

مدیریت تغییرات اقلیمی در حوزه جنگل‌ها با نگاه به بند «ت» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم پیشرفت



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ انتشار:

۱۴۰۳/۱۰/۱۶

شماره مسلسل: ۲۰۳۲۷

کد موضوعی: ۲۵۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:

مدیریت تغییرات اقلیمی در حوزه جنگل‌ها با نگاه به
بند «ت» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم پیشرفت

نوع گزارش: طرح/ لایحه □ راهبردی □ نظارتی □

نام دفتر:

مطالعات زیربنایی (گروه محیط زیست)

تهیه و تدوین کنندگان:

مسعود رضایی، حمیدرضا افرندسرخنی (گروه محیط زیست)

مدیر مطالعه:

الهه سلیمانی مورچه خورتی

ناظران علمی:

محمدحسن معادی رودسری، الهه سلیمانی مورچه خورتی

ناظر علمی خارج از مرکز:

مصطفی جعفری (هیئت علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور)

اظهار نظر کنندگان:

محسن بابایی (گروه کشاورزی و توسعه روستایی)، محمدتقی فیاضی، مراد اسدی (گروه آب)

گرافیک و صفحه آرایی:

نرجس امیراحمدی
آذر مهمان نواز نوروژ محله

ویراستار ادبی:

زهره عطاردی

واژه‌های کلیدی:

۱. تغییر اقلیم
۲. جنگل
۳. برنامه هفتم پیشرفت

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۳/۰۲/۲۰



فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه و بیان مسئله.....	۹
۲. پیشینه موضوع.....	۱۱
۲-۱. پیشینه مطالعاتی در مرکز.....	۱۱
۲-۲. پیشینه تقنینی.....	۱۵
۳. پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌ها در ایران و جهان.....	۱۷
۳-۱. پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌ها در جهان.....	۱۷
۴. مدیریت تغییرات اقلیمی در بخش جنگل‌ها.....	۲۳
۴-۱. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای.....	۲۳
۴-۲. سازگاری با تغییرات اقلیمی.....	۲۵
۵. بررسی عملکرد سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی.....	۲۸
۶. چالش‌های مدیریت تغییرات اقلیمی در جنگل‌های کشور.....	۳۰
۷. جمع‌بندی و پیشنهادها.....	۳۱
منابع و مأخذ.....	۳۳

فهرست جداول

جدول ۱. تحلیل پیشینه پژوهشی.....	۱۳
جدول ۲. تحلیل پیشینه تقنینی.....	۱۶
جدول ۳. تفاوت‌های کلی رویکردهای سازگاری با تغییر اقلیم و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای.....	۲۳
جدول ۴. طبقه‌بندی فعالیت‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای مبتنی بر جنگل.....	۲۵

فهرست اشکال

شکل ۱. نمودار کشورهای برتر در خالص ترسیب کربن در بخش جنگل در سال ۲۰۲۰.....	۱۰
شکل ۲. اثرات مستقیم، غیرمستقیم و متقابل تغییر اقلیم و عوامل مزاحم جنگل در مطالعات پیشین.....	۱۸
شکل ۳. ارتباط بین تغییر اقلیم و خطر فزاینده آتش‌سوزی جنگل‌ها.....	۱۹
شکل ۴. حلقه بازخورد تشدیدشونده بین تغییرات اقلیمی و آتش‌سوزی جنگل‌ها.....	۲۰
شکل ۵. جنگل‌کاری و احیای جنگل در کشور طی سال‌های اخیر (هزار هکتار).....	۲۸
شکل ۶. برآورد میزان ترسیب کربن طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت پس از اجرای کامل در ناحیه‌های رویشی کشور.....	۲۹



مدیریت تغییرات اقلیمی در حوزه جنگل‌ها با نگاه به بند «ت» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم پیشرفت

چکیده



بخش جنگل از جمله حوزه‌هایی است که هم از حیث سازگاری با تغییرات اقلیمی و هم از نظر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای واجد اهمیت فراوان است. تحلیل برنامه‌های مشارکت ملی کشورهای جهان در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی نشان می‌دهد که به ترتیب ۶۸٪ و ۷۹٪ این برنامه‌ها به موضوع سازگاری و کاهش انتشار جنگل‌ها پرداخته‌اند. در بخش کاهش انتشار هر چند جنگل‌ها می‌تواند با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای یا ترسیب کربن، تغییرات اقلیمی را کاهش دهد، اما مدیریت نامناسب آنها را به منبع انتشار بدل می‌کند. در بخش سازگاری با تغییرات اقلیمی نیز اقدامات سازگاری در سطح توده، سازگاری در سطوح فراتر از توده‌ها و سازگاری در سطح سیاستگذاری مورد توجه است. در کشور ایران براساس مطالعات صورت گرفته تغییر در عوامل اقلیمی طی سالیان اخیر، نقش مهمی در تشدید وقوع آتش‌سوزی‌ها در رویشگاه‌های مختلف جنگلی و گسترش آفات بلوط در جنگل‌های زاگرس داشته است. بررسی گزارش‌های سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع نشان می‌دهد که کشور در این حوزه با چالش‌هایی نظیر فقدان داده‌های ملی در خصوص میزان ترسیب کربن جنگل‌های کشور، مستندسازی ناکافی پیرامون پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌های کشور و ضعف آینده‌پژوهی در روندیابی تغییرات اقلیمی طی سالیان آتی مواجه است. در گزارش حاضر به منظور تقویت مدیریت تغییرات اقلیمی در حوزه جنگل و به استناد بند «ت» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم، پیشنهادهایی ذیل دو محور سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ارائه شده است.



شرح / بیان مسئله

بخش جنگل از جمله حوزه‌هایی است که هم از حیث سازگاری با تغییرات اقلیمی و هم از نظر کاهش انتشار واجد اهمیت فراوان است. از یک طرف برخی کشورها با رویکرد مدیریت پایدار جنگل‌ها و توسعه جنگل کاری از طریق ترسیب کربن توانسته‌اند اقدامات مثبتی در این بخش انجام دهند و از طرف دیگر مطالعات جهانی در خصوص پیامدهای تغییرات اقلیمی نشان می‌دهد که روندهای آشفته‌گی در بسیاری از زیست‌بوم‌های جنگلی در سال‌های اخیر عمیقاً تغییر کرده‌اند؛ به گونه‌ای که افزایش در وقوع و شدت آشفته‌گی نظیر شیوع حشرات آتش‌زا و خشک‌سالی در بخش‌های بزرگی از کره زمین ثبت شده که اقلیم یکی از محرک‌های اصلی آن بوده است. این وضعیت می‌تواند به‌طور جدی توانایی جنگل‌ها برای ارائه خدمات اکوسیستمی را متأثر کند و حتی از ظرفیت تاب‌آوری اکولوژیکی جنگل‌ها فراتر رود که این امر منجر به تغییر دائمی اکوسیستم‌ها خواهد شد.

نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

الف) پیامدهای تغییر اقلیم در جهان: طی سالیان اخیر فراوانی و شدت آتش‌سوزی‌های جنگلی در مناطقی که متأثر نمی‌شدند به‌ویژه به دلیل تغییرات اقلیمی و تغییر کاربری زمین در حال افزایش است. در مجموع آتش‌سوزی جنگل‌ها گرچه به دلیل تغییرات اقلیمی رخ می‌دهند، اما با افزایش انتشار کربن روند تغییرات اقلیمی را تشدید می‌کنند و یک حلقه بازخورد تشدیدشونده را ایجاد خواهد کرد. علاوه بر این، تغییرات اقلیمی جنگل‌ها را در برابر گونه‌های مهاجم آسیب‌پذیرتر می‌کند و باعث تغییراتی در توزیع جغرافیایی و پدیده‌شناسی (فنولوژی) فصلی آنها و پویایی جمعیتشان می‌شود. آفات و عوامل بیماری‌زا می‌توانند رشد و بقای درختان، کیفیت چوب و ارائه خدمات اکوسیستمی مانند ترسیب کربن را کاهش دهند.

ب) پیامدهای تغییر اقلیم در ایران: مطالعات پژوهشی پیشین نشان می‌دهد که تغییر در عوامل اقلیمی طی سه دهه اخیر، نقش مهمی در وقوع آتش‌سوزی‌ها در جنگل‌های ایران (به‌عنوان یکی از آثار تغییرات عوامل اقلیمی) داشته که در این میان، تغییرات آشکار درجه حرارت در سال‌های اخیر، تأثیر مهمی بر تعدد و وسعت وقوع آتش‌سوزی‌ها داشته است. علاوه بر آتش‌سوزی که در جنگل‌های زاگرس، سهم بسیار چشمگیری در تخریب این جنگل‌ها داشته، آفات بلوط هم در جنگل‌های زاگرس در دهه‌های اخیر بسیار مخرب بوده است. آفات جوانه‌خوار، برگ‌خوار و چوب‌خوار بلوط از مواردی هستند که شیوع آنها فقط متأثر از شکنندگی اکوسیستم جنگل‌های زاگرس به دلیل فعالیت‌های انسانی نیست، بلکه تغییر اقلیم هم در آن نقش مؤثری داشته است.

ج) تجربیات جهانی در خصوص مدیریت تغییرات اقلیمی در بخش جنگل: تحلیل برنامه‌های مشارکت ملی کشورهای جهان در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی نشان می‌دهد که به ترتیب ۶۸٪ و ۷۹٪ این برنامه‌ها به موضوع سازگاری و کاهش انتشار جنگل‌ها پرداخته‌اند و حدود یک‌سوم برنامه‌های مشارکت اهداف کاهش انتشار را برای کاربری اراضی و جنگل‌داری تعیین کرده‌اند که در مقایسه با برنامه‌های پیشین مشارکت ملی افزایش معناداری داشته است. در بخش کاهش انتشار، فعالیت‌های متعدد جنگلی می‌تواند با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و یا ترسیب کربن، تغییرات اقلیمی را کاهش دهد که آنها را به‌طور کلی در ۴ دسته حفاظت، مدیریت، احیای جنگل‌ها و استفاده از چوب می‌توان طبقه‌بندی کرد. در بخش سازگاری با تغییرات اقلیمی نیز گزینه‌های سازگاری قابل پیاده‌سازی در جنگل‌داری را در سه دسته اقدامات سازگاری در سطح توده، سازگاری در سطوح فراتر از توده‌ها و سازگاری در سطح سیاستگذاری می‌توان طبقه‌بندی نمود.

د) نقاط ضعف مدیریت تغییرات اقلیمی در کشور: بررسی گزارش‌های سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع نشان می‌دهد که کشور در این حوزه با چالش‌هایی نظیر فقدان داده‌های ملی در خصوص میزان ترسیب کربن جنگل‌های کشور،



مستندسازی ناکافی پیرامون پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌های کشور و ضعف آینده‌پژوهی در روندیابی تغییرات اقلیمی طی سالیان آتی مواجه است.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

به منظور تقویت مدیریت تغییرات اقلیمی در حوزه جنگل و به استناد بند «ت» ماده ۲۲ قانون برنامه هفتم، پیشنهادهایی ذیل دو محور سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای اقلیمی ارائه می‌شود.

الف) سازگاری با تغییرات اقلیمی؛ مستلزم آشکارسازی تغییرات اقلیمی و برآورد آسیب‌پذیری است. در این راستا برای تدوین برنامه در این حوزه محورهای زیر پیشنهاد می‌شود:

- طراحی سناریوهای تغییرات اقلیمی برای پیش‌بینی تغییرات اقلیمی در حوزه جنگل‌ها در آینده،
- طراحی مدل‌های پیش‌بینی‌کننده مخاطرات طبیعی جنگل نظیر آتش‌سوزی بر اساس عوامل اقلیمی و پیش‌بینی زمان و مکان احتمالی وقوع این پدیده‌ها در جنگل‌های نواحی رویشی ایران بر اساس پارامترهای اقلیمی،
- تهیه نقشه‌های خطر وقوع عوامل مخرب در جنگل‌های ایران بر اساس عوامل اقلیمی،
- تهیه نقشه‌های مکانی پراکنش و بروز آفات و بیماری‌ها در جنگل‌های هیرکانی و زاگرس و ارتباط آنها با عوامل اقلیمی،
- انجام اقدامات پیشگیری‌کننده در سطح ملی در مکان‌های احتمالی وقوع آفات و بیماری‌ها جنگلی در کلیه نواحی رویشی ایران،
- بررسی رابطه وقوع خشک‌سالی‌ها در محدوده جنگل‌های نواحی رویشی کشور با تغییرات عوامل اقلیمی در دهه‌های اخیر،
- بررسی رابطه تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های جنگل در نواحی مختلف رویشی کشور با تغییرات عوامل اقلیمی در طول زمان،
- بررسی رابطه زمانی و مکانی تعدد وقوع سیلاب‌ها در جنگل‌های نواحی مختلف رویشی کشور با تغییرات عوامل اقلیمی،
- بررسی رابطه خشکیدگی درختان بلوط جنگل‌های زاگرس با تغییرات عوامل اقلیمی در دهه‌های اخیر،
- بررسی روند تغییر ترکیب گونه‌های جنگلی در سطح توده و ارتباط آن با عوامل اقلیمی،
- بررسی تغییرات الگوهای تنوع زیستی در توده‌های جنگل و ارتباط آنها با عوامل اقلیمی در طول زمان،
- بررسی کاهش جمعیت و سطح زیستگاه گونه‌های بومی در توده‌های جنگلی در طول دوره زمانی معین و ارتباط پراکنش آنها با تغییرات عوامل اقلیمی،

بررسی افزایش استقرار گونه‌های مهاجم در توده‌های جنگلی در طول دوره زمانی معین و ارتباط پراکنش آنها با تغییرات عوامل اقلیمی.

ب) به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ در حوزه جنگل باید تمام مواردی که در مراحل مختلف حفظ، نگهداری، احیا و توسعه جنگل باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند شناسایی و متناسب با آن در جهت حذف و یا افزایش بهره‌وری اقدام شود. در این راستا برای تدوین برنامه در این حوزه محورهای ذیل پیشنهاد می‌شود:

- حفاظت از جنگل‌های کشور در برابر تغییرات کاربری، چرای دام، بهره‌برداری‌های غیرمجاز و انجام اقدامات لازم به منظور افزایش تاب‌آوری توده‌های جنگلی به مخاطرات طبیعی،
- جلوگیری از وقوع و گسترش آتش‌سوزی در جنگل‌های کشور،
- احیا و توسعه اراضی جنگلی و افزایش سرانه فضای سبز،
- لحاظ تغییرات اقلیمی در طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت در تمام مراحل طراحی، کاشت و نگهداشت.

۱. مقدمه و بیان مسئله

جنگل‌ها از مهم‌ترین منابع طبیعی هستند که نقش آنها، تنها به حفظ دما، اکسیژن‌گیری، ثابت نگاه داشتن میزان گاز کربنیک جو محدود نمی‌شود، بلکه دارای مزایای مختلف اقتصادی، اجتماعی و روان‌شناختی نیز هستند [۱]. مساحت کل جنگل‌های جهان ۴/۰۶ میلیارد هکتار (۳۱٪ کل مساحت خشکی‌های زمین) است که به معنای سرانه تقریبی ۵۰۰۰ متر مربع برای هر نفر بوده که طبعاً به‌طور مساوی در سراسر جهان پراکنده نیستند. بیش از نیمی از جنگل‌های جهان تنها در پنج کشور (فدراسیون روسیه، برزیل، کانادا، آمریکا و چین) و دوسوم (۶۶ درصد) جنگل‌ها در ۱۰ کشور یافت می‌شوند [۲]. نودوسه درصد (معادل ۳/۷۵ میلیارد هکتار) از مساحت جنگل‌ها در سراسر جهان نیز مربوط به جنگل‌های طبیعی و ۷ درصد (۳۰۰ میلیون هکتار) مربوط به جنگل‌های کاشته شده است.

