

היערכות ניהול היער בישראל לשינוי האקלים – אתגרים ודרכי התמודדות

שני רוהטין-בליץ*, חנוך צורף וגלעד אוסטרובסקי

אגף הייעור, הקרן הקימת לישראל

* shanir@kkl.org.il



מדיניות

תקציר

שינוי האקלים מציב אתגר משמעותי לניהול היערות בישראל, הכוללים יערות נטועים, חורשים טבעיים ושטחי ספר. השפעות שינוי האקלים מתבטאות בעלייה בטמפרטורות, בהתארכות עונות היובש, בירידה בכמות המשקעים ובהתגברות תופעות קיצון כגון שרפות וסופות. צוות מקצועי באגף הייעור של ק"ל בחן את ההשלכות הצפויות והציע צעדים להתמודדות עם האתגרים האלה תוך שמירה על עקרונות ניהול יער בר־קיימא. במאמר זה נסקרים תהליכים כמו תמותת עצים, ירידה בהתחדשות הטבעית, חדירת מיני צומח וחרקים פולשים ופגיעה באספקת שירותי המערכת האקולוגית. נידונים פתרונות כגון דילול היער, נטיעת מינים מותאמים לשינוי האקלים, ניהול משאב המים ביער ותכנון אקולוגי ארוך־טווח לשימור שירותי המערכת האקולוגית ולהגנה על היערות. נוסף על כך, המאמר מדגיש את החשיבות של ממשקי יער למניעת שרפות ולהתמודדות עם דלקות. המאמר מציג את עיקרי מסמך המדיניות שנכתב באגף הייעור, ומדגיש כי ניהול יער מוכוון הסתגלות לתנאים המשתנים הוא צעד הכרחי להבטחת ההגנה על היערות ועל שירותי המערכת האקולוגית שהם מספקים.

מילות מפתח: הסתגלות · ניהול יער · שינוי האקלים · שירותי מערכת אקולוגית · שרפות יער · תמותת עצים

הקדמה

כחלק מהמאמץ להיערכות ניהול היער בישראל לשינוי האקלים הוקם צוות עבודה באגף הייעור של ק"ל לשם חיבור מסמך מדיניות שמטרתו העיקריות הן: א. מיפוי התחומים הנוגעים לשינוי האקלים ולבעיות העיקריות שהוא מעורר; ב. זיהוי פערי ידע בנושא הייערכות לשינוי האקלים ותחומים להעמקה ולפיתוח נוסף; ג. המלצות להיערכות ניהול היער בעת שינוי האקלים. תחילה מיפוי את המאפיינים של שינוי האקלים שהשפעתם על היער היא הגדולה ביותר: תקופות יובש ארוכות, מיעוט משקעים, עלייה בטמפרטורות, עלייה בתדירות ובעוצמה של סופות, אירועי שלג ושיטפונות. בהמשך הגדרנו מהן התופעות שצפויות להתלוות למאפיינים האלה: תמותת עצים מיובש, ירידה בהתחדשות הטבעית, פלישה של צמחים, חרקים מזיקים ומחלות. לאחר מכן הגדרנו סדר עדיפויות, ובהתאם לו נכתבו המלצות לפעולה. חשוב לציין שההמלצות נסמכות על העקרונות המקובלים בארץ ובעולם לניהול יער בר־קיימא, שמפורטים, בין היתר, במסמך תורת ניהול היער ובנגזרותיו^[5,17]. במאמר זה נסקור את ההשפעות הישירות והעקיפות של שינוי האקלים על היערות, ונציג סל של פעולות להתמודדות עימם.

שינוי האקלים: סקירת מגמות והשפעות על היער

שינוי האקלים, שנגרם מפליטות גזי חממה ומשינויים בשימושי קרקע, מביא להשפעות ניכרות על המערכת הטבעית. דו"ח IPCC משנת 2023 מצביע על עלייה של 1.1 מעלות צלזיוס בטמפרטורה העולמית מאז המהפכה התעשייתית, ומתריע על פגיעות בלתי הפיכות במערכות טבעיות^[16]. ישראל שוכנת באזור הים התיכון, והתחזיות לאזור זה מצביעות על התחממות גבוהה מהממוצע העולמי ועל ירידה בכמות המשקעים, בעיקר בעונת הקיץ. ישראל חוותה עלייה בטמפרטורה

