

بررسی اثر دمای هوای استان گیلان در تعیین زمان مناسب کشت برنج

سید محمدتقی سدیدي شال^{۱*}، ابراهیم اسعدی اسکویی^۲، زهرا امین دلدار^۳، محمدرضا یزدانی^۴

۱- کارشناس ارشد ریاضی، مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی گیلان

۲- کارشناس ارشد هواشناسی کشاورزی، مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی گیلان

۳- دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی گیلان

۴- دکتری آبیاری و زهکشی، موسسه برنج کشور

چکیده

پارامترهای زیادی بر طول دوره رشد برنج تاثیرگذار هستند که از جمله آنها می‌توان به دمای هوا، تبخیر و تعرق، بارش موثر، دمای خاک، رطوبت خاک، میزان آب در دسترس، میزان کود دریافتی، مدیریت زراعی اشاره نمود. از بین عوامل فوق اثر دمای هوا بر طول دوره رشد برنج شاخص‌تر می‌باشد. در این تحقیق تصمیم گرفته شد با استفاده از دمای هوا، میزان درجه-روز رشد لازم جهت کامل شدن طول دوره رشد برنج مورد بررسی قرار گیرد. درجه-روز رشد یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها در مدیریت زراعی است و آگاهی از میزان و احتمال رخداد آن در منطقه موجب بهبود تقویم زراعی می‌گردد. هدف از این تحقیق بررسی اثر تغییر تاریخ کشت بر طول دوره رشد برنج رقم هاشمی بر مبنای درجه-روز رشد (GDD) در سطح استان گیلان است. به این منظور از داده‌های میانگین دمای روزانه ۱۳ ایستگاه آستارا، انزلی، تالش، جیرنده، دیلمان، فرودگاه، رودبار، رودسر، کشاورزی، کیشهر، لاهیجان، ماسوله و منجیل در یک دوره ۱۱ ساله ۹۷-۱۳۸۷ استفاده شد. در این تحقیق درجه-روز رشد برنج رقم هاشمی، ۱۴۵۰ واحد با صفر فیزیولوژیکی ۱۱ درجه سلسیوس برای ۸ تاریخ کشت با فواصل ۱۰ روزه از ۱۰ فروردین تا ۲۰ خرداد در نظر گرفته شد. با استفاده از تابع توزیع پیرسون نوع سوم تاریخ‌های برداشت با احتمال‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد محاسبه و با کمک الگوریتم GIDS برای مناطق جلگه‌ای استان گیلان درون‌یابی گردید. نتایج نشان داد در تمامی تاریخ‌های کشت مناطق محدوده فومن، شفت و صومعه‌سرا کوتاه‌ترین طول دوره رشد را داشته و طولانی‌ترین طول دوره رشد نیز مربوط به مناطق اسالم، تالش و آستارا، کیشهر و رودبنه بوده است. در تمام شهرستان‌های استان مناسب‌ترین تاریخ کشت از نظر کوتاه‌تر بودن طول دوره رشد مربوط به تاریخ‌های ۱۰ و ۲۰ خرداد بدست آمد.

کلید واژه‌ها: درجه-روز رشد، برنج رقم هاشمی، تاریخ کشت، طول دوره رشد، درونیابی GIDS.

مقدمه

در میان عوامل محیطی مؤثر بر رشد، اهمیت دما بیش از دیگر عوامل می‌باشد لذا در بررسی فرآیندهای رشد و نمو گیاهی در مقیاس‌های زمانی کوتاه سبب برآورد دقیق‌تری از نیاز حرارتی گیاه می‌گردد. در دست داشتن اطلاعات دقیق از زمان رسیدن گیاه زراعی به مراحل مختلف فنولوژی، کمک شایانی به افزایش تولید در کشاورزی می‌نماید (چراغی، ۱۳۹۳). بررسی درجه روز رشد در ایران به فراوانی در محصولات مختلف و با کاربردهای متنوع مورد استفاده قرار گرفته است. در مطالعه‌ای به نقش مفهوم درجه-روز رشد در دو نمونه اقلیمی ایران پرداخت و نشان داد که روش محاسبه نیاز حرارتی گندم در دو نمونه اقلیمی ایران نتایج متفاوتی به دست می‌دهد (هلالی، ۱۳۸۷). میرحاجی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از شاخص درجه-روز رشد مراحل فنولوژی تعدادی از گندمیان را بررسی نمودند و نشان دادند که زمان شروع و خاتمه مراحل رویشی در سال‌های مختلف متفاوت بوده و این تغییرات تابع درجه حرارت می‌باشد به طوری که کلیه گونه‌های مورد مطالعه در سال‌های خنک دارای دوره فنولوژی طولانی‌تر از سال‌های گرم و خشک بودند ولی درجه روز رشدهای تجمعی مورد نیاز کلیه مراحل فنولوژی گونه‌ها در سال‌های مختلف تقریباً یکسان بوده و دارای تفاوت اندکی هستند. مطالعه مشابهی نیز برای گونه‌های *Stipa*، *Poa sina ica*، *Astragalus chaborasicus* و *hohenackeriana* توسط زارع کیا و همکاران (۱۳۹۰) و سادات عظیمی (۱۳۹۱) انجام شده و نتایج مشابهی بدست آمده است.

