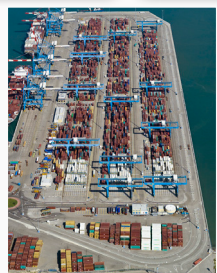


הערכה אסטרטגית ימית לישראל 2019/20

עורך ראשי: פרופ' שאול חורב

ערך והפיק: אהוד גובן



14. השפעותיו הפוטנציאליות של שינוי האקלים על הביטחון הימי בישראל

סמיון פולינוב

כמדינה קטנה המאוכלסת בצפיפות והמאופיינת בגידול אוכלוסייה ובצמיחה כלכלית על רקע מחסור בקרקע ומים, ישראל מכירה בחשיבות ההכנה לקראת שינוי האקלים במלוא גודל תופעה זו. במהלך העשור האחרון הוקדשו בישראל יוזמות מחקר שונות בהשתתפות נציגי הממשל, האקדמיה, התעשייה וארגונים לא ממשלתיים לאיסוף מידע על שינוי האקלים והשפעתו על המים, הבריאות, המגוון הביולוגי והבנייה הירוקה, כל זאת תוך כדי ניתוח נושאים אלו על בסיס בין-תחומי באמצעות נקודות מבט גאו-אסטרטגיות וכלכליות. אף שישראל (בעקבות מצבה הגאו-אסטרטגי) היא מדינת "אי" התלויה במידה רבה בים, מחקרים מדעיים על השפעותיו של שינוי האקלים על הביטחון הימי עודם בחיתוליהם. במאמר זה מוצג הידע המודרני על שינוי האקלים בעולם בכלל ובאזור ישראל, השפעתו הפוטנציאלית על היבטים שונים של ביטחונה הימי של מדינת ישראל והמלצות בהתאם לידע זה.

הידע הקיים על אודות שינוי אקלים

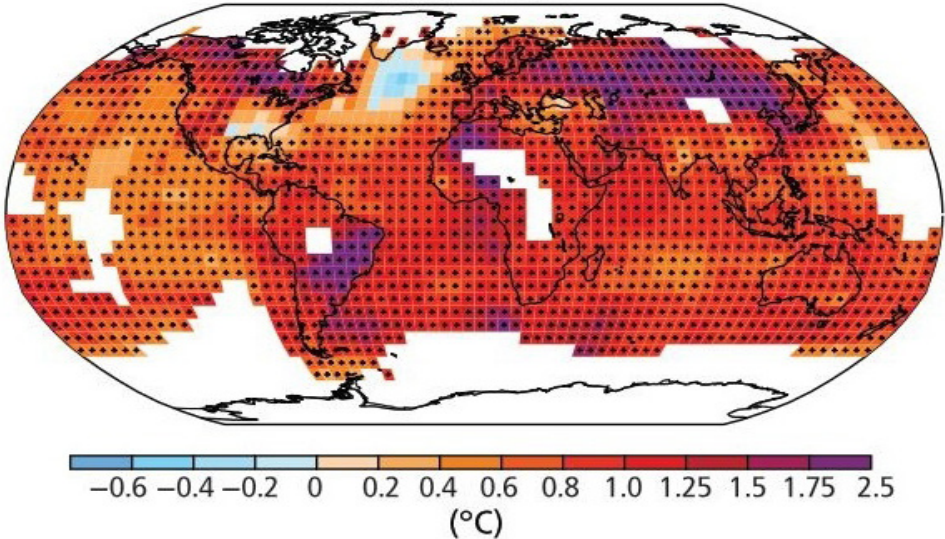
כדי להתייחס לשינוי האקלים והשפעותיו הפוטנציאליות יש לפתור שתי סוגיות בסיסיות: זיהוי וייחוס, בהתחשב במרכיב הגאוגרפי, ולא כסוגיה גלובלית או סוגיה מקומית ברמת המדינה. במקרה של שינוי אקלים, הדבר אינו פשוט כלל ועיקר. תוצאות של שינוי אקלים הן חלק מן המציאות של ימינו. במהלך המאה ה-21 צפויים שינויים משמעותיים באקלים ברחבי העולם. ברוב חלקי העולם עלתה הטמפרטורה הממוצעת ב- 0.3°C – 0.6°C מעלות צלזיוס בממוצע (איור 1) משנת 1860, והיא צפויה לעלות ב- 1.8°C עד שנת 2100¹. מחקרים מצביעים על עלייה גלובלית של 0.37°C מעלות צלזיוס בטמפרטורת האוויר הסמוך לפני הקרקע בתקופה שבין 1925–1944, ושל 0.32°C מעלות צלזיוס בתקופה שבין 1978–1997² בשעה שמעריכים כי פעילות אנושית גרמה לכ- 1.0°C – 0.5°C מעלות צלזיוס מן ההתחממות הגלובלית.³ שינויים אלו יכולים להוביל לנזק קריטי לרווחתם של בני האדם

1 IPCC Climate Change 2014. (IPCC, Ed.), IPCC. Gian-Kasper Plattner. Retrieved from <http://www.ipcc.ch>

2 Jones, P. D., New, M., Parker, D. E., Martin, S., & Rigor, I. G. (1999). Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Reviews of Geophysics*, 37(2), 173–199. <https://doi.org/10.1029/1999RG900002>

3 McMichael, A. J., Woodruff, R. E., & Hales, S. (2006). Climate change and human health: Present and future risks. *Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68079-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68079-3)

והמערכות בטבע. אין מחלוקת באשר לחשיבותם של שינויים אלו, אך קיימת אי-ודאות באשר לעוצמתם.



איור 1: מפת השינוי הנצפה בטמפרטורת פני השטח, משנת 1901 עד שנת 2012⁴

ההפסד הכלכלי הגלובלי בגלל עלייה של 4° מעלות בטמפרטורה מוערך ב-5 אחוזים בערך מן התמ"ג העולמי השנתי, וההפסד הכלכלי באזורים ספציפיים גבוה יותר באופן מובהק,⁵ וזוהי דוגמה אחת בלבד מבין השפעותיהם הצפויות השונות של שינוי האקלים וההתחממות הגלובלית. ישימותה ויכולת ניבוייה של השקפת עלות/תועלת של שינוי אקלים על תהליך ההסתגלות צפויות לעלות עם הזמן, וההשקעה במניעה ובהיערכות צפויה להיות כדאית יותר ככל שהידע המדעי יגדל ואי-הוודאות תפחת. למדענים יש ביטחון רב בכך שהטמפרטורות הגלובליות יוסיפו לעלות במשך העשורים הבאים, בעיקר בגלל גזי החממה הנוצרים עקב פעילות אנושית.⁶

