

תכנון, ניטור וניהול הסביבה הימית בישראל

ראייה רב-מערכתית לצורך תכנון סביבתי חכם בתשתיות ימיות

דוד מנינגר¹

1. גיאוטבע

עבודת היועץ הסביבתי בתכנון תשתיות ימיות אינה מסתכמת בתיאור המערכות האקולוגיות והמורפולוגיות הקיימות, אלא מחייבת בחינה רחבה של יחסי הגומלין בין הסביבה הטבעית, צורכי הפיתוח והפתרונות ההנדסיים האפשריים. גישה זו נשענת על שיתוף פעולה הדוק בין אקולוגים, גיאומורפולוגים ימיים ומהנדסי תכנון, מתוך הבנה כי שילוב ידע רב-תחומי כבר בשלבי התכנון הראשוניים מאפשר לצמצם השפעות סביבתיות ולפתח פתרונות המקדמים הן את צורכי הפיתוח והן את שימור הסביבה הימית והחופית.

בלב גישה זו עומדת ההנחה כי המערכת האקולוגית והמורפולוגית צריכה להוות את "השבבה הראשונה" המונחת על שולחן המתכנן. משמעות הדבר היא כי מאפייני המערכת הטבעית, רגישויותיה ויכולת ההתאוששות שלה נבחנים כבר בתחילת הדרך, ומהווים בסיס לקבלת החלטות תכנוניות. במקרים מסוימים, כאשר מדובר במערכות בעלות רגישות גבוהה במיוחד, כגון בתי גידול ייחודיים בים סוף או רכסי הכורכר לאורך חופי הגליל המערבי, בחינה זו עשויה להוביל לשינוי מהותי בתכנון ואף לפסילת חלופה או להעתקת מיקום הפרויקט.

לצורך יישום תפיסה זו פותחה בגיאוטבע מתודולוגיה רב-מערכתית המשלבת מיפוי ואפיון של המרכיבים האקולוגיים והפיזיים במרחב הימי, הערכת יכולת הספיגה של המערכת ביחס להתערבויות מתוכננות, ובחינת השפעות ישירות ועקיפות של הפרויקט. בין היתר, מדובר בהשפעות הנובעות מעבודות ההקמה, פיזור תמלחות, רחופת, ומזהמים שונים. המתודולוגיה אותה נסקור בהרצאה מתייחסת הן לליבת הפרויקט והן לאזורי ההשפעה ההיקפיים, מתוך תפיסה מערכתית רחבה של המרחב הימי.

בהרצאה יוצגו דוגמאות ליישום גישה זו, ובהן שימוש בבטימטריה לאיתור מבנים מורכבים בקרקעית הים, פיתוח מתודולוגיות לסקרים אקולוגיים מקיפים, טכנולוגיות לצמצום פיזור רחופת בעבודות ימיות, מודלים לחיזוי פיזור מזהמים ממקורות שונים, הגנה על קווי חוף ושיקום אתרי עבודה, התאמת מערכות תאורה לצמצום זיהום אור באזורי הטלה של צבי ים, וכן מערכות ניטור ארוכות טווח המאפשרות מעקב אחר השפעות סביבתיות לאורך חיי הפרויקט. ההרצאה תדגים כיצד ראייה רב מערכתית מאפשרת לקדם תשתיות ימיות באופן אחראי, תוך הפחתת פגיעה בסביבה ושמירה על ערכי הטבע הייחודיים של המרחב הימי בישראל.

תכנון, ניטור וניהול הסביבה הימית בישראל

מודלים ימיים ככלי בהליך תכנוני לבחירת מיקום חלופה: הרחבת מתקן התפלה אשקלון

רז סטודני¹

raz@geoteva.co.il

1. גיאוטבע

ישראל היא מהמובילות בעולם בתחום ההתפלה בשל הצורך הגובר במים. לאורך רצועת החוף פועלים כיום מספר מתקני התפלה גדולים המספקים חלק משמעותי מצריכת המים הארצית. הרחבת מתקני התפלה קיימים והקמת מתקנים חדשים מחייבות תכנון של תשתיות ימיות מורכבות, תוך בחינה מעמיקה של השפעותיהן האפשריות על הסביבה החופית והימית והתמודדות עם אילוצים הנדסיים ותפעוליים במרחב רווי תשתיות.