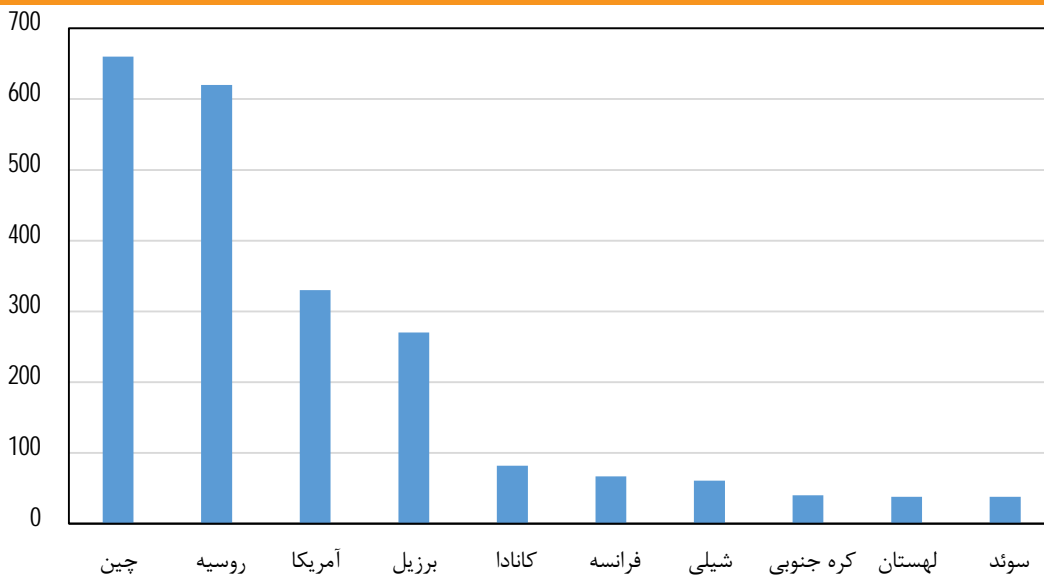
از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، ۴۲۰ میلیون هکتار از جنگل‌ها به دیگر کاربری‌ها تغییر یافته است. با این حال، نرخ جنگل‌زدایی در حال حاضر روند نزولی را نشان می‌دهد و از ۱۵/۸ میلیون هکتار در سال در دهه ۲۰۰۰-۱۹۹۰ به ۱۰/۲ میلیون هکتار در سال در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۵ کاهش یافته است [۲]. نرخ سالیانه جنگل‌زدایی در بازه ۲۰۲۰-۲۰۱۵ در آفریقا ۴/۴۱ میلیون هکتار، در آمریکای جنوبی ۲/۹۵ میلیون هکتار و در آسیا ۲/۲۴ میلیون هکتار بوده است. در مجموع تغییر در مساحت جنگل در طول زمان به دلیل دو عامل است: جنگل‌زدایی و گسترش جنگل‌ها در مناطقی که قبلاً تحت کاربری‌های دیگر بوده‌اند. در سطح جهانی، نرخ خالص تغییر در مساحت جنگل، که تفاوت بین گسترش جنگل و جنگل‌زدایی است، در بازه ۲۰۲۰-۲۰۱۰، منفی ۴/۷^۱ میلیون هکتار برآورد شده که این میزان به‌طور قابل توجهی کمتر از دو دهه قبل بوده است (منفی ۷/۸ میلیون هکتار در سال در بازه ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ و منفی ۵/۲ میلیون هکتار در سال در بازه ۲۰۱۰-۲۰۰۰) [۳].

آمار فائو نشان می‌دهد که جنگل‌زدایی مسئول انتشار سالیانه تقریباً ۳ میلیارد تن دی‌اکسید کربن در سطح جهان در دوره ۲۰۱۶-۲۰۲۰ بوده است. در همین بازه، جنگل‌های باقی‌مانده حدود ۲/۵ میلیارد تن دی‌اکسید کربن را ترسیب کرده‌اند که منجر به انتشار خالص حدود ۰/۵ میلیارد تن دی‌اکسید کربن در سال از زمین‌های جنگلی به‌جوشده است. هر چند آمریکای جنوبی و آفریقا مناطقی بودند که بیشترین انتشار (حدود ۱ میلیارد تن دی‌اکسید کربن) را در سال ۲۰۲۰ از جنگل‌زدایی داشتند، اما در مقایسه با سال ۲۰۱۰، جنگل‌زدایی در آمریکای جنوبی تقریباً به نصف کاهش یافته، در حالی که در آفریقا ۲۵٪ افزایش یافته است. دو کشور برزیل و جمهوری دموکراتیک کنگو (به دلیل داشتن جنگل‌های انبوه) کشورهایی بودند که در بازه سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۶، بالاترین میزان انتشار برآوردی (حدود ۶۰۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن در سال) را ناشی از جنگل‌زدایی داشتند و کشور اندونزی با حدود ۲۰۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن در سال در رتبه سوم قرار داشته است. برخی کشورها نظیر چین، روسیه و آمریکا نیز در بازه ۲۰۲۰-۲۰۱۶ خالص ترسیب کربن را در بخش جنگل ثبت کرده‌اند (شکل [۴]).

۱. عدد منفی به معنای کاهش پوشش جنگل است.



شکل ۱. نمودار کشورهای برتر در خالص ترسیب کربن در بخش جنگل در سال ۲۰۲۰ [۴]



داده‌های جهانی نشان می‌دهد که بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۳، جنگل‌های ایران ۴۴٫۶ کیلو تن معادل دی‌اکسید کربن در سال منتشر کردند و ۳٫۹۷- میلیون تن معادل دی‌اکسید کربن در سال را حذف کردند که نشان‌دهنده یک سینک خالص جذب کربن ۳٫۹۲- میلیون تن معادل دی‌اکسید کربن در سال است [۵]. گزارش ارسال مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور به مرکز پژوهش‌های مجلس در پاییز ۱۴۰۳ نیز بیان می‌کند متوسط اندوخته کربن روی زمینی در رویشگاه‌های مختلف زاگرسی در استان‌های مختلف حدود ۱۶/۳ تن در هکتار بوده که بین ۸ تا ۲۲ تن در هکتار متغیر بوده است. برآورد ذخایر کربن جنگل‌های هیرکانی نیز در قالب طرح جامع پایش جنگل‌های هیرکانی و ارسباران در حال انجام است که نتایج آن به زودی منتشر خواهد شد، اما پیشتر سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور طی گزارشی به سازمان خواروبار جهانی مقدار ترسیب کربن جنگل‌های هیرکانی را در حدود ۶۵ تن در هکتار در اندام روی زمینی و ۱۸ تن در هکتار در اندام زیرزمینی اعلام کرده است. متأسفانه در خصوص میزان سالیانه ترسیب کربن جنگل‌های کشور، داده ملی متقنی که قابلیت استناد به نهادهای بین‌المللی را داشته باشد از سوی نهادهای ذی‌ربط ارائه نشده است [۶]. علاوه بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از جنگل‌زدایی و تغییر کاربری و توان جنگل‌ها در ترسیب یکی از موضوعات مهم دیگر در مدیریت جنگل پیامدهای تغییرات اقلیمی در گذشته و آینده است. به رغم کاهش چشمگیر روند جنگل‌زدایی در جهان، مطالعات جهانی نشان می‌دهد که روندهای آشفته‌گی در بسیاری از زیست‌بوم‌های جنگلی در سال‌های اخیر عمیقاً تغییر کرده‌اند؛ به گونه‌ای که افزایش در وقوع و شدت آشفته‌گی نظیر شیوع حشرات و خشک‌سالی در بخش‌های بزرگی از کره زمین ثبت شده که اقلیم یکی از محرک‌های اصلی بوده است. این وضعیت می‌تواند به طور جدی توانایی جنگل‌ها برای ارائه خدمات اکوسیستمی را متأثر کند و حتی از ظرفیت تاب‌آوری اکولوژیکی جنگل‌ها فراتر رود که منجر به تغییر دائمی اکوسیستم‌ها خواهد شد. به همین دلیل انتظار می‌رود که تغییر در آشفته‌گی‌ها یکی از عمیق‌ترین تأثیراتی باشد که تغییرات اقلیمی بر اکوسیستم‌های جنگلی در دهه‌های آینده خواهد داشت [۷]. مطالعه فورزیری و همکاران ۲۰۲۱ نشان می‌دهد که در دهه‌های اخیر جنگل‌های استوایی، معتدل و خشک دچار کاهش تاب‌آوری شده‌اند که احتمالاً مربوط به افزایش هم‌زمان محدودیت‌های آب و تغییرات اقلیمی است. در مقابل در جنگل‌های بیوم شمالی، مزایای ناشی از گرم شدن آب‌وهوا و تغذیه دی‌اکسید کربن بر چنین اثرات منفی غلبه کرده و در نهایت

منجر به افزایش تاب‌آوری جنگل‌ها شده است. این مطالعه تخمین زده است که حدود ۲۳٪ از جنگل‌های بکر در حال حاضر به آستانه بحرانی خود رسیده‌اند و هم‌زمان با کاهش بیشتر تاب‌آوری مواجه هستند [۸]. جنگل‌ها به این دلیل که مخازن اصلی تنوع زیستی در خشکی‌ها هستند و حدود ۵۰ درصد از ذخایر کربن زیست‌توده خشکی جهانی را تشکیل می‌دهند اهمیت دارند. بنابراین حفاظت، مدیریت مناسب و احیای جنگل‌ها سهم قابل توجهی در کاهش تغییرات اقلیمی خواهد داشت و جنگل‌ها به دلیل تنوع زیستی، ظرفیت طبیعی خاصی برای سازگاری با تغییرات اقلیمی خواهند داشت. بنابراین، توجه به این روندها در طراحی استراتژی‌های کاهش مؤثر مبتنی بر جنگل برای جلوگیری از رویدادهای منفی غیرمنتظره آینده که توسط آسیب‌پذیری فزاینده ذخایر کربن ایجاد می‌شوند، ضروری است.

گزارش حاضر ضمن بررسی پیشینه مطالعاتی و پیشینه‌تقنینی این موضوع، نگاهی به پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌ها در ایران و جهان انداخته، سپس مدیریت تغییرات اقلیمی در بخش جنگل‌ها را در دو بعد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سازگاری با تغییر اقلیم مورد واکاوی قرار داده و در پایان پیشنهادهایی در دو محور اصلی سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را برای اقدامات مدیریت تغییرات اقلیمی در بخش جنگل‌ها ذیل بند «ت» قانون برنامه هفتم پیشرفت ارائه کرده است.

۲. پیشینه موضوع

۲-۱. پیشینه مطالعاتی در مرکز

گزارش «بررسی الزامات و اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم و نقش قوه مقننه در آن: ۱. اصول تنظیم قوانین و برنامه‌های بالادستی در سازگاری با تغییر اقلیم»، به شماره مسلسل ۱۶۴۳۳ بیان می‌دارد که نظر به موقعیت جغرافیایی کشور ایران که بیشترین تبعات منفی از این پدیده را متحمل می‌شود (عمدتاً عرض‌های میانی جهان)، وضع یک قانون عمومی برای سازگاری با پدیده تغییر اقلیم در کشور به‌طور جدی ضروری به نظر می‌رسد [۹]. در ادامه همین گزارش، گزارش دیگری با عنوان «بررسی الزامات و اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم و نقش قوه مقننه در آن: ۲. ارزیابی برنامه توسعه پنج‌ساله ششم از منظر اصول و معیارهای سازگاری با تغییر اقلیم» به شماره مسلسل ۱۶۴۳۴ در سال ۱۳۹۸ انجام شده است که نتایج حاصل از این پژوهش، نشان می‌دهد که برنامه ششم ظرفیت کافی برای ارتقای سازگاری کشور را با این پدیده و حتی بحران‌های فعلی محیط زیستی را ندارد و لازم است تا در برنامه هفتم توسعه این اصول مورد توجه جدی قرار گیرد [۱۰].

گزارش «تغییرات اقلیمی و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران» به شماره مسلسل ۱۶۷۲۳ نیز در سال ۱۳۹۸ منتشر شده، که نتایج آن نشان می‌دهد جمهوری اسلامی ایران با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی، واقع شدن در محور خشک کره زمین و سازگاری کم با تغییرات اقلیمی، یکی از کشورهای است که در مقابل این پدیده، به شدت آسیب‌پذیر است. این پدیده با برهم‌زدن نظم نسبی حاکم بر فضاهای مختلف جغرافیایی کشور، به تضعیف یا حتی تغییر کارویژه‌های اقتصادی منجر خواهد شد و با تغییر در الگوهای بارش، اقتصاد کشاورزی را تضعیف خواهد کرد. امنیت زیست‌محیطی کشور نیز در اثر تغییرات اقلیمی با تهدید جدی مواجه می‌شود؛ زیرا باعث ایجاد مخاطراتی همچون خشک‌سالی، بیابان‌زایی، جنگل‌زدایی، سیلاب‌های شدید و گسترده، آتش‌سوزی جنگل‌ها، فرونشست زمین، خشک شدن تالاب‌ها، فرسایش، شور شدن آب‌های شیرین، افزایش گردوغبار و تشدید بحران آبی خواهد شد. بنابراین تغییرات اقلیمی به ایجاد و تشدید تهدیدات امنیت ملی در حوزه‌های مختلف برای جمهوری اسلامی ایران منجر می‌شود. در این گزارش با توجه به چالش‌های احصا شده، برای هر کدام از ابعاد مختلف امنیت ملی راهکارهایی ارائه شده است که از جمله آنها می‌توان به تقویت توانایی سازگاری با تغییرات اقلیمی با الزام به بر خورداری تمامی برنامه‌ها و سیاست‌های حوزه‌های مختلف کشور از پیوست تغییرات اقلیمی، تقویت بُعد نظارتی بر اجرای کامل سیاست‌های کلی و قوانین مربوطه در خصوص سازگاری با اقلیم به‌ویژه سیاست‌های کلی محیط زیست و بند «۹» سیاست‌های کلی برای پیشگیری و کاهش خطرات



ناشی از سوانح طبیعی و حوادث غیرمترقبه، افزایش همکاری‌های بین‌المللی برای مقابله با این پدیده، تقویت دیپلماسی زیست‌محیطی و تلاش برای شکل‌گیری اجماع منطقه‌ای جهت مقابله با تغییرات اقلیمی و چالش‌های ناشی از آن، تغییر دیدگاه‌های توسعه، بازتعریف اقتصادی و متنوع‌سازی اقتصادی، و تهیه نقشه‌های راه و استراتژی‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی در حوزه‌های دفاعی و امنیتی، اشاره کرد [۱۱].

گزارش انجام شده با عنوان «ضرورت اقدام ملی برای ارتقای سازگاری با تغییرات اقلیمی» به شماره مسلسل ۱۹۳۲۰ در سال ۱۴۰۲ بیان می‌دارد که با توجه به پیامدهای گسترده تغییرات اقلیمی بر بخش‌های مختلف کشور نظیر انرژی، امنیت غذایی و مهاجرت طی سالیان اخیر و آتی اقدام ملی در این حوزه ضروری است. بررسی تجربیات جهانی نشان می‌دهد که سازگاری با تغییرات اقلیمی در حال تبدیل شدن به بخش معمول و ضروری در همه سطوح برنامه‌ریزی است. این در حالی است که براساس گزارش برنامه محیط زیست ملل متحد در سال ۲۰۲۲ ایران از جمله معدود کشورهایی است که در سطوح راهبردی، سیاستی و برنامه‌ریزی اقدام‌چندانی برای سازگاری اقلیمی انجام نداده است. بررسی محتوای اسناد آمایش سرزمین، قوانین پنج‌ساله توسعه و متن لایحه برنامه هفتم توسعه نیز نشان از عدم توجه به کلان‌روند تغییر اقلیم دارد. در این راستا ضروری است برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران توسعه منطقه‌ای و آمایش سرزمین قبل از تدوین هر برنامه‌ای به آینده‌نگری‌های اقلیمی مناطق مختلف کشور توجه کنند. علاوه بر این براساس تجربیات بین‌المللی اولین قدم در جهت سازگاری با تغییرات اقلیمی ایجاد دستور کار ملی است که در این راستا در گزارش بند قانونی تدوین و اجرای برنامه ملی سازگاری اقلیمی طی برنامه هفتم توسعه پیشنهاد شده است [۱۲].

افزون بر اینها، در گزارش منتشر شده با عنوان «بررسی فرصت‌ها و مشوق‌های عضویت در بریکس در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی» به شماره مسلسل ۱۹۴۰۰ در سال ۱۴۰۲ نشان داده شد که موفقیت سیاست‌های کاهش انتشار در جهان، بدون مشارکت اقتصادهای نوظهور عضو بریکس امکان‌پذیر نیست. از آنجا که تغییرات اقلیمی تهدیدی بزرگ برای اقتصاد و تجارت جهانی محسوب شده و براساس مطالعات انجام گرفته می‌تواند تا سال ۲۰۵۰ منجر به از دست دادن ۲۳ هزار میلیارد دلار در تولید اقتصاد جهانی شود، پنج کشور عضو گروه بریکس همراه با اغلب کشورهای جهان در سند مشارکت ملی خود اهدافی را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تعیین کرده‌اند. علاوه بر این، بررسی مفاد نشست‌های گروه بریکس به‌ویژه بیانیه ۲۰۲۳ در ژوهانسبورگ آفریقای جنوبی نیز نشان می‌دهد که موضوع تغییر اقلیم، طی سالیان متمادی به‌عنوان یکی از موضوعات محوری همواره مورد توجه بوده است. در گزارش مذکور، ضمن بررسی فرصت‌های همکاری با این کشورها برای مقابله با تغییرات اقلیمی، پیشنهادهایی نظیر انتقال فناوری‌های سازگار با محیط زیست، تأمین مالی پروژه‌های اقلیمی با استفاده از سازوکارهای مالی گروه بریکس، بهره‌گیری از بانک اطلاعاتی و تجربیات جهانی در حوزه کاهش آثار و مقابله با تغییرات اقلیمی، ارتقای دیپلماسی فعال محیط زیستی به‌منظور خنثی‌سازی تبعیض‌های خودسرانه و رویکردهای جانب‌دارانه در حوزه مقابله با تغییرات اقلیمی و پرورش نیروهای متخصص و بومی‌سازی دانش روز مرتبط با موضوعات تغییرات اقلیمی با استفاده از ظرفیت تبادل اساتید و دانشجویان در بین کشورهای عضو گروه بریکس ارائه شده است [۱۳].