הממוצעת בכ־1.4 מעלות מאז אמצע המאה הקודמת, עם צפי לעלייה נוספת של עד 1.2 מעלות עד אמצע המאה הנוכחית. נוסף על כך, בעשור האחרון נרשמו ירידה בכמות המשקעים והתארכות עונת היובש. תדירות אירועי הקיצון, כולל חורפים קשים, קרה ושלג, עלתה בעשורים האחרונים, ותמשיך להחמיר^[10]. היערות בישראל מושפעים באופן ישיר ועקיף משינוי האקלים^[15]. עלייה בטמפרטורה וביובש האוויר, כמו גם שינוי במשטר המשקעים, גורמים לפגיעה ישירה בעצים ובמערכת האקולוגית של היער: פגיעה חלקית המתבטאת ביובש ובירידה בחיוניות הצומח, ופגיעה מלאה המתבטאת בתמותת עצים ואף עלולה לגרום לקריסה של המערכת האקולוגית^[19]. למינים שונים יש מגוון מנגנונים התומכים ביכולת ההתאמה המאפשרת התמודדות עם שינוי האקלים. תצורות הצומח העיקריות של היער בישראל הן יערות מחטניים שהמין הדומיננטי בהם הוא אורן ירושלים (*Pinus halepensis*), חורש ים תיכוני הכולל מגוון רחבי־עלים, יער מעורב המשלב בין היער המחטני לשכבת יער מתחדשת של מחטניים, ותצורות צומח נמוכות של בתה ושיחייה. מחקרים מצביעים כי העלייה בטמפרטורה צפויה להביא לירידה בפעילות של אורן ירושלים ואלון מצוי (*Quercus calliprinos*) ובעקבות זאת לירידה בחיוניות של המינים האלה ובתצורות הצומח שהם שותפים בהן: יער מחטני, חורש, יער מעורב וכן הלאה. לעומת זאת, חלק מהמינים רחבי־העלים, כגון שיזף מצוי (*Ziziphus spina-* *christi*) ומיני שיטים, מותאמים לטמפרטורות גבוהות, ולכן הם צפויים לשגשג בתנאים המשתנים. מבחינת משק המים והתגובה לירידה בכמות המים הזמינים לעצים, אורן ירושלים והאלון המצוי מראים התאמה גבוהה ביחס למינים אחרים, אך תיתכן פגיעה ביכולת ההתחדשות שלהם ובשרידות הזרעים הצעירים^[11].





של שינוי האקלים על האדם ועל המערכת האקולוגית. דוגמאות לצעדי הסתגלות הן שתילת עצים בסביבה העירונית להפחתת עומס החום, דילול היער לשם הקטנת צריכת המים שלו, נטיעת מיני עצים ושיחים בעלי התאמה גבוהה לחום וליובש ועוד. כדי לספק את שירותי המערכת האקולוגית הנדרשים לחברה (לרבות שירות ויסות של קיבוע פחמן) ולהבטיח את קיימות יערות ישראל לאורך זמן לנוכח שינוי האקלים וגידול האוכלוסייה הצפויים, ההסתגלות תהווה את האסטרטגיה המרכזית להתמודדות של יערות ישראל עם שינוי האקלים^[4].

הבעיות הנובעות משינוי האקלים והמלצות לפעולה

חיוניות היער

הצומח בישראל חווה במשך עשרות ומאות אלפי שנים גלי בצורת ושינויי אקלים רבים. בהתאם לכך, הצמחייה המקומית פיתחה התאמה ויכולת התחדשות בתנאי יובש. יערות ישראל, הנטועים והטבעיים, ביחוד אלה המצויים באזורי הספר, עמדו ועומדים בתנאי יובש קיצוני, ואלה ששרדו עברו ברירה בעצם חשיפתם לתנאים הקיימים בשטח. אנו צופים כי ההחרפה במגמות ההתמעטות בכמות המשקעים והעלייה באירועי הקיצון, בדגש על גלי חום והתארכות העונה היבשה, יגרמו לתמותת עצים ולפגיעה בהתחדשות הטבעית^[1].

בידי קק"ל סל פעולות הניתנות ליישום למזעור נזקי בצורת ולשיפור משק המים של העצים, בהם דילול היער, רעייה, נטיעת עצים בעלי התאמה ליובש ושימוש במערכות קציר נגר ופעולות אגרר-טכניות לניהול משאב המים^[6,8].

