تأثیر تغییر اقلیم بر وضعیت عملکرد برنج در شهرستان رشت

محمدحسین ناصرزاده*، بهلول علیجانی و مریم پایداری[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۶)

چکیده

با توجه به تأثیرهای تغییرات اقلیمی بر محصولات کشاورزی و تهدید امنیت غذایی در سال‌های اخیر، این شرایط یکی از اصلی‌ترین مسائل اقلیم شناسی کشاورزی را تشکیل می‌دهد. هدف از این پژوهش شناخت وضعیت اقلیم کشاورزی برای کشت برنج در آینده با توجه به شرایط اقلیمی تأثیرگذار در گذشته است، با توجه به تأثیر دما و بارش منطقه بر عملکرد برنج و حساسیت‌های اقلیمی برنج نسبت به این دو متغیر، به پیش‌بینی دما و بارش، در آینده و تأثیر تغییرات این دو متغیر بر عملکرد برنج پرداخته شد. داده‌های دما و بارش از سازمان هواشناسی دریافت و پتانسیل دمایی و اقلیم کشاورزی منطقه بررسی و ضمن تهیه تقویم کشاورزی کشت برنج، همبستگی دما و بارش با داده‌های عملکرد برنج با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن بررسی شد. با استفاده از مدل SDSM داده‌های آینده تولید و دوره بازگشت دما و بارش در نرم‌افزار SMADA مشخص شد. نتایج نشان داد دمای حداقل بهاره گرایش به دیررس بهاره دارد. دمای حداقل بیشترین تأثیر را در فروردین، دمای حداکثر بیشترین تأثیر را در تیر و بارش نیز بیشترین تأثیر را در خرداد و تیر دارد. بر اساس نتایج حاصل از مدل‌های پیش‌بینی کننده، منطقه مورد مطالعه با افزایش دما و بارش روبه رو خواهد بود که شرایط مناسبی برای کشت به‌وجود می‌آورد، ولی دیررس شدن سرما و کوتاه شدن فصل رشد باعث بالا رفتن ریسک کشت برنج در این زمان می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اقلیم کشاورزی، پتانسیل دمایی، همبستگی اسپیرمن، مدل SDSM

۱. گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: nasserzadeh2100@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برنج به‌عنوان یک ماده غذایی بسیار ارزشمند، مهم‌ترین محصول غله در کشورهای در حال توسعه بوده و پس از گندم پرمصرف ترین محصول کشاورزی است (۱۳). برنج بخش مهم غذای نیمی از جمعیت جهان را فراهم می‌کند. بیش از ۹۱ درصد برنج جهان در آسیا کشت می‌شود. برنج محصول مهمی در جهان، به ویژه در آسیا است. ۱۳۸ میلیون هکتار از زمین‌های آسیا تحت کشت برنج قرار گرفته که ۲۱۳ میلیون تن برنج تولید می‌کند. سابقه کشت برنج در ایران به حدود ۲۰۰۰ سال پیش برمی‌گردد و طبق بعضی از اسناد از مصرف برنج در ایران حداقل ۲۲۰۰ سال می‌گذرد. زراعت برنج در گیلان و مازندران و خراسان به دوره اشکانیان برمی‌گردد و هم اکنون گیلان و مازندران مهم‌ترین مناطق کشت برنج در ایران هستند و ۸۰ تا؛ ۸۲ درصد محصول برنج کشور از این دو استان به‌دست می‌آید.

در میان بخش‌های اقتصادی کشورهای در حال توسعه، بخش کشاورزی به‌عنوان تأمین کننده غذای جامعه از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. به منظور افزایش بهره‌وری در اقتصاد نیز باید به بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم و عمده فعالیت اقتصادی در کشور توجه خاص کرد زیرا این بخش در حال حاضر حدود ۱۵ درصد از تولید ناخالص داخلی، ۲۱ درصد از اشتغال، ۲۲ درصد صادرات غیرنفتی کشور را به‌خود اختصاص داده است. لذا تأمین نیاز آینده کشور از طریق تولید ارقام پرمحصول و با کیفیت مطلوب ضروری است (۱۷). افزایش تولید برنج ایرانی اهمیت بسیار بالایی در اقتصاد ایران دارد و برنج گیلان نقش مهمی در افزایش تولید برنج در ایران و رسیدن به خودکفایی برنج می‌تواند داشته باشد.

لذا می‌بایست به افزایش کارایی در بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم و عمده فعالیت کشاورزی در کشور توجه خاص کرد زیرا افزایش رشد بهره‌وری در این بخش با توجه به ساختار ویژه اقتصادی کشور می‌تواند در دستیابی به هدف‌های اقتصادی کمک کننده باشد. در این‌صورت توجه به معیار بهره‌وری و محاسبه شاخص‌های مربوط به آن می‌تواند راهنمای مناسبی باشد تا با بهره جستن از آن بتوان راه صحیح استفاده مؤثر از عوامل تولید را با توجه به کمبود منابع انتخاب کرد. مهم است تا اقدامات مؤثر مانند سرمایه‌گذاری بیشتر در تأسیسات زیربنایی، تحقیقات، توسعه و غیره انجام شود.

در میان محصولات زراعی، برنج از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و مصرف آن در کشور هم‌راستای بهبود درآمد خانوار افزایش یافته و به‌عنوان دومین ماده غذایی مهم بعد از گندم در الگوی غذایی کشور جای گرفته است. با توجه به افزایش جمعیت کشور از یک‌سو و محدودیت توسعه اراضی شالیزاری برنج شمال از سوی دیگر و همچنین عزم سیاستگذاران در خودکفایی برنج ایرانی، افزایش عملکرد از طریق افزایش بهره‌وری دارای اهمیت ویژه‌ای خواهد بود. استان گیلان با دارا بودن اقلیم مناسب و منابع آبی به‌نسبت کافی حدود ۳۸ درصد از کل برنج کشور را تولید می‌کند (۱۰). شهرستان رشت با داشتن ۶۲۳۳۶ هکتار برنجکاری و تولید سالیانه بالغ بر ۲۶۱ هزار تن برنج سفید، بزرگ‌ترین شهرستان برنجکاری کشور است، به‌گونه‌ای که ۲۶ درصد سطح زیر کشت برنج گیلان و حدود ۱۱ درصد سطح زیر برنجکاری کشور را به‌خود اختصاص داده است. علاوه بر مشکلات مربوط به مراحل قبل و پس از تولید محصولات کشاورزی از قبیل تأمین و مصرف نهاده‌ها، روش‌های تولید، برداشت، حمل‌ونقل، نگهداری، توزیع، تبدیل و مصرف، عدم قابلیت جذب نیروی انسانی کارا به‌علت کهولت سن و بیسوادی و عدم تخصص و مهارت، ساخت سنتی، تولید اندک؛ دیگر مسئله تأثیرگذار بر محصول برنج، تغییر اقلیم به خصوص تغییرات دما و بارش است. تغییر اقلیم، یکی از موضوعات داغ است که در دهه‌های اخیر مورد توجه رسانه های زیادی بوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که این پدیده می‌تواند بر بخش‌های مختلف اعم از منابع آب، کشاورزی، محیط زیست، بهداشت، صنعت و اقتصاد اثرات منفی داشته باشد (۸). برای پیش‌بینی شرایط آینده، در بیشتر تحقیقات از داده‌هایی که معمولاً با سناریوهای مدل‌های گردش عمومی

