



ספטמבר 2023

דוח ועדת ההיגוי המייעצת לוות"ת בנושא

אנרגיה ואקלים

תוכן עניינים:

03הקדמה: פרופ' יוסי מקורי, יו"ר הוות"ת.
04הצהרת כוונות, פרופ' גידי גרדר, יו"ר ועדת ההיגוי.
05תקציר
06רקע.
09הרכב הוועדה ואופן עבודתה.
11הסקר למוסדות.
17המלצות ועדת ההיגוי.
22טבלת מסכמת לתכנית חמש-שנתית (תשפ"ד – תשפ"ח).

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

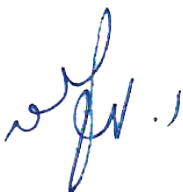
אני שמח וגאה לכתוב דברי הקדם לדו"ח זה. זמן קצר לאחר כניסתי לתפקיד, בדצמבר 2021, החל משא ומתן תקציבי על התכנית הרב-שנתית של ות"ת לשנים תשפ"ד-תשפ"ח, ובכלל זאת מימון של תכנית דגל למחקר בתחום הקיימות ומשבר האקלים. הדרך לא הייתה קלה, אך לאחר שקיבלנו אישור עקרוני, התחלנו בתהליך הרכבה ולאחר מכן מינוי ועדות 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 לאנרגיה ואקלים, שאושרו על ידי הוועדה לתכנון ולתקצוב, כך שיש אור ירוק להתקדם הלאה, ותקציב משוריין של כ-187 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

שינויי האקלים הדרסטיים, המתבטאים בדפוסי מזג אוויר קיצוניים, עליית הטמפרטורה העולמית ועלייה ברמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, הם תוצאה ברורה של הגידול ההולך וגובר של שימוש בדלקים מאובנים במשך יותר ממאה שנים בכדי לספק את דרישות האנרגיה העולמיות. לפיכך, ברור כי מחקר על אנרגיה בת קיימא ועל שינויי האקלים קשורים קשר הדוק. ההשפעות ההרסניות של שינויי האקלים מורגשות סביבנו, ואנו, המדענים, חשים אחריות לפתח פתרונות בני קיימא לבעיה גלובלית זו. בעוד שמקור הבעיה נעוץ בפעילות בני האנוש, כעת היא מחריפה ומאימת לצאת משליטה בדרכים שמעצימות אותה. לדוגמה, המסת כיפות הקרח והקרונים בקטבים, אשר משנה את כמות הקרינה האלקטרומגנטית המוחזרת משטח כדור הארץ, וגורמת להפשרת הטונדרה הסיבירית הרוסית, משחררת כמויות עצומות של מתאן (גז חממה חזק הרבה יותר מפחמן דו-חמצני) לאטמוספירה. שתי התופעות יגבירו את ההתחממות הגלובלית. לכן, הכרחי ודחוף שכמדענים נעשה כל שביכולתנו כדי למצוא פתרונות בני קיימא לבעיה עצומה זו.

תפקידה של ועדת ההיגוי לאנרגיה ואקלים הוגדר כמתן המלצות על צעדים לחיזוק הקהילה האקדמית בישראל בתחומי האנרגיה והאקלים על מנת לעודד מחקר מתקדם ופורץ דרך בתחומים אלה. בישראל ישנה קהילה אקדמית מבוססת בתחום האנרגיה, ובמידה פחותה בתחום האקלים. לכן, ועדת ההיגוי המליצה כי השקעות נוספות יתמקדו ביצירת מרכזי מחקר בין-אוניברסיטאיים שבהם מדענים יעבדו בשיתוף פעולה על סוגיות שייבחרו בקפידה, ושיש להן פוטנציאל לאימפקט גבוה. בנוסף, המליצה הוועדה לתמוך בחברי סגל חדשים ובפוסט-דוקטורנטים מצטיינים באמצעות מענקי קליטה ומלגות, בהתאמה. בהתבסס על הרקורד של האקדמיה הישראלית, אני סמוך ובטוח כי התקציב שהובטח על ידי הוועדה לתכנון ולתקצוב של המועצה להשכלה גבוהה למחקר בנושא קיימות, ימצב את ישראל בחזית המרוץ העולמי למציאת פתרונות לשינויי האקלים.

אני רוצה להודות לכל חברי הוועדה על תרומתם החשובה לוועדה מיוחדת זו. זה היה כבוד ועונג לעבוד יחד. לבסוף, אני רוצה להודות לד"ר נעמי בק ולגבי אפל על הליווי הצמוד והתמיכה הבלתי מעורערת לאורך כל התהליך.



פרופ' גידי גרדה, טכניון - מכון טכנולוגי לישראל
יו"ר ועדת ההיגוי המייעצת לוות"ת בנושא אנרגיה ואקלים

תקציר

צריכת האנרגיה לנפש מספקת מדד אמין וישיר לדירוג הקידמה והמודרניות במדינות שונות בעולם. נמצא גם כי היחס בין התל"ג לנפש של מדינות שונות לבין צריכת האנרגיה לנפש הנו יחסית קבוע. מכאן עולה כי מדינות עם תל"ג נמוך שואפות להגדיל את ייצור זמינות האנרגיה (בעיקר חשמל) לתושביהן כדי לאפשר את פיתוח המדינה. אפקט זה הביא לשימוש הולך וגובר במקורות אנרגיה המבוססים על דלקים מאובנים כגון פחם ונפט שגורמים לשינויי האקלים בעולם להם אנו עדים היום.

לאור הצורך ההולך וגובר באנרגיה בעולם המודרני, הגדלת חלקן של האנרגיות המתחדשות בתמהיל מקורות האנרגיה, והתייעלות אנרגטית חיוניים למאמצים לרסן את ההתחממות הגלובלית. המטרה של וועדת ההיגוי בתחום האנרגיה והאקלים היא להמליץ על כיווני מחקר שיקדמו הן הבנה בסיסית והן פיתוח של פתרונות לבעיית האקלים בעולם. לצורך זה, חברי הוועדה, אשר הורכבה מעשרה מומחים, דנו באתגרים המקומיים והגלובליים השונים, בהזדמנויות ואפיקי הפעולה לצמצום פערי המחקר ומינוף החזקות הקיימות בארץ. עבודת הוועדה הובילה לתכנית מקיפה לקידום מחקר חדשני ופורץ דרך בתחום האנרגיה והאקלים.

