



## Digital Sprinters: הדרך לקיימות

טכנולוגיה דיגיטלית כגורם מאפשר מרכזי לפעולה בנושא האקלים  
בשווקים מתפתחים

**Deloitte.**

Commissioned by **Google**

**Google**

# תקציר מנהלים

## מבוא

### פיתוח והטמעה מושכלים ותכליתיים יותר של טכנולוגיות דיגיטליות יכולים לזרז את ההתקדמות לקראת יעדי אפס פליטה נטו לשנת 2050.

הסכם פריז מ-2015 חולל שינוי עולמי להפחתת גזי החממה. דו"ח IPCC לשנת 2023 קרא לפעולה מיידית, נמרצת וכלל-עולמית והציג הזדמנויות חברתיות וכלכליות. הגברת המודעות הציבורית עיצבה גם את סדרי היום הפוליטיים, תוך שימת דגש על קיימות, הפחתת פחמן ואנרגיה מתחדשת. **ממשלות ממלאות תפקיד חיוני בניצול מלא של הפוטנציאל של הטכנולוגיה הדיגיטלית על ידי אימוץ הכלים הדיגיטליים עצמם, ואף מעבר לכך – על ידי יצירת הסביבה הדרושה כדי להאיץ את המעבר האמור.**

**דוח זה, המתמקד בשווקים מתפתחים, מציע מדיניות למינוף של טכנולוגיות דיגיטליות בהקשר של שינויי האקלים, במטרה להפחית ואף למנוע פליטות תוך יצירת עמידות לשינויים בלתי נמנעים.**

טיוטת הדוח נוסחה על ידי Deloitte והוזמנה על ידי Google. היא מבוססת על הידע המקיף שנצבר על ידי אנשי המקצוע של Deloitte ברחבי העולם בתחומי הקיימות, הטכנולוגיה, האנרגיה והמדיניות הציבורית. חיבור הדו"ח נעשה על סמך מחקר מקיף, ונערכו ראיונות עם מומחים לנושא מהאקדמיה, המגזר העסקי, המנהיגות הטכנולוגית, החברה האזרחית ומקבלי החלטות מקומיים ובינלאומיים.

בין כל ההשפעות ההולכות וגדלות של שינויי האקלים, הטכנולוגיה הדיגיטלית מספקת הזדמנות לקובעי המדיניות להגדיר מחדש את הקשר בין צמיחה, ניצול משאבים וצריכה. מחקר שערך לאחרונה הפורום הכלכלי העולמי (WEF) מצביע על כך ששימוש יעיל בפתרונות דיגיטליים יכול להפחית את הפליטות **ב-20% עד שנת 2050**, תרומה משמעותית ליעדי ההפחתה במסגרת הזמן האמורה. דוח זה נועד לבחון כיצד ניתן למנוף טכנולוגיות דיגיטליות כדי לעמוד באתגר שינויי האקלים, ומה ממשלות יכולות לעשות כדי לסייע ולעודד את החדשנות הנדרשת.

טכנולוגיה דיגיטלית, המונעת על ידי בינה מלאכותית (AI), האינטרנט של הדברים ומחשוב ענן, אוספת, מנתחת ומנצלת נתונים כדי לעצב מחדש תעשיות ולשפר תהליכי קבלת החלטות, אוטומציה וחדשנות, ומהווה מרכיב קריטי בהתמודדות עם שינויי האקלים והפחתת הפליטות. הגדרת "פונקציית ההשפעה" של Deloitte, הכוללת 4 אלמנטים, מספקת גישה מובנית להבנת מגוון המשימות שמבצעים כלים דיגיטליים עכשוויים.



Monitor & Track

בחינה בזמן אמת של העולם ומערכות מעשה ידי אדם שבתוכו.



Augment & Automate

תנאי גישור בין פיזיקלי לדיגיטלי. מסימולציה ודרך אוגמנטציה - יצירת מערכות אוטונומיות.