www.SID.ir

Archive of SID

جو (GCM) تعریف شده و توسط هیئت بین دول تغییراقلیم (IPCC) اجرا شده‌اند، استفاده می‌شود. از آنجا که این مدل‌ها دارای قدرت تفکیک مکانی پایینی هستند لازم است که خروجی این مدل‌ها ریزمقیاس شود (۱۹). ریزمقیاس نمایی به دو صورت ریزمقیاس نمایی دینامیکی و ریزمقیاس نمایی آماری انجام می‌شود. در این مطالعه از ریزمقیاس نمایی آماری SDSM استفاده شده است. این نرم‌افزار برای پیش‌بینی فراسنج‌های اقلیمی، مانند بارش و دما در درازمدت، با توجه به علامت‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی استفاده می‌شود. اکثر مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد چه در دوره مشاهداتی و چه در خروجی مدل‌های گردش عمومی جو، یک روند افزایشی در دما مشاهده می‌شود. در مناطق مختلف دنیا و بر اساس مطالعات صورت گرفته، حداقل دما با افزایش بیشتری نسبت به دمای حداکثر مواجه است (۱۲). در مطالعه‌ای (۱۳) خروجی دو نرم‌افزار گردش عمومی جو HadCM2 و CHAM4 تحت ۱۸ سناریوی انتشار ریزمقیاس شدند، نتایج هر دو نرم‌افزار بیانگر افزایش دمای تمامی استان‌های کشور در دهه‌های آینده بود (۱). بررسی اثر پدیده تغییر اقلیم بر رواناب حوضه قره‌سو انجام شد. برای ارزیابی این پدیده از داده‌های نرم‌افزار اقلیمی HadCM3 تحت سناریو A2 استفاده شد. نتایج نشان داد که دمای منطقه در ماه‌های مختلف ۱ تا ۴ درجه نسبت به دوره پایه افزایش خواهد یافت (۲۲). مدل‌ها همچنین نشان می‌دهند که بارندگی در مدارهای جغرافیایی بالا افزایش و در مدارهای پایین و متوسط کاهش خواهد داشت (۱۴). اکثر مدل‌های GCM نشان می‌دهد که چرخه هیدرولوژی متأثر از افزایش دما بوده و لذا به‌دلیل تأثیر آن بر آبیاری و درنتیجه تولید مواد غذایی باید سیاست آبی کشورها تغییر پیدا کند (۲). زیرا توسعه کشاورزی فرایندی دائمی است و لازمه آن تطابق با عوامل متعددی در محدوده و خارج از اکوسیستم‌های کشاورزی است (۲۳). در تحقیقی تحلیل اثرات تغییر اقلیم بر میزان آبدهی رودخانه ششپیر بررسی شد. در این تحقیق ۱۸ مدل AOGCM که در گزارش ارزیابی چهارم IPCC آورده شده، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج حاکی از آن بود که با توجه به شاخص‌های RMSE، همبستگی منطقه‌ای و BIAS برای ماه‌های مختلف در منطقه مدل‌های متفاوتی بهترین برازش را داشته است. بنابراین، در این مطالعه با توجه به ۸ سناریوی مختلف (دو سناریوی بالا و پایین برای هر یک از خانواده‌های A1، A2، B1 و B2 برای افق‌های گفته شده بارندگی و دما برآورد شد. نتایج حاکی از آن بود که به‌طور متوسط میزان افزایش دمای متوسط سالانه به‌ترتیب برای افق‌های ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ برابر با ۱/۷، ۳/۲ و ۴/۵ درجه سانتی‌گراد است. همچنین این تغییرات برای پارامتر بارندگی به‌ترتیب ۲، ۸ و ۱۹ درصد افزایش بوده است. برآوردها حاکی از کاهش شدید آوردها در دوره‌های آتی بوده است. به‌طوری که در دوره‌های ۲۰۴۰ و ۲۰۷۰ به‌طور متوسط ۳۹ و ۴۳ درصد کاهش داشته اما در دوره ۲۱۰۰ با کمی بهبود به ۳۲ درصد کاهش آورد منتج شده است (۶). مطالعه تأثیر تغییر اقلیم بر دبی‌های حداکثر حوضه آیدوغموش، آذربایجان شرقی انجام شد. در این تحقیق تأثیر این پدیده بر رژیم دبی‌های حداکثر سالانه (شدت و فراوانی) حوضه آیدوغموش در دوره ۲۰۶۹-۲۰۴۰ میلادی بررسی شد. در ابتدا مقادیر دما و بارش ماهانه مدل HadCM3 تحت سناریوی A2 برای منطقه مورد مطالعه تهیه شد. سپس به‌وسیله روش کوچک‌مقیاس کردن مکانی تناسبی (Proportional downscaling) و روش کوچک‌مقیاس کردن زمانی عامل تغییر (Change factor)، این داده‌ها برای منطقه طرح کوچک‌مقیاس شدند. نتایج نشان از افزایش ۱/۵ تا ۴/۰ درجه‌ای دما و تغییرات ۳۰ تا ۴۰ درصدی بارندگی دوره ۲۰۶۹-۲۰۴۰ نسبت به دوره مشاهداتی ۲۰۰۰-۱۹۷۱ دارد. مدل IHACRES برای شبیه‌سازی رواناب روزانه حوضه واسنجی شد. نتایج نشان داد که شدت دبی‌ها برای دوره بازگشت‌های تا ۵۰ سال تفاوت چندانی نکرده و با افزایش دوره بازگشت، شدت آن در دوره آتی افزایش خواهد یافت. همچنین احتمال وقوع دبی‌های حداکثر با مقدار معین در دوره آتی نسبت به دوره پایه کمتر خواهد بود (۴).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مطالعه‌ای نشان داد در سال‌هایی که بارش تابستانه در منطقه نیکشهر (هیچان) وجود داشته باشد، زمین‌های زیر کشت برنج ۵۰ درصد افزایش می‌یابد و میزان برداشت محصول برنج تا سه برابر افزایش می‌یابد (۵). به‌منظور مقایسه دمای پایین و مطلوب بر صفات مورفولوژیک و عملکرد ارقام برنج در مراحل مختلف رشد، آزمایشی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در گلخانه مؤسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) در سه تکرار انجام شد، به این ترتیب که پنج رقم برنج را در گلدان‌های مختلف در پنج مرحله رشدی از نشا تا پرشدن دانه در شرایط مختلف تیمار دمایی ۱۳ درجه و ۳۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری کردند، نتایج تحقیقات نشان داد با کاهش دما از ۳۲ درجه سانتی‌گراد به ۱۳ درجه سانتی‌گراد، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در کپه، تعداد برگ سبز در کپه، وزن خشک ساقه و وزن خشک برگ، طول خوشه و عملکرد کاهش می‌یابد (۷). در تحقیقی برای تعیین حداقل درجه حرارت مناسب برای جوانه‌زنی در کره جنوبی و ژاپن، از ارقام اکوتیپ‌های مختلف برنج استفاده شد. بعضی از ارقام موجود در هوکایدو ژاپن و واریته‌های بومی کره جنوبی در درجه حرارت پایین حدود ۸ درجه سانتی‌گراد خوب جوانه زدند، درحالی که گونه‌های برنج در فیلیپین و هندوستان حتی در ۱۶ درجه سانتی‌گراد به سختی جوانه می‌زنند (۲۱). شنگشیانگ (۱۸) در گزارشی عنوان کرد خسارت سرما در اوایل رشد برنج به‌صورت طولانی شدن زمان جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی، ایجاد گیاهچه‌های ضعیف و درنهایت سبب افت عملکرد برنج می‌شود. در مطالعه‌ای مشخص شد که واکنش گیاهان زراعی به دماهای پایین بستگی به شرایط آب‌وهوایی که از آن منشأ گرفته‌اند دارد. گیاهی مثل برنج با منشأ گرمسیری و نیمه‌گرمسیری، نسبت به دماهای پایین بسیار حساس بوده و رشد آنها در مواجه شدن با دمای کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد دچار مشکل می‌شود (۳). هدف از این پژوهش در مرحله اول بررسی وضعیت اقلیم کشاورزی برای کشت برنج با تحلیل شرایط اقلیمی تأثیرگذار بر رشد گیاه برنج در گذشته است، برای این کار با درنظر گرفتن معیارهای اقلیمی چون میانگین حداقل دما، میانگین حداکثر دما، حداقل مطلق دما، حداکثر مطلق دما، میانگین دما و همچنین بارش در واحدهای زمان (روزانه، ماهانه و سالانه) در شهرستان رشت، در مرحله دوم با شناخت حساسیت‌های آبی و دمایی برنج و در مرحله سوم با بررسی تأثیر بارش و دمای منطقه در طول فصل رشد بر بازدهی و عملکرد برنج در واحدهای زمانی مختلف و درنهایت پیش‌بینی دما و بارش منطقه در آینده و تأثیرات که آنها که بر برنج خواهند داشت، است.