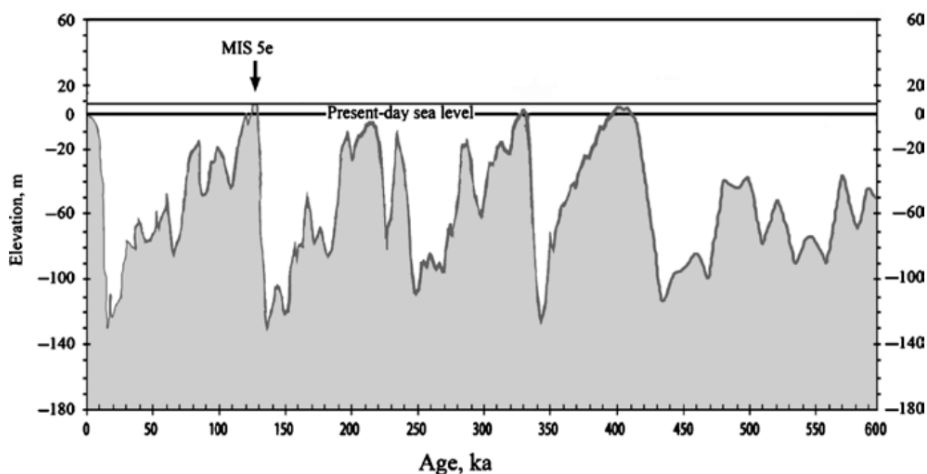
מפלס הים הוא אחד המדדים המרכזיים לשינוי אקלים. בפרקי זמן של מיליוני שנים תהליכים גאולוגיים, כגון שינויים בגאומטריה של אגני האוקיינוסים הנגרמים על ידי

IPCC. (2014). 4

Kompas, T., Pham, V. H., & Che, T. N. (2018). The Effects of Climate Change on GDP by Country and the Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord. *Earth's Future*, 6(8), 1153–1173. <https://doi.org/10.1029/2018EF000922> 5

IPCC. (2018). Global warming of 1.5°C. IPCC. Retrieved from https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf 6

טקטוניקת הלוחות ממלאים תפקיד דומיננטי בהשפעה על השינוי במפלס הים, בשעה שבפרקי זמן קצרים יותר של שנים ועשורים, ממלאים גורמים אוקיינוגרפיים ואקלימיים תפקיד דומיננטי יותר.⁷



איור 2: שינויים גלובליים במפלס הים ב-600 ka האחרונים (kilo annum/אלפי שנים)⁸

המפלס הגלובלי של הימים עלה במהלך המאה ה-20. עליות אלו מואצות כמעט בוודאות עקב ההשתנות של האקלים והגורם האנושי במאה ה-21 ומעבר לה עקב התחממות גלובלית, וצפויות לעלות ב-60 ס"מ עד שנת 2100,⁹ אולם מפלס הים בעתיד עדיין אינו ודאי.¹⁰

במהלך תקופות מדידה שונות עלה מפלס הים באיזור הים התיכון בהתמדה. בתקופה שבין 2012-1993 נמצאה מגמה מובהקת של עלייה ממוצעת בת 0.5 ± 2.44 מ"מ/שנה במפלס הים בכלל.¹¹ לעומת זאת בתקופה שבין 1999-1993 במזרח הים התיכון עלה מפלס הים

Lichter, M., Zviely, D., Klein, M., & Sivan, D. (2010). Sea-Level Changes in the Mediterranean: Past, Present, and Future – A Review (pp. 3–17). https://doi.org/10.1007/978-90-481-8569-6_1

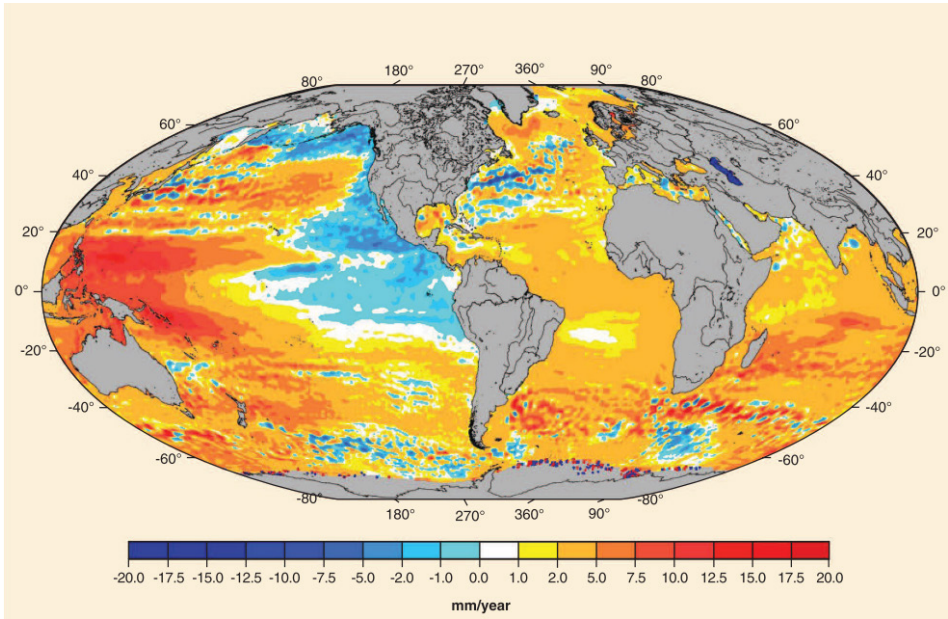
8 שם.

IPCC. (2014). *IPCC Climate Change 2014*. (IPCC, Ed.), IPCC. Gian-Kasper Plattner. Retrieved from <http://www.ipcc.ch>

Nicholls, R. J., & Cazenave, A. (2010). Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. *Science*. Retrieved from <http://science.sciencemag.org>

Bonaduce, A., Pinardi, N., Oddo, P., Spada, G., & Larnicol, G. (2016). Sea-level variability in the Mediterranean Sea from altimetry and tide gauges. *Climate Dynamics*, 47(9–10), 2851–2866. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3001-2>

בעוד 20 מ"מ/שנה.¹² אף על פי שהשפעות העלייה במפלס הים במדינות הגובלות בים גדולות באופן פוטנציאלי, יישומה והצלחתה של ההיערכות לנושא אינם ודאיים במידה רבה, ומצריכים הערכה ומחשבה רבה יותר.¹³



איור 3: מגמות אזוריות במפלס הים ממדידת גובה באמצעות לוויין בתקופה שבין 1992-2009¹⁴

