



ספטמבר 2023

דוח ועדת ההיגוי המייעצת לוות"ת בנושא

מדעי הים והמים

תוכן עניינים:

03	הקדמה: פרופ' יוסי מקורי, יו"ר הוות"ת.....
04	הצהרת כוונות, פרופ' (אמריטוס) אהרון קפלן, יו"ר ועדת ההיגוי.....
05	תקציר.....
07	רקע.....
08	אתגרים ומענים במחקר ימי בישראל.....
09	אתגרים בנושא מים במדינת ישראל.....
12	הרכב הוועדה ואופן עבודתה.....
14	הסקר למוסדות.....
15	המלצות ועדת ההיגוי.....
21	טבלת מסכמת לתכנית חמש-שנתית (תשפ"ד-תשפ"ח).....

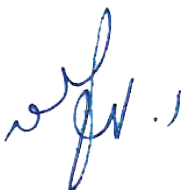
הקדמה - פרופ' יוסף מקורי, יו"ר הוועדה לתכנון ולתקצוב של המועצה להשכלה גבוהה

אני שמח וגאה לכתוב דברי הקדם לדו"ח זה. זמן קצר לאחר כניסתי לתפקיד, בדצמבר 2021, החל משא ומתן תקציבי על התכנית הרב-שנתית של ות"ת לשנים תשפ"ד-תשפ"ח, ובכלל זאת מימון של תכנית דגל למחקר בתחום הקיימות ומשבר האקלים. הדרך לא הייתה קלה, אך לאחר שקיבלנו אישור עקרוני, התחלנו בתהליך הרכבת ולאחר מכן מינוי ועדות היגוי בשלושה תחומים שנבחרו על בסיס חזקות המחקר בישראל ופוטנציאל הפיתוח: (1) אנרגיה ואקלים, (2) חקלאות, מזון/תזונה ומגוון ביולוגי, (3) מדעי הים והמים.

הדו"ח שלפניכם הוא תוצאה של חצי שנה של עבודה אינטנסיבית שכללה איסוף מידע מבעלי עניין מרכזיים באקדמיה ומחוצה לה, דיונים רבים, ולבסוף תהליך של תיעוד וניתוח עלות-תועלת. הדו"ח מכיל את המלצות ועדת ההיגוי למדעי הים והמים, שאושרו על ידי הוועדה לתכנון ולתקצוב, כך שיש אור ירוק להתקדם הלאה, ותקציב משוריינן של כ-125 מיליון ש"ח למימוש ההמלצות בחמש השנים הקרובות. זוהי השקעה נחוצה ביותר באפיקי מחקר שנבחרו בקפידה. יש לנו יסוד מוצק להאמין כי לקהילה המדעית הישראלית יש פוטנציאל להפוך למובילה עולמית בחדשנות ופיתוח בתחום הקיימות, ואנו שמחים להיות בעמדה בה אנו יכולים לדחוף קדימה באמצעות תקציבים תוספתיים. העולם צריך לפעול במהירות כדי להתמודד עם האתגרים הכבירים שלפנינו. אנו רוצים להבטיח שהאקדמיה הישראלית תוכל לתרום את חלקה.

אני רוצה להודות לשלושת יושבי הראש ולחברי וחברות ועדות ההיגוי על עבודתם המצוינת ותרומתם הרבה, בהתנדבות מלאה. תודתי נתונה גם לצוות המועצה להשכלה גבוהה, לד"ר נעמי בק, סמנכ"ל אסטרטגיה ובינלאומיות, לגבי אפל, ממונה אסטרטגיה, וליפעה יונגרמן, רכזת אסטרטגיה, על עבודתן המסורה בהפיכת רעיונות לדרכי פעולה.

התוכנית מוכנה לצאת לדרך, ועכשיו חובה עלינו לעשות כל שנדרש על מנת להפוך אותה להצלחה אפילו מעבר לציפיות, כך שלמדע שנקדם תהיה השפעה משמעותית וארוכת טווח על בניית עתיד טוב יותר.



פרופ' יוסי מקורי
יו"ר הוועדה לתכנון ותקצוב

הצהרת כוונות

השפעת ההתחממות הגלובלית מורגשת כבר עתה, ומשליכה על אופי המחקר במדעי הים והמים. על מנת להבין טוב יותר את השינויים המתרחשים, ולמצוא פתרונות להתמודדות איתם, יש להגדיל את המימון למחקר בסיסי ויישומי בתחומים אלו. כדוגמאות לשינויים אלו ניתן למנות את תופעת פריחת האצות הרעילות בעקבות ההתחממות הגלובלית, אשר תלך ותתעצם במים מתוקים, בחופים ובגופי מים, ואשר תצריך פיתוח של שיטות טיפול לשימור גופי מים אלה כמשאב. גם המסת קרחוני הקוטב הינה סיבה לדאגה שכן היא מסכנת אוכלוסיות רבות השוכנות לאורך חופי הימים. נתוני המגוון הביולוגי (כולל פרוטוקולי תצפית סטנדרטיים ונתונים מניסויים) נדרשים כדי לנטר דפוסים ארוכי טווח הן בזמן והן במרחב כגון החמצת האוקיינוסים וכניסתם של מינים פולשים, כך שנוכל להגן טוב יותר על מערכות אקולוגיות ולשמר אותן. במקביל, הביוטכנולוגיה הימית צומחת במהירות במטרה לפתח יישומים במגוון תחומים החל מחקלאות ימית, דרך רפואה ועד קוסמטיקה, ומציעה הזדמנויות פיתוח שישראל אינה יכולה להרשות לעצמה להחמיץ.

משימתנו כוועדת ההיגוי למדעי הים והמים הייתה לספק המלצות לחיזוק יכולתה של הקהילה האקדמית בישראל לבצע מחקרים פורצי דרך. מטרתה הראשונה של הוועדה הייתה להקים מאגר ידע ולזהות צווארי בקבוק. מיד ציינו כי למרות חשיבותם המרכזית של מדעי הים והמים לרווחתנו, הקהילה המדעית בישראל קטנה יחסית. בנוסף, הפער בהון אנושי איכותי שנוצר עם פרישתם של מדענים מובילים, לא הצליח לקבל מענה מתאים על ידי העסקתם של חוקרים בתחילת דרכם. לכן, חיוני להגדיל את מספר המדענים הישראלים המוכשרים הפועלים בתחומים אלה, כולל בגישות בין-תחומיות, כך שיהפכו לדמויות משפיעות באקדמיה ובתעשייה.

הוועדה זיהתה גם מספר נושאים שבהם מרכזי מחקר בין-תחומיים יקדמו את הבנתנו את התחום, כמו גם יישומים תעשייתיים מעשיים. מרכזים כאלה צריכים לכלול בהצעתם מרכיב של עבודה עם הקהילה ולספק ייעוץ לבעלי עניין, קובעי מדיניות, ואחרון לא פחות חשוב לעסוק בחינוך בקרב הציבור הרחב.

חברי הוועדה שמחו על כך שהוקצו תקציבים משמעותיים לקידום המחקר במדעי הים והמים בישראל. הוועדה מבקשת להביע את תודתה לכל קהילת החוקרים והמומחים בתחומי מדעי הים והמים על תרומתם שלא תסולא בפז לאיכות הדיונים ולהמלצות הוועדה.

לבסוף, אני רוצה להודות באופן אישי לחברי הוועדה על שירותם המקצועי והנלהב, ובמיוחד לד"ר נעמי בק וגב' גבי אפל שליוו אותנו בתהליך זה.



פרופ' (אמריטוס) אהרון קפלן
האוניברסיטה העברית
יו"ר ועדת ההיגוי המייעצת למדעי הים והמים

תקציר

משבר האקלים מציב אתגרים משמעותיים בפני המחקר האקדמי, ומחייב השקעה משמעותית בהבנה וחיזוי תהליכים במרחב ובזמן. בהיות גופי המים שחקן מרכזי המניע ומושפע מתופעות אקלימיות קצרות וארוכות טווח (כגון כמויות ועוצמות גשמים וסופות טרופיות, גלי חום, בצורת, ושריפות ענק), הם מהווים מוקד מחקר מרכזי בתחום הקיימות ומשבר האקלים.