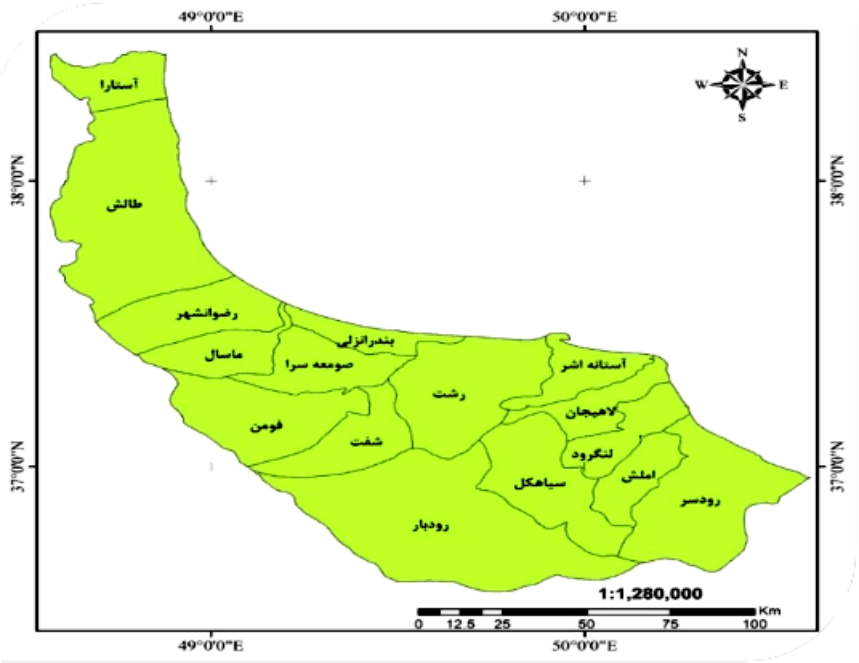
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه کلانشهر رشت واقع در استان گیلان است. این استان، از شمال به دریای مازندران و کشور آذربایجان، از غرب به استان اردبیل، از جنوب به استان زنجان و قزوین و از شرق به استان مازندران محدود می‌شود. به‌لحاظ طول و عرض جغرافیایی بین مدارهای ۳۶ درجه و ۳۶ دقیقه و ۳ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه و ۷ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه و ۲۵ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه و ۴۲ ثانیه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد (شکل ۱).

در این پژوهش، به‌منظور شناخت و بررسی وضعیت اقلیمی منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش پاپاداکیس (۱۶) به تحلیل عناصر اقلیمی و درنهایت وضعیت اقلیمی و رده اقلیمی منطقه پرداخته، همچنین با استفاده از تعیین ضریب تجمعی حرارتی، پتانسیل دمایی منطقه به‌دست آمد. سپس با شناختی که از وضعیت اقلیمی به‌دست آمد، شرایط کشت برنج در منطقه با توجه به وضعیت و رده اقلیمی به‌خصوص عناصر تأثیرگذار بر کشت برنج، مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار ابتدا آمار روزانه دمای حداکثر، دمای حداقل، میانگین دما و بارش ۵۵ ساله (از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۹۵ شمسی برابر با ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۶ میلادی) شهرستان رشت از سازمان هواشناسی گرفته و سپس در جدول‌های اکسل قرار داده و بررسی کافی بودن سال‌های آماری، توسط کنترل دقیق داده‌ها انجام و اندک نقص‌های آماری موجود

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

در دوره مطالعاتی با روش تفاضل‌ها و نسبت‌ها تخمین زده شد. سپس همگنی داده‌ها با فرمول موکاس (MOCKUS) و ران تست (Run Test) کنترل شد. پس از کنترل داده‌های اقلیمی، داده‌های مربوط به میزان تولید، سطح زیر کشت و عملکرد برنج نیز از سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان گرفته شد و با توجه به شناخت از فنولوژی گیاه برنج، به تعیین زمان معمول رخداد حداقل و حداکثر دمای مورد نیاز برنج پرداخته شد. با روزشمار کردن تعداد روزهایی که دما مناسب رشد بود به تعیین طول فصل رشد گیاه برنج در سال‌های مورد مطالعه پرداخته شد و درنتیجه داده‌های روزانه عناصر اقلیمی مورد نیاز برنج در بازه زمانی مورد نیاز برای رشد (طول فصل رشد) برنج در جدول‌هایی آماده شد. در مرحله بعد به محاسبه میزان همبستگی دمای حداقل و حداکثر و بارش رخ داده با میزان عملکرد برنج و تعیین اینکه این عناصر تا چه میزان روی تولید برنج تأثیر داشته، پرداخته شد، برای بررسی میزان همبستگی داده‌ها به‌دلیل اینکه از همبستگی ساده دو متغیر نمی‌توان استفاده کرد (به‌دلیل اینکه نمی‌توان مشخص کرد که دما تا یک میزان خاص مطلوب و بهینه است و بیشتر از آن برای تولید برنج نامطلوب است یا اینکه نمی توان تاریخدر رخداد دمای مشخص و میزان تأثیر آن را بر عملکرد برنج محاسبه کرد) بنابراین از همبستگی رتبه‌ای استفاده شد، تا به داده‌های مطلوب رتبه بالاتر و به داده‌های نامطلوب رتبه پایین‌تر یا اینکه به تاریخ‌های مطلوب رتبه بالاتر و به تاریخ رخدادهای نامطلوب رتبه و ارزش کمتری داده شود. درنهایت با آگاهی نسبت به این موضوع که دما و بارش چه تأثیری در میزان تولید برنج دارند، به تخمین دوره بازگشت آنها در نرم‌افزار SMADA و پیش‌بینی دمای حداقل و حداکثر و بارش ایستگاه رشت در دو دوره ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۹ و ۲۰۶۰ تا ۲۰۹۹ در نرم‌افزار SDSM پرداخته و با توجه به نیازهای اقلیمی این گیاه، مخاطرات اقلیمی که در انتظار برنج در آینده است بررسی، و راهکارهای لازم برای جلوگیری یا کاهش مخاطرات ارائه شد.

