

نقش جنگل‌های شهری در تغییرات اقلیمی

پوریا پوررمضان^۱ و رقیه جهدی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی رشته علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشیار علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

(roghayeh.jahdi@uma.ac.ir*)

چکیده

امروز تخریب جنگل‌ها از جمله جنگل‌های شهری تحت تاثیر تغییر اقلیم به عنوان یکی از معضلات جامعه بشری مطرح است و این مسئله منطقه‌ای نبوده و به مرزهای سیاسی و جغرافیایی محدود نیست، بلکه یک مسئله جهانی است. بنابراین، یکی از چالش‌های قرن ۲۱ میلادی موضوع نوسانات و تغییرات اقلیمی است. لذا با استفاده از روش‌های استناد به منابع به طرق مختلف تلاش شده تا به آثار تغییرات اقلیمی صورت گرفته بر کلان شهرها پرداخته شود. بر پایه یافته‌های موجود می‌توان گفت تغییرات اقلیمی خود یکی از نتایج افزایش انتشار آلاینده‌ها در کلان شهرها است که در حال حاضر تمام جوانب زندگی بشر را تحت شعاع خود قرار داده است. در عین حال تغییرات اقلیمی می‌تواند از طریق گرمایش جهانی، تشدید انتشار برخی از آلاینده‌های اصلی مثل ازن و ذرات معلق، آتش‌سوزی جنگل‌ها، مهاجرت، افزایش جمعیت کلان شهرها، تهدیدات سلامتی انسان شهرنشین، وارونگی و ایجاد جزایر حرارتی بر کیفیت هوای کلان شهرها تأثیر بگذارد. اما در جهت کاهش این آثار، حفظ سلامت جنگل‌های شهری امری حیاتی است که نیازمند برنامه‌ریزی بلندمدت برای تاب‌آوری و همچنین مدیریت کوتاه-مدت بحران است.

واژه‌های کلیدی: جنگل شهری، تغییرات اقلیمی، زیرساخت‌های سبز شهری، آلودگی کلان شهرها

۱- مقدمه

شهرنشینی یکی از روندهای مهم تحولات اقتصادی- اجتماعی قرن بیستم به ویژه در کشورهای در حال توسعه بوده است [۱]. در قرن بیست و یکم، جمعیت جهان با سرعت هرچه بیشتر رو به افزایش است و همزمان با آن شهرنشینی متراکم‌ترین و انبوه‌ترین دوران خود را آغاز کرده است. این در حالی است که این روند، سهم برابری میان کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته را شامل نشده و تقریباً نزدیک به ۹۰ درصد جمعیت شهرنشین به مناطق شهری کشورهای در حال توسعه تعلق دارد [۲]. در حال حاضر، جامعه روستایی جهان تقریباً ۳/۴ میلیارد نفر است. پیش‌بینی می‌شود تا اواسط قرن بیست و یکم این تعداد به ۳/۲ میلیارد نفر کاهش یابد [۳]. افزایش جمعیت و رشد فزاینده شهرها، مناطق مسکونی و صنعتی، اراضی کشاورزی و پوشش طبیعی زیادی را به کام خود فرو می‌برد. این مسئله موجب بروز مشکلاتی در زمینه نیازهای آینده بشر می‌شود از طرفی شهرها در خط مقدم انتقال انرژی جهانی قرار دارند. به عنوان مثال، توسعه شهرنشینی و افزایش سطوح نفوذناپذیر در بسیاری از موارد، منجر به افزایش حجم رواناب و ایجاد سیل در نواحی پایین دست شده است [۴].

در کنار توسعه شهری، تغییر اقلیم یک پدیده جهانی است که تا حد زیادی بر زندگی شهری تأثیر می‌گذارد. اقلیم چه در مقیاس جهانی چه در سطح ملی و یا منطقه‌ای به عنوان ترکیب آب و هوایی که به صورت درازمدت ثبت شده باشد تعریف می‌شود [۵]. اقلیم یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر بوم‌سازگان‌ها است، بنابراین کوچکترین تغییرات اقلیمی بر بوم‌سازگان‌ها تأثیر می‌گذارد [۶]. که یکی از چالش‌های قرن ۲۱ میلادی موضوع نوسانات و تغییرات اقلیمی است. تغییرات اقلیمی، تغییر در میانگین آب و هوا یا تغییرپذیری آب و هوا است که در یک دوره طولانی ادامه دارد [۷]. افزایش دمای جهانی باعث افزایش سطح دریاها، افزایش تعداد رویدادهای حدی آب و هوایی مانند سیل، خشکسالی و طوفان و افزایش شیوع آفات و بیماری‌ها می‌شود. همه اینها تأثیرات پرهزینه‌ای بر خدمات اساسی، زیرساخت‌ها، مسکن، معیشت انسان و سلامت شهرها دارد. در عین حال، شهرها نقش کلیدی در تغییرات اقلیمی دارند، زیرا فعالیت‌های شهری منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. برآوردها حاکی از آن است که شهرها مسئول ۷۵ درصد انتشار گاز CO₂ در جهان هستند که حمل و نقل و ساختمان‌ها از جمله بزرگ‌ترین عوامل آن هستند [۸]. در این شهرها، بویژه آن‌هایی که در نواحی خشک دنیا واقع شده‌اند، تأثیرات تغییرات اقلیمی و تأثیر جزیره گرمایی شهری (UHI¹) به دلیل کمبود آب، دمای بالا، محیط‌های عمدتاً بیابانی و طوفان‌های گرد و غبار و شن مکرر تشدید می‌شود. با توجه به این شرایط، گسترش و حفظ فضاهای سبز نه تنها برای دستیابی به توسعه پایدار شهری مهم بلکه اساسی است. سبز کردن این مناطق خشک مزایای مهمی مانند کاهش اثر UHI از طریق سایه‌اندازی و خنک‌سازی، حفظ منابع آب با کاهش تبخیر و تسهیل نفوذ آب به خاک را به همراه خواهد داشت.