חלק משמעותי מפליטות הפחמן הדו-חמצני בעקבות פעילויות האדם, נבלע בגופי המים, ומניע מגוון תהליכים שמשפיעים על השונות הביולוגית (כגון פוטוסינתזה שמגבירה את זמינות המזון לצרכנים במים, או החמצה, שביחד עם עליית טמפרטורת המים גורמת לתמותה ניכרת של יצורים רגישים כמו אלמוגים). בנוסף, ההתחממות הגלובלית מעצימה את משבר הזמינות של מי שתייה באזורים נרחבים (ועמה את הצורך להשתמש במים מושבים), וגורמת לעלייה ניכרת בנפיצות אוכלוסיות של אצות וחיידקים פוטוסינטטיים רעילים באגמים ובחופים.

על מנת לקדם את איכות, היקף ויכולות המחקר של הקהילה האקדמית בישראל במדעי הים והמים, תחומים שסובלים מהיעדר תמיכה מספקת מזה שנים רבות, מינתה ות"ת ועדת מומחים מיעצת. הועדה הונחתה למפות, לאפיין ולתעדף את הצרכים המחקריים של הקהילה האקדמית במדינת ישראל לחמש השנים הקרובות בתחומים בהם יש למדענים ישראלים פוטנציאל להפגין יתרון יחסי משמעותי במחקר בסיסי, ויישומי.

כחומר רקע לדינויה השתמשה הוועדה בדוחות של גופים בינלאומיים ובדוחות והמלצות של וועדות קודמות (כמפורט בגוף הדוח), בסקירות ודוחות שהכינו חברי וועדה, בתשובות לסקר שהופץ למוסדות, וכן בשיחות אישיות שהתקיימו עם חוקרים רבים (יותר מ-40) בתחומים הרלוונטיים.

המלצות הוועדה, שהתקבלו בהסכמה כללית, מובאות בגוף הדוח, להלן עיקריהן:

1. הון אנושי - כ-30% מהתקציב שעיקרו תמיכה בקליטת חברי סגל חדשים, לצד מלגות לדוקטורנטים ובת-דוקטורנטים. הוועדה המליצה שחלק מחברי הסגל החדשים ייקלטו במעבדות שיוקצו עבורם במכוני מחקר ממשלתיים כגון **חקר ימים ואגמים לישראל** (חיא"ל) לטובת ניצול מיטבי של התשתיות הקיימות, וקידום שיתופי הפעולה המדעיים. כמו כן, הומלץ שתיבחן האפשרות למימון מלגות לתלמידים בהנדסת מים לאור המחסור החרیف בתחום.
2. תשתיות מחקר והוראה במכון בין-אוניברסיטאי לחקר הים בים האדום (כ-25% מהתקציב).
3. סיוע בהוצאות מימון ימי ספינה ושימוש בציוד ימי (כ-14% מהתקציב) לשם הפחתת הוצאות המחקר והגדלת פוטנציאל הגיוס של תקציבי מחקר תחרותיים.
4. מוקדי מחקר (כ-30% מהתקציב):

א. מוקדי מחקר ימי שיחקרו נושאים כגון שינויים בפרמטרים כימו-פיזיקליים וביולוגיים בים התיכון בזמן ובמרחב בתגובה לתנאי סביבה משתנים, וכן את התהליכים המניעים שינויים בשונות הביולוגית בימים.

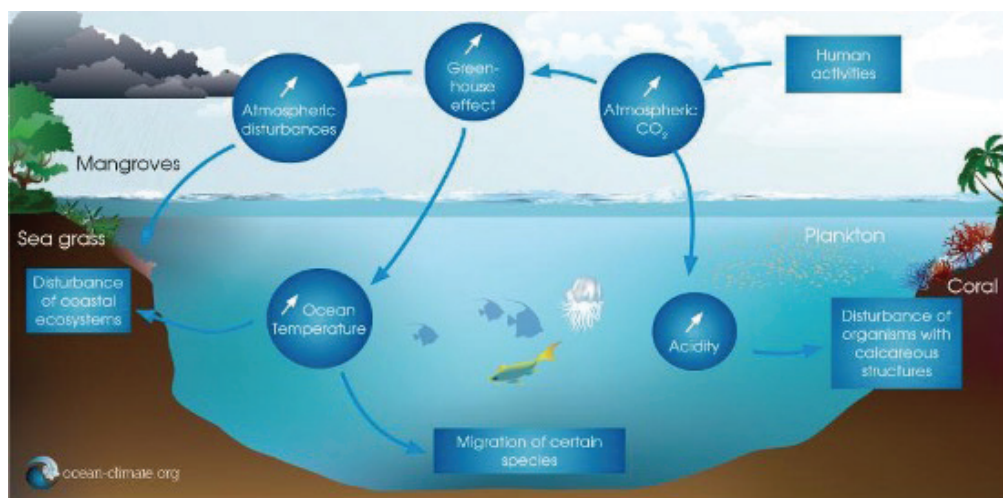
ב. מוקדי מחקר לקידום המחקר הלימנולוגי במערכות מים יבשתיות כגון: אגמים, מאגרי מים ונחלים.
ג. מוקדי מחקר לקידום המחקר באיכות מים וטיפול במזהמים אנתרופוגנים (כגון הורמונים, אנטיביוטיקה ומיקרו-פלסטיקה), ופיתוח מערכות ומודלים חדשים להתפלה, שיטות טיפול במים מושבים, ומודלים פיזיים לסימולציה של תהליכים הידרולוגיים. הוועדה סבורה ששיתוף פעולה עם מכון לטיהור מים, כמו מכון טיהור שפדי גוש דן (השפד"ן), יוכל לקדם את המחקר בתחומים אלה ולהקטין את ההוצאה הכספית בזכות התשתיות המצויות שם.

הוועדה מבקשת להודות לכל קהילת החוקרים והמומחים מתחומי מדעי הים והמים על שתרמו רבות לאיכות הדיון והמלצות הוועדה.

רקע

העיסוק האסטרטגי וההשקעה במחקר ים ומים קיבלו דחיפות בזירה הבינלאומית בשנים האחרונות. לדוגמא, משנת 2015 התחום מהווה חלק מרכזי מ-17 היעדים לפיתוח בר-קיימא של האו"ם (SDGs): **Clean Water and Sanitation** (יעד מספר 6), **Life Below Water** (יעד מספר 14). בשנת 2017 **הכריז** ארגון האו"ם על "ברית עשור האוקיינוס" עבור השנים 2021-2030. החשיבות המיוחדת לקידום המחקר בתחומי הים והמים מתבטאת גם בסכומי השקעה משמעותיים לנושאים אלה, למשל בתכנית המסגרת למו"פ לשנים 2021-2027 של האיחוד האירופי, **Horizon Europe** (כ-100 מיליוני אירו רק בשנה הנוכחית 2023-2024).

חלק משמעותי מפליטות הפחמן הדו-חמצני בעקבות פעילויות האדם, הגורמות להתחממות הגלובלית, נבלע בגופי המים, ומניע מגוון תהליכים שמשפיעים על השונות הביולוגית (כגון פוטוסינתזה שמגבירה את זמינות המזון לצרכנים במים, החמצה, שביחד עם עליית טמפרטורת המים גורמת לתמותה ניכרת של יצורים רגישים כמו אלמוגים, ועוד). בנוסף, ההתחממות הגלובלית מעצימה מאד את משבר הזמינות של מי שתייה באזורים נרחבים (ועמה את הצורך להשתמש במים מושבים לאחר טיהור), וגורמת לעלייה ניכרת בנפיצות אוכלוסיות אצות וחיידקים פוטוסינטטיים רעילים באגמים ובחופים.



