نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی

سال چهاردهم | شماره پنجاه و چهارم | تابستان ۱۴۰۲

وصول: ۱۴۰۲/۰۲/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۶

صص ۱۱۹-۱۰۷

بررسی روند پارامترهای اقلیمی بر شروع جوانه زنی درخت زرشک در ایران

حسن رضایی[۱]، غلامعباس فلاح قالهری[*۲]

۱- استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران

۲- استاد اقلیم شناسی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، گروه جغرافیا و گردشگری، دانشگاه کاشان

چکیده

ویژگی‌های اقلیمی در بلندمدت، منجر به تعیین الگوی کشت و توجیه پراکنش گونه‌های گیاهی مختلف شده است. مطالعه حاضر با هدف سنجش و بررسی روند پارامترهای اقلیمی بر شروع جوانه زنی درخت زرشک در محدوده جغرافیایی کشور ایران انجام شد. در این پژوهش با بهره گیری از روش ناپارامتری من کندال و آزمون شیب سن، روند تغییرات عناصر ساعات آفتابی، میانگین رطوبت نسبی، میانگین دما، کمینه دما، بیشینه دما، تعداد روزهای یخبندان و مجموع بارندگی در ۱۹ ایستگاه کشور در یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۹۰-۲۰۲۰) بر رشد زرشک انجام شد و خروجی آن به صورت جدول، نمودار و نیز نقشه‌های هم روند در محیط Arc_GIS ترسیم گردید. نتایج نشان داد که که شش مرحله فنولوژی اصلی در مقیاس BBCH در درخت زرشک رخ می دهد. بر اساس مکان‌یابی مناطق جنوب خراسان رضوی و مرکز به سمت شمال غرب کشور بهترین مناطق برای کشت زرشک هستند. دوره رشد متناسب با شرایط اقلیمی و توپوگرافی از اوایل فروردین ماه تا اواخر آبان ماه به طول می‌انجامد. یکی از مهمترین مراحل فنولوژی درخت زرشک، دوره جوانه‌زنی می‌باشد. در مرحله جوانه زنی، روند پارامتر اقلیمی، از قبیل مجموع ساعت آفتابی، میانگین دما، کمینه دما و دمای بیشینه دارای روند معنی دار افزایشی و پارامترهای رطوبت نسبی و مجموع بارندگی روند معنیدار کاهشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد دیده می‌شود و تعداد روزهای یخبندان در هیچ کدام از ایستگاه های مستعد کشت زرشک روند معنیدار در مرحله فنولوژی جوانه زنی مشاهده نشد. به طور کلی با آگاهی از شرایط جوی و پتانسیل‌های اقلیمی کشاورزی مناطق، می‌توان از منابع با بازدهی بالاتری استفاده نمود.

کلید واژه‌ها: زرشک، جوانه‌زنی، روند، من‌کندال، شیب سن، ایران.

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۲۶۳۹۸۸۱

Email: ab_fa789@yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر کشاورزی یکی از مهمترین بخش‌های اقتصادی هر کشور به شمار می‌آید (Fischer et al, 2020). یکی از راه‌های اساسی برای توسعه و ارتقاء فعالیت‌های کشاورزی در هر کشور، استفاده بهینه از اراضی، متناسب با شرایط اکولوژیک آن‌هاست(Shanmugapriya et al, 2019). اصولاً لازمه چنین توسعه‌ای، شناخت عوامل مختلفی است که در آن دخالت دارد. لذا محققان توجه ویژه‌ای به آمایش سرزمین داشته و بر پایه مدل‌های اکولوژیکی-کشاورزی، منابع اکولوژیکی زمین را با روش‌های مناسب شناسایی، ارزیابی و به منظور اهداف خاصی قابلیت سنجی نمایند (رضائی و همکاران، ۱٤۰۰).

آب و هوا یکی از عوامل اساسی محیطی است که تمام مظاهر حیات را کنترل می‌نماید(رضائی، ۱۳۹۸). از میان عناصر آب و هوایی دما و بارش نقش تعیین کننده‌ای دارند (Feyissa et al, 2018 ،Bhattacharya et al, 2019). دما به عنوان شاخصی از شدت گرما یکی از عناصر اساسی شناخت اقلیم بوده و نظر به دریافت انرژی خورشید توسط زمین دستخوش تغییرات بسیاری است که به نوبه خود سبب تغییرات گسترده در سایر عناصر هواشناسی می‌گردد (Anderson et al, 2019، کمالی، ۱۳۸۱). بررسی تاثیر عوامل آب و هوایی بر عملکرد محصولات کشاورزی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد (Wang et al, 2018) به طوری که بازدهی تولیدات کشاورزی تا حدود زیادی با شرایط اقلیمی در ارتباط است (Malhi et al, 2021، میر موسوی و میریان، ۱۳۹۰).

به طور یقین بخش کشاورزی بیشترین ارتباط و تاثیر پذیری را از شرایط محیط اطراف و به خصوص اقلیم دارد (Bisbis et al, 2018)، به گونه‌ای که ویژگی‌های اقلیمی (پتانسیل‌ها و محدودیت‌های اقلیمی) در بلند مدت، منجر به تعیین الگوی کشت و توجیه پراکنش گونه‌های گیاهی مختلف شده است (Malhi et al, 2021). در بین عوامل مختلف تاثیر گذار در تولید باغی، شرایط جوی از مهم‌ترین متغیرهای محیط طبیعی است. بررسی سوابق پژوهش نشان می‌دهد که درخصوص درخت زرشک در ایران و جهان مطالعات بسیار کمی وجود دارد.

مرادی نژاد و همکاران (۲۰۱۸)، به بررسی تغییرات در آنتوسیانین و ویژگی‌های کیفی میوه زرشک رشد یافته در ارتفاعات مختلف در طول رشد و بلوغ پرداختند و نتایج نشان داد که وزن و حجم تر میوه، pH، کل مواد جامد محلول، شاخص بلوغ و آنتوسیانین با افزایش فصل برداشت به طور معنی‌داری افزایش یافت. شرایط منطقه نیز بر پارامترهای ذکر شده در بالا تأثیر گذاشت و با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده و به‌ویژه تجمع بیشتر آنتوسیانین، مناطق کوهستانی را برای کشت زرشک بدون دانه در مقایسه با اراضی پیشنهاد می‌شود زیرا منجر به برداشت زودتر و کیفیت بهتر میوه برای بازار تازه می‌شود.

رحیمی وهمکاران (۲۰۱۷)، در یک مقاله مروری به بررسی مشخصات و کاربردهای سنتی زرشک پرداختند ونتایج نشان داد که خواص و کاربردهای بالینی گیاه زرشک برای درمان تومور، دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی، چربی خون، التهاب، عفونت‌های باکتریایی و ویروسی، ترومای ایسکمی مغزی، بیماری‌های روانی، بیماری آلزایمر، پوکی استخوان، مناسب می‌باشد.

علیجانی و دوستان (۱۳۸۵) در تحقیقی به تعیین نواحی مستعدّ کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS پرداختند و نتایج نشان می دهد که زمین‌های مستعد در نواحی مرکزی، شمالی و شمال غربی و قسمت‌های شمال شرقی استان قرار دارند. سلاجقه و همکاران (۱۳۹۲) به تأثیر پارامترهای جوی بر محصولات کشاورزی شهر کرمان پرداختند با توجه به وجود همبستگی بین عملکرد محصولات کشاورزی با شرایط آب‌وهوایی، در این تحقیق تاثیر این پارامترها بر انواع محصولات زراعی و باغی دراستان کرمان مورد بررسی قرار گرفته است و از روش‌های آماری چند متغیره استفاده شده است و نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده، نشان داد که کاهش عملکرد محصولات زراعی با تغییرات دما در فصل زمستان و تغییرات بارندگی در اسفندماه همبستگی بالائی دارد و عملکرد محصولات باغی با تغییرات میزان بارندگی در فصل بهار همبستگی منفی و معنی دار دارد، همچنین سرعت باد در شهر کرمان اثر بسزائی در کاهش عملکرد محصولات دارد. تجزیه به مؤلفه های اصلی نشان داد که ۲/۸۵ درصد تغییرات توسط چهار

مؤلفه اصلی توجیه می‌شود. این عامل ها به نام‌های عامل حرارتی، عامل رطوبتی، عامل بارندگی و عامل باد نامگذاری گردید. فلاح قالهری و رضائی(۱۳۹٤) نقش پارامترهای اقلیمی بر مراحل فنولوژی زرشک در شهرستان گناباد را بررسی کردند و نتایج آزمون منکندال نشان داد که در بین پارامترهای اقلیمی بر کشت زرشک، میانگین دمای، ساعت آفتابی و دمای خاک روند کاهشی معنی داری در سطح ۵ درصد را دارا می باشند. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان اثر تیمارهای مختلف برشکست خواب و تحریک جوانه زنی بذرگونه زرشک معمولی پرداختند و براساس نتایج تحقیق، بذر زرشک معمولی، تحت تاثیر تیمارهای اسید آسکوربیک، اسید سالسیلیک و پر اکسید هیدروژن تقریباً تمامی ویژگی‌های فیزیولوژیک در مقایسه با شاهد نتیجه بهتری حاصل شد. ولی در تیمار اسید جیبرلیک با افزایش غلظت، میزان رشد و جوانه‌زنی افزایش یافته و در غلظت ۱۰۰۰ قسمت/ میلیون بهترین نتایج حاصل شد. تیمارهای اسید اسکوربیک با غلظت۲۰۰ میلی‌گرم/ لیتر کمترین میزان جوانه‌زنی و رشد را نشان داده است و به عنوان ضعیف‌ترین تیمار می‌باشد. بنابراین بجز اسید جیبرلیک، تمامی تیمارها، به عنوان عامل بهبود دهنده جوانه‌زنی و استقرار تحت تنش‌های محیطی مناسب نبودند.

رضایی و فلاح قالهری (۱٤۰۰) در پژوهشی به مکان‌یابی مناطق مناسب برای کشت زرشک در کشور ایران پرداختند نتایج حاصل از عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاکی نشان داد که ستان‌های خراسان جنوبی(قاین، بیرجند)، فارس(شیراز و آباده)، همدان، اراک، اصفهان، شهرکرد و کرمان بهترین مکان برای کشت این محصول می‌باشند. برای بیان میزان مناطق مناسب یا مناسب برای کشت زرشک بصورت مساحت می‌توان مناطق مختلف کشور را براساس مساحت اراضی قابل کشت کشور که بالغ بر ۳٥٦۸٥۸.۱ کیلومتر مربع (۳٥٦۸٥۸۱۰ هکتار) می‌باشد.

رضائی و معتمدی راد (۱٤۰۰) نقش پارامترهای اقلیمی بر مراحل فنولوژی زرشک در شهرستان سبزوار را بررسی کردند و نتایج تحقیق نشان داد که در بین پارامترهای اقلیمی بر کشت زرشک، میانگین دمای، ساعت آفتابی روند کاهشی و سرعت باد روند افزایشی معنی داری در سطح ۵ درصد را دارا می باشند. رضائی (۱٤۰۲) به ارزیابی مراحل فنوفازهای رشد درخت زرشک و اثر تغییر اقلیم بر نیاز آبی آن در ایران پرداخت نتایج نشان داد که میزان نیاز آبی درخت زرشک در دوره پایه (۱۹۸۷-۲۰۱۷) به صورت روزانه منطقه شرق مورد مطالعه بیشتر از غرب و شمال غرب منطقه است ولی در مجموع، نیاز آبی شمال غرب و غرب بیشتر از شرق منطقه مورد مطالعه بوده که دلیل آن افزایش طول مرحله فنولوژی زرشک در منطقه یاد شده است و نتایج تغییر اقلیم نشان داد که نیاز آبی روزانه زرشک (۲۰٥۹-۲۰۳۰) براساس مدل RCP8.5 در طول فصل رشد بین ٤/٥-٥/۸ میلی‌متر در روز متغیر و مجموع نیاز آبی ۹۹۰- ۱۲٦۰ میلی‌متر است. نیاز آبی روزانه زرشک براساس مدل RCP4.5 بین ٦/٥-٥/۸ میلی‌متر در روز متغیر و مجموع نیاز آبی ۹۹۰- ۱۲۹۰ میلی‌متر است. نیاز آبی روزانه زرشک براساس مدل RCP4.5 (۲۰۸۹-۲۰٦۰) بین ٥-٤ میلی‌متر در روز متغیر و مجموع نیاز آبی ۹٦۰- ۱۱٥۰ میلی‌متر و نیاز آبی روزانه زرشک بر اساس مدل RCP8.5 بین ٥/۲-٤/۸ میلی‌متر در روز متغیر و مجموع نیاز آبی ۹٥۰- ۱۳۰۰ میلی‌متر است.

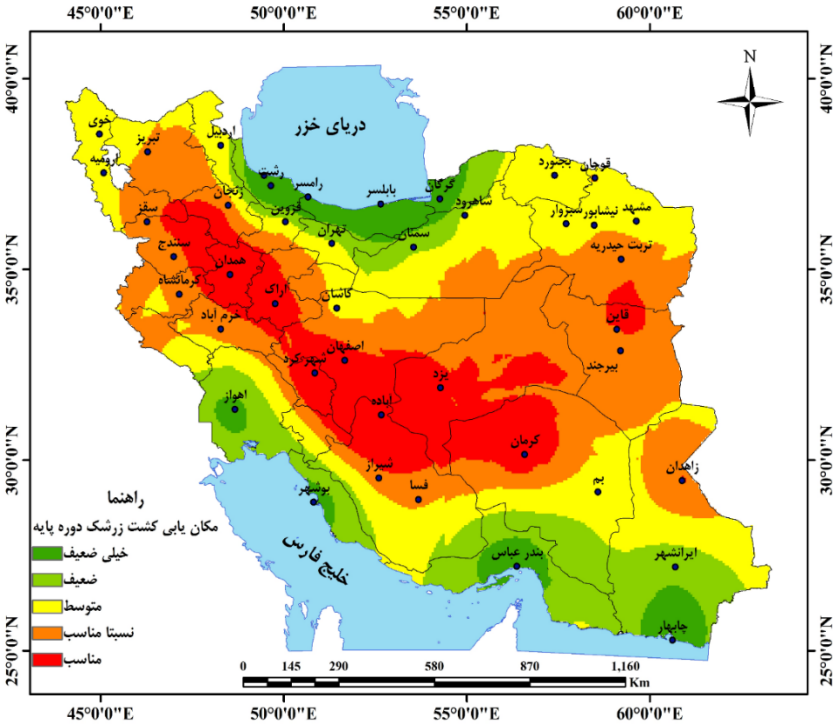
در مجموع با توجه به شرایط خاص مناطق مختلف ایران، از جمله کمبود بارندگی و کم آبی عمومی، گرما وکاهش رطوبت نسبی هوا در تابستان، شوری آب و شور یا قلیایی بودن خاک‌ها که مانع گسترش کشت و کار بسیاری از گیاهان متداول به صورت تجاری شده است، کشت زرشک بی‌دانه اقتصادی می‌باشد. لذا تاثیر پارامترهای اقلیمی می‌تواند باعث شرایط کشت و برداشت آن باشد. در تحقیق حاضر به بررسی پارامترهای اقلیمی بر مرحله اول فنولوژی زرشک (جوانه زنی) پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه پژوهش، مناطق مستعد کشت درخت زرشک در ایران بالغ بر ۳٥٦۸٥۸/۱ کیلومتر مربع معادل ۲۲/۱ درصد است که مناطق شرق کشور شامل استان‌های خراسان جنوبی(قاین، بیرجند)، فارس(شیراز و آباده)، همدان، مرکزی، اصفهان، چهارمحال و بختیاری و کرمان بهترین مکان برای کشت این محصول می‌باشند. هم‌چنین بخشی از استان‌های شمال غرب ایران به همراه استان‌های زاهدان و جنوب استان خراسان رضوی و غربی(سقز، سنندج، کرمانشاه و خرم آباد نسبتا

مناسب برای کشت زرشک هستند (رضائی و فلاح‌قالهری، ۱٤۰۰، شکل ۱).



شکل ۱- پهنه بندی مکان‌های مستعد برای کشت زرشک در ایران (منبع: رضائی و فلاح‌قالهری: ۱٤۰۰).

روش‌شناسی پژوهش

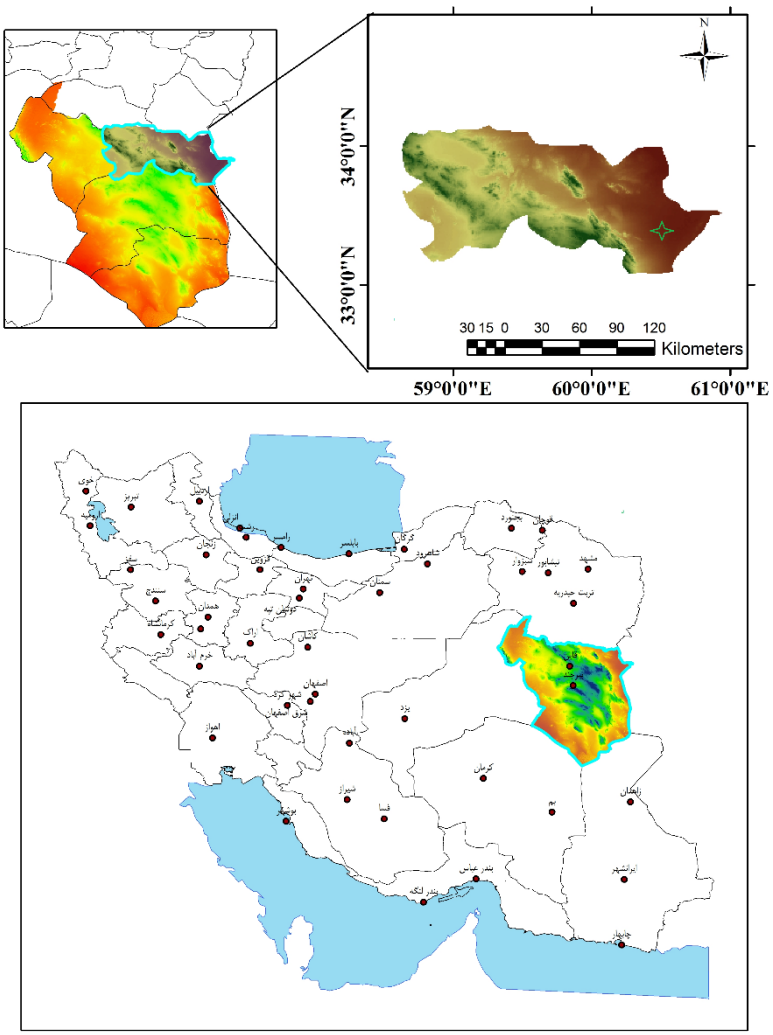
در بخش میدانی، به منظور شناسایی زمان رخداد مراحل فنولوژی و آستانه‌های دمایی، به سلسله بازدیدها و یادداشت‌برداری‌های روزانه و هفتگی به صورت متوالی در فصل رشد و نمو درخت زرشک به صورت میدانی از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ اقدام شد. برای این منظور، یک باغ تجاری خصوصی و بارور با سطح زیر کشت مناسب از درختان زرشک بی دانه انتخاب گردید. مجموعه باغ مورد مطالعه با ۳ هکتار سطح زیر کشت در شهرستان قاین به عنوان یکی از باغ های بارور در منطقه مشخص گردید. این باغ خصوصی در شهرستان قاین، در موقعیت ۳۳ درجه و ٤۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱٤۳۲ متر از سطح دریا واقع شده است. در این مطالعه مراحل فنولوژی درخت زرشک بی‌دانه به عنوان یکی از ارقام تجاری ایران مشخص گردید.

مدل‌های تعیین نیاز گرمایی

برای تعیین درجه روزهای رشد هر مرحله فنولوژی با استفاده از آمار کمینه و بیشینه دما درجه روزهای رشد موثر و فعال مشخص گردید. در این شاخص میانگین دمای هوای روزانه از آستانه دمای یخبندان (صفر درجه سانتی گراد) تا تکمیل ضریب حرارتی آن گونه درختی مورد نظر محاسبه می‌شود. معادله ۱ روش محاسبه درجه روز را نشان می‌دهد.

$$DD = \sum_{i}^{n} \left(\frac{Tmax + Tmin}{2} \right) - T_{Base} \qquad (۱)$$

در این معادله، GDD معرف درجه روز است که طی N روز جمع آوری شده است، Tax بیشینه دمای هوای روزانه Tmin کمینه دمای هوای روزانه، Tmax کمینه دمای هوای روزانه و TBASE دمای هوای پایه یا صفر فیزیولوژیکی گیاه و N تعداد روزها در یک زمان مشخص را نشان می‌دهد (McMaster & Wilhelm, 1997 ، رضائی، ۱۳۹۸، هلالی و همکاران، ۱۳۹۵). درجه روزهای فعال به مانند روش درجه روزهای موثر با این تفاوت که میانگین دمای هوا از دمای پایه کسر نمی شود.



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه جهت ثبت مراحل فنولوژی.

بر مبنای آمار ایستگاه همدید قاین، کمینه و بیشینه دما، میزان درجه روزهای رشد موثر و فعال، طول روز و نیاز گرمایی در قالب درجه روز رشد GDD، مشخص شد که درخت زرشک از زمان گلدهی تا برداشت میوه برای تکمیل نمو خود ۲۰۰ درجه روز نیاز دارد. فصل رشد به صورت رشد رویشی و زایشی در این واریته، ۲۳۰ روز به طول می‌انجامد. کوتاه ترین زمان درون مراحل فنولوژی در مراحل اول و دوم فنولوژی یعنی نمو جوانه و نمو برگ و طولانی ترین زمان درون مراحل فنولوژی در مرحله نمو میوه رخ می دهد. درجه روزهای رشد موثر و فعال از ۷۵ درجه روز در مرحله اول فنولوژی به تدریج تا بیش از ۳۶۳۱ درجه روز در مرحله نمو میوه افزایش می‌یابد. بعد از مرحله نمو میوه میزان درجه روزها به تدریج روند نزولی پیدا می‌کنند. در واقع درختان زرشک علاوه بر نیاز سرمایی بالا برای حیات مجدد خود به تکمیل مراحل فنولوژیکی خود به نیاز گرمایی و درجه ساعت های بالایی نیاز دارند. هم‌چنین نیاز درجه روزهای رشد موثر و فعال به ترتیب ۱۵۹۸ و ۵۱۷٤ مشخص شده است. برمبنای آمار ایستگاه همدید قاین، توان گرمایی لازم برای درخت زرشک به راحتی تأمین می شود.

ابتدا میانگین دما، بیشینه و کمینه دما، رطوبت نسبی، مجموع ساعت آفتاب و مجموع بارندگی در دوره آماری(۱۹۹۰-۲۰۲۰) برای مکان های مستعد کشت زرشک در ایران (۱۹ ایستگاه) به دست آورده شد و سپس برای سنجش پارامترهای اقلیمی مرحله اول فنولوژی(جوانه زنی) در محیط GIS اقدام به طبقه‌بندی شد.

من کندال و شیب سن

امروزه یکی از ابزارهای تعیین تغییرات اقلیمی تحلیل روند می‌باشد. روش‌های متفاوتی برای تعیین روند وجود دارند که به دو دسته پارامتری و ناپارامتری تقسیم می‌شوند. در اصل گفته می‌شود که آزمون‌های پارامتری در صورتی که داده‌ها نرمال باشند، قوی‌تر از آزمون‌های ناپارامتری هستند ولی شرایط داده‌های غیرنرمال آزمون ناپارامتری قوی‌تر از پارامتری است (Sabouhi & Soltani, 2008). از آنجایی که توزیع تعدادی از سری‌های اقلیمی از جمله بارش، تعداد روزهای یخبندان نرمال نیست در جنین حالتی روش من کندال مناسب‌تر است.

برای بررسی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی در گستره ایران زمین و دستیابی به یک الگوی مناسب در این زمینه، داده های مربوط به جمع پارامترهای روزانه اقلیمی ۲۰ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک برای یک دوره آماری ۳۰ ساله (۲۰۲۰–۱۹۹۰) از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. جهت برآورد نمودن شیب واقعی یک روند در یک سری زمانی، استفاده از روش ناپارامتری می‌تواند یکی از روش‌های مناسب در این زمینه باشد. این روش ابتدا توسط تیل در سال ۱۹۵۰ ارائه و سپس توسط سن در سال ۱۹٦۸ بسط و گسترش داده شد (Kendall, Mann, 1945, 1970). این روش نیز همانند بسیاری دیگر از روش های ناپارامتریک همچون من کندال بر تحلیل تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی استوار است. این روش زمانی می تواند مورد استفاده قرار گیرد که روند موجود در سری زمانی یک روند خطی باشد. این بدان معناست که f (t) در (معادله ۲) برابر است با:

$$F(t) = Qt + B \qquad (۲)$$

که Q شیب خط روند و B، مقدار ثابت است.

جهت محاسبه شیب خط روند یعنی Qابتدا بایستی شیب بین هر جفت داده مشاهدهائی، با استفاده از معادله (۳) محاسبه گردد:

(۳)

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k}$$

که j>k است. در این معادله x_j و x_kبه ترتیب داده های مشاهده ایی در زمان های j و k است. با اعمال این رابطه، برای هرجفت داده مشاهده ای، یک شیب بدست می آید. با قرار دادن این شیب ها در کنار یکدیگر یک سری زمانی از شیب های محاسبه شده حاصل می آید. یعنی اگر n تعداد x_jرا در سری زمانی وجود داشته باشد در این تحقیق(n=۳۳) ما به اندازه N =n(n-1)/۲ برآورد شیب Q خواهیم داشت (Sen, 1968).

در مرحله بعد، میانه سری زمانی مورد مطالعه بایستی بدست آباد. برای این کار N تعداد ازQ ها از کوچک به بزرگ مرتب می شوند و سپس با استفاده از یکی از معادلات زیر اقدام به تعیین میانه سری زمانی می گردد. اگر تعداد مشاهدات سری زمانی مورد مطالعه فرد باشد از (معادله ٤) و اگر زوج باشد از (معادله ٥) استفاده می گردد:

$$Q = Q_{|(N-1)/2|} \qquad (٤)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left[Q_{|(N/2)/2|} + Q_{|(N+2)/2|}\right] \qquad (٥)$$

نتیجه حاصل از این معادلات، بدست آمد. شیب خط روند (Q_{med}) است. اگر شیب خط روند مثبت باشد حاکی از صعودی بودن روند و اگر منفی باشد دال بر نزولی بودن روند است.

مرحله بعد، آزمون نمودن شیب بدست آمده در فاصله اطمینان ۹۵ درصد است. جهت انجام این آزمون از رابطه زیر استفاده می گردد:

$$C_a = Z_{1-a/2}\sqrt{VAR(S)} \qquad (٦)$$

کهZ عبارت است از آماره توزیع نرمال استاندارد در یک آزمون دو طرفه که برای سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با Z = 1/96 است و VAR (S) ، نیز واریانس پارامتر S است. جهت بدست آوردن مقدار پارامتر ها و همچنین (VAR (S مراحل زیر بایستی پیموده شود:

الف) محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگرو اعمال تابع Sgn و استخراج پارامتر S

(۷)

$$S = \sum_{k=1}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{n} sgn\left(x_j - x_k\right)$$

که n تعداد مشاهدات سری (در این تحقیق برابر با ۳۳ سال)، x_j و x_k نیز به ترتیب داده‌های jام و kام سری می‌باشند.

ب) محاسبه تایج علامت sgn که به شرح ذیل قابل محاسبه است:

$$sgn(x) = \begin{cases} +1 & if \quad (x_i - x_k) > 0 \\ 0 & if \quad (x_i - x_k) = 0 \\ -1 & if \quad (x_i - x_k) < 0 \end{cases} \qquad (۸)$$

ج) محاسبه واریانس S توسط یکی از روابط زیر:

اگر تعداد داده‌های سری زمانی بزرگتر از۱۰

مورد باشند از معادله شماره ۹ و ا گر کوچکتر از ۱۰ مورد باشند از رابطه شماره ۱۰ بهره گرفته می‌شود:

$$VAR(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)-\sum_{i=1}^{m}(t-1)(2t+5)}{18} \qquad (۹)$$

$$VAR(S) = \frac{n(n-1)(2n=5)}{18} \qquad (۱۰)$$

که n تعداد دانه های مشاهده ائی، m تعداد سری‌هائی است که در آنها حداقل یک داده تکراری وجود دارد و t نیز بیانگر فراهراتی داده‌های با ارزش یکسان می باشد.

و در نهایت حدود اعتماد بالا و پائین به کمک روابط زیر محاسبه می‌گردد:

$$\begin{cases} M_1 = \frac{n'+C_a}{2} \\ M_2 = \frac{n'-C_a}{2} \end{cases} \qquad (۱۱)$$

که n′ تعداد شیب هایی است که از طریقه معادله (۲) بدست آمده است.

حال M_1 امینM_{2+1} امین شیب ها را از بین شیب های محاسبه شده استخراج می نمائیم. در صورتی که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده فرق قرار گیرد فرض صفر پذیرفته شده و عدم وجود روند در سری داده ها تأیید می‌گردد. در غیر این صورت فرض صفر رد شده و وجود روند در سطح اطمینان مورد آزمون پذیرفته می‌گردد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

بررسی روند پارامترهای اقلیمی در مرحله جوانه زنی درخت زرشک:

تحلیل روند پارامتر مجموع ساعت آفتابی نشان داد که در ایستگاه‌های قاین، تربت حیدریه، فسا، شیراز، اراک، سقز، سنندج، زنجان، همدان و خرم آباد روند معنیدار افزایشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد دیده می‌شود و در ایستگاه اصفهان، آباده، زاهدان، یزد، کرمان، کرمانشاه و بیرجند روند معنی‌دار افزایشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد و در ایستگاه تبریز و شهرکرد هیچگونه روند خاصی مشاهده نمی‌شود (جدول۲).

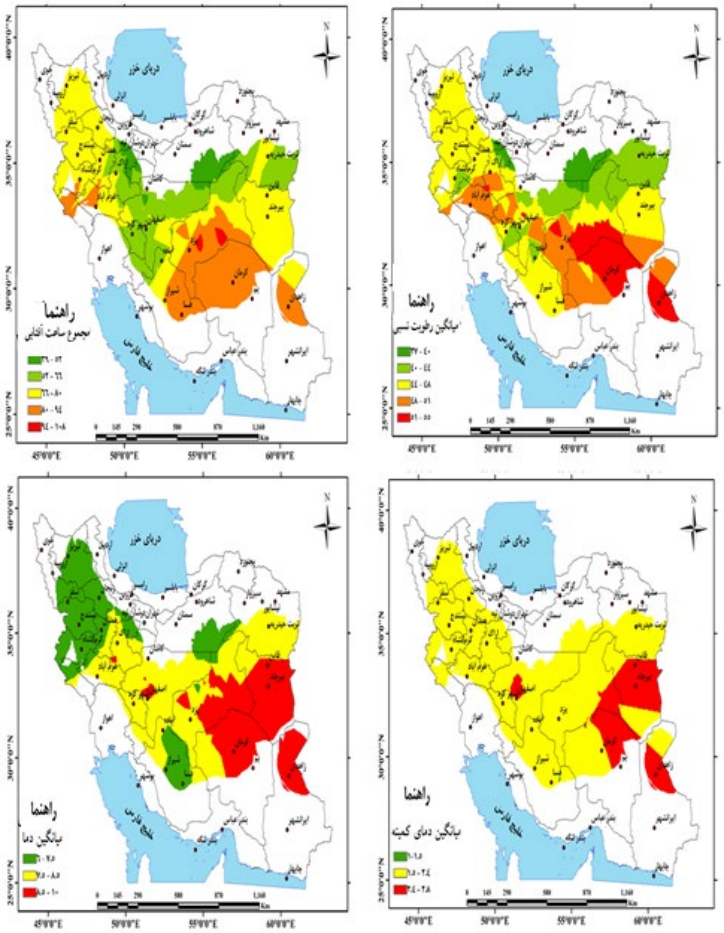
برآورد شیب خط روند با تخمین گر سن نشان داد شیب خط روند مجموع ساعات آفتابی در مرحله فنولوژی جوانه زنی، در ایستگاه یزد (۰/۳۳ ساعت) و تبریز (۰/۱ ساعت) دارای بیشترین تغییرات می باشد (جدول ۳).

تحلیل روند پارامتر میانگین رطوبت نسبی نشان داد که در ایستگاه های شهرکرد، خرم آباد، آباده، زنجان، فسا، بیرجند و تربت حیدریه روند معنیدار کاهشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد دیده می‌شود و در ایستگاه قاین ، اراک، زاهدان، یزد، کرمان و کرمانشاه روند معنیدار کاهشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد و در ایستگاه شیراز، سنندج، سقز و تبریز هیچگونه روند خاصی مشاهده نمی‌شود (جدول۲).

برآورد شیب خط روند با تخمین گر سن نشان داد شیب خط روند میانگین رطوبت نسبی در مرحله فنولوژی جوانه زنی، در ایستگاه یزد(۰/۳۸ درصد) و سنندج (۰/۱۶ درصد) دارای بیشترین تغییرات می باشد (جدول ۳).

تحلیل روند میانگین دما نشاد داد که به استثناء ایستگاه های سقز، تبریز، سنندج، آباده، خرم آباد که روند افزایشی در سطح ۱ درصد می‌باشند بقیه ایستگاه ها دارای روند افزایشی معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند. میزان تغییرات میانگین دما در طول دوره جوانه زنی درخت زرشک بر اساس شیب سنس به دست آمد که بیرجند و کرمان(۰/۵۴ درجه سانتی گراد) بیشترین و سقز(۰/۱ سانتی گراد) کمترین تغییرات را در هر سال در دوره جوان زنی داشته اند.

تحلیل روند حداقل دما نشان داد که کلیه ایستگاه ها به جز شهرهای شیراز، سقز و سنندج دارای روند افزایشی در سطح معنی‌دار ۵ درصد می‌باشند بقیه ایستگاهای مورد مطالعه دارای روند افزایشی در سطح معنی دار ۱ درصد می‌باشند و میزان تغییرات حداقل دما در طول دوره جوانه زنی درخت زرشک بر اساس شیب سنس نشان داد که یزد(۰/۴۲ درجه سانتی گراد) بیشترین و شیراز و فسا (۰/۱ سانتی گراد) کمترین تغییرات را در هر سال در دوره جوان زنی داشته است.



شکل(۳) بررسی پارامترهای اقلیمی(ساعت آفتابی، رطوبت نسبی، دما و کمینه دما) دوره جوانه زنی منطقه مورد مطالعه

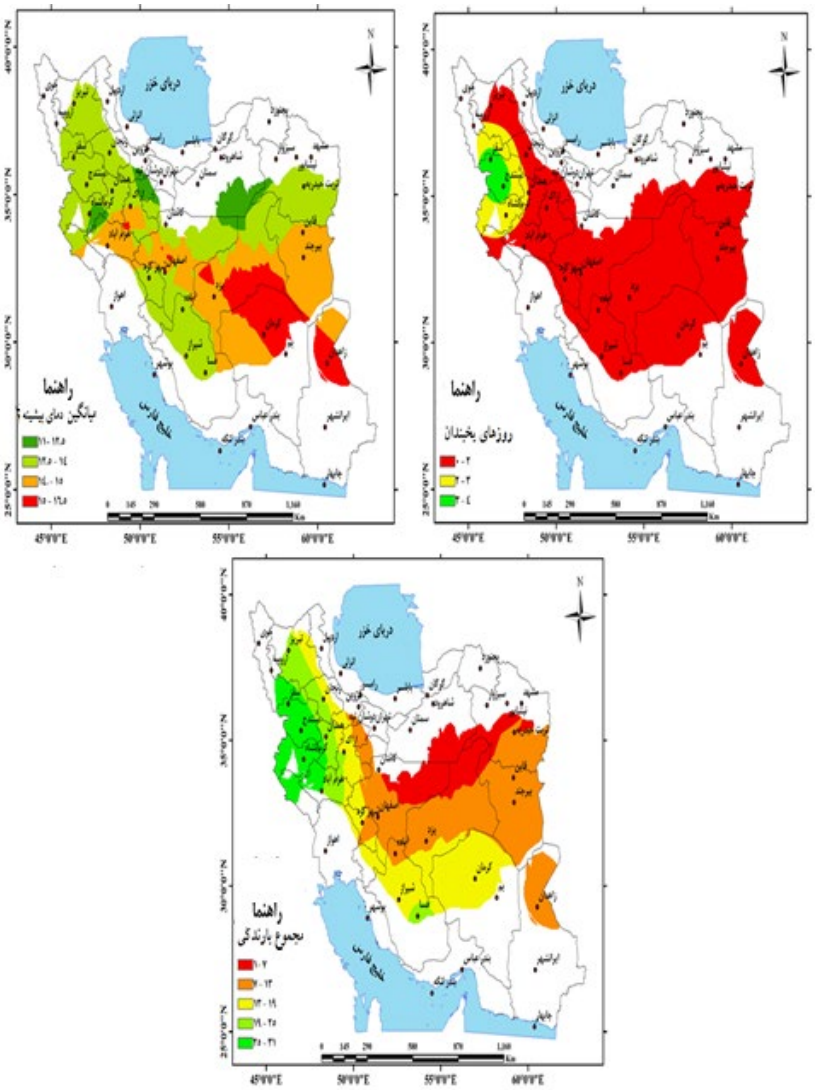
تحلیل روند پارامتر دمای بیشینه نشان داد که در ایستگاه سقز، زنجان و آباده که روند افزایشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد می باشند بقیه ایستگاه های مورد مطالعه به جز تبریز دارای روند معنیدار افزایشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد دیده میشود (جدول ۲، شکل ٤).

برآورد شیب خط روند با تخمین گر سن نشان داد شیب خط روند دمای بیشینه در مرحله فنولوژی جوانه زنی، در ایستگاه زاهدان(۰/۳۷ درجه سانتی‌گراد) و سقز (۰/۰٦ درجه سانتی‌گراد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تغییرات می‌باشد (جدول ۳).

تحلیل روند سری زمانی مجموع بارندگی نشان داد که به جز ایستگاه‌های تبریز، خرم آباد و شهرکرد دارای روند کاهشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند(جدول ۲، شکل ٤). بقیه ایستگاه روند خاصی مشاهده نشد. میزان تغییرات مجموع بارندگی در طول دوره جوانه زنی درخت زرشک بر اساس شیب سنس به دست آمده مشخص شد که همدان و اصفهان (۰/۱٦ میلی متر کاهش در هر سال) بیشترین و سقز و شیراز (۰/۰۲ میلی متر) کمترین تغییرات را در هر سال دوره جوانه زنی داشته است(جدول ۲، شکل ٤).

تحلیل روند تعداد روزهای یخبندان نشان داد که در ایستگاه‌های مورد مطالعه روند معنیدار در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نشد(جدول ۲، شکل ٤).

برآورد شیب خط روند با تخمین گر سن نشان داد شیب خط روند میانگین تعداد روزهای یخبندان در مرحله فنولوژی جوانه زنی، در ایستگاه تبریز(۰/۰۳ روز در هرسال) دارای بیشترین تغییرات می‌باشد (جدول ۳).



شکل ٤- بررسی پارامترهای اقلیمی(بیشینه دما، بارندگی، و بارندگی) دوره جوانه زنی منطقه مورد مطالعه

جدول (۲) بررسی روند مجموع ساعت آفتابی، میانگین رطوبت نسبی، میانگین دما، بیشینه و کمینه دما و تعداد روزهای یخبندان(درجه سانتیگراد) در مرحله اول فنولوژی (جوانه زنی) با استفاده از آزمون من کندال در دوره آماری پایه

نام ایستگاه	ساعات آفتابی	میانگین رطوبت	میانگین دما	دمای کمینه	دمای بیشینه	مجموع بارندگی	روزهای یخبندان
	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
قاین	۲/٤ *	-۳/۳۱ **	۳/۸ **	٤/٦**	۳/۷**	-۰/۱	-۰/٤۷
بیرجند	۲/۹**	-۲/۱*	۳/٦**	۲/۹**	۳/۲٥**	-۰/٤	۰
تربت حیدریه	۲/٤*	-۱/۹۸*	۳/۳**	۱/۹٦**	۳/۰۱**	-۰/۲۷	-۱/٦
فسا	۲/۳*	-۲/۹*	٤**	۲/۷**	۳/٤**	۰-/۳	۰
شیراز	۱/۹۸*	-۱/۳	۲/۹**	۲/٥*	۲/٥**	-۰/۱۸	۰
اراک	۲/۰٦*	-۲/٦**	۳/۷**	٤/۱**	۲/٥**	-۱/۳	۰
کرمانشاه	۳/۱**	-۱/۹	۲/۳*	۲/٦۹**	۳/٥**	-۰/۲۷	۰/۱

سقز	۲/۲*	−۱/۵۹	۱/۹۸*	۲/۲*	۲/۵*	−۰/۱۳	۱/۵
سنندج	۲/٤٦*	−۱/۸	۳/۹**	۲/۲*	٤/۱**	−۱/۱	−۱/۸
کرمان	۲/۹**	−۲/۷۵**	٤/۵**	۳/٦۳**	٤/۷**	−۱/۲	−۱/۳
تبریز	۱/۷۷	−۱/۸۵	۲/۵*	۲/٦۸**	۲/۸٦**	−۱/۹۹*	−۰/۱
زنجان	۱/۹٦*	−۱/۹۹*	۲/۸**	۲/۹٤**	۱/۹۸*	−۱/۰۲	۰
همدان	۲*	−۲/۲*	۲/٦۸**	۲/٦۸**	۱/۷۸	−۰/۹۸	۱/۵
یزد	۳/۱**	−۲/۹**	۲/۹۳**	۳/۹**	۳/۱۷**	−۱/۹	۰
زاهدان	۲/۹۸**	−۳/۱**	۲/۹**	۳/۵**	۳/۲**	۰/۷۱	۰
آباده	۲/٦۵**	−۲/۳*	۲/٤٤*	۲/۸۰**	۱/۹۷*	−۱/۷	۰
اصفهان	۲/۸**	−۲/۸**	۲/۸۸**	۲/۹٤**	۳/٦**	−۱/۹۳	۰
خرم آباد	۲/۳*	−۲/۱*	۲/۳۵*	۲/۸**	۲/۳٤*	−۲/۱*	۰
شهرکرد	۱/۸	−۱/۹۳*	۲/٦**	۲/۸٦**	۲/۱*	−۲/۳٤*	−۰./۱

جدول (۳) بررسی شیب سنس مجموع ساعت آفتابی، میانگین رطوبت نسبی، میانگین دما، بیشینه و کمینه دما و تعداد روزهای یخبندان (درجه سانتیگراد) در مرحله اول فنولوژی (جوانه زنی) با استفاده از آزمون من کندال در دوره آماری پایه.

نام ایستگاه	ساعات آفتابی	میانگین رطوبت	میانگین دما	دمای کمینه	دمای بیشینه	مجموع بارندگی	روزهای یخبندان
قاین	۰/۱۱	−۰/۲٦	۰/٤۸	۰/۲۲	۰/۱۲	−۰/۰۸	۰
بیرجند	۰/۲٤	−۰/۳٦	۰/۵٤	۰/۲۹	۰/۳۲	−۰/۰۹	۰
تربت حیدریه	۰/۲۱	−۰/۲٤	۰/۳٤	۰/۲۱	۰/۲۸	−۰/۰۲	−۰/۰۰۸
فسا	۰/۱۹	−۰/۳	۰/٤۱	۰/۱	۰/۱٦	−۰/۰۲۲	۰
شیراز	۰/۱۵	−۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۱	۰/۱٤	−۰/۰۲	۰
اراک	۰/۲۱	−۰/۳٤	۰/۳۱	۰/۲٦	۰/۲۹	−۰/۱۱	۰
کرمانشاه	۰/۲٤	−۰/۲٤	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۱٤	−۰/۱۱	۰
سقز	۰/۱۷	−۰/۱۹	۰/۱	۰/۱٦	۰/۰٦	−۰/۰۲	−۰/۰۰٤
سنندج	۰/۲۳	−۰/۱٦	۰/۲	۰/۱۳	۰/۲۷	−۰/۰۹	−۰/۰۰٦
کرمان	۰/۲۷	−۰/۳	۰/۵٤	۰/۲۹	۰/۱۸	−۰/۰۸	۰
تبریز	۰/۱	−۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۲٦	۰/۲٤	−۰/۱	−۰/۰۳
زنجان	۰/۱٦	−۰/۲۳	۰/۲	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۱۱	۰
همدان	۰/۱۸	−۰/۲۵	۰/۲۱	/۲۱	۰/۲۷	−۰/۱٦	۰
یزد	۰/۳۳	−۰/۳۸	۰/٤۹	۰/٤۲	۰/۳٤	−۰/۰۷	۰
زاهدان	۰/۲۹	−۰/۳۵	۰/٤۱	۰/۳۹	۰/۳۷	−۰/۰٦	۰
آباده	۰/۲۳	−۰/٤۳	۰/۳۲۸	۰/۲٤	۰/۲٤	−۰/۰۸	۰
اصفهان	۰/۲٤	−۰/۳	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۲٦	−۰/۱٦	۰

خرم آباد	۰/۲۱	-۰/۲۹	۰/۲۲	۰/۲٤	۰/۱٦	-۰/۱۲	۰
شهرکرد	۰/۱۸	-۰/۲۳	۰/۳۸	۰/۲۹	۰/۲۳	-۰/۰۹	-۰/۰۰٤

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در سرزمین ایران استعدادهای فراوانی در رابطه با تولید محصولات باغی و زراعی وجود دارد، در این راستا بایستی به محصولاتی مانند زرشک که مبدا آن ایران است توجه بیشتری مبذول گردد. در بعضی از مناطق ایران، به دلیل کمبود میزان بارندگی سالانه و محدودیت منابع آبی، برای تولید بسیاری از محصولات راهبردی کشاورزی مناسب نیست. ولی این مناطق دارای استعدادی شایان توجه در زمینه تولید محصولاتی است که کشت داخلی آن به طور عمده در این بخش از کشور انجام می‌شود. مطالعه حاضر با هدف سنجش بررس روند پارامترهای اقلیمی بر شروع جوانه زنی درخت زرشک در ایران انجام شد. نتایج حاصل از تحقیق رضائی (۱٤۰۱) نشان داد که درخت زرشک برای تکمیل دوره رشد و نمو خود به شش مرحله فنولوژی نیاز دارد و دوره رشد متناسب با شرایط اقلیمی و توپوگرافی از اوایل فروردین ماه تا اواخر آبان ماه به طول می‌انجامد. یکی از مهمترین مراحل فنولوژی درخت زرشک، دوره جوانه‌زنی می‌باشد. برای تحلیل روند پارامترهای اقلیمی در مناطق کشت زرشک در ایران از آماره های آزمون های من کندال و تخمین گر شیب سن استفاده شد و معنی داری این آماره ها در سطح اطمینان ۹۹٪ و ۹۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. برآورد شیب خط روند با تخمین گر سن نشان داد شیب خط روند مجموع ساعات آفتابی در مرحله فنولوژی جوانه زنی، در ایستگاه یزد (۰/۳۳ ساعت) و تبریز (۰/۱ ساعت) دارای بیشترین تغییرات می باشد. تحلیل روند پارامتر میانگین رطوبت نسبی نشان داد که در ایستگاه های شهرکرد، خرم آباد، آباده، زنجان، فسا، بیرجند و تربت حیدریه روند معنیدار کاهشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد دیده می‌شود .در ایستگاه قاین ، اراک، ، زاهدان، یزد، کرمان و کرمانشاه روند معنیدار کاهشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد. میزان تغییرات میانگین دما در طول دوره جوانه زنی درخت زرشک بر اساس شیب سنس به دست آمد که بیرجند و کرمان(۰/٥٤ درجه سانتی گراد) بیشترین و سقز(۰/۱ سانتی گراد) کمترین تغییرات را در هر سال در دوره جوان زنی داشته اند. تحلیل روند حداقل دما نشان داد که کلیه ایستگاه ها به جز شهرهای شیراز، سقز و سنندج دارای روند افزایشی در سطح معنی دار ۵ درصد می باشند بقیه ایستگاههای مورد مطالعه دارای روند افزایشی در سطح معنی‌دار ۱ درصد می‌باشند. برآورد شیب خط روند با تخمین‌گر سن پارامتر دمای بیشینه نشان داد شیب خط روند دمای بیشینه در مرحله فنولوژی جوانه زنی، در ایستگاه زاهدان(۰/۳۷ درجه سانتی‌گراد) و سقز (۰/۰٦ درجه سانتی گراد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تغییرات می‌باشد. تحلیل روند سری زمانی مجموع بارندگی نشان داد که به جز ایستگاه های تبریز، خرم آباد و شهر کرد دارای روند کاهشی معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند و بقیه ایستگاه روند خاصی مشاهده نشد. بررسی تعداد روزهای یخبندان با برآورد شیب خط روند با تخمین گر سن نشان داد که شیب خط روند میانگین تعداد روزهای یخبندان در مرحله فنولوژی جوانه زنی، در ایستگاه تبریز(۰/۰۳ روز در هر سال) دارای بیشترین تغییرات می باشد.

به طور کلی خاستگاه زرشک بی‌دانه فقط در ایران می‌باشد و مطالعاتی که در خصوص درخت زرشک بی‌دانه در ایران و جهان پرداخته، به خصوصیت دارویی (علیمردان و همکاران، ۲۰۱۳)، ترکیبات زیست فعال و ویژگی‌های کیفی زرشک تازه بدون دانه(حسینی و همکاران، ۲۰۲۲) و مکایابی کشت زرشک(رضائی و فلاح قالهری، ۱٤۰۰، علیجانی و همکاران، ۱۳۸۵) می‌باشد.

مطالعه رضائی و معتمدی(۱٤۰۰)، رضائی وفلاح‌قالهری (۱۳۹٤) به ترتیب به بررسی نقش پارامترهای اقلیمی بر مراحل فنولوژی زرشک در شهرستان سبزوار و گناباد پرداختند و نتایج آنها نشان داد که میزان تغییرات دما و ساعت آفتابی بر کشت زرشک در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار می‌باشد که با مطالعه حاضر تفاوت‌هایی دارد، در این مطالعه مراحل فنولوژی به صورت میدانی توسط پژوهشگر بر اساس سیستم کدبندی BBCH استفاده گردید و سپس تاثیر پارامترهای اقلیمی در مرحله جوانه‌زنی بررسی شد، ولی در دو مطالعه بالا از مراحل فنولوژی که فلاحی و

همکاران (۱۳۸۹) استفاده نمودند، بهره‌برداری کردند که مراحل فنولوژی آن کاملا متفاوت با این مطالعه می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌گردد:

- در مطالعات بعدی، تاثیر پارامترهای اقلیمی هر مرحله فنولوژی درخت زرشک بی‌دانه به صورت جداگانه بررسی گرددد و مخاطرات آن توسط جهاد کشاورزی هر منطقه به کشاورزان داده شود.
- نتایج و دستاوردهای این پژوهش برای آگاهی‌بخشی در مورد نقش و اهمیت شرایط اقلیمی در انتخاب گونه سازگار با اقلیم هر منطقه و همچنین ارائه الگویی برای مدیریت صحیح و ریسک محصولات باغبانی حائز اهمیت می‌باشد.

منابع

۱. حسین زاده، سهیل، محمودی، جلال و ناصری، بهرام. (۱۳۹۹). اثر تیمارهای مختلف شکست خواب و تحریک جوانه زنی بذرگونه زرشک معمولی (Berberis vulgaris L.)، تحقیقات بذر، ۱۰(۳۶):۵۸-۵۰.

۲. رضایی، حسن و معتمدی راد، محمد. (۱٤۰۰). نقش پارامترهای اقلیمی بر مراحل فنولوژی زرشک در شهرستان سبزوار. مجله علوم جغرافیایی، ۱۷(۳٦): ۳۸-۲۰.

۳. رضایی، حسن و معتمدی راد، محمد. (۱٤۰۲). ارزیابی مراحل فنوفازهای رشد درخت زرشک و اثر تغییر اقلیم بر نیاز آبی آن در ایران، مدل سازی و مدیریت آب و خاک، ٦(۳): ۹۲-۷۸.

٤. رضایی، حسن، و فلاح قالهری، غلام عباس. (۱٤۰۰). مکان‌یابی مناطق مناسب برای کشت زرشک در کشور ایران. جغرافیایی سرزمین، ۱۸(۷۲)، ۱۰۱-۱۱۸.

۵. رضائی، حسن. (۱۳۹۸). اثر تغییر اقلیم بر مکان یابی کشت زرشک در ایران، رساله دکتری، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

٦. سلاجقه، مریم، باقی زاده، امین، و عراقی زاده، محسن. (۱۳۹۲). تأثیر پارامترهای جوی بر محصولات کشاورزی دریک اقلیم بیابانی(مطالعه موردی : شهر کرمان). دومین کنفرانس بین المللی مدل سازی گیاه ، آب،هوا و خاک.

۷. علیجانی، بهلول، و دوستان، رضا. (۱۳۸۵). تعیین نواحی مستعدّ کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS، مجله جغرافیا و توسعه تاحبه‌ای، شماره ۷: ۳۳-۱۳.

۸. فلاح قالهری، غلامعباس، و رضایی، حسن. (۱۳۹٤). نقش پارامترهای اقلیمی بر مراحل فنولوژی زرشک در شهرستان گناباد. جغرافیایی سرزمین، ۱۲(٤۷)، ۱-۱۵.

۹. فلاحی، جبار، رضوانی مقدم، پرویز، و نصیری محلاتی، مرضیه. (۱۳۸۹). اثر تاریخ برداشت بر شاخص های کمی و کیفی میوه زرشک بی دانه .پژوهشهای زراعی ایران، ۸(۲)، ۲٤۳-۲۲۵.

۱۰.کمالی، غلامعلی. (۱۳۸۱). سرماهای زیان بخش به کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالی. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱٤۹-۱٦۵.

۱۱.میرموسوی، سیدحسین و میریان، مینا. (۱۳۹۰). کاربست مدل بولین در ارزیابی جغرافیایی امکان کشت پسته در استان زنجان، اولین کنگره ملی علوم و فناوریهای نوین کشاورزی دانشگاه زنجان.زنجان، ایران.

۱۲.هلالی، ج.، قهرمان، ن. و خلیلی، ع.، ۱۳۹۵. مقایسه مقادیر درجه روز رشد (GDD) گندم با استفاده از داده های ساعتی و روزانه دما در دو نمونه اقلیمی ایران. پژوهش های کاربردی زراعی، ۲۹(۱)، ۸-۱۸.

13. Alemardan, A., Asadi, W., Rezaei, M., Tabrizi, L., & Mohammadi, S. (2013). Cultivation of Iranian seedless barberry (Berberis integerrima 'Bidaneh'): A medicinal shrub. Industrial Crops and Products, 50, 276-287.
14. Anderson, R., Bayer, P. E., & Edwards, D. (2020). Climate change and the need for agricultural adaptation. Current opinion in plant biology, 56, 197-202.
15. Bisbis, M. B., Gruda, N., & Blanke, M. (2018). Potential impacts of climate change on vegetable production and product quality–A review. Journal of Cleaner Production, 170, 1602-1620.
16. Bhattacharya, A. (2019). Global climate change and its impact on agriculture. Changing Climate and Resource Use Efficiency in Plants; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 1-50.
17. Enriquez-Hidalgo, D., Cruz, T., Teixeira, D.L., & Steinfort, U. (2020). Phenological stages of Mediterranean forage legumes, based on the BBCH scale. Annals of Applied Biology, 176(3), 357-368.
18. Feyissa, G., Zeleke, G., Bewket, W., & Gebremariam, E. (2018). Downscaling of future temperature and precipitation extremes in Addis Ababa under climate change. Climate, 6(3), 58.
19. Fischer, G., Nachtergaele, F. O., van Velthuizen, H., Chiozza, F., Francheschini,

G., Henry, M., ... & Tramberend, S. (2021). Global agro-ecological zones (gaez v4)-model documentation. Documentation. FAO & IIASA, 303 pp.

20. Guan, C., Che, Q., Zhang, P., Huang, J., Chachar, S., Ruan, X., ... & Yang, Y. (2021). Codification and description of growth stages in persimmon (Diospyros kaki Thunb.) using the extended BBCH scale. Scientia Horticulturae, 280, 109895.
21. Hosseini, A., Moradinezhad, F., Khayyat, M., & Aminifard, M. H. (2022). Bioactive Compounds and Quality Attributes of Fresh Seedless Barberry (Berberis vulgaris L.) at Cold Storage as Influenced by Multiple Spraying of Calcium Nitrate and Potassium Nitrate. Journal of Agricultural Sciences (Sri Lanka), 17(2).
22. Kendall, M.G. 1970. Rank Correlation Methods, 2nd Ed., Hafner, New York.
23. Malhi, G. S., Kaur, M., & Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. Sustainability, 13(3), 1318. Shanmugapriya, P., Rathika, S., Ramesh, T., & Janaki, P. (2019). Applications of remote sensing in agriculture-A Review. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci, 8(01), 2270-2283.
24. McMaster, G. S., & Wilhelm, W. W. (1997). Growing degree-days: one equation, two interpretations. Agricultural and forest meteorology, 87(4), 291-300.
25. Mann, H.B. 1945. Nonparametric tests against trend, Econometrica, 13: 245-259.
26. Rahimi-Madiseh, M., Lorigoini, Z., Zamani-Gharaghoshi, H., & Rafieian-Kopaei, M. (2017). Berberis vulgaris: specifications and traditional uses. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 20(5), 569.
27. Sen, P.K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. J Am Stat Assoc. 63(324):1379–1389.
28. Sabouhi, R. and Soltani, S., (2008). Analysis of the climate trend in the major cities of Iran. Journal of Agricultural Science and Technology. 12(46). (In Persian)
2. Wang, J., Vanga, S. K., Saxena, R., Orsat, V., & Raghavan, V. (2018). Effect of climate change on the yield of cereal crops: a review. Climate, 6(2), 1-19.