جنگل‌های شهری با خدمات مهم بوم‌سازگانی مانند کاهش فشار بر محیط زیست و بهبود سلامت انسان مرتبط هستند. این مزایا با تغییرات اقلیمی اهمیت بیشتری پیدا خواهند کرد، به‌ویژه با توجه به اینکه بیشتر انسان‌ها اکنون در شهرها زندگی می‌کنند. با این حال درختان شهری خود توسط تغییر اقلیم، رشد بی‌سابقه شهری و آفات و بیماری‌های غیرمعمول جدید تهدید می‌شوند. از این رو، برای حفظ خدمات ارائه شده توسط جنگل‌های شهری، توسعه شیوه‌های مدیریت درخت کارآمد با هدف به حداقل رساندن خطر مرگ و میر فاجعه بار درختان اهمیت بیشتری پیدا می‌کند [۹].

¹ Urban heat island

جنگل‌های شهری مجموعه‌ای از مزایای محلی و جهانی به عنوان خدمات محیط زیست به شمار می‌رود. از جمله منافع آن برای محیط زیست، سلامت جوامع و عمومی را ارائه می‌دهد. درختان و پوشش گیاهی همچنین خاک را از فرسایش محافظت می‌کند، آن را تثبیت می‌کند و به عنوان یک مانع طبیعی در برابر بادهای شدید عمل می‌کند که در غیر این صورت ماسه‌های سست را بلند کرده و مناطق شهری و زیرساخت‌ها را تهدید می‌کند. با این وجود، ارائه انواع مختلف خدمات بوم‌سازگان توسط درختان شهری، به تنوع زیستی درختان شهری وابسته است و از این رو به عنوان اصلی‌ترین عامل در ارائه این خدمات مطرح است. تنوع زیستی غنی گونه‌ای درختان شهری به عنوان یک راه‌حل عمده برای حفظ و نگهداشت جامعه درختی سالم و پایدار پیشنهاد می‌شود [۱۰]. به عنوان یک اصل کلی، هراندازه تنوع زیستی درختان شهری بیشتر باشد، مقاومت بوم‌سازگان و تاب‌آوری آنها در برابر تنش‌های محیطی (مانند افزایش دما)، بیماری‌ها و آفت‌ها بیشتر خواهد بود [۱۱]. استفاده از گونه یا جنس‌های غیربومی در برنامه‌های کاشت از دیگر مباحث مطرح شده در افزایش تنوع زیستی درختان شهری است که سبب شکل‌گیری بحث‌هایی بسیار پیرامون ریسک‌ها و پیامدهای احتمالی کاشت و گسترش این گونه‌ها در محیط زیست شهری شده است. در این راستا، شناخت خاستگاه گونه‌های موجود می‌تواند در تعیین تهدیدات تهاجمی گونه‌ها بسیار مفید باشد. گونه‌های درختی غیربومی اغلب آشیان گسترده‌تری دارند که سبب پراکنش آنها در شهرهای مختلف شده است و از زمان‌های قدیم عامدانه در مناطق مختلف جهان کاشت شده‌اند [۱۲].

تغییرات اقلیمی سلامت و بقای درختان شهری و مزایای مختلفی را که برای ساکنان شهری به ارمغان می‌آورد را تهدید می‌کند. پیش‌بینی می‌شود که بیشترین خطر در شهرهایی با عرض‌های جغرافیایی پایین - مانند دهلی نو و سنگاپور - که همه گونه‌های درختان شهری در برابر تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیر هستند، بیشتر است [۱۳]. از سوی دیگر جنگل‌های شهری در بسیاری از شهرها در چند سال اخیر دچار کاهش شده‌اند و تاج پوشش شهری در بسیاری از شهرها کمتر از مقدار پیش‌بینی شده می‌باشد [۱۴].

۲- مدیریت جنگل‌های شهری

مدیریت جنگل شهری معمولاً با هدف ایجاد جنگل‌های شهری پایدار است که مزایای ارائه شده توسط درختان را به حداکثر می‌رساند، با استانداردهای ایمنی تعیین‌شده همسو می‌شود و انتظارات سیمای سرزمین و بصری و چارچوب‌های اقتصادی را برآورده می‌کند. اهداف مدیریتی را می‌توان از طریق اقدامات هدفمند، از جمله کاشت یا حذف درخت، حفاظت از جنگل‌های موجود، و انتخاب گونه‌های درختی و مکان‌های مناسب، که در مجموع بر ساختار جنگل و مزایای بیشتر تأثیر می‌گذارد، به دست آورد [۱۵]. با این حال، ساختار یک جنگل شهری صرفاً توسط شیوه‌های مدیریتی تعیین نمی‌شود. فرآیندهای طبیعی مانند بازسازی، رشد، مرگ و میر، و رویدادهایی مانند طوفان و شیوع آفات، و همچنین اقدامات انسانی مانند معرفی گونه‌های غیربومی یا تغییرات اقلیمی نیز نقش مهمی در شکل دادن به ساختار جنگل ایفا می‌کنند [۱۶]. آفات و بیماری‌های مهاجم تهدیدی اساسی برای جنگل‌های سالم شهری هستند [۱۷]. آفات و بیماری‌های غیربومی، که از طریق فرآیندهای طبیعی و با واسطه‌ی انسان به مناطق جدید گسترش می‌یابند، می‌توانند منجر به آسیب‌های قابل توجهی شوند، زیرا درختان بومی ممکن است در برابر عوامل بیماری‌زا ناآشنا فاقد دفاع باشند. اثرات اکولوژیکی و اقتصادی این شیوع می‌تواند گسترده باشد و منجر به تغییرات در رشد درختان، افزایش مرگ و میر درختان، و تغییر در ترکیب، ساختار و خدمات بوم‌سازگان ارائه شده توسط جنگل‌های شهری شود.

