera-3	
	Cl ⁻ (%)	Na ⁺ (%)	Cl ⁻ (%)	Na ⁺ (%)
LEAF				
Treatment				
A	0.16a	0.05a	0.23a	0.05a
B	0.56b	0.06a	0.70b	0.07a
C	1.05c	0.11b	1.35c	0.12b
D	1.19d	0.14c	1.64d	0.16b

classified as follows: plants without symptoms (WS), very mild chlorosis (VMC), partial mild chlorosis (PMC), mild chlorosis to burns on the margins and apices of the lower leaves (BMA), intense damage due to burning of all the foliage (BAF) and severe damage with leaf loss followed by plant death (SDD).

Table 5. Concentration of Cl⁻ and Na⁺ in leaves of the cv. Osteen grafted in rootstocks Gomera-1 or Gomera-3

Treatment	Cl ⁻ (%)	Na ⁺ (%)	Cl ⁻ (%)	Na ⁺ (%)
	Gomera-1		Gomera-3	
A	0.135a	0.046a	0.177a	0.048a
B	0.280ab	0.054b	0.311ab	0.053a
C	0.414bc	0.060bc	0.459bc	0.062b
D	0.529c	0.065c	0.579c	0.074c
ANOVA				
EC	*	*	*	*
MON	*	*	*	*
EC-MON	*	*	*	*

The means in the column followed by a same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at 5%. MON: sampling month. * Significance at 0.05.

ספי מליחות

Similarly, Emblenton and Jones (1966) reported that salinity problems in mango arise with electrical conductivity of the soil saturation extract higher than 1.4 dS m^{-1} , and Gazit (1970) in irrigation water with more than 200 mg l^{-1} , these limits were probably exceeded in our experiments with water types C and D.