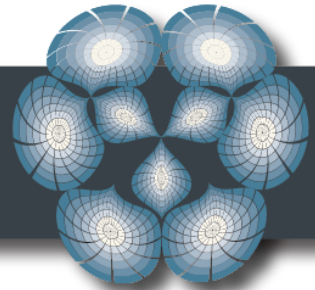


# הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

\* ועידה מקוונת



## שאריות של מזהמים אורגנים בתוצרת חקלאית מושקית קולחים בישראל - עדויות חדשות

אביתר בן מרדכי, חורחה טרצ'יצקי, בני חפץ  
האוניברסיטה העברית בירושלים

מייל לתכתובות: [evyatar.mordechay@mail.huji.ac.il](mailto:evyatar.mordechay@mail.huji.ac.il)

השקיה במים מושבים הינו נוהג מקובל בחקלאות שצפויה לגדול עקב תקופות בצורת מתארכות, ודלדול מקורות מים שפירים. כיום כחצי מסך המים המשמשים להשקיה בישראל הינם קולחים וצפוי שעד 2030 הקולחים יהיו כ-60% מכלל ההשקיה במגזר החקלאי. השקיה בקולחים חושפת את הסביבה החקלאית למגוון רחב של מזהמים שלא הורחקו במלואם במתקן הטיפול בשפכים, בכללם חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח אישיים, מעכבי קורוזיה ועוד. מרגע הגעתם לסביבה החקלאית, יכולים חומרים אלה לעבור מספר תהליכים, כאשר החשוב ביניהם הוא קליטה על ידי צמחים ועקב כך חדירה לשרשרת המזון. רוב המידע בנושא מקורו כיום במחקרים שנעשו בסביבות מבוקרות. אולם, על מנת לקבל מידע לגבי נוכחות חומרים אלה בתוצרת מושקית נדרש מחקר שייבחן את הנושא בתנאי שדה בחלקות מסחריות.

במחקר הנוכחי נבחנו השכיחויות והריכוזים של 54 חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח אישיים בתוצרת חקלאית הכוללת גידולי פרי (אבוקדו, בננה, הדורים ועגבנייה), שורש (גזר), עלים, ופקעת (תפוז"א) שנאספו מכ-450 שדות מושקים בקולחים ברחבי ישראל. הנתונים שהתקבלו מצביעים על כך שפרט למספר דוגמאות תפוז"א, כל דוגמאות הצמח שנבחנו (>99%) הכילו חומרים רפואיים ואו מוצרי טיפוח אישיים. נמצא כי הנוכחות והריכוז הכי גבוהה של החומרים התגלה בגידולי עלים (20 חומרים; 0-2,470 ננוגרם\גר), והנמוך ביותר בגידולי פרי ופקעת (6-9 חומרים; 0-161 ננוגרם\גר). החומרים שהתגלו בנוכחות הגבוהה ביותר בתוצרת החקלאית הינם carbamazepine, lamotrigine (תרופות אנטי-אפילפטיות) ו-venlafaxine (תרופה נוגדת דיכאון): בדוגמאות עלים (99, 90, ו-95%, בהתאמה), גזר (21, 12, ו-47%), עגבנייה (79, 0, ו-21%), הדורים (100, 98, ו-17%), בננה (98, 0, ו-7%) אבוקדו (99, 0, ו-37%) ותפוז"א (53, 14, ו-0%). עוד נמצא כי למקור מי ההשקיה השפעה ישירה על ריכוז הנקלט בצמח, כאשר הריכוז הנמוך ביותר נמצא בתוצרת חקלאית שהושקתה במים שמקורם במכון שפכי גוש דן (שפד"ן) ועברו טיפול החדרה (SAT).

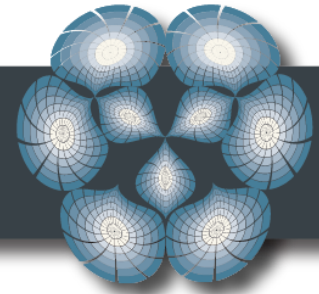
### תרומת המחקר:

במחקר נבחנה הנוכחות והריכוז של חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח אישיים בדוגמאות מי השקיה, קרקעות ותוצרת חקלאית מושקית קולחים בישראל. בחינת תוצאות המים, הקרקע, והצמח הראתה כי פרט למספר דוגמאות תפוז"א, בכל הדוגמאות נמצאו שאריות של חלק ממזהמים אורגנים אלה. נתוני המחקר יכולים לסייע להערכת סיכונים ובהתאם לכך ובמידת הצורך בקביעת תקנות עתידיות הנוגעות לערכי סף של חומרים אלה במי השקיה ואו צמחים בישראל.

# הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

\* ועידה מקוונת



## שיקום קרקעות מזוהמות באמצעות צמחים אוגרי מתכות כבדות: שיטת ייעול חדשה

אייל גרוסמן<sup>1</sup>, מיכל גרונטמן<sup>1</sup>, אור קרסין<sup>2</sup>

1. אוניברסיטת תל אביב
2. האוניברסיטה הפתוחה

מייל לתכתובות: [eyalsun1@gmail.com](mailto:eyalsun1@gmail.com)

זיהום קרקע במתכות כבדות הינו בעיה גלובאלית המהווה איום על בריאות האדם והמערכות האקולוגיות. טכנולוגיות שיקום הקרקע השכיחות נשענות ברובן על טיפולים פיזיקליים וכימיים ומאופיינות בחסרונות משמעותיים כגון עלויות גבוהות ונזקים עקיפים לסביבה. אלטרנטיבה בת קיימא לטכנולוגיות אלו היא שיטת הפיטורמידיאציה (phytoremediation), המשתמשת ביכולתם של מיני צמחים מסוימים לאגור כמויות גדולות של מתכות כבדות באופן טבעי. פיטורמידיאציה היא שיטה זולה וידידותית לסביבה, שמתאימה לטיפול במגוון מתכות ובאזורים בהם היקף הזיהום רחב. אולם, מאחר והשיטה מבוססת צמחים, האתגר העיקרי המונע את אימוצה הנרחב על ידי בעלי עניין הינו הזמן הנדרש לשיקום. מחקרים רבים ניסו להתגבר על אתגר זה, אולם מחקרים אלו טרם לקחו בחשבון את הסיבות האקולוגיות לאגירת מתכות כבדות בצמחים.

כיום, ההשערה הרווחת לאגירת מתכות כבדות בצמחים היא הגנה מפני הרביבורים (אוכלי צמחים). לכן, מטרת מחקר זה הייתה לבחון את ההשערה שבאמצעות הדמית הרביבוריה על ידי ריסוס עלויות של ההורמון הצמחי חומצה יסמונית (JA), המפעיל מנגנוני הגנה בצמחים מפני הרביבורים, ניתן להגביר את קליטת המתכות.

הניסוי ארך כשישה שבועות בתנאים מבוקרים ובחן את השפעת JA על חמנית מצויה (Helianthus annuus) שגודלה בקרקע מאולחת בקדמיום (Cd), בשני ריכוזים שונים (מעל ומתחת לערכי הסף המותרים בישראל).

תוצאות הניסוי מראות שיישום JA הביא לעלייה בכמות ה-Cd שנאגרה בעלי החמניות, ביחס לקבוצת הביקורת, ובייחוד כאשר הן גדלו בקרקע עם ריכוז Cd גבוה. כמו כן, התפתחות החמניות לא הושפעה מטיפול JA או מזיהום הקרקע. תוצאות אלה תומכות בהשערה שהדמית הרביבוריה, באמצעות JA, מגבירה אגירת מתכות בצמחים ומצביעות לראשונה על כך ששימוש ב-JA, שהוא הורמון טבעי, יכול לזרז את תהליך הפיטורמידיאציה באופן שאינו מסכן את הסביבה.

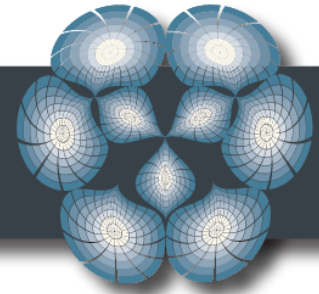
### תרומת המחקר:

פיטורמידיאציה הינה שיטה בת קיימא לניקוי קרקעות מזוהמות עם פוטנציאל להתמודד עם מגוון אתגרים סביבתיים כגון זיהום קרקעות, הפחתת גזי חממה, אובדן מגוון ביולוגי ועוד. אולם, האתגר העיקרי המונע את אימוצה הנרחב על ידי בעלי עניין הינו הזמן הנדרש לשיקום. מחקר זה מצא כי ניתן ליעיל את שיטת הפיטורמידיאציה בדרך פשוטה וידידותית לסביבה ובכך לעודד את אימוצה במדיניות לשיקום קרקעות בר קיימא.

# הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

\* ועידה מקוונת



## פיתוח מערכת לאיתור נקודות חמות של זבוב הפירות הים תיכוני בחלקות תפוחים והדברה מדויקת בהן

אמבר היל<sup>1</sup>, ליאור בלנק<sup>2</sup>, ליאורה שאלתיאל-הרפז<sup>1</sup>, יפית כהן<sup>2</sup>, זאב שמילוביץ<sup>2</sup>, מוופק אבדאח<sup>2</sup>, מרים זילברשטיין<sup>3</sup>, סמדר אידלין-הררי<sup>4</sup>

1. המכללה האקדמית תל חי
2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)
3. מרכזי מו"פ משרד החקלאות
4. אוניברסיטת תל אביב

מייל לתכתובות: [bamerbright@gmail.com](mailto:bamerbright@gmail.com)

רקע: זבוב הפירות הים תיכוני (זפי"ת) מהווה מזיק עיקרי הגורם לנטל כלכלי גדול ופגיעה בפירות ובגידולים ברחבי העולם, בעיקר באזור הים התיכון. במטעי נשירים פיקוח על אוכלוסיית הזפי"ת הוא תהליך אינטנסיבי ויקר. לצד זאת, נאסר השימוש בחומרי הדברה פוספטים עקב הנזק לצמחים ובתי הגידול שמסביב. על מנת לייעל את פרקטיקת ניטור השדה של זפי"ת האינטנסיבית בזמן ומאמץ הקיימת כיום, ולקדם יישומי הדברה ממוקדים מרחבית, יש צורך במיקום מדויק יותר של מלכודות בתוך המטע על ידי התחשבות בדפוסי ההפצה המרחביים ההטרוגניים של זפי"ת בתחומי המטע. בכדי לצמצם את השימוש בחומרי הדברה כימיים קונבנציונליים, מחקר זה מציע חלופה של מערכות ניהול הדברה משולבות.

מטרת המחקר: פיתוח מערכת ניהול הדברה משולבת לאיתור נקודות חמות של זפי"ת בחלקות תפוחים לטובת העלאת כמות ואיכות היבול וצמצום השימוש בחומרי הדברה כימיים קונבנציונליים.

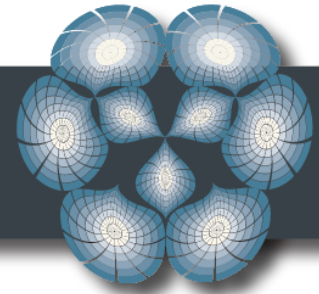
שיטות: פותחו מערכות ניהול הדברה משולבות הנעזרות באמצעים של חישה מרחוק ומקורב ובטכנולוגיות של זיהוי נדיפים על מנת לזהות נקודות חמות, דהיינו אזורים בהם ישנו סיכוי רב יותר להימצאות זפי"ת. מערכות אלו מתחשבות בצפיפות החופה, בטמפרטורה, לחות, הנוטריינטים בפרי ובחתימה הספקטראלית של העצים.

תוצאות: אזורים ספציפיים שבהם המזיקים היו נפוצים יותר זוהו בהצלחה. כמו כן התגלו הבדלים בצפיפות החופה, בטמפרטורה, לחות, הרכב הנוטריינטים בפרי ובחתימה הספקטראלית של עצים שבהם נמצאו הזבובים. "נקודות חמות" (אזורים בהם ריכח הזפי"ת גבוה) התאפיינו במדד שטח עלים (LAI) גבוה יותר, טמפרטורות נמוכות יותר ולחות גבוהה יותר בהשוואה ל"נקודות קרות". בנוסף, לפירות ב"נקודות החמות" היו רמות חנקן גבוהות יותר, פרופיל נדיפות וחתימה ספקטראלית שונים.

דיון ומסקנות: התוצאות מראות שנראה שיש מיקרו אקלים באזור הנקודות החמות עם LAI ולחות גבוהים יותר ועם טמפרטורות נמוכות יותר שעשויות למשוך את הזבובים לאזורים אלה. תוצאות אלו קורלטיביות למדד ה-NDVI ורמות החנקן הגבוהים יותר שנמצאו בפרי. השינויים הללו בין נקודות חמות לקרות עשויים לאפשר איתור נקודות חמות בעתיד לפני הגעת וביסוס המזיקים והענקת טיפול מיטבי מבעוד מועד.

