نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۹، زمستان ۹۹

اثر تغییر اقلیم بر تقویم زراعی در شمال ایران

دریافت مقاله: ۹۷/۶/۲۲ **پذیرش نهایی**: ۹۷/۱۰/۳۰

صفحات: ۱۱۷-۹۹

مجتبی شاه نظری: دانشجوی دکتری تغییرات آب و هوائی، دانشکده علوم جغرافیائی، داننشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email:Moj303@gmail.com
زهرا حجازی زاده: استادگروه اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیائی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.[1]
Email :hejazizadeh@yahoo.com
محمد سلیقه: استادگروه اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیائی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email :saligheh@khu.ac.ir

چکیده

در این تحقیق ضمن بررسی شرائط اقلیمی در دوره حاضر و تحلیل شرائط حرارتی و بارش و میزان تابش دریافتی از خورشید ،بر اساس داده های روزانه ایستگاه های سینوپتیکی که در منطقه ، قدمت ثبت داده های هواشناسی حداقل ۳۰ ساله را داشتند. شرائط حاضر تحلیل گردید . با توجه به شرائط محیطی لازم برای رشد گیاه برنج و در دست داشتن اطلاعات فنولوژیکی گیاه برنج و آستانه های حرارتی پائین و بالا دمائی آن ، و همچنین مقادیر درجه – روز مورد نیاز این گیاه برای تکمیل چرخه حیاتی خود و انجام فرایند فنولوژیکی آن به منظور تولید اقتصادی ،تقویم مناسب زراعی در شرائط فعلی تعیین گردید. این تقویم در فاصله بین ماههای فروردین تا تیرماه بین استانها متغیر بوده است .بر اساس شرائط حرارتی فعلی و احتمال گرم شدگی کره زمین در دهه های آینده ، خروجی های مدل MCdaH3 تحت سناریو A_2، به کمک مدل LARS-WG5 ریزمقیاس گردید . در این مطالعه سالهای ۱۹۹۰-۱۹۶۹را به عنوان دوره پایه و سالهای ۲۰۶۵-۲۰۴۶ را به عنوان دوره آینده مورد بررسی و شرایط حرارتی و بارشی برای دوره آتی شبیه سازی گردید. خروجی به دست آمده با شرائط دمائی مناسب رشد گیاه در منطقه مورد مطالعه مورد بررسی و مقایسه قرار داده شد . نتایج نشان داد که تقویم زراعی برنج در استانهای گیلان و مازندران با تفاوتهائی به سمت زمستان شیفت خواهند یافت . با توجه به شرائط دمائی متفاوت استان گلستان تقویم زراعی آن به سمت بهار حرکت خواهد نمود.

کلید واژگان:تقویم زراعی برنج ،گازهای گلخانه ای ، مدل LARS-WG5 ،تغییر اقلیم، استانهای شمالی

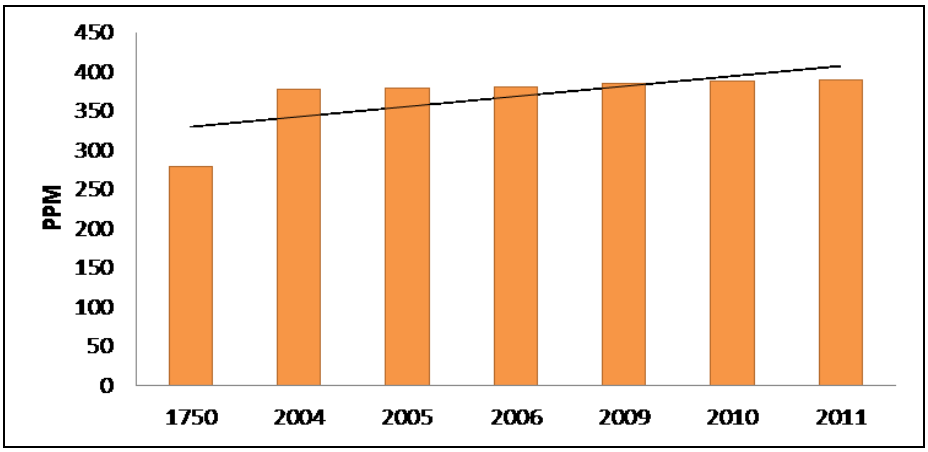
---

۱. **نویسنده مسئول** :تهران،خیابان مفتح جنوبی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیائی، گروه اقلیم شناسی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

مقدمه

امروزه پدیده گرم شدن کره زمین و موضوع تغییر اقلیم[1] به یکی از دغدغه ها و نگرانی های اصلی جوامع انسانی چه در جامعه صنعتی غرب و چه در کشورهای در حال توسعه تبدیل گردیده است . این رویداد که به باور و اعتقاد راسخ اکثریت قریب به اتفاق دانشمندان ، نتیجه ایجاد تغییرات شیمیائی و فیزیکی و دگرگونی در توازن و تعادل موجود فی مابین عناصر و گازهای تشکیل دهنده اتمسفر زمین می باشد، پس از کشف و استخراج نفت در آغاز انقلاب صنعتی و به دنبال آن مصرف بی رویه سوخت های فسیلی، با آهنگی پرشتاب آغاز گردیده و در یک روند صعودی تولید گازهای موسوم به گازهای گلخانه ای[2]، همچنان به یک نگرانی بزرگ جوامع امروزی تبدیل گردیده است. شکل (۱).



شکل (۱). روند تولید گاز دی اکسید کربن در جهان

این نگرانی ها با توجه به شرایط خاص مکانی و جغرافیائی کشور تامل برانگیز تر خواهد بود چراکه با توجه به شرایط مذکور و اینکه کشور ما که با توجه به شرایط خاص جغرافیائی آن و قرار گیری بخش اعظم مساحت آن در ناحیه خشک و کم باران با متوسط بارش حدود یک سوم بارش جهانی سبب شده که، خشکسالی یکی از مخاطرات اقلیمی کشور ما باشد. محققین مختلفی با توجه به شرائط اقلیمی جدید به بررسی اثرات شرائط اقلیمی برمیزان عملکرد محصولات زراعی از جمله برنج پرداخته اند. محققین گروه کشاورزی و اقتصاد و توسعه ایالت آداگاوا نیجریه دریافتند که با افزایش حداقل درصد درجه حرارت منجر به کاهش ۳/۷٪ محصول برنج خواهد شد(آدوجی،تیکا،۲۰۱۷:۱۰) ساسی ایندران و همکاران در بررسی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد برنج دریافتند که در ازاء هر یک درجه سانتی گراد افزایش درجه حرارت ۶٪ کاهش محصول برنج را در پی خواهد داشت(ساسی ایندران و همکاران،۲۰۰۰:۴۹۶) محققین داخلی نیز همگام با بحث های نوین اقلیمی در سطح جهان ، به بررسی اثرات احتمالی تغییر اقلیم بر روی عملکرد و تولید محصولات کشاورزی داخل کشور پرداخته اند.در ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری و عملکرد برنج در منطقه دشت تجن در دوره های

[1] -Climate Change
[2] -Greenhouse Gases

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

آتی نتیجه گیری شد که هرچه به سال ۲۱۰۰ نزدیکتر شویم بارش موثر با مقدار کمتری می تواند نیاز آب مصرفی و نیاز خالص آبیاری برنج را در منطقه تامین کند(شیدائیان و همکاران :۲۹۷،۱۳۹۳) ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر امکان توسعه بادام و زرد آلو در منطقه خراسان نشان داده است که دوره های یخبندان برای گیاه زرد آلو، بین ۷ تا ۱۳ زود تراز شرائط فعلی به اتمام می رسد ولی تعداد روزهای یخبندان کاهش یافته و بادام زمینی نیز با محدودیت توسعه مواجه خواهد شد.(اسماعیلی و همکاران ،۱۵۲:۱۳۹۰) .در تحقیقی مشابه اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی سویا در منطقه گرگان مورد مطالعه قرارگرفته و نتایج دادکه تبخیر از سطح خاک اندکی کاهش ولی تعرق از سطح گیاهان اندکی افزایش خواهد یافت. این تغییرات برای کشت دیم به میزان ۱۵٪ مشهود تر از کشت آبی خواهد بود. (قربانی و همکاران،۶۲:۱۳۹۲) .محققان در بررسی اثرات تغییر اقلیم بر شاخص های اقلیمی کشاورزی ایران نتیجه گرفتند که تاریخ وقوع اولین یخبندان پائیزه در ایستگاه های مورد مطالعه برای سالهای ۲۰۲۵ تا ۲۰۵۰میلادی به ترتیب ۹-۵ و ۱۵-۸ روز به تاخیر خواهد افتاد. ولی یخبندان های بهاره به ترتیب ۸-۴ و ۱۲-۷ روز، زودتر اتفاق خواهد افتاد (نصیری محلاتی و همکاران،۱۳۸۵،۷۱). بررسی تغییر اقلیم بر تولید ذرت و ارزیابی تغییر تاریخ کاشت در مشهد نشان داد که عملکرد ذرت تحت تاثیر تغییر اقلیم در اکثر سناریوهای به کار گرفته شده کاهش خواهد داشت. (مرادی و همکاران،۱۳۹۲: ۱۱۵) نتایج شبیه سازی اثر تغییر اقلیم بر تولید نخود در شرائط دیم و آبی کرمانشاه نشان داده است که سود آوری محصول آبی کاهش خواهد یافت (حجار پور و همکاران،۲۳۵:۱۳۹۲). بررسی تغییر اقلیم با افزایش غلظت CO_2 بر عملکرد گندم مشخص نموده که در صورت افزایش ۲تا ۴ درجه ای تولید گندم با کاهش عملکرد مواجه خواهد شد. (کوچکی و نصیری،۱۳۹:۱۳۸۷)در تحلیلی بر مفاهیم و اثرات تغییر اقلیم برروی دما و تقویم زراعی برنج در گیلان با بررسی آمار گذشته (۲۰۰۳-۱۹۵۶)مشخص گردیده که نوعی جابجائی فصلی در حال ظهور و تقویم زراعی در حال تغییر است. (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۸ :۱۵۳).تحقیقات مورد اشاره و تلاش های صورت گرفته در این زمینه مجموعاً نشاندهنده علاقه محققین به شناخت هرچه بیشتر شرائط اقلیمی فعلی و پیش بینی شرائط اقلیمی در دهه های آینده بوده است . ازجمله روشهائی که می توان با تخمین های قابل قبولی شرائط اقلیمی دهه های آینده را شبیه سازی و پیش بینی نمود استفاده از مدل های اقلیمی می باشند. اولین نسل مدل گردش عمومی جو در دهه ۱۹۷۰ در دسترس قرار گرفت. مدل گردش عمومی جو ابتدا با یک لایه اقیانوسی و سپس با مدل گردش عمومی اقیانوسی جفت شدند.سپس به تدریج مدل های فرعی فرایندهای خشکی و یخ دریا نیز به آن افزوده شدند. اولین آزمایش ها در باره دو برابر شدن دی اکسید کربن در دهه ۱۹۸۰ انجام گرفت. (جی . بری و همکاران،۱۳۹۴،۲۹۳) هر یک از این شرائط که وابسته به میزان انتشار گازهای گلخانه ای در آینده می باشد تحت عنوان سناریوی انتشار نامیده می شوند.که به گردش عمومی جو – اقیانوس (GCM) معرفی می گردند.IPCC سری اولیه سناریوهای انتشار را در سال ۱۹۹۲ به نام (IS92 –IS92a-IS92f) منتشر کرده است. در این سناریوها مقادیرگازهای گلخانه ای با نرخی ثابت تا سال ۲۱۰۰ افزایش می یابد. در سال ۱۹۹۶ ،IPCC سری جدید سناریو های انتشار را به منظور به روز رسانی و جایگزینی سناریو هایIS92 با نام SRES ارائه کرد. در حال حاضر از روش های مختلفی برای تولید سناریوهای اقلیمی در دوره های آتی استفاده می شود که ابتدائی ترین آنها تولید سنا ریو های مصنوعی است .در حال حاضر معتبرترین ابزار به منظور