گزارش دیگری با عنوان «بررسی فرصت‌های اجرای برنامه مدیریت کربن در کشور» به شماره مسلسل ۱۹۵۵۳ در سال ۱۴۰۲ نشان داد که برای حرکت به سمت توسعه کم‌کربن در کشور فرصت‌های متعددی نظیر اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی در بخش تولید، انتقال و مصرف، تنوع‌بخشی سبد انرژی با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه اقتصاد چرخشی وجود دارد که پتانسیل مناسبی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند. این گزارش با توجه به ضرورت حرکت به سمت اقتصاد کم‌کربن در کشور پیشنهادهایی نظیر ایجاد بازار تبادل انتشار گازهای گلخانه‌ای، به‌روزرسانی گزارش اقدامات دستگاه‌ها در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارتقای تعاملات با کشورهای همسوار ارائه کرده است [۱۴].

در گزارش «ملاحظات و الزامات اجرای طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت» به شماره مسلسل ۱۹۶۵۷ در سال ۱۴۰۲ نیز بیان شده که یکی از دلایل حرکت کشورها به سمت طرح‌های کلان ترسیب کربن با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده است. علاوه بر این، در گزارش تأکید شده که یکی از موضوعاتی که در انتخاب گونه مناسب طرح در مکان‌های مختلف باید لحاظ شود روند تغییرات اقلیمی است. لذا طبیعی است در این شرایط برخی از درختان به‌راحتی شرایط جدید ناشی از تغییرات اقلیمی را تحمل کنند و در مقابل برخی دیگر قادر به ادامه حیات

نباشند. در این وضعیت ضروری است قبل از کاشت درخت این ارزیابی صورت بگیرد که آیا درختی که امروز برای کاشت برنامه‌ریزی شده است تاب‌آوری لازم در برابر تغییرات اقلیمی در دهه‌های آتی را دارد یا خیر [۱۵].

در گزارش «چالش‌ها و راهکارهای مدیریتی حفاظت از جنگل‌های حرا در کشور» به شماره مسلسل ۱۹۶۸۶ در سال ۱۴۰۳ نشان داده شده است که تغییرات اقلیمی به‌طور عمده از طریق افزایش دما، افزایش میزان دی‌اکسید کربن اتمسفر، افزایش سطح آب اقیانوس‌ها، تغییر الگوی چرخه‌های اقیانوسی، تغییرات روند بارندگی‌ها و وقوع طوفان‌ها بر سلامت بوم‌سازگان حرا تأثیر می‌گذارد. افزایش سطح آب دریا یکی از قطعی‌ترین عواقب گرمایش جهانی بوده که در حال حاضر اتفاق افتاده است و بزرگ‌ترین تهدید برای حراها به‌شمار می‌رود. نرخ رسوب‌گذاری در جنگل‌های حرا می‌تواند چگونگی مقابله آنها در برابر تغییرات سطح آب دریا را تعیین کند. اگر نرخ رسوب‌گذاری در حراها با نرخ افزایش سطح آب دریا برابر باشد، جنگل حرا به حیات خود ادامه می‌دهد و در طول این دوره پایدار خواهد بود. ولی اگر نرخ رسوب‌گذاری در حراها کمتر از نرخ افزایش سطح آب دریا باشد، قسمتی از جنگل که به سمت دریاست غرقاب شده و از بین خواهد رفت [۱۶].

گزارش «درس‌آموخته‌های کشورهای گروه بریکس و اوپک در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی» به شماره مسلسل ۱۹۹۸۱ در سال ۱۴۰۳ با توجه به بند «ت» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران در خصوص تدوین برنامه مدیریت تغییرات اقلیمی به بیان تعهدات کشورهای گروه بریکس و اوپک و برنامه‌ها و اقدامات ملی آنها در راستای رسیدن به این تعهدات پرداخته است. علاوه بر این، با توجه به اینکه کاپ ۲۸ در راستای اجرایی کردن تعهدات کشورها در کنوانسیون‌های بین‌المللی گام مهمی برداشته است، در این گزارش به دستاوردهای کلیدی این نشست (کاپ ۲۸) نظیر توافق ۱۳۰ کشور از جمله برزیل برای سه برابر کردن ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر جهان و دو برابر شدن کارایی انرژی تا سال ۲۰۳۰ و موافقت‌نامه جهانی (اجماع امارات) با موافقت ۱۹۷ کشور با تمرکز بر دعوت از کشورها به گذار عادلانه، منظم و منصفانه از سوخت‌های فسیلی تا سال ۲۰۵۰ نیز پرداخته شده است [۱۷].

جدول ۱. تحلیل پیشینه پژوهشی

ردیف	عنوان گزارش	سال انتشار	شماره مسلسل	توضیحات
۱	بررسی الزامات و اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم و نقش قوه مقننه در آن: ۱. اصول تنظیم قوانین و برنامه‌های بالادستی در سازگاری با تغییر اقلیم	۱۳۹۸	۱۶۴۳۳	تأکید بر وضع یک قانون عمومی برای سازگاری با پدیده تغییر اقلیم در کشور
۲	بررسی الزامات و اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم و نقش قوه مقننه در آن: ۲. ارزیابی برنامه توسعه پنج‌ساله ششم از منظر اصول و معیارهای سازگاری با تغییر اقلیم	۱۳۹۸	۱۶۴۳۴	برنامه ششم ظرفیت کافی برای ارتقای سازگاری با تغییر اقلیم را نداشته و لازم است تا در برنامه هفتم توسعه این اصول مورد توجه قرار گیرد.
۳	تغییرات اقلیمی و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران	۱۳۹۸	۱۶۷۲۳	<ul style="list-style-type: none"> - تقویت توانایی سازگاری با تغییرات اقلیمی با الزام به برخورداری تمامی برنامه‌ها و سیاست‌های حوزه‌های مختلف کشور از پیوست تغییرات اقلیمی - تقویت دیپلماسی زیست‌محیطی و تلاش برای شکل‌گیری اجماع منطقه‌ای جهت مقابله با تغییرات اقلیمی و چالش‌های ناشی از آن - تغییر دیدگاه‌های توسعه، بازتعریف اقتصادی و متنوع‌سازی اقتصادی - تهیه نقشه‌های راه و استراتژی‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی در حوزه‌های دفاعی و امنیتی



ردیف	عنوان گزارش	سال انتشار	شماره مسلسل	توضیحات
۴	ضرورت اقدام ملی برای ارتقای سازگاری با تغییرات اقلیمی	۱۴۰۲	۱۹۳۲۰	– لحاظ کلان‌روند تغییر اقلیم در اسناد و برنامه‌های توسعه – تدوین برنامه ملی سازگاری با تغییر اقلیم در برنامه هفتم توسعه
۵	بررسی فرصت‌ها و مشوق‌های عضویت در بریکس در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی	۱۴۰۲	۱۹۴۰۰	– انتقال فناوری‌های سازگار با محیط زیست – تأمین مالی پروژه‌های اقلیمی با استفاده از سازوکارهای مالی گروه بریکس – بهره‌گیری از بانک اطلاعاتی و تجربیات جهانی در حوزه کاهش آثار و مقابله با تغییرات اقلیمی – ارتقای دیپلماسی فعال محیط زیستی به‌منظور خنثی‌سازی تبعیض‌های خودسرانه و رویکردهای جانب‌دارانه
۶	بررسی فرصت‌های اجرای برنامه مدیریت کربن در کشور	۱۴۰۲	۱۹۵۵۳	– فرصت‌های متعددی نظیر اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی در بخش تولید، انتقال و مصرف، تنوع‌بخشی سبد انرژی با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه اقتصاد چرخشی وجود دارد. ایجاد بازار تبادل انتشار گازهای گلخانه‌ای، به‌روزرسانی گزارش اقدامات دستگاه‌ها در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارتقای تعاملات با کشورهای همسو پیشنهاد شده است.
۷	ملاحظات و الزامات اجرای طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت	۱۴۰۲	۱۹۶۵۷	– ترسیب کربن یکی اهداف طرح‌های کلان کاشت درخت است. – در انتخاب گونه مناسب باید روند تغییرات اقلیمی مدنظر قرار گیرد.
۸	چالش‌ها و راهکارهای مدیریتی حفاظت از جنگل‌های حرا در کشور	۱۴۰۳	۱۹۶۸۶	– تغییرات اقلیمی در کنار عوامل انسانی یکی از دلایل تخریب جنگل‌های حراست. – افزایش سطح آب دریا بزرگ‌ترین تهدید اقلیمی برای حراها به‌شمار می‌رود.
۹	درس‌آموخته‌های کشورهای گروه بریکس و اوپک در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی	۱۴۰۳	۱۹۹۸۱	دستاوردهای کلیدی کاپ ۲۸ شامل توافق ۱۳۰ کشور از جمله برزیل برای سه برابر کردن ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر جهان و دو برابر شدن کارایی انرژی تا سال ۲۰۳۰ و موافقت‌نامه جهانی (اجماع امارات) با موافقت ۱۹۷ کشور با تمرکز بر دعوت از کشورها به گذار عادلانه، منظم و منصفانه از سوخت‌های فسیلی تا سال ۲۰۵۰

۲-۲. پیشینه تقنینی

الف) سیاست‌های کلی محیط زیست: این سیاست‌ها در سال ۱۳۹۴، به‌عنوان یک خط‌مشی فراگیر و حاکم بر نظام برنامه‌ریزی محیط زیست کشور به‌ویژه در تنظیم برنامه‌های توسعه پس از مشورت با مجمع تشخیص مصلحت نظام، توسط رهبر معظم انقلاب در ۱۵ بند به قوای سه‌گانه ابلاغ شد، که در دو بند به اقتصاد سبز و صنعت کم‌کربن اشاره شده است:

بند «۸» - گسترش اقتصاد سبز با تأکید بر:

۱-۸. صنعت کم‌کربن، استفاده از انرژی‌های پاک، محصولات کشاورزی سالم و ارگانیک و مدیریت پسماندها و پساب‌ها با بهره‌گیری از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های اقتصادی، اجتماعی، طبیعی و زیست‌محیطی.

بند «۱۵» - تقویت دیپلماسی محیط زیست با:

۳-۱۵. بهره‌گیری مؤثر از فرصت‌ها و مشوق‌های بین‌المللی در حرکت به سوی اقتصاد کم‌کربن و تسهیل انتقال و توسعه فناوری‌ها و نوآوری‌های مرتبط.

ب) قانون الحاق دولت جمهوری اسلامی ایران به کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا: کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا، توافق‌نامه چندجانبه بین‌المللی در مورد تغییر آب‌وهواست که در اجلاس سران زمین در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو برزیل به تصویب رسید. این کنوانسیون که در تاریخ ۱۳۷۵/۳/۶ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده، از تاریخ ۱۳۷۵/۷/۲۴ برای جمهوری اسلامی ایران لازم‌الاجرا شده است.

ج) قانون الحاق دولت جمهوری اسلامی ایران به پروتکل کیوتو در مورد کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا: پروتکل کیوتو، سند الحاقی به کنوانسیون ملل متحد در مورد تغییرات آب‌وهواست که در سومین کنفرانس متعهدین در ۱۱ نوامبر سال ۱۹۹۷ در شهر کیوتو ژاپن تصویب شد. این پروتکل در تاریخ ۱۳۸۴/۳/۱۰ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده و از تاریخ ۱۳۸۴/۸/۳۰ برای جمهوری اسلامی ایران لازم‌الاجرا شده است.

د) قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی مصوب ۱۳۸۹/۰۴/۲۳: در بند «الف» ماده (۱۴) این قانون بر ارتقای ظرفیت ترسیب کربن تأکید شده است. در ماده (۱۵) نیز بر جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر به جای سوخت‌های هیزمی تأکید شده است. آنچه از متن و مفاد مواد (۱۴ و ۱۵) قانون یاد شده برمی‌آید به‌نظر می‌رسد قانونگذار تنها در نظر داشته در راستای تعهد به کنوانسیون‌ها و نگرانی‌های محیط زیستی به دنیا نشان دهد که به موضوع تغییر اقلیم پرداخته است؛ ولی به دلیل ضعف در ادبیات مربوطه نتوانسته راهکار قانونی مناسبی ارائه دهد.

ه) آیین‌نامه اجرایی کنوانسیون تغییر آب‌وهوا و پروتکل‌های الحاقی مصوب ۱۳۹۱/۰۹/۱۹ با اصلاحات و الحاقات بعدی: طبق بند «ط» ماده (۲) باید تهیه و اجرای برنامه ملی سازگاری بخش‌های آسیب‌پذیر نظیر کشاورزی و منابع طبیعی در قبال تغییرات اقلیمی انجام شود. علاوه بر این، طبق بند «د» ماده (۵) وزارت جهاد کشاورزی در بخش‌های مختلف از جمله جنگل‌ها و مراتع موظف به تهیه گزارش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند.

و) بند «ت» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم پیشرفت مصوب ۱۴۰۳/۰۴/۱۸: به‌استناد بند «۸» سیاست‌های کلی محیط زیست و به‌منظور توسعه اقتصاد سبز و صنعت کم‌کربن و تقویت سازگاری و کاهش آسیب‌های ناشی از تغییر اقلیم، سازمان حفاظت محیط زیست مکلف است با همکاری وزارتخانه‌های نفت، نیرو، صنعت، معدن و تجارت، راه و شهرسازی و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نسبت به تدوین برنامه مدیریت تغییرات اقلیمی کشور طی سال اول برنامه اقدام و ترتیبات قانونی مورد نیاز را اعمال کند.

ز) برنامه راهبردی ملی تغییر اقلیم کشور (۱۳۹۶): این برنامه در سال ۱۳۹۶ توسط کارگروه ملی تغییر آب‌وهوای سازمان حفاظت محیط زیست و با همکاری دستگاه‌های مختلف و در پنج بخش اصلی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، سازگاری با تغییر اقلیم در بخش آب، سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی و امنیت غذایی، سازگاری با تغییر اقلیم در بخش منابع طبیعی و تنوع زیستی و سازگاری با تغییر اقلیم در بخش بهداشت تنظیم شده است. در بخش کاهش انتشار، ذیل سیاست مدیریت کربن در بخش کشاورزی، جنگل و کاربری زمین، برنامه‌های اجرایی نظیر «کاهش تعداد دام از چراگاه‌ها و ایجاد تعادل بین دام و مرتع»، «ایجاد تعادل بین کاشت و برداشت از جنگل‌ها و جنگل‌کاری و



احیای جنگل» و «توزیع سوخت به جای سوخت در بین جنگل‌نشینان» برای برنامه ششم توسعه پیشنهاد شده است. در بخش منابع طبیعی و تنوع زیستی نیز ذیل سیاست تکمیل سامانه پایش محیط زیست کشور «تدوین برنامه پایش ملی و تکمیل شبکه مربوطه جهت کنترل تغییرات جنگل، مرتع و منابع طبیعی کشور متأثر از تغییر اقلیم» برای برنامه ششم توسعه پیشنهاد شده است.

