אפיון קצב התאדות מים
מקרקע מזוהמת בנפט בשמורת עברונה

אנג'ל זוסמן ומיה איל

בהנחיית פרופ' אורי שביט ופרופ' אבי שביב

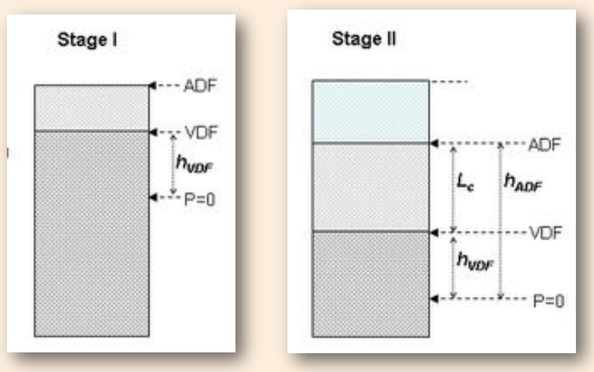
מוטיבציה

דליפת הנפט בשמורת עברונה גרמה לזיהום קרקע חסר תקדים בו נפט חלחל אל שכבות הקרקע, ציפה את החלקיקים וגרם לשינוי בתכונות הקרקע.

הטמפרטורה הגבוהה והלחות היחסית בדרום הערבה גורמים לקצבי התאדות גבוהים ומהווים אתגר בפיתוח שיטות ביולוגיות לטיפול בקרקע. תהליך התאדות נבחן בעבודה זו תוך השוואה בין קרקעות מזוהמות שהפכו הידרופוביות לקרקעות שלא זוהמו.

מודל האידוי הדו-שלבי

תהליך האידוי של מים מקרקע רוויה ניתן לתיאור על ידי מודל האידוי הדו-שלבי. בשלב הראשון ההתאדות מתרחשת מפני הקרקע הודות לעליה קפילרית, והיא מתאפיינת בקצב מהיר וקבוע בזמן. בשלב השני ההתאדות מתרחשת בעומק הקרקע והמים נעים כאדים לפני הקרקע. חלה האטה משמעותית בקצב ההתאדות ונפח האידוי משתנה כתלות בשורש הזמן.

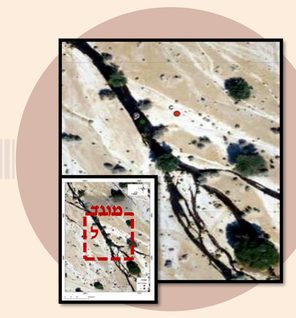


תיאור גרפי של המודל הדו-שלבי והמעבר בין השלבים. בשלב הראשון מתחילה חזית ההרטבה הגלויה (VDF) לרדת מפני השטח לעומק הקרקע, כאשר המרחק מחזית ההרטבה בפועל (ADF) גדל עד לנקודת המעבר בין השלבים. החל מנקודה זו המרחק בין החזיתות קבוע ומוגדר על ידי האורך האופייני (L_C). בשלב השני של המודל חזית ההרטבה בפועל (ADF) מתחילה לרדת מפני השטח לעומק הקרקע (Bardin, 2011).

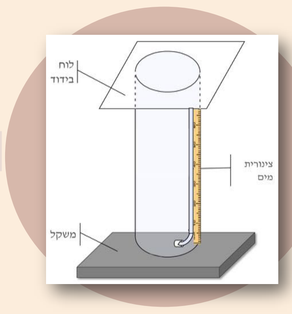
מערכת הניסוי

תוכנית הניסוי כללה ארבעה שלבים עיקריים:

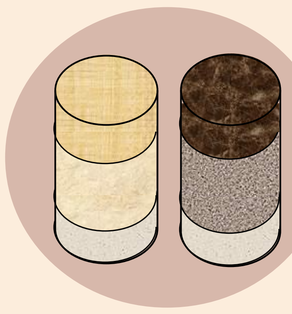
1. **שלב הדיגום** – בו נלקחו דגימות מקרקע מזוהמת ונקייה משמורת עברונה.
2. **שלב הקמת המערכת** – בו נבנו העמודות, הוקמה מערכת הניסוי והוגדרו תנאי הסביבה.
3. **שלב הניסוי הרציף** – בו נמדדו משתנים בתלות בזמן – מסת אידוי המים וגובה פני המים בצינורית.
4. **שלב פירוק העמודות** – בו נמדדו משתנים בתלות בעומק - צפיפות גושית, פירוס מליחות, טמפרטורות ותכולת רטיבות לאורך העמודה.