מקור: IUCN, 2017

במדינת ישראל, נושאים הקשורים למצב המחקר בים נדונו בוועדות שונות שהגישו דוחות בשנים האחרונות, בין היתר: **דוח הוועדה הבינלאומית להערכת איכות מרכזי המחקר בתחום מדעי הים** (2018), **דוח הוועדה הבינלאומית להערכת איכות לימודי מדעי הים של ות"ת/מל"ג** (2018), **דוח חדשנות בטכנולוגיות אקלים** (2021) של צוות בין-משרדי, ובעיקר **בדוח ועדת ההיגוי הלאומית להערכת מצב תחום מדעי הים בישראל** (2021) של האקדמיה הלאומית למדעים, בראשותו של פרופ' צבי בן אברהם. בדוח אחרון זה הובא ניתוח מעמיק של מצב הידע והמחקר במדעי הים בעולם ובארץ, כולל חומרי רקע ודוחות של ועדות קודמות, מיפוי מפורט של החזקות והפערים בחקר הימים במדינת ישראל, והובאה הצעה מפורטת לתוכנית אקדמית למחקר ימי, כולל התקציבים הנדרשים. מאחר ולא חלו שנויים משמעותיים במחקר הימי במדינת ישראל ממועד הגשת דוח זה ועד למועד תחילת עבודתה של הוועדה הנוכחית לא מצאנו צורך לחזור על העבודה הרבה שנעשתה בהכנתו.

אתגרים ומענים במחקר ימי במדינת ישראל

בדוח האקדמיה הלאומית למדעים בראשותו של פרופ' צבי בן אברהם, הוגדר תחום הים כבעל פוטנציאל משמעותי לקידום הכלכלה וחוסנה של מדינת ישראל. אך למרות גילוי והפקת הגז בו, שהינם בעלי משמעות אדירה לכלכלת ישראל, לא נעשו הצעדים הדרושים לקידום המחקר הימי שהינו נדבך הכרחי למימוש הפוטנציאל הכלכלי של הימים הסובבים אותנו, ולהערכה מושכלת של השפעתם של שימושים אלה על הסביבה והאקלים. למרות היותו של הים משאב לאומי אסטרטגי, ישראל לא הגדירה עצמה כ"מדינת ים", והיא דלה במשאבים ובתשתיות לחקר הים, לצד דרישה גוברת למשאבים הקשורים באופן ישיר או עקיף לים כגון: מזון, מים, אנרגיה, חומרי טבע, וריבוי של בעלי עניין העושים שימוש בסביבה הימית.

הדוח הצביע על חוסר בכוח אדם מקצועי באקדמיה ובתעשייה בתחומי הידע הנדרשים, ובתשתיות לפיתוח הסביבה הימית. על פי הדוח, אין השקעה מקומית מספקת באבטחת מקורות מזון, מגוון ביולוגי, אוצרות הטבע הימיים, מניעת אסונות סביבתיים, ומוכנות לטיפול באירועי זיהום ימי. עוד צוין כי המחקר בתחומי הים מתאפיין ברב-תחומיות, ובשימוש בתשתיות מחקר מורכבות ויקרות. התשתיות המרכזיות בתחום, כגון ספינות מחקר וכלים אוטונומיים, מרוכזות כיום **במכון הבין-אוניברסיטאי למדעי הים באילת (IUI)**, **במכון לחקר ימים ואגמים לישראל** (חיא"ל) שהיא חברה ממשלתית, ובמרכז הישראלי לחקר הים התיכון **MERCI**. עיקר המחקר בעשורים האחרונים נעשה במים רדודים בשל מיעוט תשתיות מחקר לים העמוק.

לאור האמור לעיל, המליצה הוועדה בראשותו של פרופ' צבי בן אברהם על הקמת תכנית לאומית שתענה על הצורך הגובר במחקר הים ומשאביו, ותקדם את התחום בישראל. לדעת הוועדה של האקדמיה הלאומית למדעים, תכנית זו תציב את מדינת ישראל בשורה אחת עם מדינות שכנות ואחרות, שהשקעתן בחקר הים והשימוש במשאביו גדלים בהתמדה. התכנית האקדמית שהוצעה כללה את הרכיבים הבאים:

1. הרחבה וחיזוק של הקהילה המדעית וההנדסית העוסקת במחקר אקדמי בסיסי ויישומי בתחומי מדעי הים, באמצעות גיוס חברי סגל חדשים, קידום שיתופי פעולה עם חברי סגל מתחומים אחרים, והגדלת מספר המשתלמים בתארים גבוהים ובבתר-דוקטורט.
2. הרחבת ההכשרה בנושאי מדעי הים והנגשתה לסטודנטים מתחומים טכנולוגיים מתקדמים, וכן לסטודנטים ממדעי החברה והרוח. ההכשרה תכלול גם סגל טכני ייעודי.
3. העמדת התשתיות המחקריות הנדרשת לביסוס מדינת ישראל כמובילה בתחום מדעי הים לרשות החוקרים במוסדות להשכלה גבוהה ובתעשייה, והעמדת המשאבים הנדרשים לביצוע מחקרים העומדים בדרישות תחרותיות של חדשנות ומצוינות.
4. פיתוח הממשקים הרלוונטיים של האקדמיה עם התעשייה ועם משרדי הממשלה: שיתוף בתשתיות ובמוקדי מחקר, קידום שיתופי פעולה, שיתוף והעברת ידע, ועידוד השקעות חיצוניות במחקר אקדמי בתחום, הן לצורך פיתוח כלכלי של מדינת ישראל, והן ליצירת הזדמנויות עבור הקהילה האקדמית.

ראוי לציין שפערים שזוהו בוועדה של האקדמיה הלאומית למדעים הובלטו כבר בדוח קודם משנת 2018 של הוועדה הבינלאומית להערכת מצב מדעי הים בראשותו של Prof. Colin Brownlee (אוניברסיטת Southampton, אנגליה, והמנהל לשעבר של **Marine Biological Association, UK**). הרקע להקמת ועדה זו היה החלטת המועצה להשכלה גבוהה והוועדה לתכנון ולתקצוב לבחון, בין היתר, את המכון

הבין-אוניברסיטאי למדעי הים באילת (IUI) ואת MERCI. הוועדה מצאה כי המיקום והגישה הייחודית של המכון באילת לקידום מחקר ימי בין-מוסדי הובילה לזרם קבוע של פרסומים באיכות מעולה, כולל תרומות רבות לתחום. לפיכך, המכון הבין-אוניברסיטאי מהווה מרכז מצוינות בינלאומי למחקר ימי, במיוחד בתחום הביולוגיה הימית והאקולוגיה. עוד נכתב בדוח הוועדה להערכת איכות מ-2018 כי למכון הבינאוניברסיטאי פוטנציאל להפוך למוביל עולמי במחקרים של שוניות אלמוגים, אינטראקציות שונות-אוקיינוס וביו-גיאוכימיה של גופי מים דלים בחומרי מזון. יחד עם זאת ציינה הוועדה כי יעדי המכון, שהינם שאפתניים אך ברי השגה, לא פותחו בהקשר של אסטרטגיה לאומית למדעי הים. במילים אחרות, פוטנציאל המכון ימומש רק אם תעשנה ההשקעות הנדרשות בו.

אתגרים בנושא מים במדינת ישראל

התחום המדעי העוסק בחקר המים "היבשתיים" (Inland Waters - Limnology) - הלימנולוגיה - עוסק בחקר מערכות מים מגוונות: אגמים ומאגרים, נהרות, נחלים, ביצות, אגנים ירוקים ומי תהום - כמערכות אקולוגיות המקיימות אינטראקציה עם אגני הניקוז שלהם והאטמוספירה. המחקר הלימנולוגי כולל את הביולוגיה, הגיאולוגיה, הפיזיקה, הכימיה והקלימטולוגיה של מערכות מים אלה, ומתמקד בהבנת יחסי הגומלין בין מרכיבי המערכת והדרכים לשימור תפקודם כספקי שרותי מערכת אקולוגית. שרותי המערכת העיקריים הם הספקת מים לצרכי האדם וסביבתו תוך שימוש בר קיימא במשאב זה. בשל הניצול המוגבר של מערכות מים יבשתיות, והסמיכות והתלות שלהן בגורמי זיהום מגוונים, מחקר ופיתוח מתחום ההנדסה נדרשים לניהול מערכות אלו ולהבטחת שימוש מקיים של המים כמשאב. טיפול במים ושפכים, התפלת מי ים ומים מליחים, זיהוי שליטה ובקרה במקורות זיהום הם רק חלק מתחומי הידע הנדרשים להשגת מטרה זו.

