دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی بوم‌سازگان جنگلی در مقایسه با منطقه شهری

رؤیا عابدی[1] و لادن کاظمی‌راد[2]

۱- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز (نویسنده مسوول: royaabedi@tabrizu.ac.ir)
۲- عضو هیأت علمی پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۲
صفحه: ۹۷ تا ۱۰۵

چکیده

جنگل‌ها با بیشترین ذخیره کربن در دنیا پتانسیل زیادی در تعدیل اقلیم جهانی بر عهده دارند، به‌طوری‌که هر نوع تهدید در این بوم‌سازگان یا هر تغییر کاربری، منجر به تغییراتی در ترکیب پوشش گیاهی، کاهش تنوع و خدمات این بوم‌سازگان در مقیاس محلی و منطقه‌ای تا جهانی خواهد شد. هدف مطالعه حاضر بررسی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی در یک بوم‌سازگان جنگلی نسبت به یک منطقه شهری بود. از این رو پارامترهای کمینه و بیشینه دما، بارش و تابش تحت مدل LARS-WG برای دو دوره گذشته و آینده در منطقه جنگلی در ایستگاه کلیبر واقع در جنگل ارسباران و منطقه شهری در ایستگاه تبریز مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تمامی پارامترهای اقلیمی مورد بررسی در دوره زمان گذشته بین منطقه جنگلی ارسباران و منطقه شهری تبریز دارای اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بودند، به‌طوری‌که دمای کمینه، دمای بیشینه و تابش در ایستگاه شهری تبریز با اختلاف معنی‌داری بیشتر از ایستگاه جنگلی ارسباران بود، اما میزان متوسط بارش در ایستگاه جنگل با اختلاف معنی‌داری بیشتر بود. هم‌چنین بررسی پارامترهای مورد مطالعه در دوره آینده نیز نشان داد که به‌جز دمای کمینه سایر پارامترها دارای اختلاف معنی‌داری خواهند بود. مقایسه وضعیت آینده اقلیم در جنگل ارسباران نیز نشان داد که دمای کمینه و تابش با تفاوت معنی‌داری نسبت به گذشته افزایش خواهند یافت، اما دمای بیشینه و بارش علی‌رغم کاهش، تفاوت معنی‌داری نخواهند داشت. به‌طور کلی مطالعه حاضر نشان داد که روند تغییرات اقلیمی در بوم‌سازگان جنگلی نسبت به محیط شهری مورد مطالعه از شدت کمتری برخوردار است و این امر به مفهوم اثرات تعدیل‌کنندگی بوم‌سازگان جنگلی بر پارامترهای اقلیمی است.

واژه‌های کلیدی:تغییرات اقلیمی، شبیه‌سازی، مدل گردش عمومی جو، هواشناسی

مقدمه

بوم‌سازگان‌های جنگلی با جذب دی‌اکسیدکربن و ذخیره آن در پوشش گیاهی و خاک نقش کلیدی در تغییرات اقلیم به‌عهده دارند اما در چند دهه اخیر جنگل‌زدایی و تغییر کاربری اراضی تأثیر معنی‌داری در این تعادل به‌وجود آورده است (۱۱). به‌طوری‌که از مهم‌ترین عوامل عمده تغییر اقلیم کره زمین افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، شهرنشینی، جنگل‌زدایی و بیابان‌زایی بوده است. بنابراین تغییر کاربری جنگل و مرتع به مناطق شهری و اراضی کشاورزی به یکی از نگرانی‌های قابل توجه در زمینه تخریب محیط‌زیست و تشدید تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده است (۱۴). گزارشات نشان می‌دهند که جنگل‌های جهان ۸/۸ میلیارد تن در سال، دی‌اکسیدکربن جو را از اتمسفر جذب می‌کنند که این عدد در حدود یک سوم از کل سوخت‌های فسیلی ناشی از فعالیت‌های انسانی است (۱۹). تغییرات گرمایش جهانی در اغلب بوم‌سازگان‌ها از جمله بوم‌سازگان‌های جنگلی مشهود است. تغییر اقلیم بر خدمات این بوم‌سازگان مانند تولید چوب، ذخیره کربن و تنوع‌زیستی اثرات روز افزون خواهد داشت و سرعت این تغییرات اقلیمی در بوم‌سازگان جنگلی تحت تأثیر عوامل افزاینده مانند ژیم‌های تخریب انسانی، نوع گونه و میزان تحمل به تنش‌های خشکی است (۵). جنگل‌ها با بیشترین ذخیره کربن در دنیا پتانسیل زیادی در تعدیل اقلیم جهانی بر عهده دارند به‌طوری‌که هر نوع تهدید با تغییر وسعت، مدیریت و تغییر محیط‌زیست این بوم‌سازگان برای اقلیم جهانی، ملی و منطقه‌ای، تغییر در ترکیب پوشش گیاهی، کاهش تنوع گونه و خدمات این بوم‌سازگان را به‌همراه خواهد داشت. بنابراین تخریب بوم‌سازگان یا هر نوع تغییر کاربری از جنگل به محیط‌های شهری اثرات منفی زیادی به ظرفیت بوم‌سازگان در مقیاس محلی و منطقه‌ای تا جهانی خواهد داشت. مطالعه در این زمینه می‌تواند تأکیدی بر اهمیت این موضوع و همچنین راه‌گشای مطالعات بعدی و فعالیت‌های مدیریتی باشد تا با درک هرگونه تغییر در این زمینه اقدامات بعدی بهتری انجام شود (۲۶).

جنگل‌های ارسباران در شمال غرب ایران با عنوان ذخیره‌گاه زیست کره به‌دلیل موقعیت جغرافیایی که از یک طرف توسط کوه‌های قفقاز و قره داغ احاطه شده است و از طرف دیگر محل تلاقی رشته کوه‌های البرز و زاگرس است که در کوه‌های آرارات به‌یکدیگر می‌پیوندند و سبب ایجاد عوامل فیزیوگرافی، خاکی و خرداقلیم‌های مختلف شده و این امر موجب حضور رویشگاه‌های طبیعی با تنوع زیستی منحصر به‌فرد در این منطقه شده است (۷). اقلیم منطقه نیمه‌خشک، مدیترانه‌ای، نیمه‌مرطوب تا خیلی مرطوب گزارش شده است (۲۳). این جنگل‌های کوهستانی از مناطق رویشی مهم کشور است که بخش مهمی از فلور (۱۳۳۴ گونه گیاهی) کشور را در بر دارد (۱۸،۸).

