

הערכת סיכונים ביישומי אפר מרחף בקרקע

רמי קרן

נבחנות 3 היפותזות עיקריות:

1. ריכוז היסודות ארסן קדמיום עופרת וכספית בתמיסת הקרקע שמקורו באפר הפחם שבבמס"א (בשיעור של 2 טון לדונם) נמוך באופן משמעותי מהתקן הישראלי למי שתייה

2. ריכוז היסודות במי התהום המשתחררים מאפר הפחם שמקורו בבמס"א (בשיעור של 2 טון לדונם) נמוך באופן משמעותי מהתקן הישראלי למי שתייה

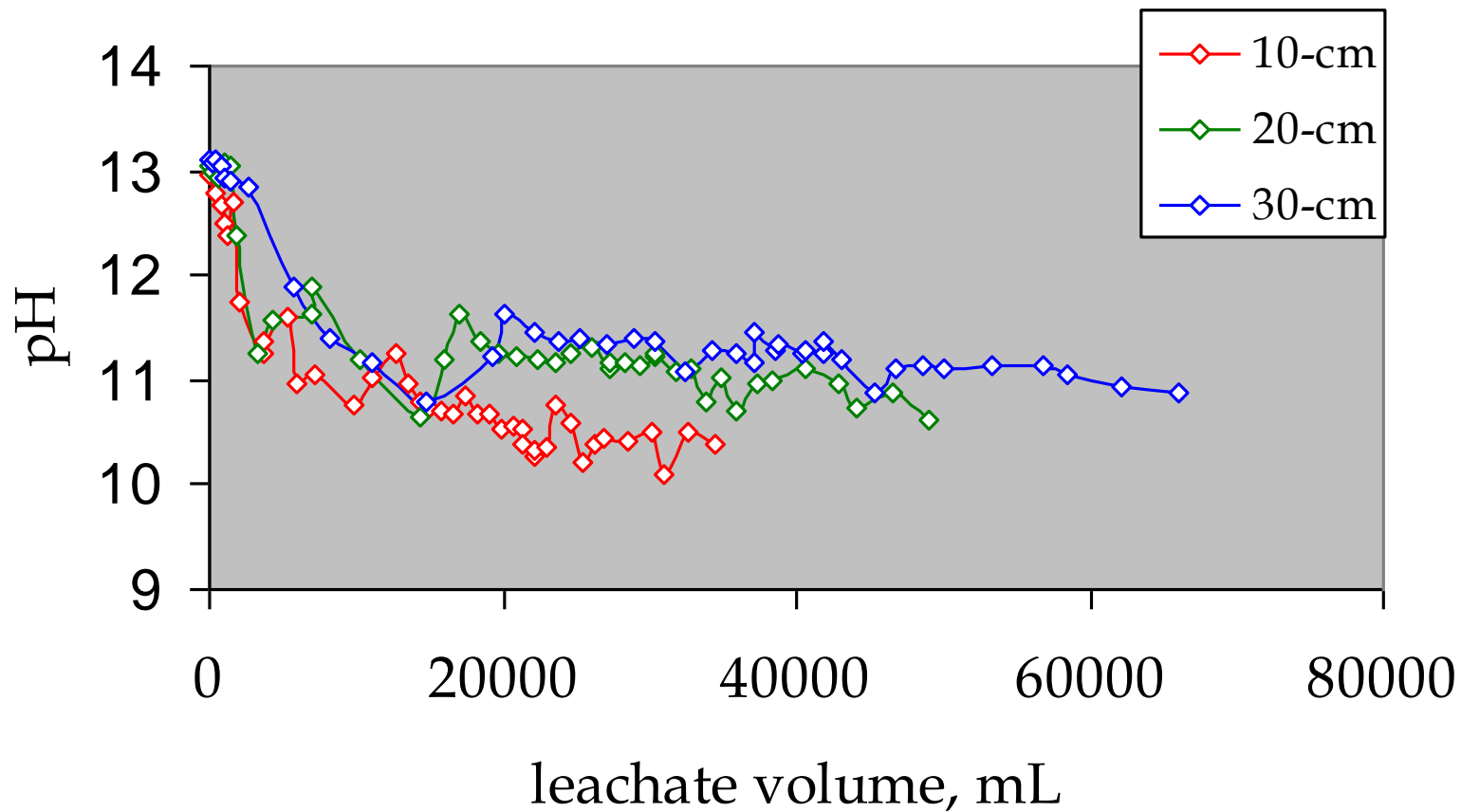
3. אפר פחם כמונוליט בתשתיות אינו גורם לזיהום מי תהום בגלל הפחיתה במוליכות ההידראולית של שכבת אפר הפחם