התכנית המוצעת ממליצה לתמוך בהקמה של מוקדי מחקר בתחום האנרגיה והאקלים, וכוללת גם המלצה לתכנית מלגות לקליטת סגל ולפוסט-דוקטורנטים מצטיינים. בנוגע למוקדי המחקר, חברי הוועדה המליצו על ארבעה נושאי-על רחבים כתחומים מועדפים למחקר בתחום האנרגיה, במסגרתם תינתן גמישות למוסדות להגיש הצעות שידורגו על בסיס מצוינות מדעית. בתחום האקלים, המליצו חברי הוועדה על תמיכה בהקמה של מוקדי מחקר באופן יותר פתוח, אך נתנו דוגמאות למיקודים אפשריים. בנוסף, הומלץ להקים מוקדי מחקר משותפים לאנרגיה ואקלים. להלן המרכזים המומלצים:

מוקדי מחקר – אנרגיה (ארבעה נושאי-על רחבים):

1. רשתות חשמל (מיקרו-רשתות בנות-קיימא, מודלים לניהול רשת, בנייה ירוקה, תכנון עירוני, מדיניות אנרגיה)
2. דלקים חלופיים (מימן בר-קיימא, טכנולוגיות תאי דלק)
3. אנרגיה סולארית בת קיימא, דלקים סולאריים, PV, CPV ו-AgroPV
4. סוללות בנות-קיימא ואגירת אנרגיה אלקטרוכימית

מוקדי מחקר – אקלים (נושאים לדוגמא):

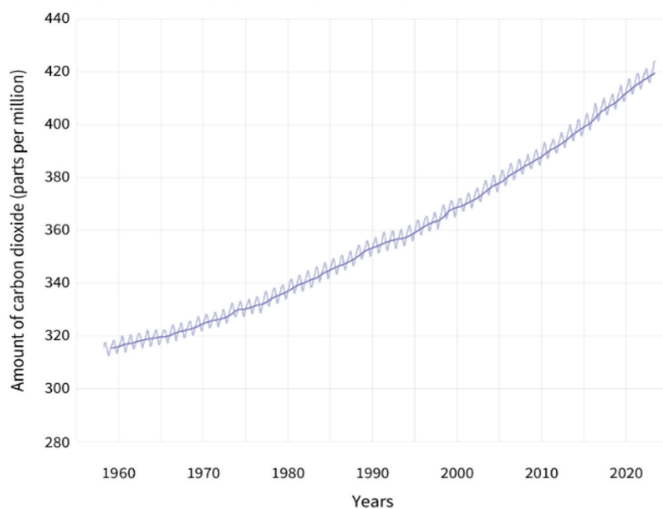
1. מערכת האקלים הפיזיקלית
2. מצבי מזג אוויר קיצוניים והשפעותיהם.
3. ביו-גאוכימיה ומחזור הפחמן.

מוקדי מחקר משותפים בנושא אינטראקציות בין אנרגיה ואקלים

רקע

מאז המאה התשע עשרה והמהפכה התעשייתית, העולם מתמודד עם עלייה מתמדת בכמות גזי החממה הנפלטים לאטמוספירה, מה שגורם להתחממות גלובלית ושינויי אקלים המסכנים את האנושות.

ATMOSPHERIC CARBON DIOXIDE

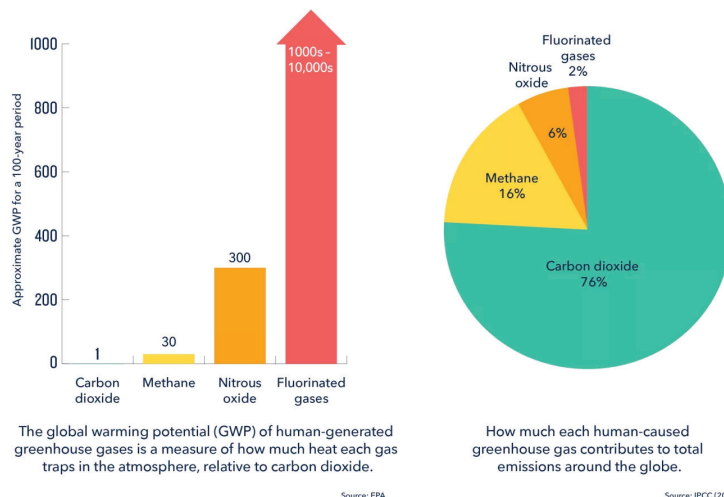


איור 1. ריכוז פחמן דו-חמצני אטמוספרי ממוצע בעולם בשנה (מקור)

הסיבה העיקרית לשינויים אלה היא העלייה הבלתי מבוקרת בשימוש בדלקים מאובנים מזהמים המשמשים לתחבורה, תעשייה וחימום. בהתבסס על הדוח השנתי של מעבדת הניטור הגלובלית של NOAA (מינהלת האטמוספירה והאוקיינוס של ארה"ב) (איור 1), בשנת 2022 הממוצע העולמי של ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה קבע שיא חדש והיה 417.06 חלקים למיליון (ppm). העלייה בין 2021 ל-2022 עמדה על 2.13 ppm – כלומר זו השנה ה-11 ברציפות שבה כמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה גדלה ביותר מ-2 ppm.

מבין כמה מזהמים (איור 2), פחמן דו-חמצני ומתאן ($2CH_4$, בהתאמה) הם גזי החממה העיקריים באטמוספירה, וביחד אחראים על למעלה מ-90% מזיהום האוויר. מאפקט זה (ראה כאן). גזים אלו סופגים ומקרינים חום, וכך מקטינים את הפליטה של חום מכדור הארץ לחלל החיצון, וגורמים לעלייה נוספת בטמפרטורה הגלובלית.

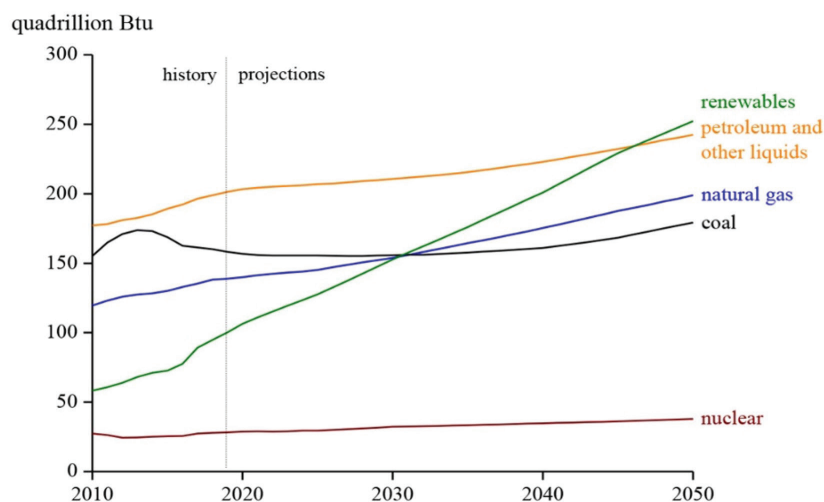
How Greenhouse Gases Warm Our Planet



איור 2. השפעת פליטת גזי חממה על התחממות כדור הארץ (מקור)

על פי הדוח ה-6 של הפאנל הבין-ממשלתי לשינוי האקלים של האו"ם (IPCC), יותר מ-40% מאוכלוסיית העולם חיה במקומות ובמצבים שהם "פגיעים מאוד לשינויי אקלים", וכבר חווה את השפעות שינויי האקלים. לדוגמא, ברחבי אירופה, כיום, טמפרטורות המקסימום מגיעות ל-50 מעלות צלזיוס, ושריפות מתפשטות במהירות בגלל הסביבה החמה במיוחד. אפקט דומה ראינו לאחרונה בשריפות ענק בחלק המזרחי של קנדה, ובחלק המערבי של ארה"ב. אם הטמפרטורות הממוצעות העולמיות ימשיכו לעלות ביותר מ-1.5 מעלות צלזיוס, חלק מהשינויים הסביבתיים עלולים להפוך לבלתי הפיכים.