מיקומה הגאוגרפי של ישראל על גבול המדבר השפיעה רבות על ההיסטוריה של חבל ארץ זה. בתקופות קדומות היו לעובדה זו השלכות על היציבות ההתיישבותית. התיישבות מחדש של יהודים בישראל לפני כמאה וחמישים שנה לוותה בפיתוח מקורות מים, שבלעדיהם לא ניתן היה לבסס את הקיום באזור זה. פיתוח מקורות מים, ומפעלי אספקת מים הלכו וגדלו לאורך כל השנים. נפרסה רשת קידוחי מים ענפה, הוקמו מפעלי מים אזוריים וגולת הכותרת הייתה הקמת מוביל המים הארצי, שהולך מים ממקורות המים בצפון אל מדבר הנגב, אך גם העלה את הצורך במחקר לימנולוגי מעמיק של מקור המים, הכנרת. ללא מפעלי מים אלו לא ניתן היה לקיים את העלייה ההמונית שהגיעה לכאן לאחר קום המדינה, ולפתח את המענים הקשורים למים, הן לצרכי שתיה ותעשייה, ובעיקר לצרכי הרחבת ההתיישבות החקלאית. לאחר שהאוכלוסייה גדלה, ומוצו מקורות המים הטבעיים, נדרשה ישראל לעבור ליצור מים בהליך תעשייתי של התפלת מי הים התיכון. בנוסף ליצירת מקור מים חדש לשתייה, החלו בישראל להשיב מי שפכים מטוהרים להשקיה חקלאית. בעוד כשנתיים יהיו לישראל כ-900 מיליון מ"ק מים שמקורם בהתפלת מי ים, ועוד כ-600 מיליון מ"ק מי קולחים להשבה חקלאית, בנוסף לממוצע של כ-1.2 מיליארד מ"ק של מים טבעיים. כמות זו משתנה בהתאם לתנאי האקלים. בתנאי מחזור שחון ארוך יכולה כמות המים הטבעיים להצטמצם לכ-700 מיליון מ"ק בלבד.

בד בבד עם גידול והצטופפות האוכלוסייה, פיתוח תעשייתי נרחב, וניצול מלא של כלל מקורות המים הטבעיים והשקיה בהיקף גדול בקולחים, החלו לעלות ולהתברר בעיות סביבתיות מורכבות שנובעות ישירות מסוגיות הקשורות בניצול משאבי המים של ישראל: שפכים בלתי מטופלים, או מטופלים בחסר, הוזרמו לנחלים וגרמו לאובדן בתי הגידול הטבעיים בהם; מפעלי תעשייה רעילה, שהזרימו שפכים מסוכנים לקרקע ללא טיפול, גרמו לזיהום חמור של מקורות המים, וגרמו להשבתת קידוחי הפקה במרחב גדול; דליפות ממערכות הולכת שפכים גרמו לחדירת שפכים לתת-הקרקע, אשר מזהמים את מי התהום

הקיימים מתחת למרחבים האורבניים; ניצול יתר של מי אקוויפרים גרם ליבוש מעיינות ונחלים ולירידת מפלסי המים ובכך הגביר את סכנת חדירת מי ים אל האקוויפר ולעלייה גדולה במליחות המים בו, עד כדי פסילתם כמקור מי שתיה והשקיה; מתקני ההתפלה החופיים גורמים קרקע מאזורי החופים, גריעה שתלך ותגדל בעתיד עם גידול האוכלוסייה, והצורך להגדיל את כמויות המים המותפלים בהתאם לביקוש הגדל למים; התרחבות ישובים וערים הביאה את המרחב האורבני לקרבת קידוחי מים שהוקמו בעבר רחוק מישובים אלו וגורמת לעליית סיכוני הזיהום ממקורות אנושיים למי התהום באזורי ההפקה; הלחץ האקולוגי על הכינרת, כתוצאה מפעילות חקלאית ועירונית במעלה האגם וסביבו, גרמו ליציאתה של הכינרת מהאיזון האקולוגי שלה, דבר המתבטא בשינוי אוכלוסיות הפיטופלנקטון ופלישת ציאנובקטריה (אצות כחוליות) שהחליפו את האצות הדומיננטיות באגם. שינוי מהותי זה מבטא ומדגים ירידה באיכות המים באגם, ובמערכת האקולוגית של האגם, בהשוואה למצב לפני מספר עשורים.

נכון להיום, לתחזית לעליית מפלס הים בחופי ישראל השלכות הרסניות על חופי הארץ, שבקרבתם מרוכזת מרבית אוכלוסיית ישראל. בהיבטים של משק המים הסיכון הממשי הוא בחדירת מי הים לתוך אקוויפר החוף, וגם לחלקים מאקוויפר ההר. השלכה נוספת להתחממות הגלובלית היא שינוי משטר הגשמים. תחזית האקלים היא שכמות המשקעים במרחב תפחת בכ-20% והשינוי המשמעותי יתרחש, ככל הנראה, בחצי השני של המאה. **לפיכך המחקר הבסיסי והיישומי, וכן התכנון ארוך הטווח צריכים להתמקד באבטחת אמינות אספקת מים בכמות ובאיכות מתאימה לכלל השימושים במקביל לשיקום ושימור מערכות אקוויטיות, הכנרת ונחלים.** זו המשימה הנדרשת לישראל אבל היא רלוונטית לחלקים רבים בעולם, שבהם מתפתחים ומחריפים משברי מים חמורים ביותר, הן כתוצאה משינויי האקלים והן כתוצאה מגידול באוכלוסייה.

פערי הידע שיש לטפל בהם במגוון רחב של תחומים ניתנים לחלוקה לשתי קטגוריות עיקריות: (1) המים הפנימיים (2-ו) הידרולוגיה, הידרו-גיאולוגיה ואיכות מים. הפערים והצרכים נעים במגוון היבטים, וביניהם: זיהוי וניטור מגמות ותופעות, פיתוח גישות ניטור מתקדמות תוך שילוב טכנולוגיות חדשניות, פיתוח ושימוש בטכנולוגיות וכלים לניתוח נתונים, זיהוי בעיות, פיתוח מודלים לחיזוי תופעות, בחינת שיטות עבודה ומדידה ועוד. בנוסף, קיימות סוגיות מחקר ופיתוח הנדסי נוספות הדורשות התייחסות כגון: הערכות לפתרונות טיהור שפכים מתקדם (סילוק מזהמים נוספים בהתאם לעדכון תקנים), זיהוי שליטה ובקרה במקורות זיהום, התייעלות כיסוי מאגרי מים בפנלים סולריים, החדרת נגר גגות לתת הקרקע לצמצום היקף ותדירות הצפות במרחב האורבני ועוד.

נקודה נוספת לציון היא המחסור בכוח אדם מיומן לתחום. פיתוח משק המים בישראל ב-100 השנים האחרונות התבסס על מהנדסים מיומנים, אשר עיסוקם נחשב ליוקרתי בסביבה החברתית עוד בטרם הקמת המדינה. ברור כי שימור מעמדה המוביל של ישראל כמעצמת מים בקנה מידה בינלאומי מחייב שימור ופיתוח של המצוינות המדעית והיכולות הנדסיות בתחומים המגוונים של מדעי המים. אך כיום אנו חווים ירידה דרסטית בכמות ובאיכות כוח האדם המקצועי במשק המים הישראלי. ישנו אם כן צורך ברור ודחוף לחיזוק מערכות המחקר האקדמיות שתורמות לחינוך והכשרת הדור הבא.

סוגיית כמות ואיכות כוח האדם המקצועי בכלל מקצועות התשתית אף הביאה את הממשלה להקמת צוות בין-משרדי "**תשתיות 2030**" לטיפול בנושא. הצוות הצביע על פערים ברמה המקצועית של כוח אדם המגויס לשירות הציבורי בעלי מומחיות בתחום התכנון הנדסי, ועל הצורך בגיבוש תכנית לצמצום הפערים בתשתיות ובהון אנושי הנדסי בטווח הקצר ובטווח הארוך. בין היתר, המליץ הצוות על הגדלת ההון האנושי העוסק בתשתיות מים, תוך הגדלת מספר המהנדסים המתמחים בהנדסה אזרחית ל-332 בוגרים, מספר הסטודנטים לתואר שני עם תזה ל-62 ואת מספר הסטודנטים ללימודי דוקטורט ל-20, וכן

להגדיל את מספר חברי הסגל האקדמי להנדסה אזרחית.
לצורך גישור על הפערים ומתן מענה לצרכים השונים נדרש לשלב בין פעולות ומערכות שונות. לצד קידום טיפוח ההון האנושי, יש לבסס מרכזי מחקר, להקים לתחזק בסיסי נתונים הנאספים במערכות האקדמיות ובמערכות הניטור ולאגם, להפעיל ולתחזק אמצעי ניטור מתקדמים ליישום בסביבות מגוונות.