שרפות יער

בעשורים האחרונים אנו עדים לעלייה בהיקף, בעוצמה, בתפוצת של שרפות יער, וכן בנזקים הנגרמים מהן, באזורי אקלים ים תיכוני בכלל ובאזורי האקלים האלה בישראל בפרט. משך הזמן שבין שרפות הענק בישראל הולך ומצטמצם. התגברות תופעה זו מקורה בשינוי האקלים, המתבטא בקיצור עונת הגשמים, בירידה בכמות המשקעים ובעלייה בתדירות אירועי שרב וגלי חום. שינוי האקלים מביא להתארכות עונת השרפות, לעלייה ברמת הדליקות של הצומח וכן לעלייה דרמטית בימים המוגדרים כסכנה קיצונית מבחינה מטאורולוגית.

בנושא מניעת השרפות והתגוננות מאש כממשק יערי יש לנו, כמנהלי השטח, מגוון רחב של פעולות אפשריות להתמודדות עם שרפות בשטחים הפתוחים ולהפחתת היקף השרפות והנזק שהן גורמות. בימים אלה מקודמות תוכניות הגנה מאש לכל היערות בניהול קק"ל, זאת לצד טיפולים בצומח למניעת שרפות על פי סדרי עדיפויות שנקבעו בהתאם למטרת ניהול השטח ולעוצמת סכנת השרפה^[7,18].

על קצה המזלג

- * אתגרי העתיד בניהול יערות ישראל צפויים להיווצר, בין השאר, בשל שינוי האקלים, על שלל תופעותיו, כגון עלייה בטמפרטורות, התארכות עונות היובש, ירידה בכמות המשקעים והתגברות תופעות קיצון, כמו סופות שלגים ורוחות חזקות.
- * שינוי האקלים צפוי להתבטא ביער בתמותת עצים, בירידה בהתחדשות טבעית, בהיחלשות עמידות העצים כנגד מזיקים, בפלישת מינים זרים, בהתגברות שרפות יער ועוד.
- * דוגמאות לפתרונות לאתגרים הללו הן דילול יערות להפחתת צריכת מים, נטיעת עצים מותאמים ליובש ולחום, יצירת תוכניות למניעת שרפות ולהתמודדות עם אירועי קיצון, וכן שילוב מערכות לקציר נגר.
- * בהיערכות נכונה ניתן לשפר את עמידות היערות לשינוי האקלים ולשמר את שירותי המערכת האקולוגית היערנית תוך התאמת היערות לתנאים המשתנים ולצרכיה של האוכלוסייה הגדלה.

מערכת אקולוגיה וסביבה

אפחות והסתגלות

קיימים שני מרכיבי יסוד אסטרטגיים המשלימים זה את זה להתמודדות עם שינוי האקלים: אפחות (mitigation) והסתגלות (adaptation). האסטרטגיה הראשונה, אפחות, מתמקדת בצעדים שיפחיתו את שינוי האקלים עצמו על ידי הפחתת פליטות גזי חממה והגברת קיבוע הפחמן. ליערות תפקיד מרכזי בקיבוע פחמן, ולכן, במבט עולמי, מושם דגש על הגנת היערות מפני בירוא, על שיקום יערות ועל נטיעת יערות חדשים. לישראל, הקטנה בשטחה, השפעה מזערית על היקף קיבוע הפחמן ברמה העולמית, אולם, ככלל בעיות הסביבה העולמיות, מוטל עלינו לתרום את חלקנו למאמץ העולמי המשותף לצמצום פליטות גזי החממה, וליער תפקיד חיוני בכך. האסטרטגיה השנייה, הסתגלות, מתמקדת בצמצום ההשפעות



התמוטטות ושבידה של עצי אורן בוגרים לאחר 70 מימ גשם ורוחות חזקות. חורבת חנות, מרץ 2020 | צילום: חנוך צורף

מדיניות

של רקמת הצמח. שינוי האקלים הצפוי בישראל עלול להחליש את מערכות ההגנה של עצי היער ואת עמידותם כנגד מזיקים. נוסף על כך, העלייה בתדירותם של אירועי קיצון מטאורולוגיים, כדוגמת שלג כבד, סופות רוח ואירועי בצורת, עלולה להגדיל את זמינות מצע ההזנה וההתפתחות למזיקים ובכך להאיץ התפרצות של אוכלוסיות חרקים מזיקים ובו־בזמן לגרום לפגיעה משמעותית באויבים הטבעיים שלהם. באשר למחלות צמחים – התחממות החורף הישראלי עלולה לאפשר תנאים הדומים לגשמי אביב וקיץ באזורים ממוזגים, שיוצרים תנאים נוחים לפתוגנים פטרייתיים ולחיידקיים רבים, ובכך להגביר את הסיכוי להתפתחותן של מחלות בעצי יער. כמו כן, עקות יובש ממושכות עלולות להוביל לירידה ביכולתו של העץ לייצר חומרי הגנה ובכך להוביל להכנעתו על-ידי מחלות כרוניות, שבזמינות מים רגילה לא היו גורמות לתמותה^[19]. סל הפעולות הנמצא בדינו להקטנת נזקים לבריאות היער מתייחס לביצוע פעולות ביערות הקיימים ובאלה המיועדים לחידוש ולהקמה, ושם דגש, בין היתר, על ביצוע עבודות יערניות בעונה המותאמת לרקע האקלימי, ועל הקפדה על פעולות דילול בגיל ובעוצמה המתאימים.