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

تولید سنا ریو های اقلیمی ، مدل گردش عمومی جو- اقیانوس سه بعدی جفت شده که AOGCM اطلاق می گردد می باشد. (آشفته،۱۵:۱۳۹۳) یکی از مشکلات عمده در استفاده از خروجی مدل های AOGCM در مطالعات ارزیابی تاثیر تغییر اقلیم در سطوح منطقه ای ، بزرگ بودن مقیاس مکانی سلولهای محاسباتی آنها نسبت به منطقه مورد مطالعه می باشد. روشهای مختلفی برای تولید سناریوهای اقلیمی منطقه ای از سناریوهای اقلیمی مدل های AOGCM وجود دارد که به این روشها کوچک کردن مقیاس اطلاق می شود این روشها عبارتند از استفاده از اطلاعات سلول اصلی – درون یابی اطلاعات سلول های مجاور- کوچک مقیاس کردن آماری - روش های دینامیکی (آشفته،۱۹:۱۳۹۳)تکنیک هائی که تحت عنوان " ریزمقیاس نمائی " شناخته می شود،در اصل برای پرکردن شکاف تفکیک فضائی و زمانی موجود بین آن چه که مدل های اقلیمی در حال حاضر قادر به ارائه آن می باشد و آن چه تحلیلگران بدان نیاز دارند ،مورد استفاده قرار می گیرد.(فلاح قالهری،۱۳۹۳:و) مدل های اقلیم منطقه ای با استفاده از خروجی مدل های گردش عمومی ، فرایندهای جوی را برای مقیاس کوچکتر با تفکیک پذیری مکانی دقیق تر(مقیاس زمانی روزانه با قدرت تفکیک ۵۰ کیلومتر) شبیه سازی می کنند. (محمدی و همکاران، ۱۳۵:۱۳۹۵) به طور معمول سه روش شناخته شده برای ریزمقیاس کردن خروجی مدل های گردش عمومی جو شناخته شده است.روش ریز مقیاس دینامیکی ، آماری و روش مختلط .(محمدی و همکاران، ۱۳۵:۱۳۹۵) روشی که در این تحقیق، داده های خروجی ریزمقیاس گردیده اند روش آماری به کمک مدل LARS WG5 می باشد.به کمک این مدل داده های اقلیمی در دوره ۲۰۴۶الی ۲۰۶۵ شبیه سازی و براساس آن تقویم زراعی مناسب برای انطباق هرچه بیشتر فنولوژی گیاه برنج با نیازشرائط محیط در دوره های مورد اشاره ارائه گردیده است.

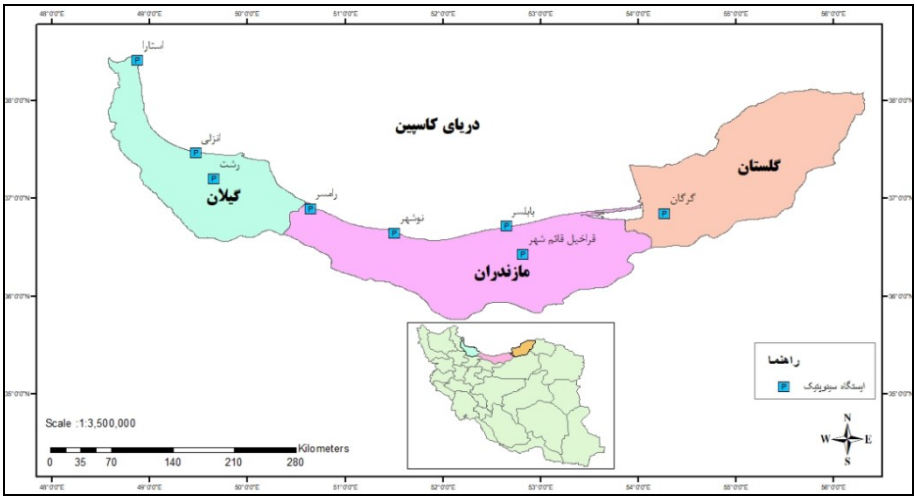
روش تحقیق

در این تحقیق داده های روزانه ایستگاه های هواشناسی سینوپتیک استانهای گیلان ، مازندران ،گلستان از سازمان هواشناسی هواشناسی اخذ گردید. با عنایت به اینکه در مطالعات اقلیمی حداقل تعداد سالهای آمار قابل قبول ۳۰ سال می باشد، از بین کل ایستگاه های سینوپتیک منطقه، آن تعداد از ایستگاه های مورد اشاره که از قدمت و سابقه ثبت کمتر از مبنای مذکور را داشته اند از دامنه بررسی و مطالعات کنار گذاشته شدند . بنابراین ایستگاه های باقی مانده مطابق جدول ۱انتخاب و در ادامه کار ، داده های هواشناسی ایستگاه های باقی مانده مورد استفاده قرار گرفتند. ایستگاه های حائز شرائط مجموعاً به تعداد ۸ ایستگاه سینوپتیک بودند که سهم استانهای گیلان و مازندران و گلستان ازاین تعداد به ترتیب ۳، ۴ و ۱ ایستگاه بوده است. داده های هواشناسی ایستگاه های مربوطه . مورد بررسی و ارزیابی قرار داده شدند که خلاصه وضعیت آماری آنها در ادامه آمده است .پس از تحلیل وضعیت اقلیمی منطقه مورد مطالعه و همچنین تشریح شرائط دمائی لازم برای رشد مناسب گیاه برنج شرائط فعلی و شرائط دوره های آتی که توسط مدل شبیه سازی گردید تقویم زراعی مناسب برنج بر اساس درجه –روز های قابل اکتساب در طی دوره رشد در دو شرائط مذکور بررسی و تقویم زراعی مناسب در دوره آتی پیشنهاد گردیده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

منطقه مطالعاتی

محدوده مورد مطالعه سه استان شمالی کشور شامل استانهای گیلان ، مازندران و گلستان می باشد. این منطقه که از شهر آستارا درغربی ترین نقطه به شهر مراوه تپه در گلستان ختم می گـردد. همسـایگی شـمالی منطقـه شامل کشور آذربایجان- دریای خزر و کشور ترکمنستان و از طرف غرب به کوههـای تـالش واسـتان اردبیـل و زنجان و از جنوب به دیواره سلسله جبال البرز و سپس به استانهای قزوین- تهران-سمنان و از طرف شرق هـم به استان خراسان شمالی محدد گردیده است. محدوده جغرافیائی منطقه مورد مطالعه و نحوه پراکنش ایسـتگاه های منتخب در بین استانهای گیلان و مازندران و گلستان در شکل (۲) نشان داده شده است .



شکل (۲). نقشه ایستگاه های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه

جدول شماره ۱: موقعیت ایستگاه های منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه سینوپتیک	مختصات جغرافیائی		ارتفاع از سطح دریا	سال تاسیس	استان
		x	y			
۱	انزلی	۴۹°۲۸'	۳۷° ۲۸'	-۲۶,۲	۱۹۵۱	گیلان
۲	رشت	۴۹° ۳۸'	۳۷° ۱۲' ۰"	-۶,۹	۱۹۵۶	گیلان
۳	آستارا	۴۸° ۵۲'	۳۸° ۲۵'	-۲۱,۱	۱۹۸۶	گیلان
۴	بابلسر	۵۲° ۳۸' ۵۹,۹"	۳۶° ۴۳' ۱۱,۹ "	-۲۱	۱۹۵۱	مازندران
۵	رامسر	۵۰° ۳۸' ۲۴"	۳۶° ۵۳' ۵۹,۹. "	-۲۰	۱۹۵۵	مازندران
۶	نوشهر	۵۱° ۳۰' ۰"	۳۶° ۳۸' ۵۹,۹"	-۲۰,۹	۱۹۷۷	مازندران
۷	قائم شهر	۵۲° ۴۹' ۱۲"	۳۶° ۲۵' ۴۷,۹"	۱۴,۷	۱۹۸۴	مازندران
۸	گرگان	۵۴° ۱۶' ۰"	۳۶° ۵۱' ۰"	۱۳,۳	۱۹۵۲	گلستان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

تحلیل های آماری وضعیت موجود

مشخصه های آماری مکان و پراکنش

میانگین و واریانس ، ضرائب تغییرات ، چولگی و کشیدگی مهمترین پارامترهای یک سری بر اساس روابط ساده (۱تا ۵) محاسبه گردیدند.

