

סיכום מחקר תכנון שמירת טבע למים הכלכליים של ישראל בים התיכון: המלצות מדיניות

פרופ' סלעית קרק¹, פרופ' נעם לוין² וד"ר ערן ברוקוביץ²
18 פברואר 2015

מסמך זה מהווה סיכום של המלצות מדיניות מתוך מחקר מקיף בנושא תכנון שיטתי של שמירת טבע במרחב הימי של ישראל, שהובילו פרופ' קרק ופרופ' לוין בשנים 2013-2015. המחקר השתמש בכלים מתקדמים לתמיכה בקבלת החלטות (Decision support tools) על מנת לבחון אלטרנטיבות שונות לקביעת מיקומם במרחב של אזורים ימיים מוגנים (Marine Protected Areas) בתחום המים הכלכליים של מדינת ישראל. מטרת האזורים מוגנים אלה הינה לשמור על המגוון ביולוגי ומערכות אקולוגיות טבעיות. המחקר בוחן את קביעת מיקומם של אזורים אלו תוך התחשבות בעלויות ובשימושים אחרים במרחב הימי. במסגרת המחקר נבחנו גם השפעות אפשריות של זיהומי נפט על סמך מודלים של התפשטות דליפות נפט, נבחנה חשיבותם של שיתופי פעולה בינלאומיים בתכנון של שמורות טבע חוצות גבולות, וכן יוצרו מפות מפורטות של האזורים המומלצים לשמירת טבע במים הכלכליים של ישראל עבור תרחישים שונים.

רשימת מאמרים שהתפרסמו לאחרונה מן המחקר ופרטים נוספים על המחקר מופיעים בהמשך מסמך זה.

מתוך ממצאי המחקר עולות ההמלצות הבאות:

1. **על מדינת ישראל להקצות חלק משטח המים הכלכליים המיועד שלה בים התיכון כאזורים מוגנים לשמירת טבע.** כיום אין כל שטחים ימיים מוגנים מעבר לתחום המים הטריטוריאליים של מדינת ישראל.
2. **מומלץ להגדיר כ-4-6 אזורים מוגנים כאלו, שסך כל שטחם יהיה לפחות 20% משטח המים הכלכליים של ישראל.** חשוב להגדיר מספר אזורים ולא אחד על מנת לפזר סיכונים ולהגדיל את הייצוג של בתי גידול וסוגי נוף ימי שונים, אך כדאי ששטחו של כל אזור יהיה מספיק גדול שיאפשר קיומם של תהליכים אקולוגיים, אינטראקציות בין מינים ומגוון רחב מספיק. לאחרונה הגדירו מדינות מאזורים שונים בעולם מטרות דומות. לדוגמה, לאחר מחקר מקיף ושיתוף פעולה מדיני מקיף באזור ה-Coral Triangle, הכולל את הפיליפינים, אינדונזיה, מלזיה, גינאה החדשה ומספר מדינות איים נוספות, הוגדר יעד של 20% משטח הים לשימור. ממחקר שערכנו עבור המים הטריטוריאליים של ישראל עולה כי הגדרה של כ-20% משטח לצורך שמירת טבע מקדמת השגת מטרות השימור עבור מינים נדירים. בחודש דצמבר 2014 יצא קונגרס האו"ם אותו מכנס ארגון ה-IUCN מדי עשר שנים בקריאה לקבוע לעשור הקרוב יעד של שימור 30% מהמרחב הימי בעולם כאזורים מוגנים שלא יתאפשר בהם כל ניצול משאבים (אזורים אלו נקראים באנגלית no take and no extraction zones), זאת מעבר ל-10% שהוגדרו כיעדי אמנת המגוון הביולוגי במסגרת ה-Aichi Targets, (<http://openchannels.org/news/mpa-news/world-parks-congress->) recommends-target-30-no-take-mpa-coverage-worldwide). בהתאם לכך מוצע כי **מדינת ישראל תגדיר כבר בשלב זה 20% מהמרחב הימי שלה, כולל המים הכלכליים, כאזורים מוגנים ללא ניצול (no take zones), וכי תשקול להגדיר 10% נוספים מעבר ל-20% אלו כאזורים מוגנים בהם תתאפשר פעילות מוגדרת ומבוקרת (כגון דיג ספורטיבי).**
3. **על האזורים המוגנים שיוגדרו בתחום המים הכלכליים להיות מוגנים לחלוטין, בהם לא תתאפשר כל פעילות כגון דיג, קידוחים, כרייה או הפרות אחרות.** אזורים אלו יהוו מקור לרבייה והתאוששות של דגים ומינים ימיים אחרים וכן מקור להעשרת הדיג והמגוון הביולוגי לאזורים סמוכים שאינם מוגנים. הגדרתם של אזורים מוגנים אלו גם תאפשר את המשך אספקתם של שירותים אקולוגיים חשובים אותם מספק הטבע לרווחת האדם.
4. **בכל האזורים שייבחרו, יש להגדיר כשטח מוגן את כלל עמודת המים** מגובה פני הים עד לקרקעית הים, כולל הקרקעית.
5. **חשוב שתהליך המיקום של האזורים השמורים במרחב הימי של ישראל ייקח בחשבון את השיקולים הבאים:**
 - א. האזורים הנבחרים יפוזרו במרחב על פי כלים של תכנון שיטתי של שמירת טבע (Systematic conservation planning), ולא ימוקמו כולם באותו אזור של המים הכלכליים של ישראל.
 - ב. האזורים הנבחרים יהיו במרחק גדול ככל הניתן מקידוחי נפט וגז גדולים (פעילים או מתוכננים).
 - ג. האזורים הנבחרים ימוקמו באזורים שאינם נמצאים בקרבה למורד הזרם מכוון ההתפשטות של זיהומי נפט עתידיים (בהתאם למודלים של זרימת נפט בתנאי זרמים, רוחות ואקלים שונים, ר' פירוט בהמשך מסמך זה).
 - ד. האזורים הנבחרים יאפשרו פעילות, תנועה ורבייה של בעלי חיים (ובכללם בעלי חיים גדולים הזקוקים למרחב ימי גדול כגון צבי ים, כרישים, דולפינים), כולל נדידה של פרטים לאורך עמודת המים. לצורך השגת מטרה זו, יש לחקור, למפות ולכלול באזורים המוגנים הנבחרים אזורי רבייה חשובים ונתיבי נדידה ותנועה של מינים שונים, ובכללם מינים בסכנת הכחדה.
 - ה. האזורים הנבחרים יכללו סביבות מחיה ותוואי קרקעית, תכסית ועומק ייחודיים (כמו למשל גלישת פלמחים או קניונים עמוקים בקצה מדף היבשת), שיכסו טווח סביבות ומערכות אקולוגיות מגוון.
6. חשוב כי לפחות חלק מאזורים נבחרים אלו בשטח המים הכלכליים יהוו המשך של הרצף המרחבי של **אזורים מוגנים המתוכננים בתחום המים הטריטוריאליים של ישראל**, אזורים המוצעים כיום ע"י רשות הטבע והגנים.