רוב האנרגיה בעולם (~95%) מגיעה מדלקים, רובם **דלקים מאובנים**. משמעות הדבר היא שרוב אספקת האנרגיה בעולם פולטת **פחמן דו-חמצני** כאשר היא עוברת **בעירה** על מנת להפיק את האנרגיה. לכן, מדינות מרכזיות בעולם הציבו יעדים להפחתת פליטות פחמן דו-חמצני באופן משמעותי עד 2050. בנוסף, תרחישים שונים של שימוש במקורות אנרגיה יכולים לחזות את הצריכה העולמית המשוערת העתידית, כפי שניתן לראות באיור 3 מטה. כך עולה הצורך בזמינות של דלקים נקיים, מתחדשים ונטולי פחמן, ובטכנולוגיות המרת והולכת אנרגיה המלוות במינימום פליטת גזי חממה כדי למתן את שינויי האקלים הגלובליים. בנוסף לדאגות סביבתיות גלובליות, העניין במקורות אנרגיה מתחדשים זכה לתשומת לב בשל לחצים מקומיים וגיאופוליטיים, כגון מלחמת רוסיה-אוקראינה אשר גרמה למשבר אנרגיה באירופה, והמחישה את החשיבות של פיתוח תכנית ביטחון אנרגטי, צורך שחל גם על ישראל.



איור 3. צריכת אנרגיה עיקרית בעולם לפי מקור אנרגיה - מינהל המידע לאנרגיה של ארה"ב (מקור)

ישראל ממוקמת בתוך החגורה הסולארית העולמית, עם יכולת מוכחת לפיתוח טכנולוגיות לניצול אנרגיה סולארית, ולהמרה ואגירה של אנרגיה. דוגמאות לכך הן טכנולוגיות לייצור אנרגיה פוטו-וולטאית, טכנולוגיות תרמו-סולאריות, טכנולוגיות לאגירת חשמל בסוללות, וייצור ואגירה של מימן ירוק. בישראל הוקמו בשנים האחרונות מספר חברות הזנק הפעילות בתחום. לדוגמא, אנרגיית מימן נחשבת באופן נרחב לאנרגיה האולטימטיבית המובילה מכיוון שהיא מציעה את צפיפות האנרגיה הגבוהה ביותר, ומוצר בעירה נקי ביותר (מים) בהשוואה לנשאי אנרגיה אחרים כגון פחמימנים. בנוסף, ברגע שמימן זול יהיה זמין בקנה מידה גדול, לכידת פחמן דו-חמצני ופיתוח טכנולוגיות להמיר אותו עם המימן למוצרים שימושיים, יציעו מסלולים נוספים למניעת פליטות פחמן בלתי מבוקרות ושחרור גזי חממה לאטמוספירה.

מעבר לפיתוח טכנולוגיות ייצור אנרגיה נקייה באופן יעיל, אגירה והמרה, עלינו לפתח גם מסלולי ניצול טובים יותר כגון מבנים ורשתות חשמל יעילות יותר בשימוש באנרגיה. השימוש הנרחב באנרגיה מחייב פיתוח מדעי מולטי דיסציפלינרי כדי להקל על מחויבותה של ישראל להפחתת פליטות באמצעות שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים. בנוסף, יש חשיבות רבה להבנת שינוע המזהמים באטמוספירה ולחיזוי דפוסי האקלים בקנה מידה מקומי. הבנה זו יכולה לסייע בחיזוי התרחשותן של סופות ומצבי מזג אוויר קיצוניים, ובכך להתריע את האוכלוסייה מראש מפניהן. מטרת התוכנית הלאומית החמש-שנתית עליה המליצה הוועדה הינה לספק תמיכה לקידום מספר מוקדי מחקר אקדמיים בתחומי אנרגיה בת קיימא ומחקר אקלים.

הרכב הוועדה ואופן עבודתה

הרכבת ועדת ההיגוי המייעצת לוועדה לתכנון ולתקצוב בתחומי אנרגיה ואקלים החלה עם מינויו של ראש הוועדה, פרופ' גידי גרדך, בעל מומחיות רלוונטית בתחומי האנרגיה. 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, והייצוג המגדרי והמוסדי, הכול בהתאם להנחיות ות"ת בנוגע להרכב ועדות היגוי ושיפוט של ות"ת, כולל בהיבט של ניגודי עניינים. חבר מל"ג, פרופ' יוסי רוזנווקס מונה כאחד מחברי הוועדה.

הרכב הוועדה מפורט בטבלה מטה, בחלוקה לשתי קטגוריות ע"פ מומחיות (+) בתחומים של: אנרגיה ואקלים.

הרכב ועדת ההיגוי המייעצת לות"ת בנושא אנרגיה ואקלים

אקלים	אנרגיה	חברי הוועדה
	+	פרופ' גדעון גרדך, הפקולטה להנדסה כימית (הטכניון) - יו"ר הועדה
	+	פרופ' ליאור אלבז, המחלקה לכימיה (אוניברסיטת בר-אילן)
+		פרופ' איתי הלוי, הפקולטה למדעי כדא"ה וכוכבי הלכת (מכון ויצמן)
+		פרופ' נילי הרניק, החוג לגיאופיזיקה, ביה"ס פורטר לסביבה ומדעי כדא"ה (אוניברסיטת ת"א)
	+	פרופ' איריס ויסולי פישר, המכונים לחקר המדבר (אוניברסיטת בן-גוריון)
	+	פרופ' מיטל כספרי טורוקה, הפקולטה למדע והנדסה של חומרים (הטכניון)
+		פרופ' אפרת מורין, המכון למדעי כדור הארץ (האוניברסיטה העברית)
	+	פרופ' יועד צור, הפקולטה להנדסה כימית (הטכניון)
	+	פרופ' יוסי רוזנווקס, הפקולטה להנדסה-חבר מל"ג (אוניברסיטת ת"א)
+		פרופ' דני רוזנפלד, החוג למדעי כדור הארץ (האוניברסיטה העברית)

הוועדה התכנסה במשך חמישה חודשים מינואר עד מאי 2023 בהרכבים ובפורמטים שונים. המפגש הראשון התקיים באופן פיזי ב-1.1.23, ב-19.03.23 התקיים מפגש שני, ב-16.4.23 מפגש שלישי וב-29.5.2023 מפגש רביעי (מקוון). תת-וועדה בנושא אקלים התכנסה באופן מקוון מספר פעמיים: בתאריכים: 3.4.2023, 19.4.2023, 27.4.2023 וב-1.5.2023.