رابطه : (۱):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \text{ (میانگین)}$$

رابطه (۲) :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n}} \text{ (واریانس)}$$

رابطه (۳):

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \text{ (ضریب تغییرات)}$$

رابطه(۴) (نمایه کجی یول- کندال) :

$$\gamma_{yk} = \frac{(q_{0.75} - q_{o.5}) - (q_{0.5} - q_{0.25})}{IQR} = \frac{q_{0.25} - 2q_{0.5} + q_{0.75}}{IQR}$$

$$\gamma_2 = \frac{\mu_4}{s^4} - 3 \text{ ضریب کشیدگی یا رعنایی):}$$

: x_i، n، S، $\bar{X}$، $q_{0.25}$، $q_{0.5}$، $q_{0.75}$، IQR، μ_4 در روابط (۱-۵) به ترتیب نشان دهنده داده، تعداد کل داده ها، انحراف معیار، میانگین، چارک اول، میانه، چارک سوم، چارک های داخلی و گشتاور چهارم حول میانگین می باشند. پارامترهای توصیف شده در اولین مرحله از شناسائی رفتارهای اقلیمی ایستگاه های مورد مطالعه محاسبه گردیده که خلاصه آنها در جدول (۲) نشان داده شده اند.

جدول (۲). مشخصات آماری مکان ایستگاه های هواشناسی منطقه(پارامتر بارش سالانه)

ایستگاه ها	میانگین	انحراف از میانگین	انحراف معیار	واریانس	اختلاف واریانس	چولگی	کشیدگی
انزلی	۱۸۲۹/۱	۵۲/۹	۴۲۳/۱	۱۷۹۰۱۳/۰	۲۳/۱۳	۰/۹۱	۰/۷۸
رشت	۱۳۳۴/۹	۳۳/۱	۲۵۳/۹	۶۴۴۶۲/۶	۱۹/۰۲	۰/۶۱	۰/۰۸
آستارا	۱۳۴۸/۸	۳۷/۹	۲۰۴/۳	۴۱۷۴۳/۷	۱۵/۱۵	۰/۸۸	۱/۳۶
بابلسر	۸۹۰/۹	۲۱/۰	۱۶۸/۳	۲۸۳۱۹/۶	۱۸/۸۹	۰/۳۴	-۰/۱۹
رامسر	۱۲۱۸/۴	۳۷/۳	۲۸۶/۷	۸۲۱۹۷/۰	۲۳/۵۳	۰/۵۴	-۰/۴۴
قائم شهر	۷۲۶/۴	۲۳/۸	۱۳۲/۲	۱۷۴۸۶/۲	۱۸/۲۰	-۰/۰۱	-۰/۸۶
نوشهر	۱۲۸۶/۷	۳۰/۲	۱۸۶/۲	۳۴۶۸۳/۹	۱۴/۴۷	۰/۰۵	-۰/۵۷
گرگان	۵۸۳/۱	۲۴/۲	۱۹۰/۸	۳۶۴۱۱/۰	۳۲/۷۳	۲/۱۸	۱۱/۶۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

در این تحقیق داده های مربوط به ایستگاه های هواشناسی منطقه مورد مطالعه به وسیله آزمون همگنی ران تست مورد آزمون همگنی قرار داده شده و نتایج حاصله نشان دهنده همگن بودن داده های ایستگاه های مزبور بوده است. در جدول(۳) به عنوان نمونه ، بررسی همگنی داده ها برای بارش سالانه ایستگاه ها نمایش داده شده که با توجه به نتایج حاصله، همگن بودن داده ها همه ایستگاه ها حاصل شده است.

جدول (۳). بررسی همگنی داده های بارش ایستگاه هابه روش Run Test

ایستگاه	رشت	انزلی	آستارا	بابلسر	رامسر	قائم شهر	نوشهر	گرگان
P-value	۰,۷۳۹	۰,۶۳۴	۰,۰۳۶	۰,۵۲۷	۰,۴۲۱	۰,۴۷۲	۰,۶۳۸	۰,۱۲۱

ایستائی مبحث بسیار مهمی در مدل سازی سری های زمانی می باشد. زیرا بسیاری از مدل های احتمال سری های زمانی بر مبنای ایستائی سری استوار می باشند.(خرمی و بزرگ نیا ،۱۳۸۶). در بررسی ایستائی سری های در دست مطالعه، داده های سری های زمانی به دو دسته پایه و دوره بعد از تقسیم و روند تغییرات پارامترهای اقلیمی در ایستگاه های مختلف مورد بررسی قرار داده شدند. بارش سالانه ایستگاه ها در دوره پایه(۱۹۶۱-۱۹۹۹) با دوره(۱۹۹۱-۲۰۱۴) مورد مقایسه قرار داده شدندکه نتایج به شرح جدول ذیل بوده است.

جدول (۴): مقدارP-Value به دست آمده در بررسی ایستائی برای ایستگاه ها در پارامتر بارش سالانه

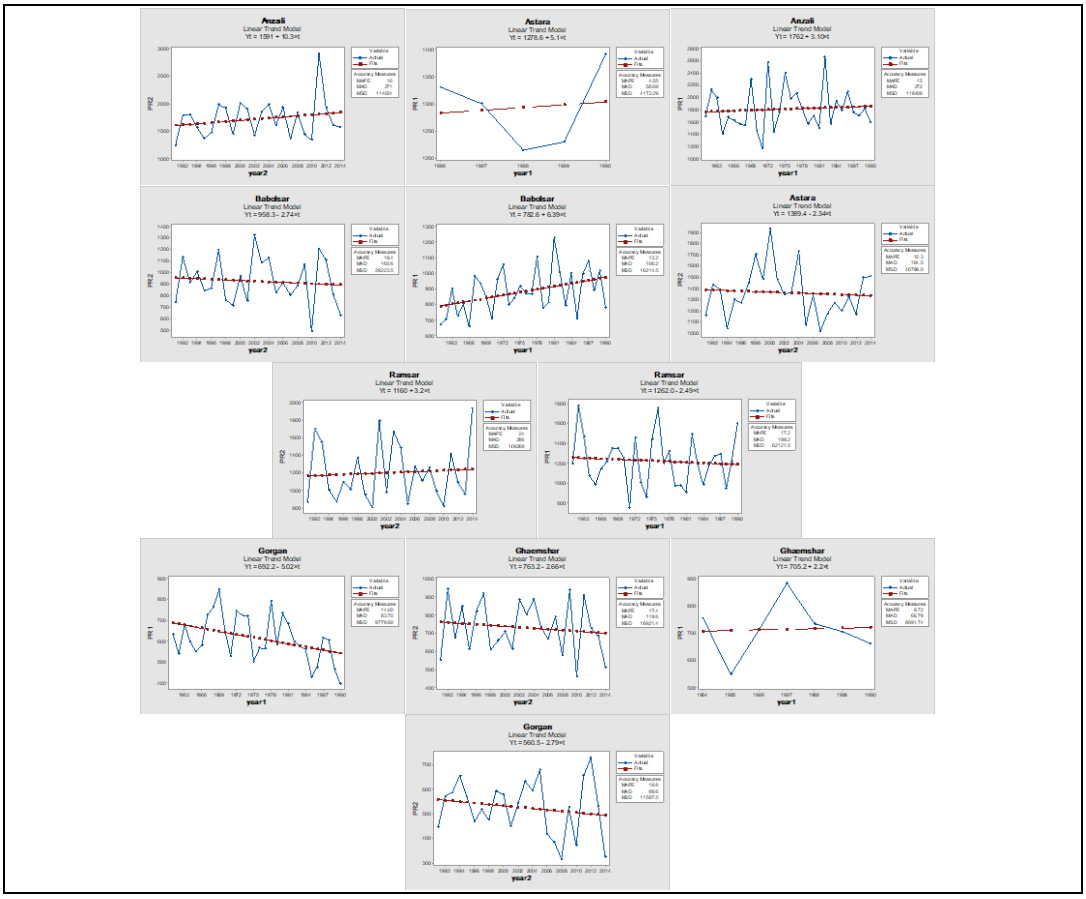
روش	رشت	انزلی	آستارا	بابلسر	رامسر	قائم شهر	گرگان
Bonett	۰/۶۰۸	۰/۹۵۱	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸	۰/۱۱۷	۰/۳۰۷	۰/۹۶۷
Levene	۰/۵۷۷	۰/۸۳۵	۰/۱۳۰	۰/۰۷۹	۰/۱۴۴	۰/۰۹۸	۰/۹۶۷

نتایج به دست آمده ایستگاه ها نشان می دهد که در همه مواردP-Value از مقدار$\alpha = 0.05$ بیشتر است. بررسی ایستائی،دمای متوسط سالانه نتایج نشان داد که همه ایستگاه ها در پارامتر دما دارای ایستائی می باشند. در بررسی روند سری های در دست مطالعه، بارش سالانه ایستگاه ها در دوره پایه (۱۹۶۱-۱۹۹۰) با دوره(۱۹۹۱-۲۰۱۴) مورد مقایسه قرار داده شدند . نتایج نشان داد که روند بارش دردوره پایه در ایستگاه های رامسر و گرگان روندی کاهشی ولی در دیگر ایستگاه ها روند افزایشی بوده است. بررسی متوسط بارش سالانه منطقه نشان داد که بیشترین بارش ها مربوط به بندر انزلی و کمترین بارش مربوط به گرگان است. روند مجموع بارش های سالانه هرچند با بی نظمی هائی همراه است و روندی نزولی از سمت غرب به شرق است . به عبارتی دیگر هر چه از سمت استان گیلان به سمت استان گلستان در خط کناره پیش برویم از میزان نزولات جوی سالانه کاسته می شود. شکل (۳).