השפעתו הישירה והעקיפה של שינוי האקלים תהיה תלויה באופן שבו יגיבו העולם והמדינות השונות, לדוגמה לעלייה בפליטות והיבטים נוספים של שינוי אקלים. העדויות מצביעות על כך ששינוי אקלים כבר גרם לאירועי אקלים קיצוניים, לעליות במפלס הים וכדומה, בתוספת איומים על התוצרת החקלאית באזורים רבים בעולם.¹⁵

Cazenave, A., Cabanes, C., Dominh, K., & Mangiarotti, S. (2001). Recent sea level change 12 in the Mediterranean sea revealed by Topex/Poseidon satellite altimetry. *Geophysical Research Letters*, 28(8), 1607–1610. <https://doi.org/10.1029/2000GL012628>

Nicholls, R. J., & Cazenave, A. (2010). Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. 13 *Science*. Retrieved from <http://science.sciencemag.org>

ש.מ. 14

Kompas, T., Pham, V. H., & Che, T. N. (2018). The Effects of Climate Change on GDP by 15 Country and the Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord. *Earth's Future*, 6(8), 1153–1173. <https://doi.org/10.1029/2018EF000922>

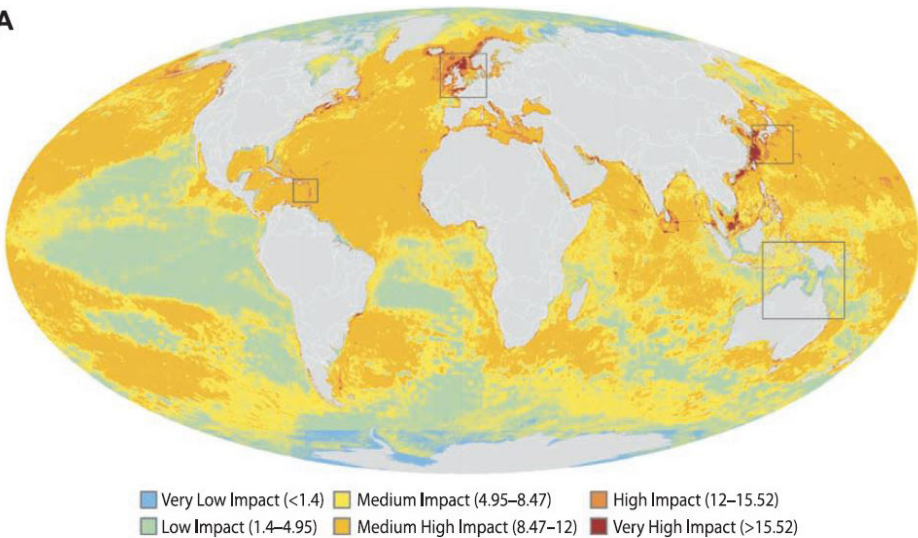
התרומה האנתרופוגנית לשינוי האקלים

ישנם גורמים "אנתרופוגניים" (מעשה ידי אדם) רבים התורמים לשינוי האקלים,¹⁶ ושינוי האקלים ישפיע על בריאות האדם בדרכים רבות – בעיקר לרעה.¹⁷ כיום אין ספק שבני האדם תורמים לשינוי האקלים וללחצים המופעלים על האוקיינוס, והבעיה הסביבתית הקשורה בכך בעולם כולו.¹⁸ עם זאת, חשוב להבין כי שינוי אקלים מחזוריים מתרחשים תמיד על פני כדור הארץ, דבר המכונה התנהגות מערכתית "נורמלית", ובמקרה זה חריגות מן הדפוס "הנורמלי" מצביעות על השפעה אנתרופוגנית על האקלים.¹⁹ על סמך ניתוח גאולוגי של גלעיני קרח יש עדויות מוכחות לכך שפעילות אנושית בעבר תרמה לעלייה בגזי החממה (בעיקר CO₂) מאז המהפכה התעשייתית,²⁰ ועלייה זו בתורה תרמה לטמפרטורה גבוהה יותר של האטמוספירה.²¹ אולם שיעור ההשפעה האנושית המנבאת על ידי מודלים קיימים עדיין אינו ודאי, במידה רבה בשל הצטברות גורמים של אי-ודאות.²² הן תהליכים טבעיים והן פעילות אנושית משנים את מאזן האנרגיה והגורמים הפיזיים בכדור הארץ, ולהבנה מלאה יש לחקור את שני הנושאים האלו.²³

- IPCC. (2014). *IPCC Climate Change 2014*. (IPCC, Ed.), IPCC. Gian-Kasper Plattner. 16
Retrieved from <http://www.ipcc.ch>
- McMichael, A. J., Woodruff, R. E., & Hales, S. (2006). Climate change and human health: 17
Present and future risks. *Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68079-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68079-3)
- Halpern, B. S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K. S., Koenig, K., Longo, C., ... Walbridge, 18
S. (2015a). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's
ocean. *Nature Communications*, 6(May), 7615. <https://doi.org/10.1038/ncomms8615>
- Loehle, C. (2004). Climate change: detection and attribution of trends from long-term geologic 19
data. *Ecological Modelling*, 171, 433–450. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.08.013>
- Ethedde, D. M., Steele, L. P., Langenfelds, R. L., Francey, R. J., Bm'nola, J.-M., & Morgan, 20
V. I. (1996). *Natural and anthropogenic changes in atmospheric CO 2 over the last 1000 years from air in Antarctic ice and firn*. *Journal of Geophysical Research* (Vol. 101). Retrieved from http://www.acoustics.washington.edu/fis437/resources/Week_10/Etheridge_et_al_1996.pdf;
- Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B., Blunier, T., Barnola, J.-M., Siegenthaler, U., ... Stocker, T. 21
F. (2008). LETTERS High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000
years before present. *Nature Publishing Group*. <https://doi.org/10.1038/nature06949>
- Scheffer, M., Brovkin, V., & Cox, P. M. (2006). Positive feedback between global warming 21
and atmospheric CO 2 concentration inferred from past climate change.
<https://doi.org/10.1029/2005GL025044>
- שם. 22
- IPCC. (2014). *IPCC Climate Change 2014*. (IPCC, Ed.), IPCC. Gian-Kasper Plattner. 23
Retrieved from <http://www.ipcc.ch>

כימותן ומיפויין של השפעות אנושיות בקנה מידה מקומי וגלובלי על שינוי האקלים באופן מתוקנן המאפשר השוואה ומהווים אמצעי רב-עוצמה להערכה, הן של הדפוס המרחבי של ההשפעה האנושית האינדיבידואלית, והן של השינוי שחל בה עם הזמן, כמו גם של השפעתם הכוללת על שינוי האקלים מעבר לאיזורים גאוגרפיים משתנים במידה רבה.²⁴ כיום הולכת ונעשית הערכת רמת ההשפעות האנתרופוגניות על שינוי האקלים ועל הסביבה לאחד הנושאים המדעיים החשובים ביותר, שיש בו עדיין אי-ודאות רבה באשר לקצב ולשינויים בהשפעות האנתרופוגניות. בקהילה המדעית בכלל ובחקר האקלים בפרט יש הסכמה גורפת על כך שקצב שינוי האקלים הנוכחי הוא מעשה ידי אדם.

