

## בחירת שיטות למעקב אחר פירוק מיקרוביאלי של נפט בקרקע מזוהמת

יעל זבולונב ועומר לוי

בהנחיית פרופ' סימה ירון ופרופ' אורי שביט

בתהליך פירוק ביולוגי של נפט בקרקע מזוהמת, קצב הפירוק נקבע על ידי חיידקים מפרקי נפט. קצב זה הינו נתון יסודי וחשוב עבור מודל הטיפול בקרקעות עברונה ויש לעקוב אחריו בשיטות שונות. מציאת שיטות מעקב מתאימות הכרחית לצורך קביעת יעילות הפירוק בניסויים עתידיים שמטרתם לבחון מה הם התנאים האידיאליים הדרושים לשם טיפול ביולוגי בקרקע.

מטרת המחקר הינה איתור של שיטה נוחה ומהירה שתשמש למעקב אחר פירוק נפט, באופן ישיר ועקיף, דרך בחינה והתאמה של שיטות מוכרות ו/או פיתוח של שיטות חדשות. מעקב ישיר אחר פירוק הנפט מאפשר הערכה של כמות הנפט שפורקה ואילו מעקב עקיף מאפיין את פירוק הנפט באמצעות בדיקה של הפעילות המיקרוביאלית. על שיטות המעקב להיות מהירות, בעלות פרוטוקול מתאים לסביבה קרקעית, מדויקות ככל שניתן וזאת תוך שימוש במכשור קיים ובעלות נמוכה.

קרקעות השמורה ששימשו לבחינת השיטות השונות עברו ניפוי ידני גס וטולטלו ב- 37°C עם מים/תמיסת דשן ביחס משקלי זהה, כאשר מקור הפחמן היחיד הינו הנפט עצמו.

בין השיטות העקיפות שעקבו אחר גידול החיידקים ופעילותם נכללו הערכת כמות ה-DNA והערכת פעילות אנזימטית ספציפית לפירוק נפט (של האנזימים Esterases ו-Dehydrogenases). שיטות אלו נמצאו לא מתאימות מסיבות שונות, ביניהן מגבלות שנובעות מהתכונות של הסביבה הקרקעית, משך הבדיקה הארוך וטווח שגיאות רחב. לעומתן, שיטת Bradford להערכת כמות חלבונים בדוגמא על ידי ריאגנט כרומוגני נמצאה מתאימה ביותר. השיטה מהירה ומאפשרת בדיקה של מספר דגימות במקביל. עם זאת, תוצאותיה מעידות על גידול מיקרוביאלי בלבד ולא על מדד ספציפי לפירוק של נפט. השיטה הישירה שנבחנה כללה מיצוי חומר אורגני מהקרקע בהקסאן והערכת השינוי בו לאורך זמן על ידי שקילה. פרוטוקול הבדיקה ארוך, אינו בטיחותי, וטווחי השגיאה שהתקבלו לא אפשרו מדידות בפרקי זמן קצרים.

לאור התוצאות שהתקבלו במחקרים אחרים שבוצעו במסגרת הפרויקט הוחלט לבחון שיטה לפיה כמות זיהום הנפט תאופיין באמצעות מדידה של זווית המגע שיוצרת טיפת מים על פני משטח של קרקע.

לצורך בניה של עקום כיול נמדדו כמות הנפט וזווית המגע של תערובות שונות של קרקע נקייה וקרקע מזוהמת. כמות הנפט נמדדה בבדיקת TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) חיצונית וזווית המגע נמדדה על ידי מכשיר Drop Shape Analyzer. עקום הכיוול שהתקבל מצביע על עליה בזווית המגע עם עליה ברמת ה-TPH והתייצבות אסימפטוטית ברמות הזיהום הגבוהות (כשזווית המגע היתה גבוהה מ- 120°). תוצאות אלה מעידות על היתכנות השימוש בזווית המגע כשיטה אלטרנטיבית להערכת קצב פירוק הנפט בקרקעות עברונה.

מדידת זווית המגע של הקרקע אפשרית גם בתנאי שטח, ללא צורך בצידוד מורכב, להוציא מצלמה ומחשב נייד, ומספקת תוצאות בזמן קצר. באם תיושם השיטה ניתן יהיה להעריך את קצב פירוק הנפט באופן מהיר, זמין וזול. חשוב לציין עם זאת, כי יש לכייל את השיטה עבור סוגי קרקע שונים ומדידה באמצעותה יעילה עד לדרגת זיהום מסוימת, שמעבר לה זווית המגע אינה משתנה באופן משמעותי.