בפגישה הראשונה, חברי הוועדה הציגו את עצמם והציעו נושאים שהם רואים כחשובים למחקר, וכאלה שיש בהם צווארי בקבוק שיש לטפל בהם, כגון: תהליכי המרת פחמן דו-חמצני, טכנולוגיות מימן, ניצול אנרגית מימן, אגירת אנרגיה, הקמת מרכז גיאופיזיקה, הקמת מרכזים שעוסקים בכל ההיבטים של לכידת פחמן, שימוש בטכנולוגיות של המרת ביומסה לדלקים, ופיתוח חומרים שישמשו בטכנולוגיות

שונות להפחתת זיהומי אוויר וסיכוני אקלים. בנוסף לכך, חלק מחברי הוועדה הציעו לבדוק האם יש צרכים של התעשייה שדורשים מחקר. כמו כן, הם הצביעו על הצורך להתייחס לממשק בין תתי התחומים באחריות הוועדה, קרי לאינטראקציה בין אנרגיה ואקלים.

יו"ר הוועדה הציע לגבש רשימה של רעיונות אשר יתוקפו בהמשך אל מול צרכי ורצונות המוסדות. בכדי למפות את אלו האחרונים, הציע יו"ר הוועדה לאמץ סקר אשר גובש על ידי יו"ר ועדת חקלאות, מזון/תזונה ומגוון ביולוגי. הסקר הועבר לחברי הוועדה להתייחסותם, ונוסח סופי ומוסכם נשלח לנשיאי האוניברסיטאות המתוקצבות (כולל האוניברסיטה הפתוחה).

הסקר למוסדות

לצורך קבלת משוב פרטני מהשטח אודות התחומים באחריות הוועדה, נשלח הסקר מטה לאוניברסיטאות המחקר ולאוניברסיטה הפתוחה. עבור כל אחד מתתי-התחומים 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.

Energy and Climate Survey

1. List up to 5 topics in each category that you define as centers 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 that you consider necessary to promote sustainability research excellence at your institution in each category.
4. List up to 3 tools (other than infrastructure) that you think will allow to promote excellence in sustainability research, e.g., Research Grants, Hiring new PIs, Fellowships, Teaching, Other.
5. Name 2 centers of excellence that you want to establish at your institution in any subject.
6. Additional Comments/Suggestions
7. What are the biggest sustainability-related challenges we expect 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 seize opportunities?
10. What general areas of research should be promoted and supported to fill these knowledge gaps?

תת הוועדה של אנרגיה דרגה את ממצאי החלק הראשון של הסקר ביחס למספר פעמים שנושאים מסוימים חזרו על עצמם, כמפורט בטבלה 1 מטה (החלק השני, שאלות 7-10 לא דורג באותו האופן). חברי תת הוועדה של אקלים השיבו על הסקר בעצמם (ראה טבלה 2 מטה), ולאחר מכן, ערכו השוואה בין תשובותיהם לבין תשובות המוסדות (המצורפות בנספח ג), ועל בסיסה הומלצו כיווני פעולה.

1. List of acronyms used in the tables: IIT - Israel Institute of Technology (Technion); BIU - Bar-Ilan University; WIS - Weizmann Institute of Science; BGU - Ben-Gurion University; HUU - Hebrew University of Jerusalem; TAU - Tel-Aviv University; Haifa - Haifa University; Ariel - Ariel University; OU - Open University.

Table 1 – Energy
Survey Answers to Questions 1 and 3

Question 1: Foci of Excellence	
Hydrogen, fuel cell technologies	Ariel, BIU, BGU, IIT, HUJ, TAU, WIS, OU
Alternative fuels, biofuels/waste	Ariel, BIU, BGU, IIT, HUJ, TAU, WIS, OU
Batteries & electrochemical energy storage	Ariel, BIU, IIT, HUJ, TAU, WIS, OU
Solar Energy: PV, CPV, AgroPV, Solar Optics	BIU, BGU, IIT, HUJ, TAU, WIS
Integration and grid management	BGU, TAU, IIT, BIU
Energy Policy and management models	BGU, HU, TAU
Green building and sustainable urban planning	BGU, HUJ
Catalysis & nanomaterials and computational materials	Ariel, BIU, BGU, IIT, WIS, OU
Energy from waves & wind	BGU, HU, IIT, HUJ, WIS, OU
Seismic hazard during subsurface fluid injection - Part of climate	HUJ, HU
Sensors	BIU
Solar Optics	BGU

Question 3: Infrastructure Needed	
Infrastructure for material development and characterization: including film deposition, SIMS, AFM, reactors, and catalysis	Ariel, BGU, IIT, HUJ, WIS, OU, BIU, HU
Infrastructure for hydrogen generation and characterization	BIU, BGU, IIT
Battery testing lab	BIU, IIT
:Infrastructure for Electric grid simulation	TAU
Computing facilities	HU, WIS
Laboratory for advanced multidisciplinary research	Ariel

**(.Table 1 – Energy (Cont
Survey Answers to Questions 4 and 5**

(Question 4: Tools for Promoting Research (other than infrastructure	
Research grants Individual or collaborative at the national level	Aiel, BIU, BGU, IIT, HUJ, TAU, WIS, OU
Support for hiring expert staff scientists (PhD level)	Aiel, BGU, IIT, TAU, WIS
Fellowships to attract students/postdocs in energy	Haifa, Kinneret, Tel-Hai, TAU, WIS, HUJ
Postdocs going abroad in energy	BIU, HU, IIT, WIS
Promoting the hiring of new PIs	BIU, BGU, HUJ, TAU
International and national collaborations: support international collaborative research, travel of students/postdocs	HUJ, TAU, WIS
Teaching programs and courses	Ariel, TAU
Data bases including energy reports	HU

Question 5: Centers of Excellence	
Center for green hydrogen production and utilization:	BIU, IIT, BGU
Energy storage devices	Ariel, BIU, WIS
Energy systems center	Ariel, HUJ
Center for Renewable heat technologies	BGU
Center national electric grid Center	TAU
Center for Sustainable Process and Catalysis	IIT
Power electronics and energy labs	TAU

Table 2 - Climate

Response of the Sub-Committee Members to Questions 1, 3, 4 and 6

Question 1: Foci of Excellence
Impact of clouds and aerosols on climate and energy budget
Mediterranean weather, climate, and hydrology
Ocean-atmosphere climate dynamics
Satellite atmospheric observations
Global carbon cycle
Paleoclimate
<u>Maybe for other committees</u>
Agricultural climate impacts