مهمترین مواردی که باید به آن پرداخته شود تأثیر کلان شهرها به عنوان نقاط تمرکز جمعیت در جهان بر افزایش انواع آلودگی‌های که تغییرات اقلیمی را موجب می‌شوند و از طرف دیگر تأثیر تغییرات اقلیمی بر تشدید انواع آلودگی‌ها در کلان شهرها به ویژه افزایش میزان آلودگی هوا در این نقاط می‌باشد. تغییرات اقلیمی خود یکی از پیامدهای آلودگی هوا می‌باشد که در قرن

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

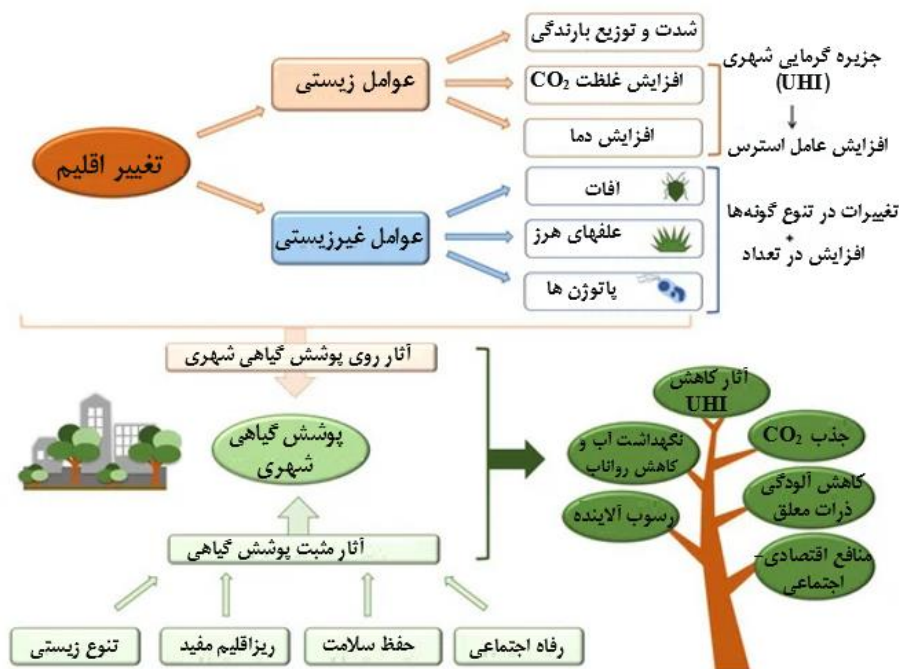
استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

بسیست و یکم سبب بروز بحران‌هایی همچون سیل در برخی نقاط جهان و خشکسالی در نقاط دیگر، جابه جایی فصول، بحران منابع و ذخایر انرژی، کاهش نرخ تولیدات کشاورزی، افزایش ریزگردها، وارونگی دمایی در برخی مناطق، ذوب یخ‌های قطبی، آتش سوزی جنگل‌ها و... شده است که هر کدام به نحوی در تشدید آلودگی هوا در کلان شهرها نقش دارند. براین اساس، مسئله تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا در کلان شهرها کاملاً با هم در ارتباط بوده و برهم تأثیرگذار می باشند. موضوع اثر تغییرات اقلیمی بر آلودگی کلان شهرها جزء مسائلی است که کمتر به آن پرداخته شده و پژوهش‌های صورت گرفته بیشتر به تأثیر آلودگی بر تغییرات اقلیم پرداخته اند، بنابراین، پژوهش در زمینه تأثیرات تغییرات اقلیمی بر آلودگی هوای کلانشهرها بسیار حائز اهمیت بوده و بررسی در این زمینه می تواند به عنوان یک راه حل مهم جهت کاهش اثرات منفی ناشی از این بحران باشد. با این وجود، جنگلداری شهری راه‌حلی برای همه نیست. هر شهر و منطقه، با مجموعه‌ای از چالش‌ها و فرصت‌های منحصر به فرد خود، به استراتژی‌های متناسب نیاز دارد. با توجه به تنوع و متمایز بودن مسائل جنگلداری شهری و پتانسیل آنها برای کاهش نابرابری‌های محیط‌زیستی و اقتصادی-اجتماعی در سراسر جهان، چگونگی درک و مدیریت جنگل‌ها و درختان شهری در مناطق جغرافیایی مربوطه حائز اهمیت است [۸].

۳- جنگل‌های شهری و تغییرات اقلیمی

تغییرات اقلیم جهانی یک تهدید قابل توجه برای بقای بوم‌سازگان‌های طبیعی است که سیستم‌های پویا و پیچیده‌ای هستند که تحت تأثیر تغییرات مختلف در شرایط محیطی قرار دارند [۱۸]. این به شدت بر عوامل غیرزیستی و زیستی تأثیر می‌گذارد و منجر به تغییرات در عناصری مانند امواج گرما، شدت بارش، غلظت CO_2 و دما می‌شود. با گذشت زمان، این تغییرات به تکثیر آفات، علف‌های هرز و پاتوژن‌های جدید کمک می‌کند و تنش‌های زیستی و غیرزیستی را بر گیاهان تحمیل می‌کند. گیاهان شهری فرصتی بی‌نظیر برای مطالعه فیزیولوژی گیاهی ارائه می‌دهند. علاوه بر این، کشاورزی شهری به طور فزاینده‌ای به عنوان یک رویکرد حیاتی و پایدار برای سازگاری و کاهش تغییرات اقلیمی و در عین حال ارتقای رفاه روانی پذیرفته می‌شود شکل (۱).



شکل (۱) - رابطه بین تغییر اقلیم و پوشش گیاهی شهری [۱۸].