צמחים פולשים

צמחים פולשים הם מיני צמחים זרים לבית הגידול, שנוכחותם

מקורן של כל השרפות בישראל הוא בפעילות אדם (בזדון או ברשלנות), ולפיכך יש הכרח לטפל גם בפעילויות האדם על סוגיהן השונים כדי למנוע ככל האפשר גרימת שרפה.

אירועי קיצון

שינוי האקלים מביא עימו שינויים בתזמון, בתדירות ובעוצמה של סופות מסוגים שונים – גשמים, רוחות עזות ושלגים. השילוב בין סוגי הסופות גורם נזקים שונים ליער. הנזק העיקרי הוא לעצים, בעיקר התהפכות עצים, שבירת הגזע במרכזו, שבירת ענפים ושבירת הכותרת, והנזקים משתנים בהתאם לעיתוי הסופה ולמצב הקרקע. מיני עצים שונים מגיבים בצורה שונה^[9].

דילול היער הוא הטיפול החשוב ביותר במניעת נזק משלגים ומרוחות. בדילול מתקבל יער שיש בו עצים בריאים וחסונים בעלי קוטר גבוה ביחס לגובהם. עצים כאלה יהיו מותאמים יותר ויקרטו פחות. באזורים קולטי קהל יש לטפל ביער בצורה קפדנית יותר, תוך התייחסות להיבט הבטיחותי ובדגש על פעולות גיזום. כמו כן, יש לתת דגש לנטיעת המינים המתאימים באזורים המועדים לשלגים^[13].

בריאות היער

לעצים יש מערכות הגנה פיזיות וכימיות הפועלות באופן ישיר דרך רעילות או מניעת אכילה, ובאופן עקיף על-ידי הורדת הערך התזונתי

ניצול גובר של משאבים, וזו הסיבה שמדינות העולם מתקשות לקדם מהלכים משמעותיים לצמצום פליטות גזי החממה.

כאמור בדברי ההקדמה, ליערות תפקיד חשוב במיתון האקלים, אולם מסמך זה עוסק בהיערכות לשינוי האקלים ומתמקד בהשפעותיו על היערות. תרומתו העיקרית של המסמך היא במיקוד תשומת הלב להשפעות שינוי האקלים על יערות ישראל ובמסגור היבטים שונים של ניהול היער כבעלי פוטנציאל לתת מענה לבעיות האקלים המחריות.

אנו חותמים מסמך זה בסיפוק ובאמונה שכנדבך נוסף בתורת ניהול היער בישראל, שימוש בו יתרום לחוסנו המתמשך של היער ולהגברת התאמתו לשינוי האקלים.

תודות

כתיבת המסמך הייתה עבורנו הזדמנות נוספת לדיון ולחידוד סוגיות מקצועיות ברוח תורת ניהול היער. לכתיבתו תרמו רבים במערך הייעור של קק"ל, ואנו מבקשים להודות לכולם על המאמץ והשותפות בהכנת מסמך חשוב זה.

המלצות קריאה

מסמך היערכות ניהול היער בישראל לשינוי האקלים, מפרט בתוכו את עקרונות וההמלצות לפעולה של הקרן הקימת לישראל להתמודדות עם הבעיות העיקריות הנובעות משינוי האקלים. המסמך מתמקד בניהול יער בר־קיימא ובקביעת הנחיות ליישום מדיניות זו.

אוסטרובסקי ג, צורף ת, רוהטין־בליץ ש ואח'. 2024. היערכות ניהול היער בישראל לשינוי האקלים. אגף הייעור, קרן קימת לישראל.

מאמר דעה המנסה לעורר את המודעות לחשיבותם של שירותי התרבות ביערות בישראל, בעיקר יערות מחטניים, בראי שינוי האקלים. המאמר מדגיש את הצורך בגישה חדשה לניהול היער, הכוללת תכנון שמותאם לשינויים אקלימיים, תוך שמירה על שירותי המערכת האקולוגית.