Connect & Communicate

חיבור בין אנשים ובין אינפורמציה קריטית.



Analyze, Optimize, Predict

פיתוח תובנות מתוך דאטה, ושימוש בתובנות הללו על מנת להניע יעילות תהליכית לעתיד.

# פעולה בנושא האקלים: שלושת עמודי התווך

## קיימות דרכים רבות להתמודד עם אתגרי שינוי האקלים, כל אחת מצריכה שימוש במגוון רחב של כיווני פעולה. ניתן לתאר את אלו כסובבות סביב שלושה עמודי תווך: **הקלה, הסתגלות וחוסן, ותשתית לפעולה**

**פעולות הקלה** מתייחסות לפעולות החותרות להשיג שלוש מטרות נפרדות:

- **הפחתת פליטות גזי חממה.** טכנולוגיות דיגיטליות תורמות ל**יעילות אנרגטית** באמצעות אופטימיזציה של רשת החשמל המונחית על ידי בינה מלאכותית (AI) וצריכה מופחתת. הן גם מסייעות בהפחתת צריכת הדלק על ידי אופטימיזציה של שרשראות אספקה על ידי תכנון מסלולים מונחה בינה מלאכותית והפחתת הפליטות במשלוחי סחורות בדרכי היבשה, הים והאוויר. יעילות משאבים ושיטות עבודה מעגליות, כולל מפגשים וירטואליים, מסייעים גם הם להפחית פליטות. שימוש יעיל בפתרונות דיגיטליים טומן את הפוטנציאל להפחית את הפליטות ב-20%.
- **החלפת דלקים מקובלים בחלופות דלות פחמן,** כגון שמש ורוח, מציבה אתגרים שטכנולוגיות דיגיטליות יכולות יכולות להתמודד אתם על ידי חיזוי דפוסי מזג אוויר שיסייעו לאתר את המיקום האופטימלי של מתקני הפקת אנרגיה.
- **לכידה וסילוק של פחמן.** טכנולוגיות לכידת ואחסון של פחמן (Carbon capture and storage, בקיצור CCS) נמצאות עדיין בשלבי התפתחות, וטכנולוגיות דיגיטליות ממלאות תפקיד בפיתוחן ובהפעלתן. ניתן לשפר תהליכים טבעיים של סילוק פחמן גם באמצעות כלים דיגיטליים, כגון בינה מלאכותית ורחפנים במטרה לתמוך ביוזמות של ייעור מחדש ולכידת פחמן בקרקע.

ג'ורג', מ', אוריגו, ק' והולסט, א' (2022). Digital solutions can reduce global emissions by; up to 20%. Here's how. (פתרונות דיגיטליים יכולים להפחית את הפליטות הגלובליות בעד 20%. כך עושים זאת). **הפורום הכלכלי העולמי**. מקור: <https://www.weforum.org/agenda/2022/05/how-digital-solutions-can-reduce-global-emissions>

Не æT ИЭ з KИde WæK J Иdæ НИТ з KИHKPKWØN  
з KИNWKKPa



Augment & Automate



Analyze, Optimize, Predict



Monitor & Track



Connect & Communicate

פתרונות עבודה מקוונים מפחיתי נסיעות

רשתות אנרגיה חכמות

ניטור לכידת פחמן ואופטימיזציה

פתרונות ערים חכמות ואופטימיזציה תשתית (תחבורה, תאורת רחוב)