با تبدیل ماه های میلادی به شمسی، درصد بارش های ماهیانه ایستگاه ها محاسبه گردید. کمترین سهم بارش در ماه فروردین مربوط به ایستگاه انزلی با ۳/۸٪ و مابقی نیز کمتر از ۱۰٪ می باشند. بنابراین همه ایستگاه ها به استثناء گرگان ماه کم بارشی را در فروردین تجربه می کنند. بیشترین مقدار بارش نخستین ماه سال مربوط به ایستگاه گرگان با ۱۰/۶٪ می باشد. . شرائط آب و هوائی منطقه مورد مطالعه در ماه های اردیبهشت و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

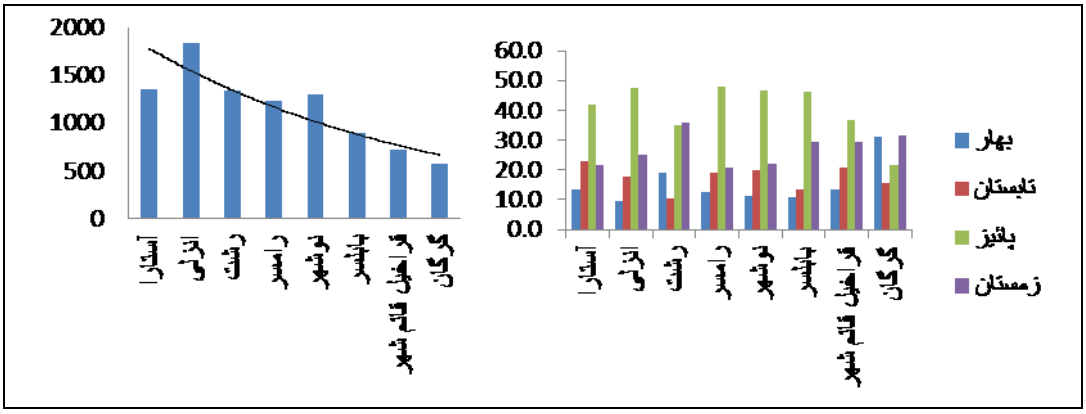
خرداد از وضعیتی مشابه فروردین برخوردار است. انزلی با ۲/۹٪ و ۲/۷٪ به ترتیب در ماه های اردیبهشت و خرداد خشکترین ایستگاه و گرگان با ۱۰/۴ ٪ و ۱۰/۱ ٪ مرطوب ترین ایستگاه در ماه های مذکور می باشند.



شکل (۳) : ادامه مقایسه روند بارش ها در دو دوره پایه و متاخر ایستگاه های منطقه مورد مطالعه

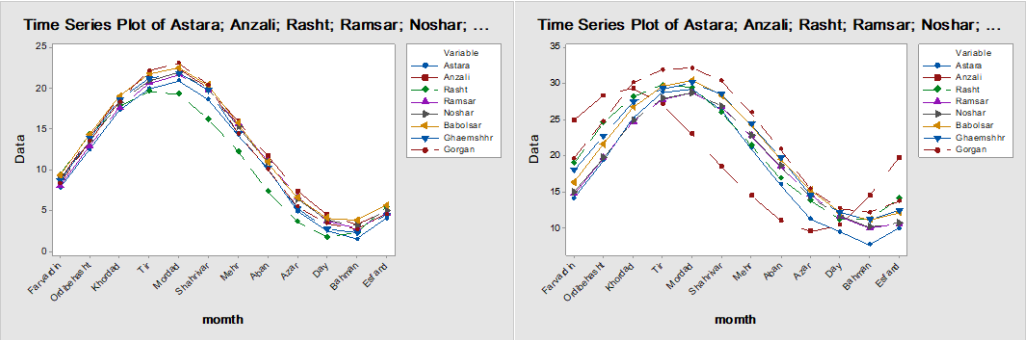
.این موضوع نشان می دهد که الگوی بارش در ایستگاه گرگان تا حدود زیادی با ایستگاه های دیگر متفاوت می باشد.به لحاظ توزیع فصلی، پائیز پرباران ترین فصل و بهار خشک ترین فصل در اکثریت قریب به اتفاق ایستگاه ها می باشد. در دو ایستگاه رشت و گرگان شرائط مذکور اندکی تغییر دارد. بدین معنا که در ایستگاه رشت بارش زمستانی اندکی بیشتر از بارش های پائیزی می باشد. بیشترین مقدار بارندگی در ایستگاه گرگان در فصول زمستان و بهار اتفاق می افتد. شکل (۴).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

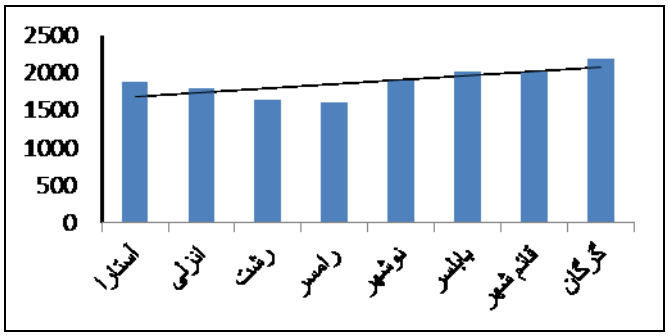


شکل (۴) : توزیع فصلی بارش ایستگاه های منطقه و روند نزولی میزان بارش ها از غرب به شرق

یکی از پارامترهای مهم در شناخت وضعیت اقلیمی بخصوص در اقلیم کشاورزی شناخت روند تغییرات ماهانه دماهای بیشینه و کمینه و همچنین ساعات آفتابی و میزان انرژی دریافتی خورشیدی می باشد. بررسی روند نصف النهاری تابش ایستگاه ها نشان می دهد که میزان ساعات آفتابی ایستگاه ها از غرب به شرق دارای روندی افزایشی است.هرچند این روند در ایستگاه های رشت و رامسر دارای کاهشی محسوس است که نشان دهنده میزان ابرناکی بیشتر این دوایستگاه می باشد. شکل (۴ و ۵)



شکل (۵) : مقایسه تغییرات ماهیانه دمای بیشینه و کمینه ایستگاه های منطقه



شکل (۶): -نمودار ساعات آفتابی ایستگاه های منطقه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

شرائط دمائی مناسب در مراحل مختلف کشت برنج

شناخت شرائط فنولوژی گیاه به منظور ارزیابی میزان قدرت انطباق گیاه با شرائط محیطی یک اصل اساسی می باشد. چرخه حیات گیاه برنج و مراحل رشد و نمو آن به سه دوره یا مرحله کلی به شرح زیر تقسیم می گردد.دوره رشد رویشی(از جوانه زنی تا تشکیل خوشه اولیه) ،دوره رشد زایشی(از تشکیل خوشه اولیه تا گلدهی) دوره رسیدن(از گلدهی تا رسیدن کامل دانه) .(امیری لاریجانی،۱۳۸۹،۳۴) هرچند اختلاف نظرهای زیادی در خصوص شرائط دمائی مناسب برای مراحل مختلف رشد گیاه برنج در منابع مختلف به دلیل گستردگی و تنوع وسیع انواع گونه های گیاهی برنج وجود دارد .ولی بررسی منابع مختلف نشان می دهد که در جمع بندی برآیند آرائ محققین و پژوهشگران مختلف عرصه علوم گیاهی علی الخصوص تحقیقات صورت گرفته در شناخت شرائط فنولوژیکی گیاه برنج می توان شرائط دمائی را برای ارقام متوسط رس و در شرائط نشاء به صورت سنتی (با دست) با توجه به شرائط غالب کشت (غیرمکانیزه) استانهای مورد مطالعه که با دست صورت می گیرد، درجه حرارتهای بحرانی برنج مطابق جدول ذیل قابل استناد بوده و تحلیل های بعدی این مطالعه بر پایه ارقام دمائی جدول مذکوراستوار گردیده است. جدول (۵).

جدول (۵): شرائط دمائی گیاه برنج در مراحل اساسی رشد

مراحل رشد	درجه حرارت های بحرانی (سانتی گراد)		
	حداقل	حداکثر	بهینه
جوانه زنی	۱۰-۱۲	۳۵	۲۵-۳۰
خروج گیاهچه و استقرار گیاه	۱۵	۳۵	۲۵-۳۰
پنجه زنی و ساقه دهی	۱۵-۱۶	۳۳	۲۵-۳۰
آبستنی و ظهور خوشه	۱۵-۲۰	۴۰	۲۵-۳۵
گلدهی	۱۵-۲۰	٤٠	۲۵-۳۵
رسیدگی	۱۵	۳۶ <	۲۵-۳۵

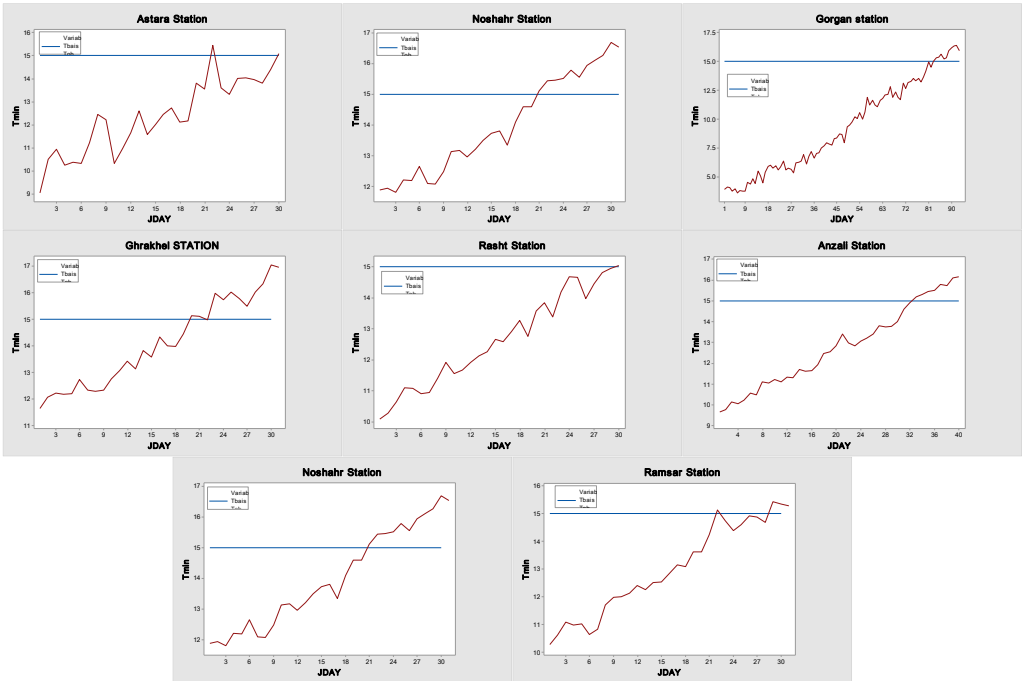
با توجه به اینکه منظور از شروع فصل زراعی، تاریخ نشاء و کشت برنج در زمین اصلی است بنابراین بررسی واکنش های محیطی گیاه از زمان قرار گیری در محیط آزاد مزرعه مد نظر خواهد بود. دمای پایه ۱۵ درجه سانتی گراد برای کشت با دست برای محاسبات مربوط به درجه روز مورد نیاز گیاه و همچنین آستانه حرارتی پائین گیاه که لازمه شروع رشد رویشی گیاه می باشد ،تداوم بی بازگشت دمای کمینه ۱۵ درجه و اطمینان از عدم وقوع یخبندان بعد از عبور از درجه حرارت مذکور مبناء محاسبات بوده است. بر این اساس روز شمارژولیوسی ایستگاه های مختلف برای رسیدن به شرائط مناسب دمائی احصاء گردید.(مبناء روز شمار برای همه ایستگاه ها اول فروردین لحاظ شد). جدول (۶).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