7. מומלץ שלפחות אחד מהאזורים המוגנים שיוגדרו ויבחרו במים הכלכליים יהיה אזור מוגן שימוקם סמוך לגבול הכלכלי שבין ישראל לקפריסין. חשוב לפעול ברמה הבינלאומית לכך שאזור זה ינוהל במשותף כשמורה חוצת-גבולות, ולפעול לשיתוף פעולה עם קפריסין על מנת שהיא תגדיר אזור מוגן בהמשכו של האזור הישראלי (cross-boundary protected area/peace-park). הדבר יגדיל את השטח המוגן בפועל ויחזק את שיתוף הפעולה בין המדינות, אשר הסכימו בשנת 2010 על תוואי הגבול הימי העובר ביניהן.

8. חשוב לשקול לבצע (במים הכלכליים בלבד) תכנון שמירת טבע דינמי, על פיו, במידת הצורך (למשל עקב תגליות גז טבעי באזורים שהוגדרו כמוגנים), יהיה ניתן להחליף שטח שהוגדר כאזור מוגן עם אזור חלופי אחר במים הכלכליים, שיוכח כמקביל לו מבחינת המגוון הביולוגי שלו. רמת האיום על המערכות האקולוגיות באזור חדש זה לא תהיה גבוהה יותר מאשר באזור המקורי שהוגדר. מהלך זה יעשה תוך מחויבות להשאיר את סך כל השטח המוגן במים הכלכליים של ישראל no take zones) על לפחות 20%. כמו כן, יש לאפשר החלפת שטחים שהוגדרו כמוגנים עם שטחים מקבילים אחרים במידה וייגרם נזק ארוך-טווח לאזור שהוגדר כמוגן (למשל עקב דליפת נפט), כך שיישמרו בסה"כ 20% אזורים מוגנים ולא מופרים באזור הימי של ישראל.

9. חשוב לפעול בהקדם להקמתה של "הקרון לשמירת הים הפתוח", המקבילה ל"קרון לשמירת השטחים הפתוחים" של מדינת ישראל. הקרון תיזון מהכנסות פעילות ימית מסחרית כגון תעשיית גז טבעי ונפט, כאשר חלק מסוים מתוך ההכנסות הללו ינותב לפעילות שמירת טבע, פיקוח, ניטור, פעילות מניעה של איומים (כגון דליפות נפט), פעילות היערכות לדליפות, מחקר מדעי והגנה על המגוון הביולוגי במקרה של דליפות נפט וגז באזור.