מידול אקו-סיסטם ע"מ עברו שחזור סביבות גידול

מידול באמצעות תאומים דיגיטליים עבור רמת דיוק מוגברת

מערכות תחזוקה מונעות בינה מלאכותית - הפחתת בזבז אנרגיה ומשאבים

מערכות תחזוקה מונעות בינה מלאכותית על מנת להפחית ביקוש לאנרגיה

## טכנולוגיות אדאפטציה ופונקציות אימפקט רלוונטיות



Augment & Automate



Analyze, Optimize, Predict



Monitor & Track



Connect & Communicate

מערכות התרעה מוקדמת בשביל תגובה למקרי אסון

מסדי נתונים מאוחדים יחד עם פלטפורמות משותפות לניתוח ואנליזה

איסוף נתונים בזמן אמיתי וקונסולידציה של דאטה ממגוון מקורות

למידת מכונה (ML) בתמיכה לחדשנות ופיתוח פתרונות חדשים

ניתוח תרחישים ומידול וחיזוי מתקדם של השלכות ואימפקט של אירועים ומדיניות

ניתוח סיכונים בסיוע בינה מלאכותית

פעולות למען **הסתגלות ופיתוח חוסן**, שנועדו לפקח על השפעות האקלים ולהפחית את הפגיעות, מתמקדות בשתי מטרות עיקריות:

- **שמירה ותמיכה במערכות אקולוגיות טבעיות ואנושיות.** טכנולוגיות דיגיטליות ממלאות תפקיד מכריע ביצירת מערכות התראה ותשתיות איתנות. מעל 3.6 מיליארד אנשים מתגוררים באזורים רגישים מאוד להשפעות שינויי האקלים. הדבר מעורר צורך ברור בתגובה יעילה למשבר ותשתיות עמידות, כגון שירותי בריאות חכמים.
- **חישה וחיזוי המאפשרים תגובה מהירה וטובה יותר.** אחד ההיבטים הקריטיים של עמוד תווך זה, קשור באיסוף וניתוח של נתונים לחיזוי מדויק, דבר המהווה את הבסיס לאסטרטגיות תכנון ותגובה. ההתרחבות המהירה של בסיס הידע שלנו מתאפשרת הודות להתקדמות בכלים דיגיטליים ובבינה המלאכותית.

## טכנולוגיות יסוד ופונקציות אימפקט רלוונטיות



Augment & Automate



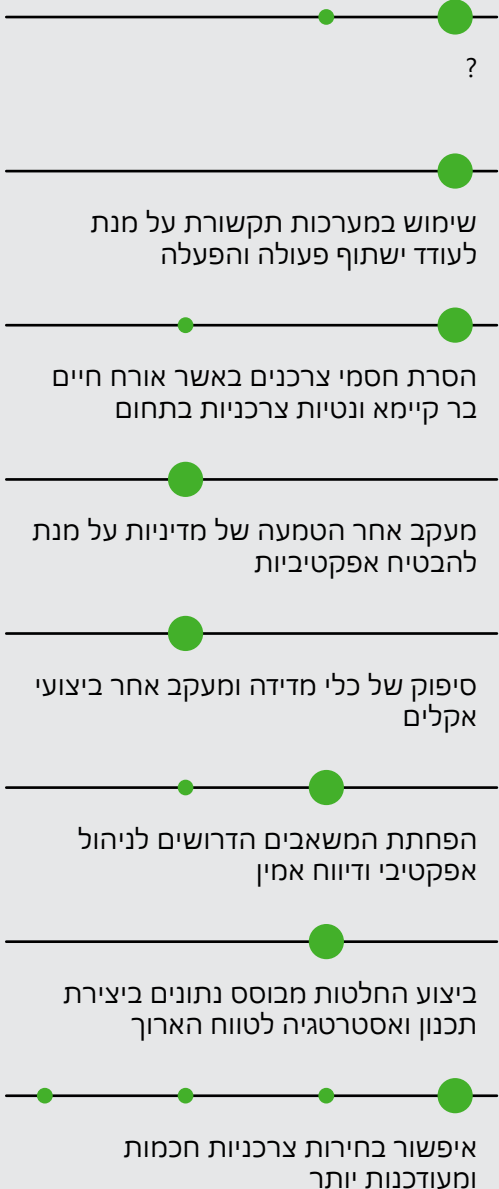
Analyze, Optimize, Predict



Monitor & Track



Connect & Communicate



לבסוף, ההתמודדות עם שינויי האקלים דורשת מאמץ רב - שכבתי הנשען על שיתוף פעולה והכולל ממשלות, עסקים ואנשים פרטיים. מבחינת קובעי המדיניות, משמעות הדבר היא הנחת **היסודות** הנכונים:

- **תכנון אסטרטגיה ותעדוף של פעולות סביבתיות** - באמצעות כלים דיגיטליים, כדי לסייע להגדיר יעדים ברורים ולערב בעלי עניין בתהליך.
- **מודעות** בקרב הציבור הרחב כמו גם בקרב המנהיגים העסקיים וקובעי המדיניות אשר חייבים להבין את המורכבות של מערכות האקלים והשפעותיהן, ולעיתים אינם מודעים לפתרונות השונים העומדים לרשותם.
- **ציות ודיווח:** אחד המרכיבים החיוניים הוא דיווח שתכליתו שקיפות ונשיאה באחריות של עסקים. הנושא מעוגן בתקנות מתפתחות הדורשות מתאגידים גדולים לדווח את נתוני טביעת הרגל הפחמנית שלהם ולהציג תחזיות של המגמות העתידיות של המדדים הללו על פני פרק זמן נתון. בהקשר זה, כלים דיגיטליים יכולים להפוך לאוטומטיים באופן מדויק את המעקב אחר הפליטות ולסייע להפיק תובנות של השימוש במשאבים, ובכך להקל את הציות לחוקים ותקנות (Compliance).

# המלצות מדיניות להטמעת טכנולוגיות דיגיטליות לפעולה בנושא האקלים

## ממשלות יכולות להתמודד באופן אפקטיבי עם סיכונים ואתגרים הקשורים לפעולה למען הסביבה על ידי הצבת מטרות ויצירת מסגרת גמישה להשגתן

### Google | סיכום המלצות המדיניות

#### תשתית



**התשתית** הפיזית המאפשרת פתרונות דיגיטליים, כגון הגדלת כמות הנתונים הזמינים ובניית מערכות אדפטיביות

#### אנשים



עיסוק **אנשים** בטיפול בבעיות סביבתיות גלובליות דורש **אקדמיה** חזקה המונעת על ידי **מאמצים בין-תחומיים**, כמו גם חינוך ציבורי להעצמת הדור הבא

#### סביבת שוק



**סביבת השוק** שואפת ליצור סביבה רגולטורית המעודדת **שילוב של פתרונות אקלים דיגיטליים בפונקציונליות השוק**. זה דורש קביעת סטנדרטים לעידוד אימוץ

#### חדשנות טכנולוגית







**חדשנות טכנולוגית** היא חיונית להשגת מטרות סביבתיות, וזה יועיל לממשלות לשקול מדיניות **המעודדות חדשנות דיגיטלית ומסייעות באימוץ** כלים דיגיטליים אלה.

Digital Sprinters Framework (מסגרת גורמי ההאצה הדיגיטליים) של Google מציעה גישה מובנית לקליטת טכנולוגיות דיגיטליות על ידי הצגה של אמצעי מדיניות פוטנציאליים המיועדים להניע אימוץ של כלים דיגיטליים למאבק בשינויי האקלים. מסגרת זו מגדירה ארבע קטגוריות עיקריות: תשתית, אנשים, סביבת שוק וחדשנות טכנולוגית. כל קטגוריה מתייחסת להיבטי מדיניות ספציפיים שיכולים לאפשר צמיחה כלכלית בת קיימא ומכילה תוך רתימת כוחה של הטרנספורמציה הדיגיטלית.