درختان شهری عنصر طبیعی غالب در شهرها هستند. آنها خدمات بوم‌سازگانی مهمی را به شهروندان شهری ارائه می‌دهند و به مناطق شهری کمک می‌کنند تا با تغییرات اقلیمی سازگار شوند. تاکنون دیدگاه‌های مختلف در تعیین اهداف مدیریت جنگل‌های شهری ارائه شده است که برخی از آنها در پرداختن به موضوعات مهم مدیریت اکولوژیکی و اجتماعی بی‌اثر بوده‌اند. در این میان، دیدگاهی مبتنی بر ارزش‌ها وجود دارد که مدیریت را فرآیندی می‌بیند که در آن خواسته‌های ساکنان شهری برآورده می‌شود. دیدگاه دیگر سازگاری با تغییرات اقلیمی است که مدیریت را فرآیندی می‌داند که در آن آسیب‌پذیری جنگل‌های شهری در برابر تغییرات اقلیمی کاهش می‌یابد و تاب‌آوری افزایش می‌یابد. هر دوی این دلایل دارای مزیت تکمیل، افزایش و گسترش اهداف مدیریت جنگل شهری هستند. تحلیل انتقادی ادبیات ارزش‌های عمومی مرتبط با جنگل‌های شهری و سازگاری با تغییرات اقلیمی در زمینه جنگل‌های شهری برای بحث در مورد معنای اتخاذ این دو موضوع در مدیریت جنگل‌های شهری انجام می‌شود. مطالعات قبلی نشان می‌دهد که با دیدن مدیریت جنگل شهری به عنوان فرآیندی که توسط آن ارزش‌های عمومی تامین می‌شود و آسیب‌پذیری جنگل شهری در برابر تغییرات اقلیمی کاهش می‌یابد، می‌توانیم موضوعاتی مانند طبیعی شدن، مدیریت تطبیقی و مشارکت مردم در مدیریت را در مرکز مدیریت جنگل شهری قرار دهیم [۱۹]. تمرکز مدیریت جنگل‌های شهری بر روی این موضوعات می‌تواند به تضمین موفقیت برنامه‌های متمرکز بر کاشت درختان بیشتر و افزایش مشارکت شهروندان در مدیریت جنگل‌های شهری کمک کند.

سازگاری با تغییرات اقلیمی توسط بسیاری از شهرداری‌ها در سراسر جهان پذیرفته شده است [۲۰]. یکی از عناصر این امر کاشت و حفاظت از درختان شهری است. با این حال، این واقعیت که تغییرات اقلیمی نیز بر درختان شهری تأثیر خواهد گذاشت، تا حد

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

زیادی نادیده گرفته شده است. در این ارتباط، ارزیابی آسیب‌پذیری اقلیمی برای پرداختن به سازگاری اقلیمی در جنگل‌های شهری ضروری است و به سازگاری موفق اقلیم در شهرها کمک می‌کند. با توجه به مفهوم کلی آسیب‌پذیری جنگل‌های شهری در برابر تغییرات اقلیمی، می‌توان چارچوبی عملیاتی برای انجام ارزیابی آسیب‌پذیری توسعه داد. این چارچوب، قرار گرفتن در معرض اقلیم، تأثیر، حساسیت، و ظرفیت سازگاری، و همچنین محرک‌ها و عوامل غیراقلیمی را در جنگل‌های شهری مشخص می‌کند. مهم‌ترین موضوعات در این بحث شامل انتخاب و تنوع گونه‌های درختی شهری، طبیعی‌سازی، دسترسی به منابع، آگاهی و مشارکت اجتماعی، بودجه و ارزش‌گذاری اقتصادی، مسائل مربوط به مسئولیت و ساختارهای حکمرانی است. ارزیابی‌های آسیب‌پذیری تغییر اقلیم به ما کمک می‌کند بفهمیم که چگونه و چرا جنگل‌های شهری در برابر تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیر هستند، مناطق آینده را برای تحقیق شناسایی کنیم، و تعیین کنیم که چه اقدامات سازگاری می‌تواند در مدیریت جنگل‌های شهری گنجانده شود. این ارزیابی‌ها کمک می‌کنند تا تغییرات اقلیمی را در خط مقدم فرآیند تصمیم‌گیری قرار دهند و به سازگاری موفق شهری با تغییرات اقلیمی کمک کنند [۲۱].

۳-۱- جنگل شهری و ترسیب کربن

در دوران رشد و توسعه سریع شهری، نظارت بر جریان کربن در شهرها اهمیت بیشتری پیدا کرده است [۲۲]. درختان شهری بخش مهمی از زیست توده چوبی سرپا را تشکیل می‌دهند که تحت مدیریت مستقیم توسط انسان قرار دارد [۲۳]. حفظ و ساخت جنگل‌های شهری بزرگ‌تر و سالم‌تر، فرصتی را برای افزایش حذف کربن اتمسفر فراهم می‌کند و در عین حال مجموعه‌ای از مزایای مشترک دیگر را برای جمعیت شهری فراهم می‌کند، از جمله بهبود سلامت انسان، کاهش آلودگی، و بهبود طول عمر زیرساخت‌ها [۲۴]. علاوه بر مزایای کاهش تغییرات اقلیمی مرتبط با درختان به عنوان سینک‌های کربن، جنگل‌های شهری این توانایی را دارند که مزایای کربن را به طور غیرمستقیم با کاهش اثر جزیره گرمایی شهری و بهبود کارایی مصرف انرژی در ساختمان‌ها فراهم کنند [۲۵]. ثبت و گزارش موثر روند درختان شهری به ثبت روند کلی کربن در بخش زمین کمک می‌کند.

درختان شهری بر دمای هوا تأثیر می‌گذارند و در نتیجه انتشار کربن از منابع شهری متعدد را تغییر می‌دهند و خنک نگه داشتن سیمای سرزمین شهری، افزایش جذب گرما و ذخیره گرما مهم است. جنگل شهری نیاز به جذب کربن در شهرها دارد که به سیاست‌های جبران کربن برای جهان کمک می‌کند و باعث گرم شدن کره زمین می‌شود. کمربندهای سبز کاشته شده این امکان را دارند که گازهای گلخانه‌ای خودرو را بین بزرگراه‌ها و مناطق مجاور کاهش دهند. پوشش درختان بین شهری به طور چشمگیری متفاوت است و تأثیر بالا رفتن دما را می‌کاهد. آب طوفان و گرد و غبار ریز را جمع می‌کنند و به عنوان سینک کربن برای کاهش آلودگی عمل می‌کنند. درختان شهری به تنظیم ریز اقلیم شهری و به حداقل رساندن تغییرات اقلیمی کمک می‌کنند.