جدول ۲. تحلیل پیشینه تقنینی

ردیف	سند	مرجع تصویب	تاریخ تصویب	شماره ماده / صفحه	نکات برجسته
۱	سیاست‌های کلی محیط زیست	رهبر معظم انقلاب	۱۳۹۴/۰۸/۲۶	بندهای «۸» و «۱۵»	گسترش اقتصاد سبز تقویت دیپلماسی محیط زیست
۲	الحاق دولت جمهوری اسلامی ایران به کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا	مجلس شورای اسلامی	۱۳۷۵/۰۳/۰۶	-	کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا، اولین توافق‌نامه چندجانبه بین‌المللی در مورد تغییرات اقلیمی است.
۳	قانون الحاق دولت جمهوری اسلامی ایران به پروتکل کیوتو در مورد کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۴/۰۳/۱۰	ماده (۲)	ارتقای فعالیت‌های پایدار مدیریت جنگل‌ها، جنگل‌کاری و ایجاد جنگل‌های جدید
				ماده (۳)	کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق مدیریت کاربری زمین و مدیریت جنگل‌ها (جنگل‌کاری، ایجاد مجدد جنگل و جلوگیری از تخریب جنگل)
۴	قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹/۰۴/۲۳	بند «الف» ماده (۱۴)	ترسیب کربن
				ماده (۱۵)	جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر به جای سوخت‌های هبیزی
۵	آیین‌نامه اجرایی کنوانسیون تغییر آب‌وهوا و پروتکل‌های الحاقی (اصلاحات و الحاقات بعدی)	هیئت‌وزیران	۱۳۹۱/۰۹/۱۹	بند «ط» ماده (۲)	تهیه و اجرای برنامه ملی سازگاری بخش‌های آسیب‌پذیر نظیر کشاورزی و منابع طبیعی در قبال تغییرات اقلیمی
				بند «د» ماده (۵)	تهیه گزارش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های مختلف از جمله جنگل‌ها و مراتع
۶	قانون برنامه هفتم پیشرفت	مجلس شورای اسلامی	۱۴۰۳/۰۴/۱۸	بند «ت» ماده (۲۲)	تدوین برنامه مدیریت تغییرات اقلیمی
۷	برنامه راهبرد ملی تغییر اقلیم کشور	سازمان حفاظت محیط زیست	۱۳۹۴	-	- کاهش تعداد دام از چراگاه‌ها و ایجاد تعادل بین دام و مرتع - ایجاد تعادل بین کاشت و برداشت از جنگل‌ها و جنگل‌کاری و احیای جنگل - توزیع سوخت به جای سوخت در بین جنگل‌نشینان - تدوین برنامه پایش ملی و تکمیل شبکه مربوطه جهت کنترل تغییرات جنگل، مرتع و منابع طبیعی کشور متأثر از تغییر اقلیم

۳. پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌ها در ایران و جهان



۳-۱. پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌ها در جهان

گزارش پنجم هیئت بین‌دولتی تغییر اقلیم که بر اکوسیستم‌های آبی متمرکز بوده است با قطعیت بالا بیان می‌دارد بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری در نتیجه تغییرات اقلیم مهاجرت کرده‌اند، فراوانی خود را تغییر داده‌اند و یا فعالیت‌های فصلی خود را تغییر داده‌اند. در این گزارش بر مرگ‌ومیر گسترده درختان نیز در بسیاری از مناطق جنگلی جهان تأکید شده است [۱۸]. با این حال باروسا و همکاران، در سال ۲۰۱۹ نشان داده‌اند که تغییرات اقلیمی با الگوهای منطقه‌ای و زمانی متفاوت، اثرات مثبت و منفی بر جنگل‌ها خواهد داشت. به‌عنوان اثرات مثبت می‌توان به افزایش بهره‌وری در جنگل‌های با عرض جغرافیایی بالا مانند جنگل‌های سیبری اشاره کرد و در مقابل، اثرات منفی در مناطق دیگر مانند افزایش مرگ‌ومیر درختان به دلیل آتش‌سوزی مشاهده شده است [۱۹]. در سالیان اخیر مرگ‌ومیر درختان در بسیاری از نقاط جهان همچنان رو به افزایش بوده است. میزان بالای مرگ‌ومیر درختان به‌طور مداوم با شرایط گرم‌تر و خشک‌تر از حد متوسط جنگل‌ها در سرتاسر زیست‌بوم‌های معتدل و شمالی مرتبط بودند. پایش طولانی‌مدت جنگل‌های استوایی نیز نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی موجب افزایش مرگ‌ومیر درختان و تضعیف بازسازی شده است. از تأثیرات شدید تغییرات اقلیمی می‌توان به خشک‌سالی اروپا در سال ۲۰۱۸ اشاره کرد که منجر به قهوه‌ای شدن چشمگیر پوشش گیاهی و مرگ‌ومیر گسترده درختان شد [۲۰]. گزارش ششم هیئت بین‌دولتی تغییر اقلیم در بخش آسیا بیان می‌دارد که تغییر اقلیم همراه با تغییر کاربری و تغییر پوشش زمین بر محتوای کربن آلی خاک، تنفس میکروبی و چرخه کربن خاک در جنگل‌های هیرکانی ایران تأثیر گذار بوده است. در اکوسیستم‌های جنگلی صنوبر فلات تبت، افزایش دما در زمستان بر باکتری‌های اکسیدکننده آمونیاک تأثیر می‌گذارد و از این طریق چرخه نیتروژن را تغییر می‌دهد. ذخیره کربن در جنگل‌های صنوبر شمال شرقی فلات تبت به دلیل جنگل‌زدایی و گرم شدن آب‌وهوا و قطع درختان در دهه‌های اخیر حدود ۲۵ درصد کاهش یافته است. در استپ جنگلی مغولستان، دهه‌های اخیر جنگل‌زدایی ناشی از خشک‌سالی و استفاده از زمین، تراکم ذخایر کربن اکوسیستم را تا حدود ۴۰ درصد کاهش داده است. در مغولستان داخلی، کاهش بارش و گرم شدن برای بیشتر مناطق می‌تواند منجر به تغییر pH شود که منجر به جدا شدن کربن، نیتروژن و فسفر خاک کمک می‌شود که می‌تواند رشد و تولید گیاه را در اکوسیستم‌های خشک کاهش دهد [۲۱].

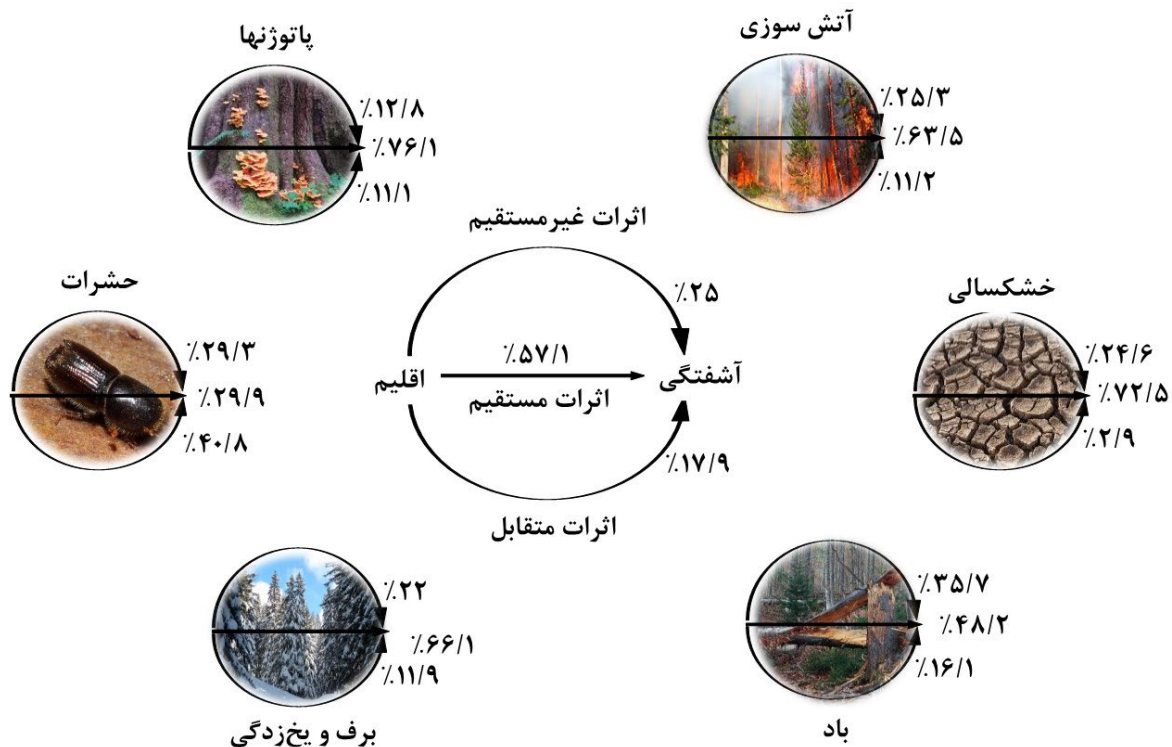
طی سالیان اخیر مطالعات به‌طور فزاینده‌ای بر درک پیوندهای بین آشفستگی و تغییر اقلیم متمرکز شده است. اثرات تغییر اقلیم بر عوامل مزاحمی نظیر آتش‌سوزی، حشرات، پاتوژن‌ها و خشک‌سالی به یک زمینه مطالعاتی تبدیل شده است. با این حال، در وضعیت فعلی دانش تحلیلی اندکی در خصوص اندرکنش بین عوامل آشفستگی وجود دارد و متعاقباً هیچ تحلیل جهانی وجود ندارد که بتواند به یک بینش یکپارچه در خصوص تغییر قواعد اختلال با توجه به عوامل مختلف در مناطق مختلف دست یابد. به‌رغم محدودیت‌های فعلی سیدل و همکاران ۲۰۱۷ با بهره‌گیری از مطالعات سه دهه اخیر سعی کرده است تأثیرات تغییر اقلیم بر قواعد آشفستگی را در سه دسته اثرات مستقیم، غیرمستقیم و متقابل و در قالب یک چارچوب تجزیه و تحلیل منسجم بر روی مجموعه متنوعی از عوامل مزاحم اصلی جنگل، از جمله چهار عامل غیرزنده (آتش، خشک‌سالی، باد، و همچنین برف و یخ) و دو عامل زنده (حشرات و عوامل بیماری‌زا) مورد تحلیل قرار دهد. این مطالعه نشان داده است که تغییرات اقلیم به‌طور قابل توجهی فعالیت آشفستگی جنگل را در مقیاس جهانی افزایش می‌دهد و در مجموع اثرات تقویت‌کننده تغییرات اقلیمی بر آشفستگی‌ها بر اثرات کاهنده غالب است. این مطالعه برای این کار کوشیده است شواهدی را برای اثرات اقلیمی از همه زیست‌ها و قاره‌ها گردآوری کرده و آنها را در چارچوب مدل‌سازی کیفی تحلیل نماید. این مطالعه این فرضیه را مورد صحت‌سنجی قرار داده که تغییرات آب‌وهوا به‌طور قابل توجهی فعالیت آشفستگی جنگل را در مقیاس جهانی افزایش می‌دهد و در مجموع اثرات تقویت‌کننده تغییرات اقلیمی بر آشفستگی‌ها بر اثرات کاهنده غالب است.

اثرات مستقیم، اثرات بدون واسطه متغیرهای اقلیمی بر فرایندهای آشفستگی است که شامل تغییرات در فراوانی یا شدت رویدادهای باد و

دوره‌های خشک‌سالی، تغییرات در فعالیت ردوبرق یا تغییر در نرخ متابولیک آفات و عوامل بیماری‌زای می‌شود. اثرات غیرمستقیم به‌عنوان تغییرات در قواعد آشفته‌گی از طریق اثرات اقلیمی بر روی پوشش گیاهی و سایر فرایندهای اکوسیستم که مستقیماً با آشفته‌گی‌ها مرتبط نیستند تعریف شده است. فرایندهای مهمی که در اینجا در نظر گرفته می‌شود تغییرات اقلیمی با واسطه در جمعیت درخت و ترکیب جامعه است و شامل تغییر حساسیت به آشفته‌گی از طریق تغییر در ترکیب گونه‌های درختی، اندازه و تراکم و همچنین تغییر در سطح آسیب‌پذیری درخت (به‌عنوان مثال، کاهش مقاومت درختان در برابر باد به‌دلیل یخبندان خاک) است. اثرات متقابل به‌عنوان روابط مرتبط یا ترکیبی بین عوامل مزاحم، مانند افزایش خطر شیوع سوسک پوست‌خوار ناشی از اختلال باد یا خشک‌سالی تعریف می‌شود.

بیش از نیمی از مشاهدات گزارش شده در مطالعات پیشین مربوط به اثرات مستقیم اقلیمی (۵۷/۱٪) است که اصلی‌ترین مسیر تأثیر اقلیمی برای همه عوامل مزاحم به‌جز حشرات بود (شکل ۲). اثرات مستقیم به‌ویژه برای عوامل غیرزیست‌بارز هستند؛ چراکه آشفته‌گی‌های غیرزیستی اغلب پیامد مستقیم شرایط حدی اقلیمی هستند و بنابراین به تغییرات در وقوع، شدت و مدت آنها بسیار حساس هستند. علاوه‌براین، ۲۵/۰٪ از مشاهدات تجزیه و تحلیل شده، اثرات غیرمستقیم تغییر اقلیم بر آشفته‌گی‌ها را گزارش کردند. تغییرات در ساختار و ترکیب جنگل به‌واسطه اقلیم به‌طور ویژه به آشفته‌گی‌های بادی مرتبط بود. همچنین اندرکنش بین عوامل آشفته‌گی به‌خوبی در مطالعات پیشین مستند شده است (۱۷/۹٪ از مشاهدات کلی). البته برای حشرات اثرات متقابل گزارش شده بیش از ۴۰٪ بوده است. در مجموع اندرکنش بالایی بین عوامل غیرزنده (تأثیر گذار) و عوامل زیستی (تأثیر پذیر) برقرار است. علاوه‌براین، اکثریت زیادی از اثرات متقابل ثبت شده مثبت یا عمدتاً مثبت (۷۱/۰٪) بودند که نشان‌دهنده تقویت آشفته‌گی در اثر تعامل بین عوامل است. به‌طور ویژه، اختلالات ناشی از خشک‌سالی و باد، فعالیت سایر عوامل مزاحم، مانند حشرات و آتش را به‌شدت تسهیل می‌کند [۷].

شکل ۲. اثرات مستقیم، غیرمستقیم و متقابل تغییر اقلیم و عوامل مزاحم جنگل در مطالعات پیشین [۷]



محرک‌های اقلیمی آشفته‌گی جنگل به شدت به عوامل و نوع منطقه وابسته است؛ با این حال، متغیرهای دمایی برجسته‌ترین محرک‌های اقلیمی گزارش شده در مطالعات بودند (۰،۴۲٪). پس از آن در دسترس بودن آب دومین محرک اقلیمی مؤثر بر قواعد آشفته‌گی (۹،۳۷٪) است. اهمیت متغیرهای دمایی در عرض‌های جغرافیایی شمالی افزایش می‌یابد؛ در حالی که اهمیت دسترسی به آب در عرض‌های شمالی جغرافیایی کاهش یافته و در مناطق استوایی بالاترین میزان بود. علاوه بر دما و در دسترس بودن آب، طیف وسیعی از سایر متغیرهای اقلیمی نظیر سرعت باد، میزان رطوبت جو، یخچال‌های طبیعی و غلظت CO_2 جوی با تغییرات آشفته‌گی مرتبط بودند [۷].

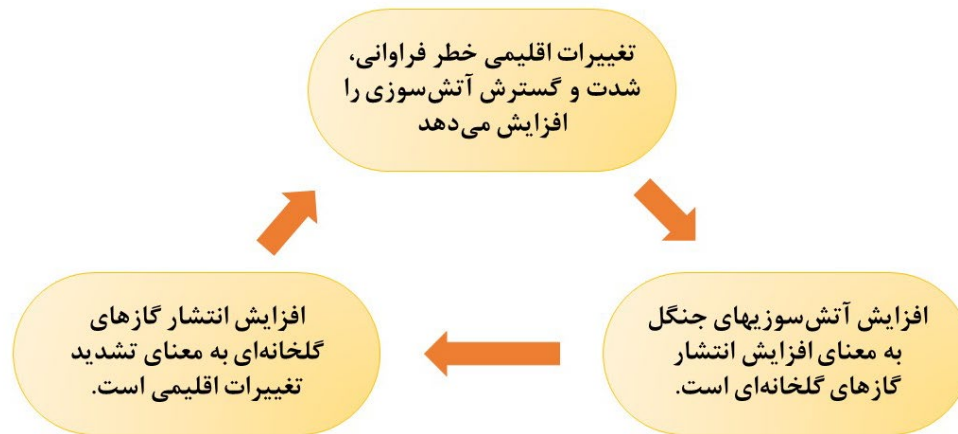
تحلیل فائو نشان می‌دهد که طی سالیان اخیر فراوانی و شدت آتش‌سوزی‌های جنگلی در مناطقی که متأثر نمی‌شدند به‌ویژه به دلیل تغییرات اقلیمی و تغییر کاربری زمین در حال افزایش است. به عنوان مثال، آتش‌سوزی جنگل‌های مخروطیان شمالی قبلاً مسئول حدود ۱۰ درصد انتشار دی‌اکسید کربن جهانی ناشی از آتش‌سوزی‌های جنگلی بوده است؛ اما در سال ۲۰۲۱، این آتش‌سوزی‌ها تقریباً در یک چهارم کل انتشار آتش‌سوزی‌های جنگلی سهم داشته است. در سال ۲۰۲۳ افزایش بی‌سابقه آتش‌سوزی جنگل‌ها در نیم کره شمالی اتفاق افتاد؛ به گونه‌ای که در کانادا، ۶۸۶۸ فقره آتش‌سوزی رخ داده که ۱۴،۶ میلیون هکتار را سوزانده که بیش از پنج برابر میانگین ۲۰ سال گذشته در این کشور است. مشاهدات ماهواره‌ای نشان می‌دهد که در سال ۲۰۲۳، آتش‌سوزی‌ها ۶۶۸۷ مگاتن دی‌اکسید کربن را در سطح جهان منتشر کردند که بیش از دو برابر میزان انتشار دی‌اکسید کربن تخمین اتحادیه اروپا به دلیل سوزاندن سوخت‌های فسیلی در آن سال (۲،۶ میلیارد تن) بوده است [۷].