Question 3: Infrastructure Needs
Computer and technical support for cloud and climate simulations
Long-term, high-quality research personnel for model and dataset development, maintenance, and analysis
Long-term commitment for national data center
National analytical facilities for climate/environmental studies (e.g., mass spectrometry, chemical analysis, aerosol measurements)
Weather surveillance radar with dedicated personnel (maintenance, data analysis)

(Question 4: Tools for Promoting Research (other than infrastructure
Funding for high level technical personnel
National level educational programs (courses, summer schools, etc.)
Fellowships for Israeli postdocs to be involved abroad in state-of-the-art research
Regular competitive scholarships for graduate students
Dedicated funds for collaboration with the Meteorological Service (improve fundamental understanding and Meteorological Service)
Active Israeli involvement in relevant international organizations (e.g., ECMWF, EUMETSAT, ICDP, HORIZON)

Question 6: Other suggestions
Bottom-up definition of research avenues breaking disciplinary silos?
Invitees(?): land surface-atmosphere interactions (Dan Yakir), Nir Stav & Yoav Levy (IMS), sea level (Moti Stein, Laure Zanna) and cryosphere, paleoclimate (Yoni Goldsmith, Yehuda Enzel), מינהל התכנון.
Fellowships for Israeli postdocs to be involved abroad in state-of-the-art research

(.Table 2 – Climate (Cont

Response of the Sub-Committee Members to Questions 7-9

Question 7: The greatest sustainability-related challenges in the coming decades

- Understanding and quantifying climate sensitivity (inc. aerosols, cryosphere, sea level rise, tipping points, etc.), on global to local scales.
- Understanding and quantifying probability distributions of meteorological and relevant environmental parameters, on global to local scales, with an emphasis on extremes.
- Climate stabilization (inc. atmospheric CO₂, geoengineering).
- Reducing uncertainty in climate and weather predictions and improving model-observation agreement (e.g., by improving model parameterizations, data assimilation).
- Bridging the gap between basic research, practical implications, and climate risk (inc. effective communication of research findings and academic-industry-government relations, stakeholder interface).
- Reducing uncertainty in projected sea level rise and associated impacts.

Question 8: The greatest foreseeable opportunities for advances

- New capabilities for improvement of observations (satellites, drones, robotic exploration, radars, innovative sensing technology, citizen science).
- Emerging computer power and methodologies (inc. AI, high-level and novel statistics, inverse modeling and data assimilation).
- Inter/multi-disciplinarily (e.g., Earth-systems approaches, natural-social science interactions, academic-policy interactions), inter-institutional and international collaboration.

Question 9: Fundamental knowledge and technological gaps that limit the ability of scientists to respond to these challenges/take advantage of the opportunities?

- Hydrometeorology
- Cloud physics
- Regional-scale land surface-atmosphere interactions
- Downscaling and regional models of coupled ocean-atmosphere-biosphere
- Strategies and impacts of scalable carbon management and geoengineering
- Paleoclimate and paleo-sea level reconstructions relevant to climate predictions (inc. inverse models)
- Reducing climate uncertainty (e.g., emergent constraints, paleoclimate)
- Improving parameterizations

Important topics currently insufficiently covered in Israel According to the Climate Sub-Committee

Meso-scale meteorology

Urban meteorology

Climate model development

Regional climate and weather predictions, downscaling

Now-casting and weather hazards

Paleoclimate measurement incorporation into climate predictions

Land-atmosphere interactions, evaporation, evapotranspiration, including their model representation

המלצות ועדת ההיגוי

ועדת ההיגוי המליצה לתמוך בהקמה של מוקדי מחקר בתחום האנרגיה, בתחום האקלים וכן במוקדי מחקר משולבים בתחומים של אנרגיה ואקלים. במקביל, המליצה הוועדה להשיק תכנית מענקים לקליטת סגל חדש בתחומים אלו וכן תכנית מלגות לפוסט-דוקטורנטים מצטיינים. ביחס למוקדי המחקר בתחום האנרגיה, בדיוני הוועדה הועלו שתי חלופות: האחת שהוועדה תנסח בעצמה את התחומים הספציפיים בהם יעסקו מוקדי המחקר, מתוך ראיית מאקרו, והשנייה, מתן גמישות למוסדות בגיבוש ההצעות מן השטח-למעלה והצעה של רשימת נושאים המהווים דוגמאות למוקדי מחקר. לבסוף, הוחלט להמליץ שהקול הקורא למוקדי מחקר יגדיר ארבעה נושאי-על רחבים ובעלי פוטנציאל יישומי, לצד בסיס מדעי חזק, במסגרתם תינתן גמישות למוסדות להגיש הצעות שידורגו על בסיס מצוינות מדעית. זאת מתוך הבנה שאין מניעה לתמוך בשני מוקדי מחקר מצוינים באותו הנושא (אפילו על חשבון הכללה של נושא אחר). כמו כן, המליצו חברי תת הוועדה של אנרגיה כי כל מוקדי המחקר בתחום יידרשו להתייחס למתודולוגיה של LCA (Life Cycle Analysis) ולנגזרות הכלכליות של המחקר המוצע.

בתחום האקלים, במסגרת דיוני הוועדה עלתה הצעה ראשונית של חברי תת הוועדה לגבש 30 נושאים בעלי חשיבות מחקרית שמתוכם יורכבו מוקדי מחקר בתחומים השונים, אשר צומצמו לאחר דיון לשבעה (פירוט מצורף בנספח א). לבסוף הוחלט להמליץ על קול קורא למוקדי מחקר ללא הגבלה לנושאי-על רחבים, אך תוך מתן דוגמאות, כמפורט מטה.

בנוסף, החליטו כל חברי הוועדה להמליץ גם על תמיכה במוקדי מחקר משותפים בנושא האינטראקציות בין אנרגיה ואקלים, וכן להמליץ שכל מוקדי המחקר יורכב מקבוצות חוקרים שיגיעו מלפחות שני מוסדות שונים.

הוועדה המליצה כי התמיכה במוקדי מחקר תהיה בכפוף למימון משלים מצד המוסדות בגובה 25% מתקציב ות"ת.

להלן פירוט אודות מוקדי המחקר עליהם המליצה הוועדה לתקצוב חמש-שנתי.

מוקדי מחקר - אנרגיה

(100 מיליון ₪ לתמיכה ב-4-8 מוקדי מחקר, מקסימום 25 מיליון ₪ פר הצעה)

1. רשתות חשמל (מיקרו-רשתות בנות-קיימא, מודלים לניהול רשת, בנייה ירוקה, תכנון עירוני, מדיניות אנרגיה)

האופן שבו אנו מניעים את הבתים, הערים והמכוניות שלנו משתנה במהירות, וכולל יותר טכנולוגיות ירוקות ומתחדשות כגון תאי דלק מימן, מכוניות חשמליות ופאנלים סולאריים. שילובן של מערכות אלו ברשת חשמל ארצית, בקנה מידה גדול, מציב אתגרים מהותיים ליציבות הרשת וניהולה המחייבים חשיבה מחדש, ופיתוח, בין היתר, של אלגוריתמים לתקשורת ובקרה. הרשת הישראלית אינה ערוכה לשינויים עצומים אלה ואלגוריתמים חדשים של בקרה וניהול חיוניים לתפעול בטוח ויציב שלה בעתיד הקרוב. באופן פרטני, בישראל, מחקר מסוג זה מורכב כיוון שהגישה לנתוני הרשת מוגבלת ומטופלת כמסוגלת מטעמי ביטחון.