۳-۲- تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا در شهرها

تغییرات اقلیم مهم‌ترین تهدید برای حیات روی زمین است [۲۶]. این ناشی از انتشارات طبیعی و انسانی آلاینده‌های هوا، به ویژه گازهای گلخانه‌ای (GHGs) است که باعث ایجاد اثرات در مقیاس بزرگ بر اقلیم می‌شود [۶]. به عبارت دیگر، رابطه پیچیده بین آلودگی هوا و تغییرات اقلیم در درجه اول توسط گازهای گلخانه‌ای هدایت می‌شود [۲۷]. بخار آب، ازن (O_3)، اکسید نیتروژن (N_2O)، دی اکسید کربن (CO_2) و متان (CH_4) از جمله گازهای گلخانه‌ای هستند که باعث گرم شدن کره زمین می‌شوند، اگرچه دو مورد اخیر ۹۰ درصد گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهند و عمدتاً از طریق سوزاندن سوخت‌های فسیلی ساطع می‌شوند [۲۸].

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

آلودگی هوا و تغییرات اقلیمی از نظر ۱- منابع انتشار، ۲- مشخصات اقلیم و شیمی، و ۳- اقدامات کاهش به طور جدایی ناپذیری مرتبط هستند. هر دوی آنها پیامدهای قابل توجهی برای سلامتی انسان دارند. به عنوان مثال، ذرات معلق (PM) نه تنها با آثار نامطلوب سلامتی مرتبط هستند [۲۹]، بلکه یک تأثیر اقلیمی مداری نیز دارند، زیرا می‌توانند به عنوان هسته‌های تشکیل ابر عمل کنند و در نتیجه بر عوامل جوی و همچنین پدیده‌های هواشناسی تأثیر بگذارند. به عنوان مثال، پراکندگی یا جذب تابش به داخل [۳۰]. به همین ترتیب، افزایش دمای جهانی، خشکسالی، کاهش منابع آب، کوچک شدن صفحات یخی، سیل و فرسایش در نواحی ساحلی، اسیدی شدن اقیانوس‌ها، بالا آمدن سطح دریاها و افزایش رویدادهای شدید آب و هوایی شواهد انکارناپذیری از گرم شدن کره زمین ارائه می‌دهد [۲۶]. اگرچه این مسائل جهانی به عنوان مشکلات متمایز در زمینه‌های متعدد تحقیق و سیاست دیده می‌شوند، اما به ناچار به هم مرتبط هستند و هر سیاست کاهشی در یک زمینه می‌تواند بر شرایط در حوزه دیگر تأثیر بگذارد که نیازمند یک رویکرد جامع به راه‌حل‌ها است [۳۱].

۳-۳- تأثیر تغییرات اقلیمی بر ذرات معلق

آلاینده‌های جوی شامل گاز و ذرات معلق (PM) هستند که می‌توانند اثرات نامطلوب قابل توجهی بر محیط زیست، تغییرات اقلیم و حتی سلامت انسان داشته باشند. تعداد مطالعات در مورد ذرات معلق اتمسفر طی دو دهه گذشته به شدت افزایش یافته است [۳۲]، که با شهرنشینی سریع و صنعتی شدن در سراسر جهان مرتبط است. آلودگی جوی ناشی از ذرات معلق در برخی از کشورهای در حال توسعه و در بسیاری از شهرهای کشورهای توسعه یافته به یک مشکل بزرگ زیست محیطی تبدیل شده است [۳۳].

ذرات معلق با قطر کمتر از ۲٫۵ میکرومتر (PM_{2.5}) تهدیدی برای سلامتی جمعیت انسان هستند. صرف‌نظر از تلاش‌ها برای تنظیم منابع آلودگی، مشخص نیست که تغییرات اقلیمی ناشی از گازهای گلخانه‌ای (GHG) چگونه بر سطوح PM_{2.5} تأثیر می‌گذارد. در گزارش Xu و Lamarque [۲۷] با استفاده از شبیه‌سازی‌های مجموعه‌ای یک قرن با سیستم مشترک زمین مدل ۱ (CESM1)، نشان داده شده که اگر انتشارات انسانی در سطح سال ۲۰۰۵ باقی بماند، غلظت سطح جهانی و بار ستون اتمسفر سولفات، کربن سیاه و اولیه کربن آلی همچنان در پایان قرن بیست و یکم (۲۰۹۰-۲۱۰۰) به دلیل گرمایش جهانی تنها ۵ تا ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. کاهش شار حذف مرطوب PM_{2.5}، با وجود افزایش بارندگی جهانی، علت اصلی افزایش بار ستون PM_{2.5} است. به صورت منطقه‌ای در آمریکای شمالی و آسیای شرقی، تغییر بارندگی آینده به سمت رویدادهای سنگین مکرر به تضعیف شارهای حذف مرطوب کمک می‌کند. این نتایج نشان می‌دهد که برای تعیین استانداردهای انتشار آبی لازم برای مطابقت با استاندارد کیفیت هوا، باید تأثیر تغییر اقلیم در نظر گرفته شود.