בהתאם ליעדי משק המים ולהחלטות הממשלה בדבר הגדלת כושר ייצור המים המותפלים בישראל עד שנת 2030, רשות המים מקדמת את תת"ל 141 להרחבת מתקן ההתפלה באשקלון והגדלת כושר הייצור השנתי שלו בתוספת של 100 מלמ"ק (מיליון מטר מעוקב).

מתקן ההתפלה אשקלון ממוקם על שפת החוף באזור תעשייה אשקלון, צמוד לתחנת כוח רוטנברג ולמתחם קצא"א. הקמת תשתיות חדשות בסביבה המאופיינת בריכוז גבוה של מתקנים ותשתיות ובצמוד לבתי גידול בעומק הים, מחייבת בחינה זהירה של השפעות סביבתיות פוטנציאליות, הן בשלב ההקמה והן במהלך הפעלת המתקן.

ליועץ הסביבתי מספר כלים העוזרים להשפיע על שלב התכנון בתוך מסגרת השיקולים של משרדי הממשלה השונים. במסגרת תת"ל 141, חברת גיאוטבע עשתה שימוש במודלים הידרו-דינמיים לפיזור רכז ומזהמים. השימוש במודלים איפשר להעריך את השפעת החלופות השונות על בתי גידול רגישים, לבחון את פוטנציאל הגעת מזהמים אל מערך היניקה, ולתמוך בתהליך בחירת התצורה והמיקום המועדפים של התשתיות הימיות.

תוצאות המודלים אפשרו לאפיין את דפוסי התפשטות פלומת הרכז, להעריך את פוטנציאל ההשפעה על בתי גידול רגישים שאותרו ולבחון את מסלולי התנועה האפשריים. שילוב ממצאים אלו עם שיקולים הנדסיים ורגולטוריים, היווה בסיס לבחירת מיקומו הסופי של המתקן.

העבודה של גיאוטבע במסגרת התת"ל מדגימה כיצד שילוב מודלים ימיים בתהליך התכנון מאפשר לצמצם אי-ודאות, לתמוך בקבלת החלטות מבוססת נתונים ולשפר את האיזון בין צרכי הפיתוח לבין השמירה על הסביבה הימית והחופית בישראל.

תכנון, ניטור וניהול הסביבה הימית בישראל

מדיניות לניהול מיטבי של שטחים ימיים מוגנים בישראל

נועה לחייני-בלומנפלד¹, מישל פורטמן¹, שירי צמח שמיר², איתמר אבישי³

noa.lachyani@campus.technion.ac.il

1. הטכניון
2. אוניברסיטת רייכמן
3. עמותת אקוואשן

שמורות ימיות מוכרות בעולם ככלי מרכזי לשמירה על מערכות אקולוגיות ימיות ולצמצום לחצי הפעילות האנושית רבה, המאיימים על ערכי טבע ייחודיים. הכרזה על שמורות ימיות מהווה תנאי הכרחי, אך ללא קביעת דרכי ניהול ברורות רמת יעילות ההגנה עלולה להיפגע. מחקר זה בחן תשעה שטחים ימיים מוגנים שמוכרים בניהולם המוצלח לפי גופי הערכה בינלאומיים, במטרה לאתר מדיניות מיטבית לניהול שטחים ימיים מוגנים בישראל. נותחו תוכניות הניהול לצד הספרות וזוהו 30 מנגנוני ניהול מרכזיים שיכולים להתאים לישראל. מנגנונים אלה הושושו לשני מקרי בוחן בישראל שמורות ימיות, בחיפה ובאילת, וחלקם נבחנו באמצעות שאלון חוות דעת למבקרי השמורות הימיות ($n=77$). הממצאים מצביעים על מגוון רחב של מנגנונים אפשריים, בהם כלים להגברת מודעות והסברה, שיתוף הציבור בהליכי התכנון והניהול, פיקוח ואכיפה. המחקר ממליץ על פיתוח תוכניות ניהול מפורטות ומתעדכנות לשטחים הימיים המוגנים בישראל, הן בים התיכון והן באילת, תוך שיתוף ציבור והטמעת סטנדרטים בינלאומיים. יישום מהלך זה עשוי לחזק את יעילותן של השמורות למטרות השימור של המערכות האקולוגיות ולגבש תשתית מיטיבה לניהול מבוסס ידע.