אורנשטיין ד. 2022. שירותי תרבות ביערות מחטניים לנוכח שינוי האקלים: להמשיך ליהנות מיער מסוג אחר. יער 22: 104–107.

מסמך של שירות הייעור האמריקאי להיערכות לשינוי אקלים, המדגיש את החשיבות של שילוב מחקר מתמשך וניטור כדי לתמוך בניהול בר־קיימא של היער. המסמך מספק מסגרת ומשלב התמודדות רב־תחומית עם שינוי האקלים ועם השפעותיו על היער. United States Department of Agriculture Forest Service (USDA-USFS). 2011. National Roadmap for Responding to Climate Change. Report: FS-957b.

מקורות

ראו באתר כתב העת.

נובעת מפעילות האדם. הם נחשבים לאחד מהגורמים המרכזיים לאובדן המגוון הביולוגי ולפגיעה בתפקוד מערכות אקולוגיות. נוסף על כך, הם עלולים לגרום נזקים לתשתיות, לחקלאות, לבריאות האדם ועוד. שינוי האקלים, המתבטא בקיצור עונת הגשמים, בירידה בכמות המשקעים ובעלייה בתדירות ובהיקף של אירועי שרפות, עלול להוביל לשינויים בתפוצת מינים. היתרונות שיש למיני צמחים פולשים שונים על פני מינים מקומיים עשויים לגדול ועקב כך להגביר את הקצב והעוצמה של התפשטות המינים הפולשים. חשיבות הטיפול בצמחים פולשים נגזרת מפוטנציאל הנזק שלהם ומשלב הפלישה, ומשתנה בין מינים ובין תאי שטח שונים. ככלל, חשיבות הטיפול הגבוהה ביותר היא עבור מינים בעלי פוטנציאל נזק גבוה ושלב פלישה התחלתי, ואילו לטיפול במינים בעלי פוטנציאל נזק נמוך ובשלב התבססות מאוחר יש חשיבות פחותה.

המלצות הפעולה עוסקות במניעה, בניטור, במעקב, בתכנון ארוך־טווח מבוסס סדרי עדיפויות, במחקר, בפיתוח כלים ובשיתוף פעולה בין־ארגוני [12].

אספקת שירותי המערכת האקולוגית

שינוי האקלים הוא מהמחוללים העיקריים והישירים של השינוי לרעה בתפקוד המערכות האקולוגיות ביער וביכולתם של היערות לספק את שירותי המערכת האקולוגית. תופעות הקשורות לשינוי האקלים צפויות לגרום לירידה בשטחם של היערות הבוגרים בישראל, לשינוי במבנה ובהרכב שלהם ובעקבות זאת לפגיעה בתפקודם ובכושרם לספק שירותי מערכת אקולוגית חיוניים [2].

אנו צופים שתי מגמות הפוכות: מצד אחד ירידה ביכולת היער לספק שירותי מערכת אקולוגית, ומצד שני עלייה בביקוש לכלל שירותי המערכת האקולוגית. עלייה זו צפויה בשל שינוי האקלים, שהשלכותיו צפויות להגדיל את הצורך בכלל שירותי המערכת האקולוגית, וכן בשל גידול האוכלוסייה הצפוי בעשורים הקרובים, שיעצים את הביקוש לשירותים מסוימים. המלצות הפעולה מתייחסות לתכנון מוכוון שירותי מערכת, לקביעת סדר העדיפות לממשק יערני בהתאם לשירותי המערכת שהיער מספק, ולחידוד ההגנה על שטח היער [14, 3].

סיכום

שינוי האקלים מעמיד בפני האנושות אתגר חסר תקדים של שינוי סדרי בראשית. עוצמת השינוי, השפעתו על הקיום האנושי והיכולת לשרוד בתנאי אקלים קיצוניים טרם הובררו, וספק אם יוכלו להתברר עד תום, אך ברור שיש מקום לדאגה עמוקה. זהו אתגר שלא היה כדוגמתו, משום שהוא כרוך בדפוסי הפיתוח והקדמה, והוא תוצאתה של התקדמות טכנולוגית חסרת תקדים שגרמה לצמיחה כלכלית רבת־היקף שנסמכת על שרפת דלקי מחצבים. הנורמות וההסדרים החברתיים כולם מבוססים על צמיחה כלכלית בלתי פוסקת ועל