10. מכיוון שמדינת ישראל עושה שימוש נרחב כבר היום במים הכלכליים שלה בים התיכון, חשוב כי המלצות אלו ייושמו על ידי מקבלי החלטות וקובעי מדיניות בישראל בהקדם, על מנת למנוע נזקים עתידיים ולמסד את מעמדו וחשיבותו של שמירת הטבע והמגוון הביולוגי כגורם מפתח בסביבה הימית.

ליצירת קשר ומידע נוסף:

פרופ' סלעית קרק s.kark@uq.edu.au, מרכז המצוינות להחלטות סביבתיות, אוניברסיטת קווינסלנד¹
 פרופ' נעם לוין noamlevin@mail.huji.ac.il וד"ר ערן ברוקוביץ' eran.brokovich@mail.huji.ac.il, המחלקה לגאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים²

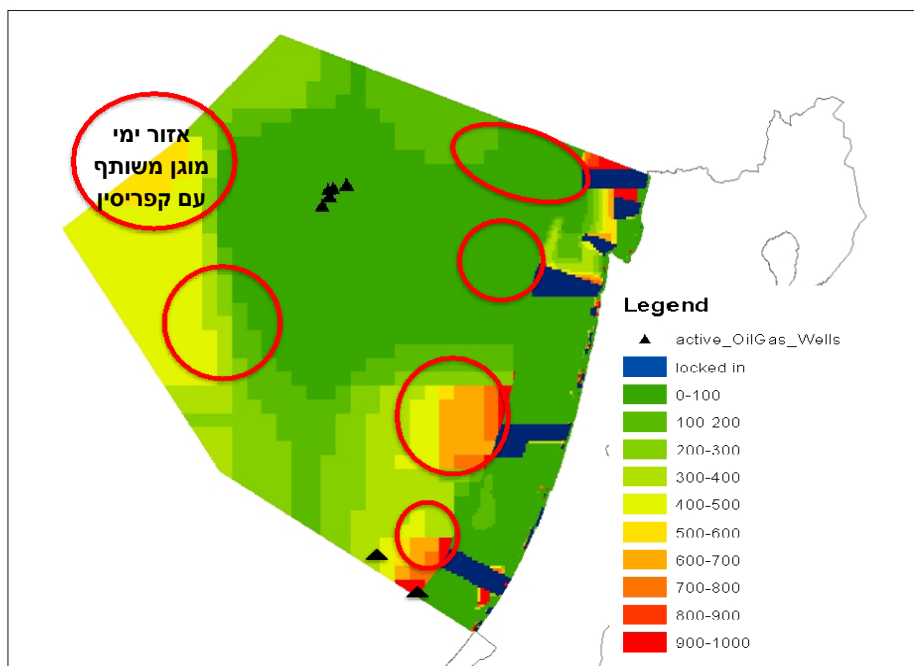
מפה לדוגמה של אזורי עדיפות לשמירת טבע במים הכלכליים של ישראל*

תוצאות סימולציה לדוגמה ובחירת ששה אזורים מוגנים מועדפים לדוגמה על סמך ההרצות, המהווים כ 20% משטח המים הכלכליים של ישראל. ההרצות נערכו בתוכנת Marxan, שהיא תוכנה שנכתבה לפני מעל עשור על ידי מדענים מאוניברסיטת קווינסלנד לצורך סיוע בתכנון שמורת ה Great Barrier Reef ומשמשת כיום ככלי סיוע תכנוני בים וביבשה באלפי אזורים ועשרות מדינות בעולם. מטרתה לבחור אזורים במרחב שימקסמו את השגת יעדי שמירת הטבע, תוך צמצום מירבי של העלויות, הקונפליקטים עם משתמשים אחרים והאיומים על המגוון הביולוגי ויעדי שמירת טבע אחרים.

במחקר זה, עקב מיעוט הנתונים המקיפים על המגוון הביולוגי במרחב המים הכלכליים של ישראל, בחרנו להשתמש בנתונים של תחומי התפוצה ורמת הסיכון להכחדה ע"פ IUCN של כ- 300 מיני דגים באזור, בתי גידול ימיים, וקטגוריות עומק. כללנו בהרצת המודל עלויות שונות אותן ניסינו להפחית למינימום. בהרצה המוצגת כאן השתמשנו בעלויות משולבות (הכוללות דיג, קידוחים ואורות לילה). השמורות הקיימות ואלו המוצעות על ידי רטי"ג במים הטריטוריאליים קובעו כך שנבחרו בכל מקרה כאזורים מוגנים (locking in). כמו כן, דרשנו בהרצה זו לקבל המשכיות במרחב בין השמורות המוצעות במים הטריטוריאליים לאלו שייבחרו באזור המים הכלכליים הבלעדיים (Exclusive Economic Zone, EEZ). קבענו בהרצה זו יעדים נפרדים לכל אחד מן האזורים אותם הגדרנו (אזורים חופיים, מים טריטוריאליים, מים כלכליים). פרמטר אורך גבולות השמורות הנקרא BLM נקבע על 0.1, על מנת להבטיח קומפקטיות מרחבית ולהקטין השפעות שוליים.