رخدادهای مختلف متأثر از تغییرات اقلیمی نظیر دوره‌های بارانی یا مرطوب طولانی‌تر، دماهای بالاتر، تغییر در رد و برق‌ها و بادهای شدیدتر می‌تواند موجب افزایش ماده سوختنی موجود در محیط جنگل، تسریع گسترش آتش و تغییر در الگوهای سوختن شود. در مجموع آتش‌سوزی جنگل‌ها گرچه به دلیل تغییرات اقلیمی رخ می‌دهند؛ اما با افزایش انتشار کربن روند تغییرات اقلیمی را تشدید می‌کنند و یک حلقه بازخورد تشدیدشونده را ایجاد خواهد کرد [۲۲].

شکل ۳. ارتباط بین تغییر اقلیم و خطر فزاینده آتش‌سوزی جنگل‌ها [۲۲]



شکل ۴. حلقه بازخورد تشدیدشونده بین تغییرات اقلیمی و آتش‌سوزی جنگل‌ها [۲۱]



تغییرات اقلیمی، جنگل‌ها را در برابر گونه‌های مهاجم آسیب‌پذیرتر می‌کند و باعث تغییراتی در توزیع جغرافیایی و فنولوژی فصلی آنها و پویایی جمعیت‌شان می‌شود. آفات و عوامل بیماری‌زا می‌توانند رشد و بقای درختان، کیفیت چوب و ارائه خدمات اکوسیستمی مانند ترسیب کربن را کاهش دهند. جنگل‌های سراسر جهان در برابر تهاجم وسیعی از گونه‌ها آسیب‌پذیر هستند. تغییرات اقلیمی و شیوه‌های مدیریت ضعیف جنگل‌ها نیز منجر به افزایش شیوع آفات حشرات بومی شده است. تهدید آفات برای جنگل‌ها قابل توجه است؛ به عنوان مثال، نماد چوب کاج خسارت قابل توجهی به جنگل‌های کاج بومی در چین، ژاپن و جمهوری کره وارد کرده است، به طوری که سازمان جنگل‌های کره گزارش داده که بین سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۲۲، ۱۲ میلیون درخت کاج به دلیل این بیماری از بین رفته است. در ایالات متحده آمریکا، پیش‌بینی می‌شود که ۲۵ میلیون هکتار از اراضی جنگلی تا سال ۲۰۲۷ به دلیل حشرات و بیماری‌ها تلف شوند. نظارت بر تخریب جنگل‌ها، از جمله شیوع آفات و بیماری‌های حشرات، در سطح جهانی در مراحل اولیه است و علاوه بر آن تعیین کمیت هزینه اقتصادی خسارت، که شامل تلفات چوب، هزینه جایگزینی درخت، و تأثیرات بر خدمات اکوسیستم و پیامدهای اجتماعی-اقتصادی برای جوامع محلی بوده، دشوار است.

البته تغییر اقلیم صرفاً پیامدهای منفی برای جنگل‌ها به همراه ندارد؛ بلکه متضمن فرصت‌هایی نیز است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که انتظار می‌رود تغییرات اقلیمی در عرض‌های شمالی یا جنگل‌های کوهستانی از طریق افزایش دوره رشد بر حاصلخیزی جنگل‌ها تأثیر مثبت گذاشته و کربن بیشتری را ترسیب کند [۲۳]. از سوی دیگر، اگر در مناطقی که عرض جغرافیایی متوسط یا بالا دارند، درجه حرارت در هر دهه یک درجه سانتی‌گراد بالا رود، منطقه رشد گیاهان به حدود ۱۴۴ تا ۱۵۴ کیلومتر بالاتر به سمت شمال آن نواحی منتقل خواهد شد [۲۴]. همچنین گستره جغرافیایی مناطق جنگلی به دلیل تغییر اقلیم تغییر خواهد کرد. به طور کلی انتظار می‌رود در نیم کره شمالی جنگل‌ها از نظر ارتفاعی به سمت دامنه‌های بالاتر و در عرض جغرافیایی به سمت شمال حرکت کنند و مجموعه‌های جدیدی از گونه‌ها در فضا و زمان را تشکیل دهند [۲۵].

۳-۲. پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌ها در ایران

در خصوص کشور ایران، مطالعه اسکندری و همکاران در سال ۱۴۰۳ نقش تغییرات پارامترهای اقلیمی در وقوع آتش‌سوزی‌های جنگل‌ها و مراتع استان کهگیلویه و بویراحمد را مورد بررسی قرار داده است. برای این منظور هم رابطه زمانی و هم رابطه مکانی بین متغیرهای اقلیمی و آتش‌سوزی بررسی شد. داده‌های متغیرهای اقلیمی (۱۴۰۰-۱۳۸۵) از سازمان هواشناسی ایران و داده‌های آتش‌سوزی (تعداد، وسعت و موقعیت مکانی) در دوره ۱۴۰۰-۱۳۸۵ از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان کهگیلویه و بویراحمد به دست آمدند. رابطه بین متغیرهای اقلیمی و آتش‌سوزی طی زمان مورد مطالعه، بر اساس ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل‌های رگرسیون حاصل شد. نتایج رابطه زمانی نشان داد که تعداد آتش‌سوزی رابطه معنی‌داری با میانگین سرعت باد فصلی داشت. نتایج رابطه مکانی نیز نشان داد که میانگین درجه حرارت فصلی مهم‌ترین متغیر در وقوع آتش‌سوزی بود [۲۶]. اسکندری و همکاران سال ۱۴۰۲ نیز مطالعه مشابهی را در جنگل‌ها و مراتع استان گیلان به منظور بررسی رابطه زمانی و مکانی تغییر پارامترهای اقلیمی و آتش‌سوزی انجام دادند. این مطالعه نشان داد که طی دوره ۲۶ ساله، بین تعداد آتش‌سوزی و میانگین بارندگی فصلی به صورت منفی و بین تعداد آتش‌سوزی و میانگین سرعت باد فصلی و میانگین حداکثر سرعت باد فصلی به صورت مثبت، رابطه معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت. به علاوه، بین وسعت آتش‌سوزی و میانگین بارندگی فصلی، رابطه معنی‌دار منفی در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده شد. نتایج رابطه مکانی نیز نشان داد که میانگین حداکثر درجه حرارت فصلی، میانگین بارندگی فصلی و میانگین رطوبت نسبی فصلی بیشترین اهمیت را در وقوع آتش‌سوزی استان گیلان در گستره مکانی داشته‌اند [۲۷].

تالشی و همکاران در سال ۲۰۱۹ پژوهشی را با هدف ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش گونه‌های درختی اصلی در جنگل‌های هیرکانی انجام دادند. این مطالعه به طور واضح نشان داد که به طور کلی، زیستگاه‌های اقلیمی مناسب برای اکثر گونه‌ها به سمت تغییر و کوچک شدن در آینده هستند. تغییر در مرزهای درختان اصلی هم در امتداد شیب شرقی-غربی و هم در امتداد شیب ارتفاعی تحت سناریوهای تغییرات اقلیمی انتظار می‌رود. در مجموع، تنوع زیستی بتا گونه‌های درختی در بخش‌های مرکزی و شرقی در مقایسه با نواحی غربی تحت سناریوهای تغییرات اقلیمی بیشتر خواهد بود و ارتفاعات میانی جنگل‌های هیرکانی غربی احتمالاً کمترین تنوع زیستی بتا را در طول زمان تجربه خواهند کرد. این مطالعه در پایان نتیجه‌گیری کرد که اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش گونه‌های درختی اصلی در جنگل‌های هیرکانی را می‌توان بسیار شدید در نظر گرفت و خطر از دست دادن عملکردها و خدمات جنگل را به همراه دارد. طبعاً مدیران جنگل به دلیل تغییرات اقلیمی در جنگل‌های هیرکانی با چندین عدم قطعیت در تولید چوب، کاشت، احیا و برنامه‌های حفاظتی مواجه خواهند شد [۲۸]. البته پیامدهای تغییر اقلیم در کشور صرفاً منحصر به جنگل‌های هیرکانی نبوده و مطالعات نشان می‌دهد طی دهه‌های آتی مساحت زیستگاه‌های مناسب برای بلوط در منطقه زاگرس ذیل غالب سناریوهای تغییر اقلیم کاهش خواهد یافت [۲۹] [۳۰].

گزارش مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور در خصوص پیامدهای تغییر اقلیم بر اکوسیستم‌های جنگلی کشور نیز بیان می‌کند که در سال‌های اخیر، مطالعاتی در خصوص برخی اختلالات ناشی از تغییر اقلیم در جنگل‌های کشور مانند آتش‌سوزی خشک‌سالی، گردوغبار و سیل انجام شده است. نتایج این طرح‌های پژوهشی نشان می‌دهد که تغییر در عوامل اقلیمی طی ۲۶ سال اخیر، نقش مهمی در وقوع آتش‌سوزی‌ها در جنگل‌های ناحیه ریشی هیرکانی ایران در سه استان گلستان، مازندران و گیلان داشته است که در این میان، تغییرات آشکار درجه حرارت در سال‌های اخیر، تأثیر مهمی بر تعدد و وسعت وقوع آتش‌سوزی‌ها در این منطقه ریشی گذاشته است، به طوری که این عامل به عنوان مهم‌ترین عامل اقلیمی اثرگذار بر تعداد، وسعت و وقوع آتش‌سوزی‌ها در جنگل‌ها و مراتع گلستان، مازندران و گیلان بوده است. لازم به ذکر است که اثر تغییر اقلیم بر وقوع عوامل مخرب و مخاطرات طبیعی در مناطق ریشی مختلف کشور بسیار متفاوت و غیرقابل پیش‌بینی است [۶].



در خصوص پدیده حریق باید گفت که تغییر اقلیم باعث آتش‌سوزی‌های متعدد هم در شمال کشور و هم در منطقه رویشی زاگرس شده است. اما این پدیده حاصل از تغییرات اقلیمی در ناحیه رویشی زاگرس مشهودتر است. آمار و اطلاعات نشان می‌دهد که تعدد و وسعت حریق در جنگل‌های زاگرس نسبت به جنگل‌های هیرکانی در سال‌های اخیر بسیار بیشتر بوده است. علت این امر گذشته از وابستگی معیشتی ساکنان زاگرس به این جنگل‌ها، اقلیم خشک‌تر جنگل‌ها در این ناحیه رویشی است. از طرف دیگر این تأثیر در داخل گستره هر منطقه رویشی نیز متفاوت است. به عنوان مثال، وقوع آتش‌سوزی‌های اخیر در استان‌های زاگرس جنوبی (مانند کهگیلویه و بویراحمد) نسبت به استان‌های زاگرس شمالی (مانند آذربایجان غربی) حداقل از نظر وسعت حریق بیشتر بوده است که علت آن اقلیم گرم‌تر و خشکی بیشتر در استان‌های زاگرس جنوبی است. همچنین در شمال کشور و در منطقه رویشی هیرکانی، نسبت وقوع آتش‌سوزی در استان گلستان بسیار بیشتر از استان گیلان است که رابطه قوی آتش‌سوزی با عوامل اقلیمی را نشان می‌دهد. به علاوه روابط معنی‌دار به دست آمده بین تغییرات پارامترهای اقلیمی و تعداد و وسعت آتش‌سوزی در استان گلستان بسیار بیشتر از استان‌های گیلان و مازندران بوده است. بنابراین اگرچه در وقوع آتش‌سوزی، عوامل انسانی سهم بسزایی دارند، اما وقوع آتش‌سوزی بیشتر در گلستان به طور قطع، به دلیل اقلیم گرم‌تر و خشک‌تر استان بوده است. در خصوص خشک‌سالی ناشی از تغییر اقلیم در دهه‌های اخیر، قطعاً منطقه جنگلی زاگرس، ناحیه رویشی ایران-تورانی و خلیج-عمانی بیشتر از ناحیه رویشی هیرکانی تحت تأثیر قرار گرفته‌اند. خشک‌سالی باعث بروز پیامدهای متعددی در جنگل‌های زاگرس شده که بارزترین آن خشکیدگی آشکار و واضح درختان بلوط و استقامت کم آنها به تنش‌های کم‌آبی در سال‌های اخیر بوده است.

در خصوص آفات درختان جنگلی نیز، گفتنی است که اثرات این پدیده مخرب نیز در نواحی مختلف رویشی متفاوت بوده است. به غیر از آتش‌سوزی که در جنگل‌های زاگرس، سهم بسیار چشمگیری در تخریب این جنگل‌ها داشته، آفات بلوط هم در جنگل‌های زاگرس در دهه‌های اخیر بسیار مخرب بوده است. آفات جوانه‌خوار، برگ‌خوار و چوب‌خوار بلوط از آن جمله‌اند که شیوع آنها فقط متأثر از شکنندگی اکوسیستم جنگل‌های زاگرس به دلیل فعالیت‌های انسانی نیست، بلکه تغییر اقلیم هم در آن نقش مؤثری داشته است. در خصوص جنگل‌های هیرکانی، آفاتی مانند شب‌پره شمشاد نقش بسیاری در تخریب این جنگل‌ها در سالیان اخیر داشت، اما به نظر می‌رسد طی سه سال اخیر، طغیان آن فروکش کرده باشد. به طور کلی آفات در دوره اقلیمی خاصی در منطقه جنگلی بروز می‌کنند و پس از طی کردن مراحل تخم‌گذاری و شیوع گسترده، به یک‌باره فروکش می‌کنند. با این حال طغیان آنها هر چند سال یک‌بار تکرار می‌شود که بی‌تأثیر از تغییرات اقلیمی نیست [۶].

در خصوص اثر تغییر اقلیم بر جابه‌جایی جنگل‌ها در نواحی جنگلی ایران، با توجه به کوهستانی بودن فلات ایران و استقرار عمده جنگل‌ها در این مناطق می‌توان پیش‌بینی کرد پوشش گیاهی در مناطق پست در اثر تغییر اقلیم، کوتاه شدن فصل سرد و گرمای هوا دچار تنش و کاهش تولید چوب شده و در نتیجه گونه‌های مستقر در آن به تدریج به سمت نقاط مرتفع‌تر صعود کنند. به این ترتیب، مناطق مرتفع که در اثر برودت هوا سابق بر این دارای پوشش گیاهی و جنگلی نبوده در اثر افزایش درجه حرارت، شرایط مناسب برای رشد را پیدا کرده و در نتیجه گستره جنگل و پوشش گیاهی در نیم‌رخ ارتفاعی کوهستان‌های جنگلی ایران افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر در ارتفاعاتی که بارش و رطوبت مناسبی در دسترس است (برای نمونه در رانشستان‌های هیرکانی)، انتظار می‌رود تغییر اقلیم منجر به افزایش دوره رشد به ۹ ماه یا بیشتر شده و در نتیجه افزایش فتوسنتز به تولید بیشتر چوب و افزایش ترسیب کربن بینجامد. همچنین در نقاط کم‌ارتفاع که پوشش گیاهی آن به نقاط مرتفع‌تر منتقل می‌شود می‌توان گونه‌های مقاوم به خشکی را به‌منظور جنگل‌کاری و حفظ مساحت جنگل پیشنهاد کرد.

۴. مدیریت تغییرات اقلیمی در بخش جنگل‌ها



برای مقابله و مدیریت پدیده تغییر اقلیم در مجموع دو رویکرد سازگاری با تغییر اقلیم و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح جهان مطرح شده است. کشورهای توسعه یافته غالباً بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای متمرکز شده‌اند؛ در حالی که در کشورهای در حال توسعه به دلیل آسیب پذیری بالا سازگاری با تغییرات اقلیمی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. رویکرد کاهش انتشار غالباً به دنبال تقلیل مخاطرات تغییر اقلیم در گستره جهانی و در بازه طولانی مدت است؛ در حالی که رویکرد سازگاری با کاهش آسیب پذیری و افزایش تاب‌آوری بر مقیاس محلی در بازه کوتاه مدت متمرکز است. البته این دسته بندی الزاماً در همه موارد صادق نیست؛ به طور مثال در باب گستره مکانی، سازگاری ممکن است نتایج جهانی نظیر رشد محصولات کشاورزی مقاوم تر در سطح جهانی را به همراه داشته باشد یا اقدامات کاهش انتشار ممکن است منجر به کاهش آلودگی هوا از طریق بستن نیروگاه‌های زغال سنگ یا اثر سوخت‌های زیستی بر امنیت غذایی را شود. البته نباید از این مهم غافل شد که اقدامات سازگاری و کاهش انتشار بسته به شرایط مختلف ممکن است اثر هم‌افزا، مکمل، جایگزین و یا حتی معارض را با هم داشته باشند که در این راستا اهمیت دارد این دو رویکرد هم‌زمان و با یک رویکرد جامع به کار گرفته شوند. همان گونه که در جدول نیز نشان داده شده بخش جنگل از جمله حوزه‌هایی است که هم از حیث سازگاری با تغییرات اقلیمی و هم از نظر کاهش انتشار واجد اهمیت فراوان است [۳۱].