A



איור 4: מפה גלובלית של השפעה אנושית מצטברת²⁵

נראה כי נוכחות אנושית המשפיעה על האוקיינוס עולה בעולם כולו (איור 4), אולם ידוע לנו מעט על דפוסי השינוי המצטבר שלה במרחב ובזמן, ועל השאלות: איזו פעילות אנושית אחראית יותר מכול לשינויים בסביבת האוקיינוס ולתרומה לשינוי האקלים? ואילו מקומות

Halpern, B. S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K. S., Koenig, K., Longo, C., ... Walbridge, S. (2015a). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, 6(May), 7615. <https://doi.org/10.1038/ncomms8615>; 24

Halpern, B. S., Lbridge, S., Selkoe, K. a, Kappel, C. V, Micheli, F., D'Agrosa, C., ... Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science (New York, N.Y.)*, 319(5865), 948–952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>

Halpern, B. S., Lbridge, S., Selkoe, K. a, Kappel, C. V, Micheli, F., D'Agrosa, C., ... Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science (New York, N.Y.)*, 319(5865), 948–952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345> 25

חווים את העליות הגדולות ביותר? על סמך השפעותיהן המצטברות של תוצאות הלחצים המשפיעים ביותר של הפעילות האנושית: דיג, שינוי אקלים ומקורות השפעה על הים מהיבשה (מתקני חוף וכו'), כ-66 אחוז כמעט מן האוקיינוס וכ-77 אחוז מהמים הכלכליים בעולם סובלים מעלייה בלחץ ממקור אנושי, וכ-5 אחוזים מן האוקיינוס מושפעים במידה רבה מאוד.²⁶ כדי להבין את האיומים האמיתיים על הביטחון הימי והאתגרים הניצבים בפני קובעי המדיניות לא די להביט בשינוי האקלים בלבד. שינוי אקלים הוא מרכיב אחד בלבד מן הבעיה הרחבה יותר – שינוי סביבתי ישיר מעשה ידי אדם.²⁷ כמין ביולוגי יש לבני האדם פעמים רבות השפעה ישירה ועקיפה (איור 4), והם יוצרים שינויים גדולים בסביבה.²⁸ בעבר הקרוב יותר הייתה לעליות גדולות באוכלוסייה השפעה דרמטית על יכולת הקיום הגלובלית. בתחילת המאה ה-20 היו על פני כדור הארץ כ-1.65 מיליארד בני אדם. בתחילת המאה ה-21 היו 6 מיליארד בקירוב. התוצאה היא כי נשאבים מי תהום רבים יותר, נכרתים יערות רבים יותר, חלה התפשטות עירונית רבה יותר, פיתוחים רבים יותר במישורי הצפה וכדומה, ובסופו של דבר, הסביבה משתנה.²⁹

שינוי האקלים הנוכחי שאינו מבחין בגבולות של מדינות ובגבולות אדמיניסטרטיביים אחרים, יצר צורך לפתח גישות אסטרטגיות חדשות כדי להתגבר על השלכות השינויים האלו.³⁰ הכרזה של מדינות על אזור כלכלי בלעדי מביאה עימה סדרה של אתגרים ובעיות (איור 5) למאמצי שיתוף פעולה בקנה מידה רחב.³¹ קשרים כלכליים וסוציו-פוליטיים בין מדינות יכולים להגביר במידה ניכרת את יציבותן ומוכנותן של מדינות במניעת השלכותיו החמורות של שינוי האקלים.

26 ש.ם.

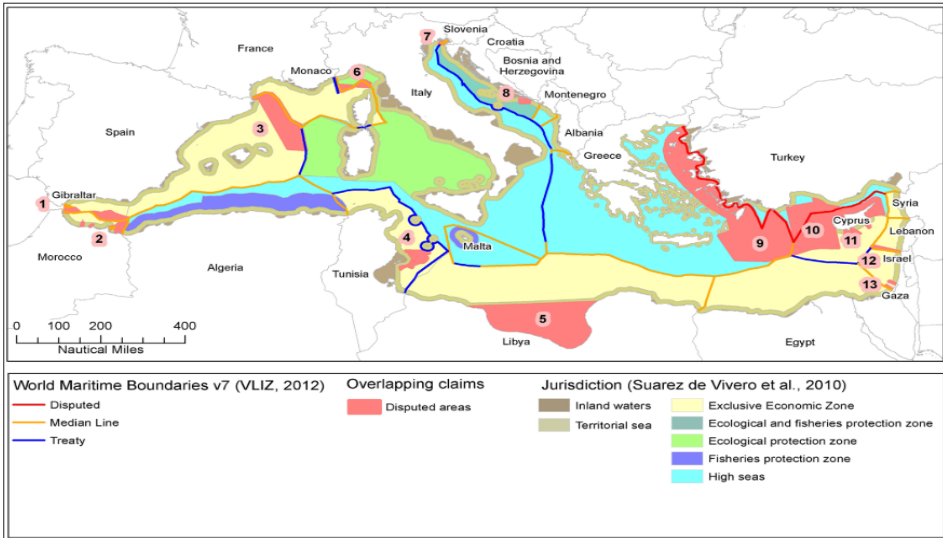
Paskal, C., & House, C. (2007). How climate change is pushing the boundaries of security and foreign policy. *Chatham House*, (June). 27

Halpern, B. S., Lbridge, S., Selkoe, K. a, Kappel, C. V, Micheli, F., D'Agrosa, C., ... Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science (New York, N.Y.)*, 319(5865), 948–952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345> 28

Paskal, C., & House, C. (2007). How climate change is pushing the boundaries of security and foreign policy. *Chatham House*, (June). 29

Hannah, L. (2010). A global conservation system for climate-change adaptation: Special section. *Conservation Biology*, 24(1), 70–77. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01405.x> 30