המקרא מציג את מספר ההרצות בהן נבחר מתוך 1000 הרצות מרקסן כל תא שטח (פיקסל) כאזור מועדף לשמירת טבע שמגדיל את ייצוגיות המגוון הביולוגי והשגת מטרות תוך הקטנת העלויות והאיומים. אזורים שנבחרו בשכיחות גבוהה יותר כבעלי עדיפות לשימור (מוצגים בגווני כתום-אדום) הם אזורים בהם יש אלמנטים ייחודיים של מגוון ביולוגי (על סמך ייצוגיות representation) ובהם העלויות יחסית נמוכות, בעוד שאזורים שנבחרו בשכיחות נמוכה (בגווני ירוק) הם אזורים שהמגוון הביולוגי בהם איננו ייחודי או שהעלויות שלהם או האיומים עליהם גבוהים ולכן עדיפותם לשמירת טבע נמוכה יותר. אזורים מוגנים פוטנציאליים על סמך שילוב של שיקולי שמירת טבע סיסטמטיים מסומנים בעיגול אדום.

Zonal scenarios potential protected areas in Israel's EEZ (~20%)



Scenario runs: Marxan 1,000 runs; Zonal scenarios; Targets based on zonal area; Cost is combined cost (fishing, oil/gas, distance to platforms, night lights); Proposed and existing PAs locked in; BLM 0.1 ²⁴

* מפה זו מהווה דוגמה של הרצה ספציפית להדגמת השיקולים והכלי התכנוני, ועל כן לא מומלץ להשתמש בה לבד ככלי תכנוני. במחקר נערכו הרצות רבות בתרחישים שונים, ניתן למצוא פרטים נוספים בהמשך. יש לזכור כי מרקסן היא תוכנה המסייעת ותומכת בקבלת החלטות ומאפשרת לשלב שיקולים של מגוון מינים, עלויות ואילוצים אחרים בבחירת האזורים לשימור בתהליך קבלת ההחלטות הסופי.

מאמרים מדעיים שפרסמנו לאחרונה בנושא המחקר (ניתן לעיין בקבצי pdf של המאמרים באתר : <http://karkgroup.org/index/publications/> :

- Giakoumi S., Mazor T., Frascchetti S., Kark S., Portman M. Coll M., Steenbeek J., Possingham H. P. and Workshop Participants. 2012. Advancing marine conservation planning in the Mediterranean Sea. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 22: 943–949. DOI 10.1007/s11160-012-9272-8.
- Goldman, R., Biton, E., Brokovich, E., Kark, S. and Levin, N. 2015. Oil spill contamination probability in the southeastern Levantine basin. *Marine Pollution Bulletin* 91:347-356.
- Kark S., Tulloch A., Gordon A., Mazor T., Bunnefeld N. and Levin N. 2015. Cross-boundary collaboration: key to the conservation puzzle. Invited peer reviewed paper In *Current Opinion in Environmental Sustainability (COSUST)*, Special Issue on 'Partnerships in Sustainability Governance and Transformation' 12, 12-24. DOI: 10.1016/j.cosust.2014.08.005
- Kark, S., Troupin, D., Brokovich, E., Mazor, T. and Levin, N. In preparation. Dynamic conservation planning for Israel's Exclusive Economic Zone.
- Katsanevakis S., Levin N., Coll M., Giakoumi S., Shkedi D., Mackelworth P., Levy R., Velegrakis A., Koutsoubas D., Caric H., Brokovich E., Ozturk B., Kark S. 2015. Marine conservation challenges in an era of economic crisis and geopolitical instability: The case of the Mediterranean Sea. *Marine Policy* 51: 31-39. doi: 10.1016/j.marpol.2014.07.013.
- Levin, N., Tulloch, A., Gordon, A., Mazor, T., Bunnefeld, T., Kark, S. 2013. Incorporating socio-economic and political drivers of international collaboration into marine conservation planning. *BioScience* 63: 547-563.
- Levin, N., Coll, M., Frascchetti, S., Gal, G., Giakoumi, S., Göke, C., Heymans, J.J., Katsanevakis, S., Mazor, T., Öztürk, B., Rilov, G., Gajewski, J., Steenbeek, J., Kark, S. 2014. Biodiversity data requirements for systematic conservation planning in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 508:261-281.
- Levin, N., Mazor, T., Brokovich, E., Jablon, P.-E., Kark, S. (in press) "Sensitivity analysis of conservation targets in systematic conservation planning". *Ecological Applications*, accepted February 17th, 2015
- Mazor, T., Levin, N., Possingham, H.P., Levy, Y., Rocchini, D., Richardson, A.J., Kark, S. 2013. Can satellite-based night lights be used for conservation? The case of nesting sea turtles in the Mediterranean. *Biological Conservation* 159: 63-72.
- Mazor, T. Possingham H.P. and Kark S. 2013. Collaboration among countries in marine conservation can achieve substantial efficiencies. *Diversity and Distributions* 19:1380–1393.
- Mazor T., Giakoumi S., Kark S., Possingham H.P. 2014. Large-scale conservation planning in a multinational marine environment: cost matters. *Ecological Applications* 24:1115–1130.
- Mazor T, Possingham HP, Edelist D, Brokovich E, Kark S (2014) The crowded sea: Incorporating multiple marine activities in conservation plans can significantly alter spatial priorities. *PLoS ONE* 9(8): e104489. doi:10.1371/journal.pone.0104489.
- Micheli F., Abdulla A., Coll M., Giakoumi S., Kark, S., Katsanevakis S., Koutsobas D., Levin N., Mackelworth P., Maiorano L. 2013. Setting priorities for regional conservation planning in the Mediterranean Sea. *PloS One* 8(4): e59038. doi:10.1371/journal.pone.0059038.

