



علوم و تحقیقات بذر ایران

سال هشتم / شماره دوم / ۱۴۰۰ / ۱۵۹ - ۱۴۵

مقاله پژوهشی

DOI: 10.22124/jms.2021.5217

تحلیل و پیش‌بینی اقلیم استان گیلان با استفاده از سری زمانی گاهشناسی درختی در مخاطرات تولید بذر گیاهان

فرزاد شیرزاد^{۱*}، بهلول علیجانی^۲، مه‌ری اکبری^۳، محمد سلیقه^۴

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲۷

چکیده

آگاهی از چگونگی روند تغییر اقلیم، گرمایش جهان و پیش‌بینی این تغییرات در مقیاس‌های مختلف، از مسائل بسیار مهمی است که مورد توجه دانشمندان حوزه‌های مختلف علوم قرار گرفته است. استان گیلان با شرایط اقلیمی و حاصلخیزی خوب اراضی از تولیدکننده‌های مهم محصولات کشاورزی است. اقلیم‌شناسی درختی می‌تواند وقایع و رویدادهای گذشته آب‌هوایی را نشان دهد. اندازه قطری حلقه‌های رشد سالانه درختان سری زمانی را تشکیل می‌دهند. سری زمانی ۲۰۲ (۱۳۹۶-۱۱۹۵) ساله از گاهشناسی درختان راش تهیه شد. در این تحقیق از سری‌های زمانی و بهره‌گیری از مدل‌سازی به روش باکس - جنکینز با تاکید بر مدل‌های ARIMA استفاده گردید. برای انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی از معیار آزمون خطای باقیمانده استفاده شد. نتایج نشان داد که، سری زمانی با مدل $ARIMA(1,1,1)$ بهترین برازش را داشته و به‌عنوان مدلی مناسب برای پیش‌بینی تعیین و برای پیش‌بینی ۱۰ سال آینده استفاده شد. نتایج نشان‌دهنده کاهش روند رشد حلقه‌های سالانه برای ۱۰ سال آینده می‌باشد. عنصر اقلیمی بارش سالانه در ایستگاه منطقه مطالعاتی و ایستگاه‌های هم‌جوار دارای روندی کاهشی و منفی، میانگین دماهای کمینه، متوسط و بیشینه افزایشی و برای فصل رویش گیاهان معنی‌دار بودند. تغییرات در عوامل اقلیمی می‌تواند علت کاهش رشد دوایر باشد و در صورت تداوم تهدیدی برای جنگل‌های هیرکانی بوده و همچنین می‌تواند محصولات باغی - زراعی استان و امنیت غذایی را نیز تحت‌الشعاع قرار داده و گواهی بر بروز تغییر اقلیم در استان گیلان باشد.

واژه‌های کلیدی: استان گیلان، پیش‌بینی، تغییر اقلیم، سری زمانی، مدل آریمما

shirzad@guilan.ac.ir

bralijani@gmail.com

mehryakbary@khu.ac.ir

saligheh@khu.ac.ir

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک دانشکده جغرافیا دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۲- استاد دانشکده جغرافیا دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۳- دانشیار دانشکده جغرافیا دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۴- دانشیار دانشکده جغرافیا دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: shirzad@guilan.ac.ir

مقدمه

دانشمندان دی‌اکسیدکربن و سایر گازهای گلخانه‌ای را به‌عنوان منابع گرم‌شدن کره زمین معرفی می‌کنند. دهه گذشته (از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹) گرم‌ترین دهه از ۱۴۰ سال پیش بوده است (Borunda, 2020). میانگین دمای جهانی سالانه به احتمال زیاد در پنج سال آینده (۲۰۲۴-۲۰۲۰) حداقل یک درجه سلسیوس بالاتر از سطح قبل از دوره صنعتی‌شدن (۱۹۰۰-۱۸۵۰) خواهد بود و با احتمال ۲۰ درصد بر اساس پیش‌بینی‌های جدید آب و هوا که توسط سازمان جهانی هواشناسی^۱ منتشر شده است، این افزایش دما حداقل طی یکی از سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ ۱/۵ درجه سلسیوس خواهد بود. گزارش شده است که با روند کنونی افزایش دما، گرم‌شدن کره زمین در سال ۲۱۰۰ باعث خشک‌سالی شدید، گرمای سوزان و توفان‌های وحشتناک خواهد شد (WHO, 2020). باید توجه داشت که پدیده گرمایش زمین ممکن است تأثیرات متفاوتی در مناطق مختلف ایجاد کند، به‌عنوان مثال در مورد بارش انتظار می‌رود که در برخی مناطق افزایش بارندگی و در مناطقی دیگر کاهش بارندگی اتفاق بیفتد (Marvi Mohadjer, 2006). افزایش تبخیر و تعرق ناشی از افزایش دما، سبب کمبود آب در گیاهان شده که همراه با کمبود بارش توقف رشد گیاهان را به دنبال دارد. توقف رشد ناشی از این دو عامل نتیجه بروز تنش خشکی، بسته‌شدن روزه‌ها، کاهش ذخیره آب و جذب کربن می‌باشد (Shi et al., 2012). بر اساس تحقیقات دهه اخیر، تغییرات دما و بارندگی بر فنولوژی گیاهی اثر داشته و می‌تواند موجب افزایش یا کاهش طول دوره رشد گیاهان در بسیاری از مناطق جهان شود. در بازه زمانی ۲۰۱۱-۱۹۸۲ در کشور آلمان ۱/۴+ روز و در کشورهای اسکانندیناوی ۱/۴۷- روز در سال، طول روز افزایش یافته است (Hogda et al., 2013). تغییر اقلیم همچنین دارای دامنه اثر وسیع اجتماعی و اقتصادی می‌باشد. نتایج نشان داد که، تغییرپذیری در شرایط آب و هوایی استان خوزستان باعث کاهش در عملکرد گندم، برنج و جو به ترتیب به میزان ۰/۰۵ درصد، ۰/۰۳۲ درصد و ۰/۰۲۱ درصد شد. در دوره (۱۳۹۲-۱۳۷۲) این پدیده سبب کاهش سود اقتصادی شد (Mohammadinejad et al.,)

^۱. WMO

(2018). داده‌های حاصل از پایش تغییر اقلیم، ارتباط معناداری بین پدیده گرم‌شدن هوا و فراوانی آفت‌های گیاهی و حشراتی مانند سوسک چوب‌خوار را گزارش کرده‌اند (Rannow and Neubert, 2014).

تغییرات آب و هوایی تهدیدی مستقیم برای اکوسیستم گیاهی، مردم وابسته به آن و کل جامعه است. کشورها باید تهدیدهای مستقیم و غیرمستقیم ناشی از تغییرات آب و هوایی را پیش‌بینی کنند و اقداماتی را برای کاهش آسیب‌پذیری تنوع زیستی در گیاهان ناشی از تغییر اقلیم انجام دهند. طبق ارزیابی فائو گیاهان پتانسیل قابل توجهی در پاسخ به تغییرات آب و هوایی و کربن هوا دارند (FAO, 2018). می‌توان از این توانایی گیاهان در بررسی بروز و یا عدم بروز تغییر اقلیم در مناطق مختلف استفاده کرد. در پیش‌بینی اثر احتمالی تغییر اقلیم بر اکوسیستم‌های ساحلی مانگرو خلیج فارس، میزان افزایش دمای میانگین فصل زمستان و تابستان در طول دوره ۴۴ ساله به ترتیب ۱/۸ و ۱/۷ درجه سلسیوس بود که پاسخ اکوسیستم مزبور به این تغییرات بسیار سراسر است و مشهود بود (Etemadi and Delshab, 2020).

امروز، واقعیت فردا تولد می‌یابد. به عبارت دیگر اعمال امروز ما، فردایمان را تعیین می‌کند. در مفهومی گسترده‌تر با تغییر اقلیم در آینده نیاز به تغییر ویژگی‌های خاص مدیریتی جهت انطباق با محیط آینده ضرورت دارد، به طوری که جوامع و سازمان‌ها با تعامل و هم‌اندیشی و به دور از هرگونه بخش‌نگری به استقبال دگرگونی‌های آینده پژوهی می‌روند و می‌کوشند خود را نه تنها با محیط فعلی بلکه با محیط آینده سازگار و هماهنگ نمایند. انسان می‌تواند با پیش‌بینی عوامل موثر در تغییرات آینده به‌صورتی دوگانه هم مهار تغییرات را در دست بگیرد و هم جامعه را برای این تغییرات آماده کند (Ahmadi et al., 2009). اگرچه آینده قابل پیش‌بینی قطعی نیست، اما غیر قابل پیش‌بینی هم نمی‌باشد، تمام علوم در رشته و موضوع خود به پیش‌بینی می‌رسند، پس علم یکی از مبانی آینده‌شناسی است، ساختار الگوهای فردا، قطعاً توان پیش‌بینی را نصیب بشر خواهد کرد (Mozaffari, 2010). روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی داده‌ها و استفاده از مدل برای پیش‌بینی وجود دارد. از جمله مهم‌ترین این روش‌ها می‌توان به مدل‌های سری زمانی، زنجیره مارکف، شبکه عصبی مصنوعی و غیره اشاره کرد.

نشان خواهند داد (Gholami et al., 2017). بر اساس برآورد مدل HADCM3 برای سناریوهای مورد بررسی در دوره‌های آتی، میانگین دمای بیشینه و بارش استان لرستان به ترتیب حدود ۰/۹ تا ۱/۳ درجه سلسیوس و ۱۲/۰۴ درصد افزایش و میانگین ساعات آفتابی حدود ۰/۶ درجه ساعت کاهش خواهد یافت. همچنین با وجود تغییرات کم‌تر دمای بیشینه نسبت به دمای کمینه، افزایش متوسط دمای هوا در این دوره قابل انتظار می‌باشد. طبق این نتایج شرایط اقلیمی استان لرستان در ۵۰ سال آینده تفاوت محسوسی با شرایط فعلی خواهد داشت و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و استراتژیک برای مدیریت این شرایط ضروری است (Nasiri and Yarmoradi, 2017). درختان در بردارنده شواهد دقیقی از رویدادهای گذشته‌اند. لایه‌های رشد درختان به‌عنوان حلقه‌های رویشی در مقطع عرضی درختان نمایان بوده و مدارکی از سیل، خشک‌سالی، طغیان حشرات و صاعقه را ثبت می‌کنند. قطر درخت هر سال اضافه می‌شود. این رویش جدید، حلقه رویشی نامیده می‌شود. تولید حلقه‌های رویشی بستگی به شرایط محلی درختان، مانند آب در دسترس دارد. با استفاده از پهنای رویشی حلقه‌ها در درختان می‌توان خشک‌سالی، ترسالی یا گذشته اقلیمی منطقه را شناسایی کرد (Toghraci, 2013). مطالعه و بازسازی تغییراتی که در گذشته بر رشد درختان تأثیر داشته‌اند را می‌توان، دندروکرونولوژی تعریف کرد. نام این علم از ترکیب سه کلمه یونانی گرفته شده است، درخت^۲، زمان^۳ و مطالعه^۴. از آن‌جا که تغییرات گذشته می‌تواند در اثر فرآیندهای داخلی و همچنین خارجی یک درخت ایجاد شود، هم عوامل محیطی و هم فیزیولوژی درخت در معرض تحقیق دندروکرونولوژی قرار می‌گیرند (Biondi, 2020). در تحلیل سری زمانی طول دوره آماری برای پیش‌بینی مهم می‌باشد. بالاترین دوره آماری عوامل تأثیرگذار اقلیمی بر رشد گیاهان همچون دما، بارش و رطوبت حدود ۷۰ سال می‌باشد، درحالی‌که مشاهدات حلقه‌های رشد سالانه (سری زمانی) درختان جنگل هیرکانی به‌خصوص درختان راش و بلوط ۲۰۰-۳۰۰ سال می‌باشد که این داده‌ها می‌تواند یک سری زمانی با طول

به مجموعه‌ای از مشاهدات که در فاصله‌های زمانی ثابت نمونه‌برداری شده باشند، سری زمانی گفته می‌شود. بر خلاف نمونه‌های تصادفی از یک جامعه که مستقل از یکدیگر هستند، داده‌های سری زمانی از هم مستقل نبوده و به طور متوالی به هم وابسته‌اند. همین وابستگی بین مشاهدات متوالی مورد توجه محققان قرار گرفته و بیش‌ترین کاربرد را در پیش‌بینی دارد (Abdolhnezhad, 2015). مهم‌ترین اهداف تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی عبارتند از، کشف و شناسایی مدل احتمالاتی، تولید و ساخت داده‌ها و پیش‌بینی مقادیر آینده سری بر مبنای مقادیر گذشته آن می‌باشند. مدل-سازی سری زمانی برای پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی به-منظور مدیریت و سیاست‌گذاری در زمینه منابع آب در شرایط بحرانی به‌کار گرفته می‌شوند. مدل‌های آریمای برای توصیف رفتاری بسیاری از سری‌های زمانی مفید می‌باشند. با استفاده از الگوی آریمای (۲،۰،۳) گزارش شده است که با فرض ادامه یافتن شرایط بهره‌برداری موجود و روند کنونی الگوی مصرف آب زیرزمینی در حوضه آبریز تسوج، میانگین افت تجمعی سطح آب زیرزمینی در سال دهم پیش‌بینی (۱۴۰۱) نسبت به سال اول پیش‌بینی (۱۳۹۲) ۷/۵ متر خواهد بود (Jalali Onsrودي et al., 2017). عابدی‌کوپایی و همکاران (Abedi Kopaei et al., 2012) نتایج خوبی را در آریمای باکس-جنکینز برازش داده‌شده به داده‌های ماهانه پارامترهای درصد رطوبت نسبی، تبخیر، دمای هوا، سرعت باد و تعداد ساعات آفتابی گزارش کردند. در آریمای، نتایج مطالعه نشان‌دهنده قابلیت بالای مدل‌های پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی بود. نتیجه پیش‌بینی تغییرات اقلیمی آینده در حوزه آبریز تالار مازندران نشان داد که ماه‌های می و اکتبر دارای بیش‌ترین بارش و ماه‌های جولای و آگوست دارای تغییرات شدید کاهشی به‌خصوص در سال‌های ۲۰۹۵-۲۰۸۰ خواهند بود که این تغییرات می‌تواند وقوع سیلاب‌های فصلی در ماه‌های پر بارش و وقوع خشک‌سالی در ماه‌های کم‌بارش را موجب شود. بر اساس این پژوهش در این منطقه دما نیز در ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر دارای روندی افزایشی در آینده خواهند بود و ماه‌های ژانویه و فوریه نیز کم‌ترین میانگین را بر اساس دمای شبیه‌سازی‌شده

2. δένδρον (Dendro)

3. χρόνος (Chrono)

4. λόγος (Logy)

1. Arima

از نظر عوارض طبیعی و توپوگرافی این سری در کل در دامنه جنوبی یال چفرود و دامنه شمالی رودخانه شاندرمن واقع شده ولی به دلیل یال‌ها و دره‌ها از جبهه‌های شرقی غربی متعددی تشکیل شده است. به‌طور کلی بیش از ۹۰ درصد از ساختار سنگ‌شناسی سری سه از رسوبات دوران دوم زمین‌شناسی^۲ پوشیده شده است که به‌طور عمده از رسوبات دوره‌های ژوراسیک زیرین و کرتاسه تشکیل شده‌اند. جنگل هیرکانی با مساحت ۱/۸ میلیون هکتار در نواری به‌طول ۸۵۰ کیلومتر از آستارا تا گلی‌داغی گرگان و پهنای ۲۰ تا ۷۰ کیلومتر دامنه‌های شمالی البرز را از سطح دریای خزر تا خط مرزی جنگل، ارتفاع ۲۸۰۰ متری از سطح دریا پوشش می‌دهند. متوسط بارندگی در شرق این جنگل ۶۰۰ میلی‌متر و در غرب تا ۲۰۰۰ میلی‌متر است. حداکثر بارندگی در بهار، پاییز و زمستان رخ می‌دهد. متوسط دمای سالیانه ۱۵ تا ۱۸ درجه سلسیوس و بیشینه دمای ماهیانه بین ۲۸ تا ۳۵ درجه سلسیوس و کم‌ترین دمای ماهیانه بین +۱ تا -۴ ثبت شده است (Marvi Mohadjer, 2006). بافت خاک در افق سطحی سری-های مورد عمل سبک تا متوسط شنی لومی^۳ تا لومی^۴ که با توجه به خلل و فرج مناسب تهویه خوبی صوت گرفته و نفوذ آب با مشکل مواجه نمی‌باشد. گونه غالب راش از نظر کیفیت خوب و عالی، درختان اغلب به‌صورت گروهی و بیش‌تر در ارتفاعات سری به‌صورت خالص وجود دارد.

روش تحقیق:

در این تحقیق تجزیه و تحلیل سری زمانی گسسته در قلمرو زمان را مورد بررسی قرار داده و هدف از تحلیل سری زمانی گاهشناسی درختی راش (Fagus *orientalis lipsky*) برای توصیف، تشریح و پیش‌بینی آینده اقلیمی استان گیلان می‌باشد. برای تهیه سری زمانی مناسب بررسی روند و پیش‌بینی اقلیمی استان گیلان لازم می‌باشد. درختان راش از گونه‌های ارزشمند صنعتی با طول عمر ۲۰۰ تا ۳۰۰ سال یکی از بهترین گونه‌ها برای تهیه داده‌های سری زمانی می‌باشند. به‌عبارت دیگر هر حلقه متشکل از چوب آغاز و پایان یک طبق سالیانه یا دوره رویش سالیانه معرف یک سال سن درخت است.

دوره مناسب برای مطالعه و پیش‌بینی شرایط اقلیمی آینده را فراهم نماید. جنگل هیرکانی به‌عنوان دومین میراث طبیعی ایران در سال ۲۰۱۹ در یونسکو، ثبت جهانی شد. با توجه به اهمیت پوشش گیاهی این جنگل و به‌منظور پیش‌بینی شرایط اقلیمی آینده استان گیلان و امنیت غذایی منطقه مورد مطالعه این پژوهش با استفاده از سری زمانی گاهشناسی درختی ۲۰۲ ساله انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

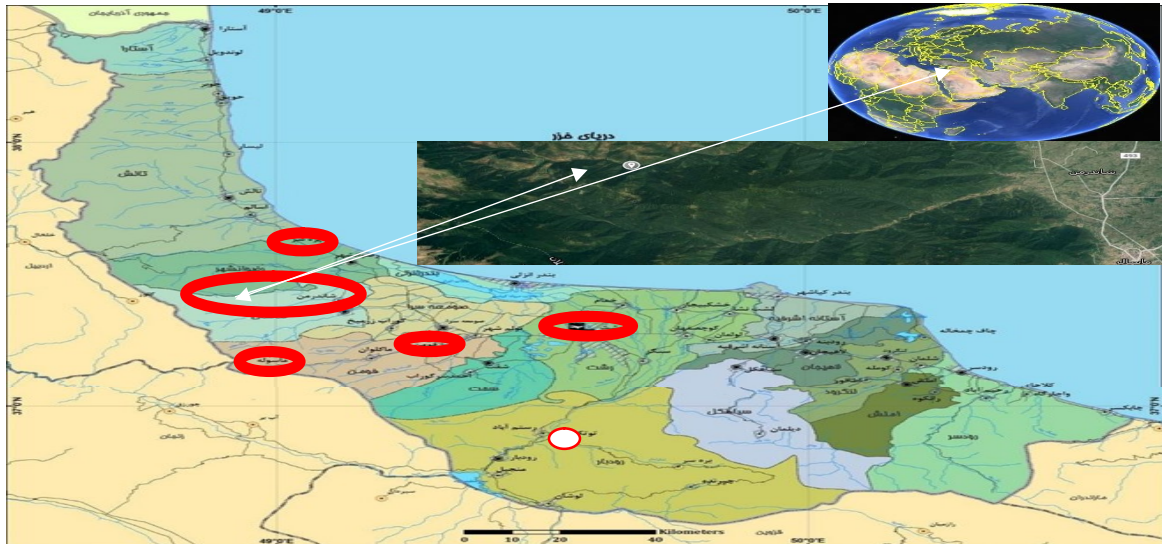
استان گیلان با مساحت ۱۴۰۴۴ کیلومتر مربع دارای ۸۰۰ هزار هکتار جنگل و پوشش گیاهی است. این استان در جنوب دریای کاسپین و کشور آذربایجان، شرق استان اردبیل، شمال استان‌های زنجان و قزوین و غرب استان مازندران واقع شده است. مختصات جغرافیایی استان بین ۴۵ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. پرباران‌ترین استان شمالی کشور با میانگین بارندگی بالای ۱۰۰۰ میلی‌متر دارای آب و هوای نیمه‌مدیترانه‌ای مناسب زراعت غلات، حبوبات، گیاهان روغنی، چای، زیتون، مرکبات، کیوی و فندق و گیاهان دارویی و بسیاری از دیگر گیاهان دارای ارزش اقتصادی می‌باشد. جمعیت گیلان بالغ بر دو میلیون و پانصد و سی هزار نفر به جهت قرارگیری در کریدور شمال-جنوب (نوستراک) و داشتن منطقه آزاد، دارای اهمیت بسیاری در تمامی زمینه‌های (کشاورزی، تجارتی، توریستی، اقتصادی، اجتماعی، و ...) می‌باشد. سری^۱ سه از حوزه ۱۱ شاندرمن استان گیلان معروف به سری آرام جاپا، در جنوب کارخانه کاغذسازی چوکا واقع می‌باشد. این سری در ارتفاع بین ۴۰۰ متر تا ۱۶۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد که ۷۰ درصد سطح جنگل در ارتفاعات و حدود ۳۰ درصد در میان‌بند واقع گردیده است. از نظر جنگل‌شناسی به‌طور عمده میانسال تا کهنسال می‌باشند.

^۱ سری واحد جنگل‌داری است و قسمتی از جنگل است که دارای یک روش و یک شیوه و یک دوره واحد و یا سن و قطر قابل بهره‌برداری یکسانی هستند. به‌عبارت دیگر سری جنگل قطعه محدود شده‌ای از جنگل است که مناسب برای عملیات بهره‌برداری و اداره جنگل (طرح جنگل‌داری) است. معمولاً قسمتی از یک حوزه آبخیز به‌عنوان سری انتخاب می‌شود. مساحت هر سری از ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ هکتار است و حد مطلوب آن ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ هکتار است. بزرگ‌تر از پارسل (۳ تا ۳۰ هکتار) و کوچک‌تر از بخش می‌باشد.

². Mesozoic.

³. Sand Loam

⁴. Loam



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه در استان گیلان، ایران و جهان (ایستگاه‌های همجوار منطقه مطالعاتی)

Figure 1. Study area in Gilan province, Iran and the world and adjacent stations in the study area

برای بررسی عناصر اقلیمی دما و بارش از داده‌های جوی ایستگاه‌های منطقه مطالعاتی و همجوار استفاده شد.

مدل‌سازی و پیش‌بینی سری زمانی

مراحل مدل‌سازی یک سری زمانی به‌صورت، شناسایی مدل اولیه، برآورد پارامترهای مدل شناسایی‌شده، بررسی کارایی مدل با استفاده از نمایه‌های ارزیابی انجام گرفت. با استفاده از توابع خودهمبستگی AFC و خودهمبستگی جزئی PACF مدل‌های سری زمانی مناسب به داده‌ها برازش داده شد (برای تشخیص شایسته است حجم نمونه کم‌تر از ۵۰ نباشد و خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی تا $k=n/4$ محاسبه و رسم شوند). به‌دلیل نایستایی ابتدا سری مورد نظر با استفاده از سری تفاضلی (معمولا d کم‌تر از ۲) مناسب و تبدیل داده‌ها از روش باکس - کاکس در میانگین و واریانس پایدارشده، سپس سری ایستا گردید. در این مرحله آنالیز واریانس ACF، PACF انجام گرفت. مقادیر P ، Q و p ، q مرتبه‌های ACF و PACF داده‌های تفاضلی‌شده و با استفاده از نمودارهای سری باقیمانده‌ها داخل محدوده بودنشان بررسی شد، همبستگی معنی‌داری بین باقیمانده‌ها وجود ندارد و باقیمانده‌ها اغتشاش خالص هستند. p و q پارامترهای خود همبستگی و میانگین متحرک غیر فصلی P و Q پارامترهای اتورگرسیون و میانگین متحرک فصلی است. دو پارامتر دیگر یعنی d و D پارامترهای تفاضلی برای ایستارکردن سری زمانی است.

منطقه مورد مطالعه از مناطق بسیار مهم غرب استان گیلان (منطقه در ارتفاعات جنگلی سری سه از حوزه آبریز ۱۱ شاندرمن) و دارای جنگل انبوه و متراکم با گونه‌های ارزشمندی همچون راش، بلوط و افرا و ... بود. در این پژوهش ۱۵ دیسک از درختان راش در منطقه مطالعاتی، محدوده ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا (پاییز سال ۱۳۹۶) در ارتفاع برابر سینه (۱۳۰ سانتی‌متر) تهیه گردید. تعداد ۲۰۲ (۱۳۹۶-۱۱۹۵) دایره سالیانه با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر تهیه و تطابق زمانی انجام گرفت. نمونه‌ها برای رویت حلقه‌ها با سمباده‌های زبر و نرم صاف و صیقلی گردیدند. اندازه قطر حلقه‌ها در چهار جهت اصلی (پوست به مرکز) از هر دیسک با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر محاسبه گردید. و سپس با تهیه سری زمانی اندازه پهنای دوائر سالیانه برای هر درخت و حذف گرایش‌های محیطی سری زمانی استانداردشده، مقدار گاه‌شناسی هر درخت به‌دست آمد. بالابودن درصد تطبیق واریانس، دقت اندازه‌گیری و الگوی رویشی یکسان بین پایه‌های رویشی درختان بررسی شد. نمونه‌ها دارای میانگین ضریب همبستگی بالای ۰/۵ بودند و از سطح اعتبار و اطمینان گاه‌شناسی برخوردار بودند. پس از تاریخ‌گذاری تطبیقی و رفع خطای اندازه‌گیری، میانگین مقادیر اندازه حلقه‌های رویشی نمونه‌ها محاسبه و سری زمانی ۲۰۲ سال تهیه گردید. بعد از نرمال‌سازی داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری مینی‌تب، الگوی آریما به‌روش تحلیل باکس - جنکینز، مدل‌سازی و پیش‌بینی آینده اقلیمی انجام شد.

نتایج

برای مدل‌سازی سری زمانی ۲۰۲ سال اندازه حلقه‌های درختان راش ابتدا داده‌ها در برابر زمان رسم گردید. داده‌های ترسیمی دارای روند بودند. بنابراین سری زمانی نایستا بود. رسم نمودار خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی نیز نایستایی را تایید کرد (شکل ۲).

خود همبستگی‌های برآوردی به‌کندی به صفر میل کرده، خود همبستگی‌های جزئی از دامنه استاندارد خارج شده و نشان‌دهنده نایستایی سری بودند. زمانی امکان پیش‌بینی برای سری زمانی وجود دارد که ایستا^۱ در آمده باشد. روش معمول برای بررسی این‌که آیا یک مدل احتمالی واقعا توصیف‌کننده داده‌ها می‌باشد. خطای پیش-بینی یا همان باقیمانده‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم. اگر مدل به نحو مطلوب بیانگر فرایند باشد، انتظار می‌رود که مقدار متوسط خطاهای پیش‌بینی یا معیارهای دقت نزدیک صفر باشد. اگر یک روش پیش‌بینی توانسته باشد اجزاء روند و نوسانات را که در سری زمانی وجود دارد به-درستی پیش‌بینی نماید، در آن صورت خطای پیش‌بینی منعکس‌کننده جزء بی‌نظم خواهد بود. برای بررسی مناسب بودن مدل از مدل‌های مکمل - تجزیه و تحلیل باقیمانده‌های مدل برازش شده و تجزیه و تحلیل مدل‌هایی که پارامتر بیش‌تری دارند- استفاده شد. در تجزیه و تحلیل باقیمانده‌ها به کمک نمودارهای مربوط به باقیمانده-ها و همچنین آزمون پرت-مانتو استفاده شد. برای فرض نرمال بودن باقیمانده‌ها نمودار احتمال نرمال باقیمانده‌ها و هیستوگرام (شکل ۳) باقیمانده‌ها را رسم می‌کنیم. شکل ۳ احتمال نرمال باقیمانده‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۳). نقاط تقریبا در امتداد یک خط راست قرار گرفته‌اند که روی مقادیر مرکزی نسبت به کران‌ها از انسجام بیش‌تری نیز برخوردار هستند. این شکل نشان می‌دهد که باقیمانده‌های حاصل از برازش مدل آریم (۱۰۱ و ۱) به صورت نرمال توزیع شده‌اند که ثابت می‌کند، شرط مستقل و هم‌توزیع بودن در خطاها دارای توزیع نرمال در مدل برقرار می‌باشد. شکل ۴ نیز که نشان‌دهنده هیستوگرام باقیمانده‌های مدل می‌باشد، نشان می‌دهد که هیستوگرام باقیمانده‌ها تقریبا به صورت نرمال می‌باشند. برای بررسی فرض استقلال باقیمانده‌ها، acf و pacf باقیمانده‌ها را

بررسی می‌کنیم (شکل ۵ و ۶). بر اساس نتایج شکل‌های ۵ و ۶ هیچ یک از خودهمبستگی‌ها معنی‌دار نیستند، زیرا از حدود استانداردشان تجاوز ننموده‌اند و به معنی ناهمبسته بودن باقیمانده‌ها و تصادفی بودن آن‌ها می‌باشد. باید اذعان شود که برای بررسی فرض ثابت بودن واریانس باقیمانده‌ها با کمک نمودار باقیمانده‌ها در برابر مقادیر برازش شده، چنانچه نمودار ساختار خاصی را نشان ندهد، مثلا کیفی شکل نباشد، می‌توان فرض ثابت بودن واریانس باقیمانده‌ها را پذیرفت که در شکل ۷ این مطالعه، نمودار فاقد ساختاری خاص می‌باشد.

بنابراین می‌توان فرض ثابت بودن واریانس باقیمانده‌ها را پذیرفت. دیگر روش تایید مدل برازش داده شده رسم نمودار باقیمانده‌ها در برابر زمان است. چنانچه مدل مناسب باشد انتظار می‌رود، نمودار در اطراف سطح افقی پراکندگی مستطیلی بدون روندی را نشان دهد و رفتار آن شبیه رفتار یک فرایند تصادفی محض با میانگین صفر و واریانس ثابت باشد، که در آن صورت می‌توان مدل برازش داده شده را تایید نمود. با توجه به شکل ۸ می‌توان صحت مدل برازش شده را تایید نمود. برای بررسی مناسب مدل که بر مبنای خود همبستگی‌های باقیمانده‌ها می‌باشد، از روش رسمی‌تری به نام آزمون پرت-مانتو استفاده می‌شود. با بهره‌گیری از نتایج جدول یک ملاحظه می‌شود که مقدار $p - value$ برای تمامی تاخیرها بیش‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد. در نتیجه می‌توان فرض صفر بودن همه خودهمبستگی‌ها را پذیرفت. می‌توان گفت باقیمانده‌های حاصل از برازش مدل (۱ و ۱) آریم در این پژوهش ناهم بسته‌اند.

روش دیگر برای قضاوت در مورد H_0 مقایسه مقدار مشاهده شده برای χ^2 با مقدار مناسب آن در جدول χ^2 می‌باشد. چنانچه مقدار آماره مشاهده شده کم‌تر از مقدار جدول باشد. فرضیه H_0 پذیرفته می‌شود. با مشاهده آماره χ^2 با درجات آزادی خروجی مدل و جدول در سطح ۰/۰۵ و مقایسه آن‌ها مشخص گردید که χ^2 آماره کوچک‌تر از χ^2 جدول بوده، بنابراین فرضیه H_0 با ۹۵ درصد اطمینان پذیرفته شد. پس از مشخص شدن مدل از آن برای پیش-بینی رفتار آینده سری زمانی استفاده شد و روند نمودار بیانگر کاهش بودن اندازه‌های پیش‌بینی برای دو دهه آینده می‌باشد (شکل ۱۰). بررسی روند بارندگی و دما در

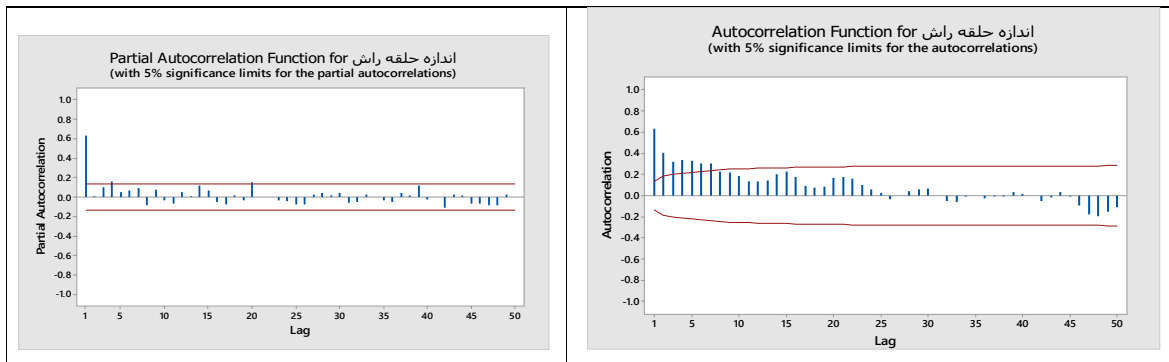
¹. Stationary

خورشید در دامنه طول موج حدود ۷۶۰-۳۹۰ نانومتر در محدوده دمایی مختص خود قادر به فتوسنتز (جذب دی-اکسید کربن از جو و آب از خاک و نور خورشید) می‌باشند. با افزایش یافتن دمای محیط و کاهش رطوبت قابل جذب برای گیاهان از طریق ریشه، فرایند فتوسنتز متوقف شده و تنفس نوری افزایش پیدا می‌کند. محصول فعالیت فتوسنتزی گیاهان تولید قند و اکسیژن است، اما در جریان تنفس، درختان با جذب اکسیژن مواد قندی را مصرف و دی‌اکسید کربن و آب تولید می‌کنند.

دهه‌های اخیر برای بررسی صحت خروجی‌های مدل در ادامه آمده است.

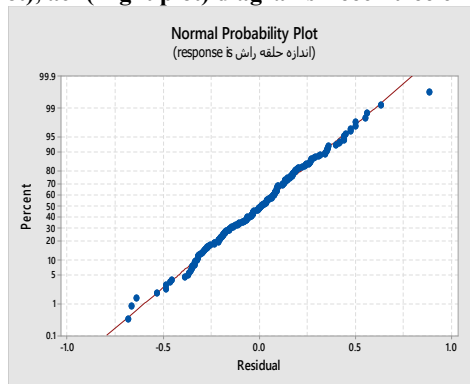
بررسی روند دما و بارش

در دهه‌های اخیر میانگین کمینه، متوسط و بیشینه دمای فصل رشد منطقه افزایش نشان داده است (۱۲، ۱۳ و ۱۴). بالارفتن دما و افزایش تبخیر، ظرفیت‌های منابع آب را دچار نقصان کرده و بر چرخه فتوسنتز تاثیر منفی گذاشته است، به‌خصوص که اگر با کاهش بارش همراه باشد. همان‌طور که می‌دانیم گیاهان با جذب نور از



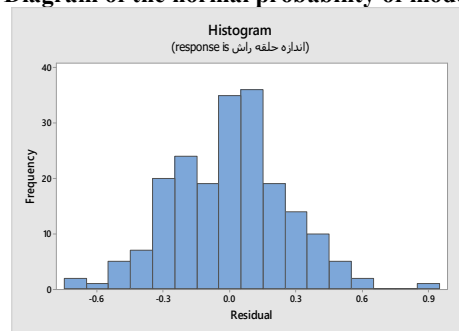
شکل ۲- نمودارهای $pacf, acf$ سری زمانی اندازه حلقه‌های رشد درختان راش

Figure 2. $pacf$ (left plot), acf (Right plot) diagrams Beech tree chronological time series



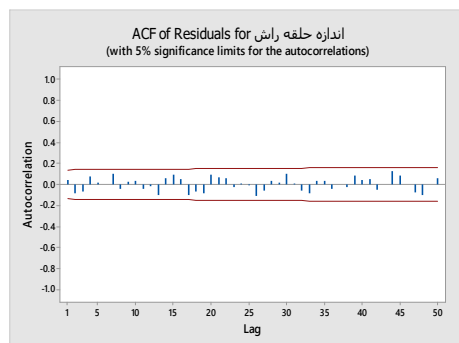
شکل ۳- نمودار احتمال نرمال باقیمانده‌های مدل

Figure 3. Diagram of the normal probability of model residuals

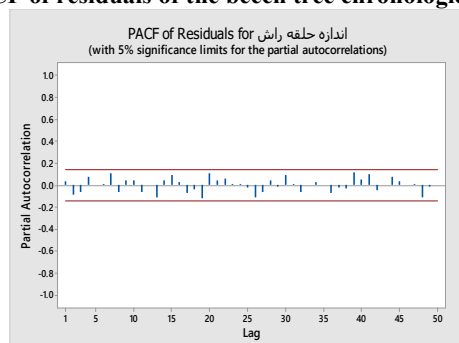


شکل ۴- نمودار هیستوگرام باقیمانده‌های مدل

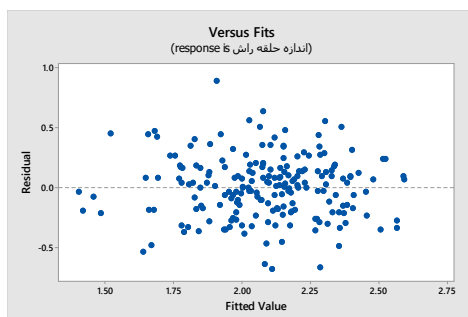
Figure 4. Diagram of model residuals



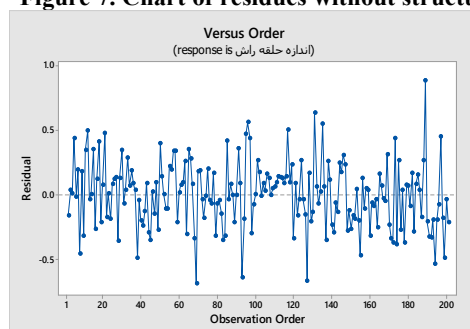
شکل ۵- باقیمانده‌های خودهمبستگی سری اندازه حلقه‌های رشد درختان راش
Figure 5. ACF of residuals of the beech tree chronological time series



شکل ۶- باقیمانده‌های خود همبستگی جزئی سری اندازه حلقه‌های رشد درختان راش
Figure 6. PACF of residuals of the beech tree chronological time series



شکل ۷- نمودار باقیمانده‌های فاقد ساختار اندازه حلقه‌های رشد درختان راش
Figure 7. Chart of residues without structure



شکل ۸- نمودار باقیمانده‌ها در طول زمان
Figure 8. Residues of unstructured diagram

جدول ۱- آزمون پرت - مانتو

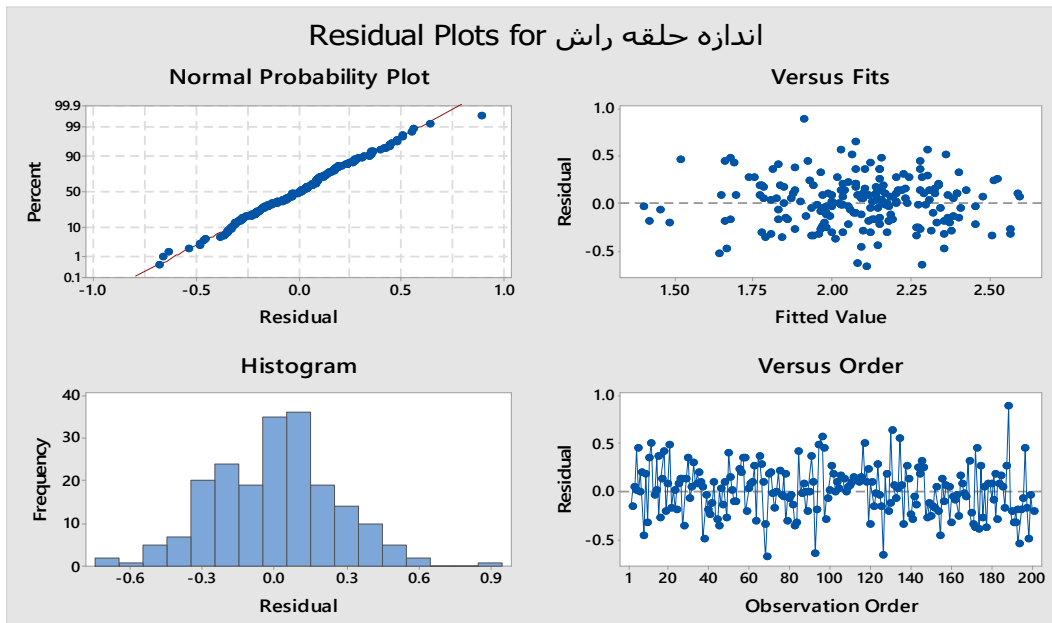
Table 1. Pert - Manto test
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	7.11	21.28	31.49	45.17
DF	9	21	33	45
P-Value	0.625	0.442	0.542	0.465

۴۵/۱۷ < ۵۹/۳۴ ... و ۱۲/۲۸ < ۳۲/۶۷ و ۷/۱۱ < ۱۶/۹۲

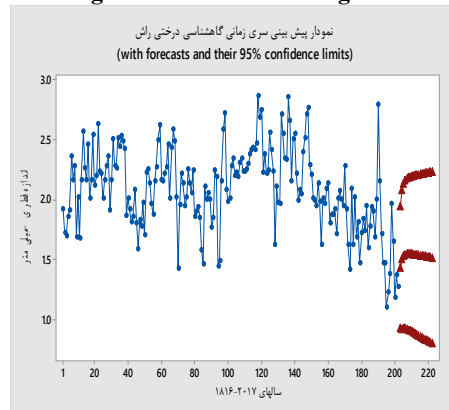
(*al.*, 2015). برای تغییرات بارش در بیش‌تر پیکسل‌های منطقه روندی مشاهده نشد، ولی تحلیل روند سری زمانی دما و به‌طور تقریبی در کل منطقه، روند افزایشی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد را نشان داد. (Darvishsefat *et al.*, 2017).

دما با تغییر تعادل بین فتوسنتز و تنفس ممکن است بر بهره‌وری گیاهان تأثیر بگذارد، زیرا این فرایندها به‌طور متفاوتی به تغییرات دما پاسخ می‌دهند (Maier *et al.*, 1998). در بررسی روند و چرخه‌های سری زمانی بارش-های سالیانه مند و حله، نتایج نشان از کاهش بارش در تمامی ایستگاه‌های حوضه مورد مطالعه بود (Biliani *et*)



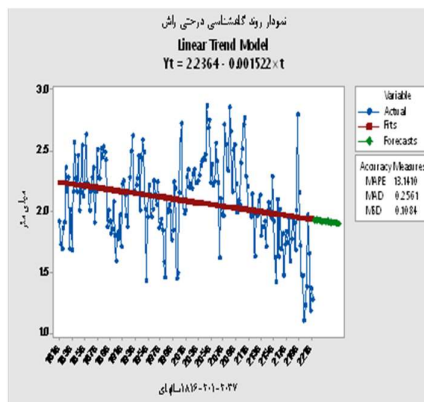
شکل ۹- نمودارهای مربوط به باقیمانده‌های حاصل از برازش ARIMA(1,1,1)

Figure 9. Diagrams of ARIMA fitting residues (1,1,1)



شکل ۱۰- نمودار پیش‌بینی اندازه حلقه‌های درختان راش با تحلیل باکس - جنکینز

Figure 10. Time series forecasting diagram with Box-Jenkins analysis

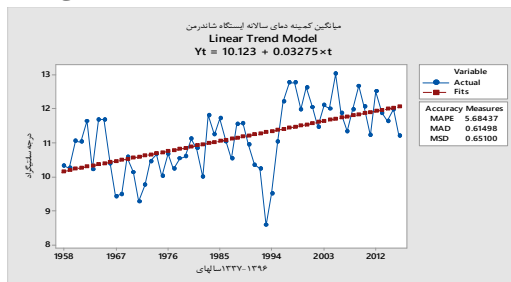


شکل ۱۱- نمودار خطی و پیش‌بینی روند گاه‌شناسی درختی راش

Figure 11. Line charts and time series forecasts

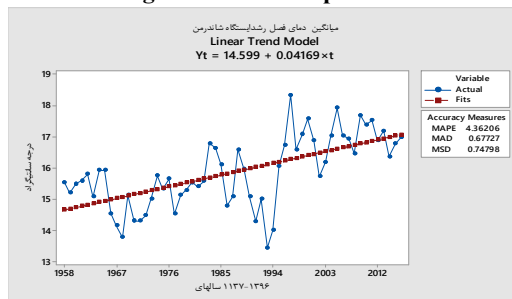
و گرم را گزارش کردند. دما از عناصر اقلیمی مهم و تأثیرگذار در شروع جوانه‌زنی و دوره رشد درختان است. درختان راش دمای ۱۸-۱۶ درجه سلسیوس و محیط مرطوب و خنک را می‌پسندند. روند بارندگی فصل رشد و سالیانه ارتفاعات و جلگه استان گیلان در دهه‌های اخیر نزولی و منفی بود (شکل‌های ۱۶ تا ۲۰). یکی از منابع اصلی چرخه فتوسنتز در گیاهان جذب رطوبت از خاک است. کاهش منابع آبی قابل دسترس گیاهان سبب تنش خشکی، کاهش فتوسنتز و شیوع آفات و بیماری‌ها می‌شود. با کاهش تولید مواد غذایی در فتوسنتز از رشد گیاهان کاسته می‌شود.

در هر سه ایستگاه رشت، رامسر و بابلسر در سطح ۹۵ درصد اطمینان وقوع تغییرات از نوع روند افزایشی و نیز تغییرات از نوع ناگهانی بود. در دوره پیش‌بینی‌شده، بیش‌ترین تغییر در حداقل دمای ماهانه و سالانه دیده می‌شود. افزایش دمای کمینه حدود ۰/۱ تا ۱/۷ درجه سلسیوس بود. بر اساس خروجی‌های مدل نوسانات کوتاه‌مدت و مشاهده روند افزایشی معنی‌دار هم در دمای بیشینه و هم در دمای کمینه گویای افزایش دما در سال‌های آتی خواهد بود که حاکی از وقوع تغییرات در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. کریمی و همکاران (Karimi *et al.*, 2018) نیز افزایش دمای شب و کاهش در تفاوت دمای فصل‌های سرد



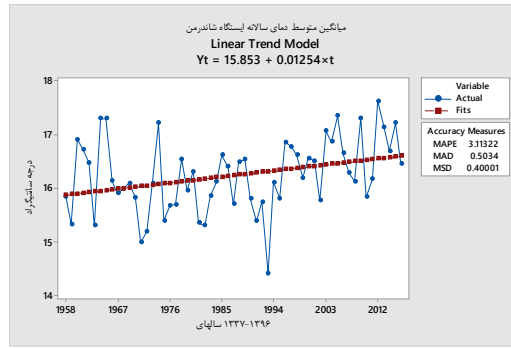
شکل ۱۲- نمودار روند میانگین سالانه کمینه دمای ایستگاه شاندرمن (۱۳۳۷-۱۳۹۶)

Figure 12. Graph of the annual average minimum temperature of Shanderman station (1958-2017)

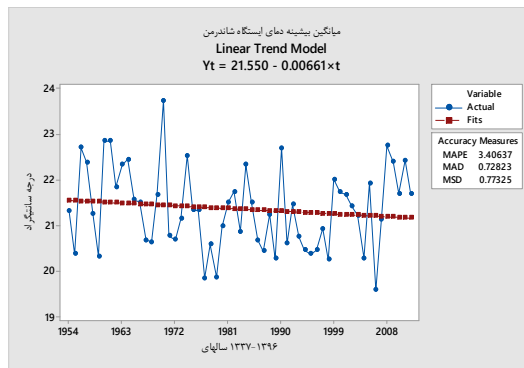


شکل ۱۳- نمودار روند میانگین سالانه بیشینه دمای فصل رشد ایستگاه شاندرمن (۱۳۳۷-۱۳۹۶)

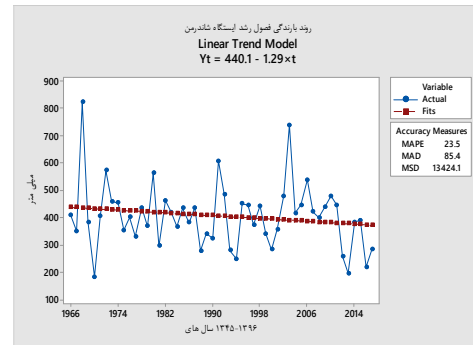
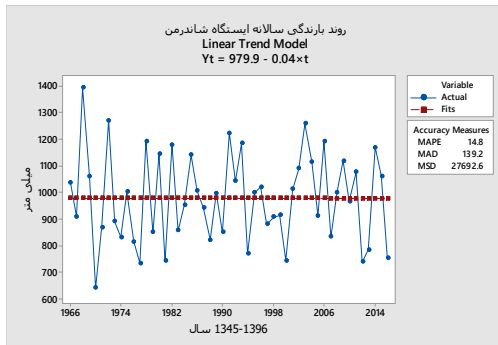
Figure 13. Graph of the average annual maximum temperature of the growing season of Shanderman station (1958-2017)



شکل ۱۴- نمودار میانگین متوسط دمای سالانه ایستگاه شاندرمن (۱۳۳۷-۱۳۹۶)
 Figure 14. Chart of average annual temperature of Shanderman station (1958-2017)



شکل ۱۵- میانگین متوسط بیشینه دمای سالانه ایستگاه شاندرمن (۱۳۳۷-۱۳۹۶)
 Figure 15. Average average maximum annual temperature of Shanderman station (1958-2017)

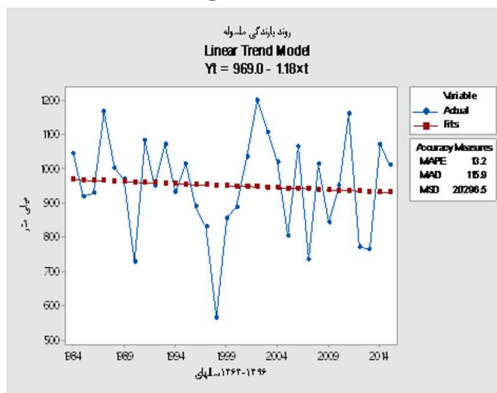


شکل ۱۶- نمودار روند کاهشی بارندگی فصل رشد و سالانه ایستگاه شاندرمن در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۴۵
 Figure 16. Graph of the decreasing trend of rainfall during the growing season and the annual Shanderman station in 1966-2017

می‌باشند، نمی‌توان علل کاهش یا افزایش عملکرد محصولات را توجیه نمود (Alijani et al., 2011). فائو پیش‌بینی کرده است که تقاضا برای غلات تا ۷۰ درصد در سال ۲۰۵۰ افزایش خواهد یافت و این تقاضا در کشورهای کم‌تر توسعه‌یافته و با درآمد پایین دو برابر خواهد شد (FAO, 2018). گیاهان در معرض آتش‌سوزی،

همچنین با توجه به اهمیت تغییرات آب و هوا در کشاورزی و وابستگی میزان عملکرد محصولات کشاورزی به نزولات جوی به‌ویژه محصولات زراعی، ارائه اطلاعات صحیح در زمینه متغیرهای اقلیمی مانند بارندگی و دما در طی چندین سال گذشته مفید به نظر می‌رسد. زیرا با اطلاع از چگونگی تولید محصولات زراعی بدون مقایسه متغیرهای جوی که از عناصر مهم در عملکرد محصولات

بیماری‌ها و چندین اختلال طبیعی دیگر قرار دارند.

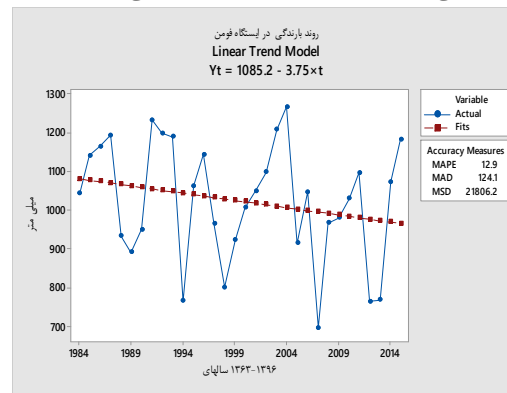


شکل ۱۸- نمودار روند کاهشی بارندگی سالیانه ایستگاه ماسوله ۱۳۹۶-۱۳۶۳

Figure 18. Chart of decreasing annual rainfall trend of Masouleh station 1984-2017

طی ۱۵ سال گذشته در کالیفرنیا رخ داده است و به‌طور متوسط آتش‌سوزی‌ها در حال حاضر بیش از دو برابر دهه-های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ می‌باشند. کشورهای شمال اروپا در تابستان ۲۰۱۸ بین ۲۰ تا ۲۰۰ برابر مساحت متوسط ده ساله را سوزانده‌اند.

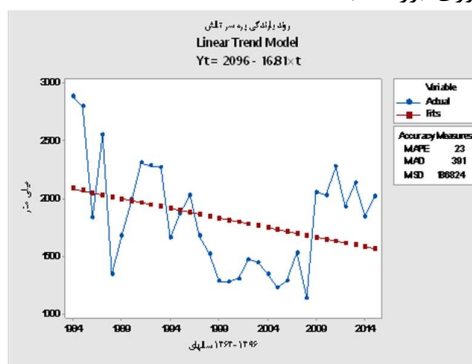
خشکسالی، طوفان، برف و یخبندان، آلودگی به حشرات و



شکل ۱۷- نمودار روند کاهشی بارندگی سالیانه ایستگاه فومن ۱۳۹۶-۱۳۶۳

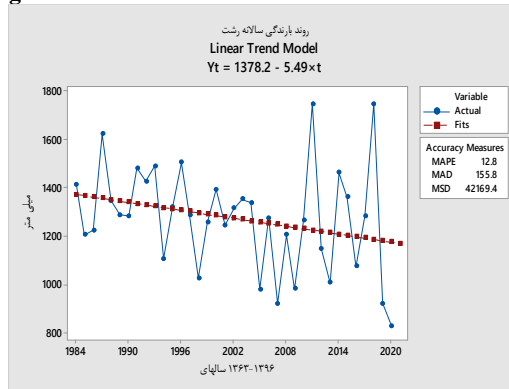
Figure 17. of decreasing annual rainfall trend of Fooman station 1984-2017

با این حال، تغییرات آب و هوایی این پتانسیل را دارد که هم تواتر و هم شدت عمده این اغتشاشات را افزایش دهد، به‌عنوان مثال در سال ۲۰۱۸، با آتش‌سوزی گسترده و طولانی‌مدت در ایالات متحده، سیبری، استرالیا و اروپا، آتش‌سوزی جنگل‌ها در مناطق معتدل و ساحلی افزایش زیادی یافت. ۱۴ مورد از ۲۰ آتش‌سوزی بزرگ ثبت‌شده



شکل ۱۹- نمودار روند کاهشی بارندگی سالیانه ایستگاه پره‌سر تالش ۱۳۹۶-۱۳۶۳

Figure 19. Chart of decreasing trend of annual rainfall of Parih Sar Talesh station 1984-2017



شکل ۲۰- نمودار روند کاهشی بارندگی سالیانه ایستگاه رشت ۱۳۹۶-۱۳۶۳

Figure 20. Chart of decreasing trend of annual rainfall of Rasht station 1984-2017

مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۴ نشان می‌دهد که در صورت ادامه گرم‌شدن کره زمین، در خارج از مناطق استوایی آتش‌سوزی (که عمدتاً ناشی از تغییر اقلیم است) می‌تواند به بیش‌ترین میزان عامل مهم جنگل‌زدایی تبدیل شود. آتش‌سوزی جنگل‌ها مقادیر قابل توجهی گازهای گلخانه‌ای را در جو آزاد می‌کند. این نه تنها شامل دی‌اکسیدکربن بوده، بلکه متان و اکسید نیتروژن را نیز شامل می‌شود که هر دو تأثیر بیش‌تری نسبت به دی‌اکسیدکربن در گرم‌شدن کره زمین دارند. در مقیاس جهانی، اختلالات ناشی از پنج عامل از شش عامل گفته‌شده در بالا در جهان، افزایش می‌یابد. تنها چیزی که افزایش نمی‌یابد، برف و یخ است.

شرایط گرم‌تر و خشک‌تر در آینده احتمالاً منجر به افزایش آتش‌سوزی، خشک‌سالی و فعالیت حشرات می‌شود. استان گیلان علاوه بر جنگل هیرکانی دارای ۲۳۰۰۰۰ هکتار مزارع برنج، ۲۵۷۷۰ هکتار باغ چای، ۱۱۱۱۰ هکتار مرکبات و ۶۰۰۰ هکتار باغ کیوی و دیگر اراضی زراعی و باغی می‌باشد. کاهش بارندگی، افزایش دما و تبخیر و تنش خشکی و آب سبب خسارت به اکولوژی جنگل، مرتع و اراضی زراعی و غیر زراعی و اکوسیستم تالاب و ... می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

با تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی سری زمانی گاهشناسی درختان راش و استفاده از مدل آریم، الگوی مدل بهترین برازش را با سری زمانی داشته و با استفاده از استراتژی مدل‌سازی باکس-جنکینز مدل نهایی $ARIMA(1,1,1)$ شناسایی شد و بر مبنای آن پیش‌بینی سری زمانی، دو

منابع

- Abdolahnezhad, K. 2015. Forecasting of Monthly Sum-rainning by Stochastic Models in Time Series. Geographical planning of space quarterly journal, 5(17):15-25. (In Persian)(**Journal**)
- Abedi Kopaei, J., Dodangeh, I. and Gohari, S.A. 2012. Application of time series models to determine the trend of future climate parameters in the direction of water resources management, Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, Soil and Water Sciences, 16(59): 74-59. (In Persian)(**Journal**)
- Ahmadi, N. 2009. "Futurology in Iran" Journal of Military Management, 32: 41-58. (In Persian)(**Journal**)
- Alijani, F., Karbasi, A. and Mozaffari Mosnan, M. 2011. Study of the effect of temperature and rainfall on the yield of Iranian irrigated wheat. Journal of Agricultural Economics and Development, 19(76): 166-143. (In Persian)(**Journal**)

دهه بعد روند کاهشی را نشان داد. مطالعات نشان داد به-دلیل روندی کاهشی بارندگی در ایستگاه منطقه مطالعاتی و ایستگاه‌های همجوار و افزایش میانگین دمای ماهیانه کمینه، متوسط و بیشینه، افزایش تبخیر و بروز تنش خشکی، کاهش رشد در دوایر سالانه درختان اتفاق افتاد و کاهش اندازه‌ها در دوایر رشد سالیانه در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بوده که می‌تواند گواهی بر تغییر اقلیم در استان گیلان باشد. افزایش آفات و بیماری‌ها، سیلاب‌های مخرب سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۹ ماسوله، رانش زمین در ۱۰۵ نقطه استان گیلان در فروردین ۱۳۹۹، زمین‌لغزش اشکورات رودسر در اردیبهشت ۱۳۹۹ و سیل شهرپور ۱۳۹۹ در شهر تالش و ... شواهدی از اثر و بروز تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش دما، کاهش بارندگی و افزایش تبخیر و تعرق در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. این وقایع می‌توانند بر زندگی موجودات اتوتروف تأثیر گذاشته و زنجیره زندگی مصرف‌کنندگان را نیز دچار اختلال کرده و در نهایت امنیت غذایی جامعه را مورد تهدید قرار دهند. حفظ و صیانت از اکوسیستم‌های جنگلی و جلگه‌ایی با اتکا به شناخت اقلیم شمالی کشور می‌تواند به آمادگی لازم برای برنامه‌های پیشگیری، سازگاری و مدیریت حفظ و نگهداشت منابع ملی و زندگی بشری کمک کند. که این مهم تنها با تلاش ویژه مسئولان و برنامه‌ریزان ممکن می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولین دانشکده جغرافیای دانشگاه خوارزمی قدردانی می‌گردد.

- Biliani, Y., Saliqeh, M., Asakereh, H. and Naserzadeh, M.H. 2015. "Analysis of the trend of time series of annual rainfall cycles in the catchment area of Haleh and Mand," *Journal of Geographical Science Research*, 15(37): 245-277. (In Persian)(**Journal**)
- Biondi, F. 2020. From Dendrochronology to Allometry, DendroLab, Department of Natural Resources and Environmental Science, University of Nevada, Reno, NV 89557, USA, *Journals*. (**Handbook**)
- Borunda A. 2020. Past decade was the hottest on record. *National Geographic*, 15 January 2020. (**Handbook**)
- Darvishsefat, A.A., Kiapasha, Kh., Zargham, N., Atarod, P., Nadi, M. and Shapman, M. 2017. The trend of vegetation changes in Hyrcanian forests using NOAA-NDVI time series in the period 1981-2012. *Forests and wood products, Iranian Journal of Natural Resources*, 70(3): 420-409. (In Persian)(**Journal**)
- Etemadi, H. and Delshab, H. 2020. Possible Predicted Effects of Climate Change on Coastal Mangrove Coastal Ecosystems in the Persian Gulf with Emphasis on Temperature and Rainfall Variables. *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(2):1-13. (In Persian)(**Journal**)
- FAO, 2018. Climate change for forest policy-makers – An approach for integrating climate change into national forest policy in support of sustainable forest management – Version 2.0. *FAO Forestry* Paper no.181. Rome, 68 pp. *Forests*, 2020, 11(2), 146; <https://doi.org/10.3390/fl1020146>
- Gholami, A., Shahedi, K., Habibnejad Roshan, M., Vafakhah, M. and Soleimani, K. 2017. Prediction and comparison of future climate change using atmospheric circulation models under different scenarios in the watershed of Talar Mazandaran province. *Rangeland and watershed management, Iranian Journal of Natural Resources*, 70(1): 196-181. (In Persian)(**Journal**)
- Hogda, K.A., Tom Emrvik, H. and Karlsen, S.R. 2013. Trends in the Start of the Growing Season in Fennoscandia 1982-2011. *Remote Sensing*, 5(9): 4304-4318. (**Journal**)
- Jalali Onsrودي, T., Rezaei Banafsheh, M., Hassanpour A. and begloo, M.A. 2017, Analysis and Modeling of Groundwater Changes in the Tasuj Basin Using the Moving Averaging Process. *Quarterly Journal of Geographical Space*, 17(57): 273-287. (In Persian)(**Journal**)
- Karimi, M., Sotoudeh, F. and Rafati, S. 2018. Analysis of the trend of changes and prediction of temperature limit parameters of the southern shores of the Caspian Sea. *Applied Research in Geographical Sciences*, 48: 93-71. (In Persian)(**Journal**)
- Maier, C.A., Zarnoch, J. and Dougherty, P.M. 1998. Effects of temperature and tissue nitrogen on dormant season stem and branch maintenance respiration in a young loblolly pine (*Pinus taeda*) plantation. *Physiology*, 18: 11–20. (**Journal**)
- Marvi Mohadjer, M.R. 2006. *Silviculture. University of Tehran press*. Tehran. (In Persian)(**Book**)
- Mohammadinejad, A., Karimifard, S., Moghaddasi, R. and Yazdani, S. 2018. Study of the effect of climatic variables on the yield of agricultural products in Iran" Case study: Khuzestan province. *Journal of Agricultural Economics*, 12(2): 91-109. (In Persian)(**Journal**)
- Mozaffari, A. 2010. Futurology, the context of crossing the borders of knowledge ", *Quarterly Journal of Law Enforcement and Security*, No. 4, second year, 25-47, p.25 (In Persian) (**Journal**)
- Nasiri, B. and Yarmoradi, Z. 2017. Predicting changes in climatic parameters of Lorestan province in the next 50 years using HADCM3 model. *Sepehr Geographical Information Quarterly*, Volume 26, Number 101, Spring, 154-143, p.151(In Persian)(**Journal**)
- Rannow, S. and Neubert, M., 2014. "Managing protected areas in central and eastern Europe under climate change", *Springer*. Germany, 305. (**Handbook**)
- Shi, Z., Gao, J., Yang, X., Jia, Z., Shang, J., Feng, C. and Lü, S. 2012. "Response of Mongolian pine radial growth to climate in Hulunbuir Sand Land, Inner Mongolia, China". *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10(2): 884-890. (**Journal**)
- Toghraei, N. 2013. Tree Chronology, *Journal of Geological Growth*, 18(1): 58-64. (In Persian)(**Journal**)
- WHO-9 January-2020- Geneva. World Heritage Committee to meet in Baku (Azerbaijan, June, 2019) to examine inscription of new sites on World Heritage List. 21 June 2019, Natural sites, <https://whc.unesco.org/en/news/1990>. www.nationalgeographic.com › science



Climate forecast in Guilan province using tree chronology and time series analysis at risks of plant seed production

Farzad shirzad^{1*}, Bohloul Alijani², Mehry Akbary³, Mohammdd Saligheh³

Received: January 18, 2021

Accepted: March 17, 2021

Abstract

Global warming and climate change are very important issues of the last century, which have been considered by scientists in various fields of science. The Hyrcanian forest is one of the oldest and most historic habitats of the world's deciduous trees. Beech trees are one of the valuable industrial species with a lifespan of 200 to 300 years. The science of tree chronology can show past weather events. The diameter of the annual growth rings of the trees forms a time series. With this method, a time series of 202 (1816-2017) years was obtained from the diameter of the growth rings of beech trees. Researchers are always thinking about the future. This study uses time series of growth rings of forest beech trees and analyzes it. And the use of modeling based on the Box-Jenkins method with emphasis on ARIMA models were examined. The results showed, Time series with ARIMA model (1,1,1) had the best fit, at the 95% level, it is significant and the trend forecast has a negative and decreasing slope. Climatic factor of annual precipitation in the regional station and neighboring stations with a decreasing and negative trend The average minimum, middle and maximum average temperatures are increasing. Climate change is reducing growth for Hyrcanian forest trees. It was registered as the second natural heritage of Iran in UNESCO. It will pose a threat to plant and animal communities.

Keywords: ARIMA Model; Climate Change; Forecast; Time series

How to cite this article

Shirzad, F., Alijani, B., Akbary, M. and Saligheh, M. 2021. Climate forecast in Guilan province using tree chronology and time series analysis by Box-Jenkins method. Iranian Journal of Seed Science and Research, 8(2): 145-159. (In Persian)(Journal)
DOI: [10.22124/jms.2021.5217](https://doi.org/10.22124/jms.2021.5217)

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit <http://jms.guilan.ac.ir/>

1. PhD student of Geographia faculty Kharazmi university of Tehran, Tehran, Iran. shirzad@guilan.ac.ir
 2. Professor of Geographia faculty Kharazmi university of Tehran, Tehran, Iran. bralijani@gmail.com
 3. Associate Professor of Geographia faculty Kharazmi university of Tehran, Tehran, Iran. mehryakbary@khu.ac.ir
 4. Associate Professor of Geographia faculty Kharazmi university of Tehran, Tehran, Iran. saligheh@khu.ac.ir
- *Corresponding author: shirzad@guilan.ac.ir