על מנת לקדם מו"פ בתחום יש צורך בתשתית שבה ניתן יהיה לחקור, באופן אמפירי, מודלים בקנה מידה מוקטן של רשת החשמל, בתנאי הפעלה הכוללים מקורות אנרגיה מתחדשים, טכנולוגיות אגירת אנרגיה שונות, ושימוש בתחבורה חשמלית, ומאפשרים לפתח ולבדוק מתודולוגיות וטכניקות חדשות לניהול, בקרה ואופטימיזציה בסביבה אמיתית. צורך זה מתחזק עוד יותר בהתחשב בכך שהרשת הישראלית קטנה יחסית ומנותקת ממדינות אחרות, מה שהופך אותה לחשופה יותר לסיכונים של חוסר יציבות (תנודות או האפלה) בגלל חוסר הרציפות של מקורות אנרגיה מתחדשים, והיעדר אינרציה טבעית בממירים מבוססי כוח חשמלי.

2. דלקים חלופיים (מימן בר-קיימא, טכנולוגיות תאי דלק)

דלקים מאובנים קונבנציונליים מסוכנים לסביבה בגלל המזהמים הנוצרים במהלך שריפת הדלק. שחרור של פחמן דו-חמצני מתחבורה יבשתית ואווירית, ומתהליכים תעשייתיים אינו מנוצל היטב (לדוג' ע"י המרה לדלק), ואף פוגע בבריאות האדם. גם מזהמים מתחמוצות חנקן מסוכנים, ובשילוב עם פחמימנים ואור השמש גורמים לאוזון קרוב לפני הקרקע. אחד האתגרים המרכזיים בכל נושא הקיימות הוא להנדס דלקים חדשניים שאינם מזהמים במהלך השימוש, כדי שניתן יהיה להחליף כלי רכב מזהמים בחלופות לא מזהמות או מזהמות פחות. במקביל, כדי לאפשר הפקת אנרגיה ממקורות ברי קיימא, כגון רוח ושמש, בקנה מידה גדול, חייבים לפתח אמצעי אגירת אנרגיה גדולים. נדרש גם פיתוח של דרכים יעילות לייצור מימן ירוק שניתן יהיה להשתמש בו כנשא אנרגיה בתחבורה ובתהליכים תעשייתיים, למצוא דרכים יעילות להגיב ולאגור אותו עם פחמן וחנקן. כמו כן נדרש פיתוח של הפקת אנרגיה ממקורות ביולוגיים, כגון פסולת חקלאית ומחזור פסולת שמצטברת לאורך זמן באזורי סילוק גדולים.

על מנת לקדם מו"פ בתחום של דלקים חלופיים יש צורך לבסס ולהעמיק את ההבנה של מנגנונים וטכנולוגיות להמרה וניצול של אנרגיה, כולל מחקר בתחום של חומרים ואופטימיזציה של דלקים חלופיים כך שיהיו בעלי צפיפות הספק ואנרגיה גבוהים וכמות נמוכה של מזהמים במהלך הבעירה, נתיבים לעיבוד פסולת לטרנספורמציה של דלק ביולוגי, ותהליכים ללכידת והמרת פחמן דו-חמצני ולייצור וניצול של מימן ירוק.

3. אנרגיה סולארית בת קיימא, דלקים סולאריים, PV, CPV ו-AgroPV

למרות שאנרגיה סולארית צפויה להיות המקור העיקרי לאנרגיה מתחדשת בישראל בעתיד הקרוב, השימוש הנרחב בה מפגר אחרי היעדים הלאומיים שנקבעו, בשל אתגרי טכנולוגיה זו. אתגרים אלה קשורים לאופן השימוש בקרקע ועלותה, שכן השטחים הרחבים הדרושים לאיסוף אור השמש הטבעי לייצור חשמל בקנה מידה גדול הינם מוגבלים, במיוחד במדינה קטנה וצפופה כמו ישראל, כמו גם לאספקה בלתי רציפה ותלות במזג האוויר אשר גורמים לאספקת אנרגיה לא יציבה. בנוסף, התקנת מתקנים להמרת אנרגיה בקנה מידה גדול עלולה לגרום לזיהום הקשור לייצור וסיום מעגל מחזור החיים של מערכות אלה, לרבות נפחי פסולת גדולים, וחומרים העלולים להיות מסוכנים, כגון עופרת, כך שנדרש פיתוח של תהליכי ייצור בני קיימא ושיטות מחזור יעילות. גם הפצת חשמל סולארי לצרכנים מציבה אתגרים לא פשוטים בהיבט של פיתוח תשתית הולכה וחלוקה יעילה כדי להבטיח גישה אמינה למשתמשי הקצה. התמודדות עם אתגרים אלה באמצעות מחקר וחדשנות היא קריטית לאימוץ נרחב, ולהצלחה של טכנולוגיות להמרת אנרגיה סולארית.

על מנת לקדם מו"פ בתחום נדרשות תשתיות מחקר ניסיוניות בקנה מידה גדול להסבה וניצול של אנרגיה סולארית, בהן ניתן יהיה לבדוק טכנולוגיות חדשות לשימוש יעיל וכלכלי משלב קצירת האנרגיה דרך המרתה בקנה מידה גדול (באתר וברשת), אגירתה (כך שניתן יהיה לאחסן עודפי אנרגיה בתקופות

שיא הייצור ולהשתמש בהן בתקופות ייצור נמוכות תוך הבטחת אספקת חשמל עקבית ואמינה), ועד לשיפוץ/שימוש חוזר/מחזור של מערכות סולאריות.