פרטים נוספים על שיטות וממצאי המחקר:

נספח למסמך המלצות מדיניות – פרויקט תכנון שיטתי לשמירת טבע ימי של המים הכלכליים

Systematic Conservation Planning for Israel's Exclusive Economic Zone

Noam Levin and Salit Kark

פרופ' נעם לוין ופרופ' סלעית קרק

המחקר בוחן כיצד לקבוע באופן סיסטמטי עדיפויות לשמירת טבע בתחום המים הטריטוריאליים והכלכליים של ישראל בים התיכון, על רקע תגליות הגז במים הכלכליים של ישראל בשנים האחרונות, עליית החשיבות של הים התיכון למדינת ישראל כמקור להתפלת מים וגורמים נוספים. הטבלה הבאה מסכמת את התפוקות והתוצרים של המחקר.

שלב	הפעילות שבוצעה
בניית בסיס הנתונים	בניית בסיסי נתונים של שכבות מידע מרחביות לגבי המאפיינים הטופוגרפיים, פיזיים, אקלימיים, ביולוגיים ואנושיים של הים התיכון. אספנו עשרות שכבות מידע מרחביות למערכת ה-GIS בנושאים המפורטים. חלק מהשכבות מכסה את כלל הים התיכון וחלקן רק את התחום של ישראל. השכבות נאספו מהאינטרנט, גופי מחקר בארץ ובעולם, מהמרכז למיפוי ישראל וכן נרכשו מחברות מסחריות (כולל שכבות GIS של גבולות ימיים, שדות גז ונפט קיימים ועתידיים, הדמאות לוויין ועוד). שלב זה הסתיים במאי 2014.
התייעצות ועריכת כנס בינלאומי	עריכת כנס בינלאומי על תכנון שמירת טבע בים התיכון. התייעצנו עם גורמים שונים בישראל וברחבי העולם שרלוונטיים לפרוייקט. הובלנו כנס/סדנת עבודה בינלאומית בנחשולים בחודש אפריל 2013, שהייתה מוצלחת והשיגה את מטרותיה, ובמהלכה קודמו שלושה מאמרים מדעיים, מתוכם שניים כבר פורסמו והשלישי נמצא בשיפוט. במהלך הכנס ערכנו גם יום בו הזמנו גורמים שונים העוסקים בתחום מישראל, כולל מקבלי החלטות ממשרדי ממשלה וארגונים שונים, מנהלים, מדענים, יועצים, ועוד. בשיתוף פעולה מחקרי עם המכון לחקר ימים ואגמים בצענו מחקר ודו"ח סיכומי זיהום נפט בהתאם לזרמים. המאמר המבוסס על הניתוחים הללו שפורסם לאחרונה בעיתון <i>Marine Pollution Bulletin</i> . תוצרי הסימולציות שימשו אותנו גם בניתוחי Marxan.