جنگل‌های شهری از نظر کیفیت محیط‌زیستی مرتبط با ذرات معلق (PM) نقش حیاتی ایفا می‌کنند و مطالعات در این زمینه رو به افزایش است. در مطالعه Han و همکاران [۳۴] چگونگی تأثیر جنگل‌های شهری بر PM اتمسفر در سه مقیاس، از جمله مقیاس تک درخت، مقیاس توده و مقیاس منطقه‌ای مورد بحث قرار گرفت. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل PM در مقیاس پایه به جهات عمودی و جانبی تقسیم شد. درختان به عنوان فردی، ذرات را عمدتاً توسط برگ‌ها جذب می‌کنند که میزان آن با ویژگی‌های ساختار برگ مانند مو، تریکوم، موم، استوما، شکل و غیره تعیین می‌شود. در سطح توده، آثار پوشش گیاهی جنگل شهری تفاوت‌هایی را در دو جهت (عمودی و جانبی) نشان داد و مقادیر پیش‌بینی‌شده سرعت رسوب در جهت عمودی با مدل‌های مختلف متفاوت بود که ناشی از ورودی عوامل تأثیرگذار متعدد (به عنوان مثال، عوامل هواشناسی، گونه‌های گیاهی، طراحی ساختمان و غیره) بود. در مقیاس منطقه‌ای، ظرفیت حذف ذرات اتمسفر توسط جنگل‌های شهری به سطح آلودگی، سطح پوشش گیاهی،

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

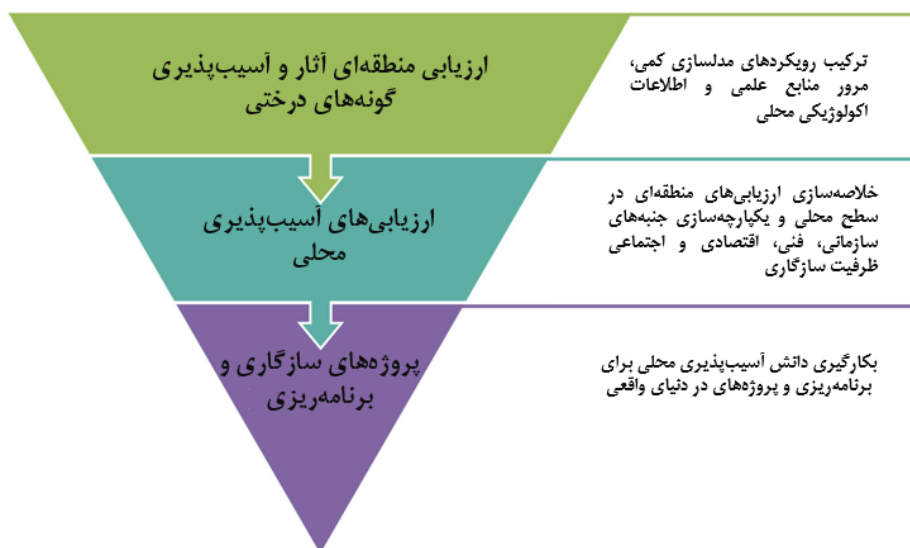
استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

شاخص سطح برگ و نوع سطح زیرین بستگی دارد. ظرفیت حذف PM انواع مختلف پوشش گیاهی معمولاً به ترتیب زیر بود: جنگل سوزنی‌برگ < جنگل همیشه‌سبز < جنگل خزان‌کننده. تحلیل‌ها در مقیاس‌های مختلف نشان داد که نقش جنگل‌های شهری در PM را نمی‌توان به سادگی مثبت یا منفی تلقی کرد، زیرا باید با ترکیب عوامل مختلف (مانند گونه‌های گیاهی، شرایط هواشناسی و برنامه‌ریزی و طراحی شهر) در مقیاس‌های مختلف در نظر گرفته شود. بنابراین، تجزیه و تحلیل چند مقیاسی بر روی اثرات ذرات اتمسفر می‌تواند به درک بهتر نقش جنگل‌های شهری به عنوان یک سیستم پیچیده کمک کند و پایه و اساس مطالعات آینده را فراهم کند [۳۴].

۴- چارچوب واکنش به تغییرات اقلیمی جنگلداری شهری

در اینجا یک رویکرد مبتنی بر درس‌های آموخته‌شده از چارچوب واکنش به تغییرات اقلیمی مطرح می‌شود که یک رویکرد مشترک و متقابل بین دانشمندان، مدیران و مالکان برای گنجاندن ملاحظات تغییر اقلیمی در مدیریت منابع طبیعی است [۳۶]. این تلاش منجر به شش ارزیابی آسیب‌پذیری زیست‌محیطی منتشر شده و بیش از ۱۷۵ پروژه نمایشی سازگاری در سراسر غرب و شمال شرق ایالات متحده شده است [۳۵]. در این رویکرد چارچوب اولیه واکنش به تغییر اقلیم تغییر داده شده تا نیازهای منحصر به فرد محیط شهری برآورده شود، از جمله محدوده وسیع‌تری در شرایط رشد در سطح رویشگاه از جمله محیط‌های مهندسی شده، گونه‌ها و ارقام غیربومی بیشتر، و ترکیبی از عوامل اجتماعی و اقتصادی که ظرفیت سازگاری جوامع را تغییر دهد. چارچوب واکنش تغییر اقلیم جنگلداری شهری دارای سه جزء کلیدی است که با یک ارزیابی منطقه‌ای گسترده شروع می‌شود، به ارزیابی آسیب‌پذیری محلی محدود می‌شود و در نهایت به نیازهای خاص پروژه‌های فردی روی زمین می‌پردازد. شکل (۲)، [۳۶].



شکل (۲) - رویکرد سه مرحله‌ای به کار گرفته شده توسط چارچوب واکنش به تغییرات اقلیمی جنگلداری شهری. مقیاس فضایی و تمرکز با هر مرحله محدود می‌شود [۳۶].