במונחים של תשתית, הרחבת הגישה לאינטרנט ברחבי העולם והבטחת זמינות הנתונים הם תנאים מוקדמים מרכזיים להטמעה של כלים דיגיטליים מתוחכמים יותר. ככל שמדינות מתקדמות במאבק בשינויי האקלים כך מנהיגי הציבור עשויים להשקיע בטכנולוגיות כמו לוויינים IoT (האינטרנט של הדברים) כדי לשפר את איסוף הנתונים למען פתרונות אקלים. בכל מקרה, לפני כל השקעה רחבת היקף, הממשלות נדרשות לוודא שפרויקטי התשתיות שלהן הנם בעלי יכולת הסתגלות והתאמה לצרכים האקלימיים והדיגיטליים בטווח הארוך ולעולם המתאפיין בתנאים קיצוניים יותר. ההיבטים המרכזיים בקטגוריית האנשים הם חינוך ושיתוף פעולה בין מגזרים שונים בשילוב עם העצמת הצרכנים. דוח זה מדגיש גם את תפקידה של המדיניות הציבורית בקביעת תקנים לעידוד אימוץ פתרונות דיגיטליים ובשילוב הטכנולוגיה הדיגיטלית בתהליכי השוק. לבסוף, בקטגוריית הטכנולוגיה, מנהיגי הציבור ממלאים תפקיד מכריע בעידוד החדשנות הדיגיטלית ובסיוע באימוץ פתרונות דיגיטליים בתחום האקלים. בטבלה הבאה מוצג סיכום של המלצות הספציפיות מכל אחת מארבע הקטגוריות:

## בטבלה הבאה מוצג סיכום של ההמלצות הספציפיות מכל אחת מארבע הקטגוריות:

נושא	נושא משנה	המלצות לממשלות
 <b>תשתית</b>	זמינות נתונים	<ul style="list-style-type: none"> <li>הרחבת ה-IoT לרשתות חשמל, בניינים, כבישים מהירים ומערכות ניהול אנרגיה – של הדור הבא</li> <li>שיפור יכולות הבינה המלאכותית באמצעות שילוב נתונים בזמן אמת ושילוב של פתרונות מבוססי-בינה מלאכותית בפרויקטי תשתית חדשים</li> <li>הקמת מרכז אקלים וחוסן לאומי לנתוני אקלים מתוקננים</li> <li>סיוע לשיתוף נתונים באמצעות מסגרות רגולטוריות לאבטחת נתונים ופרטיות</li> </ul>
	הקמת תשתית אדפטיבית	<ul style="list-style-type: none"> <li>הערכה של השקעות תשתית חדשות בהקשר של שינוי אקלים וטכנולוגיה דיגיטלית על ידי העצמת מומחים רלוונטיים כחלק מתהליך קבלת ההחלטות</li> <li>חקר שותפויות בין מדינות מתעוררות לבין בנקים מולטי לטרליים לפיתוח (Multilateral Development Banks) ובקיצור (MDB) ומוסדות מימון פיתוח כדי לשלב טכנולוגיות צופות פני עתיד בפרויקטי תשתית חדשים</li> <li>הקמת שותפויות עם פלטפורמות מקוונות לצורך שיתוף של מידע קריטי למערכות התראה מוקדמת נוכח העלייה בקיצוניות האקלים</li> </ul>
 <b>אנשים</b>	חינוך ציבורי ואקדמיה	<ul style="list-style-type: none"> <li>בניית מנועים דיגיטליים ומערכות דיגיטליות לחינוך של ילדים צעירים ובעלי עניין נוספים, כגון מחפשי עבודה, בנושא שינוי האקלים</li> <li>זיהוי פערי ידע הקשורים לסוגיות אקלימיות ודיגיטליות באקדמיה וטיפול בהם באמצעות תוכניות שיתוף פעולה והכשרה ברמה הבינלאומית וברמה האזורית</li> <li>הנחיית קובעי מדיניות לשילוב של קורסי אקלים בתוכניות לימודים קיימות כדי ליצור מאגר עובדים בקיא במדעי האקלים וגם בטכנולוגיה דיגיטלית</li> </ul>
	שיתוף חוצה תחומים	<ul style="list-style-type: none"> <li>קידום שיתוף פעולה בין חוקרים ויוצרי פתרונות חדשניים בתעשייה על ידי קידום פלטפורמות, יוזמות, ועידות פסגה בנושא האקלים וטכנולוגיות דיגיטליות בקוד פתוח</li> <li>תמיכה בשותפויות ציבוריות-פרטיות בתחום האקלים וטכנולוגיה הדיגיטלית על מנת לחזק תרבות חדשנית במינהל הציבורי בנושא שינוי האקלים ולהגדיל למקסימום את ההשפעה וההטמעה של יוזמות אקלימיות</li> </ul>
 <b>סביבת שוק</b>	קביעת סטנדרטים לעידוד אימוץ	<ul style="list-style-type: none"> <li>יצירת פרוטוקולים ומסגרות לחישוב וסימון של טביעות כף הרגל הסביבתית של מוצרים כדי לאפשר החלטות מושכלות יותר באמצעות כלים דיגיטליים</li> <li>ניצול של הטכנולוגיה הדיגיטלית כדי להקל את תהליך התקינה והסימון של מוצרים על מנת להעניק לצרכנים את מרב הכלים כדי לקבל החלטות בנות קיימא</li> <li>מציאת האיזון הנכון בין חוקי הפרטיות לבין היתרונות של פתרונות דיגיטליים לסוגיות האקלים, המבוססים על נתונים</li> </ul>
	שילוב של טכנולוגיה דיגיטלית בתהליכי השוק	<ul style="list-style-type: none"> <li>שימוש בכלים דיגיטליים כדי לתמוך באכיפה של תקנות קיימות המטילות דרישות מעקב מוגברות על עסקים (תקנת בירוא היערות של האיחוד האירופי)</li> <li>שימוש בכלים דיגיטליים למעקב אחר השימוש בזמן אמת ולהתאמת מחירים, מיסים וסובסידיות כדי לעודד מדיניות ידידותית לאקלים</li> </ul>
 <b>חדשנות טכנולוגית</b>	עידוד חדשנות דיגיטלית	<ul style="list-style-type: none"> <li>יצירת מרכזי חדשנות וגורמי האצה ואירוח של אירועי אתגרים לאומיים ובינלאומיים במטרה לטפח המצאות דיגיטליות חדשות להתמודדות עם שינוי האקלים</li> <li>עידוד יזמים לשתף זכויות קניין רוחני לקידום חדשנות ופיתוח נתונים לשימוש חופשי</li> <li>תמיכה בעסקים מתפתחים בתחומי האקלים והטכנולוגיה על ידי צמצום הביורוקרטיה, מתן תמריצי סחר ומתן גישה קלה לשוק העולמי</li> </ul>
	סיוע באימוץ	<ul style="list-style-type: none"> <li>עידוד ממשלות להשתמש בפתרונות בינה מלאכותית כדי לזהות תחומים קריטיים המצריכים התייחסות ובהמשך – לקבל החלטות מושכלות לגבי אופן הנטרול שלהם</li> <li>עידוד מתן דין וחשבון על ידי איסוף ופרסום נתונים על ביצועים בתחום האקלים של חברות בבעלות המדינה ובשליטת המדינה ושילוב של קריטריוני אקלים במכרזים ציבוריים</li> <li>עידוד של רשויות עירוניות וממשלות לאמץ פתרונות דיגיטליים לטכנולוגיות בנושא האקלים, ורתימתן כלקוחות ניסיוניים לצורך הפגנת היתכנות ושיפור יוזמות ממשלתיות</li> <li>שימוש בפתרונות AI או תאומים דיגיטליים (Digital Twins) כדי לזהות תחומי עניין קריטיים או להציע פרספקטיבות הוליסטיות על אסטרטגיות בנושא האקלים (למשל, אופטימיזציה של תחנות תחבורה ציבורית)</li> </ul>

## פרספקטיבה ספציפית לתעשייה

דרך שימושית למיקוד של  
תשומת הלב היא על ידי  
התחשבות במגזרי **תעשייה**  
**ספציפיים**, תוך התמקדות  
אסטרטגית **בתחומי מפתח**  
שיש להם השפעה משמעותית  
על פליטת גזי חממה וקיימות  
סביבתית