جدول (۶): روز شمار عبور ایستگاه های منطقه از آستانه حرارتی پائین (دمای ۱۵ درجه سانتی گراد)

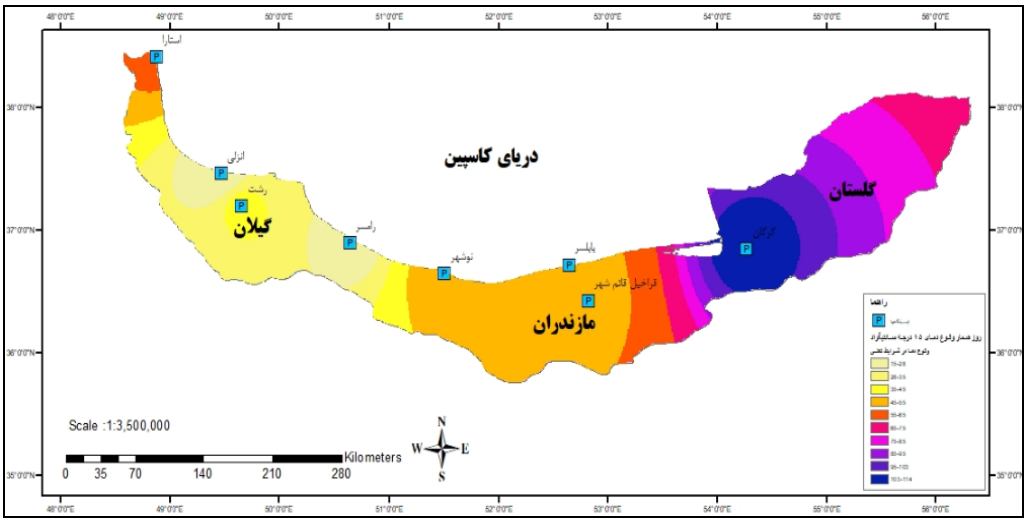
ردیف	نام ایستگاه	روز شمار ژولیوسی	تاریخ شمسی
۱	آستارا	۶۰	۲۹ اردیبهشت
۲	انزلی	-۸	۲۲اسفند
۳	رشت	۴۰	۹ اردیبهشت
۴	رامسر	۲۱	۲۱ فروردین
۵	نوشهر	۵۲	۲۱ اردیبهشت
۶	قائم شهر	۵۱	۲۰اردیبهشت
۷	بابلسر	۴۹	۱۸ اردیبهشت
۸	گرگان	۱۱۴	۲۱ تیر

زودترین زمان ممکن برای امکان استقرار گیاه در شرائط محیط باز مزرعه در ایستگاه انزلی در۱۵ فروردین، و دیرترین زمان برای ایستگاه گرگان در۲۱ تیر ماه مهیا می شود. شکل (۷ و ۸).



شکل (۷): نمودار رسیدن ایستگاه های مختلف به آستانه پائین دمائی برنج جهت شروع فصل زراعی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]



شکل (۸): نقشه رسیدن منطقه به شرایط دمائی پایه($15^{\circ}C$)لازم برای شروع نشاء

در این تحقیق با توجه به رفتار متفاوت دمائی گیاه برنج در دوره های مختلف رشد خود و اینکه این گیاه به تناسب رشد رویشی و زایشی خود برای عبور از یک مرحله رشدی به مرحله بعد دارای نیازهای حرارتی متفاوتی می باشد جهت بررسی دقیق تر موضوع ، صفر فیزیولوژیک به تناسب دوره های مختلف رشد گیاه متغیر انتخاب گردید ونیازهای حرارتی آن براساس مراحل مختلف رشدمورد بررسی قرار داده شده است. نتایج تحقیقات میدانی انجام شده مراکز تحقیقاتی نشان می دهد که درجه روز لازم(بر اساس صفر فیزیولوژیک متغیر) برای تکمیل دوره رشد حدود ۷۵۰ واحد حرارتی خواهد بود . بر همین اساس و بنابه شیوه مرسوم تشریح شده در منابع مختلف، چرخه رشد این گیاه به ۵ دوره مجزا تقسیم بندی گردیده است و زمان لازم برای عبور از هر مرحله و ورود به مرحله بعد به طور مجزا تعیین گردیده است. با توجه به تنوع بسیار زیاد گونه های گیاهی آن ، گونه مورد نظر که در اغلب مناطق مورد مطالعه مورد کشت و کار قرار می گیرد از نوع میان رس با طول دوره رشد حدود ۱۰۰روزه انتخاب گردیده است. جدول (۷).

جدول (۷): زمان لازم(برحسب روز) برای مراحل مختلف رشد برنج در مزرعه (از نوع میان رس)

مراحل رشد	پاگیری نشاء	مرحله پنجه زنی و ساقه دهی	مرحله آبستنی و خوشه دهی	مرحله گلدهی	مرحله رسیدن	جمع
متوسط(روز)	۵	۲۰	۳۰	۱۰	۳۵	۱۰۰
آستانه پائین($^{\circ}C$)	۱۵	۱۵	۱۵	۲۰	۲۰	
آستانه بالا($^{\circ}C$)	۳۵	۴۵	۴۰	۳۶	۴۰	
دمای بهینه($^{\circ}C$)	۲۵	۲۵	۳۰	۳۰	۳۰	
درجه - روز مورد نیاز	۶۵	۲۷۰	۲۳۰	۳۰	۱۳۵	۷۳۰

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

با توجه به درجه روزهای مورد نیاز هر مرحله ،طول دوره رشد این گیاه جهت تکمیل نمودن چرخه حیاتی محاسبه گردیده است. در این مطالعه از روش محاسبه درجه – روز استاندارد استفاده شده است. رابطه(۶) قرار زیر است.

$$GDD = \sum\left[(T_{\max} + T_{\min})/2\right] - Tbase$$ رابطه(۶)

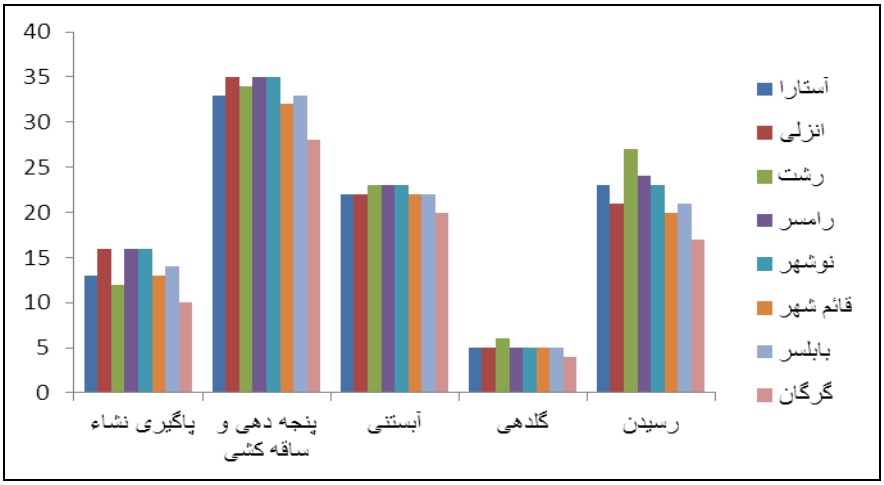
که : $(T_{\max} + T_{\min})/2$ متوسط دمای روزانه و $Tbase$ آستانه حداقل دما برای گیاه می باشد. محاسبات به دست آمده نشان داد که ایستگاه های مختلف در زمانهای مختلفی شاهد عبور شرائط حرارتی از آستانه حداقل ۱۵ درجه می باشند .ایستگاه انزلی قبل از رسیدن فروردین و در ۲۲ اسفند دارای دمای کمینه مساوی یا بالاتر ۱۵ خواهد بود ، ایستگاه های رشت و آستارا به ترتیب در ۲۹ و ۳۱ اردیبهشت این شرائط را دارا خواهند بود.در استان مازندران ایستگاه رامسر در ۱۳، قائم شهر در۲۰ و دو ایستگاه نوشهر و بابلسر در ۲۱ اردیبهشت ماه دمای ۱۵ درجه را دارا می باشند.دیر ترین زمان رسیدن رسیدن به دمای کمینه ۱۵ درجه مربوط به ایستگاه گرگان است که در تاریخ ۲۱ تیر ماه اتفاق خواهد افتاد. علاوه بر آن مدت زمان لازم برای کامل شدن رشد گیاه برنج نیز در مناطق مختلف نیز متفاوت می باشد بیشترین مدت زمان لازم جهت سپری شدن یک فصل زراعی برای گیاه برنج مربوط به ایستگاه رامسر با ۱۰۳ روز و کمترین آن مربوط به ایستگاه گرگان با ۷۹ روز می باشد که طبعاً ارتباط مستقیمی در مجموع به طول مدت روشنائی، میزان ابرناکی در ماههای مورد کشت است. ایستگاه گرگان با توجه به شروع فصل زراعی در تیرماه که مصادف با وقوع روزهای بلند با تابش مناسب تر خورشید و دریافت گرمای (درجه – روز) بیشتر انرژی مورد نیاز را در مدت کوتاه تری دریافت می‌کند. این موضوع در قیاس با ایستگاه های واقع در سواحل غربی که عموماً با میزان ابرنکی بیشتری در طول دوره رشد مواجه هستند به راحتی قابل درک خواهد بود . به دلیل درجه حرارتهای کم دریافتی بخصوص در مراحل اولیه دوره کشت، سبب طولانی‌تر شدن زمان لازم برای تکمیل چرخه حیاتی گیاه گردیده است. جزئیات بیشتر هریک از مراحل از دوره پاگیری نشاء در مزرعه و شروع استقرار گیاه در فضای مزرعه تا مرحله رسیدن دانه در انتهای دوره کشت در جداول (۸ تا ۱۱) نشان داده شده است. شکل (۹).