הרכב הוועדה ואופן עבודתה

הרכבת ועדת ההיגוי המייעצת לוות"ת בנושא מדעי הים ומים החלה עם מינויו של ראש הוועדה, פרופ' אהרון קפלן, בעל מומחיות רלוונטית בתחומי הים והביולוגיה הימית. לאחר מכן, ובעקבות התייעצות עם ד"ר נעמי בק (סמנכ"ל אגף אסטרטגיה ובינלאומיות, מל"ג/ות"ת), נעשתה פנייה למספר חוקרים במטרה לאזן בין סוגי המומחיות בתחומי העיסוק של חברי הוועדה, האיזון המגדרי וייצוג של המוסדות האקדמיים השונים בישראל. הכל בהתאם להנחיות ות"ת בנוגע להרכב ועדות היגוי ושיפוט של ות"ת, כולל בהיבט של ניהודי עניינים. בנוסף, מונתה לוועדה חברת ות"ת, פרופ' שירי נבון ונציה. הרכב הוועדה, כולל שיוך מוסדי, מפורט בטבלה מטה בחלוקה לשתי קטגוריות ים ומים.

טבלה 1: הרכב ועדת ההיגוי המייעצת לוות"ת בנושא מדעי הים והמים

מים	ים	חברי הוועדה
+	+ + תת וועדה בנושא הים העמוק	פרופ' אהרון קפלן (אמריטוס), המכון למדעי החיים (האוניברסיטה העברית) (יו"ר הוועדה)
+	+	פרופ' יגאל אראל, המכון למדעי כדור הארץ (האוניברסיטה העברית)
	+ + תת וועדה בנושא הים הפתוח	פרופ' ישי ויינשטיין, המחלקה לגיאוגרפיה וסביבה (אוניברסיטת בר-אילן)
	+ + תת וועדה בנושא הים הפתוח	פרופ' ירון טולדו, ביה"ס להנדסה מכנית, הפקולטה להנדסה (אוניברסיטת ת"א)
	+ + תת וועדה בנושא הים הפתוח	פרופ' יצחק מקובסקי, בית הספר למדעי הים (אוניברסיטת חיפה)
		פרופ' שירי נבון-ונציה, חברת ות"ת, המחלקה לביולוגיה מולקולרית וביה"ס לרפואה (אוני' אריאל)
+		ד"ר אסף סוקניק, מומחה לתחום אגמים ומערכות מים יבשתיות (המעבדה לחקר הכנרת, חקר ימים ואגמים לישראל)
+	+	פרופ' אורית סיון, המחלקה למדעי כדור"א והסביבה (אוניברסיטת בן-גוריון)
+	+	פרופ' אילן קורן, המחלקה למדעי כדור"א והפלנטות (מכון ויצמן)
+	+	פרופ' אורי שביט, הנדסה אזרחית וסביבתית (הטכניון)
+		גיורא שחם, מנכ"ל רשות המים לשעבר

הוועדה התכנסה מספר פעמים: 9.1.23 – מפגש ראשון, 1.2.2023 – מפגש שני, 20.3.2023 - מפגש שלישי, ב-16.5.2023 (באופן מקוון) מפגש רביעי, וב-29.5.2023 מפגש חמישי (באופן מקוון). בנוסף לכך, חברי הוועדה שוחחו ונפגשו עם נציגים ממספר גופים ובהם: **מכון לחקר ימים ואגמים לישראל** (חיא"ל), **העמותה הישראלית למדעי הימים ולמדעי המים**, **מכון טיהור שפכי גוש דן** (השפד"ן), ונועצו עם כ-40 חוקרים מהארץ והעולם, עם נציגים **מהמעבדה לחקר הכינרת** וכן עם נשיאים ורקטורים של אוניברסיטאות. בנוסף, ב-9.5.2023 התקיימה פגישה של יו"ר הוועדה עם ראשי שתי וועדות ההיגוי האחרות בתכנית הדגל בקיימות ומשבר האקלים (ועדה בתחום אנרגיה ואקלים; ועדה בתחומים של חקלאות מזון/תזונה ומגוון ביולוגי) על מנת לעמוד על מידת החפיפה בהמלצות, ולתאם בין הוועדות בתחומי עניין משותפים.

במהלך ישיבת הפתיחה, ציין יו"ר הוועדה כי ועדות קודמות של האקדמיה הלאומית למדעים ושל האגף להערכת איכות של המל"ג המצוינות לעיל (החומר הועבר לחברים לפני הישיבה) עשו לאחרונה עבודת מיפוי מקיפה על צרכי המחקר בתחום הים, מה שסייע מאד לוועדה הנוכחית וקיצר את התהליך, אלא אם כן החברים סבורים שיש לבחון מחדש חלק מההמלצות. בדיון שהתקיים היה קונצנזוס שניתן להסתמך על חומרי רקע אלו.

על אף הידע הרב שהיה קיים בנושא, הוסכם שעל מנת למנוע כשלים כתוצאה מחוסר מידע בנושאים מסוימים, יש לערוך סקר כדי לתקף את הצרכים של המוסדות האקדמיים השונים במדעי הים והמים. הוועדה אימצה פורמט של סקר שגובש ע"י יו"ר ועדת חקלאות, מזון/תזונה ומגוון ביולוגי בהתאמות הנדרשות (פרוט מטה), והסקר נשלח לנשיאים של אוניברסיטאות המחקר וכן של מכללת כנרת ומכללת רופין. מטרת הסקר הייתה לקבוע את גודלה ואיכותה של הקהילה המדעית בתחומים מסוימים, לתקף את צרכיה ורצונותיה הנוכחיים אל מול תמונת המצב הידועה בקרב חברי הוועדה, ואל מול הדוחות הקודמים, וכן את היתכנות המוסדות להוביל בתחומים ספציפיים. לצד זאת, הסקר נועד גם לקבל מידע רחב ככל האפשר ממומחים בקהילה הישראלית, על עמדותיהם לגבי אופי האתגרים והפתרונות האפשריים. כמו כן, דנה הוועדה בהצעות נוספות שהובאו מתתי-ועדות שהוקמו לנושא חקר הים הפתוח ולנושא של מים יבשתיים (מקווי מים, אגמים, נחלים וכד').

הסקר למוסדות

עבור כל אחד מהתחומים - ים ומים - התבקשו המוסדות לענות על 10 שאלות (באנגלית). שאלות 1-6 מטה נועדו להבנת הצרכים והיכולות של המוסדות; שאלות 7-10 נועדו לקבלת משוב ממומחים, ולא הוגדרו כחובה.

1. List up to 5 topics in each category that you define as foci of excellence in your institution in sustainability research.
2. List names of up to 10 scientists from your institution, in each category, who are experts in these fields (you may include both established and young PIs). Please provide separately the top 10 recent publications for each scientist (incl. links to articles when possible).
3. List 2 Infrastructures you consider necessary to promote excellence in sustainability research in your institution in each category.
4. List up to 3 tools (other than infrastructure) you think would enable to promote excellence in sustainability research, e.g., Research Grants, Hiring new PIs, Fellowships, Teaching, Other
5. a. Name 2 centers of excellence that you wish to establish in your institution in each topic.
5. b. List up to 5 obstacles that should be overcome for promoting excellence in marine and/or freshwater research in Israel
6. Other comments/suggestions
7. What is the greatest sustainability-related challenges that we are likely to face in the coming decades in each category?
8. What are the greatest foreseeable opportunities for advances in sustainability science in each category
9. What fundamental knowledge gaps exist that limit the ability of scientists to respond to these challenges as well as take advantage of the opportunities?
10. What general areas of research should be advanced and supported to fill these knowledge gaps?