דיגום בשמורה



הקמת המערכת



אריזה תוך שמירה על שיכוב הקרקע

שלב הניסוי

ניסויים לאחר פירוק המערכת

תוצאות

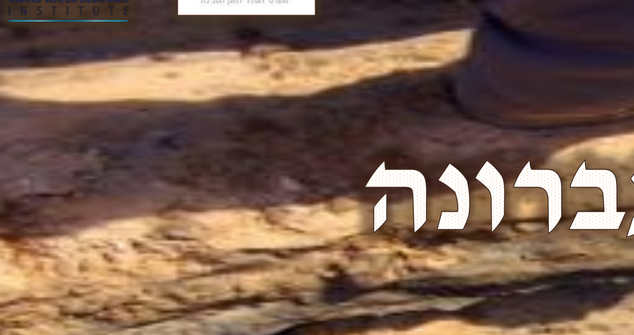
תוצאות תלויות זמן

התגלה כי קיימת התאמה למודל האידוי הדו-שלבי בכל הקרקעות. בשלב הראשון נצפתה התנהגות לינארית בזמן, וקצב האידוי היה גבוה. בשלב השני חלה האטה משמעותית בקצב, וההתאדות השתנתה לפי שורש הזמן.

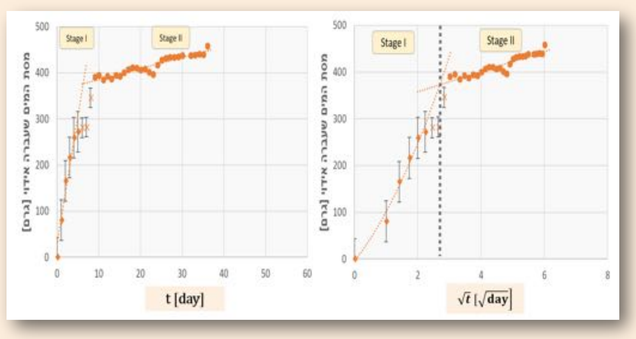
התגלה כי בשלב ההתאדות הראשון, קצב ההתאדות בקרקע המזוהמת, גבוה יותר מקצב ההתאדות בקרקע הנקייה. ניכר כי הבדלי הטמפרטורה בפני השטח הינם בעלי השפעה בשלב האידוי הראשון.

מנגד, בשלב ההתאדות השני חל שינוי משמעותי בקצב האידוי של הקרקעות המזוהמות. בשלב זה קצבי האידוי מהקרקע הנקייה גבוהים יותר בעוד ההבדל בין הקרקעות המזוהמות ב-60 ו30 מעלות הצטמצם.