Deloitte זיהתה ארבעה מגזרי תעשייה מרכזיים – **אנרגיה, תחבורה, תעשייה ומזון** – ככאלה שיש להם **השפעה משמעותית על פליטת גזי חממה ועל קיימות סביבתית**. הטכנולוגיה הדיגיטלית ממלאת תפקיד מכריע בהתמודדות של כל אחד מהמגזרים עם שינויי האקלים. במגזר האנרגיה, הטכנולוגיה הדיגיטלית מסייעת להפיק אנרגיה נטולת פחמן, לבצע אופטימיזציה של רשתות החשמל ולקדם את יעילות צריכת האנרגיה. התחבורה יוצאת נשכרת מהמעבר לאנרגיה חשמלית (חשמול), ניידות משותפת וצמצום השימוש בדלק באמצעות אופטימיזציה. התעשייה יכולה לנצל פתרונות דיגיטליים לצורך מעגליות (Circularity), יעילות אנרגטית וייצור בר קיימא. ענף החקלאות יכול לשפר את יעילות המשאבים, להפחית את הפסולת ולשפר את החוסן באמצעות חקלאות מדויקת ושימוש בפלטפורמות דיגיטליות להגברת מעורבות המגדלים. ממשלות צריכות לשקול להתמקד באסדרה של טכנולוגיית אבטחת סייבר ושיתוף נתונים בתחום האנרגיה, כמו גם לתמוך במחקר ופיתוח בתחום התחבורה, לקדם אזורי תעשייה מעגליים ולפתח מיומנויות דיגיטליות בתעשיית המזון תוך עידוד חקלאות עירונית חכמה וחלוקה מחדש של מזון.



## סיכום

רתימת העוצמה של  
הטכנולוגיה הדיגיטלית  
לטובת ארבעת  
התחומים הללו  
תאפשר לממשלות  
**ליצור תשתית איתנה  
לצמצום הנזק  
הסביבתי ולהסתגלות  
יעילה למציאות  
שמחולל שינוי  
האקלים.**

ממשלות ממלאות תפקיד מרכזי בהתמודדות עם שינויי האקלים וקוראות לפעולה במונחים של **הקלה, הסתגלות וחוסן, והקמת תשתיות**, כול שכן בפיתוח מודעות ומערכות תומכות. טכנולוגיות דיגיטליות יכולות לתרום באופן משמעותי על ידי יציאת תנאים המאפשרים **תקשורת, ניטור ומעקב משופרים, תוכנה לניתוח וחיזוי, והגדלה ואוטונומיה**, דבר שעשוי **להביא להפחתה הנדרשת של עד 20% מהפליטות עד 2050**. ממשלות יכולות לממש את מלוא הפוטנציאל של טכנולוגיות דיגיטליות למאבק בשינויי האקלים על ידי יצירת מסגרת של מדיניות מקיפה בארבעה תחומים מרכזיים: **תשתיות, אנשים, סביבת שוק וחדשנות טכנולוגית**. ממשלות יכולות לנצל טכנולוגיה דיגיטלית כדי להקים תשתיות עמידות, לשפר את תהליכי ניתוח הנתונים ולמטב את צריכת המשאבים. העלייה בכמויות הנתונים הזמינים מאפשרת גם לתת ביטוי לעלויות הסביבתיות במחירי מוצרים ושירותים, ובכך מעודדת בחירות ידידותיות לסביבה. עידוד חדשנות טכנולוגית, תמיכה במימון הון ואימוץ פתרונות פנימיים תורמים כולם למרחב העשייה לטובת נושא האקלים. מינוף טכנולוגיות לחיבור ותקשורת מסייע לחנך את האזרחים ולקדם פעילויות ידידותיות לסביבה. השקעות ממשלתיות בתחומים אלה, כאשר הן קשורות זו בזו, טומנות את הפוטנציאל לקדם חדשנות ולפתור את אתגרי האקלים בכל התחומים.