۵- نتیجه‌گیری

افزایش تراکم جمعیت و تأثیر تغییرات اقلیمی در مناطق شهری، شهرها را به طور فزاینده‌ای آسیب‌پذیر کرده است. آلودگی هوا، سیل و جزایر گرمایی شهری از جمله تهدیدات محیط‌زیستی هستند که برنامه‌ریزان شهری در تلاش برای ارتقای شهرهای تاب‌آور با آن مواجه هستند. تراکم جمعیت بالا اتکا به جنگل‌های شهری و مزایای مرتبط با آن (خدمات بوم‌سازگان) را افزایش می‌دهد. برای کاهش آسیب‌پذیری جنگل‌های شهری، درک مکانیسم‌هایی که ممکن است منجر به تغییر در ساختار و عملکرد آنها شود، مهم است. اما در جهت کاهش این آثار، حفظ سلامت جنگل‌های شهری امری حیاتی است که نیازمند برنامه‌ریزی بلندمدت برای تاب‌آوری و همچنین مدیریت کوتاه‌مدت بحران است. یکی از چالش‌برانگیزترین جنبه‌های برنامه‌ریزی برای خطرات تغییرات اقلیمی، دانستن این موضوع است که تهدیدات غیرقابل پیش‌بینی (مانند ورود گرد و غبارها) احتمالاً به وجود می‌آیند. بنابراین، بهترین استراتژی برای مقابله با موارد غیرمنتظره، گسترش تنوع جنگل شهری است. در جنگلداری شهری همیشه تمایل به ایجاد تک‌کشت گونه‌های درختی خاص وجود داشته است که در محیط شهری واقعاً خوب عمل می‌کنند. اما ما باید به دور شدن از این طرز فکر تک‌کشتی ادامه دهیم.

وضعیت فعلی تحقیق در مورد درک آثار تغییر اقلیم بر درختان شهری، محدود به توانایی سازگاری با بوم‌سازگان‌های شهری است. نیاز به درک بهتری از نحوه پارامترسازی مدل‌های توزیع گونه‌ها برای گونه‌ها در محیط‌های کشت شده است. تحقیقات مشاهده‌ای و تجربی بیشتری نیز برای درک بهتر تحمل رویدادهای شدید مانند طوفان‌های باد، رویدادهای باران شدید و خشکسالی مورد نیاز است، اگرچه برخی کارها در این زمینه انجام شده است [۳۷]. علاوه بر این، درک ما از اینکه چگونه آفات و بیماری‌ها ممکن است بر درختان شهری در یک اقلیم متغیر تأثیر بگذارند، هنوز نسبتاً ابتدایی است، اگرچه برخی از روش‌های ارزیابی انجام شده است [۳۸]. چارچوب واکنش به تغییرات اقلیمی جنگلداری شهری یک رویکرد جامع برای سازگاری درختان و جنگل‌های شهری است که نیاز به آزمایش در جوامع واقعی است. این رویکرد می‌تواند برای تخمین تعداد درختان و گونه‌هایی که در مقیاس‌های مختلف در برابر تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیر هستند استفاده شود. با استفاده از این رویکرد، اطلاعات کمی منطقه‌ای را می‌توان با ارزیابی‌های کیفی در مقیاس محلی ادغام کرد. ابزارهای توسعه یافته از طریق این فرآیند می‌توانند به شهرداری‌ها و سایر سازمان‌ها در انطباق تصمیمات مدیریت جنگل شهری خود با تغییر اقلیم کمک کنند. ماهیت دقیق آثار تغییر اقلیم بر جنگل‌های شهری نامشخص است و مدیران برای سازگاری بر مهارت‌ها و تجربه‌های خود تکیه خواهند کرد.

مراجع

- [1] Kuddus, M.A., Tynan, E. & McBryde, E. Urbanization: a problem for the rich and the poor?. Public Health Rev, 41, 1, 2020
- [2] Leeson, G.W. The Growth, Ageing and Urbanization of our World. Population Ageing 11, 107–115, 2018.
- [3] United Nations. World Urbanization Prospects: 2014 Revision, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, 2014.
- [4] Feng, B., Zhang, Y. & Bourke, R. Urbanization impacts on flood risks based on urban growth data and coupled flood models. Nat Hazards 106, 613–627, 2021.

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

- [5] IPCC. Synthesis Report 2007: AR4, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 2007.
- [6] IPCC. Settele, J., R. Scholes, R. Betts, S. Bunn, P. Leadley, D. Nepstad, J.T. Overpeck, and M.A. Taboada. Terrestrial and Inland Water Systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fourth 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, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.
- [7] Santos R.M., Bakhshoodeh, R. Climate change/global warming/climate emergency versus general climate research: comparative bibliometric trends of publications. Heliyon, 7 (11), e08219, 2021.
- [8] Borelli, S., Conigliaro, M., Di Cagno, F. Urban forests: a global perspective. Rome, FAO, 2023.
- [9] Paquette, A., Sousa-Silva, R., Maure, F., Cameron, E., Belluau, M., Messier, C. (2021). Praise for diversity: A functional approach to reduce risks in urban forests. Urban Forestry & Urban Greening, 62, 127157.
- [10] Scholz, T., Hof, A., Schmitt, T. Cooling Effects and Regulating Ecosystem Services Provided by Urban Trees—Novel Analysis Approaches Using Urban Tree Cadastre Data. Sustainability, 10, 712, 2018.
- [11] Konijnendijk, C.C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. J. For. Res. 34, 821–830, 2023.
- [12] Hitchmough, J. Exotic plants and plantings in the sustainable, designed urban landscape. Landscape and Urban Planning, 100(4): 380–382, 2011.
- [13] Esperon-Rodriguez, M., Tjoelker, M.G., Lenoir, J. et al. Climate change increases global risk to urban forests. Nat. Clim. Chang. 12, 950–955, 2022.
- [14] Mänttari, M.M., Lindén, L., & Tuhkanen, E.M. Change in urban forest age structure affects the value of ecosystem services provided. Front. Sustain. Cities 5:1265610, 2023.
- [15] Pretzsch, H., Moser-Reischl, A., Rahman, M. A., Pauleit, S., & Rötzer, T. Towards sustainable management of the stock and ecosystem services of urban trees. From theory to model and application. Trees 37, 177–196, 2023.
- [16] Nowak, D. J., Greenfield, E. J., & Ellis, A. Assessing urban forest threats across the conterminous United States. J. For. 120, 676–692, 2022.
- [17] Bajeux, N., Arino, J., Portet, S., and Westwood, R. Spread of Dutch elm disease in an urban forest. Ecol. Model. 438, 109293, 2020.

