

לנווט דרך משבר ביטחוני ומשבר אנרגיה: לקחים לישראל ממעבר קליפורניה לאנרגיה נקייה

גלית כהן, גל שני, ליב לוין | 4 ביוני, 2024 | גיליון 1865

קליפורניה עומדת בפני משבר כפול: אקלים ואנרגיה. כאשר נחשפה פגיעות רשת החשמל בקליפורניה עקב עלית הטמפרטורות, המדינה העבירה בסנאט את חוק 100, שמטרתו להגיע ל-100% אנרגיה נקייה עד שנת 2045, והוא מעודד ייצור סולארי ורכבים המונעים באפס פליטות. בישראל עצמה מתמהמהים בהקמת מתקני אנרגיה מתחדשת ובשילוב מתקני אגירת אנרגיה - עיכוב שניתן לייחס להיעדר תשתית חשמל מתאימה ולרגולציה מכבידה, התורמים לחוסר יכולת להגיע להסכמות על אודות רפורמה מקיפה במערך החשמל. על ישראל ללמוד ממקרה קליפורניה ולהסיק שעליה להפריט ולבזר את ייצור והפצת החשמל, להגביר את התמריצים לאימוץ אנרגיה נקייה, ולאמץ את הטכנולוגיה המתקדמת של קליפורניה לייצור ואגירת אנרגיה נקייה - כל זאת על מנת להבטיח אספקת אנרגיה יציבה ועמידה גם במצבי חירום.

קליפורניה כמקרה בוחן

עבור קליפורניה, משבר האקלים חצה את הסף מסוגיה של "אם ומתי" לסוגיה של "כאן ועכשיו". עד שנת 2100, הטמפרטורה היומית הממוצעת צפויה לעלות ב-5.6 עד 8.8 מעלות פרנהייט. לכך יתלוו גלי חום שוברי שיאים ועלייה באירועי מזג אוויר קיצוניים, ביניהם בצורת, שריפות, ואסונות נוספים הקשורים לאקלים.

ככל שתדירות אירועי מזג האוויר הקיצוניים עולה והטמפרטורות מטפסות, כך עולה הביקוש מרשת החשמל של המדינה והעומס עליה. 40 מיליון תושבי קליפורניה זקוקים לאנרגיה מרובה, ולפיכך לרשת חשמל עמידה, הנשענת על אנרגיה נקייה ויכולה להגן על עצמה מפני הפסקות חשמל. בין שנת 2000 ל-2001, קליפורניה חוותה משבר חשמל שבמהלכו המצרך הכה בסיסי היה בלתי אמין ובלתי זמין לפרקי זמן ארוכים, הן מבחינת אספקה והן מבחינת מחיר. למעשה, המשבר גרר תנודת מחירים בחשמל של פי 10 עד 20 על פני חודשים ספורים, הביא ספקים (דוגמת PG&E) לסף פשיטת רגל, וגרם להפסקות חשמל נרחבות בכל המדינה. מצב דומה התרחש באוגוסט 2020, בעקבות גל חום קיצוני שפקד את המדינה. המערכת העצמאית של קליפורניה (CISO) הכריזה על מצב חירום חמור ויזמה הפסקות חשמל מתוכננות לאחר שעתודות האנרגיה ירדו לרמה מסוכנת. משברי חשמל כאלו חושפים את

הצורך הדוחק של קליפורניה בביטחון אנרגטי, ולכן במעבר לצורות אמינות ומתחדשות של אנרגיה.

בתגובה למצב, העביר הסנאט של מדינת קליפורניה ב-2018 את חוק 100. החוק מעלה את קליפורניה על מסלול שבסופו היא תגיע ל-60% חשמל מתחדש עד שנת 2030, ול-100% חשמל נקי עד שנת 2045, כאשר אנרגיה נקייה פירושה משאבים מתחדשים ואפס פליטות פחמן. דוגמאות לחשמל מתחדש המופעל על ידי משאבי אפס פחמן, הן אנרגיה סולארית ואנרגיית רוח. לא זו בלבד שהחוק ייצור ביטחון אנרגטי בקליפורניה, אלא שהוא גם יספק יתרונות חברתיים, דוגמת צמצום זיהום האוויר למינימום ושיפור בריאות הציבור בזכות המעבר ל-100% אנרגיה נקייה, לצד יצירת אלפי מקומות עבודה במגזר המתחדש.

כפי שמפורט בהצעת החוק, ועדת האנרגיה של קליפורניה, בשיתוף הוועדה לתשתיות ציבוריות ומנהל משאבי האוויר, אמורה לעשות שימוש בתוכניות לפי החוק הקיים כדי להגיע ליעד של 100% אנרגיה נקייה. בנוסף, נקבע כי דוח סוכנויות משותף על הצעת חוק 100 יתפרסם בשנת 2021, ולאחר מכן מדי ארבע שנים. הדוח של שנת 2021 מצא, על סמך חישובי מודלים, שהצעת החוק ניתנת להשגה מבחינה טכנית, אך המשמעות היא שבניית מתקני ייצור ואחסון החשמל הנקי תהיה חייבת להתבצע במהירות. כמו כן, אם יעשה שימוש במשאבי אנרגיה וטכנולוגיה מגוונים כדי להפחית את סך העלויות, ובמקביל תישמר יכולת חלקית של ייצור גז טבעי, המדינה תוכל למזער עלויות ולהבטיח אספקת חשמל רציפה במהלך המעבר ל-100% אנרגיה נקייה.