به‌منظور بررسی در زمینه شرایط اقلیمی حاکم در حال حاضر و همچنین پیش‌بینی وضعیت آینده از مدل‌های گردش عمومی و منطقه‌ای جو به‌عنوان ابزار اصلی پیش‌بینی اقلیم در آینده استفاده می‌شود که مدیران را قادر خواهد ساخت تا مکانیزم‌های تغییرات اقلیمی را با دقت بررسی کرده و اقدامات مقتضی را ارائه کنند. مدل‌های اقلیمی یا با استفاده از داده‌های هواشناسی و روش‌های ریاضی، آماری و سری‌های زمانی

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]
[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]

پارامترها، بررسی و پیش‌بینی می‌شوند و یا از مدل‌های تغییر مقیاس با در نظر گرفتن شرایط جو و سناریوهای اقلیمی مشخص و خروجی مدل‌های گردش عمومی جو استفاده می‌شود (۲۲). پیش‌بینی بلندمدت متغیرهای اقلیمی برای اطلاع از میزان تغییرات و در نتیجه در نظر گرفتن تمهیدات لازم برای تخفیف اثرات سوء ناشی از تغییر اقلیم، مورد توجه متخصصان مختلف در زمینه‌های اقلیم‌شناسی، کشاورزی، جنگلداری و حتی متخصصان علوم اجتماعی و اقتصادی قرار گرفته است. نظر به اهمیت موضوع، مدل‌های شبیه‌سازی داده‌های آب و هوایی به ابزاری قوی برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت تبدیل شده است. بارندگی، دما و تابش متغیرهای مهم اقلیمی هستند که در بررسی‌های تغییر اقلیم نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کنند (۱۳). به‌منظور شبیه‌سازی آنها برای دوره‌های آینده از مدل‌های اقلیمی گردش عمومی جو استفاده می‌شود. این مدل‌ها معتبرترین ابزارها برای بررسی اثرات پدیده تغییر اقلیم برای یک دوره طولانی‌مدت هستند که به‌این منظور (شبیه‌سازی) از سناریوهای انتشار استفاده می‌شود. این سناریوها چگونگی تغییرات و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای با توجه به محرک‌هایی مانند میزان جمعیت، نرخ رشد اقتصادی و میزان اهمیت به محیط زیست برای دوره‌های آینده را ارائه می‌کنند (۱۶). یکی ازاین مدل‌های بر پایه روش‌های آماری، مدل LARS-WG است. LARS-WG یکی از مدل‌های تولید داده‌های تصادفی هواشناسی است. در این مدل برای تولید داده‌های بارش روزانه، تابش روزانه، دمای بیشینه روزانه و دمای کمینه روزانه یک ایستگاه در شرایط اقلیمی حاضر و آینده، با برقراری رابطه همبستگی بین سری زمانی متغیر مورد بررسی در سطح ایستگاه و متغیرهای بزرگ مقیاس جوی، خروجی مدل‌های گردش عمومی جو تحت سناریوهای مختلف انتشار، شبیه‌سازی می‌شود (۴). این مدل با دارا بودن سه بخش اصلی کالیبره کردن مدل، ارزیابی مدل و شبیه‌سازی داده‌ها توانمندی بالایی برای ارزیابی تغییر اقلیم دارد (۱۵).

مطالعات زیادی بر روی بررسی وضعیت اقلیمی تمرکز داشته‌اند از آن جمله جعفری (۱۱) عوامل اقلیمی را در طی ۵۰ سال گذشته در جنگل‌های منطقه خزری براساس کمینه، بیشینه و متوسط سالانه دما و میزان روزانه و سالانه بارندگی بررسی کرده و نتایج آنها نشان داد که در نیم قرن گذشته اقلیم جنگل‌های منطقه خزری گرم‌تر شده است و بیش از یک درجه افزایش دما گزارش شد. همچنین روند نزولات نیز از غرب (ایستگاه انزلی) به‌سمت شرق (ایستگاه گرگان) کاهش داشته است. خلیلی اقدم و سلطانی (۱۲) نیز تغییر اقلیم ارومیه را طی ۵۰ سال گذشته بررسی و پارامترهای دما، بارندگی و ساعات آفتابی را دراین دوره مطالعه کرده و نشان دادند که کمینه و بیشینه دما در منطقه افزایش داشته، اما روند بارندگی و تشعشات را بدون تغییرات معنی‌دار گزارش کردند. عطارد و همکاران (۱) با هدف بررسی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی در ناحیه خزری شمال کشور از داده‌های سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۸ استفاده کردند و نشان دادند که دمای هوا در این منطقه روند افزایشی معنی‌داری به‌مقدار ۰/۷۴ درجه سانتیگراد در ۲۰ سال اخیر داشته است. بوچارد و همکاران (۵) به‌منظور بررسی حساسیت ترکیب پوشش گیاهی تحت‌تأثیر تغییر اقلیم در مناطق جنگلی ایالت کبک کانادا، نشان دادند که ترکیب پوشش مناطق جنگلی تا سال ۲۱۰۰ میلادی با گرم‌تر و خشک‌تر شدن شرایط این بوم‌سازگان تغییر خواهد کرد و حساسیت پوشش گیاهی بیشتر خواهد شد که این موضوع می‌تواند اثرات نامطلوبی بر پراکنش گیاهان نیز داشته باشد. ژو و همکاران (۲۷) در بررسی کاربری زمین شامل زمین‌های کشاورزی، جنگلی و چمنزار و تغییرات اقلیمی بر مقدار کربن آلی خاک در شمال و شمال شرق چین در طی سال‌های ۱۹۸۰ تا۲۰۰۰ نشان دادندکه تغییر کاربری زمین تأثیر بسیار زیادی به ذخیره کربن خاک دارد و از دست دادن کربن بسیار قابل توجه بوده است و زمین‌های کشاورزی بیشترین پتانسیل از دست دادن کربن آلی تحت‌تأثیر تغییر اقلیم و کاربری زمین را داشتند.