המלצות ועדת ההיגוי

דיוני הוועדה התמקדו בקידום המחקר בים התיכון ובמפרץ אילת מחד, ובמים "מתוקים" כגון: מקווי מים, נחלים, אגמים ומאגרים, איכות ומזהמי מים, מי קולחים, מים מושבים, ומודלים הידרולוגיים מאידך. יו"ר וחברי הוועדה פנו באופן יזום למומחים וחוקרים שונים שהביעו את דעתם בכתב, בין היתר: פרופ' אביטל גזית ופרופ' יוסי לוי מאוניברסיטת תל אביב, פרופ' אלכס פורמן מהטכניון, פרופ' נעם ויסברוד מאוניברסיטת בן גוריון, פרופ' חזי גילדור מהאוניברסיטה העברית, ופרופ' אילנה ברמן-פרנק ופרופ' דניאל שר מאוניברסיטת חיפה, וחוקרים רבים נוספים (יותר מ-40) איתם קיימו חברי הוועדה דיונים פרטניים. **הוועדה מבקשת לנצל הזדמנות זאת להודות להם על שתרמו רבות לאיכות הדיון והמלצות הוועדה.**

על בסיס כלל החומרים, חברי הוועדה הגדירו את הנושאים המרכזיים להמשך דיון, ופנו לעמיתים בתחומים הרלוונטיים שסייעו בהכנת מסמכים ספציפיים נוספים בנושאים כגון: (1) הצרכים של מחקר בים התיכון הפתוח, (2) מודלי סימולציה הידרולוגית: אפשרויות שונות לסימולציה של תהליכים הידרולוגיים ואחרים הקשורים למים מתוקים, (3) מדעי המים ומשק המים בישראל - פערים וצרכים לקידום התחום המדעי והכשרת כוח אדם מקצועי. לבסוף, הוועדה קיימה דיונים עם נציגים שלמתקני טיהור מים לבחינת האפשרות לשיתופי פעולה עם האקדמיה.

באשר לחקר הים התיכון, חברי הוועדה הסכימו עם הנאמר בדוחות קודמים (הוועדה של האקדמיה הלאומית למדעים בראשותו של פרופ' צבי בן אברהם ואחרים) וההמלצות שגובשו בהן, וסיכמו שללא השקעה משמעותית בתשתיות מחקר בים התיכון כגון (אך לא רק) בתחומים של מדידות מגוון תנאים ביוטיים ואביוטיים לאורך זמן, אחזקת ציוד מחקר, והגדלה משמעותית של סגל המחקר, לא ניתן יהיה לבצע מחקר ימי ברמה הנדרשת.

בנוסף הוועדה המליצה לפעול מול משרד האוצר, ובמסגרת האמור **בחוק קרן לאזרחי ישראל התשע"ד-2014**, ובפרט סעיף 38 (ד) (2) הנוגע להצעת הממשלה להקצאת סכום שנתי "למחקר ופיתוח, וכן להשקעה באנרגיה מתחדשת ולפיתוח ומחקר שלה", להפנות חלק מהיטלי על רווחי גז ונפט למימון הפיתוח ארוך הטווח של המחקר בתחום מדעי הים בישראל, כמקובל במדינות אחרות (למשל דנמרק). כמו כן, הוועדה המליצה על פיתוח ממשקים של האקדמיה עם התעשייה ועם משרדי ממשלה: שיתוף בתשתיות מחקר ובמוקדי מחקר, קידום שיתופי פעולה, יצירה ושיתוף של העברת ידע, ועידוד השקעות חיצוניות במחקר אקדמי, הן לצורך פיתוח כלכלי והן לצורך פיתוח הזדמנויות לקהילה האקדמית.

באשר למכון הבין-אוניברסיטאי באילת, היה קונצנזוס בקרב חברי הוועדה לגבי רמת המצוינות שלו הן בהיבט המדעי והן בפן הניהולי (כפי שנאמר גם בדוחות החיצוניים שצוינו לעיל), ושיש לתמוך בהרחבת פעילותו המחקרית כולל קליטת מדענים נוספים והשקעה בתשתיות, ובתחום ההוראה בהיותו מרכז ההוראה המרכזי לסטודנטים לתארים מתקדמים בתחום. ראוי לציין ש**בהחלטת ממשלה 1442** משנת 2022 הוקצו 10 מיליון ש"ח ממשרד הנגב והגליל לקידום המחקר וההוראה האקדמיים באילת (ראה סעיף 6ב) כנגד מימון משלים מצד ות"ת, ונערכה פניה לוות"ת בבקשה לבדוק תמיכה כאמור.

באשר למים מתוקים ומושבים, גם כאן היה קונצנזוס בוועדה בנוגע לצורך לקדם את המחקר בתחומים אלה, בהם ישראל היא מהמובילות בעולם. כאמור, הסכמה כללית זו נתמכת בניירות העמדה שהוגשו לוועדה. חברי הוועדה קיימו מספר דיונים ופגישות לבחינת שיתוף פעולה בין האקדמיה למכונים לטיהור שפכים. דיון מרכזי נערך בהשתתפות נציגי השפד"ן, מכון טיהור שפכי גוש דן המנקז אליו את מי הקולחים מגוש דן והינו הגדול במתקני טיהור המים בישראל, ומהמשוכללים בעולם. בפגישות נבדקה

האפשרות לקיים מחקר משותף בין המכון לבין האקדמיה, במסגרתו יחקרו הצדדים מגוון מהנושאים שיש בהם עניין מדעי ויישומי מרכזי. בין הנושאים ניתן למנות: בחינת מודלים חדשים להתפלת מים, מודלי סימולציה הידרולוגיים לזרימה בתת הקרקע (ועוד), נושאים בקטריולוגיים (בהיותו מכון הטיהור מדגרה של התמודדות מיקרואורגניזמים עם תרופות, הורמונים, וירוסים ועוד), והשפעת השימוש במים מושבים ברמות שונות על גידולים חקלאיים והמיקרוביום בקרבת השורשים. חברי הוועדה סברו ששיתוף הפעולה המוצע יתרום למחקר המדעי במדינת ישראל גם בהיבטים שמעבר לתחומים בהם עסקה, כולל תחומים רפואיים וחקלאיים. לפיכך יש הכרח לרתום את משרדי הממשלה הרלוונטיים לקידום המחקר בנושאים אלה.

במסגרת הדיונים, חברי הוועדה העלו את הצורך במלגות לסטודנטים לדוקטורט כפי שעלה מהשאלונים ומדוחות קודמים שעסקו בנושא, אך בהמשך הדיונים התגבשה תובנה שיש מספיק תמיכה בדוקטורנטים מצטיינים באוניברסיטאות, ולכן הוחלט להשקיע בסיוע למצטיינים ביותר היוצאים להשתלמות בתר-דוקטורט במוסדות מובילים בחו"ל לקראת השתלבות בסגל האקדמי. תכנית זאת, יחד עם מענקי הקליטה לחברי סגל, נבחרו כאפיקים הטובים ביותר לקידום תחומי מדעי הים והמים, מלבד מרכזי המחקר שהוזכרו לעיל.

בדיוני הוועדה עלה המחסור החריף במהנדסי מים והצורך לתגבר מאד את ההכשרה של כוח אדם מקצועי ברמה גבוהה בתחום. הוועדה המליצה על מיסוד תכנית מלגות לסטודנטים מצטיינים בתואר ראשון בתחום של הנדסת מים בהיקף של 3.44 מיליון ש"ח לחמש שנים אשר תממן שכ"ל בשנים ג-ד לתלמידי תואר ראשון מצטיינים, ומלגת הצטיינות בגובה 30,000 ש"ח בשנה לשנתיים האחרונות של התואר (8 מלגאים בשנה, 40 בחמש שנים). המלצה זו לא נכנסה לרשימת ההמלצות מטה כיוון שהשקעה מסוג זה אינה מתאימה במסגרת תכנית דגל במחקר. לאור זאת, המליצה הוועדה לוות"ת שתערך פנייה למשרדים ולרשויות הרלבנטיים (משרד האנרגיה ורשות המים, בהתאמה) להסברת הצורך ולהבאת הפתרון המוצע לבעיה.

להלן המלצות הוועדה לתכנית חמש-שנתית לקידום התחום של מדעי הים והמים, בחלוקה לפי קטגוריות. בכל מוקדי המחקר המליצה הוועדה על התניית התמיכה התקציבית במימון משלים מצד המוסדות בגובה 25% מתקציב ות"ת.