חוק 100 כבר רשם התקדמות מרשימה, שכן דחף את קליפורניה להסתמך על מקורות נטולי פחמן עבור מרבית תחנות הכוח שלה:

1. מאז שנת 2012, חלה עלייה של פי 20 בייצור אנרגיית שמש ורוח בקליפורניה, מ-2,609 GWh ל-48,950 GWh.

2. בשנת 2019, 63% ממכירות החשמל הקמעונאיות של קליפורניה הגיעו ממקורות של דלק לא מאובן, כגון אנרגיה מתחדשת, הידרואלקטרית וגרעינית.

3. בשנת 2020, 33% מאספקת רשת החשמל בקליפורניה הגיעו מפתרונות אנרגיה מתחדשת, ובתוכם מקורות שמש, רוח, גיאותרמיים, ביומסה והידרואלקטריות.

קליפורניה מקדמת את חוק 100 ואת היעד שלה ל-100% אנרגיה נקייה עד שנת 2045, באמצעות יוזמות ובכללן תקנת Advanced Clean Cars II למכוניות, המחייבת את כל הרכבים החדשים שיימכרו החל משנת 2035 להגיע לאפס פליטות. כדי להבטיח שוויון בין רכבים חדשים למשומשים, הוצעו תמריצים מוגברים לרכבי אפס פליטות לשני הסוגים, כמפורט באתר Drive Clean California. בנוסף, החל משנת 2020, קליפורניה מחייבת התקנת מקורות סולאריים בבתי פרטיים ובתי דירות חדשים. קליפורניה מציעה גם שורה של סובסידיות כספיות כדי לתמוך בהרחבת השימוש באנרגיה מתחדשת, כפי שמוצג בתרשים 1.

תמריץ	תיאור	סוג	תדירות
זיכוי מס פדרלי על זיכוי מס הכנסה פדרלי של 30%	זיכוי מס לא חד פעמי	סולארי	
SGIP	החזר על התקנת סוללה החזר	חד פעמי	
מס רכוש	אין תוספת למס רכוש לאחר התקנת לוחות סולאריים	החרגת מס שנתית	
תכנית PACE	מימון לוחות סולאריים דרך מימון מס רכוש	הלוואה חד פעמית, תשלומים שוטפים	
תמריצים לסולארי בקליפורניה	מקומיים משתנה לפי החשמל והמיקום	משתנה	משתנה
מדידת נטו	תשלום מחברת התשתית על עודפי אנרגיה	תשלום	שוטף

תרשים 1: תמריצים פיננסיים להרחבת אנרגיות מתחדשות בקליפורניה | מקור: Timothy Moore, ["California Solar Incentives, Tax Credits and Rebates of 2024,"](#) Forbes, April 12, 2024

אמנם, קליפורניה עושה צעדים גדולים לקראת רשת חשמל של 100% אנרגיה נקייה, אולם קצב פריסת משאבי האנרגיה הנקייה איטי מדי. כדי לעמוד ביעדי התוכנית, היא זקוקה לפי 10 יותר עמדות טעינה לרכב חשמלי ופי 4 יותר משאבות חום עד שנת 2030. במונחים של ייצור ואחסון אנרגיה, קליפורניה חייבת להרחיב את קיבולת רשת החשמל הנוכחית שלה ביותר מפי 3. המשמעות היא שיש לבנות מדי שנה מקורות/אחסון לאנרגיה מתחדשת בקיבולת של עד GW6, לאורך 25 השנים הבאות.

השוואה בין קליפורניה לישראל

בקליפורניה וב ישראל, האתגרים העיקריים לאספקת אנרגיה נובעים ממשבר האקלים וכן מהגידול בביקוש לחשמל. הגידול מיוחס לכלכלה הצומחת (עלייה בתוצר) ולהרחבת שימושי החשמל במגורים, בתחבורה ובתעשייה. אולם, ככל שהסביבה חמה יותר, כך תהליך ייצור החשמל הופך פחות יעיל, ונוצר לחץ מוגבר על רשת ההולכה. המשמעות היא, שכלל שהטמפרטורות עלו, כך יהיה פחות חשמל זמין, למרות התלות הגוברת בו. בין ישראל לקליפורניה יש הבדל חשוב: בעוד שקליפורניה זוכה לביטחון אנרגטי מסוים בזכות מדיניות

שכנות שיכולות לספק לה אנרגיה במקרה של משבר אנרגיה, ישראל מתמודדת עם אתגר ייחודי של היותה "אי של אנרגיה", ללא כל גיבוי מסביב. מסיבה זו, על ישראל לנהוג ביתר זהירות בעת מעבר להסתמכות על מקורות אנרגיה מתחדשים, כדי שלא תימצא במצב של מחסור בחשמל. המשמעות היא מורכבות נוספת בחקיקת הרפורמה באנרגיה. נכון לעכשיו, ישראל פשוט נעדרת תשתית או תקנות שיתמכו במעבר חלק לאנרגיה מתחדשת.