<p>תכנון עדיפויות לשמירת טבע בתרחישים שונים. השלב הראשון של הרצת תוכנת מרקסן לקביעת עדיפויות מרחביות לשמירת טבע מורכב מכיול של פרמטרים שונים במודל. לשם כך בצענו הרצות של מרקסן בכ 200 תרחישים שונים. כתבנו מאמר הן בשיטות הכיול של מרקסן, תוך דגש על הפרמטר של קביעת מטרות שמירת הטבע. ביצענו הרצות שונות של תוכנת מרקסן תחת תרחישים שונים, מבחינת מטרות שמירת הטבע, העלויות והאילוצים הנכללים בניתוח, ומבחינת החלוקה האזורית של מי הים התיכון (אזורים חופיים, מים טריטוריאליים, מים כלכליים בלעדיים). מאמר זה נמצא בשלבי כתיבה.</p>	<p>קביעת עדיפויות לשמירת טבע תוך שימוש בתוכנת Marxan</p>
---	--

פירוט:

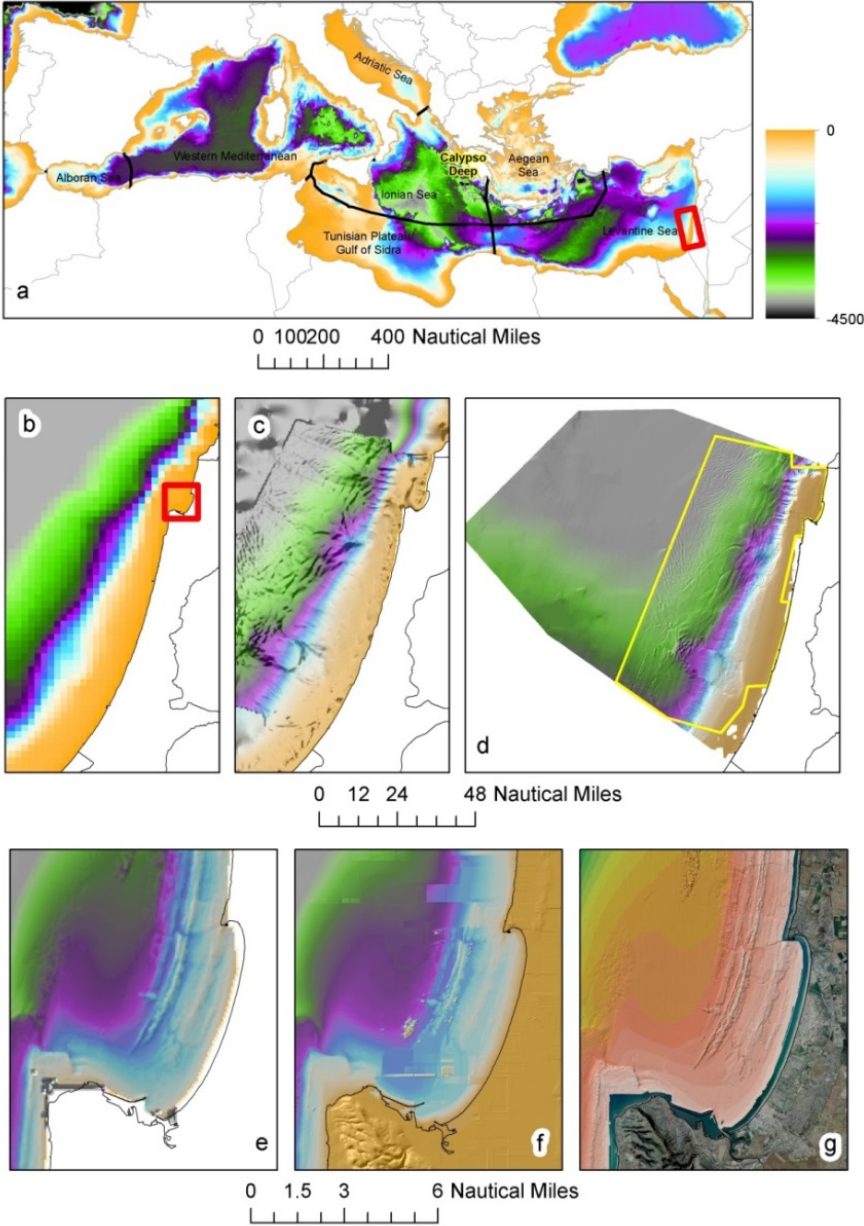
ב 8-11 לאפריל 2013 ערכנו כנס בינלאומי בנחשולים, בהשתתפות 15 אורחים מוזמנים מחו"ל וכן משתתפים מהארץ,

אקדמאים ואנשי שמירת טבע, רובם ממדינות הים התיכון. כותרתו של הכנס הייתה: "The 2nd International

Workshop: Advancing Conservation Planning in the Mediterranean Sea with emphasis on EEZ conservation planning and the Eastern Basin".