نتایج

به‌منظور بررسی تنوع و طبقه بندی آب‌وهوایی کشاورزی ایستگاه رشت بر اساس آستانه‌های تعریف شده در روش

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ایستگاه رشت و شاخص‌های مربوطه در روش پاپاداکیس

عناصر	عرض جغرافیایی	ارتفاع	بارش سالانه	دمای سالانه	تبخیر و تعرق	نوع تابستان	نوع زمستان	رژیم حرارتی	فصل مرطوب	فصل میانه	شاخص رطوبتی	رژیم رطوبتی	رده اقلیمی
ایستگاه رشت	۳۷/۱۹	-۸/۶	۱۴۰۰	۱۷/۳	۹۰۹	g	ci	Su2	Mar-Sep	Apr-Jun	۱/۵۳	ME	۶,۱,۴,۱

جدول ۲. میانگین درجه حرارت‌های تجمعی فعال در رشت

زمان	دما	۳۰ مهر	۳۰ آبان	۳۰ آذر	۳۰ دی	۳۰ بهمن	۲۹ اسفند	۳۱ فروردین	۳۱ اردیبهشت	۳۱ خرداد	۳۱ تیر	۳۱ مرداد	۳۱ شهریور
ایستگاه رشت	۰	۶۴۵	۱۰۹۸	۱۴۲۶	۱۷۴۶	۱۹۸۲	۲۲۸۲	۲۷۳۹	۳۳۷۲	۴۱۶۲	۵۰۳۵	۵۹۴۷	۶۷۶۳
	۴	۶۴۵	۱۰۹۸	۱۳۶۴	۱۵۱۱	۱۷۳۰	۱۹۶۴	۲۵۱۸	۳۱۵۱	۳۹۴۱	۴۸۱۴	۵۷۲۶	۶۵۴۲
	۱۰	۶۴۵	۹۷۳ تا ۲۵	-	-	-	۱۲۱۷ از ۶	۱۵۱۳	۲۱۲۱	۲۹۱۱	۳۷۸۴	۴۶۹۶	۵۵۱۲

پاپاداکیس (۱۶) پتانسیل‌های آب‌وهوایی کشاورزی منطقه بررسی و محاسبه شد، که بر مبنای رژیم حرارتی و رژیم رطوبتی ایستگاه رشت در رده اقلیمی مدیترانه‌ای قرار می‌گیرد. در این رده اقلیمی محصولات باغی چون زیتون، انجیر، بادام زمینی، مرکبات و انواع سبزیجات دیر کاشت و زودکاشت عملکرد خوبی دارند. بنابراین با توجه به بررسی انجام شده، ایستگاه رشت با توجه به دما، رطوبت و بارندگی مناسب و رده اقلیمی که در آن قرار دارد در مجموع از شرایط مناسبی برای کشت برنج برخوردار است(جدول ۱).

بررسی پتانسیل گرمایی (درجه حرارت‌های فعال) در منطقه مورد مطالعه

درجه حرارت‌های فعال که در واقع محدوده حرارتی فعالیت و رشدونمو گیاهان است و شامل مجموع درجه حرارت‌های فعال بیشتر از صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد است، بسیاری از آستانه‌های حرارتی و حدود زیستی گیاهان مختلف از جمله برنج (بیشتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) را شامل می‌شود، این محدوده حرارتی می‌تواند تأثیراتی تعیین کننده بر رشد گیاهان داشته باشد. به‌منظور مطالعه این محدوده حرارتی در منطقه مورد مطالعه و تأثیر آن بر محصول برنج، مجموع سالانه درجه حرارت‌های فعال (با استفاده از میانگین دمای روزانه به‌صورت میانگین ۱۰ ساله ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵) در شهرستان رشت بررسی شد. برای این کار (جدول ۲) درجه حرارت‌های فعال به‌صورت بیشتر از صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد که بیانگر فعالیت و سکون بسیاری از فعالیت‌های گیاهی است، محاسبه شد.

دمای مورد نیاز برنج در مراحل مختلف رشد

مجموع درجه حرارت لازم (بالای ۱۰ درجه سانتی‌گراد) برای گیاه برنج طی دوره رشد ۳۶۰۰ درجه سانتی‌گراد بوده و دماهای مورد نیاز طی مراحل رشدونمو در مرحله تولید جوانه حدود ۱۰ تا ۱۳ درجه سانتی‌گراد، مرحله تولید پنجه حدود ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد، مرحله تولید ساقه حدود ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد، مرحله تولید گل حدود ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، مرحله رسیدن حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و به‌طور کلی درجه حرارت مناسب برای رشدونمو گیاه در حدود ۲۲ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است (۲۰). بنابراین با علم به اینکه دماهای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. شاخص‌های دمایی تقویم کشاورزی گیاه برنج در رشت

عامل	درجه حرارت
دمای آغاز تولید جوانه	۱۰ تا ۱۳ درجه سانتی‌گراد
دمای آغاز تولید پنجه	۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد
دمای آغاز تولید ساقه	۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد
دمای آغاز تولید گل	۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد
دمای آغاز مرحله رسیدن	۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد

جدول ۴. تاریخ‌های بهینه تقویم کشاورزی گیاه برنج در رشت

عامل	تاریخ بهینه
زمان آغاز تولید جوانه	۲ فروردین
زمان آغاز تولید پنجه	۳۰ فروردین
زمان آغاز تولید ساقه	۲۸ اردیبهشت
زمان آغاز تولید گل	۶ خرداد
زمان آغاز مرحله رسیدن	۲۹ خرداد

مورد نیاز برای مراحل مختلف رشد برنج چه دماهایی هستند، تاریخ رخداد دمای حداقل برای آغاز رشد (صفر بیولوژیک) و دمای حداکثر برای رشد برنج (دمای کشنده) مشخص شد، با تعیین تاریخ رخداد آخرین دمای بحرانی و آغاز دوره رشد، و همچنین تعیین تاریخ اولین دمای بحرانی و خاتمه دوره رشد، و روزشمار کردن این فاصله، طول دوره رشد نیز محاسبه شد. بر اساس آزمون کلموگروف- اسمیرنوف مشخص شد که داده‌های مربوط به روزشمار تاریخ اولین و آخرین دمای بحرانی و همچنین طول فصل رشد ایستگاه رشت از توزیع نرمال پیروی می‌کنند که این شرایط برای تمام سال‌های مورد مطالعه صدق می‌کند. خط روند ایستگاه نیز نشان داد که بین تاریخ‌های وقوع اولین و آخرین فرین‌های دمایی با دوره زمانی دارای همبستگی ضعیف و منفی بوده و همچنین بررسی روند در دوره‌های زمانی مورد مطالعه مشخص کرد تأثیری در نوسان آنها ندارد.