שינויים בהתמוססות יסודות שונים בהזדקנות אפר פחם
חשוף לאטמוספירה כתלות בזמן

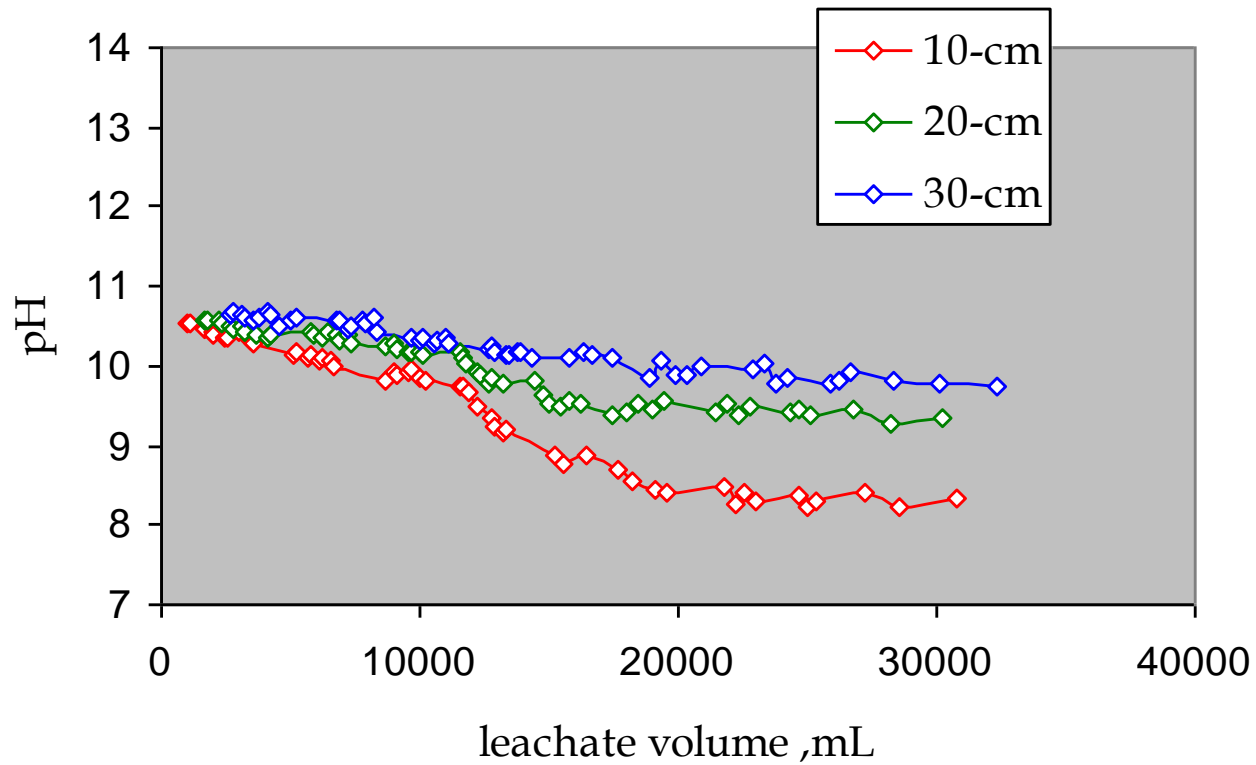
היפותזה:

הזדקנות אפר פחם מרחף חשוף לאטמוספירת
הקרקע גורמת לשינויים בהתמוססות יסודות
שונים מאפר הפחם לתמיסת הקרקע