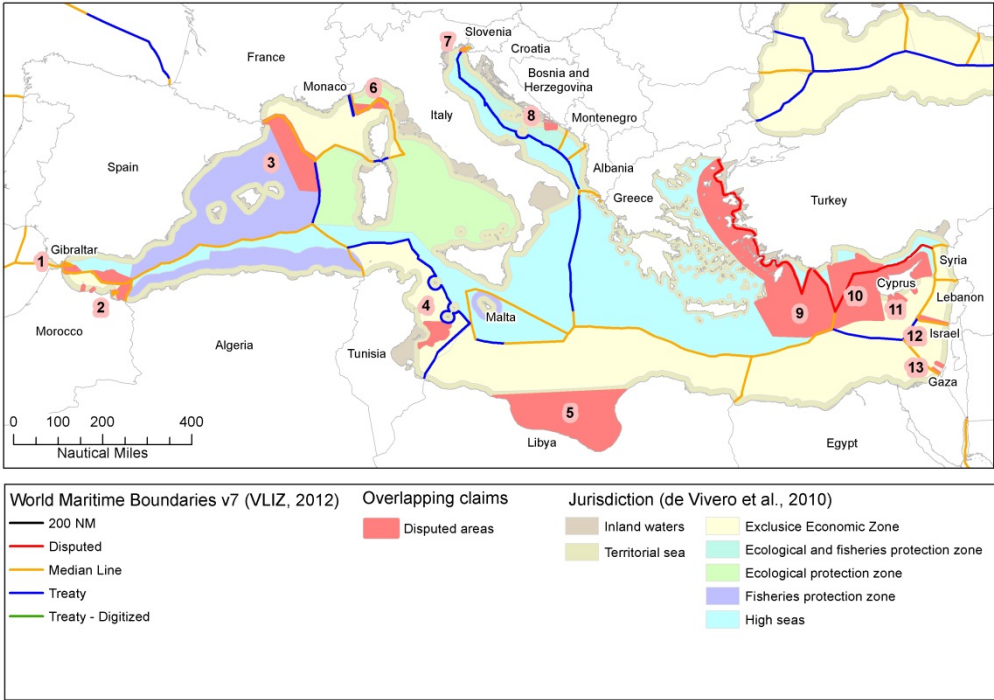
הכנס כלל עבודה בקבוצות קטנות על מספר נושאים, וכן כלל יום פתוח אליו הוזמנו כ-30 איש מישראל העוסקים בתכנון מי הים התיכון של ישראל (<http://biodiversity-group.huji.ac.il/SalitKark/Program111.pdf>). התוצרים הישירים של הכנס הם שלושה מאמרים הדנים בכלל הים התיכון, עליהם אנו עובדים בחודשים האחרונים ביחד עם משתתפי הכנס (ר' פירוט בטבלה למעלה). המאמר שפרסמנו בכתב העת Marine Ecology Progress Series (ר' רשימת פרסומים מהפרוייקט לעיל) דן בבסיסי הנתונים המרחביים הנדרשים לצורך תכנון שמירת טבע בים – בתימטריה, בתי גידול ומגוון ביולוגי. המאמר סוקר את בסיסי הנתונים העיקריים הזמינים לצורך זה בים התיכון, ודן בבעיות של רזולוציה וזמינות של מידע. המפה מהמאמר המוצגת באיור 1 מציגה הבדלים ברזולוציה של בסיסי נתונים של בתימטריה לים התיכון, עם דוגמא מהאזור שלנו.

Figure 1: Comparison of bathymetric datasets, focusing on the Eastern Mediterranean. The global ETOPO2V2 DEM for the entire Mediterranean (depths colored between -4,500 and 0 m), with names of the seven marine ecoregions shown on top (a); The ETOPO2V2 DEM zooming in on the Eastern Mediterranean (depths colored between -1,500 and 0 m) (b); The EMODnet dataset (depths colored between -1,500 and 0 m) (c); The Israeli down-sampled multibeam dataset the Eastern Mediterranean (depths colored between -1,500 and 0 m), the spatial extent of the Israeli multibeam shown in yellow (d), and zoomed into in the Bay of Haifa, Israel (depths colored between -100 and 0 m) (e); The 25m resolution Israel DEM of Hall (2008) (depths colored between -100 and 0 m) (f); A high spatial resolution image of the bathymetry of the Bay of Haifa, created by Sade et al. (2006) (g). Figure from Levin et al. (2014).