1. מוקדי מחקר ימי

(20 מיליון ש"ח לתמיכה ב-2-4 מוקדי מחקר, מקסימום 10 מיליון ש"ח פר הצעה)

חשיבותו האסטרטגית של הים התיכון למדינת ישראל באה לביטוי באספקטים רבים, הכוללים: בטחון לאומי, כלכלה ושינוע מוצרים, אנרגיה, והשפעה על האקלים ואיכות החיים. תמוה על כן שחסר מידע בסיסי רב על פרמטרים גיאוכימיים ופיזיקליים שונים ותגובתם הצפויה לתנאי סביבה משתנים במרחב ובזמן. להלן רשימת דוגמאות לא ממצה למוקדי מחקר ימי אשר יעסקו בנושאים הרלוונטיים במטרה לצמצם את פערי הידע.

- **מצפה ים תיכון (Mediterranean Observatory)** מוצע לתמוך במוקד מחקר אשר ירכז ויפעיל מחקר ארוך טווח של הים התיכון תוך התמקדות בשינויים ובתמורות בסביבה הימית, בזמן ובמרחב. במוקד זה, ייבחנו מגוון משתנים, בעיקר כימו-פיסיקליים וביולוגיים, של עמודת המים והאוויר שמעליה, באמצעות מערך של אמצעי מדידה (חיישנים) המעוגנים בעמדות ניחות הצמודות לקרקעית הים, מדידות ודגימות בהפלגות סדירות, ו/או באמצעים רובוטיים וחישה מרחוק תוך שילוב כלי בינה מלאכותית וגישות מתקדמות לניתוח מסדי הנתונים שייאספו.

• **חקר תהליכי שינוי במגוון הביולוגי הימי במרחב ובזמן** - אנו חווים שנויים משמעותיים במגוון הביולוגי בגופי המים הסובבים אותנו, אשר מיוחסים לשנויים האקלימיים, אבל המנגנונים המניעים שנויים אלה, ובעיקר אלה המתייחסים לתקשורת תוך ובין אוכלוסייתית אינם ברורים, ובמרביתם לא מוכרים. מוצע לפתח מחקר בתחום במטרה לסגור פערי ידע.

2. מוקדי מחקר בתחום של חקר איכות מים, מים מושבים ותהליכים הידרולוגיים (15 מיליון ש"ח לתמיכה ב-3-4 מוקדי מחקר, מקסימום 6 מיליון ש"ח פר הצעה)

גידול האוכלוסייה בישראל, מיצוי מקורות המים הטבעיים ושינויים במשטרי הגשמים וכמותם (בעיקר אלה החזויים עם שנוי האקלים), מצריכים ייצור מים בהתפלה והשבת מי שפכים מטוהרים להשקיה חקלאית. בהיות ישראל המובילה בעולם בייצור וטיפול במים אך טבעי שמתעוררות כאן שאלות/בעיות רבות המצריכות מחקר בסיסי (עם השלכות יישומיות מקומיות וכלל עולמיות) שיקדמו את הבנתנו ויעזרו לשימור ההובלה של ישראל בתחום, במגוון נושאים כגון:

א. זיהוי וטיפול במזהמי מים שחלקם ממקורות אנושיים כמו אנטיביוטיקה, הורמונים ומיקרו-פלסטיקה;

ב. גישות חדשות להתפלת מים (בין היתר באמצעות פיתוח ממברנות חדשות), והפחתת צריכת האנרגיה בתהליך;

ג. מודלים פיזיים המאפשרים סימולציה של תהליכים הידרו-גיאולוגיים להבנה טובה יותר של החדרת מים, תהליכי ערבוב של מים מסוגים שונים, ועוד;

ד. מודלים חדשים לטיפול במי קולחים;

ה. התהליכים המיקרוביולוגיים במהלך הטיפול במים.

חשוב להבהיר שבריכות הטיפול במים מהוות אינקובטור לתהליכים מיקרוביאליים בסיסיים עם השלכות רפואיות ואפידמיולוגיות נרחבות כמו יצירת זני חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה, זיהוי נגיפים ומוקדי מחלות, ועוד. הוועדה המליצה שמוקדי מחקר שיוקמו לחקר מגוון הנושאים שהובאו כאן, ואחרים, ישתפו פעולה עם אחד ממתקני הטיהור הפעילים במדינת ישראל בזכות היכולות התשתיות המצויות בו כולל שטחים שיאפשרו מחקר הידרולוגי עם מים משלבי טיפול שונים, ומתקני מעבדות שיאפשרו את הכנת החומר הנדרש למחקר. לשם כך, ובהמשך לשיחות שנעשו עם גורמים רלבנטיים בנוגע לנכונות ולאפשרות לשתף פעולה עם האקדמיה, כולל בניית והפעלת מעבדות בשטחם (למשל **בשפד"ן**, מכון טיהור השפכים של גוש דן, הגדול ביותר בישראל), המליצה הוועדה להתנות את תמיכה ות"ת בהבאת מימון משלים בגובה 100% תקציב ות"ת אשר יגיע ממתקני טיהור השפכים.

לאחר סבב התייעצויות נוסף בקש יו"ר ועדת ההיגוי לעדכן את המלצת הוועדה, ולתקן את החלטת ות"ת בהתאם, כך שהמימון המשלים שיידרש מצד המוסדות יהיה בגובה 25% מתמיכת ות"ת ולא 100% כפי שהוצע. זאת על מנת שלא להביא למצב שבו המימון המשלים הגבוה, שכוונתו המקורית הייתה לעודד התקשרות עם מכון לטיהור מים לטובת ניצול התשתיות של זה האחרון, ומניעת כפילויות מיותרות של תשתיות מחקר, לא יהווה חסם לזכייה של הצעות מחקר מצוינות אשר אינן בשותפות עם מכון/נים מסוג זה.

הוועדה הייתה מודעת לעובדה שהתקצוב שהוצע היה נמוך בהרבה מהצרכים בתחום חשוב זה, והציעה שבמקביל למחקר הבסיסי שיעשה במסגרת תכנית החומש, ולשיתופי הפעולה עם מכוני טיהור השפכים שהיא מעודדת, שיעשה ניסיון להבאת מקורות תקציביים נוספים לקידום המחקר, בין היתר, ממשרדי ממשלה כגון אנרגיה, חקלאות, בריאות, והגנת הסביבה.

3. מוקדי מחקר בתחום של מערכות מים יבשתיות (לימנולוגיה) (5 מיליון ₪ לתמיכה בהקמת מוקד מחקר אחד)

חקר המים "היבשתיים" (inland waters), או לימנולוגיה, הוא תחום מדעי העוסק באגמים ומאגרים, נהרות, נחלים, ביצות, אגנים ירוקים ומי תהום, כמערכות אקולוגיות המקיימות אינטראקציה עם אגני הניקוז שלהם והאטמוספירה. המחקר הלימנולוגי מקיף את הביולוגיה, הגיאולוגיה, הפיזיקה, הכימיה והקלימטולוגיה של מערכות מים אלה, ומתמקד בהבנת יחסי הגומלין בין מרכיבי המערכת, והדרכים לשימור תפקודם כספקי שרותי מערכת אקולוגית.

בארץ, הלימנולוגיה של מאגרי מים יבשתיים מתייחסת לכינרת, לכמה מאות מאגרי מים מושבים המשמשים להשקיה, ולנחלים שמרביתם פעילים רק בחורף. גידול האוכלוסייה, והצטמצמות השטחים הפתוחים הנובע ממנה, מביאים לצמצום מקורות המים למקווי המים, זאת בנוסף לירידה הצפויה בכמות ומשטר הגשמים בגלל ההתחממות הגלובלית. בנוסף, בשל הניצול המוגבר של מערכות מים יבשתיות, והסמיכות והתלות שלהן בגורמי זיהום מגוונים, יש חשיבות גבוהה לקידום מחקר ופיתוח לניהול מערכות אלו, ולהבטחת שימוש בר קיימא של המים כמשאב.