جدول ۳. تفاوت‌های کلی رویکردهای سازگاری با تغییر اقلیم و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای [۳۱]

کاهش انتشار	سازگاری	رویکرد مدیریت تغییرات اقلیمی
کاهش جهانی	غالباً محلی	گستره مکانی
بلندمدت	کوتاه مدت	بازه زمانی
دی‌اکسید کربن معادل	متفاوت (وابسته به مداخله)	واحد سنجش
تأمین انرژی، حمل و نقل، صنعت، مدیریت آب و فاضلاب	آب، سلامت، مناطق ساحلی	بخش‌های اصلی محل تمرکز
کشاورزی و جنگل		

برنامه‌های مشارکت ملی مبنای بسیاری از کشورهای در مسیر کاهش انتشار و تاب‌آوری اقلیمی است. این برنامه معمولاً تعهد هر کشور برای اقدام در سطح ملی در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سازگاری با تغییرات اقلیمی و گزارش پیشرفت‌های انجام شده را در بر می‌گیرد. فائو در گزارشی کوشیده است ضمن بررسی ۸۵ برنامه مشارکت ملی که ۱۱۲ کشور را پوشش داده است تحلیلی از چگونگی کمی و کیفی توجه به حوزه کشاورزی، کاربری اراضی و جنگل ارائه کند. این تحلیل نشان می‌دهد به ترتیب ۶۸٪ و ۷۹٪ این برنامه‌ها به موضوع سازگاری و کاهش انتشار جنگل‌ها پرداخته‌اند و حدود یک سوم برنامه‌های مشارکت اهداف کاهش انتشار را برای کاربری اراضی و جنگل‌داری تعیین کرده‌اند که در مقایسه با برنامه‌های پیشین مشارکت ملی افزایش معناداری داشته است [۳۲].

۴-۱. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای

مدیریت پایدار جنگل‌ها گاهی با برداشت چوب نیز همراه است که چوب برداشت شده (و کربن موجود در آن) را می‌توان به روش‌های مختلفی مانند ساخت و ساز و تولید منسوجات، مواد شیمیایی و انرژی مورد استفاده قرار داد. ترسیب کربن به دلیل تولید محصولات مبتنی بر چوب زمانی به کاهش تغییرات اقلیمی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند که یک محصول (ماده اولیه، انرژی و ...) مبتنی بر چوب یا



جایگزین یک محصول با عملکرد یکسان، اما با انتشار بیشتر شود. مطالعات جهانی به این نتیجه رسیده‌اند که محصولات چوبی در مقایسه با محصولات جایگزین به‌طور میانگین باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در طول چرخه عمر خود می‌شوند هر چند این مزیت ممکن است به‌مرور طی دهه‌های آتی به دلیل کربن زدایی کلی اقتصاد کاهش یابد. محصولات چوبی همچنین کربن موجود در چوب‌های برداشت شده را برای سال‌ها، دهه‌ها یا حتی قرن‌ها حفظ می‌کنند و انتشار آن کربن در جو را پس از برداشت به تأخیر می‌اندازد. در واقع زمانی که نرخ جذب کربن در چوب‌های برداشت شده و فراوری شده از نرخ کربن آزاد شده از طریق تجزیه یا احتراق محصولات فراتر برود می‌توانیم ادعا کنیم ترسیب کربن رخ داده است.

به‌طور کلی، پنج مسیر اصلی تأثیر گذاری جنگل بر تغییرات اقلیمی و کاهش آن وجود دارد [۳۳]:

۱. **ترسیب کربن جنگلی:** اکوسیستم‌های جنگلی می‌توانند کربن را با حذف CO_2 از اتمسفر از طریق فتوسنتز و رشد درختان، آزاد کردن اکسیژن و حفظ کربن در درختان و سایر پوشش‌های گیاهی، چوب‌های مرده، بستر و خاک جذب کنند.

۲. **انتشار گازهای گلخانه‌ای:** اکوسیستم‌های جنگلی می‌توانند کربن ذخیره شده را از طریق جنگل زدایی، تخریب، برداشت و اختلالات طبیعی در نتیجه تجزیه یا احتراق به اتمسفر بازگردانند. با این حال، ممکن است انتشار گازهای گلخانه‌ای غیر CO_2 مرتبط با اکوسیستم‌های جنگلی، از جمله انتشار متان (CH_4) و اکسید نیتروژن (N_2O)، به‌ویژه از زیست توده سوخته و از خاک و مواد آلی در حال پوسیدگی رخ بدهد.

۳. **ذخیره کربن محصولات چوبی:** چوب‌های برداشت شده از جنگل‌ها می‌توانند کربنی را که در ابتدا توسط جنگل‌ها از اتمسفر خارج شده‌اند را به‌شکل محصولات چوبی حفظ کنند. اگرچه این کربن در نهایت زمانی که محصولات در پایان عمر دفع می‌شوند در جو آزاد می‌شود. اگر محصولات چوبی در محل‌های دفن زباله دور ریخته شوند، این دفع همچنین می‌تواند شامل انتشار متان تحت شرایط خاص باشد.

۴. **جایگزینی مواد پر کربن:** استفاده از محصولات مبتنی بر چوب و سوخت چوب می‌تواند از استفاده از محصولات غیر چوبی جایگزین و منابع انرژی فسیلی جلوگیری کند یا کاهش دهد، که تولید، استفاده و دفع آنها ممکن است شامل انتشار گازهای گلخانه‌ای بالاتر از محصولات چوبی مشابه باشد.

۵. **اثرات بیوفیزیکی:** جنگل‌ها می‌توانند با تأثیر بر انعکاس سطح زمین (آلبدو)، تبخیر و تعرق آب و انتشار ذرات معلق در هوا، بر آب و هوا تأثیر بگذارند.

فعالیت‌های متعدد جنگلی می‌تواند با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و یا ترسیب کربن، تغییرات اقلیمی را کاهش دهد که آنها را به‌طور کلی در ۴ دسته حفاظت، مدیریت، احیای جنگل‌ها و استفاده از چوب می‌توان طبقه‌بندی کرد. حفاظت از جنگل‌ها شامل جلوگیری از جنگل زدایی و تخریب جنگل است که هر دو باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به جو و حفظ ذخایر کربن در جنگل می‌شود. احیای جنگل‌ها مستلزم جنگل کاری (ایجاد جنگل‌های جدید در زیست‌بوم‌های غیر جنگلی) و باز جنگل کاری (ایجاد مجدد جنگل‌ها در زیست‌بوم‌های جنگلی تبدیل شده یا تخریب شده) است. مدیریت جنگل طیف وسیعی از رویکردها از رویکردهای حفاظت‌گرا (نظیر مدیریت اختلال) تا تولیدمحور (نظیر مدیریت مواد مغذی و مدیریت هیدرولوژی) را پوشش می‌دهد. مدیریت بهبود یافته جنگل به هر یک از فعالیت‌های مدیریت جنگل اطلاق می‌شود که انتشار کربن را کاهش می‌دهد و یا ذخیره‌سازی کربن اکوسیستم جنگل را افزایش خواهد داد و در عین حال هرگونه اثرات منفی زیست‌محیطی را به حداقل می‌رساند یا حتی از بین می‌برد. تغییرات در استفاده از چوب ممکن است به افزایش حذف CO_2 از جو (به‌عنوان مثال، تغییر به سمت محصولات با عمر طولانی‌تر) یا جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق جایگزینی با مواد یا انرژی کمک کند.

جدول ۴. طبقه‌بندی فعالیت‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای مبتنی بر جنگل [۳۲]

دسته‌بندی	فعالیت	نوع فعالیت
حفاظت	جلوگیری از جنگل زدایی	کاهش نرخ تبدیل جنگل‌ها به کاربری‌های دیگر
	حفاظت از جنگل	مناطق جنگلی جدا شده
مدیریت	برداشت از جنگل (افزایش، کاهش)	اقدامات تنک کردن توده و برداشت
	مدیریت فعال (غیر از برداشت)	انتخاب خاستگاه
		مدیریت مواد مغذی
		مدیریت اختلال
احیا	احیای جنگل‌ها	انتخاب گونه درخت مدیریت هیدرولوژی
	جنگل‌کاری و بازجنگل‌کاری	بازجنگل‌کاری محیط‌های جنگلی جنگل‌کاری محیط‌های غیر جنگلی
مصرف چوب	تغییر در مصارف چوب (از جمله محصولات)	انتقال به سمت محصولات چوبی با عمر طولانی‌تر
		حرکت به سمت کاربردهای جدید مواد
		حرکت به سمت کاربردهای انرژی
	افزایش طول عمر	استفاده مجدد
		بازیافت
		بازیابی انرژی
		بهبود بهره‌وری مواد
بهبود کارایی	بهبود بهره‌وری انرژی	

۲-۴. سازگاری با تغییرات اقلیمی

امروزه سازگاری با سطوحی از تغییرات آب‌وهوایی اجتناب‌ناپذیر شده است. با این حال، دانش سیستماتیک محدودی در مورد اینکه آیا و چگونه سیاست‌های سازگاری که منتشر شده و یا می‌تواند در آینده منتشر شود، وجود دارد. بیشتر مطالعات سازگاری موجود به صراحت به بررسی اشاعه خط‌مشی نمی‌پردازند، که نوعی سیاست‌گذاری وابسته به هم در بین حوزه‌های قضایی یا در سطوح مختلف حکمرانی است [۳۴]. سازگاری مبتنی بر جنگل مجموعه‌ای از اقدامات اقلیمی است که از جنگل‌ها و درختان برای تقویت و حمایت از سازگاری و تاب‌آوری در مقابل تغییرات اقلیمی استفاده می‌شود. این سازگاری شامل اقداماتی برای تقویت ظرفیت سازگاری و تاب‌آوری جنگل‌ها و حفظ مزایا و مواهب جامع از جنگل‌ها نظیر غذا، معیشت، تنوع زیستی، تعدیل اقلیمی و خدمات هیدرولوژیکی است. این مزایا به عنوان خدمات سازگاری هم شناخته می‌شود و به خدمات اکوسیستمی خاص اطلاق می‌شود که موجب کاهش قرار گرفتن در معرض تغییرات اقلیمی و افزایش تاب‌آوری می‌شود. در ارتباط با جنگل‌داری، کلاستروم و همکاران (۲۰۱۱)، گزینه‌های سازگاری قابل پیاده‌سازی در جنگل‌داری را در سه دسته اقدامات سازگاری در سطح توده، سازگاری در سطوح فراتر از توده‌ها و سازگاری در سطح سیاست‌گذاری پیشنهاد داده که در ادامه هر محور



به‌طور دقیق‌تری توضیح داده‌شده است [۳۵].

۱-۲-۴. سازگاری در سطح توده

این بخش به‌صورت کلی شامل محورهای ذیل بوده که نیاز است براساس تحقیقات انجام شده محلی متناسب‌سازی شود:

الف) زادآوری جنگل^۱

مطالعات نشان می‌دهد که در شرق کانادا، گونه‌های درختی عمدتاً در برابر افزایش پیش‌بینی شده دما آسیب‌پذیر خواهند بود؛ در حالی که جنگل‌ها عمدتاً تحت تأثیر خشک‌سالی در غرب کانادا قرار خواهند گرفت. جنگل‌های تحت سلطه مخروطی‌ها در معرض خطر بازدهی کمتر هستند، و در نهایت، منابع چوبی جنگل‌های خزان‌کننده نیز می‌تواند کاهش یابد [۳۶]. از این رو زادآوری فرصتی مستقیم و فوری برای دست‌کاری گونه‌ها یا ترکیب توده‌ها ارائه می‌دهد که یک گزینه بسیار توصیه شده برای اطمینان از پاسخ سازگاری تجدید حیات ایجاد شده، بالا بردن سطح تنوع ژنتیکی در جمعیت نهال‌ها چه از طریق طبیعی یا مصنوعی است. هر چه جمعیت نهال متنوع‌تر و بزرگ‌تر باشد، پتانسیل بیشتری برای سازگاری جمعیت با تغییرات محیطی وجود دارد.

ب) پرورش،^۲ تنک کردن^۳ و برداشت^۴

در حالی که انتخاب گونه‌ها در مرحله زادآوری تأثیر بلندمدت بیشتری دارد، اقداماتی که پس از استقرار توده برای ارتقای ترکیب گونه‌های هدف، پایداری توده، کیفیت و ساختار و همچنین افزایش رشد درختان چوب‌ده^۵ انجام می‌شود در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر تأثیر بیشتری دارد. پیش‌بینی استقرار جنگل یک کار بی‌اهمیت نیست و بیش از یک قرن است که چالش اصلی برای دانشمندان و جنگل‌بانان باقی مانده است؛ اما یافته‌های جدید نشان می‌دهد که تغییرات سطح چشم‌انداز اقلیمی به‌طور کلی قوی‌ترین تأثیر را در بین بقیه عوامل دخیل در استقرار درختان دارد [۳۷]. هدف اقدامات سازگاری پیشنهادی عمدتاً اصلاح تناوب یا شدت فعالیت‌های پرورش و تنک کردن است، اما ممکن است شامل تغییر ترکیب گونه‌های درختی توسط عملیات هدفمند پرورش توده نیز باشد. این اقدامات سازگاری باید از توده‌های آمیخته با گونه‌های درختی سازگارتر، برای توزیع خطر^۶ از طریق تنوع حمایت کند.

۲-۲-۴. سازگاری در سطوح فراتر از توده‌ها

این بخش در مجموع شامل محورهای ذیل است:

الف) برنامه‌ریزی مدیریت جنگل

پیش‌بینی می‌شود که جنگل‌ها تحت تغییرات ترکیبی و ساختاری چشمگیر ناشی از تغییرات جهانی، مانند تغییرات اقلیمی و تشدید رژیم‌های آشفستگی طبیعی قرار بگیرند. عدم قطعیت، آینده برنامه‌ریزی برای مدیریت جنگل را بسیار دشوار می‌کند و رویکردهای جدید را برای حفظ یا بهبود توانایی اکوسیستم‌های جنگلی برای پاسخ‌دهی و سازماندهی مجدد سریع پس از رویدادهای آشفستگی می‌طلبد [۳۸]. از این رو، در برنامه‌ریزی جنگل، کوتاه شدن دوره‌های تناوب می‌تواند یک پاسخ مدیریتی مقتضی به رشد شتابان در محیط زیست برای نمونه در مناطق کوهستانی یا بوره‌آل (نزدیک به قطب) باشد. تنوع گونه‌های درختی و رویکردهای مدیریتی بین توده‌های جنگلی مجاور یا درون یک چشم‌انداز جنگلی، ظرفیت سازگاری را افزایش داده، مانع از خطرات شده و انعطاف‌پذیری کلی زیست‌بوم‌های جنگلی را بهبود می‌بخشد. در ایران برابر بند «ف-۱» ماده (۳۸) قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه؛ هر گونه بهره‌برداری چوبی از درختان جنگل‌های کشور از ابتدای سال چهارم اجرای قانون برنامه، ممنوع می‌باشد. دولت در ارتباط با قرارداددهای طرح‌های جنگل‌داری مذکور که مدت اجرای آن به اتمام می‌رسد، مجاز به تمدید قرارداد نمی‌باشد. از سوی دیگر، برابر تبصره یک همین بند حداکثر تا سال سوم پس از توقف بهره‌برداری چوبی در سال ۱۳۹۹، باید

1. Forest Regeneration
2. Tending
3. Thinning
4. Harvesting
5. Crop trees
6. Risk

طرح جایگزین تهیه می‌شد. این در حالی است که هنوز طرح جایگزین به صورت کامل تهیه نشده و معلوم نیست تا چه میزان موضوع سازگاری در آن دیده شده و بر اساس جنگل‌داری هوشمند به طبیعت^۱ تهیه شده است.

ب) مدیریت خطر اختلالات و آفات و بیماری‌ها

فعل و انفعالات بین آفات و سایر اختلالات جنگل نقش مهمی در ایجاد پویایی جنگل دارد. اثرات این تعاملات احتمالاً در مواجهه با تداوم تغییرات جهانی افزایش خواهد یافت [۳۹] و انتظار می‌رود عوامل مزاحم تحت تغییرات اقلیمی اهمیت بیشتری پیدا کنند. چراکه شواهدی وجود دارد که احتمال آسیب بیشتری توسط آفات، حشرات و بیماری‌های قارچی در دماهای بالاتر وجود خواهد داشت. توده‌های آمیخته با گونه‌هایی که به یک اندازه نسبت به گونه‌های آفتی خاص حساس نیستند، کمتر از درخت‌کاری‌های تک‌کشتی آسیب می‌بینند. از سوی دیگر، انتخاب خانواده‌ها و کلون‌های متحمل یا مقاوم نیز ممکن است اقدام مناسبی برای کاهش خطر آسیب آفات و بیماری‌ها در توده‌های خالص باشد.

ج) زیرساخت‌ها و حمل‌ونقل

یک شبکه جاده جنگلی مترکم یک پیش‌نیاز برای روش‌های تنک کردن و برداشت در مقیاس کوچک و ساختاری متنوع است که برای سازگاری سامانه‌های برداشت توصیه می‌شود. عملکرد حیاتی جنگل، به چنین اقداماتی در مقیاس کوچک به‌ویژه در زمین‌های دشواری نظیر جنگل‌های کوهستانی بستگی دارد. علاوه بر این، «دسترسی»، یک عنصر کلیدی در مقابله با رویدادهای مزاحم (مانند شیوع آفات، حشرات، آتش‌سوزی جنگل‌ها) و نیز در روبه‌های پیشگیرانه حفاظت از جنگل است.