המחקר תורם לגיבוש מדיניות סביבתית מבוססת ידע לניהול שמורות ימיות בישראל, תוך התאמת מנגנוני ניהול וסטנדרטים בינלאומיים להקשר המקומי. ממצאיו מציגים מכלול מנגנונים שנמצאו בשימוש בשטחים ימיים מוגנים מנוהלים בהצלחה, ונבחנים ביחס למצב הקיים בישראל. ממצאים אלה ניתנים ליישום במדיניות השמירה הימית בים התיכון ובאילת, ועשויים לחזק את יעילות הניהול והשימור לטובת הציבור והמערכות האקולוגיות.

תכנון, ניטור וניהול הסביבה הימית בישראל

חברת הפיטופלנקטון במים החופיים של ישראל בים התיכון, סיכום שני עשורי ניטור עם דגש על אוכלוסיית האצות הרעילות

הדר צדקה¹, נורית גורדון², עופרי רגב¹, גיתי יהל¹, ברק חירות¹, אייל רהב²

hdr.sdk@gmail.com

1. המרכז האקדמי רופין

2. חקר ימים ואגמים

דרום-מזרח הים התיכון משמש כמעבדה טבעית להערכת ההשפעות של התחממות והמלחה המונעות על ידי שינויי האקלים. עם זאת, ההשפעות ארוכות הטווח של חברת המיקרו-פיטופלנקטון טרם אופיינו במידה מספקת. המחקר מסכם מערך נתונים של שני עשורים (2003–2024) אשר בוחן את הדינמיקות של אוכלוסיות הפיטופלנקטון לאורך חוף הים התיכון של ישראל והפוטנציאל שלהן ליצירת פריחות מזיקות או רעילות (HABs). במשך שני עשורים, בוצעו דיגומים שנתיים שבחנו את הרכב אוכלוסיית הפיטופלנקטון והביומסה בתחנות מייצגות הממוקמות לאורך מדף היבשת האולטרה-אוליגוטרופי של החוף הישראלי בים התיכון. בכל תחנה נאספו דגימות מי שטח בקרבת החוף ובמרחק של כ-3 ק"מ (מעל עומקי קרקעית של 5 ו-30 מטרים, בהתאמה). בנוסף, נאספו דגימות משלימות לאורך חתך המשתרע משפך הקישון ההיפר-אאוטרופי דרך מפרץ חיפה. נתונים ביולוגיים אלו שולבו עם מדידות אוקיינוגרפיות והערכות ריכוזי נוטריינטים שנערכו במקביל, במטרה להעריך את השפעת עומס הנוטריינטים מהחוף, על שגשוג מיני אצות בעלות פוטנציאל רעילות. הביומסה של חברת הפיטופלנקטון נשלטת על ידי אצות זעירות (קטנות מחמישה מיקרון) ובעיקר על ידי פיקו-ציאנובקטריה ומציגה העשרה חופית, כאשר נצפתה הכפלה בביומסה בתחנות שנדגמו בסמוך לחוף. מינים בעלי פוטנציאל ליצירת פריחות מזיקות, כולל *Prorocentrum* ו-*Dinophysis*, מתקיימים כיום בשפע נמוך יחסית, אם כי עליות נקודתיות באוכלוסייה נמצאו במתאם עם העומס הנוטריינטים בשפך הקישון ומפרץ חיפה. ניתוחים סטטיסטיים רב-משתנים יושמו על מנת להבחין בין דפוסים עונתיים לבין השפעות ההתחממות האזורית, תוך ביסוס ערכי הרקע החיוניים להבחנה בין שונות טבעית לבין גורמי עקה אנתרופוגניים באגן אולטרה-אוליגוטרופי זה.

המחקר מסכם מערך נתונים ייחודי בן כ-20 שנה המתעד את דינמיקת אוכלוסיות הפיטופלנקטון לאורך חופי הים התיכון של ישראל. רצף תצפיות ארוך טווח זה חיוני להבחנה בין השפעות שינויי האקלים לבין השפעות זיהום אנתרופוגני בחוף הימי. חשיבותו למדיניות הציבורית ולקהל הרחב נובעת מהיכולת לשפר חיזוי ולצמצם את הסיכון לפריחות אצות רעילות, המאיימות על המערכת החופית ושפכי הנחלים.