ישראל היא מעצמת מים בקנה מידה בינלאומי. מעמד זה התבסס על פעילות מחקר ופיתוח ממושכת שענתה לצרכים הדחופים של המדינה המתפתחת, ושקודמה מדעית וטכנולוגית באוניברסיטאות ובמכוני המחקר. פיתוח המצוינות המדעית והיכולות ההנדסיות בתחומים המגוונים של מדעי המים יבטיחו את שימור מעמדה המוביל של ישראל בעולם לנוכח משברים במשקי המים (באיכות ובכמות) כאן, ובאזורים רבים בעולם. מוצע כי מוקד המחקר יפעל לקידום הלימנולוגיה במערכות מים מגוונות במטרה לעקוב, לנתח, להבין ולחזות תהליכים במערכות אלו, כמו גם שיקומן.

4. שדרוג תשתיות ההוראה והמחקר במכון הבין-אוניברסיטאי באילת (30 מיליון ₪ + 10 מיליון ₪ מימון משלים ממשרד הנגב והגליל)

לים האדום ולמפרץ אילת חשיבות אסטרטגית למדינת ישראל, הן בהיבט הביטחוני של היחסים עם המדינות הגובלות, והן בהיבט הכלכלי (תיירות). בהקשר של תכנית הדגל בקיימות ומשבר האקלים, חשוב להדגיש את הייחוד של מפרץ אילת, בהיותו בעל מאפיינים גיאומורפולוגיים וביולוגיים ספציפיים להבנת ההשפעה של השינויים האקלימיים על סביבתנו. ברמה הכימופיזיקלית, משטר הזרמים מהים האדום צפונה (בגלל התאדות המים בחלק הצפוני של המפרץ), ושינויי המליחות הנובעים מכך, גורמים לשקיעת המים בצד הקרוב לעיר אילת, ויוצרים מעגל זרימה שגורם לכך שטמפרטורת המים בעומק גבוהה יחסית למצוי בימים אחרים, וקבועה במהלך השנה. דבר זה אפשר את התפתחות שונית האלמוגים הייחודית של המפרץ באזור צפוני יחסית, שבו אין בנמצא שוניות אלמוגים דומות. מיקום השונית הפך אותה לברומטר/סנסור רגיש לשינויי האקלים, ובכך חשיבותה הייחודית בהקשר של מחקר בקיימות ומשבר האקלים. יתרון לוגיסטי חשוב שמקטין מאד את הוצאות המחקר הימי באילת הוא שבזכות השבר הסורי-אפריקאי, שונית האלמוגים והים העמוק מצויים במרחק של דקות הפלגה מהחוף, מה שמושך חוקרים מרחבי העולם הבאים לאילת לצרכי מחקר ולימוד כבר שנים רבות.

נכון להיום פועל באילת מכון בין-אוניברסיטאי למחקר ימי ולהוראה, בשותפות של שבע אוניברסיטאות מחקר מתוקצבות. במכון מתקיימים שיתופי פעולה בין-מוסדיים, שהינם ייחודיים מסוגם, ואשר זוכים להוקרה ושבחים מכיוונים רבים (ועדות של האקדמיה הלאומית למדעים, צוותי חוקרים בינלאומיים, וחוקרי הים והסטודנטים). המחקר במכון באילת מתבצע על ידי תשעה מדענים תושבים, וקרוב לשבעים סטודנטים ופוסט-דוקטורנטים תושבים שמבצעים את עבודת המחקר שלהם שם. כ-40% מהסטודנטים הם בינלאומיים, ומגיעים מהאוניברסיטאות המובילות בעולם. מצטרפים אליהם כשישים מדענים ישראלים מכל מוסדות המחקר על תלמידיהם, המגיעים לתקופות מחקר קצרות ומרוכזות.

פרט להוראה בתארים מתקדמים לתלמידים תושבים, המכון מקיים שורה של קורסים במדעי הים הפתוחים לכלל האוניברסיטאות בישראל. בסה"כ לומדים במכון כ-500 סטודנטים מידי שנה. קורסי ההוראה הניתנים ע"י המכון, דרכם מוכשר דור העתיד של החוקרים בתחום, מבוקשים מאד: על כל מקום בקורסים המוצעים ע"י המכון מתמודדים בממוצע ארבעה תלמידים.

לאור האמור לעיל, המליצה הוועדה לוות"ת להשקיע בתשתיות לקידום פעילות מחקר והוראה במכון הבין-אוניברסיטאי באילת בהיקף של 30 מיליון ש"ח מוות"ת ועוד 10 מיליון ש"ח מימון משלים ממשרד הנגב והגליל.

5. תכנית תמיכה בימי שיט ושימוש בציוד מחקר ימי (18 מיליון ש"ח)

הוועדה המליצה לתמוך במחקר הימי באמצעות מימון שימוש בספינות ובציוד (כגון רובוטים) הנדרשים למחקר זה. מדובר בחסם משמעותי לקידום של מחקר פורץ דרך בתחום הים, שכן העלות הגבוהה מאד של שימוש בספינות מעמיסה הוצאה כבדה על תקציבי מענקי המחקר הקיימים ומרדדת את תקציב המענק. תמיכה תוספתית (למענק עצמו) בהוצאות אלה מקובלת במקומות רבים בעולם, כולל ארה"ב ואירופה. הוצע, אם כן, לתמוך במימון ימי שיט ובשימוש בציוד ימי (כגון רובוטים) עבור הזוכים במענקי מחקר של קרנות אשר מוכרות ע"י ות"ת לצורך חישוב רכיב המחקר במודל התקצוב השנתי, וזאת בשני ערוצים:

- מענקי ציוד תוספתיים לזוכים במענקים אישיים של הקרן הלאומית למדע (עד 10 מיליון ש"ח במשך 5 מחזורים).
- מענקים אשר יחולקו באופן תחרותי, בדגש על איגום משאבים לטובת ניצול מיטבי של הספינות והציוד הימי, באמצעות מנגנון שיובא לאישור ות"ת בהמשך (עד 8 מיליון ש"ח בחמישה מחזורים).

6. הון אנושי: מענקים לתמיכה בקליטת חברי סגל ומלגות לבת-דוקטורנטים מצטיינים (36.750 מיליון ש"ח)

בין היתר נדרש לקדם ולטפח הון האנושי באמצעות קליטת אנשי סגל בתחומי הים והמים על מנת לחזק את קהיליית החוקרים, ולהרחיב את תחומי המחקר לאלו בהם נדרשים כלי מחקר חדשניים.

לאור האמור לעיל המליצה הוועדה על מיסוד תכנית לקליטת סגל ע"פ המתווה המפורט מטה:

ניסיונאים: מענק קליטה חד פעמי על סך 1.25 מיליון ש"ח (לטובת רכש ציוד מעבדה), ומענק מחקר חד פעמי בגובה 170 אלפי ש"ח.

תיאורטיקנים: מענק קליטה חד-פעמי בגובה 250 אלפי ש"ח, ומענק מחקר חד-פעמי בגובה 50 אלפי ש"ח.

כמו כן, על מנת להשקיע בהגדלת עתודת חברי הסגל בתחומי הים והמים, המליצה הוועדה על מיסוד תכנית מלגות לפוסט-דוקטורט עבור בוגרים מצטיינים בהיקף של 3 מלגות פוסט-דוקטורט דו-שנתיות בגובה \$120,000 כל אחת בשנה למשך חמש שנות פעילות תכנית הדגל (סה"כ 15 מלגות דו-שנתיות).

טבלת מסכמת (במיליון ש"ח) לתכנית חמש-שנתית (תשפ"ד-תשפ"ח)

מדעי הים ומים		
20	מחקר ימי (2-4 מוקדים, מקסימום פר הצעה: 10M)	מוקדי מחקר*
15	חקר איכות מים/תהליכים הידרולוגיים (3-4 מוקדים, מקסימום פר הצעה: 6M)	
5	מערכות מים יבשתיות (מוקד מחקר אחד)	
30	תשתיות למחקר והוראה	מכון בין-אוניברסיטאי לחקר הים בים האדום
10	תוספת למענקי מחקר אישיים בקרן הלאומית למדע	ימי שיט וציוד מחקר ימי
8	תוספת למענקים תחרותיים שאינם ניתנים ע"י הקרן הלאומית למדע	
30	מענקי קליטה לסגל חדש	הון אנושי
6.75	מלגות הצטיינות לפוסט-דוקטורט	
124.75		סה"כ

* לא כולל מימון משלים בגובה 25% מצד המוסדות