Katsanevakis, S., Levin, N., Coll, M., Giakoumi, S., Shkedi, D., Mackelworth, P., ... 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. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.07.013> 31



איור 5: גבולות ימיים ומחלוקות בים התיכון³²

שיתוף פעולה מוצלח חוצה גבולות תלוי בהשגת מטרות סביבתיות שונות ובחיוזק הקשרים הכלכליים ושיתוף הפעולה המדיני הנחוץ.³³ אולם בפני מציאת הדרכים האפקטיביות לשיתוף פעולה ניצבים מכשולים. לדוגמה, בגלל חוסר אמון ארוך טווח, מנהיגים רבים ברחבי העולם הם חשדניים כלפי יוזמות כאלה, כגון התעקשות המערב על הפחתת פליטות גלובלית. יש הרואים בהצעה זו צביעות כדי למנוע צמיחה כלכלית במדינות המתפתחות. נוסף על כך, שותפים מסוימים במערב נוטים פחות מאחרים לחפש פתרונות. חלק משמעותי מפתרון שתי הסוגיות האלו קשור למונחים הרווחים בשימוש בעת הנוכחית, שהם לא פעם מבולבלים או לא מדויקים, ומצריכים הבהרה דחופה.³⁴

Suárez de Vivero, J. L., Martínez Alba, I., Martín Jiménez, J., & Jiménez Sánchez, C. (2010). 32
Jurisdictional waters in the Mediterranean and Black seas. Directorate general for internal
policies. policy department B: structural and cohesion policies. IP/B/PECH/IC/2009-087.
Fisheries, 140.

Levin, N., Beger, M., Maina, J., McClanahan, T., & Kark, S. (2018). Evaluating the potential 33
for transboundary management of marine biodiversity in the Western Indian Ocean.
Australasian Journal of Environmental Management, 25(1), 62–85
<https://doi.org/10.1080/14486563.2017.1417167>

Paskal, C., & House, C. (2007). How climate change is pushing the boundaries of security 34
and foreign policy. *Chatham House*, (June).

שינוי אקלים וביטחון ימי

ביטחון ימי הוא אחד המושגים 'האופנתיים' האחרונים ביחסים הבינלאומיים.³⁵ שחקנים חשובים בתחום המדיניות הימית, ניהול משאבי האוקיינוס והביטחון הבינלאומי, כל אלה החלו לכלול בעשור האחרון את הביטחון הימי במסגרת סמכותם או הגדירו מחדש את עבודתם במונחים אלו.³⁶ ישראל מצויה בשלבים הראשונים של תהליך זה, למרות היותה כאמור "אי גאו-פוליטי". בעשור האחרון הוסיפה לגדול תרומתו של התחום הימי לחוסנה ולביטחונה של ישראל.³⁷

עליית הביטחון הימי מתרחשת כעת עם שינויי האקלים; לפיכך מספר רב של ממשלות וגורמים שאינם מדינות, מתחילים להיערך להשלכותיהם המורכבות של שינויי האקלים. בעקבות כך, מפותחות גישות חדשות המתמקדות בחשיבה אסטרטגית ימית ובהבנת האופן שבו שינויי אקלים משפיעים כעת, המועד שבו הם עלולים להשפיע על הביטחון הימי, והתוצאות שהדבר עלול להוביל אליהן, כגון מתחים פוליטיים, סכסוכים חמושים וכדומה. אולם למדינות רבות אין אסטרטגיה ימית לאומית המבוססת על מסקנות מדעיות של שינויי אקלים והשפעותיהם הפוטנציאליות על הביטחון הימי הלאומי.³⁸ מנקודת מבט גלובלית מתועדים כעת מספר רב של מקרים, שבהם יש אינטראקציה בין שינויי אקלים לבין מצבים חברתיים, מדיניים, כלכליים ואסטרטגיים מגוונים, מורכבים ולא יציבים, דבר היוצר סוג חדש של בעיות, שבמקרים רבים הדרג המדיני לא פיתח כל תפיסה באשר לפתרונן. מכיוון ששינויי האקלים מתרחשים "כה מהר" ובמקרים רבים הם בלתי צפויים, הם משנים את המאזן ואת "סדר הדברים", שעליהם מבוססים ביטחון של מדינות.³⁹ כיום קיבלו שינויים אלו תפקיד חשוב ככוחות אסטרטגיים רבי-עוצמה שיש להבינם באופן מלא. הם משפיעים במידה רבה על יחסים בינלאומיים, סכסוכים עתידיים, מלחמות וכדומה.

Bueger, C. (2015). What is maritime security? *Marine Policy*, 53, 159–164. 35
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.12.005>

Germond, B., & Mazaris, A. D. (2019a). Climate change and maritime security. *Marine Policy*, 99, 262–266. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.10.010> 36

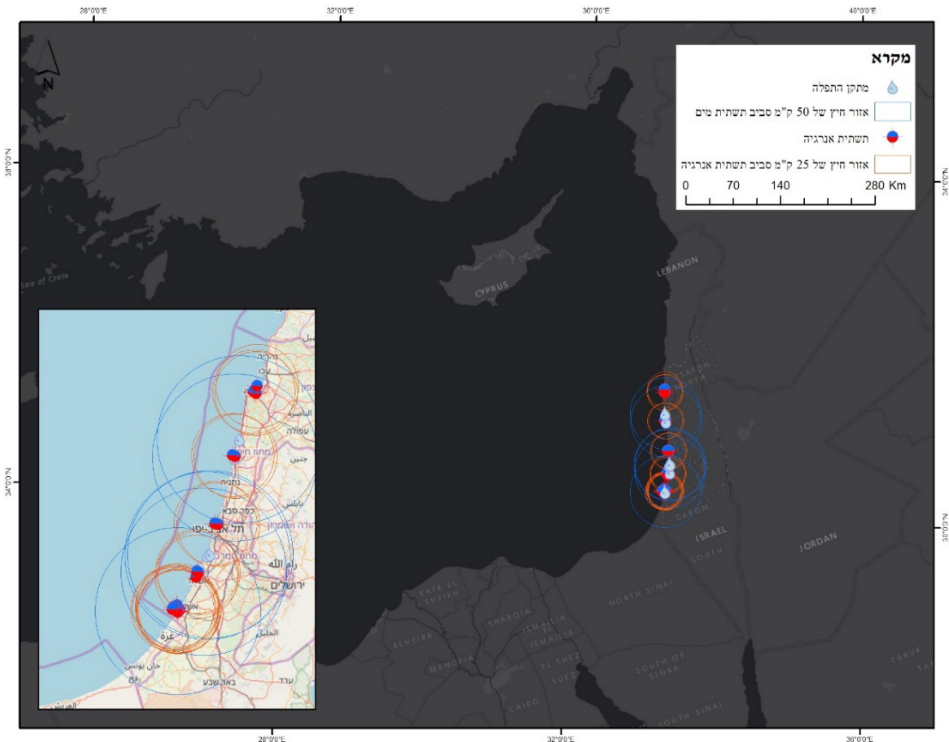
HMS. (2018). Maritime strategic evaluation for israel 2018/19. *Haifa Research Center for Maritime Policy & Strategy*. 37