### תרומת המחקר:

תוצאות מחקר זה יכולות לסייע בזיהוי "נקודות חמות" במטעים ולספק כלי חשוב לחיזוי ובקרה יעילים של הופעת מזיקים, והדברה מדויקת יותר, תוך שימוש בטכנולוגיות אוטומטיות מתקדמות התורמות לחיסכון במשאבים וכוח אדם ולעלייה בתפוקות.



## יישום קומפ' בוצה העלה את יכולת הקרקע לספוח זרחה בקרקעות ישראל

יניב פרייברג<sup>1</sup>, שחר ברעם<sup>2</sup>, פנחס פיין<sup>2</sup>, מיכאיל בוריסוב<sup>2</sup>

1. האוניברסיטה העברית בירושלים
2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)

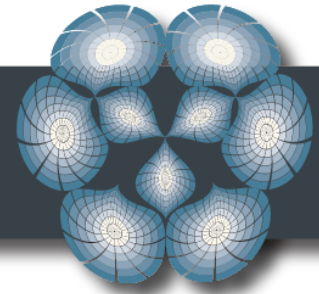
מייל לתכתובות: [yaniv.freiberg@mail.huji.ac.il](mailto:yaniv.freiberg@mail.huji.ac.il)

כמויות בוצות השפכים, הזבלים (בקר, עופות), החומר האורגני במדמנות והקומפוסטים שלהם (להלן, תוספים אורגניים), הולכות וגדלות מידי שנה. ניצול נכון ומקיף של התוספים האורגניים הנ"ל, כמקור ליסודות הזנה בכלל (כולל יסודות קורט) וכמקור לזרחן בפרט, יכול לשמש כתחליף בר קיימא לדשנים מינרליים, ובה בעת להקטין את ההוצאה הכוללת של החקלאי, לטייב את הקרקע, להגדיל את התוצרת החקלאית ועוד. אולם, יישום תוספים אורגניים עלול לשנות את זמינות הזרחן הכללית בקרקע, ובפרט את יכולת הקרקע לספוח זרחן ולהוביל לשטיפה של זרחן למקורות מים עליים. ואכן, מרבית העבודות בספרות מדווחות על ירידה ביכולת הקרקע לספוח זרחה (PO43- וצורותיו השונים) לאחר הוספת תוספים אורגניים. תופעה זו נובעת ממספר סיבות, ביניהן, השפעה על הפרמטרים הכימיים של הקרקע (כגון המוליכות החשמלית וה-pH) ותחרות על אתרי ספיחה בין הזרחה לחומצות אורגניות ומולקולות זרחן אורגני הקיימות בתוספים אורגניים. מטרת מחקר זה הייתה לאפיין את השפעת יישום בוצת שפכים ומרכיביה (מומסים ולא מומסים) על ספיחת זרחה בקרקעות סמי-ארידיות גיריות, כקרקעות ישראל.

במסגרת עבודה זו נבחנו יכולתן של שבע קרקעות בעלות מאפיינים כימיים ופיזיקאליים שונים לספוח זרחה (עפ"י פרמטרי לנגמיר) לפני, ואחרי הוספת קומפוסט בוצה או מיצוי חומר אורגני מומס (חא"מ) מתוך קומפוסט הבוצה. בכל הקרקעות יישום הבוצה העלה את קיבול הספיחה באופן מובהק, אך לא באותה הכמות. מנגד, יישום החא"מ העלה את קיבול הספיחה באופן מובהק רק בקרקעות אשר הכילו גיר וחרסית מונטמורילוניטית בעוד בקרקעות בעלות גיר חרסית קאוליניטית ההשפעה הייתה זניחה. הוספת הבוצה אף הורידה את אפיניות הספיחה בצורה דרסטית (פי 4) בהשוואה לקרקע הנקייה (בכל הקרקעות). תוצאות אלו מרמזות על אינטראקציות בין מרכיבי הבוצה לאלו של קרקע, וכן כי אופי האינטראקציות תלוי בתכולה ובמאפיינים השונים של מרכיבי הבוצה והקרקע. ככל הנראה, העליה בקיבול והירידה באפיניות הספיחה נובעת משילוב של קיבול הספיחה של החומר האורגני והמינרלי שאינו מסיס בקומפ', והיקשרות של החא"מ ע"י גשרי מתכת (סידניים) לפני השטח השליליים של החרסית שיוצרת אתרי ספיחה חדשים.