تقویم کشاورزی کشت برنج در ایستگاه رشت

از اهداف اصلی مطالعات کشاورزی هر منطقه تعیین مقاطع بهینه زمانی مراحل کاشت، داشت و برداشت گونه‌های مختلف زراعی است. در این تحقیق نیز یکی از اهداف اصلی، بررسی و تعیین بهینه‌های زمانی مراحل مختلف کشت برنج به لحاظ وجود شرایط اقلیمی مناسب و جلوگیری از خسارات احتمالی ناشی از نوسانات اقلیمی این گیاه در منطقه مورد مطالعه است.

به‌طور مشخص از اصلی‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر در کشت برنج دو عامل بارش و دما هستند. برای تعیین مراحل مختلف رشد برنج، عامل دما تأثیرگذارتر از عامل بارش است، چون در تمام مراحل رشد برنج، این گیاه به‌صورت غرقابی آبیاری می‌شود ولی آستانه‌های حرارتی در مراحل فنولوژی یا رشدونمو نقش تعیین کننده‌ای در تعیین بهترین زمان برای مراحل مختلف کشت محصول دارد، لذا با توجه به اهمیت بحث، تقویم کشاورزی تحت شرایط دمایی بر اساس نتایج حاصل از بررسی پتانسیل دمایی منطقه و فنولوژی برنج (جدول ۳) آماده شد. سپس تاریخ‌های بهینه تقویم کشاورزی برنج در ایستگاه مورد مطالعه مشخص شد(جدول ۴).

تعیین زمان آخرین و اولین آخرین تاریخ رخداد حداقل دمای مورد نیاز برنج و تعیین طول فصل رشد

برای بررسی رابطه دما و عملکرد برنج، ابتدا حداقل دمای مورد نیاز گیاه برنج برای رویش مشخص شد و بعد تاریخی که این دما در هر سال رخ داده است تعیین شد، با مشخص شدن این تاریخ‌ها، طول فصل رشد نیز با روزشمار کردن فاصله بین این دو تاریخ تعیین شد و همبستگی تاریخ‌های به‌دست آمده و تعداد روزهای فصل رشد در سال‌های مختلف با عملکرد برنج بررسی شد تا مشخص شود سرمای زودرس پاییزه یا دیررس بهاره و تعداد روزهای رشد چه تأثیری بر عملکرد برنج داشته است (جدول‌های ۵ تا ۷).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. تاریخ وقوع حداقل دمای مورد نیاز رشد و رتبه‌های تعلق گرفته به این تاریخ‌ها و تعداد روزهای فصل رشد

سال	تاریخ وقوع حداقل دمای مورد نیاز برای آغاز رشد برنج (۱۰ درجه سانتی‌گراد)			رتبه‌های تعلق گرفته به تاریخ وقوع دمای حداقل	
	اولین تاریخ	آخرین تاریخ	طول فصل رشد	اولین تاریخ	آخرین تاریخ
۱۳۷۹	۱/۸	۹/۱۸	۲۵۶	۴	۸
۱۳۸۰	۱۲/۲۳	۸/۲۸	۲۵۰	۶	۴
۱۳۸۱	۱۲/۲۸	۹/۷	۲۵۴	۶	۶
۱۳۸۲	۱/۱۲	۸/۲۳	۲۲۷	۳	۳
۱۳۸۳	۱/۲	۹/۴	۲۴۸	۵	۵
۱۳۸۴	۱/۱۸	۱۰/۲	۲۶۰	۲	۱۰
۱۳۸۵	۱۲/۷	۸/۲۸	۲۶۶	۱۰	۴
۱۳۸۶	۱/۱۲	۹/۲	۲۳۶	۳	۵
۱۳۸۷	۱۲/۱۱	۸/۲۷	۲۶۱	۹	۴
۱۳۸۸	۱/۲۷	۹/۷	۲۲۶	۱	۶
۱۳۸۹	۱/۹	۱۰/۴	۲۷۱	۴	۱۰
۱۳۹۰	۱/۵	۸/۱۶	۲۲۷	۵	۲
۱۳۹۱	۱/۱۱	۹/۳	۲۳۸	۳	۵
۱۳۹۲	۱۲/۲۰	۹/۱۳	۲۶۸	۸	۷
۱۳۹۳	۱/۱۳	۸/۱۴	۲۱۷	۳	۱
۱۳۹۴	۱۲/۲۷	۹/۱۴	۲۶۲	۶	۷
۱۳۹۵	۱/۳	۸/۳۰	۲۴۳	۵	۴

احتمال دوره بازگشت حالت‌های مطلوب دمایی و بارش منطقه

محاسبه تاریخ وقوع آخرین دمای حدی (حداقل بهاره) به لحاظ زمان شروع دوره رشد گیاه برنج و تاریخ وقوع آخرین دمای حدی (حداقل پاییزه) به‌عنوان زمان اختتام دوره رشد برنج بسیار مهم است. بدین منظور پس از بررسی و تعیین تاریخ وقوع دماهای حدی و همچنین بارش سالانه با استفاده از نرم‌افزار SMADA احتمال وقوع درجه حرارت‌های حدی و میزان مجموع بارش سالانه در دوره‌های بازگشت متفاوت با روش نرمال در ایستگاه رشت محاسبه شد (جدول ۸).

تولید داده دما و بارش آینده توسط مدل SDSM و مقایسه آن با دوره مشاهداتی

مدل ریزمقیاس نمایی آماری SDSM با استفاده از دو روش احتمالات و رگرسیون، داده‌های متغیرهای هواشناسی را می‌سازد. سه دسته داده با عنوان ورودی مدل SDSM استفاده می‌شود. اولین دسته، داده‌های مشاهداتی هستند که از سازمان هواشناسی گرفته شد. دومین دسته داده‌های NCEP هستند که شامل داده‌های روزانهٔ ۲۶ متغیر پیش‌بینی کننده هستند و دستهٔ سوم شامل داده‌های بزرگ‌مقیاس مدل‌های گردش عمومی جو با توجه به سناریوهای مختلف هستند. بنابراین، در این مطالعه داده‌های NCEP و مدل‌های گردش عمومی جو HADCM3 با

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. میزان همبستگی تاریخ‌های وقوع دمای حداقل و طول فصل رشد با عملکرد برنج در شهرستان رشت

سال زراعی	اولین تاریخ	عملکرد	همبستگی	آخرین تاریخ	عملکرد	همبستگی	فصل رشد	عملکرد	همبستگی
۱۳۷۹	۴	۳	۰/۷۱۴	۸	۳	۰/۱۲۲	۲۵۶	۴۱۱۸	۰/۱۲۹
۱۳۸۰	۶	۵		۴	۵		۲۵۰	۴۷۰۷	
۱۳۸۱	۶	۵		۶	۵		۲۵۴	۴۵۷۲	
۱۳۸۲	۳	۴		۳	۴		۲۲۷	۴۷۲۳	
۱۳۸۳	۵	۵		۵	۵		۲۴۸	۵۱۶۲	
۱۳۸۴	۲	۳		۱۰	۳		۲۶۰	۴۱۳۵	
۱۳۸۵	۱۰	۶		۴	۶		۲۶۶	۴۳۰۰	
۱۳۸۶	۳	۳		۵	۳		۲۳۶	۴۸۴۱	
۱۳۸۷	۹	۳		۴	۵		۲۶۱	۴۴۲۶	
۱۳۸۸	۱	۳		۶	۳		۲۲۶	۴۲۹۸	
۱۳۸۹	۴	۴		۱۰	۴		۲۷۱	۴۲۴۲	
۱۳۹۰	۵	۵		۲	۵		۲۲۷	۴۵۴۱	
۱۳۹۱	۳	۳		۵	۳		۲۳۸	۴۲۳۴	
۱۳۹۲	۸	۵		۷	۵		۲۶۸	۴۵۸۹	
۱۳۹۳	۳	۴		۱	۴		۲۱۷	۴۸۱۷	
۱۳۹۴	۶	۵		۷	۵		۲۶۲	۴۵۵۵	
۱۳۹۵	۵	۵		۴	۵		۲۴۳	۴۵۵۰	