Bueger, C. (2015). What is maritime security? *Marine Policy*, 53, 159–164. 38
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.12.005>

Germond, B., & Mazaris, A. D. (2019a). Climate change and maritime security. *Marine Policy*, 99, 262–266. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.10.010> 39

השפעותיו ההתחלתיות של שינוי האקלים משתנות בהתאם למבנים הכלכליים, הפוליטיים והחברתיים הקיימים באיזורים שונים בעולם.⁴⁰

קיימת מודעות הולכת וגוברת לכך שהיבטים חשובים וקריטיים רבים בביטחונה הימי של ישראל מאוימים או שיש להם פוטנציאל להיות מאוימים, עקב השפעות ישירות ועקיפות של שינוי האקלים על מערכות אקולוגיות בים ובחופים, תיירות ימית / תיירות חופים, תחבורה ימית, קהילות חוף ותשתית לאומית הממוקמת לאורך קו החוף (איור 6). לפיכך נדרשת פיתוח תפיסה גאו-אסטרטגית ימית לישראל, בתקופה שבה חלים שינויים טבעיים גדולים הנובעים משינוי אקלים, ונראה כי הוא מהווה דרך חדשה ומודרנית שאומצה על ידי מספר הולך וגדל של ממשלות אחרות וארגונים שאינם מדינות, אשר מעריכים את השפעת שינוי האקלים, ונלחמים בה ברמות שונות בשל השלכותיה הקשות.



איור 6: מיקום תשתיות מים ואנרגיה חשובות לאורך קו חוף הים התיכון בישראל, עם אזורי חיץ מוצעים למעקב וגילוי מוקדם של סכנות פוטנציאליות בים (50 ק"מ לתשתיות מים ו-25 ק"מ לאנרגיה). במפת ה"תקריב" מוצגים מיקום אזורי החיץ והמים הטריטוריאליים (12 מיילים ימיים)

Halden, P. (2007). The Geopolitics of Climate Change. *Mnemosyne*, 11(1), 158–159. 40
<https://doi.org/10.1163/156852558X00212>

שינוי האקלים וביטחונה הימי של ישראל

ישראל רגישה להשפעותיהם הפוטנציאליות של שינויים אקלימיים וסביבתיים בלתי צפויים, זאת בשל מיקומה הגאוגרפי והמדיני. קו החוף של ישראל מתפרס על פני 190 קילומטרים לאורך חופי הים התיכון, עם מספר רב של תשתיות בעלות חשיבות לאומית (איור 6), ומאוכלס בצפיפות, השפעתו הפוטנציאלית של שינוי אקלים על תשתית ואוכלוסייה זו אינה מובנת די הצורך.

המרכיבים החשובים ביותר של שינוי האקלים שמשפיעים או שיכולים להשפיע באופן פוטנציאלי על ביטחונה הימי של ישראל כתוצאה משינוי האקלים, הם:

1. **משטר הגשמים** – שינויים במשטר הגשמים באזור הלבנט, בעיקר ירידה בכמות השנתית, הפיזור העונתי, העוצמה והעיתוי.⁴¹ למגמה זו השפעות חשובות על משאבי המים של המדינה, דבר שעלול להגביר את התלות במפעלי התפלת מים. לשינויים שחלים במשך תקופות הגשם ותקופות יובש במהלך עונת הגשמים יש השלכות סביבתיות חשובות, בייחוד על החקלאות והמערכות האקולוגיות. לדוגמה, תקופות יובש ארוכות עלולות לגרום לקרקע להתייבש, ומשמעות הדבר היא צורך בהשקיה רבה יותר, בשעה שתקופות ארוכות יותר של גשמים עלולות להגביר את סכנות ההצפות ועוד.⁴² מחקרים מצביעים על מתאם חיובי בין שינוי במשטר הגשמים בישראל לבין עלייה בשריפות יער,⁴³ דבר המוביל גם לעלייה בסחף האדמה.⁴⁴ עלייה בשריפות והגברת הסחף יוצרות השפעות אקולוגיות וכלכליות משמעותיות אשר חורגות לא פעם מעבר למדד ההשפעות המקובל.
2. **עליית מפלס הים** – העלייה במפלס הים התיכון במהלך המאה ה-20 הייתה יחסית דומה לעלייה הגלובלית הממוצעת אשר הינה כ-0.5-2.5 מ"מ/שנה. אולם מגמה זו אינה

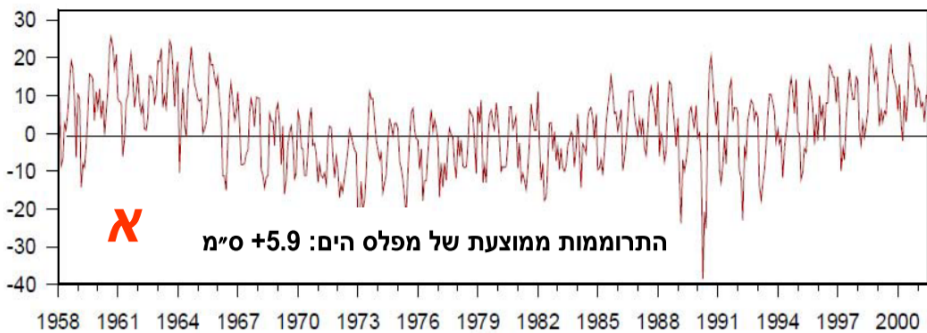
Zittis, G. (2018). Observed rainfall trends and precipitation uncertainty in the vicinity of the Mediterranean, Middle East and North Africa. *Theoretical and Applied Climatology*, 134(3–4), 1207–1230. <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2333-0> 41

Ziv, B., Saaroni, H., Pargament, R., Harpaz, T., & Alpert, P. (2014). Trends in rainfall regime over Israel, 1975–2010, and their relationship to large-scale variability. *Regional Environmental Change*, 14(5), 1751–1764. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0414-x> 42