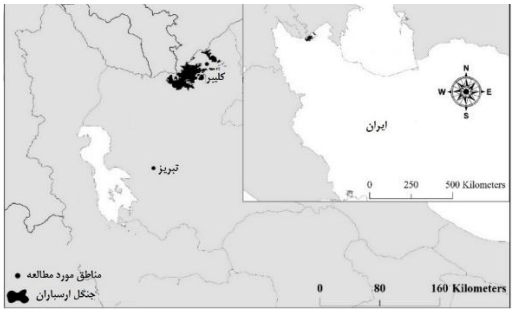
به‌دلیل اهمیت موضوع تغییر اقلیم، ارزیابی آشکارسازی آن موضوع تحقیقات زیادی در جهان و ایران بوده است. اما تحقیق علمی به تفکیک بوم‌سازگان در کشور ارائه نشده است و مطالعه حاضر جزو اولین مطالعات تفکیک و مقایسه بوم‌سازگان جنگلی با محیط شهری در یک بازه زمانی است چرا که جنگل‌ها از مهم‌ترین بوم‌سازگان‌های درارتباط با تغییرات کربن در جهان هستند و شهرها نیز عامل اصلی تغییر کاربری اراضی و رابطه مستقیمی با افزایش جمعیت و کاهش سطح پوشش گیاهی دارند. از این‌رو هدف مطالعه حاضر بررسی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی در یک منطقه جنگلی نسبت به یک منطقه شهری بود و پارامترهای کمینه و بیشینه دما، بارش و تابش تحت مدل LARS-WG برای دو دوره حال و آینده، به‌منظور درک بهتر تأثیر بوم‌سازگان جنگلی بر تغییرات این پارامترها مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در مطالعه حاضر از اطلاعات هواشناسی ثبت شده طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ از سازمان هواشناسی استان آذربایجان شرقی و از دو ایستگاه سینوپتیک شامل ایستگاه شهر تبریز به‌عنوان نزدیک‌ترین کلان‌شهر به منطقه جنگلی و در عین حال پنجمین شهر وسیع کشور، یکی از مراکز صنعتی کشور و مرکز استان آذربایجان شرقی در مختصات جغرافیایی ′۰۵ °۳۸ و ′۱۷ °۴۶ و ارتفاع ۱۳۶۷ متر بالاتر از سطح دریا و ایستگاه سینوپتیک شهرستان کلیبر به‌عنوان ایستگاه واقع در منطقه جنگلی در مختصات جغرافیایی ′۵۲ °۳۸ و ′۰۱ °۴۷ با ارتفاع ۱۱۸۰ متر بالاتر از سطح دریا استفاده شد (شکل ۱).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]
[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه (۷)
Figure 1. Location of the studied stations

روش پژوهش

جمع‌آوری داده‌های اقلیمی

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل مقادیر روزانه بارش (میلی‌متر)، دمای کمینه روزانه (درجه سانتی‌گراد)، دمای بیشینه روزانه (درجه سانتیگراد) و تابش روازنه (میلی‌ژول بر مترمربع) در دوره ۱۷ ساله (سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ میلادی) از سازمان هواشناسی استان آذربایجان شرقی تهیه شد.

شبیه‌سازی داده‌های اقلیمی

به‌منظور شبیه‌سازی داده‌های اقلیمی از مدل LARS-WG استفاده شد. این مدل از سه بخش کالیبراسیون، ارزیابی و شبیه‌سازی تشکیل شده است که توانایی آن در شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی با دقت بالا به اثبات رسیده است (۱۳). کالیبراسیون با استفاده از داده‌های آماری موجود در دوره ۲۰۰۰تا ۲۰۱۷ برای مشخص کردن رفتار اقلیمی در دوره گذشته و به‌عنوان دوره پایه استفاده شد. در بخش ارزیابی از طریق آماره‌های ضریب تغییرات و میانگین مربعات خطا به ارزیابی داده‌های تولید شده، اقدام شد و این داده‌ها با مقادیر دوره پایه، مقایسه شدند. در نهایت شبیه‌سازی داده‌ها برای دوره آینده از طریق ریز مقیاس کردن آنها تحت سناریوهای A1B، B1 و A2 انجام شد. در نهایت نتایج از طریق آزمون آماری t مستقل بر اساس پارامترهای اقلیمی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ به‌منظور مقایسه تغییرات دو ایستگاه مورد مطالعه و همچنین وضعیت گذشته و آینده ایستگاه جنگل ارسباران، در محیط نرم‌افزار SPSS 16، آنالیز آماری شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که میانگین کمینه دما طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ در منطقه جنگلی برابر با ۱/۰۸ ± ۳/۸ درجه سانتی‌گراد و در منطقه شهری برابر با ۰/۱۶ ± ۸/۱ درجه سانتی‌گراد بود و به‌مفهوم افزایش معنی‌دار دمای کمینه ($p\geq0/05$) در منطقه شهری نسبت به جنگل بود. دمای بیشینه در منطقه جنگلی با میانگین ۰/۵۶ ± ۱۶/۲ درجه سانتی‌گراد و منطقه شهری با میانگین ۰/۲۰ ± ۱۹/۷ درجه سانتی‌گراد نیز دارای اختلاف معنی‌داری ($p\geq0/05$) بودند. این نتیجه به این مفهوم است درطی سال‌های گذشته دمای هوا در منطقه شهری گرم‌تر از منطقه جنگلی بوده است. میانگین بارندگی در دو ایستگاه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری ($p\geq0/05$) را نشان داد به‌طوری‌که در ایستگاه جنگل با ۱۸/۹ ± ۴۰۱/۶ میلی‌متر و درایستگاه شهری برابر با ۱۱/۶ ± ۲۴۳/۶ میلی‌متر بود. میزان تابش روزانه در منطقه جنگلی برابر با ۰/۱ ±۶/۶ میلی‌ژول بر مترمربع و در منطقه شهری ۰/۰۸ ± ۷/۹ بود که نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین این دو منطقه در طی سال‌های گذشته بود (جدول ۱ و ۲). بنابراین به‌الطبع با افزایش بارندگی در منطقه جنگلی، تعداد روزهای ابری نیز در این منطقه بیشتر خواهد بود که این موضوع سبب اختلاف معنی‌دار مقدار تابش در دو منطقه شده است.

جدول ۱- پارمترهای اقلیمی پایه (۲۰۱۷-۲۰۰۰ میلادی) درایستگاه‌های مورد مطالعه
Table 1. Basic climatic parameters (2000-2017) in the studied stations

سال	متوسط دمای کمینه		متوسط دمای بیشینه		مجموع بارش		متوسط تابش	
	منطقه شهری	منطقه جنگلی	منطقه شهری	منطقه جنگلی	منطقه شهری	منطقه جنگلی	منطقه شهری	منطقه جنگلی
۲۰۰۰	۸/۷	۰/۶	۱۹/۷	۱۰/۲	۲۰۴/۹	۳۳۳/۹	۸/۰	۶/۹
۲۰۰۱	۸/۹	۸/۵	۲۰	۱۷/۸	۲۰۳/۷	۳۰۵/۳	۸/۱	۶/۹
۲۰۰۲	۷/۷	۷/۹	۱۸/۹	۱۶/۸	۳۰۲/۹	۴۱۴/۲	۷/۹	۶/۸
۲۰۰۳	۸/۴	-۲/۰	۱۹/۲	۱۰/۰	۲۱۸/۹	۵۰۷/۸	۷/۶	۵/۷
۲۰۰۴	۸/۲	-۲/۲	۱۹/۶	۱۶/۸	۲۸۴/۸	۴۳۳/۳	۸/۲	۶/۸
۲۰۰۵	۸/۳	۸/۲	۱۹/۱	۱۶/۶	۲۳۳/۳	۳۰۵/۴	۸/۱	۶/۵
۲۰۰۶	۸/۵	۰/۹	۱۹/۷	۱۷/۲	۳۰۵/۱	۲۹۸/۵	۷/۹	۷/۰
۲۰۰۷	۷/۲	۷/۸	۱۸/۹	۱۶/۶	۲۰۳/۰	۴۲۲/۵	7.7	۶/۵
۲۰۰۸	۷/۵	۷/۹	۱۹/۶	۱۶/۴	۱۷۱/۵	۳۵۹/۹	۷/۹	۶/۴
۲۰۰۹	۷/۷	۸/۰	۱۹/۳	۱۶/۶	۲۴۱/۹	۴۴۷/۶	۷/۰	۶/۱
۲۰۱۰	۹/۳	۰/۲	۲۱/۷	۱۸/۶	۱۸۳/۹	۴۱۸/۶	۷/۹	۶/۹
۲۰۱۱	۷/۰	۷/۰	۱۸/۵	۱۵/۱	۲۸۲/۲	۵۶۲/۰	۷/۶	۶/۱
۲۰۱۲	۸/۴	۲/۷	۲۰/۰	۱۶/۷	۲۱۷/۲	۳۹۳/۶	۷/۹	۶/۴
۲۰۱۳	۷/۴	۷/۹	۱۹/۳	۱۶/۹	۲۶۲/۵	۳۴۹/۵	۸/۱	۶/۹
۲۰۱۴	۸/۴	-۱/۴	۲۰/۱	۱۶/۴	۳۱۱/۰	۴۸۴/۶	۷/۹	۶/۹
۲۰۱۵	۸/۳	-۰/۹	۲۰/۰	۱۷/۲	۲۸۷/۱	۴۹۲/۴	۷/۷	۶/۹
۲۰۱۶	۷/۴	-۲/۳	۲۰/۰	۱۶/۲	۲۹۱/۰	۴۲۲/۴	۷/۹	۶/۸
۲۰۱۷	۹/۰	۹/۲	۲۱/۶	۱۸/۹	۲۵۲/۱	۲۸۷/۲	۸/۷	۷/۵
میانگین	۸/۱	۳/۸	۱۹/۷	۱۶/۲	۲۴۳/۶	۴۰۱/۶	۷/۹	۶/۶
اشتباه معیار	۰/۱۶	۱/۰۸	۰/۲۰	۰/۵۶	۱۱/۶	۱۸/۹	۰/۰۸	۰/۱

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]
[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]

جدول ۲- نتایج آزمون آماری پارامترهای اقلیمی پایه (۲۰۱۷-۲۰۰۰) درایستگاه‌های مورد مطالعه
Table 2. Results of statistical analysis of basic climatic parameters (2000-2017) in the studied stations

پارامتر	t	df	Sig
دمای کمینه	۴/۰۰۴	۳۴	۰/۰۰۰*
دمای بیشینه	۶/۰۳۰	۳۴	۰/۰۰۰*
بارش	-۷/۲۱	۳۴	۰/۰۰۰*
تابش	۹/۷۱۳	۳۴	۰/۰۰۰*

*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

نتایج شبیه‌سازی داده‌های آینده براساس مدل LARS-WG نیز نشان داد که طی سال‌های آینده (۲۰۱۸ تا ۲۰۳۰ میلادی) دمای بیشینه از مقدار میانگین ۱۷/۲±۰/۱ درجه سانتی‌گراد در منطقه جنگلی به ۱۹/۸±۰/۰۷ درجه سانتی‌گراد در شهر با تغییر معنی‌داری افزایش خواهد داشت. مقدار میانگین بارش در سال‌های آینده در منطقه جنگلی (۳۶۸/۰±۱۷/۴) میلی‌متر) با تفاوت معنی‌داری بیشتر از منطقه شهری (۲۵۲/۲±۱۳/۸) میلی‌متر) خواهد بود و از سویی دیگر میانگین تابش با تفاوت معنی‌داری در منطقه شهری (۱۶/۹±۰/۰۷) میلی‌ژول بر مترمربع) بیشتر از منطقه جنگلی (۱۴/۸±۰/۰۷) میلی‌ژول بر مترمربع) خواهد بود. اما میانگین دمای کمینه با مقدار ۰/۰۵± ۸/۲ درجه سانتی‌گراد در منطقه جنگلی و ۰/۰۷± ۸/۳ درجه سانتی‌گراد برای منطقه شهری تغییر معنی‌داری نخواهد داشت (جدول ۳ و ۴). این نتیجه ما را بر آن داشت که مقایسه‌ای بین وضعیت گذشته و آینده این پارامترها در ایستگاه جنگل نیز انجام شود. نتایج مقایسه میانگین‌های دما و بارش و تابش بین وضعیت حال و آینده در ایستگاه واقع در جنگل نشان داد که میانگین دمای کمینه طی سال‌های آینده به بیش از دو برابر افزایش خواهد یافت (از ۳/۸±۱/۲ به ۸/۲±۰/۱ درجه سانتی‌گراد) که این افزایش در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری را نشان داد. همچنین میزان تابش نیز در ایستگاه جنگل بین دو زمان حال و آینده با تفاوت معنی‌داری تقریباً به‌مقدار دو برابر خواهد رسید (۶/۶±۰/۱ به ۱۴/۸±۰/۰۷ میلی‌ژول بر مترمربع) (جدول ۵). روستاد و همکاران (۲۱) این موضوع را نشان‌دهنده گرمتر شدن اقلیم جنگل دانسته‌اند. براساس نتایج بررسی و تحلیل اقلیم صد سال گذشته در مطالعه آنها در جنگل‌های شمال شرق امریکا و شرق کانادا نشان از گرم‌تر شدن و مرطوب‌تر شدن اقلیم این جنگل‌ها است که این موضوع می‌تواند زنگ خطری برای مشکلاتی همچون جابه‌جایی گونه‌ها باشد. به‌طوری‌که نشان دادند که از مهم‌ترین اثرات آن، کاهش زیستگاه گونه‌های درختان نوئل و نراد و افزایش جنگل‌های بلوط را به‌همراه داشته و تغییر در ترکیب و تنوع زیستی آنها اتفاق خواهد افتاد. این مسئله در جنگل‌های ارسباران نیز به‌دلیل حضور گسترده جنگل‌های بلوط می‌تواند اثرگذار باشد، از این رو باید مورد توجه جدی قرار گیرد. چرا که نتایج عزیزی و همکاران (۲) در واکاوی زوال جنگل‌های استان ایلام و ارتباط آن با تغییرات بارش نیز نشان داد که یکی از عوامل اصلی خشکیدگی و کاهش سبزینگی در جنگل‌ها، کاهش معنی‌دار بارش و ایجاد تنش خشکی در مقیاس سالانه و به‌ویژه فصل رشد بوده است. نتایج مطالعه هانتینگتون و همکاران (۱۰) در نیوانگلند امریکا نیز نشان داده است که بارندگی به‌مقدار ۹۵ میلی‌متر (۹ درصد) در طی قرن گذشته افزایش داشته است. همچنین تأکید کردند که بررسی تغییر اقلیم و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن بر بوم‌سازگان‌ها نقش مهمی در زمینه مدیریت و سیاست در اختیار قرار خواهد داد. عطارد و همکاران (۱) نیز بنابر نتیجه تحقیق خود که حاکی از افزایش میانگین دما در منطقه جنگلی خزری به‌میزان ۰/۷۴ درجه سانتی‌گراد بود، تأکید کردند که تغییرات پارامترهای اقلیمی بر فعالیت‌های بوم‌سازگان طبیعی و مصنوعی ناحیه رویشی خزری اثرگذار خواهد بود و مدیران باید در برنامه‌ریزی توسعه‌ای آینده این تغییرات را مدنظر قرار دهند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]
[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های دمای کمینه و بیشینه، بارش و تابش در وضعیت آینده (پیش‌بینی‌شده) در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۲۰۳۰-۲۰۱۸)
Table 3. Means comparison test of minimum and maximum temperature, rainfall and radiation in the future (predicted) at the studied stations (2018-2030 AD)

میانگین دمای کمینه

	منطقه شهری			منطقه جنگلی		
سال	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
۲۰۱۸	۸/۳	۸/۴	۸/۴	۸/۰	۸/۱	۸/۲
۲۰۱۹	۸/۲	۸/۳	۸/۳	۸/۵	۸/۶	۸/۳
۲۰۲۰	۸/۱	۸/۲	۸/۱	۸/۲	۸/۳	۸/۵
۲۰۲۱	۸/۶	۸/۶	۸/۶	۸/۰	۸/۱	۸/۰
۲۰۲۲	۸/۴	۸/۴	۸/۴	۷/۹	۸/۰	۸/۵
۲۰۲۳	۸/۱	۸/۲	۸/۲	۸/۷	۸/۷	۸/۳
۲۰۲۴	۸/۳	۸/۳	۸/۳	۸/۱	۸/۲	۸/۱
۲۰۲۵	۸/۰	۸/۱	۸/۱	۸/۳	۸/۴	۸/۱
۲۰۲۶	۷/۹	۸/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۱	۸/۴
۲۰۲۷	۷/۹	۸/۰	۸/۰	۸/۲	۸/۳	۸/۳
۲۰۲۸	۸/۱	۸/۲	۸/۲	۸/۲	۸/۳	۸/۴
۲۰۲۹	۸/۰	۸/۱	۸/۱	۷/۹	۷/۹	۷/۹
۲۰۳۰	۸/۴	۸/۵	۸/۴	۸/۴	۸/۵	۸/۷
میانگین	۸/۲	۸/۳	۸/۲	۸/۲	۸/۳	۸/۳
اشتباه معیار	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۶

میانگین دمای بیشینه

	منطقه شهری			منطقه جنگلی		
سال	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
۲۰۱۸	۱۹/۹	۱۹/۹	۱۹/۹	۱۷/۱	۱۷/۲	۱۷/۶
۲۰۱۹	۱۹/۶	۱۹/۷	۱۹/۷	۱۷/۲	۱۷/۲	۱۷/۲
۲۰۲۰	۲۰/۰	۲۰/۱	۲۰/۱	۱۷/۱	۱۷/۲	۱۷/۵
۲۰۲۱	۱۹/۹	۲۰/۰	۲۰/۰	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۷
۲۰۲۲	۱۹/۵	۱۹/۶	۱۹/۶	۱۶/۸	۱۶/۹	۱۶/۹
۲۰۲۳	۱۹/۹	۲۰/۰	۲۰/۰	۱۷/۳	۱۷/۴	۱۷/۵
۲۰۲۴	۱۹/۶	۱۹/۷	۱۹/۷	۱۷/۵	۱۷/۶	۱۷/۰
۲۰۲۵	۱۹/۶	۱۹/۶	۱۹/۶	۱۷/۳	۱۷/۴	۱۷/۶
۲۰۲۶	۱۹/۰	۱۹/۱	۱۹/۱	۱۷/۲	۱۷/۲	۱۷/۰
۲۰۲۷	۱۹/۷	۱۹/۸	۱۹/۸	۱۷/۷	۱۷/۸	۱۷/۰
۲۰۲۸	۱۹/۶	۱۹/۷	۱۹/۷	۱۶/۵	۱۶/۶	۱۷/۰
۲۰۲۹	۱۹/۷	۱۹/۸	۱۹/۸	۱۶/۶	۱۶/۷	۱۷/۱
۲۰۳۰	۲۰/۰	۲۰/۱	۲۰/۱	۱۷/۵	۱۷/۶	۱۷/۳
میانگین	۱۹/۷	۱۹/۸	۱۹/۸	۱۷/۱	۱۷/۲	۱۷/۲
اشتباه معیار	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱	۰/۰۸

مجموع بارندگی

	منطقه شهری			منطقه جنگلی		
سال	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
۲۰۱۸	۱۹۲/۳	۱۹۱/۳	۱۹۲/۸	۳۱۳/۴	۳۱۰/۸	۲۴۶/۴
۲۰۱۹	۳۰۷/۶	۳۰۵/۳	۳۰۸/۷	۳۹۷/۴	۳۹۵/۴	۳۹۶/۴
۲۰۲۰	۲۳۹/۴	۲۳۸/۲	۲۴۱/۲	۳۹۹/۶	۳۹۸/۴	۴۲۸/۶
۲۰۲۱	۲۰۶/۳	۲۰۵/۴	۲۰۸/۱	۳۸۳/۴	۳۸۰/۱	۴۵۰/۵
۲۰۲۲	۳۱۱/۷	۳۰۹/۴	۳۱۴/۱	۴۳۸/۱	۴۳۴/۸	۴۱۳/۶
۲۰۲۳	۲۸۵/۰	۲۸۳/۲	۲۸۶/۹	۳۰۶/۲	۳۰۵/۱	۳۶۸/۷
۲۰۲۴	۲۲۵/۴	۲۲۳/۵	۲۲۶/۲	۳۵۷/۵	۳۵۳/۹	۴۷۹/۹
۲۰۲۵	۲۹۰/۷	۲۸۹/۳	۲۹۰/۷	۳۲۹/۴	۳۲۶/۸	۴۰۹/۴
۲۰۲۶	۲۷۱/۸	۲۷۱/۳	۲۷۴/۳	۳۱۱/۸	۳۰۹/۶	۴۰۵/۸
۲۰۲۷	۱۵۶/۳	۱۵۵/۶	۱۵۸/۳	۲۳۶/۶	۲۳۶/۳	۲۶۶/۷
۲۰۲۸	۲۲۱/۷	۲۲۱/۴	۲۲۴/۴	۴۰۷/۵	۴۰۵/۰	۳۷۹/۹
۲۰۲۹	۲۵۶/۸	۲۵۵/۷	۲۵۹/۵	۳۹۸/۷	۳۹۷/۸	۳۵۲/۹
۲۰۳۰	۳۱۱/۸	۳۱۰/۰	۳۱۵/۸	۳۶۵/۲	۳۶۳/۷	۴۰۱/۳
میانگین	۲۵۲/۱	۲۵۰/۷	۲۵۳/۹	۳۵۷/۳	۳۵۵/۲	۳۹۱/۵
اشتباه معیار	۱۳/۸	۱۳/۷	۱۳/۹	۱۵/۴	۱۵/۳	۲۱/۴

متوسط تابش

	منطقه شهری			منطقه جنگلی		
سال	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
۲۰۱۸	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۵/۱	۱۵/۱	۱۵/۴
۲۰۱۹	۱۶/۸	۱۶/۸	۱۶/۸	۱۵/۱	۱۵/۱	۱۴/۹
۲۰۲۰	۱۶/۸	۱۶/۸	۱۶/۸	۱۴/۳	۱۴/۴	۱۴/۴
۲۰۲۱	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۴/۳	۱۴/۳	۱۴/۸
۲۰۲۲	۱۶/۸	۱۶/۸	۱۶/۸	۱۴/۹	۱۴/۹	۱۴/۷
۲۰۲۳	۱۶/۳	۱۶/۳	۱۶/۳	۱۵/۳	۱۵/۳	۱۴/۴
۲۰۲۴	۱۶/۹	۱۷/۰	۱۷/۰	۱۴/۴	۱۴/۴	۱۴/۴
۲۰۲۵	۱۷/۲	۱۷/۳	۱۷/۳	۱۵/۴	۱۵/۴	۱۵/۱
۲۰۲۶	۱۶/۷	۱۶/۷	۱۶/۷	۱۵/۴	۱۵/۴	۱۵/۲
۲۰۲۷	۱۷/۰	۱۷/۰	۱۷/۰	۱۵/۰	۱۵/۰	۱۴/۹
۲۰۲۸	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۳/۶	۱۳/۶	۱۴/۴
۲۰۲۹	۱۷/۲	۱۷/۲	۱۷/۲	۱۵/۱	۱۵/۱	۱۴/۷
۲۰۳۰	۱۶/۶	۱۶/۶	۱۶/۶	۱۵/۲	۱۵/۲	۱۵/۲
میانگین	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۴/۸	۱۴/۹	۱۴/۸
اشتباه معیار	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۲	۰/۱	۰/۱

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]
[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]

جدول ۴- نتایج آزمون آماری پارامترهای اقلیمی آینده یا شبیه‌سازی شده (۲۰۳۰-۲۰۱۸) در ایستگاه‌های مورد مطالعه
Table 4. Results of the statistical test of future climate or simulated parameters (2018-2030) at the studied stations

پارامتر	t	df	Sig.
دمای کمینه	-۰/۴۸۰	۷۶	۰/۶۳۳ ns
دمای بیشینه	۳۶/۴۴۱	۷۶	۰/۰۰۰ *
بارش	-۹/۰۱۱	۷۶	۰/۰۰۰ *
تابش	۲۳/۸۲	۷۶	۰/۰۰۰ *

ns: بدون اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

همچنین، دمای بیشینه در ایستگاه جنگل، افزایش (از ۱۶/۲±۰/۵۶ به ۱۷/۲±۰/۰۹ درجه سانتی‌گراد) و میانگین بارش، کاهش (از ۴۰۱/۶±۱۸/۹ به ۳۶۸/۰۲±۱۵/۲ میلی‌متر) خواهند یافت (که این نتیجه هم‌سو با افزایش دو برابری تابش در این منطقه است)، اما تفاوت معنی‌داری بین حال و آینده وجود نخواهد داشت. واهکونن و پالکالن (۲۴) نیز گزارش کردند که جنگل‌ها تنظیم‌کننده و کاهنده اثرات شدید تغییرات اقلیمی هستند، زیرا با جذب دی‌اکسیدکربن و ذخیره آن در بافت چوب و لاشبرگ خاک پتانسیل زیانبخشی آن در جو را کاهش داده و در عین حال بیوماس را افزایش می‌دهند. این موضوع مطابق با نتایج حاصل از مطالعه حاضر بود که تفاوت معنی‌داری در دو پارامتر مهم شامل دمای بیشینه و بارش بین حال و آینده در جنگل مشاهده نشد. از سوی دیگر بنابر این نتیجه می‌توان گفت که با افزایش سطح جنگل‌ها و فضای سبز شهری می‌توان تا حد زیادی اثرات تغییرات اقلیمی را در شهرها کاهش داد.

جدول ۵- نتایج آزمون آماری پارامتر اقلیمی گذشته و آینده در ایستگاه جنگل
Table 5. Results of the statistical analysis of the past and future climate parameter at the forest station

پارامتر	t	df	Sig.
دمای کمینه	-۴/۱۵۰	۲۹	۰/۰۰۱ *
دمای بیشینه	-۱/۷۶۲	۲۹	۰/۰۹۵ ns
بارش	۱/۳۰۳	۲۹	۰/۲۰۳ ns
تابش	-۵۳/۴۲	۲۹	۰/۰۰۰ *

ns: بدون اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

مور وآلارد (۱۷) با تأکید بر این موضوع که اقلیم جهانی در حال تغییر است، در تحقیقی نشان دادند که درجه حرارت و سطح دی‌اکسیدکربن موجود در جو افزایش یافته است و همچنین تغییراتی در فراوانی و شدت بارندگی نیز ایجاد شده است. این تغییرات اثرات قابل توجهی بر بوم‌سازگان جهان علی‌الخصوص جنگل‌ها شامل افزایش فصل رویش، تأثیر بر رفتار آتش‌سوزی جنگل و غیره دارد. رطوبت موجود در جنگل‌ها نقش قوی و مهمی در تغییرات درجه حرارت و بارش خواهند داشت. درجه حرارت بالا منجر به کاهش آب از طریق تبخیر و تعرق شده و درنتیجه در کاهش آب در دسترس گیاه اثر خواهد داشت و تأثیر این فرآیند بر گیاهان جوان مثل نهال‌ها و نونهال‌ها و درختان دارای سیستم ریشه‌ای سطحی بیشتر است.

اسکندری (۶) گزارش کرد که کشور ایران در زمره ۵۶ کشور فقیر از نظر پوشش جنگلی به‌شمار می‌رود. تغییر اقلیم به‌دلیل کاهش بارندگی و افزایش دمای روزانه عامل اصلی وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها معرفی شد. عطارد و همکاران (۱) بیان کردند که همواره علت کاهش سطح جنگل‌ها تخریب و توسعه اراضی کشاورزی بوده و هیچ‌گاه اثر تغییر اقلیم بررسی نشده است. درحالی‌که افزایش دما سبب خشک شدن عرصه‌های خاکی شده و برای رشد بسیاری از گونه‌های درختی که به محیط‌های مرطوب احتیاج دارند نامناسب خواهد بود و حتی تحمل تنش‌های محیطی برای درختان کم شده و سریع‌تر در معرض نابودی خواهند بود.

مطالعات تخصصی درباره مقایسه وضعیت اقلیم منطقه جنگلی و شهرها انجام نشده است، اما آنچه از نتایج تحقیق حاضر به‌دست آمد، آن است که جنگل‌ها قادرند که برخی پارامترهای اقلیمی را تخفیف دهند. به‌طوری‌که وتاس و بهاتا (۲۵) بیان کردند که پوشش درختان می‌تواند منطقه‌ای بافر برای زیراشکوب ایجاد کنند و با ایجاد سایه‌بان اثرات تابش را کاهش دهند. بنابراین بسیاری از تصمیمات مربوط به توسعه شهری نیازمند اطلاعات اقلیمی شهرها و خطرات تغییرات اقلیمی در شهرها است (۹). اگر تغییر اقلیم تدریجی و یکنواخت باشد احتمال سازگاری بوم‌سازگان‌ها با روند تدریجی بیشتر است در حالی‌که در تغییرات ناگهانی، امکان سازگاری ناچیز خواهد بود (۱).

بررسی تغییرات اقلیمی ۵۵ ساله شهر تبریز در مطالعه کریمی کاخکی و سپهری (۱۲) کاهش بارندگی سالانه، رطوبت نسبی و همچنین افزایش دمای کمینه و بیشینه را نشان داده و گزارش شده است که اقلیم منطقه به‌سمت خشک‌تر شدن پیش رفته و اقلیم از نیمه‌خشک به خشک تغییر کرده است که این موضوع فضای سبز شهری و رشد و تولید محصولات کشاورزی را با تنش همراه خواهد کرد. بابائیان و همکاران (۳) در مطالعات خود گزارش کردند که استان آذربایجان شرقی در دهه ۲۰۲۰ جزو استان‌های با بیشترین افزایش دما خواهد بود که این نتایج مطابق با نتایج پژوهش حاضر است زیرا کلانشهر تبریز علی‌رغم نزدیکی به منطقه جنگلی ارسباران همچنان تحت تأثیر شدید تغییر اقلیم

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]
[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]

خواهد بود که تمهیداتی همچون طراحی شهری می‌تواند نقش مهمی در مواجهه با تغییر اقلیم باشد مانند استفاده از مواد ساختمانی و پوشش‌های بازتابنده در مدیریت گرمای ساختمان‌ها، افزایش پوشش گیاهی، افزایش سیستم‌های رواناب سطحی و رودخانه‌ای. نتیجه تغییر اقلیم ناشی از فعالیت‌های انسانی ریسک تغییر اقلیم در محیط‌های شهری را چند برابر می‌کند. شناسایی میزاناین تغییرات و پیش‌بینی‌ها در این زمینه کمک خواهد کرد که شهرها برای آینده‌ای پایدارتر آماده شوند. به‌این معنی که شهرها را در مورد مدیریت خطرات بلندمدت اقلیمی بیشتر آگاه کرده و در بهبود توانایی شهرها در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک مؤثری خواهد داشت (۲۰).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که روند تغییرات اقلیمی شامل افزایش معنی‌دار پارامترهای دمای کمینه، بیشینه، بارش و تابش در بوم‌سازگان جنگلی نسبت به محیط شهری از شدت کمتری برخوردار است که نشان‌دهنده تأثیر تعدیل‌کنندگی بوم‌سازگان جنگلی است. بنابراین مشاهده شد که بررسی رابطه اقلیم با نوع بوم‌سازگاندارای اهمیت زیادی است، زیرا اگر تغییرات پیش‌بینی شده توسط مدل‌های اقلیمی برای آینده، به واقعیت تبدیل شوند امکان مدیریت در مدت‌زمان بیشتری و قبل از تشدید تغییرات امکان‌پذیر خواهد بود و عملیات مدیریتی در بوم‌سازگان جنگلی از طریق افزایش کمّی سطح جنگل‌ها و افزایش کیفیت توده‌های موجود و همچنین افزایش سطح فضای سبز و جنگل‌های شهری در سطح کلان‌شهرها امکان تقلیل اثرات نامطلوب بهتر فراهم خواهد بود.

از آنجاکه مخاطرات ناشی از تغییر اقلیم در همه جا یکسان نیست از این‌رو ارزیابی اثرات فزاینده آن و میزان تأثیر آن بر انواع بوم‌سازگان‌های محیطی امری ضروری است. اقدامات مبتنی بر علم است که سبب موفقیت مقاومت در برابر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد. براساس آنچه نتایج این تحقیق نشان داد در کلانشهر تبریز باید شروع به اقداماتی اجرایی برای مقابله با تغییر اقلیم شود چرا که جهان درحال وارد شدن به دوره جدیدی از شهرنشینی و تغییرات اقلیمی فزاینده است و تعامل مدیران شهر و متخصصان علمی از صرف هزینه‌های کلان در شرایط بحرانی جلوگیری خواهد کرد. شرایط ایده‌آل شامل حاکم ساختن شرایط محیطی طبیعی، کمک گرفتن از پتانسیل مجاورت با بوم‌سازگان جنگلی متنوعی همچون جنگل ارسباران در انتخاب گونه برای افزایش فضای سبز شهری و اقداماتی از این دست به شهرها کمک قابل توجهی خواهد کرد.

تشکر و قدردانی

اعتبار این پژوهش از محل پژوهانه طرح شماره ۵۴۴۹/ص مصوب ۹۷/۱۱/۳۰ معاونت پژوهشی دانشگاه تبریز تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Attarod, P., F. Kheirkhah, S.K. Sigaroodi, S.M.M. Sadeghi, A. Dolatshahi and V. Bayramzadeh. 2017. Trend analysis of meteorological parameters and reference evapotranspiration in the Caspian region. Iranian journal of Forest, 9(2): 171-185 (In Persian).
2. Azizi, Gh., M. Miri, H. Mohamadi and M. Pourhashemi. 2015. Analysis of relationship between forest decline and precipitation changes in Ilam Province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(3): 502-515 (In Persian).
3. Babaeian, E., Z. Nagafineik, F. Zabolabasi, M. Habeibei, H. Adab and Sh. Malbisei.2010. Climate change assessment over Iran during 2010-2039 by using statistical downscaling of ECHO- G model. Geography and Development Iranian Journal, 7(16): 135-152 (In Persian).
4. Bakhtiari, B., Sh. Purmusavi and N. Sayari. 2015. Impact of climate change on intensitydurationfrequency curves of precipitation (Case study: Babolsar station). Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 4(8): 694-704 (In Persian).
5. Bouchard, M., N. Aquilué, C. Périé and M.C. Lambert.2019. Tree species persistence under warming conditions: A key driver of forest response to climate change. Forest Ecology and Management,442: 96-104.
6. Eskandari, S. 2015. Investigation on the relationship between climate change and fire in the forests of Golestan Province. Iranian Journal of forest and Range protection Research, 13(1): 1-10 (In Persian).
7. Hajjarian, M., F. Khalledi Koure, O. Hoseinzadeh and A. Alijanpour. 2016. Strategic criteria affecting the development of community-based ecotourism in Arasbaran forests. Forest Research and Development, 2(2): 111-129 (In Persian).
8. Hamzeh'ee, B. 2018. Plant associations of Arasbaran lowlands and its conservation significance. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 16(2): 190-206 (In Persian).
9. Hunt, A. and P. Watkiss. 2011. Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. Climatic Change, 104(1): 13-49.
10. Huntington, T.G., A.D. Richardson, K.J. McGuire and K. Hayhoe.2009. Climate and hydrological changes in the northeastern United States: recent trends and implications for forested and aquatic ecosystems. Canadian Journal of Forest Research, 39: 199-212.
11. Jafari, M. 2008. Investigation and analysis of climate change factors in Caspian Zone forests for last fifty years. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(2): 314-326 (In Persian).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]
[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]

12. Karimi Kakhki, M. and A. Sepehri. 2011. Climate change trends during two periods in Hamedan and Tabriz. Waterand Soil Science, 20(4): 143-155 (In Persian).
13. Khaliliaqdam, N., A. Mosaedi, A. Soltani and B. Kamkar. 2013. Evaluation of ability of LARS-WG model for simulating some weather parameters in Sanandaj. Journal of Water and Soil Conservation, 19(4): 85-122 (In Persian).
14. Khaliliaghdam, N. and A. Soltani. 2009. Assessment of climate change during last fifty years in Urmia. Journal of Water and Soil Conservation, 16(4): 141-151 (In Persian).
15. Kheirandish, M., N. Ghahreman and J. Bazrafshan. 2014. A Study of the Effects of Climate Change on Length of Growing Season in Several Climatic Regions of Iran. Iranian Journal of Soil and Water Research, 44(2): 143-150 (In Persian).
16. Massah Bavani, A. and R.S. Morid. 2006. Impact of climate change on the water resources of Zayandeh Rud basin. Journal of Water and Soil Science, 9(4):17-28 (In Persian).
17. Moore, B. and G. Allard. 2008. Climate change impacts on forest health. Forestry forest health & biosecurity working papers FBS/34E. Department Food and Agriculture Organization of the United Nations, 38 pp.
18. Moradi, S., E. Ramezani, A. Alijanpour and A.B. Shafiei. 2016. Quantitative and qualitative characteristics and altitudinal zonation of Arasbaran forest protected area, northwestern Iran, Iranian Journal of Forest and Poplar research, 24(3): 529-540 (In Persian).
19. Morin, X., L. Fahse, H. Jactel, M.S. Lorenzen, R.G. Valdés and H. Bugmann. 2018. Long-term response of forest productivity to climate change is mostly driven by change in tree species composition. Scientific Reports, 8(5627): 1-12.
20. Rosenzweig C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, T. Bowman and S. Ali Ibrahim.2015. ARC3.2 summary for city leaders. Urban climate change research network. Columbia University. New York.
21. Rustad, L., J. Campbell, J.S. Dukes, T. Huntington, K.F. Lambert, J. Mohan and N. Rodenhouse. 2011. Changing Climate, Changing Forests: The Impacts of Climate Change on Forests of the Northeastern United States and Eastern Canada. United States Department of Agriculture (USDA), General Technical Report NRS-99, 49 pp.
22. Samadi, S., M. Habibi Nokhandan and F. Zabol Abbasi. 2012. Using SDSM model to downscaling precipitation and temperature GCM data for study station climate predictions over Iran. Journal of Climate Research, 2(5&6): 57-68 (In Persian).
23. Sasanifar, S., A. Alijanpour, A. Banj Shafii, J. Eshaghi Rad, M. Molaei and H. Azadi. 2019. Forest protection policy: Lesson learned from Arasbaran biosphere reserve in Northwest Iran. Land Use Policy, 87: 1-8.
24. Vauhkonen, J. and T. Packalen. 2018. Uncertainties related to climate change and forest management with implications on climate regulation in Finland. Ecosystem Services (In Press).
25. Vetaas, O.R. and K.P. Bhatta. 2016. Does tree canopy closure moderate the effect of climate warming on plant species composition of temperate Himalayan oak forest? Journal of Vegetation Science, 27: 948-957.
26. Wan, J.Z., C.J. Wang, H. Qu, R. Liu and Z.X. Zhang. 2018. Vulnerability of forest vegetation to anthropogenic climate change in China. Science of the Total Environment, 621: 1633-1641.
27. Zhou, Y., A.E. Hartemink, Z. Shi, Z. Liang and Y. Lu. 2019. Land use and climate change effects on soil organic carbon in North and Northeast China. Science of the Total Environment, 647: 1230-1238.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]
[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]

Investigation of Climate Change Parameters of Forest Ecosystem Compared to Urban Area

Roya Abedi[1] and Ladan Kazemi Rad[2]

1- Assistant Professor, Department of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Iran (Corresponding author: royaabedi@tabrizu.ac.ir)
2- Academic Center for Education, Culture & Research, Iran
Received: June 22, 2019 Accepted: August 2, 2020

Abstract

Forests have great potential for moderating climate changes and contain the most carbon storage in the world. Therefore, any kind of threat and change in this ecosystem may lead to changes in vegetation composition, reduced diversity, and ecosystems service on local, regional,and global scales. The main purpose of this study was to compare the climate parameters changes in a forest ecosystem vs urban area. The minimum and maximum temperature, precipitation, and radiation by using ofLARS-WG model were evaluated for the past and the future periods in a forest climatic station at Kaleybar (settled in Arasbaran forest)and Tabriz as an urban station. The results of the study in the past period showed that all the climate parameters had a significant difference ($p\leq0.05$) between forest and urban areas. The minimum temperature, maximum temperature, and radiation have a lower amount but the average rainfall has a significantly higher amount in the forest station ($p\leq0.05$). In addition, all climatic parameters will increase except the minimum temperature in the future. The comparison of the future climate condition in the Arasbaran forest showed that minimum temperature and radiation will increase significantly, but maximum temperature and precipitation will not show a significant difference. Eventually, the present study showed that the climate change trend of the forest ecosystem was less than the urban environment, and it refers to the role of forest ecosystem in climate change mitigation.

Keywords: Climate change, General Circulation Model (GCM), Meteorology, Simulation

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.11.5]

[DOI: 10.52547/ifej.9.17.97]