המלצות לישראל לאור מקרה הבוחן של קליפורניה

הפרטה וביזור של תעשיית האנרגיה

ישראל יזמה אמנם את ההפרטה והביזור של ענף תחנות הכוח וייצור החשמל שלה, אולם עליה להרחיב מאמצים אלה גם לענף חלוקת החשמל ורשת החשמל. רפורמות כאלה מצליחות במידה טובה יותר בסביבה של כלכלה צומחת ומתבגרת, כמו זו של ישראל, ויכולות לסייע בגיוון הכלכלה. על ידי מינוף המוניטין של ישראל כ"אומת הסטארט-אפ", ההפרטה תמריץ חדשנות מסחרית בטכנולוגיית אנרגיה מתחדשת ותרחיב את סל האנרגיות המתחדשות של ישראל. במונחים של ביטחון לאומי, רשת אנרגיה מופרטת ומבוזרת תהיה בטוחה יותר מפני התקפות עוינות, מכיוון שקשה יותר לפגוע במספר רב של מקורות כוח קטנים ומפוזרים. פירוש הדבר, שקשה יותר לשבש את כלל רשת החשמל ולנקודת כשל יחידות יש פחות השפעה, כך שתוקפים יתקשו לגרום להפרעה נרחבת באספקה. לכן, רשת אנרגיה מבוזרת ומפוזרת תהיה יציבה ועמידה יותר במצבי חירום.

תמריצים

ישראל תוכל להפיק תועלת גם מאימוץ מדיניות התמריצים של קליפורניה - אסטרטגיה שקליפורניה הוכיחה שהיא יעילה למעבר מהיר לאנרגיה מתחדשת, כפי שקרה בעקבות חוק 100. תמריצים, כגון סובסידיות מס, משפיעים על הצרכנים לעשות בחירות חשמל מודעות יותר, ובמקביל מתמריצים את הכלכלה בזכות שיתוף המגזר הפרטי והשפעה על הרגלי הרכישה. ישראל כבר התקדמה במדיניות תמריצים, ומאז מארס 2022 הממשלה מציעה סובסידיות מס של 1,200 ₪ לרכישת רכב חשמלי, ו-900 ₪ לרכישת רכב היברידי. בסך הכל, הצעות מדיניות כאלה מעודדות מעבר למקורות אנרגיה מתחדשים ופתרונות אחסון וביזור, ותורמות לשמירה על הביטחון הלאומי בעתות חירום.

טכנולוגיה

ישראל צריכה להיערך עם תשתית שתתמוך במעבר לאנרגיה מתחדשת, ובכלל זה פריסה רחבה של מקורות מתחדשים (סולאריים, למשל) ופיתוח פתרונות לאגירת אנרגיה. מאמץ כזה יגביר את אמינות האנרגיה המתחדשת בישראל. כאשר בוחנים את מהפכת האנרגיה של קליפורניה, בולטת הקמתן של סוללות ענק לאחסון חשמל ברחבי המדינה - מהלך הצפוי להגדיל את קיבולת אגירת האנרגיה של קליפורניה פי 10 בשלוש השנים הקרובות. הסוללות עוזרות לפתור את החיסרון העיקרי של אנרגיה סולארית, שהוא התזמון. במהלך היום יש שפע

חשמל, אך בלילה האספקה יורדת לאפס והמשמעות היא שחברות החשמל עדיין נאלצות להסתמך על שריפת דלק פחמני כדי לסגור את הפער. תשתית סולארית נרחבת תסייע לביזור ייצור החשמל, תתרום לביטחון האנרגיה בזכות העובדה שכשלים יהיו נקודתיים, ותהפוך את הרשת לעמידה יותר בפני התקפות. מערכות אגירת אנרגיה, כגון סוללות ענק, יבטיחו אספקת חשמל רציפה גם כאשר המקורות המתחדשים לא ייצרו חשמל, ישפרו את העמידות והאמינות של רשת החשמל ויתרמו לביטחון אספקת האנרגיה בישראל לנוכח איומים פוטנציאליים. סובסידיות ממשלתיות הוכחו כמעודדות צמיחה של טכנולוגיות סוללות לאחסון חשמל בקנה מידה גדול ועל ישראל ללכת בנתיב דומה ולפתח תשתיות התומכות במעבר מהיר וחלק לאנריות מתחדשות, שיסייעו לביטחון האנרגטי הלאומי ולהיערכות לשינויי האקלים.

עורכי הסדרה: ענת קורץ ואלדד שביט