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

- [18] Kisvarga, S., Horotán, K., Wani, M.A., Orlóci, L. Plant Responses to Global Climate Change and Urbanization: Implications for Sustainable Urban Landscapes. *Horticulturae*, 9, 1051, 2023.
- [19] Ordóñez Barona, C. Adopting public values and climate change adaptation strategies in urban forest management: A review and analysis of the relevant literature. *J Environ Manage*. 164: 215-21, 2015.
- [20] Measham, T.G., Preston, B.L., Smith, T.F. et al. Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 16, 889–909, 2011.
- [21] Ordóñez Barona, C., & Duinker, P.N. Assessing the vulnerability of urban forests to climate change. *Environmental Reviews*. 22(3), 311-321, 2014.
- [22] McGovern M, & Pasher J. Canadian urban tree canopy cover and carbon sequestration status and change 1990–2012. *Urban For Urban Green*. 20: 227–32, 2016.
- [23] Steenberg, J.W.N., Ristow, M., Duinker, P.N. et al. A national assessment of urban forest carbon storage and sequestration in Canada. *Carbon Balance Manage*, 18, 11, 2023.
- [24] Salmond, J., Tadaki, M., Vardoulakis, S., Arbuthnott, K., Coutts, A., Demuzere, M., Dirks, K., Heaviside, C., Lim, S., Macintyre, H., McInnes, R., Wheeler, B. Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment. *Environ Health*, 15:36, 2016.
- [25] Nowak, D.J., Appleton, N., Ellis, A., Greenfield, E. Residential building energy conservation and avoided power plant emissions by urban and community trees in the United States. *Urban For Urban Green*. 21:158–65, 2017.
- [26] Kumar P Climate Change and Cities: Challenges Ahead. *Front. Sustain. Cities* 3:645613, 2021.
- [27] Xu, Y., & Lamarque, J. F. Isolating the meteorological impact of 21st century GHG warming on the removal and atmospheric loading of anthropogenic fine particulate matter pollution at global scale. *Earth Future* 6, 428–440, 2018.
- [28] Kumar, P., Adelodun, A. A., Khan, M. F., Krisnawati, H., and Garcia-Menendez, F. Towards an improved understanding of greenhouse gas emissions and fluxes in tropical peatlands of Southeast Asia. *Sustain Cities Soc*. 53:101881, 2020.
- [29] Heal, M. R., Kumar, P., & Harrison, R. M. Particles, air quality, policy and health. *Chem. Soc. Rev*. 41, 6606–6630, 2012.
- [30] Maione, M., Fowler, D., Monks, P. S., Reis, S., Rudich, Y., Williams, M. L., et al. Air quality and climate change: designing new win-win policies for Europe. *Environ. Sci. Policy* 65, 48–57, 2016.

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

- [31] Von Schneidemesser, E., Monks, P. S., Allan, J. D., Bruhwiler, L., Forster, P., Fowler, D., et al. Chemistry and the linkages between air quality and climate change. *Chem. Rev.* 115, 3856–3897, 2015.
- [32] Hand, J.L., Schichtel, B.A., Malm, W. C., & Pitchford, M.L. Particulate sulfate ion concentration and SO₂ emission trends in the United States from the early 1990s through 2010, *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 10353–10365, 2012.
- [33] Nowak, D.J.S. Hirabayashi, A. Ellis, Greenfield. E.J. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution* 193:119-129, 2014.
- [34] Han, D., Shen, H., Duan, W., Chen, L. A review on particulate matter removal capacity by urban forests at different scales. *Urban For. Urban Green.* 48, 126565, 2019.
- [35] Janowiak, M.K., Swanston, C.W., Nagel, L.M., Brandt, L.A., Butler, P.R., Handler, S.D., Shannon, P.D., Iverson, L.R., Matthews, S.N., Prasad, A., Peters, M.P. A practical approach for translating climate change adaptation principles into forest management actions. *J. For.* 112, 424–433, 2014.
- [36] Brandt, L., Lewis, A.D., Fahey, R., Scott, L., Darling, L., & Swanston, C. A framework for adapting urban forests to climate change. *Environmental Science & Policy*, xxx, xxx–xxx, 2016.
- [37] Marshman, K. The Eye of the Storm: Extreme Weather Events and Sustainable Urban Forest Management. *Dalhousie Journal of Interdisciplinary Management*, 14, 1-16, 2018.
- [38] Tubby, K.V. & Webber, J. F. Pests and diseases threatening urban trees under a changing climate, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 83(4), 451–459, 2010.

The role of urban forests in climatic change

Poria Porramezan¹ and Roghayeh Jahdi^{2*}

1- BSc student, Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

2- Associate Professor of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

* Corresponding author's E-mail: roghayeh.jahdi@uma.ac.ir

Abstract

Today, the destruction of forests, including urban forests, is influenced by climate change as one of the problems of human society, and this is not a regional issue and is not limited to political and geographical boundaries, but a global issue. Therefore, one of the challenges of the 21st century is the issue of climate change. Therefore, using the methods of citing resources in various ways, it has been attempted to address the effects of climate change on metropolitan areas. Based on the findings, it can be said that climate change is one of the results of the increase in pollutants in metropolitan areas, which has now undermined all aspects of human life. At the same time, climate change can be through global warming, intensifying the spread of some of the main pollutants such as ozone and suspended particles, forest fires, migration, growth of metropolitan population, urban human health threats, inversion, and the creation of heat islands. The heat affects the air quality of the metropolitan areas. But to reduce these effects, maintaining the health of urban forests is a vital thing that requires long-term planning for sustainment as well as short-term crisis management.

Key words: Climate change, Metropolitan pollution, Urban forest, Urban green infrastructure