תכנון, ניטור וניהול הסביבה הימית בישראל

מתקני התפלה בראייה סביבתית-תכנונית – האתגרים הסביבתיים בשלבי תכנון והקמה של מתקני התפלה

רז סטודני¹

raz@geoteva.co.il

1. גיאוטבע

רקע: כניסתה של טכנולוגיית ההתפלה לשימוש נרחב בישראל חוללה שינוי יסודי במשק המים הלאומי. מתקני ההתפלה, הפרוסים לאורך חופי הים התיכון ובאילת, נשענים על שילוב של טכנולוגיות מתקדמות וניהול מערכתי של משאבי המים, ועל כן הם מוגדרים כתשתיות לאומיות חיוניות. עם זאת, מאפייני ההקמה והתפעול של המתקנים טומנים בחובם פוטנציאל להשפעות סביבתיות משמעותיות במרחב הימי והיבשתי. לפיכך, תכנון והקמה של מתקנים אלו מחייבים ראייה סביבתית-תכנונית רחבה, הנשענת על הבנה מעמיקה של תהליכי ההתפלה ושל הרגישות האקולוגית בסביבת המתקן. מחקר זה מתמקד במתקן ההתפלה "סבחה" באילת, הנמצא בהקמה בימים אלו, בסביבה של אחד מבתי הגידול הרגישים והחשובים בישראל – שוניות האלמוגים של ים סוף. הקמת המתקנים הימיים דורשת חפירות ועבודות הנדסיות בקרקעית הים, אשר מגבירות את הסיכון לעכירות במים ולפגיעה בצומח ובחי באזור - בייחוד בשוניות האלמוגים. במהלך תפעול המתקן, יוזרמו רכיזי מלחים לים אשר עלולים לפגוע באיזון המלחים במים ולהשפיע לרעה על תפקוד המערכת האקולוגית של השוניות. מטרת המחקר: להמחיש את מכלול השיקולים הנדרשים בשלב תכנון מתקני התפלה, ולהדגים כיצד תכנון מקדים, המשלב שיתוף פעולה הדוק בין מהנדסים, רגולטורים ויועצי סביבה, יכול לצמצם פגיעה סביבתית באמצעות פתרונות יצירתיים ויישומיים. שיטות: במהלך כשנתיים של תכנון, חברת גיאוטבע והקבלן המבצע פעלו בתיאום רציף עם המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים, במסגרתן פותח פתרון הנדסי ייעודי לעבודה בסביבה הרגישה של ים סוף. פתרון זה ותכנון אופן ביצוע העבודות הימיות לקחו בחשבון אמצעים נוספים לצמצום השפעות, כגון שימוש ב-"וילון" להפחתת תנועה של עננת עכירות לכיוון אזורים רגישים. תוצאות הפרויקט ומסקנות: האמצעים וההנחיות הסביבתיות שניתנו בהיתר הבניה והמיושמים בעבודות ההקמה בימים אלו, הביאו למינימום של הפרעה סביבתית במהלך עבודות ההקמה ולהפחתה משמעותית בעכירות והיקף החפירות, ביחס לפרויקט התפלה אחרים בישראל. ניטור סביבתי שנערך במהלך ההקמה מראה כי לא נוצרה עכירות כתוצאה מהעבודות, וכי הפתרונות שיושמו עמדו ביעדים הסביבתיים שנקבעו ובכך מנעו פגיעה בשוניות.

המחקר מהווה כלי משמעותי למקבלי החלטות בישראל ובעולם בהתמודדות עם פיתוח תשתיות חיוניות לצד הגנה על מערכות אקולוגיות. התרומה המרכזית מתבטאת בהצעת כלים הנדסיים ותכנוניים למתקני התפלה מוכוונים סביבה, ובהדגשת החשיבות של חשיבה אינטגרטיבית כבר בשלבי התכנון הראשוניים. מסקנת המחקר היא כי באמצעות תכנון מוקדם, רב-תחומי, ושיח רציף בין כלל הגורמים, ניתן לשלב תשתיות לאומיות חיוניות עם שמירה על ערכי טבע רגישים.