جدول ۷. میزان همبستگی حداکثر، حداقل و میانگین دمای ماهانه و همچنین بارش ماهانه با عملکرد سالانه برنج در شهرستان رشت

عناصر اقلیمی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد
حداکثر دما	۰/۰۱۲	۰/۲۶۱	۰/۲۷۱	۰/۳۷۴	۰/۱۶۵
حداقل دما	۰/۳۴۸	۰/۰۱۷	۰/۲۴۳	۰/۳۴۵	۰/۲۳۷
میانگین دما	۰/۲۴۸	۰/۳۵۶	۰/۳۸۷	۰/۴۷۷	۰/۲۵۷
بارش ماهانه	۰/۲۱۶	۰/۱۹۱	۰/۱۲۲	۰/۱۴۸	۰/۰۵۹

جدول ۸ . دوره بازگشت تاریخ وقوع اولین و آخرین دمای بحرانی و مجموع بارش سالانه در ایستگاه رشت

دوره بازگشت	۲ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۲۵ ساله	۱۰۰ساله
تاریخ اولین دمای بحرانی	۳ فروردین	۱۴ فروردین	۱۹ فروردین	۲۶ فروردین	۲ اردیبهشت
تاریخ آخرین دمای بحرانی	۵ آذر	۱۶ آذر	۲۲ آذر	۲۹ آذر	۷ دی
مجموع بارش سالانه	۱۴۵۰	۱۸۴۶	۲۰۵۳	۲۴۱۷	۲۵۴۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹. مقدار همبستگی جزئی بین داده‌های بزرگ‌مقیاس (NCEP) و داده‌های مشاهداتی

شاخص	Index	R^2	RMSE
درجه حرارت حداقل	Min Temperature	۰/۹۳	۰/۸۷
درجه حرارت حداکثر	Max Temperature	۰/۹۳	۰/۹۶
بارش	Precipitation	۰/۶۲	۰/۵۴

سناریوهای RCP2.6، RCP 4.5 و RCP 8.5 از سناریوهای اقلیمی CMIP5 از لینک (http://ccds-dscc.ec.gc.ca) بر اساس طول و عرض جغرافیای رشت دریافت شد، سپس در اولین مرحله، متغیرهای پیش‌بینی کننده دارای بیشترین همبستگی با داده‌های مشاهداتی شناسایی و انتخاب شدند، در مرحله بعد داده‌های مشاهداتی هر یک از متغیرهای پیش‌بینی شونده به دو قسمت برای واسنجی و صحت‌سنجی مدل به‌کار برده شد. در مرحله واسنجی و اعتبارسنجی مدل SDSM، داده‌های مربوط به بازه زمانی ۱۹۹۰-۱۹۶۱ برای واسنجی مدل و داده‌های بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۰ برای اعتبارسنجی مدل استفاده شد. نتایج صحت‌سنجی مدل نشان داد داده‌های دوره پایه با داده‌های تولید شده در دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۰ از لحاظ میانگین و انحراف معیار دارای شباهت نسبی بوده و اختلاف بسیار ناچیز با هم دارند، بنابراین مدل قابل اطمینان است. برای برقراری ارتباط میان داده‌های مشاهداتی و مؤلفه‌های بزرگ‌مقیاس به روش آزمون و خطا از مؤلفه‌های مدل SDSM استفاده شد و عملکرد مدل در پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی براساس شاخص ضریب تشخیص (R^2) و جذر میانگین مربعات (RMSE) ارزیابی شد (جدول ۹).

در مرحله بعد بر اساس سناریوهای RCP2.6، RCP 4.5 و RCP 8.5 از سناریوهای اقلیمی CMIP5 داده‌های آینده در بازه‌های ۲۰۵۹-۲۰۲۰ و ۲۰۹۹-۲۰۶۰ تولید و خلاصه شد و با داده‌های مشاهداتی مقایسه شد.

بر اساس داده‌های تولید شده توسط مدل برای بارش، در کل شاهد افزایش بارش در آینده نسبت به دوره مشاهداتی خواهیم بود، در مقیاس بارش فصلی بیشترین مقدار این افزایش در فصل بهار اتفاق می‌افتد به‌نحوی که بارش فصل بهار در دوره ۲۰۵۹-۲۰۲۰ حدود ۳۱ میلی‌متر و در دوره ۲۰۹۹-۲۰۶۰ حدود ۴۷ میلی‌متر بر اساس سناریو ۲/۶ نسبت به دوره مشاهداتی افزایش خواهد داشت. همچنین در مقیاس ماهانه نیز ماه آوریل یا فروردین بیشترین افزایش مجموع بارش ماهانه را خواهد داشت به‌نحوی که در دوره ۲۰۵۹-۲۰۲۰ حدود ۹ میلی‌متر و در دوره ۲۰۹۹-۲۰۶۰ حدود ۲۱ میلی‌متر نسبت به دوره مشاهداتی افزایش خواهد یافت (جدول ۱۰).

بر اساس داده‌های تولید شده توسط مدل بر اساس سناریو ۲/۶، در مقیاس فصلی برای دمای حداکثر به‌طور نسبی در فصل‌های تابستان و زمستان شاهد کاهش دما و در بهار و پاییز شاهد افزایش دما خواهیم بود، برای مثال میانگین حداکثر دمای مربوط به فصل زمستان در دوره ۲۰۵۹-۲۰۲۰ و ۲۰۹۹-۲۰۶۰، حدود ۰/۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوره مشاهداتی دچار کاهش خواهد شد. همچنین در فصل بهار میانگین حداکثر دما در دوره ۲۰۵۹-۲۰۲۰ و ۲۰۹۹-۲۰۶۰ حدود یک درجه سانتی‌گراد درجه نسبت به دوره مشاهداتی دچار افزایش خواهد شد. در مورد دمای حداقل نیز این روند تکرار شده است و فصل‌های زمستان و تابستان در دوره‌های آتی نسبت به دوره مشاهداتی با کاهش دما و فصل‌های بهار و پاییز با افزایش دما همراه هستند و درنتیجه میانگین دما نیز بر همین اساس خواهد بود یعنی در فصل زمستان و تابستان کاهش و در فصل بهار و پاییز افزایش دما نسبت به دوره مشاهداتی مشاهده می‌شود (جدول ۱۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۰. مقایسه میانگین مجموع بارش ماهانه در دوره مشاهداتی و آینده با توجه به سناریوهای مختلف