Levin, N., & Saaroni, H. (1999). Fire weather in Israel - Synoptic climatological analysis. *GeoJournal*, 47(4), 523–538. <https://doi.org/10.1023/A:1007087217249>; Turco, M., Levin, N., Tessler, N., & Saaroni, H. (2017). Recent changes and relations among drought, vegetation and wildfires in the Eastern Mediterranean: The case of Israel. *Global and Planetary Change*. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.09.002> 43

Wittenberg, L., & Inbar, M. (2009). The role of fire disturbance on runoff and erosion processes - a long-term approach, Mt. Carmel case study, Israel. *Geographical Research*, 47(1), 46–56. <https://doi.org/10.1111/j.1745-5871.2008.00554.x> 44

עקבית לאורך המאה. נוסף על הסכנות הבלתי נמנעות הקשורות להצפת המישורים שלאורך אזורי החוף, עלייה במפלס הים עלולה לגרום גם לסחיפת קרקעות וחול באזור החוף, לחדירת מי מלח לאקוויפרים של מים מתוקים, ולנזקים אחרים לסביבת החוף.⁴⁵ השפעתה הכלכלית הצפויה של השמירה על רמת ההפעלה הנוכחית של התשתיות הימיות בישראל לאורך קו חוף הים התיכון כתוצאה מן העלייה במפלס הים, נאמדת בכ-200 מיליון דולרים ו-500 מיליון דולרים לעלייה של 0.5 מ' ו-1 מ' במפלס הים, בהתאמה.⁴⁶



איור 7: שינויים במפלס הים על סמך תיעודי תחנות מדי הגאות ביפו ובאשדוד 1958-2000⁴⁷
(ציר ה-Y הוא בס"מ)

3. עלייה בטמפרטורת פני הים – מחקרים אחדים מראים, כי טמפרטורת פני הים התיכון עלתה במהלך שלושת העשורים האחרונים. במחקר של פסטור (2018) נמצאה מגמת התחממות עקבית בסדרת נתוני טמפרטורה יומית של פני הים שנמדדו מלויינים (1982–2016), עבור שטח של כל הים התיכון ובפרקי זמן משתנים.⁴⁸ לדוגמה המחקר שכלל את התקופה שבין 1985-2006 הראה כי טמפרטורת פני הים בשכבה העליונה עלתה בקצב ממוצע של 0.03 ± 0.008 C yr⁻¹ באגן המערבי ו- 0.05 ± 0.009 C yr⁻¹

Lichter, M., Zviely, D., Klein, M., & Sivan, D. (2010). Sea-Level Changes in the Mediterranean: Past, Present, and Future – A Review (pp. 3–17). https://doi.org/10.1007/978-90-481-8569-6_1

Zviely, D., Bitan, M., & DiSegni, D. M. (2015). The effect of sea-level rise in the 21st century on marine structures along the Mediterranean coast of Israel: An evaluation of physical damage and adaptation cost. *Applied Geography*, 57, 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.12.007>

אלמגור, ג' ופרת, א' (2012). חוף הים התיכון של ישראל- מהדורה שלישית. ירושלים: משרד האנרגייה והמים המכון הגאולוגי. ירושלים.

Pastor, F., Valiente, J. A., & Palau, J. L. (2018). Sea Surface Temperature in the Mediterranean: Trends and Spatial Patterns (1982–2016). *Pure and Applied Geophysics*, 175(11), 4017–4029. <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1739-z>

באגן המזרחי.⁴⁹ במחקר נוסף,⁵⁰ שבחן את התקופה שבין 1982-2012, נמצאה עליית טמפרטורה ממוצעת דומה של פני הים, 0.035 ± 0.0070 C yr⁻¹. תת-האגן הלבנטיני חם יותר מלכתחילה, ותהליך ההתחממות הנוכחי מתקדם בקצב מהיר הרבה יותר בהשוואה לים התיכון כולו.⁵¹ עלייה זו בטמפרטורת פני הים וגלי חום ימיים,⁵² משפיעים באופן מובהק על הביטה הימית,⁵³ ועל עשב ים ואצות מיקרוסקופיות, הממלאים תפקיד חשוב באקולוגיה הימית באיזור הלבנט.⁵⁴

4. **עלייה בטמפרטורת האוויר** – הקיצים בישראל נעשים חמים יותר והחורפים קרים יותר. העלייה בטמפרטורת המינימום בקיץ בולטת יותר מן העלייה בטמפרטורת המקסימום, ואילו הירידה בטמפרטורת המקסימום בחורף גדולה יותר מן הירידה בטמפרטורת המינימום. תוצאת השינויים האלו היא ירידה בטווח טמפרטורת האוויר היומי בשתי העונות.⁵⁵ עלייה זו בטמפרטורה והשינוי בטווח היומי יכולים להוביל באופן פוטנציאלי לטווח רחב של השפעות על בריאות האדם.⁵⁶ דוגמה פופולרית ואחת המפורסמות ביותר לשינויים כאלה במשטר הטמפרטורה היא דוגמת הקיץ באירופה בשנת 2003, שבו הייתה הטמפרטורה הממוצעת גבוהה ב-3.5°C מעלות צלזיוס מן הרגיל, דבר

- Nykjaer, L. (2009). Mediterranean Sea surface warming 1985-2006. *Climate Research*, 49 39(1), 11–17. <https://doi.org/10.3354/cr00794>
- Shaltout, M., & Omstedt, A. (2014). Recent sea surface temperature trends and future 50 scenarios for the Mediterranean Sea. *Oceanologia*. <https://doi.org/10.5697/oc.56-3.411>
- Pastor, F., Valiente, J. A., & Palau, J. L. (2018a). Sea Surface Temperature in the 51 Mediterranean: Trends and Spatial Patterns (1982–2016). *Pure and Applied Geophysics*, 175(11), 4017–4029. <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1739-z>; Shaltout, M., & Omstedt, A. (2014). Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea. *Oceanologia*. <https://doi.org/10.5697/oc.56-3.411>
- Jacox, M. G. (2012). Marine heatwaves in a changing climate. In *Nature*. E. Günther. 52 <https://doi.org/10.5962/bhl.title.58542>
- Marbà, N., Jordà, G., Agustí, S., Girard, C., & Duarte, C. M. (2015). Footprints of climate 53 change on Mediterranean Sea biota. *Frontiers in Marine Science*, 2(AUG). <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00056>
- Koch, M., Bowes, G., Ross, C., & Zhang, X. H. (2013). Climate change and ocean acidification 54 effects on seagrasses and marine macroalgae. *Global Change Biology*, 19(1), 103–132. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02791.x>
- Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P., & Rubin, S. (1999). Temporal and spatial trends 55 of temperature patterns in Israel. *Theoretical and Applied Climatology*, 64(3–4), 163–177. <https://doi.org/10.1007/s007040050120>
- IPCC. (2014). *IPCC Climate Change 2014*. (IPCC, Ed.), IPCC. Gian-Kasper Plattner. 56 Retrieved from <http://www.ipcc.ch>; IPCC. (2018). Global warming of 1.5°C. IPCC. Retrieved from https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf

שגרם לכ-22,000 עד 45,000 מקרי מוות במהלך שבועיים.⁵⁷ אומנם נמצא קשר חיובי בין טמפרטורה להתפתחות מחלות מדבקות, הגירה, שינויים מקומיים בשימושי קרקע, – אך לא במתאם גבוה.⁵⁸

5. **ההשפעה על התמ"ג** – התחממות גלובלית ללא נקיטת צעדים על ידי המדינות תוביל לירידה בתמ"ג. עד כה נעשו ניסיונות מעטים יחסית לבחון את ההשפעות הגלובליות מצד אחד וההתבדלות (להבדיל מתהליך הגלובליזציה) בראייה רב זמנית מהצד השני, של שינוי האקלים על התמ"ג וזאת באמצעות בניית מודלים כלכליים בקנה מידה גדול. חישוב אחד כזה⁵⁹ על סמך מודל כלכלי בקנה מידה גדול שהקיף 139 מדינות ו-57 קבוצות רחבות של סחורות וזאת על פני תקופה של 200 שנה (טבלה 1 ו-2), מראה מודל זה את יתרונותיה הכלכליים הפוטנציאליים של העמידה בהסכם האקלים של פריס למשל.

השלכות אלו ואחרות של שינוי האקלים משפיעות באופן חמור ומתמשך על ביטחונה הימי של ישראל וזאת בהיבטים כגון מגזר המים, חקלאות, בריאות, מגוון ביולוגי, סביבות חוף וסביבות עירוניות, בנוסף להשפעות גאו-אסטרטגיות, סביבתיות וחברתיות. בשנת 2009 הכינה ממשלת ישראל מסמך מדיניות לאומית בנושא שינוי אקלים ותוכנית פעולה אשר כוללות אמצעי הקלה והיערכות גם יחד. בעקבות ההחלטה הוקמה על ידי המשרד להגנת הסביבה בשנת 2011 **מינהלת היערכות לשינוי אקלים (ICCIC)**, במטרה לאגד את הידע הקיים בישראל ובח"ל, לזהות פערי ידע ולהגיש לממשלה המלצות על אמצעי היערכות ארציים ומקומיים. על סמך הממצאים פותחו המלצות על תוכנית היערכות לשינוי אקלים בישראל, הן ברמה הארצית, והן ברמה המקומית.⁶⁰ לאור חשיבותו הרבה של הים למדינת ישראל נדרש פיתוחה של תוכנית דומה, שתכלול את ההיבטים החיוניים של הביטחון הימי בישראל, ותהווה תוכנית פעולה ברורה ברמה הלאומית.

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2004). *World Disaster Report 2004. Focus on Community Resilience*. Kumarian. Retrieved from <http://www.ifrc.org/PageFiles/89755/WDR2004/58000-WDR2004-LR.pdf>

Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature Climate Change*, 438. <https://doi.org/10.1038/nature04188>

Kompas, T., Pham, V. H., & Che, T. N. (2018). The Effects of Climate Change on GDP by Country and the Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord. *Earth's Future*, 6(8), 1153–1173. <https://doi.org/10.1029/2018EF000922>

ICCIC, 2014. (2014). Adaptation to climate change in Israel. *State of Israel Ministry of Environmental Protection Office of the Chief Scientist*, (February). Retrieved from www.environment.gov.il

טבלה 1: השפעות ההתחממות הגלובלית (3°C) במדינות השכנות לישראל על התמ"ג העולמי (% שינוי/שנה)⁶¹

שנה	ערב הסעודית	מצרים	ישראל	אירן	ירדן	יוון	קפריסין	טורקיה
2027	-0.378	-0.354	-0.198	-0.167	-0.158	0.108	0.025	0.007
2037	-0.831	-0.714	-0.410	-0.350	-0.342	0.2	0.042	-0.008
2047	-1.332	-1.086	-0.632	-0.558	-0.555	0.281	0.049	-0.045
2067	-2.422	-1.867	-1.102	-1.047	-1.052	0.402	0.024	-0.180

טבלה 2: השפעות ארוכות טווח של תרחישי שינוי אקלים במדינות השכנות לישראל על התמ"ג העולמי (% שינוי/שנה)⁶²

מדינה	ערב הסעודית	מצרים	ירדן	אירן	ישראל	טורקיה	קפריסין	יוון
10C	-1.650	-1.083	-0.982	-0.894	-0.743	-0.342	-0.194	-0.048
20C	-3.457	-2.377	-1.998	-2.044	-1.514	-0.842	-0.462	-0.149
30C	-5.449	-4.000	-3.254	-3.516	-2.317	-1.540	-0.816	-0.275
40C	-7.773	-6.143	-4.835	-5.365	-3.416	-2.479	-1.481	-0.708

מסקנות והמלצות

מאמר זה מבוסס על מסמכים אסטרטגיים רשמיים שמטרתם להגביר את המודעות, אך גם להציע וליישם אמצעי ניהול והקלה, במטרה להקטין את הסיכונים לביטחונה הימי של ישראל. שינוי האקלים יפגע גם במדינות שכנות, שלחלקן אין יכולת רבה להתמודד עם בעיות אלו בגלל קשיי פיתוח וממשל. על ישראל להיות מוכנה גם בהקשר זה, לדוגמה:

1. פליטי אקלים
2. זיהום ימי שמקורו מחוץ למימי ישראל
3. ירידה בתוצרי החקלאות (מזון) וחוסר יציבות פוליטי

בהקשר זה על ההשפעות הסוציו-אקונומיות, הסביבתיות והבריאותיות הפוטנציאליות בקנה מידה מקומי, אזורי וגלובלי לקבל תשומת לב משמעותית מצד מקבלי ההחלטות בישראל על סמך הממצאים המדעיים. קיימת הסכמה כללית על הצורך בהעמקת הבנתם של הקשרים בין השפעות שינוי האקלים לאיומים על הביטחון הימי ובריאות האדם, אך נותר עוד לבדוק כיצד יש לתרגם את הידע הקיים על קשר הגומלין בין שינוי האקלים לביטחון הימי לגאואסטרטגיה ימית בישראל.

61 ראה הערה 58.

62 שם.