جدول(۸): مراحل مختلف فنولوژی گیاه در شرائط فعلی

نام ایستگاه	مراحل فنولوژی گیاه برنج در منطقه مورد مطالعه						
	شروع نشاء	پاگیری نشاء	پنجه دهی و ساقه کشی	آبستنی و خوشه دهی	گلدهی	رسیدن	جمع
آستارا	۳۱اردیبهشت	۳۱اردیبهشت لغایت۱۲خرداد=۱۳ روز	۱۳خرداد لغایت ۱۴ تیر=۳۳روز	۱۵تیر لغایت ۵مرداد=۲۲روز	۶تغایت۱۰مرداد= ۵روز	۱۱مرداد لغایت ۲شهریور =۲۳روز	۹۶
انزلی	۲۲اسفند	۲۲اسفند لغایت۷فروردین=۱۶ روز	۸فروردین لغایت۱۱اردیبهشت=۳۵ روز	۱۲اردیبهشت لغایت۲خرداد=۲۲روز	۳لغایت۷خرداد=۵ روز	۸خردادلغایت۲۸خرداد=۲۱روز	۹۹
رشت	۲۹اردیبهشت	۲۹اردیبهشت لغایت۹ خرداد =۱۲ روز	۱۰ خرداد لغایت۱۳تیر=۳۴ روز	۱۴تیرلغایت۵ مرداد=۲۳ روز	۶ لغایت۱۱مرداد =۶ روز	مرداد ۱۲لغایت۷شهریور= ۲۷	۱۰۲
رامسر	۲۹ اردیبهشت	۲۹ اردیبهشت لغایت ۱۳ خرداد= ۱۶روز	۱۴ خردالغایت ۱۷تیر=۳۵روز	۱۸تیرلغایت۹ مرداد=۲۳ روز	۱۰لغایت۱۴مرداد =۵روز	۱۵مردادلغایت۷شهریور=۲۴ روز	۱۰۳

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

	ت						
نوشهر	۲۱اردیبهشت	۲۱اردیبهشت لغایت ۵خرداد=۱۶ روز	۶خردادتا۹تیر=۳۵ روز	۱۰تیرلغایت۱ مرداد=۲۳ روز	۲لغایت۶مرداد=۵ روز	۷لغایت ۲۹مرداد=۲۳	۱۰۲
قائم شهر	۲۰اردیبهشت	۲۰اردیبهشت لغایت۱خرداد=۱۳ روز	۲خردادتا۲تیر=۳۲ روز	۳تا۲۴تیر=۲۲روز	۲۵تا۲۹تیر=۵روز	۳۰تیرتا ۱۸مرداد=۲۰ روز	۹۲
بابلسر	۲۱اردیبهشت	۲۱لغایت۳خرداد=۱۴ روز	۴خرداد تا۵خرداد=۳۳روز	۶لغایت۲۷تیر=۲۲روز	تیر ۲۸لغایت۱ مرداد=۵ روز	۲مردادلغایت۲۲مرداد=۲۱	۹۵
گرگان	۲۱ تیر	۲۱ لغایت۳۰ تیر =۱۰روز	۳۱تیرلغایت۲۷ مرداد=۲۸روز	۲۸مرداد لغایت۱۶شهریور=۲۰روز	۱۷لغایت ۲۰شهریور=۴روز	۲۱شهریور لغایت۶مهر=۱۷	۷۹



شکل (۹): زمان لازم برای مراحل مختلف رشد گیاه در مناطق مختلف محدوده مورد مطالعه

با در دست داشتن اطلاعات وضعیت فعلی تقویم زراعی کشت برنج برای بررسی شرائط محیطی جهت تکمیل دوره فنولوژیکی گیاه در دوره های آتی به کمک مدل LARS – WG اقدام به شبیه سازی داده های هواشناسی برای دوره ۲۰۶۵-۲۰۴۶ میلادی گردید. در این شبیه سازی نخست بر مبناء داده های روزانه اخذ شده برای دوره پایه (۱۹۹۰-۱۹۶۱) برای تمام ایستگاه های مورد مطالعه مدل کالیبره گردید .در این بررسی با استفاده از محاسبه ضریب تعیین R^2 و شاخص های خطاسنجی میانگین مجذور مربعات خطا RMSE، میانگین خطای مطلقMAE، و سایر شاخص اقدام به ارزیابی داده های خروجی مدل گردید. نتایج به شرح جدول (۹) بوده است. همانگونه که مشاهده می شود. با توجه به محاسبات خطای مدل و میزان ضریب همبستگی و ضریب تعیین حاصل شده، مدل در مرحله کالیبراسیون جهت شبیه سازی داده های مربوط به دماهای کمینه و بیشینه و تابش (ساعات آفتابی) از قابلیت قابل قبولی برخوردار است .و سپس با اتکاء به نتایج به دست آمده در مرحله کالیبراسیون و بر اساس سناریو اقلیمی $IPCC\,4(CMP\,3)$ و با اجرای مدل اقلیم جهانی $HadCM\,3$ تحت سناریوی A_2 داده های روزانه شامل دمای کمینه ،بیشینه ، بارش و ساعات آفتابی برای همه ایستگاه ها در دوره ۲۰۶۵-۲۰۴۶ شبیه سازی گردید با توجه به نتایج مورد اشاره برای هریک از ایستگاه ها مجدداً زمان عبور دمای پایه ۱۵ درجه سانتی گراد برای هریک از ایستگاه ها تعیین گردید. با به دست آمدن زمان مورد اشاره ،تاریخ مناسب کشت در شرائط شبیه سازی شده برای هریک از ایستگاه مشخص و اختلاف

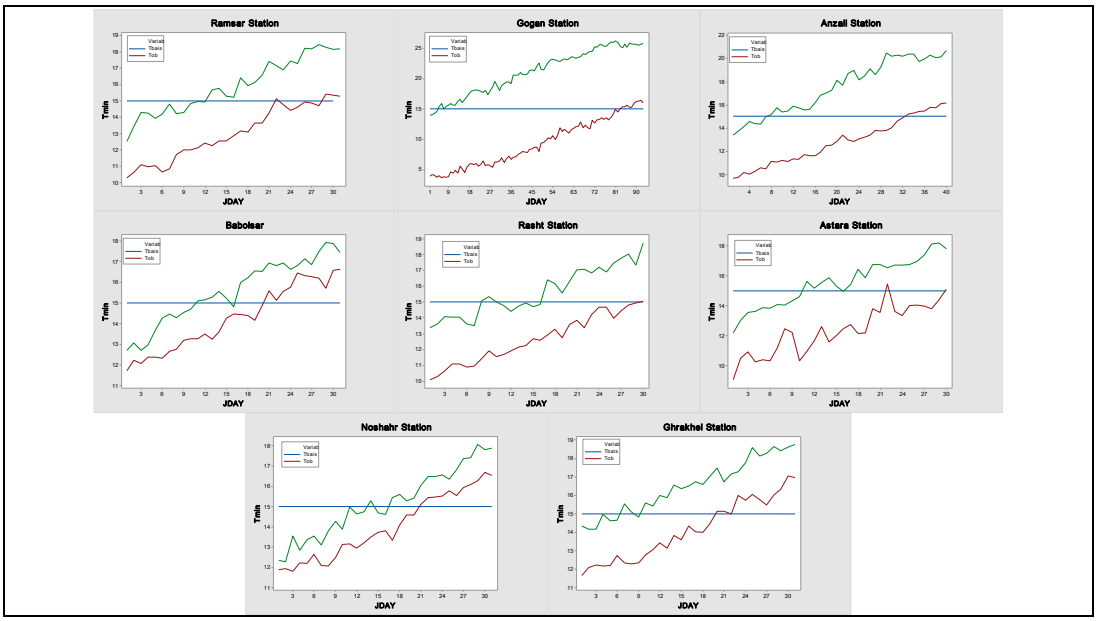
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

زمانی کشت در دو شرائط فعلی و شبیه سازی شده جهت هریک از ایستگاه ها به دست آمد .با داشتن تاریخ مناسب کشت در شرائط شبیه سازی شده ، و شرائط دمائی در دوره مورد نظر تقویم زراعی مناسب برای کشت برنج درشرائط شبیه سازی شده بر پایه محاسبه درجه روزهای قابل دریافت در هریک از ایستگاه ها محاسبه و نهایتاً تاریخ ورود گیاه در هر مرحله حیاتی و تکمیل دوره رشد مرحله مذکور و ورود به مرحله بعدی تعیین و نهایتاً طول مدت لازم برای سپری نمودن کل دوره کشت با تجمیع زمان های لازم درهمه فاز های حیاتی گیاه برای کلیه ایستگاه های منطقه مورد مطالعه تعیین گردید.