4. סוללות בנות-קיימא ואגירת אנרגיה אלקטרוכימית

המעבר העולמי לייצור של אנרגיה ממקורות מתחדשים אך מאופיינים ע"י חוסר רציפות, כגון רוח ושמם, מעלה אתגרים משמעותיים הקשורים לאגירת אנרגיה. לדוגמא, אנרגיה סולארית מיוצרת רק במהלך 4-5 שעות של היום, ויש צורך בפיתוח שיטות לניוד אנרגיה עודפת משעות ייצור אלה לשאר שעות היום, כולל מנגנון גיבוי, ופתרון לאחסון עונתי על מנת להתמודד עם הירידה בייצור האנרגיה במהלך החורף. נראה כי הפתרונות המעשיים היחידים בקנה המידה הנדרש הם פתרונות אחסון אלקטרוכימיים: סוללות ומימן. אך למרות ההתקדמות הגדולה בטכנולוגיות הסוללה בעשורים האחרונים, פרמטרים הקשורים לקיימות וזמינות חומרים לא קבלו מספיק התייחסות. לטכנולוגיה המפותחת ביותר, סוללות Li-ion אין תהליך מחזור יעיל מבחינה כלכלית וסביבתי בהיבט של פליטות פחמן דו-חמצני. בנוסף, כמות Li ומתכות אסטרטגיות נוספות המרכיבות את הקבוצה מוגבלת על קרום כדור הארץ, ואינה מספיקה עבור אחסון אנרגיה בכמות העונה על פי התחזיות. לפיכך, יש לפתח סוללות מתקדמות, אמינות ובנות קיימא. כיוון מבטיח אחד הוא סוללות Na-ion. כיוון חשוב נוסף יהיה פיתוח תהליכי מחזור יעילים של סוללות Li-ion כדי לאחזר את ה-Li ולהשתמש בו לסוללות חדשות.

קהילת המחקר בישראל בתחום של סוללות ואגירת אנרגיה חזקה ובעלת מוניטין עולמי, ויש לה פוטנציאל ממשי להוביל בתחום. נדרש המשך פיתוח המו"פ לטובת הבנה עמוקה יותר של תהליכים אלקטרוכימיים, עמידות ומדע החומרים הקשורים לסוללות (כגון מציאת פתרונות לשימוש חוזר בליתיום-יון), ופיתוח טכנולוגיות חדשות לסוללות המבוססות על שפע חומרי גלם לא קריטיים/ניתנים למחזור ליישומי אחסון גדולים.

מוקדי מחקר – אקלים

30 מיליון ש"ח לתמיכה ב-2-4 מוקדי מחקר, נושאים לדוגמא מטה, מקסימום 15 מיליון ש"ח פר הצעה)

1. מערכת האקלים הפיזיקלית

לרכיבי מערכת האקלים השפעה גדולה על חיינו דרך השליטה באלמנטים כגון: מזג האוויר, זמינות המים, ביטחון תזונתי, תפקוד המערכת האקולוגית, יכולת החיים בחופים, וצורות רבות של אנרגיה מתחדשת. אפילו שינויים קטנים ברכיבים אלה עלולים להיות הרסניים. לכן תחזיות מדויקות, משעות ועד עשרות שנים, הינן חיוניות למוכנות לשינויי אקלים, מאמצי מיטיגציה (איפחות), ואדפטציה (הסתגלות).

כיום, תחזיות של שינויי אקלים עתידיים אינן ודאיות בגלל מספר גורמים הקשורים למורכבות של מערכת האקלים, להבנה המוגבלת של הפיזיקה בבסיסה, לתצפיות לא מספקות של אקלים בהווה ובעבר, למחסור במתודולוגיות לשילוב נתונים ממדידות במודלים אקלימיים, ולבסוף, למשאבי מחשוב מוגבלים להפעלת מודלי חיזוי המשלבים את הידע הזמין. פערי הידע העיקריים כוללים את השפעת אינטראקציות בין עננים לאירוסולים על משקעים ומאזן האנרגיה של כדור הארץ, אופיין של אינטראקציות אוקיינוס-קרקע-אטמוספירה-קרח, והיזונים מורכבים בין מרכיבי מערכת האקלים. יחד, פערים אלה הופכים את הרגישות האקלימית להשפעות האדם מורכבת מאד וקשה לחיזוי.

הדרך להתמודדות עם אתגרים אלה מצריכה שימוש במשאבי מחשוב מתקדמים המאפשרים שילוב

של תצפיות רב-ממדיות והיררכיה של מודלים על מנת לייצר הבנה של מרכיבי מערכת האקלים ברמת התהליכים המניעים אותה. תצפיות על משתני אקלים מודרניים, בשטח או בחישה מרחוק, יהוו את בסיס הידע למודלים של מערכת כדור הארץ. נתונים על אקלים קדום (פאליאו-אקלים) יספקו הבנה של הרגישות האקלימית לריכוז גזי חממה. המודלים שיבנו על בסיס התובנות התצפיתיות יוכלו בתורם לדמות את מערכת האקלים המורכבת ואת השינויים בה תחת תרחישים שונים של השפעות האדם. הסימולציות מבוססות הנתונים ומונחות התהליכים שיופקו באופן זה יפחיתו את אי הוודאות בתחזיות שינויי האקלים, ויובילו לפיתוח מושכל של אסטרטגיה למיטיגציה ואדפטציה.

2. מצבי מזג אוויר קיצוניים והשפעותיהם

מצבי מזג אוויר קיצוניים כגון: גשם ושלג כבדים, סופות חזקות וגלי חום, והשפעותיהם כגון: שיטפונות, בצורות ושריפות מסוכנים לאדם ולסביבה. ייחוס אירועי קיצון עכשוויים לפעילות אנושית, וחיזוי אירועים עתידיים בטווחי זמן המתפרשים על פני שעות, ימים, חודשים, שנים, עשורים ויותר, הם המפתח להפחתת הסכנות. אך אירועי מזג אוויר קיצוניים הם לרוב תופעות מקומיות שאינן מוסברות היטב על ידי מודלים של מזג אוויר ואקלים. בנוסף, חיזוי אירועי קיצון באמצעות מודלים אקלימיים סובל מאי-ודאות רבה יותר מאשר חיזוי של התנאים הממוצעים.

בעוד חיזוי של אירועי קיצון דורש הבנה טובה ואפיון של אירועים אלה, מעצם הגדרתם, אירועי קיצון מתרחשים לעיתים רחוקות. מסיבה זו, אירועי קיצון נעדרים לרב מרשומות תצפיתיות, והשפעת שינויי האקלים על תדירותם ועוצמתם קשה לניתוח בשיטות סטטיסטיות פשוטות.

קידום מחקר על אירועי קיצון דורש שילוב של תצפיות, היררכיה של מודלים, טכניקות להורדת תוצאות מודלים אקלימיים לקנה מידה קטן, ושיטות סטטיסטיות מתקדמות, כולל שימוש בכלי בינה מלאכותית המחייבים משאבי מחשוב משמעותיים. כל אלו יובילו להבנה ואפיון טובים יותר של אירועי מזג אוויר קיצוניים, לשיוכם לגורמים טבעיים או לפעילות אנושית, ולהקטנת אי הודאות בתחזיות, בשילוב עם מודלים של השפעות מזג האוויר (למשל, הידרולוגיים, חקלאיים, עליית פני הים, וכדומה). מידע זה יאפשר לחזות באופן מדויק יותר את הסיכונים הכרוכים באירועי קיצון.

3. ביו-גיאוכימיה ומחזור הפחמן (כ-10 מיליון ש)

למחזורי ביו-גיאוכימיים תפקיד מכריע בוויסות אקלים כדור הארץ. מחזור הפחמן קובע את האיזון בין המקורות ומבלעי גזי החממה, את ריכוזו באטמוספירה, ואת כמות הפחמן המאוחסנת באוקיינוסים וביבשה. מחזורי ביו-גיאוכימיים אחרים, כגון מחזורי החנקן והזרחן, ממלאים גם הם תפקיד בוויסות האקלים באמצעות השפעתם על הביוספירה הימית והיבשתית. תהליכים ביו-גיאוכימיים תלויים במרכיבים של מערכת האקלים, דבר היוצר רשת מורכבת של היזונים והשפעות. מכאן שהבנת הדרכים שבהן בני אדם משפיעים על המחזורי הביו-גיאוכימיים הגלובליים חיונית לתחזיות מדויקות של ריכוזי גזי החממה, ולרתימה ושיפור של תהליכים טבעיים לסילוק ולכידה של פחמן דו-חמצני מהאטמוספירה.

על ידי שילוב של תצפיות, מדידות, וניסויי מעבדה ושדה, אשר יספקו נתונים ברזולוציה ובאיכות גבוהה, ניתן יהיה לפתח מודלים להבנת המורכבות והשונות של מחזור הפחמן ומחזורי ביו-גיאוכימיים נוספים, ביבשה ובים, בטווח רחב של קני מידה מרחביים וזמניים. המודלים יאפשרו בירור של רגישות המחזורי הביו-גיאוכימיים לשינויי אקלים שמקורם בפעילות אנושית, והשלכותיה על ריכוזי גזי החממה באטמוספירה, על בתי גידול, ועל כיסוי צמחייה ופעילות ביולוגית. במקביל, ניסויים, מדידות המעבדה ועד לסקאלות בינוניות (קילומטרים) בשדה, יוכלו לבחון את ההיתכנות והיישום של

אסטרטגיות מיטיגציה בהשראת תהליכים ביו-גיאוכימיים טבעיים.

מוקדי מחקר משותפים בנושא אינטראקציות בין אנרגיה ואקלים (20 מיליון ש"ח לתמיכה ב-1-2 מוקדי מחקר, מקסימום 15 מיליון ש"ח פר הצעה)

ניסיונות להבין ולמתן את שינויי האקלים, הנגרמים בעיקר מפליטות גזי חממה עקב השימוש בדלקים מאובנים בייצור אנרגיה ובתחבורה, נתקלים במספר אתגרים מדעיים כגון: אי-ודאות בתחזיות עתידיות של שינויי אקלים, הנובעת ממורכבות מערכת האקלים ומאי-ודאות בנוגע לתרחישי פליטת גזי חממה, או קשיים בפיתוח פתרונות יעילים וכלכליים להפחתת פליטת גזי החממה, להגברת יעילות השימוש באנרגיה, ולהסרה של גזי חממה מהאטמוספירה ואחסונם ביבשה או בים. התמודדות עם אתגרים אלה באופן משולב עשויה להציע הזדמנויות ייחודיות לפריצות דרך מדעיות, ולמניעת סכנות הכרוכות בשינויי אקלים. דוגמאות להזדמנויות מסוג זה הינן שילוב תחזיות מזג אוויר בניהול שדות אנרגית שמש ורוח בכדי להגביר את יעילותם, או רתימה ושיפור של תהליכים במחזור הפחמן המסירים באופן טבעי פחמן דו-חמצני מהאטמוספירה, ואשר עשויים להציע אופקים חדשים למיתון שינויי האקלים. כדוגמה למניעת סכנות ניתן לציין את ההפחתה בעשורים האחרונים בפליטת חלקיקים (למשל, חלקיקי סולפט) אשר מקררים את פני כדה"א. ללא הפחתה מקבילה בפליטת גזי החממה, ההפחתה בפליטת חלקיקים עלולה להוביל להתחממות מהירה, ומחקר בנושא זה יכול להפחית את הסיכון הכרוך בכך.

כדי להתמודד עם האתגרים לעיל נדרש שילוב של תצפיות ומודלים של מערכת האקלים שיוכלו לספק תחזיות אמינות של היבטי אקלים ומזג אוויר שיש בהם עניין ספציפי לפיתוח פתרונות מיטיגציה. כך, למשל, תצפיות באמצעות חישה מרחוק או מדידות ישירות יוכלו לספק מידע על מרכיבים במחזורי הפחמן והמים כגון: שטפי פחמן דו-חמצני במערכות יבשתיות, או ספיגה טבעית של פחמן באוקיינוס, קצירת פחמן מהאוקיינוס יכולה להוות מקור פחמן ובמקביל להגדיל את ספיגת הפחמן מהאטמוספירה. לבסוף, מודלים אזוריים של מזג אוויר יסייעו בפיתוח פתרונות אנרגיה מתחדשת המביאים בחשבון את השונות הצפויה בתנאי ההפעלה.

מומלץ כי מוקדי המחקר בנושא אינטראקציות בין אנרגיה ואקלים יפעלו לקידום המטרות הבאות: (1) הרחבת רשת התצפיות של מערכת האקלים והמחזורים הביו-גיאוכימיים בקני מידה רלוונטיים לפיתוח פתרונות ועל מנת לבחון דרכים לרתום את המערכת הטבעית להפחתת שינויי אקלים, בדגש על סילוק ולכידת פחמן דו-חמצני בשיטות שונות ובסביבות מגוונות, ו-(2) פיתוח ותיקוף מודלים של רכיבי מערכת כדור הארץ בקני המידה הרלוונטיים.

בנוסף המליצה הוועדה על מיסוד תכניות לפיתוח הון אנושי **בתחומים של אנרגיה ואקלים** כמפורט מטה:

1. תכנית מענקי קליטה לסגל חדש (30 מיליון ₪)

אחת הדרכים היעילות להשפעה על כיווני מחקר אקדמי לשנים קדימה היא קליטת מדענים צעירים בעלי רקע ומחויבות אישית לכיווני המחקר אשר סומנו כיעדים לטיפוח. 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 ₪ (לטובת רכש ציוד מעבדה), ומענק מחקר חד פעמי בגובה 170 אלפי ₪.

תיאורטיקנים: מענק קליטה חד-פעמי בגובה 250 אלפי ₪, ומענק מחקר חד-פעמי בגובה 50 אלפי ₪.

2. תכנית מלגות הצטיינות לפוסט-דוקטורט

כמו כן, על מנת להשקיע בהגדלת עתודת חברי הסגל בתחומי האנרגיה והאקלים, 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)

אנרגיה ואקלים		
100	אנרגיה (4-8 מוקדים, מקסימום פר הצעה: 25M)	מוקדי מחקר*
30	אקלים (2-4 מוקדים, מקסימום פר הצעה: 15M)	
20	משותף אנרגיה ואקלים (1-2 מוקדים, מקסימום פר הצעה 15M)	
30	מענקי קליטה לסגל חדש	הון אנושי
6.75	מלגות הצטיינות לפוסט-דוקטורט	
186.75		סה"כ