۳-۲-۴. گزینه‌های سازگاری در سطح سیاست‌گذاری

از آنجایی که گذار جنگل‌ها می‌تواند تنوع زیستی و ترسیب کربن را افزایش دهد، برای سیاست‌گذارانی که با اثرات مخرب از دست دادن جنگل‌ها و تغییرات آب‌وهوایی مبارزه می‌کنند، جذابیت دارند. گذار اولیه اغلب به صورت منفعل، از طریق تجدید حیات خودبه‌خودی درختان در زمین‌های کشاورزی متروکه رخ می‌دهد. گذار جنگل‌های بعدی بیشتر پس از ظهور روایت‌های بحران در مقیاس بزرگ رخ داد؛ به نحوی که دولت‌ها را تشویق به اقدام، اغلب با کاشت درخت در زمین‌های تخریب شده و شیب‌دار کرد [۴۰]. به همین ترتیب از بین رفتن یکپارچگی جنگل و کاهش تکه‌تکه شدن^۲ و تقسیم آن به توده‌های جدا افتاده می‌تواند از طریق جنگل‌کاری برطرف شده و با ایجاد کریدورهای متصل بین مناطق جنگلی انبوه به افزایش تنوع زیستی کمک کرده و از این طریق ظرفیت سازگاری طبیعی را افزایش می‌دهد.

به‌طور کلی سرمایه انسانی در سازگاری با تغییرات اقلیمی از اهمیت بالایی برخوردار است و پیش‌نیاز اجرای محلی اقدامات سازگاری است. بنابراین افزایش آگاهی صاحبان جنگل و متخصصان در مورد تأثیرات تغییرات اقلیمی مهم است. البته این اقدامات سازگاری اغلب منجر به هزینه‌های بالاتر می‌شود و در نتیجه ممکن است وضعیت اقتصادی شرکت‌ها را تضعیف کند. با این حال، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و تحقیق و افزایش آگاهی برای اقدامات سازگاری، راهبردهایی هستند که به بهبود ظرفیت سازگاری اجتماعی-اقتصادی کمک می‌کنند. موانعی که باید برطرف شوند شامل موانع نهادی و سیاستی است؛ زیرا دستورالعمل‌های فعلی (مثلاً برای تولید گیاه در نهالستان) اغلب برای یک رژیم اقلیمی پایدار طراحی شده‌اند. در نتیجه ابزارهای سیاستی موجود باید تطبیق داده شوند یا برای سازگاری استفاده شوند. از آنجایی که سیاست‌ها در سایر بخش‌ها ممکن است بر تصمیم‌گیری‌های مؤثر بر جنگل‌داری تأثیر بگذارند، هماهنگی بین بخشی لازم است تا اطمینان حاصل شود که توسعه سیاست در بخش‌های سیاستی، متناقض یا معکوس در زمینه مدیریت جنگل نباشد. به‌عنوان مثال، سیاست مشترک کشاورزی^۳ (CAP) کمیسیون اروپا پشتیبانی از اقدامات سازگاری در مدیریت جنگل را مجاز می‌کند، اما همه کشورهای عضو این سازوکار استفاده نمی‌کنند.

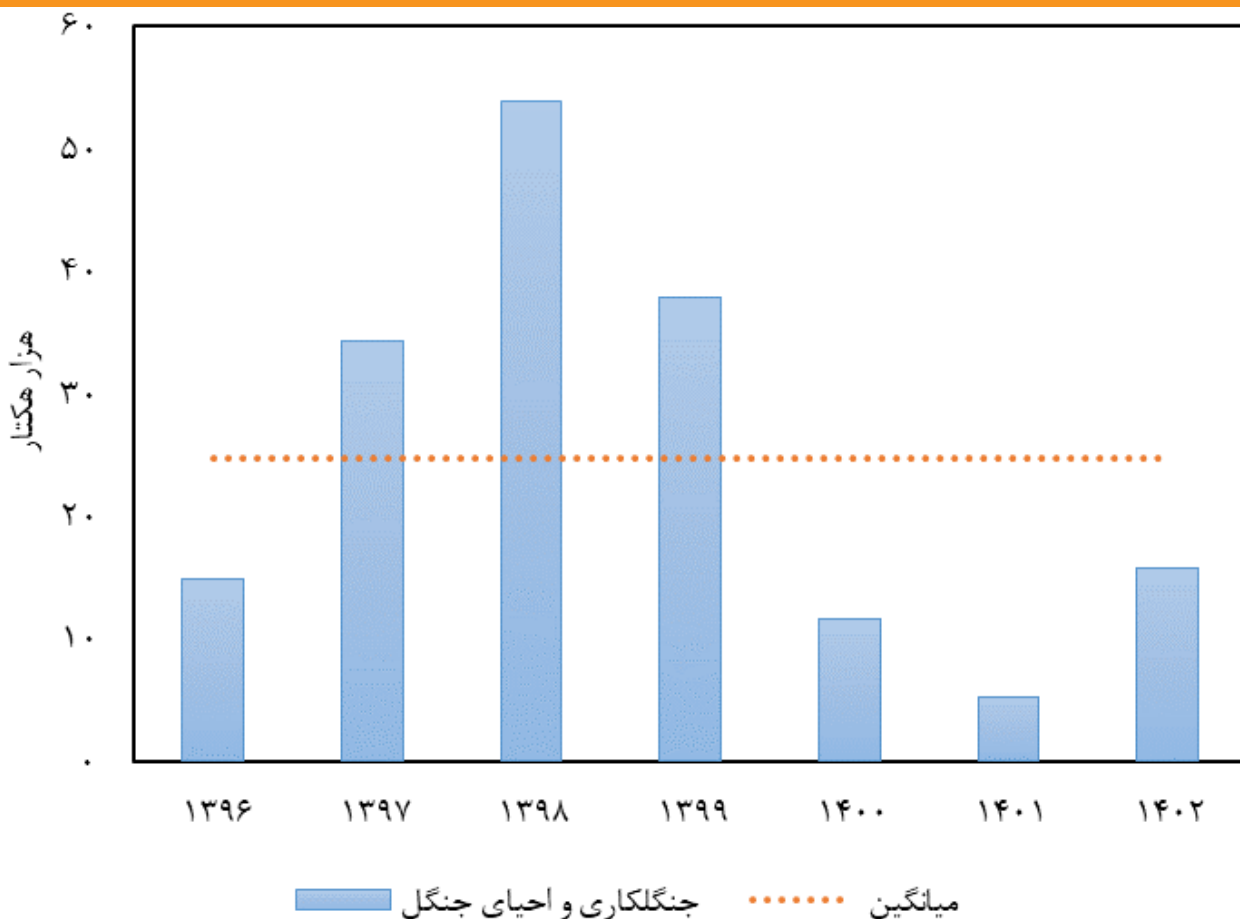
1. Climate Smart Forestry
2. Fragmentation
3. Common Agricultural Policy



۵. بررسی عملکرد سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی

بر اساس ماده (۲) **قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع**، حفظ و احیا و اصلاح و توسعه و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع و بیشه‌های طبیعی و اراضی جنگلی ملی شده متعلق به دولت بر عهده سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری است. سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور در پاسخ به نامه شماره ۱۴۱۰۰/۶۲۵۲-۸۲ مورخ ۱۴۰۳/۰۶/۲۱ مرکز پژوهش‌های مجلس، گزارشی از اقدامات مرتبط با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سازگاری با تغییر اقلیم را ارسال کرده است. بر این اساس این سازمان طی ۷ سال اخیر^۱ (۱۳۹۶-۱۴۰۲) در مجموع ۱۷۳ هزار هکتار توسعه جنگل کاری و احیای جنگل را انجام داده که معادل میانگین تقریبی سالیانه ۲۴/۸ هزار هکتار است. البته در سه سال پایانی به‌طور معنی‌داری جنگل کاری و احیای جنگل کاهش یافته که طبعاً نیازمند آسیب‌شناسی دقیق‌تر در گزارش دیگری است [۴۱]. نکته مهم آن است که هر چند توسعه و احیای جنگل از عوامل اصلی و مهم مواجهه با تغییر اقلیم است، اما برای ارائه گزارش‌های ملی باید از نماگرهای تغییر اقلیم نظیر ترسیب کربن، ذخیره کربن و جذب دی‌اکسید کربن استفاده کرد.

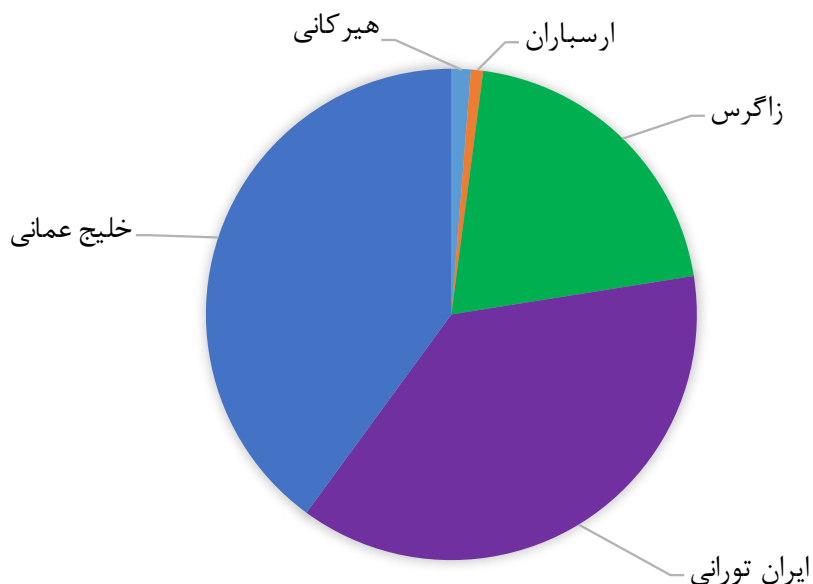
شکل ۵. جنگل کاری و احیای جنگل در کشور طی سالیان اخیر (هزار هکتار) [۴۱]



۱. البته حداقل زمان آماری مورد نیاز برای تفسیر تغییر اقلیم سی سال است.

یکی از طرح‌های محوری که طی سالیان اخیر مورد توجه سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری قرار گرفته، طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت است. این طرح در صورت اجرای مناسب و توجه به ملاحظات و الزامات مربوطه که در گزارش دیگر این مرکز بدان پرداخته شده است ظرفیت مناسبی برای ترسیب کربن خواهد بود. سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری با توجه به تحقیقات انجام شده برآورد کرده است که کارایی و اثربخشی طرح مذکور پس از اجرای کامل و استقرار پوشش درختی و درختچه‌ای در مناطق مورد عمل با توجه به نوع گونه و شرایط رویشگاه (با دامنه ترسیب کربن ۳۵-۶۴ تن در هکتار) قابلیت ترسیب کربن به میزان ۱۶۰ میلیون تن معادل دی‌اکسید کربن را دارد که به تفکیک نواحی رویشی کشور در شکل ارائه شده است.

شکل ۶. برآورد میزان ترسیب کربن طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت پس از اجرای کامل در ناحیه‌های رویشی کشور [۴۱]





۶. چالش‌های مدیریت تغییرات اقلیمی در جنگل‌های کشور

الف) فقدان داده‌های ملی در خصوص میزان ترسیب کربن جنگل‌های کشور: همان‌گونه که پیش از این اشاره شد داده‌های جهانی بیان می‌کند که بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۳، جنگل‌های ایران ۴۴٫۶ کیلو تن دی‌اکسید کربن معادل در سال منتشر کردند و ۳٫۹۷- میلیون تن معادل دی‌اکسید کربن در سال را حذف کردند که نشان‌دهنده یک سینک خالص جذب کربن ۳٫۹۲- میلیون تن معادل دی‌اکسید کربن در سال است [۵]. متأسفانه داده‌های ملی متقنی در خصوص میزان سالیانه ترسیب کربن جنگل‌های کشور طی سالیان اخیر که قابلیت استناد به نهادهای بین‌المللی را داشته باشد از سوی نهادهای ذی‌ربط ارائه نشده است و گزارش ارسالی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور به مرکز پژوهش‌های مجلس در پاییز ۱۴۰۳ نیز صرفاً اندوخته کربن رویشگاه‌های مختلف را برآورد کرده است [۶]. اطلاعات ارائه شده در خصوص طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت نیز مربوط به سالیان آتی و مشروط به اجرای کامل و استقرار پوشش درختی و درختچه‌ای است.

ب) مستندسازی ناکافی پیرامون پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌های کشور: بررسی گزارش‌های ارسالی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری نشان می‌دهد که پیامدهای گوناگون تغییر اقلیم بر جنگل‌های کشور کمی‌سازی نشده و قابلیت استناد در مجامع بین‌المللی و دریافت کمک‌های بین‌المللی از طریق سازوکارهایی نظیر صندوق ضرر و زیان^۱ برای سازگاری را ندارد.

ج) ضعف آینده‌پژوهی در روندیابی تغییرات اقلیمی طی سالیان آتی: یکی از الزامات مدیریت مناسب تغییرات اقلیمی به‌ویژه سازگاری با تغییر اقلیم، پیش‌بینی اثرات مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر جنگل‌های ایران در آینده و روندیابی آن طی سالیان آتی است. برای این منظور، طراحی سناریوهای تغییر اقلیم، بهترین راهکار مدیریتی برای پیش‌بینی اثرات مخرب تغییر اقلیم بر جنگل‌ها در آینده است. سناریوهای اقلیمی (بر مبنای به‌کارگیری جامعی از همه عوامل اقلیمی)، چنانچه به‌دقت طراحی شوند، می‌توانند برای پیش‌بینی تغییرات اقلیمی بر عرصه‌های طبیعی در سال‌های آینده اطلاعات خوب و مفیدی ارائه دهند و آمادگی برای سازگاری را افزایش دهند. متأسفانه گزارش‌های ارائه شده توسط سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری و همچنین مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع نشانگر آن است که در حوزه جنگل تاکنون روندیابی جامعی برای سالیان آتی ارائه نشده است.

۱. در کاپ ۲۸ تغییرات اقلیمی در سال ۲۰۲۳ در امارات متحده عربی توافق کشورهای جهان برای تأسیس یک صندوق ضرر و زیان به‌منظور کمک به کشورهای در حال توسعه برای مقابله با اثرات تغییرات آب‌وهوایی صورت گرفت.

۷. جمع‌بندی و پیشنهادهای



با توجه به وقوع تغییرات اقلیمی در مناطق مختلف جهان در سال‌های اخیر و بروز پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و خسارات مالی مربوط به رویدادهای جوی، تغییرات اقلیمی اهمیت زیادی برای سیاستگذاران جهانی پیدا کرده است. برای مقابله و مدیریت پدیده تغییر اقلیم در مجموع دورویکرد کاهش و سازگاری با تغییر اقلیم در سطح جهان مطرح شده است. کاهش تغییرات اقلیمی به معنای اجتناب و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو برای جلوگیری از گرم شدن زمین است، در حالی که سازگاری با تغییرات اقلیمی به معنای تغییر رفتار، سیستم‌ها و در برخی موارد شیوه‌های زندگی برای محافظت از افراد، اقتصاد و محیط زندگی در برابر آثار و پیامدهای تغییرات اقلیمی است. بخش جنگل از جمله حوزه‌هایی است که هم از حیث سازگاری با تغییرات اقلیمی و هم از نظر کاهش انتشار واجد اهمیت فراوان است. در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، جنگل‌زدایی مسئول انتشار سالیانه تقریباً ۳ میلیارد تن دی‌اکسید کربن در سطح جهان در دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۶ بوده است. در همین بازه، جنگل‌های باقی‌مانده حدود ۲/۵ میلیارد تن دی‌اکسید کربن را ترسیب کرده‌اند که منجر به انتشار خالص حدود ۰/۵ میلیارد تن دی‌اکسید کربن در سال از زمین‌های جنگلی به جو شده است. البته برخی کشورها با رویکرد مدیریت پایدار جنگل‌ها و توسعه جنگل‌کاری از طریق ترسیب کربن توانسته‌اند اقدامات مثبتی در این بخش انجام دهند. چین، روسیه و آمریکا از جمله کشورهایی هستند که در بازه ۲۰۲۰-۲۰۱۶ بیشترین خالص ترسیب کربن را در بخش جنگل ثبت کرده‌اند. داده‌های جهانی در خصوص ایران نیز نشان می‌دهد که ایران بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۳، خالص جذب کربن ۳،۹۲- میلیون تن دی‌اکسید کربن معادل در سال را ثبت کرده است.