جدول (۹). ارزیابی مدل در شبیه سازی دما-بارش- تابش

ایستگاه	پارامتر	MAD	MSE	RMSE	MAPE	R(xy)	$R^2(x,y)$	ایستگاه	پارامتر	MAD	MSE	RMSE	MAPE	R(xy)	$R^2(x,y)$
آستارا	بارش	۸/۶۸۱	۱۳۸/۱۱۷	۱۱/۷۵۲	۹/۶۳۱	۰/۹۸	۰/۹۵۸۲	نوشهر	بارش	۱۰/۲۵۶	۲۲۲/۷۰۳	۱۲/۹۲۳	۹/۸۶۲	۰/۹۸	۰/۹۶۶۴
	دمای کمینه	۰/۱۳۳	۰/۰۲۶	۰/۱۶۱	۲/۱۳۳	۱/۰۰	۰/۹۹۹۵		دمای کمینه	۰/۱۳۳	۰/۰۲۷	۰/۱۶۵	۱/۸۳۵	۱/۰۰	۰/۹۹۹۴
	دمای بیشینه	۰/۱۱۷	۰/۰۲۳	۰/۱۵۱	۰/۶۲۶	۱/۰۰	۰/۹۹۹۷		دمای بیشینه	۰/۱۸۱	۰/۰۴۷	۰/۲۱۷	۱/۰۹۱	۱/۰۰	۰/۹۹۹۵
	تابش	۰/۱۴۷	۰/۰۳۳	۰/۱۸۱	۲/۸۱۰	۱/۰۰	۰/۹۹۲۳		تابش	۰/۱۹۶	۰/۰۵۸	۰/۲۴۱	۳/۸۴۰	۰/۹۸	۰/۹۵۵۳
انزلی	بارش	۱۴/۸۰۸	۵۳۵/۴۱۳	۲۳/۱۳۹	۱۲/۸۰۱	۰/۹۴	۰/۸۸۰۹	قائم شهر	بارش	۶/۶۴۳	۶۹/۰۹۹	۸/۳۱۳	۱۲/۰۴۳	۰/۹۵	۰/۹۰۳۰
	دمای کمینه	۰/۱۵۲	۰/۰۳۳	۰/۱۸۱	۱/۹۳۹	۱/۰۰	۰/۹۹۹۲		دمای کمینه	۰/۱۸۲	۰/۰۵۴	۰/۲۳۳	۲/۳۱۵	۱/۰۰	۰/۹۹۹۴
	دمای بیشینه	۰/۲۹۷	۰/۱۱۳	۰/۳۳۶	۱/۶۰۲	۱/۰۰	۰/۹۹۹۱		دمای بیشینه	۰/۲۸۷	۰/۱۱۶	۰/۳۴۱	۱/۴۲۵	۱/۰۰	۰/۹۹۸۳
	تابش	۰/۳۷۲	۰/۲۱۶	۰/۴۶۴	۷/۴۴۹	۰/۹۹	۰/۹۷۸۶		تابش	۰/۱۵۷	۰/۰۵۵	۰/۲۳۴	۲/۸۶۹	۰/۹۷	۰/۹۴۳۴
رشت	بارش	۲۰/۸۲۸	۶۷۵/۰۲۳	۲۵/۹۸۱	۲۵/۵۰۶	۰/۹۷	۰/۹۲۸۴	بابلسر	بارش	۶/۴۳۳	۷۳/۴۷۳	۸/۵۷۲	۹/۲۵۳	۰/۹۸	۰/۹۶۴۲
	دمای کمینه	۰/۲۰۵	۰/۰۵۹	۰/۲۴۳	۳/۹۲۴	۱/۰۰	۰/۹۹۸۵		دمای کمینه	۰/۱۸۲	۰/۰۴۳	۰/۲۰۶	۲/۴۳۸	۱/۰۰	۰/۹۹۹۴
	دمای بیشینه	۰/۲۱۰	۰/۰۷۳	۰/۲۷۰	۱/۳۰۲	۱/۰۰	۰/۹۹۹۹		دمای بیشینه	۰/۱۵۵	۰/۰۳۶	۰/۱۹۰	۰/۸۱۲	۱/۰۰	۰/۹۹۹۴
	تابش	۰/۴۴۳	۰/۲۳۵	۰/۴۸۵	۱۱/۲۸۷	۰/۹۹	۰/۹۴۸۲		تابش	۰/۱۵۸	۰/۰۳۷	۰/۱۹۳	۳/۰۱۶	۰/۹۹	۰/۹۸۵۸
رامسر	بارش	۱۲/۹۸۸	۳۴۹/۷۴۰	۱۸/۷۰۱	۱۸/۳۱۰	۰/۹۷	۰/۹۳۰۴	گرگان	بارش	۸/۲۱۲	۱۰۷/۶۲۶	۱۰/۳۷۴	۲۰/۲۸۰	۰/۹۲	۰/۹۹۸۱
	دمای کمینه	۰/۱۳۳	۰/۰۲۴	۰/۱۵۴	۲/۱۹۳	۱/۰۰	۰/۹۹۹۵		دمای کمینه	۰/۱۵۸	۰/۰۴۲	۰/۲۰۴	۱/۸۶۵	۱/۰۰	۰/۹۹۹۲
	دمای بیشینه	۰/۱۹۸	۰/۰۵۳	۰/۲۲۹	۱/۲۰	۱/۰۰	۰/۹۹۹۳		دمای بیشینه	۰/۲۱۰	۰/۰۵۹	۰/۲۴۳	۱/۰۲۱	۱/۰۰	۰/۹۹۹۶
	تابش	۰/۱۹۶	۰/۰۶۱	۰/۲۴۶	۴/۵۰۱	۰/۹۹	۰/۹۷۰۲		تابش	۰/۱۷۳	۰/۰۶۰	۰/۲۴۵	۳/۲۹۲	۰/۹۷	۰/۹۹۹۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]



شکل (۱۰): نمودار مقایسه رسیدن دمای کمینه ایستگاه ها به دمای پایه در شرائط فعلی و دوره شبیه سازی شده مدل و شیفت رسیدن به دمای پایه به سمت بهار و زمستان در دوره شبیه سازی

جدول (۱۰):مراحل فنولوژی گیاه برنج در منطقه مورد مطالعه در دوره شبیه سازی شده ۲۰۶۵-۲۰۴۶

نام ایستگاه	مراحل فنولوژی گیاه برنج در منطقه مورد مطالعه در دوره شبیه سازی شده ۲۰۶۵-۲۰۴۶						
	شروع نشاء	پاگیری نشاء	پنجه دهی و ساقه کشی	آبستنی و خوشه دهی	گلدهی	رسیدن	جمع(روز)
آستارا	۱۱اردیبهشت	۱۱اردیبهشت لغایت۲۵اردیبهشت=۱۵روز	۲۶اردیبهشت لغایت ۲۵خرداد=۳۱روز	۲۶خرداد لغایت ۱۳تیر=۱۹روز	۱۴لغایت ۱۷ تیر=۴روز	۱۸تیرلغایت۱شهریور= ۱۵ روز	۸۴
انزلی	۲۶ بهمن	۲۶ بهمن لغایت۱۱اسفند=۱۶روز	۱۲اسفند لغایت۱۲فروردین=۳۱ روز	۱۳فروردین لغایت۱خرداد =۲۰ روز	۲خرداد لغایت۵خرداد= ۴	۶لغایت۲۱خرداد= ۱۶ روز	۸۷
رشت	۱۷فروردین	۱۷لغایت۲۶ فروردین=۱۰ روز	۲۷فروردین لغایت۲۳خرداد=۲۸ روز	۲۴خردادلغایت ۱۱تیر=۱۹روز	۱۲لغایت۱۵تیر =۴روز	۱۶لغایت۳۰تیر=۱۵ روز	۷۶
رامسر	۱۳ اردیبهشت	۱۳ لغایت ۲۶اردیبهشت= ۱۴روز	۲۷اردیبهشت لغایت ۲۸خرداد=۳۲روز	۲۹خردادلغایت ۱۶تیر=۱۹ روز	۱۷لغایت۲۰تیر =۴۰روز	۲۱تیرلغایت۵مرداد =۱۶روز	۸۵
نوشهر	۱۷اردیبهشت	۱۷اردیبهشت لغایت ۳۱اردیبهشت=۱۵ روز	۱خردادتا۳تیر=۳۴ روز	۴لغایت ۲۳ تیر=۲۰روز	۲۴لغایت۲۸تیر =۵ روز	۲۹تیرلغایت ۱۸مرداد=۲۱روز	۹۵
قائم شهر	۱۰اردیبهشت	۱۰لغایت ۲۰اردیبهشت=۱۱روز	۲۱ اردیبهشت لغایت ۲۰خرداد=۳۱ روز	۲۱خرداد لغایت ۹تیر=۲۰ روز	۱۰تا۱۳تیر=۵ روز	۶تیرلغایت ۲۱ تیر=۱۶ روز	۸۲
بابلسر	۱۱اردیبهشت	۱۱ لغایت۲۴اردیبهشت=۱۴روز	۲۵اردیبهشت تا۲۶خرداد=۳۲ روز	۲۷خردادلغایت۱۵تیر= ۲۰روز	۱۶لغایت۱۹تیر =۴ روز	۲۰تیرلغایت۵مرداد =۱۷ روز	۸۷
گرگان	۵ اردیبهشت	۵ لغایت۱۴اردیبهشت =۱۰روز	۱۵اردیبهشت لغایت۱۱خرداد=۲۸روز	۲۹خرداد لغایت۱۵تیر=۱۸روز	۱۶لغایت۱۹تیر =۴روز	۲۰تیر لغایت۲مرداد=۱۴ روز	۷۴

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

جدول (۱۱): مقایسه تاریخ شروع و دوره رشد برنج در دوره فعلی و دوره شبیه سازی شده(۲۰۶۵-۲۰۴۶میلادی)

مراحل رشد	شروع نشاء		پاگیری نشاء		پنجه دهی و ساقه کشی		آبستنی		گلدهی		رسیدن		کل	
نام ایستگاه	دوره فعلی	دوره شبیه سازی	دوره فعلی	دوره شبیه سازی	دوره فعلی	دوره شبیه سازی	دوره فعلی	دوره شبیه سازی	دوره فعلی	دوره شبیه سازی	دوره فعلی	دوره شبیه سازی	دوره فعلی	دوره شبیه سازی
آستارا	اردیبهشت۳۱	اردیبهشت۱۱	۱۳	۱۵	۳۳	۳۱	۲۲	۱۹	۵	۴	۲۳	۱۵	۹۶	۸۴
انزلی	اسفند۲۲	بهمن۲۶	۱۶	۱۶	۳۵	۳۱	۲۲	۲۰	۵	۴	۲۱	۱۶	۹۹	۸۷
رشت	اردیبهشت۲۹	اردیبهشت۱۷	۱۲	۱۰	۳۴	۲۸	۲۳	۱۹	۶	۴	۲۷	۱۵	۱۰۲	۷۶
رامسر	اردیبهشت۲۹	اردیبهشت۱۳	۱۶	۱۴	۳۵	۳۲	۲۳	۱۹	۵	۴	۲۴	۱۶	۱۰۳	۸۵
نوشهر	اردیبهشت۲۱	اردیبهشت۱۷	۱۶	۱۵	۳۵	۳۴	۲۳	۲۰	۵	۵	۲۳	۲۱	۱۰۲	۹۵
قائم شهر	اردیبهشت۲۰	اردیبهشت۱۰	۱۳	۱۱	۳۲	۳۱	۲۲	۲۰	۵	۴	۲۰	۱۶	۹۲	۸۲
بابلسر	اردیبهشت۲۱	اردیبهشت۱۱	۱۴	۱۴	۳۳	۳۲	۲۲	۲۰	۵	۴	۲۱	۱۷	۹۵	۸۷
گرگان	۲۰تیر	اردیبهشت۵	۱۰	۱۰	۲۸	۲۸	۲۰	۱۸	۵	۴	۱۷	۱۴	۷۹	۷۴