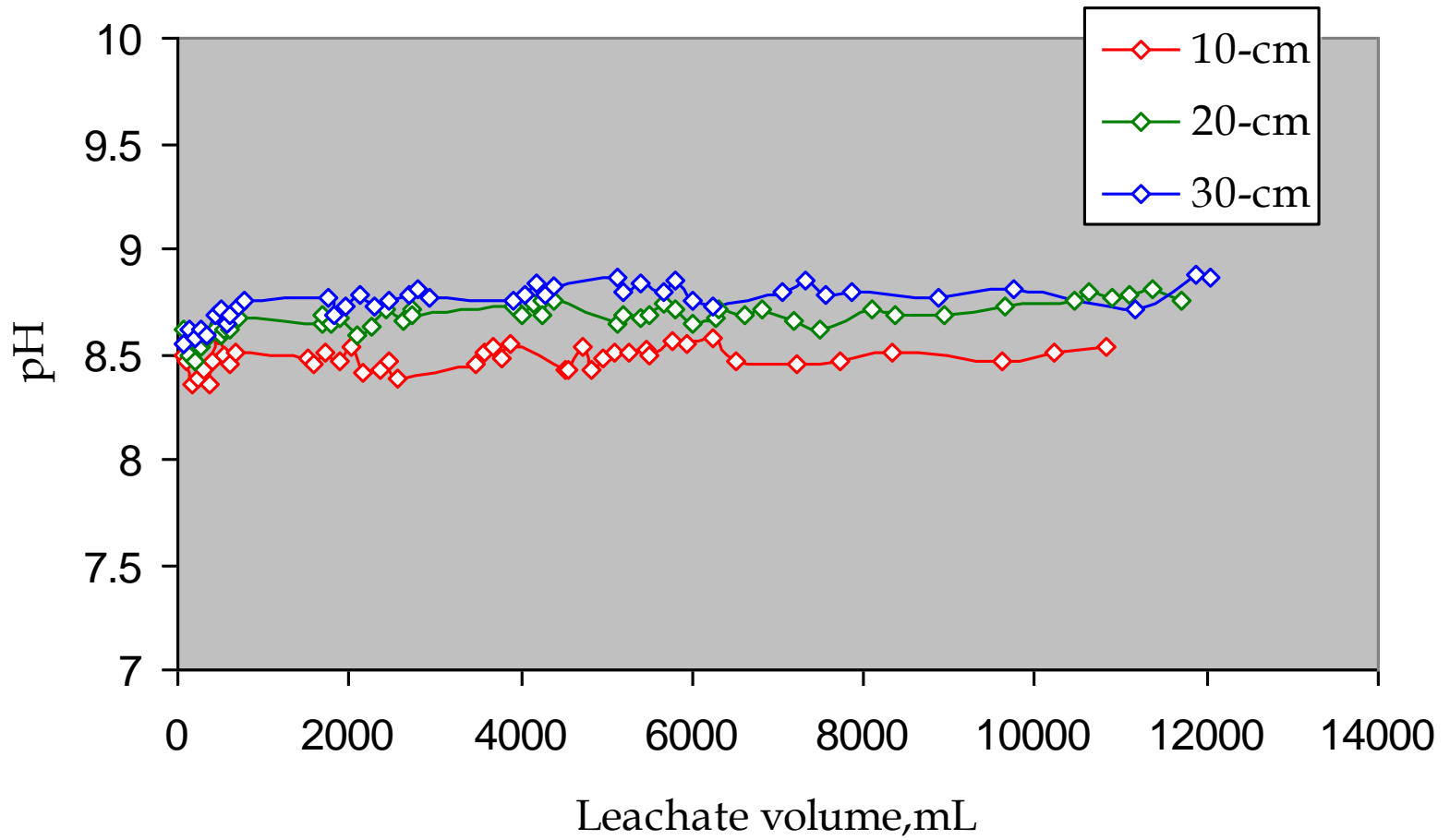
pH, t=0 months



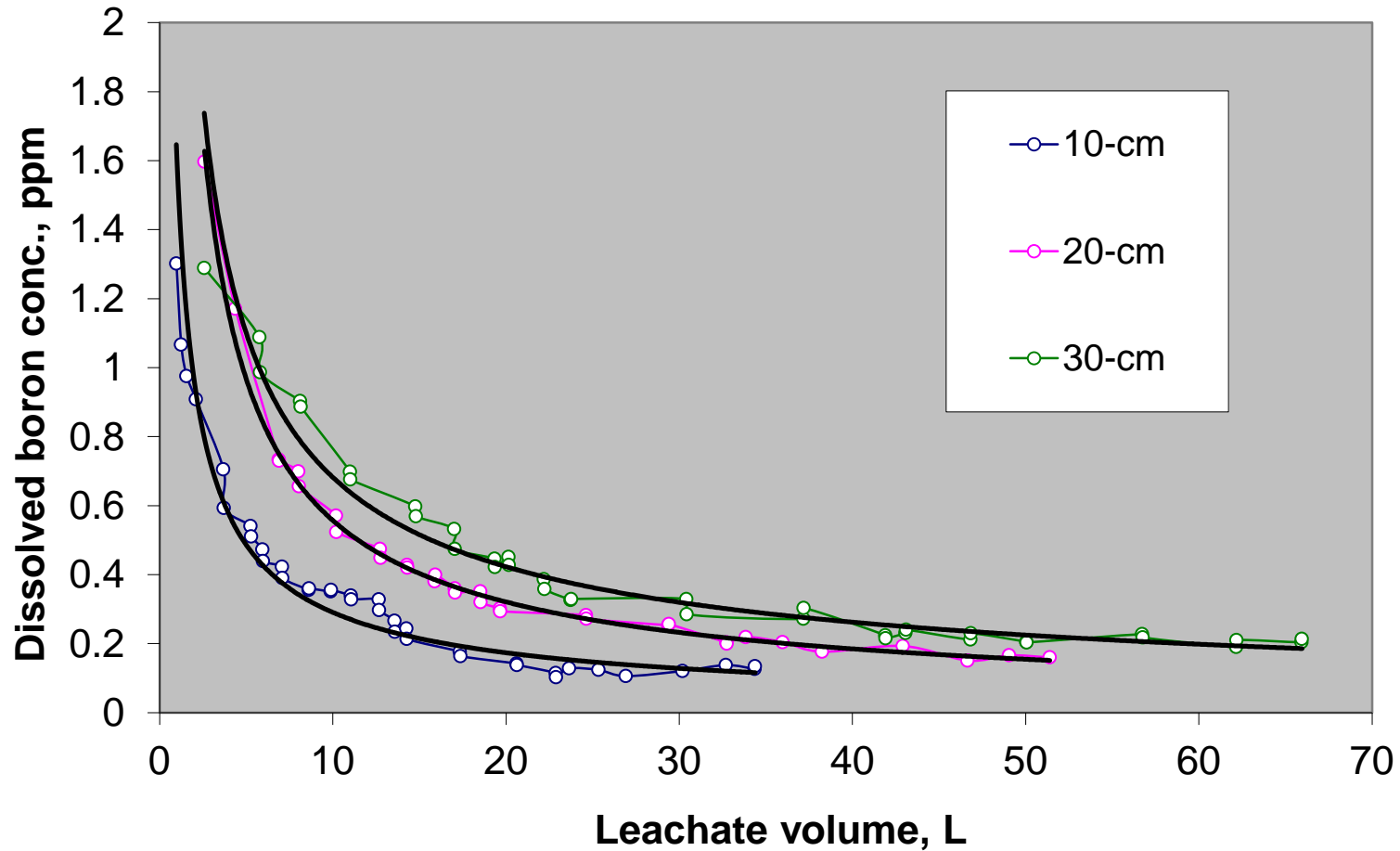
pH, t=3 months



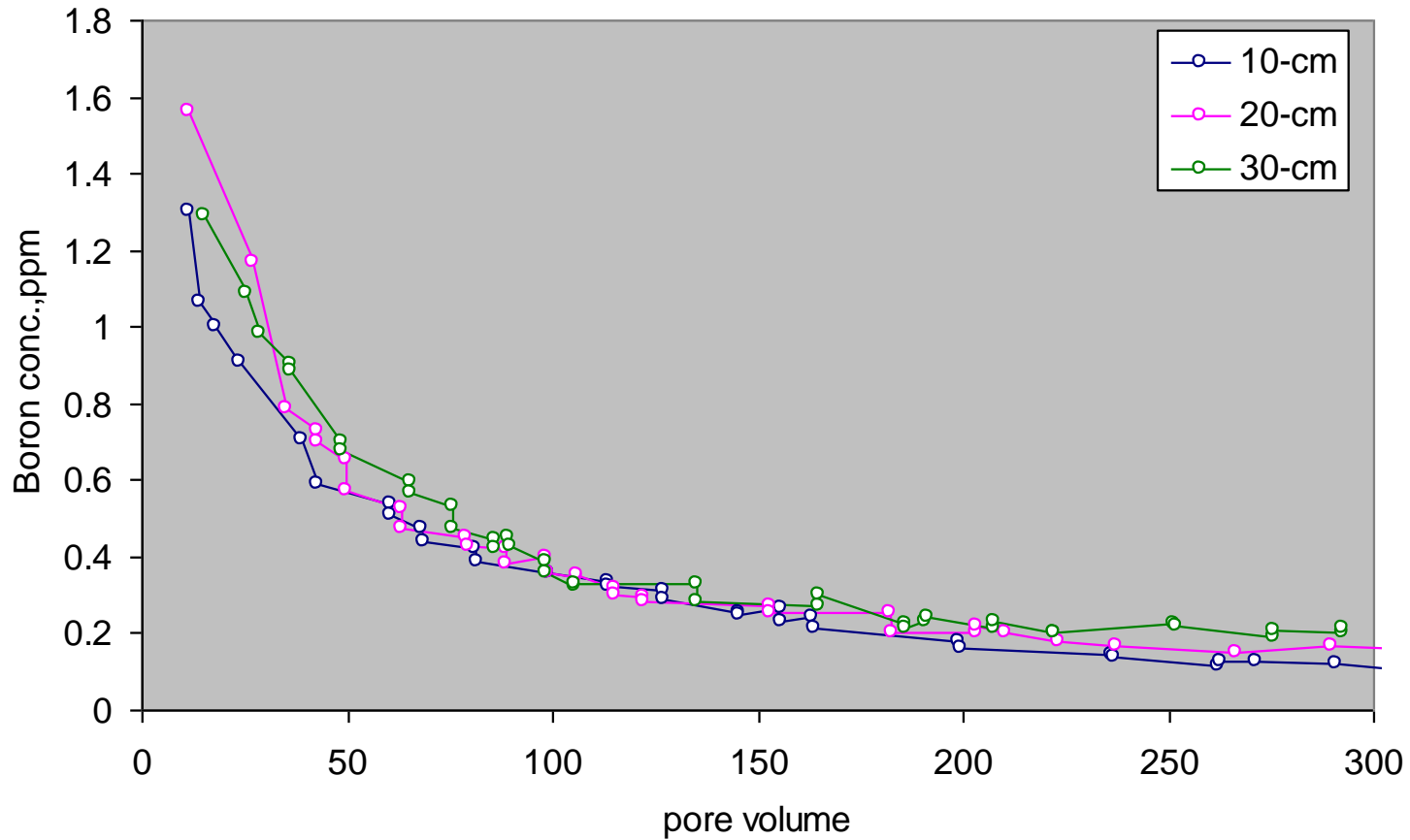
pH, t =12 months



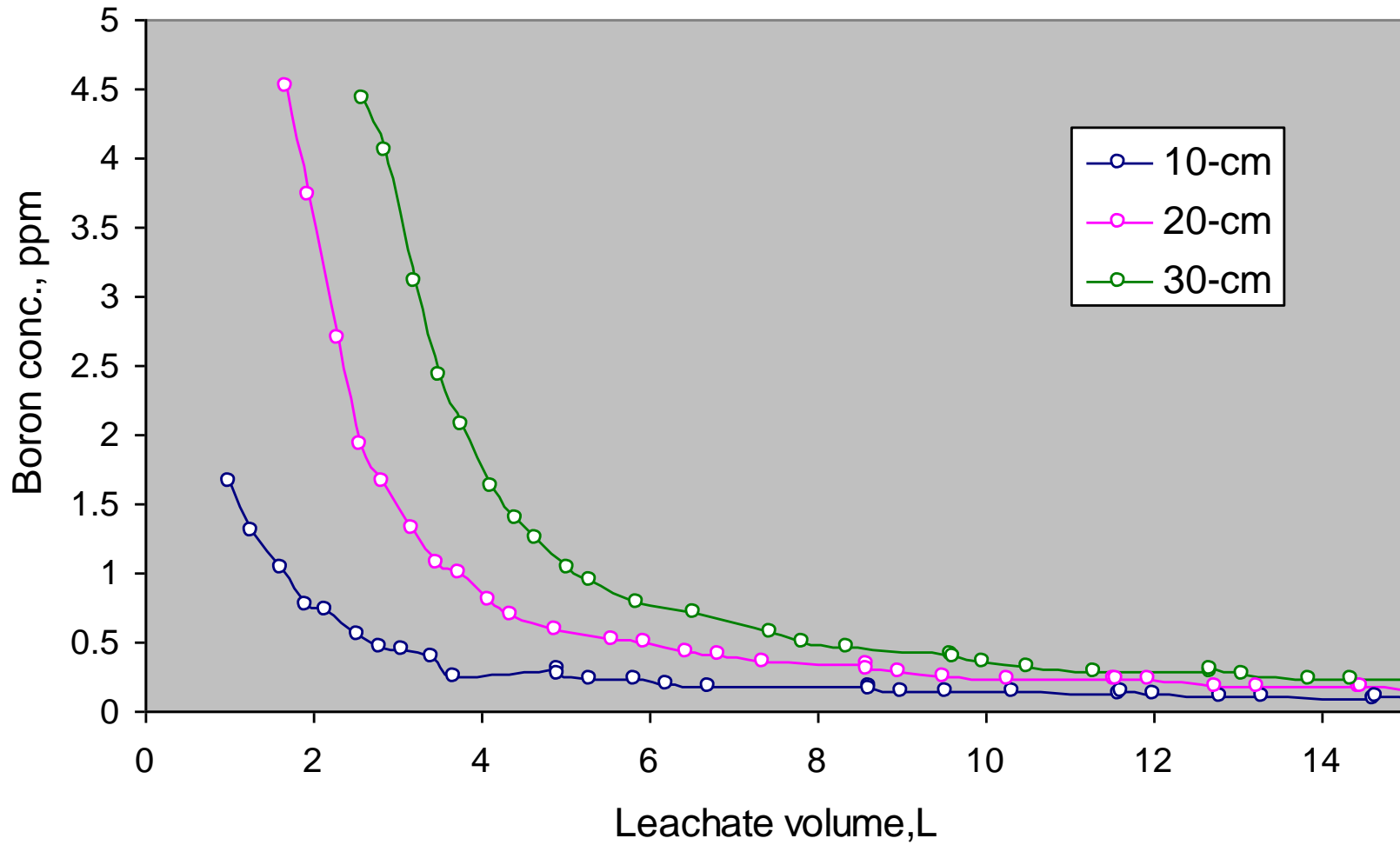
Boron concentration in leachate, t_0



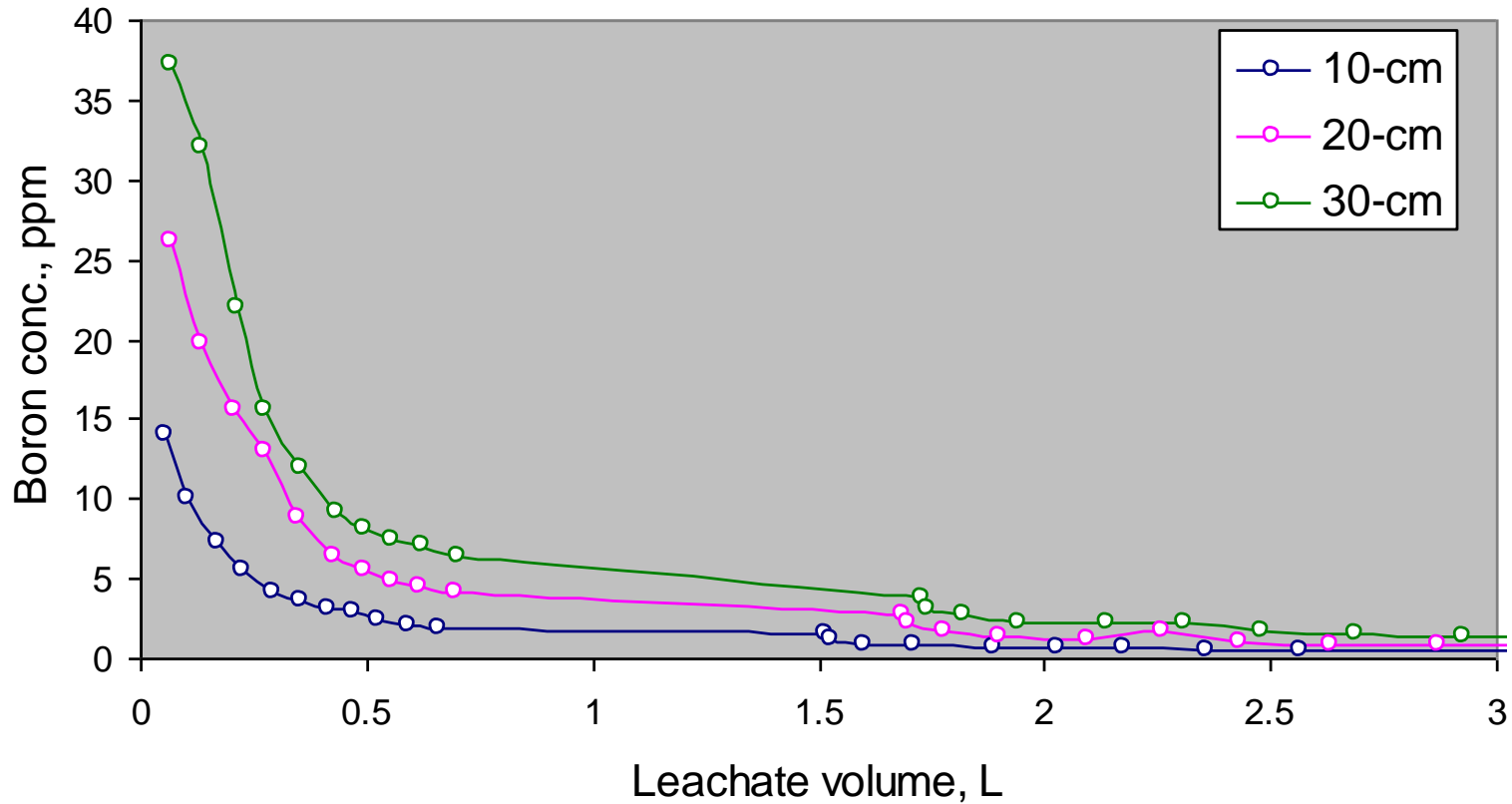
Boron concentration in leachate, t = 0 month



Boron concentration in leachate, t = 3 months



Boron concentration in leachate, t = 12 months



מודל לחישוב ריכוז הבורון בתמיסת הקרקע

$$Q_B = T \left\{ 1 + \frac{PR}{F(Q_T - Q_B)} [1 + K_{OH}(OH)] \right\}^{-1}$$

$$P = 1 + K_h * 10^{14} * (OH)$$

$$F = K_{HB} + K_B (P - 1)$$

הנחות מחמירות:

- העדר שטיפת בורון אל מתחת ל - 30 ס"מ
- התמוססות הבורון מאפר הפחם היא מיידיית

השפעה על הגידול

ריכוז הבורון בתמיסת קרקע חרסיתית ולס (בקיבול שדה) בשכבת קרקע של 30 ס"מ כתלות במקור הפחם וכמות אפר הפחם

ריכוז הבורון בתמיסת הקרקע – לעומק 30 ס"מ , מיליגרם לליטר						מקור הפחם
קרקע לס			קרקע חרסיתית			
20 טון אפר פחם לדונם	10 טון אפר פחם לדונם	2 טון אפר פחם לדונם	20 טון אפר פחם לדונם	10 טון אפר פחם לדונם	2 טון אפר פחם לדונם	
1.18	0.57	0.11	0.88	0.44	0.08	רוסיה
0.08	0.04	0.008	0.06	0.03	0.006	דרום אפריקה
1.61	0.76	0.15	1.18	0.58	0.11	קולומביה

בורון - סף הרעילות:

כותנה וסורגום – 6-10 מיליגרם לליטר

תירס - 2-4 מיליגרם לליטר

תפוז"א - 1-2 מיליגרם לליטר

חיטה - 0.75 – 1.0 מיליגרם לליטר

הדרים - 0.5 מיליגרם לליטר

השפעות בריאותיות:

ריכוזי היסודות ארסן, קדמיום, עופרת וכספית בתמיסת הקרקע מחושבים על בסיס ההנחות המחמירות הבאות:

• כל היסודות המסיסים מאפר הפחם עוברים לתמיסת הקרקע באופן מיידי

• לא מתקיימת ספיחה ושקיעה של היסודות המסיסים מאפר הפחם על מרכיבי הקרקע

• לא מתקיימת שטיפת היסודות אל מתחת לשכבת הקרקע העליונה של 20 ס"מ (השכבה בה מפוזרת הבמס"א

איכות תמיסת הקרקע

ריכוז היסוד בתמיסת הקרקע מאפר הפחם (בשיעור של 2 טון לדונם) בשכבת קרקע של 20 ס"מ, מיקרוגרם לליטר			היסוד מאפר הפחם
תקן ישראלי למי שתייה	קרקע לס	קרקע חרסיתית	
50	6.79 (15)	3.70 (27)	ארסן
5	0.49 (20)	0.27 (37)	קדמיום
10	0.52 (38)	0.29 (69)	עופרת
1	0.01 (200)	0.01 (200)	כספית