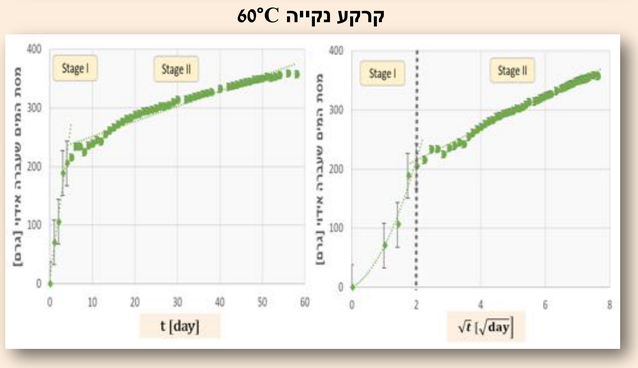
קרקע מזוהמת 30°C



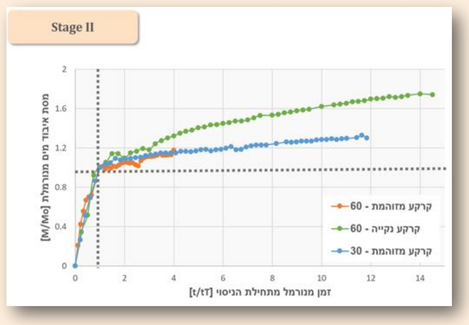
קרקע מזוהמת 60°C



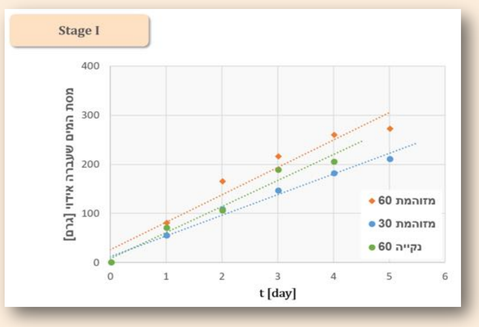
קרקע נקייה 60°C



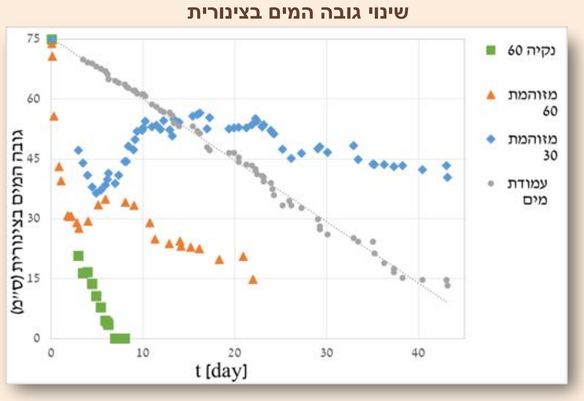
האידוי בשלב השני
(מנורמל לפי נקודת המעבר בין השלבים)



האידוי המצטבר בשלב הראשון



שינוי גובה המים בצינורית



צינוריות המים נועדו למעקב אחר גובה המשטח הפריאטי. בעוד שהקרקע הנקייה הציגה ירידה במפלס המים לאורך כל הניסוי, בקרקע המזוהמת נצפתה עלייה בלתי צפויה של המפלס. משמעות התצפית היא שמים זרמו מהעמודה אל הצינורית כתוצאה משינוי שהתרחש תוך כדי תהליך ההתאדות.

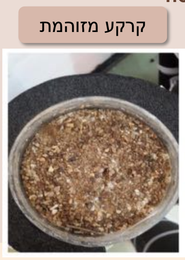
תוצאות תלויות עומק

בבחינת הפרופילים האנכיים של הטמפרטורה, המליחות ותכולת הרטיבות ההבדלים המשמעותיים בין הקרקע הנקייה והמזוהמת מתבטאים בטמפרטורת פני השטח גבוהה יותר בקרקע המזוהמת, בגלל צבעה הכהה יותר, והמליחות הגבוהה שנצפתה בפני השטח של הקרקע הנקייה.

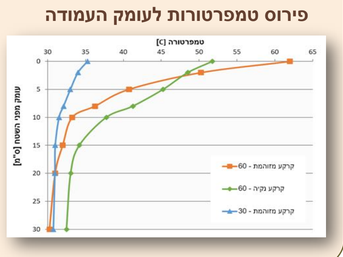
פני השטח

קרקע נקייה

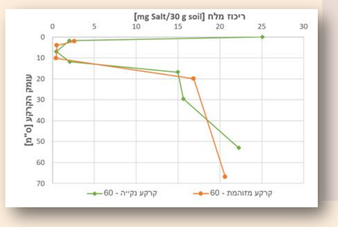
קרקע מזוהמת



פירוס טמפרטורות לעומק העמודה



פירוס המליחות



תודה מיוחדת לאנשים שתרמו וסייעו בשלבי הפרויקט:

פרופסור אורי שביט, פרופסור אבי שביב, אריאל ווינשטוק, מרדכי עמיר, מלכה (מליק) כוכבי, אסי, רן, מומי ועידן, חברי מעל"ה

מאי 2016