		RCP 2.6		RCP 4.5		RCP 8.5	
ماه‌ها	دوره مشاهداتی	۲۰۲۰–۲۰۵۹	۲۰۶۰–۲۰۹۹	۲۰۲۰–۲۰۵۹	۲۰۶۰–۲۰۹۹	۲۰۲۰–۲۰۵۹	۲۰۶۰–۲۰۹۹
ژانویه	۱۳۱	۱۳۶	۱۴۲	۱۳۴	۱۳۹	۱۳۶	۱۴۱
فوریه	۱۱۹	۱۲۲	۱۲۸	۱۲۳	۱۲۸	۱۲۵	۱۳۰
مارس	۱۱۲	۱۱۸	۱۱۵	۱۱۹	۱۲۰	۱۲۱	۱۲۳
آوریل	۶۳	۷۲	۸۴	۷۲	۸۵	۷۴	۸۷
مه	۴۷	۶۳	۶۵	۶۲	۶۴	۶۱	۶۲
ژوئن	۴۱	۴۷	۴۹	۴۶	۴۸	۴۶	۴۸
ژوئیه	۴۳	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۵۱	۵۰
اوت	۶۹	۷۸	۷۶	۷۷	۷۵	۷۹	۷۷
سپتامبر	۱۵۴	۱۶۲	۱۵۹	۱۶۱	۱۵۸	۱۶۲	۱۵۹
اُکتبر	۲۱۷	۲۲۷	۲۳۷	۲۲۷	۲۲۷	۲۲۸	۲۲۹
نوامبر	۱۸۹	۱۹۶	۲۰۰	۱۹۶	۱۹۹	۱۹۵	۱۹۸
دسامبر	۱۵۱	۱۶۰	۱۶۱	۱۵۹	۱۶۰	۱۵۹	۱۶۰

جدول ۱۱. مقایسه میانگین دمای ماهانه در دوره مشاهداتی و آینده با توجه به سناریوهای مختلف

		RCP 2.6		RCP 4.5		RCP 8.5	
ماه‌ها	دوره مشاهداتی	۲۰۲۰–۲۰۵۹	۲۰۶۰–۲۰۹۹	۲۰۲۰–۲۰۵۹	۲۰۶۰–۲۰۹۹	۲۰۲۰–۲۰۵۹	۲۰۶۰–۲۰۹۹
ژانویه	۶/۶	۶/۵	۶/۱	۷/۱	۷/۳	۷/۶	۷/۹
فوریه	۷/۰۵	۷	۷	۷/۴	۷/۵	۷/۹	۸/۱
مارس	۹/۰۵	۸/۵	۸/۴	۹/۴	۹/۶	۱۰/۱	۱۰/۳
آوریل	۱۴/۸۵	۱۵/۰۵	۱۵/۱	۱۵/۵	۱۵/۸	۱۶/۲	۱۶/۴
مه	۲۰/۰۵	۲۰/۶۵	۲۰/۴۵	۲۰/۸	۲۰/۹	۲۱/۳	۲۱/۵
ژوئن	۲۳/۶	۲۴/۳	۲۳/۸۵	۲۴/۶	۲۴/۸	۲۵/۳	۲۵/۵
ژوئیه	۲۶/۱	۲۴/۸۵	۲۴/۶۵	۲۶/۴	۲۶/۶	۲۶/۹	۲۷/۱
اوت	۲۵/۶۵	۲۴/۵	۲۴/۳	۲۵/۹	۲۶/۱	۲۶/۴	۲۶/۷
سپتامبر	۲۳/۱	۲۱	۲۱/۰۵	۲۳/۴	۲۳/۷	۲۴/۱	۲۴/۳
اُکتبر	۱۸/۰۵	۱۷/۸	۱۷/۷۵	۱۸/۳	۱۸/۵	۱۸/۶	۱۸/۷
نوامبر	۱۳/۸۵	۱۳/۱۵	۱۳/۳	۱۴	۱۴/۱	۱۴/۳	۱۴/۴
دسامبر	۸/۶	۸/۲	۸/۲۵	۸/۸	۸/۹	۹/۱	۹/۳

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر وضعیت عملکرد برنج در شهرستان رشت است. برای این کار داده‌های هواشناسی از سال ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۶ از سازمان هواشناسی اخذ شد. همچنین عملکرد برنج در سال‌های مختلف از وزارت جهاد کشاورزی دریافت و ارتباط این دو با هم آنالیز شد. علاوه بر این با استفاده از نرم‌افزار SDSM داده‌های دما و بارش تا سال ۲۰۹۹ تولید و اثرات آنها در آینده در رابطه با نیاز برنج به آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شرایط دمایی برای آغاز رشد برنج در منطقه مورد مطالعه معمولاً از اواخر اسفند فراهم می‌شود، همچنین شرایط دمایی مرحله رسیدن برنج به‌طور متوسط در تیر و مرداد رخ می‌دهد، از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که برنج فصل رشد ۴ تا ۵ ماهه دارد و در این مدت به حداقل ۳۶۰۰ درجه سانتی‌گراد دمای فعال تجمعی (بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و همچنین آبیاری غرق آبی نیاز دارد که بر اساس نتایج حاصل از بررسی شرایط آگروکلیمیایی شهرستان رشت، این منطقه در طبقه آب‌وهوایی مدیترانه‌ای جنب حاره قرار دارد و از پتانسیل آب‌وهوایی کشاورزی لازم برای کشت برنج برخوردار است، البته نباید از خسارات ناشی از نوسانات اقلیمی که هر ساله موجب خسارت می‌شود غافل شد. آستانه‌های حرارتی در مراحل مختلف فنولوژی نقش تعیین کننده‌ای در ارزیابی بهترین زمان کشت محصول برای جلوگیری از خسارت احتمالی دارند و اطلاع از تاریخ وقوع دماهایی که برای گیاه حیاتی هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است. نتایج میزان همبستگی میان تاریخ‌های رخداد دمای حدی و تعداد روزهای فصل رشد، نشان‌دهنده تأثیرگذاری بیشتر دمای حدی بهاره نسبت به دمای حدی پاییزه است. معمولاً اولین دمای حدی (دمای حداقل بهاره) نقش تعیین کننده‌تری داشته و تعداد روزهای فصل رشد برنج را نیز کنترل می‌کند. ازمیان فاکتورهای اثرگذار، بالاترین میزان همبستگی مربوط به میانگین دمای تیرماه و کمترین همبستگی مربوط به فروردین و مرداد بود. از نتایج دیگر آن اینکه، آخرین دمای حدی (حداقل بهاره) هر زمان به‌صورت دیررس بهاره رخ داده موجب کاهش عملکرد شده و بالعکس هر زمان به‌صورت نرمال و زودتر از تاریخ وقوع میانگین رخ داده عملکرد بهتری داشته و دمای حداکثر بیشترین تأثیر در تیرماه، و در فروردین کمترین تأثیر را داشته است. در مقابل بالاترین میزان همبستگی میانگین دمای حداقل ماهانه با عملکرد برنج مربوط به فروردین و کمترین میزان همبستگی مربوط به اردیبهشت است. همچنین نتایج حاصل از بررسی همبستگی مجموع بارش سالانه و ماهانه با عملکرد سالانه برنج نشان داد که در مقیاس ماهانه ماه‌های خرداد و تیر بیشترین و اردیبهشت کمترین میزان همبستگی با عملکرد برنج را دارند که دلیل این موضوع می‌تواند در خساراتی که بارش‌های تابستانه به برنج می‌زنند باشد. طبق نتایج به‌دست آمده از بررسی احتمال دوره‌های بازگشت در نرم‌افزار SMADA تاریخ رخداد دماهای حدی، نسبت به دوره مشاهداتی دیرتر رخ می‌دهد اما در کل شاهد فصل رشد کوتاهتری نسبت به دوره مشاهداتی خواهیم بود. همچنین مقدار بارش سالانه در دوره بازگشت‌های آینده با افزایش همراه خواهد بود. داده‌های تولید شده توسط مدل SDSM نیز در هر سه سناریوی RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5 افزایش بارش در آینده را تأیید می‌کند و بارش بهاره نسبت به سایر فصل‌ها با افزایش بیشتری روبه‌رو خواهد بودکه برای کشت برنج بسیار مناسب است.