הערכים ללא סוגרים - ריכוז היסוד בתמיסת הקרקע בשכבת 20 ס"מ העליונה שמקורם בבמס"א בשיעור 2 טון לדונם הערכים בסוגרים - כמות האפר לדונם להשגת ריכוז היסוד השווה לתקן הישראלי למי שתייה

מי תהום

ההנחות הנתונות להלן מתארות מצב מחמיר שאינו קיים בטבע. בטבע חל פיזור היסוד בקרקע במהלך תנועתו לכיוון מי תהום משתי סיבות: 1. אינטראקציה (ספיחה ושחרור) של היסוד עם החרסית ומרכיבי הקרקע האחרים ו-2. פתלתלות הדרך.

ככל שתכולת החרסית בקרקע גבוהה יותר כך גם גדלה דרגת הפיזור. חשוב לציין שהריכוזים המתקבלים במי התהום הם הגבוהים ביותר הניתנים להשגה בגלל ההנחות המחמירות ובגלל השימוש בריכוז היסוד המרבי שהתקבל במבחני ההתמוססות בין השנים 2007-2012.

להלן ההנחות בבסיס החישובים:

- כמות הבמס"א המפוזרת השטח תקלאי היא 5 טון לדונם. תכולת אפר הפחם בבמס"א היא 40% על בסיס משקל יבש.
- תכולת היסוד המסיס באפר הפחם נלקחה מתוצאות מבחני התמוססות במים ביחס 1:10 (מים מזוקקים:אפר פחם יבש על בסיס משקלי).
- הערך שנלקח לחישוב הוא הערך המירבי שהתקבל במבחני ההתמוססות

• כל תכולת היסוד המסיסה במים מתמוססת באופן מידי (עוברת מהפאזה המוצקה של אפר הפחם המרחף לפאזה הנוזלית בקרקע).

• היסוד נע בקרקע לאורך מימד Z (ציר אנכי) לכיוון מי תהום בזרימת בוכנה כאשר ריכוז היסוד בנפח הנוזל הנע הוא אחיד. הנפח הנע זניח ביחס לנפח מי תהום לאותו שטח.

• היסוד אינו מגיב עם מרכיבי הקרקע ופתלתלות המדיום המוליך אינה גורמת לפיזור היסוד.

• כל כמות היסוד בנפח המים הנע לכיוון מי תהום מגיע למי תהום בצורה מרוכזת ונימהל באופן אחיד במי תהום באופן אחיד לכל עומק האקויפר ללא התפשטות בצירים X ו- Y .

• נפח המים באקויפר נע במהלך השנה כך שהיסוד המגיע למי התהום מאפר הפחם המרחף המוסף בשנה העוקבת מתערבב עם גוף מים באקויפר שאינו מכיל את היסוד המתמוסס מהשנה הקודמת.

• הנקבובית הנפחית באקויפר היא 25%.

ריכוז היסודות במי תהום (אקויפר החוף) - 2 טון אפר פחם לדונם

ריכוז היסוד במי תהום, מיקרוגרם לליטר				מקור הפחם
כספית	עופרת	קדמיום	ארסן	
3×10^{-4}	0.07	0.009	0.7 71 שנה	רוסיה
3×10^{-5}	0.01	0.001	0.005	דרום אפריקה
3×10^{-5}	0.006	0.004	0.02	קולומביה
1	10	5	50	תקן ישראלי למי שתיה

ריכוז היסוד במי תהום (אקויפר החוף) - 2 טון אפר פחם לדונם , מיקרוגרם לליטר						מקור הפחם
בורן	ונדיום	סלן	מנגן	מוליבדן	כרום	
35.1	3.4	0.6	0.01	4.2	0.9	רוסיה
1.0	0.05	0.05	4×10^{-3}	0.4	0.6	דרום אפריקה
14.3	0.6	1.7	4×10^{-3}	2.5	0.7	קולומביה
-	-	10	200	70	50	תקן מי שתייה ישראלי

HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF FLY ASH MONOLITH IN ROAD INFRASTRUCTURE



Fly ash in roadbed

Infiltration rate as a function of time

Year	Infiltration rate mm/h	STDEV
2005	21.6	5.2
2006	11.8	3.6
2007	7.0	2.4

THANK YOU