بررسی رفتارهای اقلیمی منطقه نشان می دهد که درجه حرارت منطقه در حال افزایش می باشد. افزایش دما در کنار همه مسائل و پیامدهای اقلیمی به طور محسوس در رفتار گیاهان از جمله گیاه و کشت غالب منطقه یعنی برنج تاثیر گذار بوده و شرائط جدیدی را فعالیت های زیستی این گیاه ایجاد نموده و این روند به گواه داده های شبیه سازی شده در دوره های آتی و علی الخصوص در دوره شاخص مورد مطالعه (۲۰۶۵-۲۰۴۶میلادی) تاثیرات زیادی را بر میزان درجه حرارت دریافتی ایجاد خواهد نمود. شرائط دمائی لازم برای شروع کشت این محصول در شرائط حاضر در دو استان گیلان و مازندران با اندک تغییراتی در اردیبهشت ماه (بجز دو ایستگاه انزلی و گرگان) فراهم می باشد و کشاورزان این مناطق در صورت فراهم بودن سایر نهاده های لازم می توانند به تناسب منطقه از هفته های انتهایی اردیبهشت ماه به انتقال نشاء از خزانه به زمین اصلی مبادرت نمایند. زودترین زمان ممکن در ایستگاه انزلی در تاریخ یک هفته مانده به پایان سال شمسی یعنی در تاریخ ۲۲ اسفند و دیرترین آن در ایستگاه گرگان در تاریخ ۲۰ تیر فراهم می باشد. مدت زمان لازم برای تکمیل دوره رشد نیز در ایستگاه های مختلف دارای تغییراتی قابل توجه می باشد . طولانی ترین دوره کشت برنج مربوط به ایستگاه رامسر با ۱۰۳ روز و کوتاه ترین آن با ۷۹ روز مربوط به ایستگاه گرگان می باشد.به گواه بررسی های انجام شده شرائط دمائی مناطق مذکور به خصوص در تامین دماهای حدی و آستانه های حرارتی گیاه برنج در حال شیفت دادن به سمت روزهائی ابتدائی بهار و پایانی زمستان است .این میزان حرکت به سمت روزهای ابتدائی سال شمسی و یا روزهای پایانی قبل از شروع سال شمسی در همه منطقه یکسان نبوده و با تفاوتهائی همراه می باشد. بیشترین تغییرات دمائی در دوره آتی مربوط به ایستگاه گرگان می باشد که فصل مناسب کشت از ۲۰ تیر با ۷۷ روز جابجائی به ۵ اردیبهشت شیفت خواهد داشت. کمترین میزان تغییر تاریخ کشت مربوط به ایستگاه نوشهر با ۵روز جابجائی از ۲۱به ۱۷ اردیبهشت شیفت خواهد نمود.طول دوره رشد در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی و مرحله رسیدن دستخوش تغییر شده و عموماً کاهش خوهند یافت. کاهش های رخ داده در هر یک از مراحل مختلف رشد گیاه نهایتاً طول دوره حیات گیاه را کوتاه خواهد نمود . یعنی به نوعی طول دوره زراعت این گیاه در دوره های آتی کوتاه خواهد شد . این کوتاه شدن به تناسب منطقه با تغییراتی همراه می باشد. بیشترین میزان کوتاه شدن دوره رشد گیاه از مرحله نشاء در مزرعه تا مرحله

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

رسیدگی کامل مربوط به ایستگاه رامسر با ۲۸ روز و کمترین آن مربوط به ایستگاه گرگان با ۵ روز کوتاه شدن دوره رشد همراه می باشد.

نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان می دهد که ما در منطقه مورد مطالعه شاهد گذارتدریجی و بطئی شرائط مناسب کشت برنج به سمت روزهای ابتدائی سال و حتی به سمت زمستان می باشیم . این شیفت فصل زراعی در کنار کوتاه شدن دوره رشد می تواند هم یک تهدید و هم یک فرصت برای مدیریت شرائط مورد نظر تلقی گردد. تهدید به لحاظ مشکلات ناشی از همزمانی آن با شرائط با شرائط کم بارشی ماههای اولیه سال است. و این امر نیاز به ذخیره سازی آب و ایجاد زیرساخت های لازم برای کنترل و مهار و ذخیره آب ناشی از بارش های پائیزی و زمستانی به روشنی نشان می دهد به نحوی که بتواند در فصل کوتاه زراعی، پایداری تامین منابع آبی در در این مناطق را در طول دوره رشد تضمین نماید.شرائط جدید اقلیمی همراه با شرائط جدید بارش و بخصوص بارش های بهنگام با زمان کشت را به دنبال خواهد داشت. این بارش ها هرچند در سراسر محدوده مورد مطالعه از الگوی ثابتی پیروی نمی کنند ولی عموماً بی نظمی های در الگوی فعلی ایجاد خواهند نمود که امکان دریافت بارش های بهنگام را تردید های جدی مواجه می نماید. بررسی نحوه پراکنش بارش ها دربیشتر ایستگاه ها نشان می دهد که الگوی بارش ها به ماههای بهد از دوره کشت شیفت پیدا خواهند نمود یعنی به نوعی در خلاف جهت حرکت تقویم زراعی و این امر با توجه به افزایش شدت تابش وطبیعتاً افزونی سرعت تبخیر، مدیریت منابع آب مورد نیاز برای کشت را پیچیده تر خواهد نمود. از زاویه فرصت به این شرائط بدین گونه می توان نگریست که به واسطه کوتاه شدن طول دوره کشت ، سطوح شالیزار های استان مدت کوتاه تری در زیر کشت اول باقی خواهند نمود و مجال بیشتری برای برنامه ریزان و کشاورزان برای کشت دوم خواهد بود که هم به تولید بیشتر و هم به تقویت بنیه اقتصادی خانوارهای روستائی کمک خواهد نمود.

منابع

اخگری، حسن. (۱۳۸۳). **برنج**. سازمان چاپ دانشگاه آزاد اسلامی.

امیری لاریجانی، بهمن .(۱۳۸۹). **راهنمای برنج**،نشر آموزش کشاورزی.

رمضانی، بهمن .(۱۳۷۶).**مقدمه ای بر آب و هواشناسی کشاورزی**، چاپ آینده.

سادات آشفته،پریسا. (۱۳۹۳).**تغییر اقلیم و آب: ابزارها و رویکردها**، انتشارات جاودان خرد.

سلیمانی نناگانی، مجید؛ پارسی نژاد، مسعود؛ عراقی نژاد، شهاب؛ مساح بوانی، علیرضا. (۱۳۹۱). **بررسی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر زمان کاشت،طول دوره رشد و نیاز آبی گندم زمستانه(مطالعه موردی: بهشهر)**، پژوهش آب ایران، ۶(۱۰):۲۰-۱۱

شمسی پور، علی اکبر. (۱۳۹۲). **مدل سازی آب و هوایی نظریه و روش**،۱ انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ص ۱۲۶.

علیزاده، امین. (۱۳۸۹).**اقلیم و هواشناسی کشاورزی**. انتشارات آستان قدس رضوی(شرکت به نشر)، چاپ اول، ص۶۵.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]

فرج زاده، منوچهر. (۱۳۹۲). **مخاطرات اقلیمی ایران**، انتشارات سمت،چاپ اول، ص۱۶۵.

فلاح قالهری، غلامعباس.(۱۳۹۳).**ریزمقیاس نمایی آماری داده های اقلیمی**، انتشارات سخن گستر.

قاسم، عزیزی. (۱۳۸۳). **تغییراقلیم**، نشر قومس.

قربانی، خلیل؛ ذاکری نیا، مهدی؛ هزارجریبی؛ ابوطالب. (۱۳۹۲). **بررسی اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی سویا در منطقه گرگان**، هواشناسی کشاورزی، ۲(۱):۷۲-۶۰

گودرزی ،مسعود؛ حسینی، سید اسعد؛ مسگری، ابراهیم؛ چوبه، سپیده. (۱۳۹۶). **مدل های هیدرولوژیکی**، انتشارات آذر کلک.

گودرزی، مسعود؛ حسینی، سیداسعد؛ مسگری، ابراهیم .(۱۳۹۵). **مدل های آب و هواشناسی**، انتشارات آذر کلک.

محمدی، حسین؛ ربانی،فاطمه؛ امیری، ابراهیم. (۱۳۹۵). **تغییر اقلیم و مدل های اقلیمی**،۱(۱):۱۴۴-۱۱۰

مرادی، روح الله؛ کوچکی، علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی. (۱۳۹۲). **تاثیر تغییر اقلیم برتولید ذرت و ارزیابی تغییر تاریخ کاشت بعنوان راهکار سازگاری در شرائط آب و هوایی مشهد**، دانش کشاورزی و تولید. ۲۳ (۴):۱۳۰-۱۱۳.

مشکوتی ،امیر حسین. (۱۳۹۴).**کاربرد مدل های اماری در ارزیابی تغییر اقلیم و آثار آن**.

Eyindeo, E; Ojehomon,V; Daramola,F& Falaki,A .(2013); **Evaluation of the effects of climate change on rice production in niger state nigeria** , Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management,**6(1):**763-773.

Keo, S. (2015); **Impact Of Climate Change On Agriculture Production In North-West Cambodia,Confrence On International Research On Food Security**,Natural Resource Management And Rural Development, **1(1):**1-4.

Mahato, A. (2014); **Climate Change and Its Impact On Agriculture**, International Journal Of Scientific And Research Publications, **4(4)**:1-6

Osman,Y; Al-Ansari, N;Abdellatif, M;Al-Jawad,S & Knutsson,S. (2014); **Expected Future Precipitation In Central Iraq Using LARS-WG Stochastic Weather Generator**,Scientific Research Journal,**6(1)**:948-959.

Rabbani,F;Mohammadi,H &Mohammadi,S.(2016);**Simulation Of Global Warming Effect On Irrigated Rice Phenology In The Major Rice Production Region Of Iran,Rasht**,Climate Change Journal**, 2(7)**:212-222.

Saseendran,A; Singh,K; Rathore,L; Singh,V& Sinha ,K(2000); **Effects of climate change on rice production in the thropical humid climate of Kerala,India,** Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India, **44**(1): 495–514.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.8.5]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.99]