Marine conservation challenges in an era of economic crisis and geopolitical instability: the Mediterranean Sea case (Katsanevakis et al., 2015)

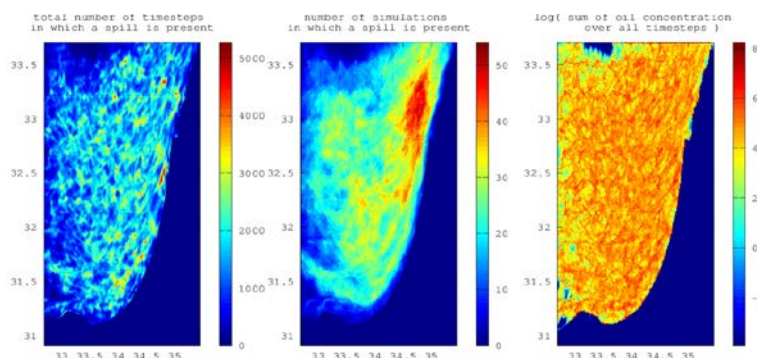
המאמר הזה דן בחלק מהגורמים המאתגרים את תכנון שמירת טבע בים התיכון. בין הגורמים הללו ניתן לציין את אי ההסכמה על סימון הגבולות בין המדינות בתחום הים התיכון, והעובדה שהרבה מהמדינות לא הכריזו על אזורים כלכליים בלעדיים. באיור 2 ניתן לראות את אחת המפות המופיעה במאמר, ואשר מציגה את האזורים בים התיכון בהם ישנה אי הסכמה בין מדינות על מיקום קו הגבול של המים הכלכליים הבלעדיים.



איור 2: קונפליקטים והגדרות שונות של ריבונות בתחום הים התיכון. האיור לקוח מתוך (Katsanevakis et al., 2015).

Oil spill contamination probability in the southeastern Levantine basin (Goldman et al. 2015)

במסגרת העבודה על הים התיכון, יזמנו שיתוף פעולה עם ד"ר אלי ביטון ועם רון גולדמן מהמכון לחקר ימים ואגמים. ביחד איתם בחנו תרחישים אפשריים לזיהומי נפט, תוך שימוש במודלים של זרמים בדרום מזרח הים-התיכון, ובשילוב הנחות שונות לגבי התפלגות הזיהומים בזמן ובמרחב. המפות שהופקו מאפשרות להעריך באיזה אזורים יש סיכון גבוה יותר לזיהום מי הים מנפט, בהתאם לעונת השנה ולמקור הזיהום. המאמר הזה פורסם לאחרונה בכתב העת *Marine Pollution Bulletin*. מפות לדוגמא מתוך סימולציות ראשוניות שנערכו מוצגות באיור 3, וממחישות את הסיכון הגבוה יותר לזיהום נפט מול חופי צפון הארץ. נתונים אלה שימשו אותנו בהרצות המרקסן שאנו מבצעים על מנת להעריך סיכונים לאוכלוסיות הדגים במי הים התיכון של ישראל.



איור 3 : שכיחות זיהומי נפט על סמך המודל של המכון לחקר ימים ואגמים, בהנחת הסתברות אחידה במרחב לאירועים של

זיהום נפט (תוצאות ראשוניות). האיור לקוח מתוך המאמר של Goldman et al. (2015).

Sensitivity analysis of conservation targets in systematic conservation planning

על מנת לבצע תיעודף מרחבי לשמירת טבע בתחום המים הטריטוריאליים והמים הכלכליים של ישראל, השלב הראשון כולל איסוף מידע מרחבי (שכבות GIS) על הים התיכון. אנו בונים בסיס נתונים רחב של שכבות מידע ממקורות שונים, הכוללים נתונים על הבתימטריה, תשתיות, בתי הגידול, המגוון הביולוגי ומאפיינים אקלימיים ואוקינוגרפיים של הים התיכון בכלל, ושל תחום המים של ישראל בפרט. חלק מהנתונים הללו זמינים להורדה מהאינטרנט, חלקם התקבלו מגופים בארץ ובעולם, ואת חלקם רכשנו. על מנת למפות את המגוון הביולוגי בתחום המים הכלכליים של ישראל, בנינו מפות תחום תפוצה של כ-380 מיני דגים בתחום המים של ישראל, על סמך משרע העומקים בו הם מצויים ובית הגידול המועדף עליהם, כפי שמפורסם בספרו של דני גולני (ומקורות נוספים). השתמשנו בתוכנת Marxan האוסטרלית (וכן בגרסה חדשה שלה, MarProb) על מנת לבחון את האזורים המועדפים לשמירת טבע בתחום המים של ישראל, בהתבסס על המידע הטוב ביותר שזמין כיום.

פרטים נוספים על תוכנת מרקסן זמינים באתר <http://www.uq.edu.au/marxan>, וכן במאמרים של Mazor et al.

הרשומים לעיל.