منابع مورد استفاده

1. Abassi, F., M. Habibi Nokhandan, L. Goli Mokhtari, S. Malbousi and Sh. Asgari. 2010. Climate change assessment over Iran in the future decades using MAGICC-SCENGEN model. *Physical Geography Research Quarterly* 42(72): 91-109.
2. Alizadeh, A. and K. Gholamali. 2002. Effects of climate change on increasing agricultural water consumption in Mashhad plain. *Geographical Research* 17(3-2): 189 -201.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Allen, G. J. and R. A. Evorrt. 2001. Sodium transport measured in plasma membrane vesicles isolated from wheat genotypes with differing K^+/Na^+ discrimination traits. *Plant Cell Environment* 18(4): 105-115.
4. Ashofteh. P. and A. R. Massah Bouani. 2010. Impact of climate change on maximum discharges case study of Aidoghmoush basin, East Azerbaijan. *Journal of Water and Soil Science* 14(53): 28-38.
5. Barimani, F., M. Saligheh and M. Karim Raisi. 2005. Climate impacted irrigation systems in baluchistan iran samples of aqueducts in Hichan. *Geographical Research Quarterly* 76: 38-52.
6. Farajzadeh, M. 2013. Climate change effects on river discharge-case study Sheshpir river. *Geography and Environmental Planning* 24(1): 17-32.
7. Ghadirnezhad, S. R. and A. Falah. 2013. Comparison of low and optimum temperature effects on morphological traits and yield of rice varieties at different growth stages. *Journal of Crop Production Research* 5(2): 155-164.
8. Haghtalab, N., M. Goodarzi, M. Habibi Nokhandan, A. Yavari and H. Jafari. 2013. Climate modeling in Tehran & Mazandaran provinces by LARSWG and comparing changes in northern and southern Central Alborz hillside. *Journal of Environmental Science and Technology* 15(1): 37-49.
9. Hamidianpour, M., M. Baaghideh and M. Abbasnia. 2016. Assessment of the precipitation and temperature changes over south east Iran using downscaling of general circulation models outputs. *Physical Geography Research Quarterly* 48(1): 107-123. doi: 10.22059/jphgr.2016. 57030.
10. https://www.jkgc.ir
11. IPCC. 2007. Executive summary of the intergovernmental panel on climate change. https://www.ipcc.ch/. Accessed 1 APRIL 2007.
12. Khoshakhlagh, F., E. Gharibi and Z. Shafiei. 2011. The study of the lowest temperature changes in Iran. *Geography and Environmental Planning* 22(2): 199-216.
13. Moradpour, S., E. Amiri, H. Mobasser and H. Madani. 2016. The effects of planting date and plant density on rice in Mazandaran province. *New Finding in Agriculture* 9(2): 117-127.
14. OTA. 1993. Global change research and NASA's earth observing system. https://ota.fas.org/page/3/. Accessed 16 MAY 1993.
15. Sanikhani, H., Y. Deinpajo, S. Pouryousef and S. Zamanzad Ghavidel. 2014. The impacts of climate change on runoff in watersheds (Case study: Ajichay watershed in East Azerbaijan province, Iran). *Journal of Water and Soil* 27(6): 1225-1234. https://doi.org /10.22067 /jsw. v0i0.21513.
16. Shaemi, A. and Q. Azizi. 2005. Assessment of Iranian agricultural diversity and talents by papadakis method. *Geographical Research Quarterly* 36(3): 78-79.
17. Sharifi, P., H. Dehghani, A. Momeni and M. Moghadam. 2013. Study the genetic relations of some of rice agronomic traits with grain yield by using multivariate statistical methods. *Iranian Journal of Field Crop Science* 44(2): 273-282. doi: 10.22059/ijfcs.2013. 35116.
18. Shengxiang, T. 1995. Evaluation and utilization on cold tolerance of rice in south east Asia. Report of an INGER traveling workshop on low temperature stress of rice in China, Japan and Korea. *Manila, Philippines* 19(2): 13-20.
19. Sobhani, B., M. Eslahi and I. Babaeian. 2015. Efficiency of statistical downscaling models of SDSM and LARS-WG in the simulation of meteorological parameters in Lake Urmia Basin. *Physical Geography Research Quarterly* 47(4): 499-516. doi: 10.22059/jphgr.2015.56046
20. Taei Semiromi, S., H. Moradi and M. Khodagholi. 2014. Simulation and prediction some of climate variable by using multi line SDSM and Global Circulation Models (Case study: Bar Watershed Nayshabour). *Human & Environment* 12(28): 1-15.
21. Takeuchi, B. J., R. C. Babu, H. E. Shashidhar, J. M. Lilley and N. D. Thanh. 1969. Determine the minimum suitable temperature for rice germination in southeastern Asia. *Plant Breeding* 120: 233-238.
22. Zahiboun, B., M. R Goodarzi and A. Masah Bayani. 2010. Application of SWAT model to estimation of basin runoff in future periods affected by climate change. *Climatological Research* 1(3-4): 45-60.
23. Zhang, H. L., X. G. Zhao, S. L. Yin, J. F. LiuXue, M. Wang and F. Chen. 2015. Challenges and adaptations of farming to climate change in the north China Plain. *Climatic Change* 129(1): 213-224.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 24, No. 2, Summer 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Climate Change on the Yield of Rice in the Rasht County

M. H. Naserzadeh*, B. Alijani and M. Payari[1]

(Received: June 21-2018 ; Accepted: September 17-2019)

Abstract

Given the climatic changes and threats to food security in recent years, they have have become a major issue in agricultural climatology. The present study aimed to investigate the status of agricultural climate suitable for the cultivation of rice in the light of the influential climatic conditions in the past. Given the effect of temperature and the amount of precipitations on rice growth and the sensitivity of rice to these two variables, the study examined the predicted future temperature and rainfall and their effects on rice. Data related to the temperature and rainfalls were obtained from the Meteorological Organization. Additionally, the temperature and agricultural potential of the region were considered. By preparing the agricultural calendar for the cultivation of rice, the correlation between temperature, precipitation and rice productivity was calculated using the Spearman Correlation coefficient. By using the SDSM model, future data and temperature and precipitation return period were determined in the SMADA software. The results demonstrated that minimum spring temperature tended to be late spring. The minimum temperature had the highest impact in April, the maximum temperature had the highest impact in July and the maximum rainfall had the highest effect in both June and July. Based on the results of the prediction models, the studied region would experience an increase in temperature and rainfall by providing favorable conditions for the cultivation of rice. However, delays in the cold season and shortness of the growth period increased the risks associated with the cultivation of rice in this period.

Keywords: Agro-climate, Temperature potential, Spearman correlation, SDSM model

1. Climatology, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran.
*: Corresponding author, Email: nasserzadeh2100@yahoo.com

www.SID.ir