### תרומת המחקר:

מחקר זה מהווה שלב נוסף לקראת הבנה מעמיקה יותר של השפעת יישום תוספים אורגניים על זמינות הזרחן בקרקעות חקלאיות ואת החשיבות בהתאמתם למאפייני הקרקע. הבנה של האינטראקציות בין הזרחן לבין התוספים אורגניים והקרקע תאפשר להתאים את עומסי ומועדי יישום הדשנים, כך שניתן יהיה להשיא את התועלת מהתוספים אורגניים, להקטין נזקים סביבתיים ולהקטין עלויות לחקלאי.



## זיהוי רב-עונתי של גידולים חקלאיים בעזרת הדמאות של ליון $\mu S$ VEN

מיכה סילבר, אסף ונונו,נטליה, פנוב,ארנון קרניאלי

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

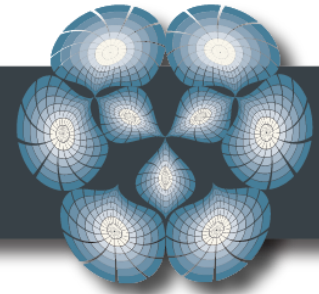
מייל לתכתובות: [silverm@post.bgu.ac.il](mailto:silverm@post.bgu.ac.il)

סדרות זמן של אינדקס צמחיה כמו NDVI, שמופקים מהדמאות ליון, משמשים מזה עשרות השנים למפות פנולוגיה של צמחים וגידולים חקלאיים. עקומות של פנולוגיה יכולים להצביע על בריאות הצמחים, לחזות יבול חקלאי וגם לזהות גידולים. אחת השיטות להשוואה של סדרות זמן, Dynamic Time Warping (DTW), יכול לשמש לזיהוי והבחנה בין גידולים שונים. שיטת DTW קובעת מרחק מצטבר בין שתי סדרות זמן כאשר היא לוקחת בחשבון גם מרחק קרטזית וגם הסטות בזמן. אולם, עקומות פנולוגיות של שני גידולים חקלאיים יכולים להיות מאוד דומות בצורה, עם פיגור לאורך העונה. ישום נאיבי של DTW במקרים כאלה "יתגבר" על ההסטה בזמן ולכן ייכשל בהבחנה בין הגידולים. לאחרונה הוצעה הרחבה של DTW שנקרא  $\mu S$  VEN- $\mu S$  (TWDTW) המוחלטים של עקומת הפנולוגיה מקבלים משקל עודף, ולכן עקומות דומות אבל עם הסטה לאורך עונת הגידול כן מאובחנים.

בעבודה הזאת TWDTW מיושם על סידרת זמן של תמונות ליון מעל שדות חקלאיים בצפון הנגב. תמונות ליון גם מפרויקט  $\mu S$  VEN וגם ליון Sentinel-2 של סוכנות החלל האירופאי שולבו ביחד על מנת לקבל רצף של פנולוגיה לאורך ארבע עונות גידול, מ-2016-2020. ליון  $\mu S$  VEN מצטיין גם ברזולוציה מרחבית גבוהה וגם בזמן חזרה קצר. לעומת זאת Sentinel-2 שפעיל משנת 2016, תורם תמונות מתקופה ארוכה יותר. אז שיטת ה-TWDTW שימש לייצר מיפוי של גידולים בכל חקלת גידול בנפרד ובכל עונה. תוצאות המיפוי הזה מחישה מרחוק אומתו מול בסיס מידע של תאריכי זריעה וקציר מהחקלאיים.

### תרומת המחקר:

עבודה זאת מנצלת את הקצב המהיר של ליון  $\mu S$  VEN על מנת ליצור עקומות פנולוגיה מדויקות של גידולים חקלאיים, ומיישמת את האלגוריתם TWDTW על הדמאות ליון מתקופה של ארבע עונות על מנת למפות גידולים חקלאיים ברמת החלקה הבודדת.



## Spatial and temporal assessment of oil spills in the Mediterranean Sea

סמיון פולינוב<sup>1</sup>, רויטל בוקמן<sup>1</sup>, נועם לוי<sup>2</sup>

1. אוניברסיטת חיפה

2. האוניברסיטה העברית בירושלים

מייל לתכתובות: [semion.polinov@gmail.com](mailto:semion.polinov@gmail.com)

הים התיכון עובר במאה השנים האחרונות שינויים מרחיקי לכת מבחינה אקולוגית. אחד ממקורות הזיהום העיקריים בים תיכון הוא זיהום בנפט מהספנות. הים התיכון מהווה רק 0.7% מהימים והאוקיינוסים בעולם, ומהווה אחד מנתיבי הים העמוסים ביותר בו עוברת כשליש מהספנות. לפי ההערכות השונות בכל שנה נשפכות לים התיכון בין 100-400 אלף טון תוצרי נפט שונים.