علاوه بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از جنگل‌زدایی و تغییر کاربری و توان جنگل‌ها در ترسیب یکی از موضوعات مهم دیگر در مدیریت جنگل پیامدهای تغییرات اقلیمی در گذشته و آینده است. به‌رغم کاهش چشمگیر روند جنگل‌زدایی در جهان، مطالعات جهانی نشان می‌دهد که روندهای آشفته‌گی در بسیاری از زیست‌بوم‌های جنگلی در سال‌های اخیر عمیقاً تغییر کرده‌اند؛ به‌گونه‌ای که افزایش در وقوع و شدت آشفته‌گی نظیر شیوع حشرات آتش‌زا و خشک‌سالی در بخش‌های بزرگی از کره زمین ثبت شده که اقلیم یکی از محرک‌های اصلی بوده است. این وضعیت می‌تواند به‌طور جدی توانایی جنگل‌ها برای ارائه خدمات اکوسیستمی را متاثر کند و حتی از ظرفیت تاب‌آوری اکولوژیکی جنگل‌ها فراتر رود که منجر به تغییر دائمی اکوسیستم‌ها خواهد شد. این موضوع از آن جهت اهمیت بیشتری می‌یابد که تغییرات اقلیمی با تشدید وقوع آتش‌سوزی‌ها و شیوع حشرات موجب تضعیف و تخریب جنگل‌ها شده و عملاً ظرفیت ترسیب کربن را طی سالیان آتی کاهش خواهد داد. برنامه‌های مشارکت ملی مبنای بسیاری از کشورها در مسیر کاهش انتشار و تاب‌آوری اقلیمی است. این برنامه معمولاً تعهد هر کشور برای اقدام در سطح ملی در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سازگاری با تغییرات اقلیمی و گزارش پیشرفت‌های انجام شده را دربرمی‌گیرد. فائو در گزارشی کوشیده است ضمن بررسی ۸۵ برنامه مشارکت ملی که ۱۱۲ کشور را پوشش داده است تحلیلی از چگونگی کمی و کیفی توجه به حوزه کشاورزی، کاربری اراضی و جنگل ارائه کند. این تحلیل نشان می‌دهد به ترتیب ۶۸٪ و ۷۹٪ این برنامه‌ها به موضوع سازگاری و کاهش انتشار جنگل‌ها پرداخته‌اند و حدود یک‌سوم برنامه‌های مشارکت اهداف کاهش انتشار را برای کاربری اراضی و جنگل‌داری تعیین کرده‌اند که در مقایسه با برنامه‌های پیشین مشارکت ملی افزایش معناداری داشته است.

گزارش مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور در خصوص پیامدهای تغییر اقلیم بر اکوسیستم‌های جنگلی کشور نشان می‌دهد که تغییر در عوامل اقلیمی طی ۲۶ سال اخیر، نقش مهمی در وقوع آتش‌سوزی‌ها در جنگل‌های ناحیه رویشی هیرکانی و زاگرس داشته است که در این میان، تغییرات آشکار درجه حرارت در سال‌های اخیر، تأثیر مهمی بر تعدد و وسعت وقوع آتش‌سوزی‌ها گذاشته است. در خصوص آفات درختان جنگلی نیز، گفتنی است که اثرات این پدیده مخرب نیز در نواحی مختلف رویشی متفاوت بوده است. به‌غیر از آتش‌سوزی که در جنگل‌های زاگرس، سهم بسیار چشمگیری در تخریب این جنگل‌ها داشته است، آفات بلوط هم در جنگل‌های زاگرس در دهه‌های اخیر بسیار مخرب بوده است. آفات



جوانه‌خوار، برگ‌خوار و چوب‌خوار بلوط از آن جمله‌اند که شیوع آنها فقط متأثر از شکنندگی اکوسیستم جنگل‌های زاگرس به دلیل فعالیت‌های انسانی نیست، بلکه تغییر اقلیم هم در آن نقش مؤثری داشته است.

بررسی عملکرد سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری به عنوان متولی مدیریت جنگل در کشور و نهادهای پژوهشی مرتبط بیانگر آن است که مدیریت تغییرات اقلیمی در این حوزه با چالش‌هایی نظیر فقدان داده‌های ملی در خصوص میزان ترسیب کربن جنگل‌های کشور، مستندسازی ناکافی پیرامون پیامدهای تغییر اقلیم بر جنگل‌های کشور و ضعف آینده‌پژوهی در روندیابی تغییرات اقلیمی طی سالیان آتی مواجه است. بر این اساس به منظور تقویت مدیریت تغییرات اقلیمی در حوزه جنگل و به استناد بند «ت» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم، پیشنهادهایی ذیل دو محور سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ارائه می‌شود.

الف) سازگاری با تغییرات اقلیمی؛ در حوزه جنگل مستلزم آشکارسازی تغییرات اقلیمی و برآورد آسیب‌پذیری است. در این راستا برای تدوین برنامه در این حوزه محورهای زیر پیشنهاد می‌شود:

- طراحی سناریوهای تغییرات اقلیمی برای پیش‌بینی تغییرات اقلیمی در حوزه جنگل‌ها در آینده،
- طراحی مدل‌های پیش‌بینی‌کننده مخاطرات طبیعی جنگل نظیر آتش‌سوزی بر اساس عوامل اقلیمی و پیش‌بینی زمان و مکان احتمالی وقوع این پدیده‌ها در جنگل‌های نواحی رویشی ایران بر اساس پارامترهای اقلیمی،
- تهیه نقشه‌های خطر وقوع عوامل مخرب در جنگل‌های ایران بر اساس عوامل اقلیمی،
- تهیه نقشه‌های مکانی پراکنش و بروز آفات و بیماری‌ها در جنگل‌های هیرکانی و زاگرس و ارتباط آنها با عوامل اقلیمی،
- انجام اقدامات پیشگیری‌کننده در سطح ملی در مکان‌های احتمالی وقوع آفات و بیماری‌های جنگلی در کلیه نواحی رویشی ایران،
- بررسی رابطه وقوع خشک‌سالی‌ها در محدوده جنگل‌های نواحی رویشی کشور با تغییرات عوامل اقلیمی در دهه‌های اخیر،
- بررسی رابطه تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های جنگل در نواحی مختلف رویشی کشور با تغییرات عوامل اقلیمی در طول زمان،
- بررسی رابطه زمانی و مکانی تعدد وقوع سیلاب‌ها در جنگل‌های نواحی مختلف رویشی کشور با تغییرات عوامل اقلیمی،
- بررسی رابطه خشکیدگی در ختان بلوط جنگل‌های زاگرس با تغییرات عوامل اقلیمی در دهه‌های اخیر،
- بررسی روند تغییر ترکیب گونه‌های جنگلی در سطح توده و ارتباط آن با عوامل اقلیمی،
- بررسی تغییرات الگوهای تنوع زیستی در توده‌های جنگل و ارتباط آنها با عوامل اقلیمی در طول زمان،
- بررسی کاهش جمعیت و سطح زیستگاه گونه‌های بومی در توده‌های جنگلی در طول دوره زمانی معین و ارتباط پراکنش آنها با تغییرات عوامل اقلیمی،

■ بررسی افزایش استقرار گونه‌های مهاجم در توده‌های جنگلی در طول دوره زمانی معین و ارتباط پراکنش آنها با تغییرات عوامل اقلیمی.

ب) به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ در حوزه جنگل باید تمام مواردی که در مراحل مختلف حفظ، نگهداری، احیا و توسعه جنگل باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند شناسایی و متناسب با آن در جهت حذف و یا افزایش بهره‌وری اقدام شود. در این راستا برای تدوین برنامه در این حوزه محورهای ذیل پیشنهاد می‌شود:

- حفاظت از جنگل‌های کشور در برابر تغییرات کاربری، چرای دام، بهره‌برداری‌های غیرمجاز و انجام اقدامات لازم به منظور افزایش تاب‌آوری توده‌های جنگلی به مخاطرات طبیعی،
- جلوگیری از وقوع و گسترش آتش‌سوزی در جنگل‌های کشور،
- احیا و توسعه اراضی جنگلی و افزایش سرانه فضای سبز،
- لحاظ تغییرات اقلیمی در طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت به‌ویژه در تمام مراحل طراحی، کاشت و نگهداشت.



- [۱] محرم‌نژاد، ناصر، مافی، امیر. (۱۳۸۸). «بررسی نقاط قوت، نقاط ضعف، تهدیدها و فرصت‌های اجرای اصول جنگل در جنگل‌های شمال ایران (ریو تا ژوهانسبورگ)». علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۱(۴)، ۱۷۲-۱۴۹.
- [2] FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings.
- [3] FAO. 2024. The State of the World's Forests 2024 – Forest-sector innovations towards a more sustainable future. Rome.
- [4] FAO. 2020. Forest land emissions and removals. Global, regional and country trends 1990–2020. FAOSTAT Analytical Brief Series No. 12. Rome.
- [5] <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/IRN/>.
- [۶] پیامدهای تغییر اقلیم بر اکوسیستم‌های جنگلی و مرتهی کشور، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، گزارش ارائه شده به مرکز پژوهش‌های مجلس، پاییز ۱۴۰۳.
- [7] Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G.,... & Reyer, C. P. (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature climate change*, 7(6), 395-402.
- [8] Forzieri, G., Dakos, V., McDowell, N. G., Ramdane, A., & Cescatti, A. (2022). Emerging Signals of Declining Forest Resilience Under Climate Change. *Nature*, 608(7923), 534-539.
- [۹] مرید، سعید، قطبی، مهسا، سلیمی، زهرا، امید، زهرا. «بررسی الزامات و اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم و نقش قوه مقننه در آن: ۱. اصول تنظیم قوانین و برنامه‌های بالادستی در سازگاری با تغییر اقلیم (۱۶۴۳۳)». مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۸.
- [۱۰] مرید، سعید، ثقفیان، بهرام. «بررسی الزامات و اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم و نقش قوه مقننه در آن: ۲. ارزیابی برنامه توسعه پنج‌ساله ششم از منظر اصول و معیارهای سازگاری با تغییر اقلیم (۱۶۴۳۴)». مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۸.
- [۱۱] تغییرات اقلیمی و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران (۱۶۷۲۳). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۸.
- [۱۲] رضایی، مسعود، حیدری، معصومه. «ضرورت اقدام ملی برای ارتقای سازگاری با تغییرات اقلیمی (۱۹۳۲۰)». ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲.
- [۱۳] غلامپور ارباستان، هومن، چراغی، میترا، رضایی، مسعود. «بررسی فرصت‌ها و مشوق‌های عضویت در بریکس در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی (۱۹۴۰۰)». ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲.
- [۱۴] رضایی، مسعود، غلامپور ارباستان، هومن، خواجه‌پور، حسین. «بررسی فرصت‌های اجرای برنامه مدیریت کربن در کشور (۱۹۵۵۳)». ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲.
- [۱۵] رضایی، مسعود، بابایی، محسن، آوند، محمدتقی. «ملاحظات و الزامات اجرای طرح مردمی کاشت یک میلیارد درخت (۱۹۶۵۷)». ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲.
- [۱۶] چراغی، میترا، غلامپور ارباستان، هومن، سلیمانی مورچه خورتنی، الهه. «چالش‌ها و راهکارهای مدیریتی حفاظت از جنگل‌های حرا در کشور (۱۹۶۸۶)». ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲.
- [۱۷] سلیمانی مورچه خورتنی، الهه، چراغی، میترا. «درس‌آموخته‌های کشورهای گروه بریکس و اوپک در حوزه مدیریت تغییرات اقلیمی (۱۹۹۸۱)». ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۳.
- [18] Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J.

Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 271–359.

[19] Barbosa, V., et al., 2019: Paralytic shellfish toxins and ocean warming: bioaccumulation and ecotoxicological responses in juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Toxins*, 11(7), 408.

[20] Vacek, Z., Vacek, S., & Cukor, J. (2023). European forests under global climate change: Review of tree growth processes, crises and management strategies. *Journal of Environmental Management*, 332, 117353.

[21] Shaw, R., Y. Luo, T.S. Cheong, S. Abdul Halim, S. Chaturvedi, M. Hashizume, G.E. Insarov, Y. Ishikawa, M. Jafari, A. Kitoh, J. Pulhin, C. Singh, K. Vasant, and Z. Zhang, 2022: Asia. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

[22] OECD (2023), *Taming Wildfires in the Context of Climate Change*, OECD Publishing, Paris.

[23] Ameray, A., Cavard, X., & Bergeron, Y. (2023). Climate change may increase Quebec boreal forest productivity in high latitudes by shifting its current composition. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1020305.

[۲۴] قره قول، آنه محمد، احمدی، محمود. (۱۳۹۵). «بررسی تشدید مخاطرات تغییرات اقلیمی و تهدید امنیت غذایی با آسیب به محیط زیست کشاورزی». ماهنامه تحلیلی، علمی، فنی، کشاورزی و زیست محیطی سنبله.

[25] Spittlehouse, D. L., & Stewart, R. B. (2004). Adaptation to climate change in forest management. *Journal of ecosystems and management*.

[۲۶] رضاپور، ذوالفقار، اسکندری، سعیده، یزدان پناه، حجت‌الله. (۱۴۰۳). «بررسی نقش تغییرات اقلیمی در خطر وقوع آتش سوزی در جنگل‌ها و مراتع استان کهگیلویه و بویراحمد». مخاطرات محیط طبیعی.

[۲۷] اسکندری، سعیده، احمدلو، فاطمه، پورقاسمی، حمیدرضا، آهنگران، یزدانفر، رضاپور، ذوالفقار. (۱۴۰۲). «بررسی رابطه زمانی و مکانی تغییر پارامترهای اقلیمی و آتش سوزی در جنگل‌ها و مراتع استان گیلان». مجله تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران.

[28] Taleshi, H., Jalali, S. G., Alavi, S. J., Hosseini, S. M., Naimi, B., & Zimmermann, N. E. (2019). Climate change impacts on the distribution and diversity of major tree species in the temperate forests of Northern Iran. *Regional Environmental Change*, 19(8), 2711-2728.

[29] Malekian, M., & Sadeghi, M. (2020). Predicting impacts of climate change on the potential distribution of two interacting species in the forests of western Iran. *Meteorological Applications*, 27(1), e1800.

[30] Mirhashemi, H., Heydari, M., Karami, O., Ahmadi, K., & Mosavi, A. (2023). Modeling climate change effects on the distribution of oak forests with machine learning. *Forests*, 14(3), 469.

[31] Bakkegaard, R. K., Møller, L. R., & Bakhtiari, F. (2016). Joint Adaptation and Mitigation in Agriculture and Forestry. UNEP DTU Partnership.

[32] Crumpler, K., Abi Khalil, R., Tanganelli, E., Rai, N., Roffredi, L., Meybeck, A., Umulisa, V., Wolf, J. and Bernoux, M. 2021. 2021 (Interim) Global update report – Agriculture, Forestry and Fisheries in the Nationally Determined Contributions. Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 91. Rome, FAO.

[33] Verkerk, P.J., Delacote, P., Hurmekoski, E., Kunttu, J., Matthews, R., Mäkipää, R., Mosley, F., Perugini, L., Reyer, C. P. O., Roe, S., Trømborg, E. 2022. Forest-based climate change mitigation and adaptation in Europe.

From Science to Policy 14. European Forest Institute.

[34] Jonas, J. S., d, Kai, S., Nils, B. (2022). The diffusion of climate change adaptation policy. *WIREs Climate Change*, 13(3), 1-18.

[35] Kolström, M., Lindner, M., Vilén, T., Maroschek, M., Seidl, R., Lexer, M. J., Netherer, S., Kremer, A., Delzon, S., Barbati, A., Marchetti, M., & Corona, P. (2011). Reviewing the science and implementation of climate change adaptation measures in European forestry. *Forests*, 2(4), 961–982.

[36] Boucher, D., Gauthier, S., Thiffault, N., Marchand, M., Girardin, M., Urli, M. (2020). How climate change might affect tree regeneration following fire at northern latitudes: a review. *New Forests* 51: 543–571. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09745-6>.

[37] Taylor, A. R., Endicott, S., Hennigar, C. (2020). Disentangling mechanisms of early succession following harvest: Implications for climate change adaptation in Canada's boreal-temperate forests. *Forest Ecology and Management*, 461, 1 April 2020, 117926, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117926>.

[38] Mina, M., Messier, S., Duveneck, M., Fortin, M. J., Aquilué, N. (2020). Network analysis can guide resilience-based management in forest landscapes under global change. *Ecological Applications*, (31):1, <https://doi.org/10.1002/eap.2221>.

[39] Canelles, Q., Aquilué, N., James, P.M.A., Lawler, J., Brotons, L., (2021). Global review on interactions between insect pests and other forest disturbances. *Landscape Ecol* 36, 945–972 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01209-7>.

[40] Rudel, T.K., Meyfroidt, P., Chazdon, R., Bongers, F., Sloan, S., Grau, R. H., Van Holt, T., Schneider, L. (2020). Whither the forest transition? Climate change, policy responses, and redistributed forests in the twenty-first century. *Ambio* 49, 74–84 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13280-018-01143-0>.

[۴۱] وحید، حسن. نامه سرپرست سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، مخاطب نامه: معاون پژوهشی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۳.

گزیده سیاستی

یکی از محورهای اصلی تدوین برنامه مدیریت تغییرات اقلیمی ذیل ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم می‌باید حوزه جنگل باشد که در این راستا چالش‌های مربوطه احصا شده و پیشنهادهایی ذیل دو محور سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ارائه شده است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران - خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۲۰۰۰ | صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ | پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir