

نقش پارامترهای اقلیمی بر مراحل فنولوژی زرشک در شهرستان گناباد

غلام عباس فلاح قاله‌ری^۱، حسن رضایی^{۲*}

^۱ استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری
^۲ دانشجوی دکتری اقلیم شناسی کشاورزی، دانشگاه حکیم سبزواری (نویسنده مسئول)

چکیده

اقلیم یک عامل بسیار مهم و محدود کننده در تولیدات کشاورزی می باشد. به طور یقین بخش کشاورزی بیشترین ارتباط و تاثیر پذیری را از شرایط محیط اطراف و به خصوص اقلیم دارد، به گونه‌ای که ویژگی‌های اقلیمی در بلند مدت، منجر به تعیین الگوی کشت و توجیه پراکنش گونه‌های گیاهی مختلف شده است. هدف عمده این تحقیق ارزیابی روند تغییرات پارامترهای آگروکلیمایی موثر بر رشد زرشک در شهرستان گناباد می باشد. برای این منظور داده‌های روزانه دمای کمینه، بیشینه، بارش، میانگین دما، رطوبت نسبی، دما خاک، ساعات آفتابی و میانگین دما، رطوبت نسبی و دما خاک در روز اتمام مرحله فنولوژی ایستگاه سینوپتیک گناباد (۱۳۷۲-۱۳۹۲) واقع جنوب خراسان رضوی اخذ و از طریق آنها مقادیر پارامترهای اقلیمی در سطوح احتمالی مختلف در مراحل فنولوژی محاسبه گردید. در مرحله بعد، از آزمون من کندانل به بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی محصول زرشک استفاده گردید. نتایج این تحقیق 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.

کلید واژه‌ها: پارامترهای اقلیمی، فنولوژی زرشک، منکندانل، گناباد

مقدمه

در حال حاضر کشاورزی یکی از مهمترین بخش‌های اقتصادی کشور به شمار می آید (حجازی زاده و مقیمی، ۱۳۸۶). یکی از راه‌های اساسی برای توسعه و ارتقاء فعالیت‌های کشاورزی در کشور، استفاده بهینه از اراضی، متناسب با شرایط اکولوژیک آنهاست. اصولاً لازمه‌ی 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 (میرموسوی و میریان، ۱۳۹۰). آب و هوا یکی از عوامل اساسی محیطی است که تمام مظاهر حیات را کنترل می نماید. از میان

عناصر آب و هوایی دما و بارش نقش تعیین کننده‌ای دارند. دما به عنوان شاخصی از شدت گرما یکی از عناصر اساسی شناخت آب و هواست و نظر به دریافت انرژی خورشید توسط زمین دستخوش تغییرات بسیاری است که به نوبه خود سبب تغییرات گسترده در سایر عناصر هواشناسی می‌گردد (کمالی، ۱۳۸۱). بررسی تاثیر عوامل آب و هوایی بر روی عملکرد محصولات کشاورزی از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار می‌باشد (شناور، ۱۳۷۴) و بازدهی تولید محصولات کشاورزی تا حدود زیادی با شرایط اقلیمی در ارتباط است (میر موسوی و میریان، ۱۳۸۹). به طور یقین بخش کشاورزی بیشترین ارتباط و تاثیر پذیری را از شرایط محیط اطراف و به خصوص اقلیم دارد، 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 (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۷). در بین عوامل مختلف تاثیر گذار در تولید باغی، شرایط جوی از مهم ترین متغیرهای محیط طبیعی است. بررسی سوابق پژوهش نشان می‌دهد که ورود (۲۰۰۰) تاثیر پارامترهای اقلیمی را بر روی کاشت گندم دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس امریکا مورد بررسی قرارداد و به این نتیجه رسید که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی، بیشترین تاثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم دارد. لوبل و همکاران (۲۰۰۶) اثر تغییر اقلیم در دوره ۲۰۵۰ را بر عملکرد گیاهان چند ساله از جمله انگور، بادام، پرتقال، گردو، و آوکادو در کالیفرنیا امریکا بررسی کردند و دریافتند که اثر منفی تغییر اقلیم بر عملکرد این محصولات، حتمی و کاهش محصول تا بیش از ۴۰ درصد قابل پیش بینی می‌باشد. حسین و مدرس (۲۰۰۷) اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم را در مناطق کوهستانی سوات و چتران در کشور پاکستان مورد ارزیابی قرار دادند. آنها با پیگیری روند تغییرات دما دریافتند که افزایش دما، باعث افزایش شاخص درجه-روز رشد و کاهش طول فصل رشد می‌شود. اسمیت و همکاران (۲۰۱۰) برای ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم بر روی نیاز آبی محصولات کشاورزی در جنوب استرالیا از مدل‌های اقلیمی استفاده کردند. محصولات انتخاب شده عبارت بودند از مرکبات بادام، زردالو، انگور، پیاز و سیب زمینی بدین منظور از ۱۵ مدل اقلیم جهانی و سه سناریوی گرمایش جهانی بهره بردند. این سه سناریو از گزارش چهارم هیات بین الدول تغییر اقلیم اقتباس شده است. در این تحقیق برای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی در طی دهه ۲۰۳۰ میلادی، از دوره آماری ۲۰۰۶-۱۸۶۹ میلادی استفاده شده است. نتایج آنها نشان داد نیاز آبی برای اکثر محصولات از جمله بادام و زردالو در دهه ۲۰۳۰ میلادی افزایش خواهد یافت. جهان بخش اصل (۱۳۷۴) طی مطالعه با استفاده از داده‌های آگرو کیمیایی از قبیل بارش، تابش، دما، رطوبت، باد، توپوگرافی و نوع خاک، ارتباط بین تولیدات کشاورزی و اقلیم را بررسی کرده به نتیجه رسیده که می‌توان با تحلیل داده‌های اقلیمی به افزایش عملکرد بهروری مناسب و در نهایت بهبود مدیریت کشاورزی اقدام نمود. مومنی (۱۳۸۲) نقش تغییرات اقلیمی و تاثیر آن بر ناپایداری اکولوژیکی را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت تغییر اقلیم بر ناپایداری اکولوژیکی موثر بوده و نظام طبیعی آن را دگرگون ساخته است در استان اصفهان کاظمی (۱۳۸۳) بر اساس آمار روزانه و ماهانه و سالانه‌ی عناصر اقلیمی ۲۱ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی در دوره‌ی آماری ۲۰۰۲-۱۹۹۱ و پارامترهای محیطی، شرایط کشت زیتون را مطالعه و با استفاده از GIS، نواحی مستعد برای کشت زیتون تعیین شد. خیاط زاده ماهانی (۱۳۸۴) در پایان‌نامه خود به بررسی عناصر اقلیمی دما و رطوبت بر کشت محصول پسته در شهر رفسنجان پرداخته است. برای این منظور بین ۱۵ عنصر اقلیمی و میزان تولید همبستگی محاسبه که از

بین این ۱۵ عامل، ۶ عامل حداکثر دمای بهمن و اسفند، حداقل مطلق دمای اردیبهشت، میانگین رطوبت نسبی بهمن، حداقل دمای خرداد، مجموع روزهای یخبندان و حداقل دمای مطلق اردیبهشت همبستگی قوی تا متوسط را نشان داد که با توجه به نتایج، این ۶ عامل برای تحلیل همبستگی و مدل رگرسیونی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که با توجه به ضرایب، بیشترین تاثیر عملکرد، ناشی از عامل حداکثر دمای بهمن و اسفند می‌باشد. یزدان پناه (۱۳۸۵) ارزیابی توان کشاورزی استان آذربایجان شرقی از دیدگاه کشت بادام دیم بررسی کرد که در این تحقیق مناطق مختلف استان بر اساس شرایط اقلیمی خود و سازش گیاه بادام با آن درجه‌بندی گردیده است. علیجانی و دستان در تحقیقی به تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS پرداختند. و نتایج نشان می‌دهد که زمین‌های مستعد در نواحی مرکزی، شمالی و شمال غربی و قسمت‌های شمال شرقی استان قرار دارند. یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی پتانسیل اقلیمی استان آذربایجان به منظور کشت گردو پرداخته و در تحقیق مذکور با بررسی عناصر اصلی اقلیمی موثر مناطق مناسب و مساعد کشت گردو شناسایی گردید و نتایج نشان داد که از لحاظ عناصر اقلیمی ۵۵/۴ درصد از کل مساحت استان دارای شرایط کاملا مناسب برای کشت گردو می‌باشد، ۳۳ درصد شرایط نسبتا مناسب و ۱۱/۶ درصد دارای تناسب بحرانی می‌باشند.

رمضانی و کاظم نژاد (۱۳۹۰) به بررسی تاثیر نوسانات بارش بر میزان تولید زیتون در شهرستان رودبار پرداخته و نتیجه گرفته‌اند که این شهرستان از نظر فراوانی وقوع طی آماری ۸۶-۸۷ و ۷۲-۷۳ به ترتیب با خشکسالی و ترسالی مواجه بوده است و از طرفی بین میزان تولید محصول با خشکسالی و ترسالی رابطه معناداری وجود دارد. سلیمانی و صفری شاد (۱۳۹۰) تاثیر عوامل اقلیمی بر روند تغییرات عملکرد محصول کیوی استان مازندران پرداخته‌اند و افزایش دمای پاییزه و رطوبت بالای فصل زمستان نیازهای آب و هوایی محصول کیوی را که نیازمند آب و هوایی معتدل برای رشد و نمو است فراهم می‌کند. این دو متغیر اقلیمی بیشترین تاثیر را بر عملکرد و بازدهی کیوی نسبت به سایر فاکتورهای هواشناسی دارا بوده، و باعث بالا رفتن محصول می‌گردند. حسین زاده کرمانی و اسماعیل نژاد (۱۳۹۱) به بررسی پهنه‌بندی نیاز آبی محصول پسته در غرب و جنوب غرب استان خراسان رضوی با تاکید بر توسعه پایدار کشاورزی در محیط GIS پرداخته‌اند و نتایج آنها نشان می‌دهد که مهم ترین محورها در شرایط اقلیمی و محیطی منطقه زمینه را برای کشاورزی فراهم کرده است. ده حبه و بریم نژاد (۱۳۹۱) تأثیر نوسان اقلیم (درجه حرارت و بارندگی) بر عملکرد گندم دیم شهرستان بیجار پرداخته‌اند در این تحقیق ابتدا حساسیت پارامترهای اقلیمی (دما و بارندگی) بر روی عملکرد با استفاده از مدل لگاریتمی بررسی شده است. با توجه به تغییرات اقلیمی مشاهده شده در این منطقه، طی دوره مطالعه افزایش عرضه گندم وجود داشته است. با توجه به اثرات نوسانات پارامترهای اقلیمی پیشنهاد شده است که سازگاری‌های لازم با این پدیده همانند جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای، تناوب زراعی و دادن اطلاعات هواشناسی به کشاورزان صورت پذیرد. رفعت جو و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی اثر برخی از پارامترهای اقلیمی و تولید عملکرد نیشکر در شمال خوزستان با استفاده از مدل رگرسیونی چند متغیره پرداخته‌اند و نتایج آنها نشان می‌دهد که میانگین حداکثر مطلق درجه حرارت سالانه، میانگین حداکثر رطوبت سالانه، میانگین بارش سالانه و جمع بارش سالانه همبستگی مثبت با عملکرد نیشکر با میانگین حداقل مطلق درجه حرارت سالانه، تعداد روزهای یخبندان، مدت زمان یخبندان و میانگین تبخیر سالانه همبستگی منفی با عملکرد نیشکر داشته با توجه

به مثبت بودن بیشتر پارامترهای اقلیمی کشت توسعه این گیاه در صورت اعمال مدیریت زراعی مناسب پارامترهای و محیطی محدود کننده نخواهد بود. 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 آب هوایی، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده نشان داد که کاهش عملکرد محصولات زراعی با تغییرات دما در فصل زمستان و تغییرات بارندگی در اسفند ماه همبستگی بالایی دارد و عملکرد محصولات باغی با تغییرات میزان بارندگی در فصل بهار همبستگی منفی معنی‌دار دارد. کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی شرایط اگروکلیمایی کشت سیب‌زمینی در شهرستان نهاوند پرداخته‌اند. نتایج آنها نشان داده است. که براساس روش پتانسیل گرمایی از ماه فروردین تا اواخر ماه آبان در منطقه جزء ماه‌های فعال از نظر کشاورزی محسوب می‌شوند و براساس آستانه‌های دمایی مراحل فنولوژیک سیب‌زمینی تقویم اقلیمی در منطقه به صورت تاریخ کشت محصول در اواسط ماه فوریه و برداشت آن اوایل ماه می می‌باشد.

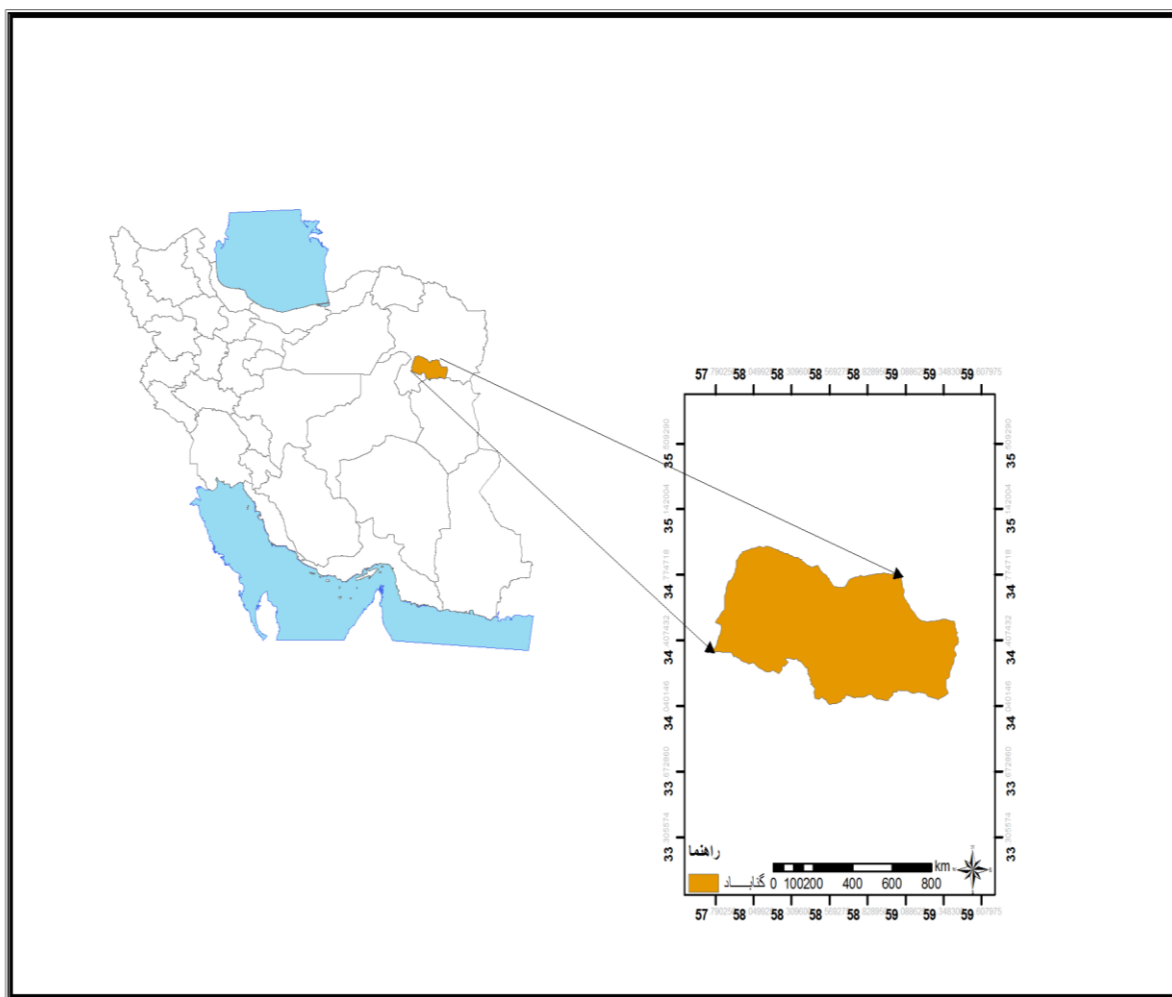
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهر گناباد از نظر موقعیت جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۵۶ متر می‌باشد شکل (۱). موقعیت گناباد در استان خراسان رضوی را نشان می‌دهد. در طی یک دوره آماری (۱۳۷۲-۱۳۹۲) حاصل از ایستگاه هوا شناسی سینوپتیک گناباد، متوسط بارش منطقه ۱۳۵/۷ میلی متر است که حداقل آن در ماه مرداد با ۰ میلی متر و حداکثر آن در ماه اسفند با ۲۸/۴ میلی متر است. طبق گزارش ایستگاه هوا شناسی سینوپتیک، متوسط سالانه درجه حرارت ۱۷/۳۵ سانتی‌گراد و حداقل دما در دی ماه برابر با ۴/۱ و حداکثر آن در تیر ماه با ۲۹/۵ درجه سانتی‌گراد مشخص شده است. متوسط رطوبت نسبی ۳۹/۴ درصد، حداقل و حداکثر رطوبت ثبت شده به ترتیب برابر با ۲۲ و ۶۳ درصد می‌باشد. بر اساس روش طبقه بندی اقلیمی دومارتن این شهر دارای اقلیمی از نوع خشک می‌باشد. (آب و هوا شناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۳).

روش تحقیق

با توجه به هدف مورد نظر در این مطالعه، شرایط اقلیمی برای کشت زرشک تعیین شد. شروع رشد زرشک در دمای روزانه ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد، گلدهی در ۱۹ تا ۲۳ درجه و شروع رکود زمستانی آن در ۷ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد است (کافی و بالندری، ۱۳۸۱). زرشک بی دانه نسبت به سرما مقاوم است و در نواحی کوهستانی با زمستان‌های سرد به خوبی رشد و نمو می‌کند. از طرفی گرمای شدید تابستان در دشت‌های کم‌ارتفاع همراه با بادهای گرم (در منطقه به تف باد معروف است)، عامل محدودکننده در رشد محصول و تأثیر منفی روی میوه‌های زرشک دارد. دوره‌ی رویشی درختچه زرشک ۲۲۰ تا ۲۳۵ روز به طول می‌انجامد (کافی و بالندری، ۱۳۸۱) در حالی که سرمازدگی شکوفه‌های درختچه‌ی زرشک به دلیل ظهور دیر هنگام آنها به ندرت اتفاق می‌افتد، اما سرمازدگی میوه‌ها



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی گناباد در استان خراسان رضوی

جدول ۱: آستانه‌های اقلیمی مراحل فنولوژیکی زرشک

مرحله فنولوژیکی	جوانه‌زنی	گلدهی	میوه دادن	پایان رشد
دوره رشد	اواخر اسفند تا اواخر فروردین	اواخر فروردین تا اواخر اردیبهشت	اواخر اردیبهشت تا اوایل آبان	اواسط آبان
عناصر اقلیمی مؤثر	۱۵ درجه	۱۹ درجه	۲۳ درجه	۷ درجه و کمتر روزانه
عوامل منفی	یخبندان‌های دیررس بهاره	دمای ۳۴ درجه و بیشتر روزانه	دمای ۳۴ درجه و بیشتر روزانه و یخبندان‌های زودرس پاییزه	

مرجع: علیجانی و دوستان، ۱۳۸۵

در صورت رو به رو شدن با سرمای زودرس پاییزه و با برداشت دیر هنگام آنها به محصول ضرر می‌رساند. مناطق بر اساس آستانه‌های کشت زرشک (جدول ۱)، مقادیر پارامتر آب و هوایی شامل میانگین دما روزانه، میانگین دمای در روز تمام شدن مرحله، میانگین حداکثر دمای، میانگین حداقل دما، میانگین رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی در روز تمام شدن مرحله، میانگین دمای خاک، میانگین دمای خاک در روز تمام شدن مرحله بارش، ساعات آفتابی و

سرعت باد از سازمان هواشناسی خراسان رضوی برای دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۳ شامل ایستگاه گناباد به مدت، بیست سال مورد استفاده قرار گرفته است. برای مرتب کردن و مدیریت داده‌ها از نرم‌افزار Excel و بدست آوردن همبستگی بین متغیرهای مورد نظر از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. با استفاده از اطلاعات مربوط به مراحل فنولوژی و درجه روزهای رشد لازم محصولات برای گذر از هر مرحله فنولوژیکی در مراحل مختلف رشد، تاریخ آغاز و پایان مراحل مختلف فنولوژیکی در ایستگاه مورد مطالعه شناسایی گردید. در مرحله بعد، مقادیر پارامتر آب و هوایی شامل میانگین دما روزانه، میانگین دمای در روز تمام شدن مرحله، میانگین حداکثر دمای، میانگین حداقل دما، میانگین رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی در روز تمام شدن مرحله، میانگین دمای خاک، میانگین دمای خاک در روز تمام شدن مرحله بارش، ساعات آفتابی و سرعت باد برای هر یک از مراحل فنولوژیکی پس از برازش بر توزیع‌های نظری در سطوح احتمالی ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد در محیط نرم افزار SMADA محاسبه شد.

درجه - روز رشد

هر گیاه به تعداد واحد گرمایی معینی جهت جوانه‌زنی، رشد، به ساقه رفتن، بلوغ و رسیدن احتیاج دارد. این تعداد واحد گرمایی را ثابت حرارتی می‌نامند که از گیاهی به گیاه دیگر فرق می‌کند. یکی از مباحث مهم در آب و هواشناسی، بررسی درجه روزها می‌باشد. اکثر تحولات فیزیولوژیکی مانند رشد گیاهان و برخی پدیده‌های هیدرولوژیکی مانند ذوب برف تابع توان حرارتی محیط می‌باشند. برای این منظور از نمایه درجه-روز به عنوان شاخص گرما استفاده می‌شود. هر فرآیند در آستانه دمایی معینی فعال می‌شود، مثلاً آستانه فعالیت برای ذوب برف صفر درجه سانتیگراد می‌باشد. بنابراین برآورد درجه-روز برای تعیین دوره‌های مختلف کشت یکی از کارهای بسیار ضروری می‌باشد.

یک درجه - روز عبارتست از متوسط دمای روزانه بالاتر از دمای پایه است (کمالی و بازیگر، ۱۳۷۸).

فرمول محاسبه GDD به شرح زیر است:

$$GDD = \sum_a^b \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right) \quad (1)$$

در رابطه فوق، GDD درجه روز رشد (حرارت تجمعی) T_{\max} و T_{\min} درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل روزانه (بر حسب درجه سانتی‌گراد)، T_b دمای مبنا (در اینجا ۱۰ درجه سانتی‌گراد)، a و b تاریخ شروع و پایان مرحله فنولوژی است (کمالی و بازیگر ۱۳۸۷).

مراحل فنولوژی زرشک مورد استفاده در تحقیق

تعیین درجه روز مورد نیاز هر یک از مراحل فنولوژیکی و زمانهای مختلف برداشت میوه زرشک بی دانه در این مطالعه درجه روز هر یک از مراحل فنولوژیکی بشرح زیر تعیین گردید:

۱. مرحله شروع رشد آغازهای برگ (تامین درجه حرارت پایه رشد گیاه تا گلدهی)، ۲. مرحله گلدهی تا اولین تاریخ برداشت (۱۹ شهریور) ۳. مرحله تاریخ برداشت اول تا تاریخ برداشت دوم (۱۰ مهرماه)، ۴. مرحله تاریخ برداشت دوم تا سومین تاریخ برداشت (۱ آبان)، ۵. مرحله تاریخ برداشت سوم تا تاریخ برداشت چهارم (۲۲ آبان) و ۶. مرحله تاریخ برداشت چهارم تا ریزش کامل برگ‌های درخت (۱۰ آذرماه). مقدار درجه حرارت مورد نیاز برای هر یک از مراحل شش گانه فوق به ترتیب ۹۷/۵، ۱۶۷، ۱۲۳۱، ۱۲۳، ۲۲ و ۱۴/۵ درجه روز تعیین گردید که نتایج آن در شکل شماره ۱ آورده شده است.

جدول (۲). مراحل فنولوژی و نیازهای آب و هوایی زرشک

نام مرحله فنولوژی	شرح	واحدهای حرارتی مورد نیاز	واحدهای حرارتی تجمعی
اول	گلدهی	۹۷/۵	۹۷/۵
دوم	گلدهی تا اولین تاریخ برداشت	۱۲۳۱	۱۲۵۰/۵
سوم	تاریخ برداشت اول تا تاریخ برداشت دوم	۱۶۷	۱۴۱۷/۵
چهارم	تاریخ برداشت دوم تا سومین تاریخ برداشت	۱۲۳	۱۵۴۰/۵
پنجم	تاریخ برداشت سوم تا تاریخ برداشت چهارم	۲۲	۱۵۶۲/۵
ششم	برداشت چهارم تا ریزش کامل برگهای درخت	۱۴/۵	۱۵۷۷

آزمون من کندال

وجود یا عدم وجود روند و تحلیل سری‌های زمانی و تغییر اقلیم ارائه شده در دو دسته روشهای پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم بندی می‌شوند. روش‌های پارامتریک عمدتاً براساس رابطه رگرسیونی بین سری داده‌ها با زمان استوار می‌باشند. روش‌های ناپارامتریک از کاربرد نسبتاً وسیع‌تر و چشمگیرتری نسبت به روش‌های پارامتریک برخوردارند. برای سری‌هایی که توزیع آماری خاصی بر آنها قابل برازش نیست و چولگی یا کشیدگی زیادی دارند استفاده از روش‌های ناپارامتریک مناسب‌تر است. آزمون من کندال جزء پرکاربردترین روش‌های ناپارامتریک تحلیل روند سری‌های زمانی به شمار می‌رود (همتی، ۱۳۹۰).

آزمون من - کندال ابتدا توسط من (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال (۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت (Serrano, 1994). این روش بطور متداول و گسترده در تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی بکار گرفته می‌شود (Lettenmaier, 1994). از نقاط قوت این روش می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی انی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره نمود. اثر پذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند نیز از دیگر مزایای استفاده از این روش است (Turgay and Ercan, 2005). فرض صفر این آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد. پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده‌ها می‌باشد. این آزمون به دو شیوه انجام می‌شود:

۱- آزمون من - کندال برای محاسبه روند سری‌های زمانی

۲- آزمون نموداری من - کندال برای شناسایی نقطه جهش در سری‌های زمانی

مراحل انجام آزمون من کندال برای محاسبه روند به شرح زیر است:

الف) محاسبه اختلاف بین تک تک مشاهدات با همدیگر و اعمال تابع علامت و استخراج پارامتر s به شرح زیر:

$$s = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sign}(x_i - x_j) \quad (2)$$

که n تعداد مشاهدات سری، و x_j و x_i به ترتیب داده‌های i ام و j ام سری می‌باشند. تابع علامت نیز به شرح زیر قابل محاسبه است:

$$\text{Sgn}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_i - x_j > 0 \\ 0 & \text{if } x_i - x_j = 0 \\ -1 & \text{if } x_i - x_j < 0 \end{cases} \quad (3)$$

برای متغیرهای تصادفی مستقل و دارای توزیع یکنواخت و بدون گره (دو یا چندین داده با مقادیر عددی مساوی که در سری مرتب شده به دنبال هم قرار می‌گیرند) میانگین و واریانس s به صورت زیر است:

$$E(S) = 0 \quad (4)$$

$$\text{Var}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad n \geq 10$$

که در آن n تعداد داده‌های سری مشاهدات است. اگر در سری مشاهدات داده‌های تکراری وجود داشته باشد، مقدار واریانس از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Var}(s) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \quad n < 10 \quad (5)$$

به گونه‌ای که q تعداد گروه‌های تکراری است. برای مثال اگر در یک سری داده، فقط دو عدد با مقادیر مساوی وجود داشته باشد. یک گره با ظرفیت دو (t_{p-1}) خواهیم داشت.

اگر تعداد داده‌های یک سری بیش از ده عدد باشد، s از توزیع نرمال تبعیت خواهد کرد و نمره معیار استاندارد (Z) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{if } s > 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{if } s < 0 \\ 0 & \text{if } s = 0 \end{cases} \quad (6)$$

این آزمون، یک آزمون ۲ طرفه است، بنابراین در صورتی که $|Z| \leq Z_{\frac{\alpha}{2}}$ باشد فرض صفر پذیرفته می‌شود. این بدین معنی است که در نتایج حاصل از آزمون من - کندال، اعداد با علامت مثبت دارای روند افزایشی و اعداد با علامت منفی دارای روند کاهشی و صفر نشان دهنده عدم وجود روند می‌باشد. لازم به یادآوری است که در این آزمون اعداد روند بین $\pm 1/96$ معنی دار نیستند، اما اعداد خارج از بازه‌های $\pm 1/96$ و $\pm 2/58$ به ترتیب در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد معنی دار می‌باشند.

نتایج و بحث

مقادیر پارامترهای هواشناسی در سطوح احتمالی مختلف در مراحل فنولوژی محصول زرشک

در جدول (۳) تاریخ آغاز مراحل فنولوژی را در سطوح احتمالاتی مختلف نشان می‌دهد. در جدول (۴) میزان پارامترهای اقلیمی را در سطوح احتمالاتی مختلف در مراحل مختلف فنولوژی درج شده است. همان طور مشاهده می‌شود با توجه به جداول ۴ تا ۹ بیشترین، میانگین رطوبت نسبی و بارندگی در مرحله اول، حداکثر دما در مرحله چهارم، میانگین دمای خاک در مرحله سوم، مجموع ساعت آفتابی در مرحله دوم، سرعت باد در مرحله ششم و دوم اتفاق افتاده است. و کمترین دمای حداقل در مرحله اول اتفاق افتاده است.

جدول (۳) تاریخ آغاز مراحل فنولوژی در سطوح احتمالاتی مختلف برای محصول زرشک

مراحل فنولوژی	احتمال						
	۹۹	۹۵	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰
اول	۱۳۰/۴۷	۱۲۷/۶۵	۱۲۰/۰۵	۱۱۵/۴۶	۱۰۹/۹۰	۱۰۵/۸۹	۱۰۲/۴۷
دوم	۲۵۲/۱۶	۲۳۶/۴۲	۲۲۹/۴۷	۲۲۲/۲۲	۲۱۷/۶۹	۲۱۴/۲۲	۲۱۱/۲۷
سوم	۲۵۶/۶	۲۴۷/۶	۲۴۲/۸	۲۳۶/۹	۲۳۲/۷	۲۲۹/۱	۲۲۵/۷
چهارم	۲۷۰/۵	۲۶۰/۳	۲۵۴/۹	۲۴۸/۳	۲۴۳/۶	۲۳۹/۸	۲۳۵/۸
پنجم	۲۹۰/۸	۲۶۹/۵	۲۶۰/۱	۲۵۰/۳	۲۴۴/۱	۲۳۹/۴	۲۳۵/۴
ششم	۲۹۲	۲۷۰/۶	۲۶۱/۲	۲۵۱/۴	۲۴۵/۲	۲۴۰/۵	۲۳۶/۵

جدول (۴) مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله اول در سطوح احتمالی مختلف در مراحل فنولوژی زرشک

مرحله اول	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت در روز اتمام هر مرحله	۵۶/۶۳	۵۹/۴۵	۶۲/۴۶	۶۵/۹۹	۷۰/۸۹	۷۴/۹۳	۸۲/۵۱
میانگین رطوبت	۵۵/۱۶	۵۶/۹۴	۵۸/۸۵	۶۱/۰۸	۶۴/۱۷	۶۶/۷۳	۷۱/۵۲
میانگین حداکثر دما	۱۰/۳۴	۱۱/۴۲	۱۲/۵۹	۱۳/۹۵	۱۵/۸۳	۱۷/۳۹	۲۰/۳
میانگین حداقل دما	-۰/۷۱	۰/۱۸	۱/۱۵	۲/۲۷	۳/۸۳	۵/۱۲	۷/۵۴
میانگین دما	۴/۸۱	۵/۷۷	۶/۷۹	۸	۹/۶۶	۱۱/۰۳	۱۳/۶۱
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۸/۴۹	۸/۹۰	۹/۳۵	۹/۸۶	۱۰/۵۸	۱۱/۱۷	۱۲/۲۸
میانگین دما خاک	۰/۸۸	۱/۲۹	۱/۷۲	۲/۲۳	۲/۹۴	۳/۵۲	۴/۶۲
میانگین سرعت باد	۰/۸۸	۱/۲۹	۱/۷۲	۲/۲۳	۲/۹۴	۳/۵۲	۴/۶۲
مجموع بارندگی	۸۳/۵۹	۹۵/۳۲	۱۰۹/۷۲	۱۲۹/۳۸	۱۶۲/۶۰	۱۹۶/۳۶	۲۷۹/۷۱
مجموع ساعات آفتابی	۶۱۶/۸۵	۶۶۷/۲۷	۷۲۶/۶۱	۸۰۴/۰۸	۹۲۸/۰۵	۱۰۴۶/۹۶	۱۳۱۶/۲۲

جدول (۵) مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله دوم در سطوح احتمالی مختلف در مراحل فنولوژی زرشک

مرحله دوم	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت در روز اتمام هر مرحله	۳۴/۳	۳۷/۴	۴۱	۴۵/۶	۵۳	۵۹/۹۹	۷۵/۶۲
میانگین رطوبت	۲۴	۲۵/۱	۲۶/۲۷	۲۷/۷	۲۹/۹	۳۱/۸	۳۵/۷
میانگین حداکثر دما	۲۴/۱	۲۵	۲۶/۱	۲۷/۴	۲۹/۳	۳۱	۳۴/۳
میانگین حداقل دما	۱۰	۱۰/۹	۱۱/۸	۱۳	۱۴/۹	۱۶/۷	۲۰/۷
میانگین دما	۱۷/۲	۱۷/۹	۱۸/۸	۱۹/۹	۲۱/۵	۲۲/۹	۲۵/۸
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۲۵/۷	۲۶	۲۶/۳	۲۶/۶	۲۷/۱	۲۷/۵	۲۸/۲
میانگین دما خاک	۱۶/۵	۱۶/۸	۱۷	۱۷/۳	۱۷/۷	۱۸	۱۸/۸
میانگین سرعت باد	۳/۱	۳/۴	۳/۷	۴/۱	۴/۸	۵/۵	۷
مجموع بارندگی	۳/۱	۳/۳	۳/۷	۴/۱	۴/۸	۵/۵	۶/۹
مجموع ساعات افتابی	۱۱۱۰	۱۱۶۰	۱۲۳۰	۱۳۱۰	۱۴۴۰	۱۵۶۰	۱۸۵۰

جدول (۶) مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله سوم در سطوح احتمالی مختلف در مراحل فنولوژی زرشک

مرحله سوم	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت در روز اتمام هر مرحله	۲۲/۱	۲۲/۴	۲۳/۵	۲۳/۹	۲۴/۵	۲۵/۸	۲۷/۵
میانگین رطوبت	۲۲/۳	۲۴	۲۶	۲۸/۶	۳۲/۷	۳۶/۷	۴۵/۶
میانگین حداکثر دما	۳۳/۷	۳۴/۹	۳۶/۴	۳۸/۳	۴۱/۴	۴۴	۵۱
میانگین حداقل دما	۲۰/۸	۲۱/۹	۲۳/۳	۲۵	۲۷/۸	۳۰/۵	۳۶/۶
میانگین دما	۱۹/۹	۲۱/۲	۲۲/۷	۲۴/۷	۲۷/۹	۳۱	۳۷/۹
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۲۶/۸	۲۸/۱	۲۹/۵	۳۱/۴	۳۴/۵	۳۷/۴	۴۴
میانگین دما خاک	۲۷/۲	۲۷/۶	۲۸/۲	۲۸/۹	۳۰	۳۱/۱	۳۳/۶
میانگین سرعت باد	۲/۸	۳/۱	۳/۴	۳/۸	۴/۳	۴/۷	۵/۵
مجموع بارندگی	۰/۵	۰/۵۳	۰/۹۴	۱/۷	۲/۵	۳/۲	۴/۹
مجموع ساعات افتابی	۱۴۳	۱۵۱	۱۶۶	۱۹۷	۲۸۹	۴۵۹	۱۷۰۶

جدول (۷) مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله چهارم در سطوح احتمالی مختلف در مراحل فنولوژی زرشک

مرحله چهارم	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت در روز اتمام هر مرحله	۲۰/۲	۲۱/۷	۲۳/۵	۲۵/۷	۲۹/۲	۳۲/۴	۳۹/۳
میانگین رطوبت	۲۰/۴	۲۱/۸	۲۳/۵	۲۵/۶	۲۹	۳۲/۳	۳۹/۷
میانگین حداکثر دما	۳۵	۳۵/۵	۳۶/۱	۳۶/۸	۳۸	۳۹/۱	۴۱/۶
میانگین حداقل دما	۱۹/۹	۲۰/۴	۲۱/۱	۲۱/۹	۲۳/۳	۲۴/۵	۲۷/۴
میانگین دما	۲۷/۶	۲۷/۹	۲۸/۳	۲۸/۸	۲۹/۷	۳۰/۵	۳۲/۳
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۲۶/۲	۲۶/۹	۲۷/۷	۲۸/۸	۳۰/۶	۳۲/۳	۳۶/۱
میانگین دما خاک	۱۶/۴	۱۷/۱	۱۷/۸	۱۸/۸	۲۰/۴	۲۱/۹	۲۵/۴
میانگین سرعت باد	۲/۱	۲/۴	۲/۷	۳/۱	۳/۸	۴/۴	۵/۹
مجموع بارندگی	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴
مجموع ساعات افتابی	۱۱۶	۱۲۱/۳	۱۲۷/۶	۱۳۵/۸	۱۴۸/۸	۱۶۱/۴	۱۸۹/۸

جدول (۸) مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله پنجم در سطوح احتمالی مختلف در مراحل فنولوژی زرشک

مرحله پنجم	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت در روز اتمام هر مرحله	۲۰/۲	۲۱/۵	۲۳/۱	۲۵/۱	۲۸/۳	۳۱/۴	۳۸/۴
میانگین رطوبت	۲۰/۱	۲۱/۵	۲۳/۱	۲۵/۲	۲۸/۶	۳۱/۸	۳۹/۱
میانگین حداکثر دما	۳۳/۲	۳۳/۹	۳۴/۹	۳۶/۱	۳۸	۳۹	۴۴
میانگین حداقل دما	۱۸/۵	۱۹/۳	۲۰/۳	۲۱/۵	۲۳/۵	۲۵/۴	۲۹/۷
میانگین دما	۲۵/۹	۲۶/۶	۲۷/۵	۲۸/۶	۳۰/۵	۳۲/۳	۳۶/۳
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۲۵/۶	۲۶/۳	۲۷/۲	۲۸/۴	۳۰/۳	۳۲	۳۶/۱
میانگین دما خاک	۱۵/۳	۱۶/۲	۱۷/۲	۱۸/۶	۲۰/۷	۲۲/۷	۲۷/۳
میانگین سرعت باد	۱/۴	۱/۸	۲/۲	۲/۸	۳/۷	۴/۵	۶/۵
مجموع بارندگی	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۸
مجموع ساعات افتابی	۱۸/۷	۲۰/۳	۲۲/۳	۲۴/۸	۲۸/۸	۳۲/۷	۴۱/۵

جدول (۹) مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله ششم در سطوح احتمالی مختلف در مراحل فنولوژی زرشک

مرحله ششم	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت در روز اتمام هر مرحله	۲۰/۸	۲۲/۴	۲۴/۳	۲۶/۸	۳۰/۸	۳۴/۷	۴۳/۴
میانگین رطوبت	۲۱/۳	۲۳/۱	۲۵/۱	۲۷/۷	۳۱/۹	۳۵/۹	۴۵/۱
میانگین حداکثر دما	۳۳/۲	۳۴/۱	۳۵/۳	۳۶/۷	۳۹/۱	۴۱/۳	۴۶/۴
میانگین حداقل دما	۱۸/۳	۱۹/۲	۲۰/۳	۲۱/۸	۲۴/۱	۲۶/۳	۳۱/۳
میانگین دما	۲۵/۸	۲۶/۶	۲۷/۷	۲۹/۱	۳۱/۲	۳۳/۳	۳۷
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۲۵/۴	۲۶/۴	۲۷/۶	۲۹/۱	۳۱/۵	۳۳/۸	۳۹/۱
میانگین دما خاک	۱۵/۷	۱۷	۱۸/۵	۲۰/۶	۲۳/۸	۲۶/۹	۳۳/۹
میانگین سرعت باد	۲/۱	۲/۷	۳/۳	۴/۲	۵/۶	۶/۹	۹/۹
مجموع بارندگی	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۸
مجموع ساعات افتابی	۱۱/۱	۱۲/۱	۱۳/۲	۱۴/۷	۱۷	۱۹/۳	۲۴/۵

بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی زرشک در شهرستان گناباد با استفاده از آزمون من کندال

جدول ۱۰ و ۱۱ روند متغیرهای موثر بر رشد در مراحل فنولوژی را به روش آزمون من کندال نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، در مرحله اول هیچ کدام از پارامترهای اقلیمی دارای روند افزایشی یا کاهش می‌باشد. در سطح ۵ درصد نمی‌باشد در مرحله دوم دمای خاک روزانه و سرعت باد دارای روند افزایشی معنی دار در سطح ۵ درصد از خود نشان می‌دهد در بقیه پارامترهای اقلیمی هیچ نوع روند کاهش یا افزایشی معنی دار مشاهده نمی‌گردد. در مرحله سوم سرعت باد دارای روند افزایشی و میانگین بارندگی دارای روند کاهش معنی دار در سطح ۵ درصد از خود نشان می‌دهد و بقیه پارامترهای اقلیمی هیچ نوع روند کاهش یا افزایشی معنی دار مشاهده نمی‌گردد. در مرحله چهارم و پنجم به ترتیب میانگین دمای خاک ماهانه و ساعت آفتابی دارای روند افزایشی و کاهش معنی دار در سطح ۵ درصد از خود نشان می‌دهد و بقیه پارامترهای اقلیمی هیچ نوع روند کاهش یا افزایشی

معنی دار مشاهده نمی‌گردد. در مرحله ششم، میانگین دمای خاک و هوا دارای روند کاهشی معنی دار در سطح ۵ درصد و همچنین ساعت آفتابی در سطح ۱ درصد از خود نشان می‌دهد و بقیه پارامترهای اقلیمی هیچ نوع روند کاهشی یا افزایشی معنی دار مشاهده نمی‌گردد. با توجه به جدول نشان می‌دهد که کمترین تاثیر پارامترهای اقلیمی در مرحله اول و بیشترین تاثیر در مرحله ششم کاشت مراحل فنولوژی در شهرستان گناباد را دارا می‌باشد.

جدول (۱۰) بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی محصول زرشک با استفاده از آزمون من کندال

مراحل فنولوژی	میانگین رطوبت نسبی ماهانه		میانگین رطوبت نسبی روزانه		میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین دمای ماهانه	
	z	P-Value	z	P-Value	z	P-Value	z	P-Value	z	P-Value
مرحله اول	۰/۱۹	۰/۴۴	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۰۲	۰/۴۸	۰/۰۵	۰/۴۷	۰/۱۶	۰/۴۳
مرحله دوم	-۱/۰۷	۰/۱۴	-۰/۹۸	۰/۱۶	۱/۳۸	۰/۰۸	۱/۴۶	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۴۵
مرحله سوم	۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۱۴	۰/۴۴	-۰/۲۲	۰/۴۱	-۰/۲۵	۰/۳۹	-۰/۱۴	۰/۴۴
مرحله چهارم	-۰/۳۶	۰/۳۵	-۱/۴۱	۰/۰۷	-۰/۶۲	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۴۳	-۰/۲۵	۰/۳۹
مرحله پنجم	-۰/۰۸	۰/۴۶	-۰/۵۹	۰/۲۷	۱/۱	۰/۱۳	۱/۳	۰/۰۹	۱/۱	۰/۱۳
مرحله ششم	۰	۰/۵	-۰/۳۶	۰/۳۵	۱/۲۴	۰/۱	-۱/۳	۰/۰۹	-۱/۵۵	۰/۰۶

جدول ۱۱. بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی محصول زرشک با استفاده از آزمون من کندال

مراحل فنولوژی	میانگین دما		میانگین دمای خاک		میانگین سرعت باد		میانگین بارندگی		میانگین ساعات آفتابی	
	z	P-Value	z	P-Value	z	P-Value	z	P-Value	z	P-Value
مرحله اول	۰/۳۱	۰/۳۷	۰	۰/۵	۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۹۵	۰/۱۶	-۰/۳۱	۰/۲۵
مرحله دوم	۰/۲۸	۰/۳۸	۲	۰/۰۳	۱/۲۹	۰/۰۹	۳/۴۷	۰/۰۰۰	-۰/۷۳	۰/۳۶
مرحله سوم	۰/۱۱	۰/۴۵	-۰/۶۹	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۸	۳/۵۵	۰/۰۰۰	-۱/۹۸	۰/۵
مرحله چهارم	۱/۵۲	۰/۰۶	۰/۴۸	۰/۳۱	۱/۹۶	۰/۰۵	۰/۹۳	۰/۱۷	-۱/۲۶	۰/۱۴
مرحله پنجم	۰/۶۷	۰/۲۴	۱/۲۵	۰/۱	۰/۶۲	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۸	۰	۰/۰۴
مرحله ششم	-۲	۰/۰۳	-۱/۹۶	۰/۰۵	-۱/۴۵	۰/۰۷	۱/۳۸	۰/۰۸	۰	۰/۰۰۴

نتیجه گیری

کشاورزی یکی از بخش‌های مهم اقتصاد به شمار می‌آید، تا جایی که می‌توان گفت رشد اقتصادی بدون توسعه‌ی کشاورزی امکان‌پذیر نیست. امروزه می‌توان بر اساس تحقیقات علمی دقیق و شناخت توان و قابلیت‌های محیطی هر منطقه، به توسعه‌ی کشاورزی اصولی و دقیق دست یافت. شرایط اقلیمی از عوامل مهم تولید و تعیین گونه‌ی محصول

است و بهره‌برداری از زمین عمدتاً بر اساس کیفیت این عامل استوار است. این موضوع در ارتباط با گیاهان زراعی و باغی از جمله درختچه‌ی زرشک هم صادق است. زرشک دارای بیش از ۶۶۰ گونه است که فقط نوع بی‌دانه‌ی آن به عنوان محصول باغی پرورش می‌یابد. زرشک بی‌دانه در هیچ جای جهان کاشت نمی‌شود و مخصوص ایران است. این درختچه در جنوب خراسان بیش از دویست سال قدمت دارد (کافی و همکار، ۱۳۸۱) و یکی از محصولات عمده کشاورزی منطقه است که درآمد هزاران خانوار به طور مستقیم و غیرمستقیم به آن وابسته است. در خشکسالی‌های اخیر خراسان جنوبی این درختچه نشان داد که در برابر کم‌آبی مقاوم و زنده می‌ماند، بنابراین این محصول از منابع پایدار منطقه به حساب می‌آید و توجه به گسترش و توسعه‌ی کشت آن نوعی اطمینان‌خاطر برای کشاورزان و ثبات اقتصادی منطقه می‌باشد. آزمون روند من‌کندال بر پارامترهای اقلیمی موثر بر رشد، در مراحل فنولوژی محصول زرشک نشان می‌دهد که دمای بیشینه، دمای کمینه، میانگین دما و میانگین رطوبت نسبی ماهانه و روزانه در هیچ یک از مراحل فنولوژی در سطح ۵ درصد روند کاهشی یا افزایشی معنی‌دار از خود نشان نمی‌دهد. میانگین دما روزانه در مرحله ششم دارای روند کاهشی، میانگین دمای خاک ماهانه در مرحله چهارم دارای روند افزایشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد را دارا می‌باشد دمای خاک روزانه در مرحله دوم دارای روند افزایشی معنی‌دار و در مرحله ششم دارای روند کاهشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد را دارا می‌باشد، سرعت باد در مرحله دوم و سوم دارای روند افزایشی، بارندگی در مرحله سوم دارای روند کاهشی و ساعت آفتابی در مرحله پنجم و ششم دارای روند کاهشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد را دارا می‌باشد و بقیه پارامترهای اقلیمی در مراحل مختلف هیچ نوع روند کاهشی یا افزایشی معنی‌دار از خود نشان نمی‌دهند.

منابع و ماخذ:

۲. جهان بخش اصل، سعید، ۱۳۷۴، استفاده از داده‌های اگروکلیمایی و پیش‌بینی هوا در فرآوری کشاورزی. نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، (۲).
۳. حسین زاده کرمانی، محمود؛ اسماعیل نژاد، مرتضی، ۱۳۹۱، پهنه بندی نیاز آبی محصول پسته در غرب و جنوب غرب استان خراسان رضوی با تاکید بر توسعه پایدار کشاورزی در محیط GIS. اولین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک.
۴. حجازی‌زاده، زهرا؛ مقیمی، شوکت، ۱۳۸۶، "کاربرد اقلیم در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه پیام نور.
۵. خیاط زاده ماهانی، اعظم، ۱۳۸۴، بررسی عناصر اقلیمی (دما و رطوبت) بر کشت محصول پسته در شهرستان رفسنجان. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده انسانی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۶. ده حبه، نازنین؛ بریم نژاد، ولی، ۱۳۹۱، تأثیر نوسان اقلیم (درجه حرارت و بارندگی) بر عملکرد گندم دیم (مطالعه موردی: شهرستان بیجار). اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی محیط زیست سالم.
۷. رضایی، بهمن؛ کاظم نژاد، زهرا، ۱۳۹۰، بررسی تاثیر نوسانات بارش بر میزان تولید محصولات کشاورزی در شهرستان رودبار (مورد مطالعاتی: محصول زیتون). کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی ۱ و ۲ آذر.

۸. رفعت جو، عادل؛ مدحج، عادل؛ صفری، مصطفی، ۱۳۹۱، بررسی اثر برخی از پارامترهای اقلیمی بر تولید عملکرد نیشکر در شمال خورستان با استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره. اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی محیط زیست سالم.
۹. سلیمانی، کریم؛ صفری شاد، مهتاب، ۱۳۹۰، تاثیر عوامل اقلیمی بر روند تغییرات عملکرد محصول کیوی (مطالعه موردی استان مازندران). نخستین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی ۱ و ۲ آذر.
۱۰. سلاجقه، مریم؛ باقی زاده، امین؛ عراقی زاده، محسن، ۱۳۹۲، تأثیر پارامترهای جوی بر محصولات کشاورزی در یک اقلیم بیابانی (مطالعه موردی: شهر کرمان). دومین کنفرانس بین المللی مدل سازی گیاه، آب، هوا و خاک.
۱۱. علیجانی، بهلول. و دوستان، رضا، ۱۳۸۵، تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS، مجله جغرافیا و توسعه تاحبه ای، شماره هفتم، صص ۱۳-۳۳.
۱۲. کاظمی، مهدی، ۱۳۸۳، بررسی نواحی مستعد کشت زیتون در استان اصفهان با استفاده از تکنولوژی GIS. پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۱۳. کافی، محمد و بالندری، احمد، ۱۳۸۱، زرشک، تولید و فناوری، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۴. کمالی، غلامعلی و سعید بازگیر، ۱۳۸۷، پیش بینی عملکرد گندم دیم با استفاده از شاخص های هواشناسی کشاورزی در برخی مناطق غرب کشور، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی و منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد پانزدهم، شماره دوم (خرداد و تیر)، صفحات ۱۱۳-۱۲۲.
۱۵. کمالی، غلامعلی، ۱۳۸۱، سرماهای زیان بخش به کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالی. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۴۹-۱۶۵.
۱۶. کوچکی، عوض؛ شریفی، حمید رضا؛ زند، اسکندر، ۱۳۷۷، پیامدهای اکولوژیکی تغییر اقلیم. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۷. میرموسوی، سیدحسین؛ 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.
۱۸. مومنی، مهدی، ۱۳۸۲، تغییر اقلیم و اثرات آن بر ناپایداری اکولوژیکی ایران. سومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم تهران.
۱۹. همتی، رسول، ۱۳۹۰، تفسیر آزمون گرافیکی من کندال <http://www.pishbin.blogsky.com>
۲۰. یزدان پناه، حجت الله؛ کمالی، غلامعلی؛ حجازی زاده، زهرا؛ ضیاییان، پرویز، ۱۳۸۵، مکان گزینی اراضی مستعد کشت بادام در استان آذربایجان شرقی. مجله جغرافیا و توسعه، ۴(۲).
۲۱. یار احمدی، جمشید؛ رضایی بنفشه، مجید؛ فتح الهی، ناهید؛ حاجی حسنی، نسرين، ۱۳۹۰، بررسی پتانسیل اقلیمی استان آذربایجان شرقی به منظور کاشت گردو. نخستین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

23. Lobell DB, Field CB, Cahill KN and Bonfils C, 2006. Impacts of future climate change on California perennial crop yields: Model projections with climate and crop uncertainties *Agricultural and Forest Meteorology* 141:208-218 .
24. Lettenmaier, D. P., E. F. Wood, and J. R. Wallis, 1994: Hydro-climatological Trends in the Continental United States, 1948–88. *J. Climate*, 7: 586–607.
25. Norwood, Charles, A (2000). Dry land Winter Wheat as Affected by Previous Crops, *Agronomy Journal*, Onoz, B., Bayazit, M., 2003. The Power of Statistical Tests for Trend Detection, *Turkish J. Eng. Env. Sci.* Vol.27 , pp.247- 251.
26. Smith D, Wvan W, Michael C and John W, 2010. An analysis of climate change impacts o-irrigated crop water requirement in the SA MDB region. CRC for irrigation future. n Technical report No 15.10. and CSIRO land and water science, report No 05/10.
27. Serrano, A., Mateos, V.L., and Garcia, J.A., (1999). Trend Analysis of Monthly Precipitation Over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995. *phys. Chem. EARTH(B)*, VOL.24, NO. 1-2:85-90.
28. Turgay, P. and Ercan K. (2005). Trend Analysis in Turkish Precipitation data. Hydrological processes published online in wiley Interscien(www.Interscience.wiley.com).