הניתוח המרחבי התבצע בשתי חלוציה מרחבית בכלים של ESRI: (1) בהתבסס על אזור EEZ של מדינות הים התיכון; (2) ברשת של 50 \* 50 ק"מ לכל הים התיכון. אומדן השפעה של פרמטרים בלתי תלויים על ריכוזי דליפות נפט בוצע בעזרת ניתוחי רגרסיה לינארית (Spearman) ומרובת משתנים, בתוכנת SPSS. הנתונים אודות אירועי דליפות נפט שנכללו במחקר כוללים 1977-2000 REMPEC סה"כ 364 דליפות, 2015-2017 EMSA סה"כ 2066 דליפות, ו-1970-2019 ITOPF סה"כ 163 דליפות. נתוני ITOPF לא כוללים מידע אודות מיקום מדויק מלבד שיוך ל-EEZ.

כ-90% מכלל דליפות מהטנקרים (REMPEC) בים תיכון התרחשו בקרבת החוף (עד 20 ק"מ) בתחום המים הטריטוריאליים של המדינות, לעומת הכ-65% מדליפות מכוונות (EMSA) אשר מרוכזות במרחקים של 22-100 ק"מ מהחוף. ניתוח טמפורלי של REMPEC ו-ITOPF הראה ירידה הדרגתית במספר הדליפות לשנה 1970-2019, אם כי לא ניתן לאמוד סטטיסטית את השינוי בגלל אי אחידות בביססי נתונים של REMPEC בעיקר. מתאמים גבוהים נמצאו עבור קורלציות בין ריכוזי דליפות בשטחי ה-EEZ של המדינות לבין משתנים בלתי תלויים, למשל  $r=0.65^{**}$  עם קישוריות ימית של המדינה  $r=0.58^{**}$  עם מספר אמנות ימיות עליהם חתמה המדינה עם מובהקות גבוהה. לעומת זאת, קורלציות עם נתוני REMPEC ו-ITOPF נמוכות מה  $r < 0.36$ . ברוב המקרים. ניתוח סטטיסטי של כל הים תיכון, הראה כי הן נתונים של EMSA והן נתונים של REMPEC ו-ITOPF ללא קורלציה עם פרמטרים בלתי תלויים. כמו כן, רגרסיות מרובות לא הוסיפו יכולת הסבר נוספת.

ריכוזי דליפות טנקרים בקרבת החוף מוסברת על-ידי קרבה לתשתיות נפט חופיות. עקב הצטופפות הספנות עומק רדוד וכדומה, עולה הסיכוי לתאונה של הטנקר ודליפת נפט. לעומת זאת, ריכחים גבוהים של דליפות מכוונות ב"לב ים" מוסברות על-יד רצון להתרחק מקו החוף, כדי לא לחשוף את האווירה. נתוני REMPEC למרות שבסיס נתונים מכסה תקופה שבין 1977-2018, לא נעשה שימוש כי החל משנת 2001 בוצעו שינויים מתודולוגיים בשיטה האיסוף מידע, ללא התאמות, מה ששינה את האחידות הנתונים לאורך זמן. ירידה משמעותית בזיהום נפט באזורים חופים נובעת בעיקר בעקבות אמנת Double Hull 1992 למרות קורלציה ההפוכה למספר האמנות שמדינות חתומות, לעומת זיהום "מכוון" משתמך בים העמוק והופך לזיהום כרוני.

### תרומת המחקר:

המחקר תרם להבנה מרחבית וטמפורלית טובה יותר של נושא זיהום ים תיכון בנפט מפעילות של הספינות. תוצאות המחקר מראות כי דווקא דליפות מכוונות הינן הגורם העיקרי לזיהום הים ולא טנקרים. ניתוח סטטיסטי הרחיב את ההבנה לגבי מה הן הפעולות האנושיות שמשפרות ומזיקות לנושא של הפחתת זיהום ים בנפט, כך למשל שמורות טבע ימיות לא משפרות ואך מזיקות לנושא של הפחתת זיהום ים בנפט מפעילות הספינות.