در مطالعه هلالی و همکاران (۱۳۹۵) مشخص شده است استفاده از مقیاس زمانی مختلف و همچنین روش محاسبه درجه-روز رشد نتایج متفاوتی خواهد داشت به طوری که استفاده از داده‌های ساعتی دقت برآورد درجه-روز رشد دقیق‌تر بوده و همچنین استفاده از روش میانگین در مراحل ابتدایی رشد (مراحل رویشی) و روش حداقل-حداکثر در مراحل انتهایی (مراحل زایشی) بهترین روش محاسبه درجه-روز رشد خواهد بود. زمانی یک گیاه به مرحله‌ای از نمو می‌رسد که مقدار مشخصی واحد حرارتی دریافت کرده باشد. استفاده از مفهوم درجه-روز رشد (GDD) برای بیان طول مراحل نمو گیاهان نسبت به تقویم زمانی ارجحیت دارد (یساری و همکاران، ۱۳۹۲). بر این اساس، تعیین GDD و

گیاه برنج به عنوان محصول شاخص زراعی استان نقش بسزایی در معیشت مردم استان گیلان دارد. عملکرد گیاهان زراعی از جمله برنج تحت تاثیر سه مولفه پتانسیل ژنتیکی، شرایط اقلیمی و مدیریت‌های زراعی است. درجه-روز رشد دریافتی در محاسبه زمان رسیدن گیاه برنج بسیار تعیین کننده است. پارامترهای اقلیمی جزء مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر رشد گیاهان زراعی می‌باشد. به طوری که گیاهان زراعی برای رسیدن به هر یک از درجات مختلف فنولوژیکی رشد، نیاز به میزان واحد حرارتی معینی دارند (صفریان زنگیر و همکاران، ۲۰۱۶). از طرفی با توجه به محدودیت‌های اقلیمی (سرماهای دیررس، بارش رگباری بهاره و بارش‌های آخر فصل) کوتاه شدن طول دوره رشد برنج باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های داشت، مصرف نهاده‌ها و به ویژه مصرف آب گردد. در زراعت برنج کوتاه شدن طول دوره رشد اهمیت بسزایی دارد و از آنجا که تاریخ کشت بر مدت زمان دریافت درجه-روز رشد اثرگذار است، بنابراین بررسی اثر تغییر تاریخ کشت بر طول دوره رشد برنج ضرورت می‌یابد. از نظر فیزیولوژی گیاهان زراعی، هر تغییر محیطی می‌تواند بر فرآیندهای رشد و نمو گیاهان و در نهایت بر تولید و عملکرد گیاه زراعی مؤثر باشد (مزا^۱ و همکاران، ۲۰۰۸)، بنابراین برنامه‌ریزی برای انتخاب تاریخ کشت مناسب هر محصول تاثیر بسزایی در کسب سود اقتصادی و جلوگیری از اتلاف منابع دارد. با توجه به شرایط جوی موجود در هر مکان، تاریخ کشت می‌تواند متفاوت باشد. تاریخ کشت نامناسب سبب بهم خوردن تعادل و موازنه اجزای عملکرد در گیاه می‌شود و تأخیر در نشاکاری نیز سبب افزایش تعداد روز تا وقوع مراحل نمو و در نهایت سبب کاهش عملکرد دانه می‌گردد (اسماعیل زاده و همکاران، ۱۳۹۵). اعلام یک تاریخ کشت مناسب به طوری که میزان دمای دریافتی برنج تا پایان برداشت گیاه تامین شود، می‌تواند گیاه را از مخاطرات ناشی از رخدادهای جوی ابتدا و انتهای کشت مصون نگه داشته و باعث کاهش مصرف آب و سایر نهاده‌ها و در نتیجه کاهش هزینه‌ها گردد.

¹ Meza

گرفتند (بشنوی^۱، ۱۹۹۵). اطلاع از احتمال رخداد درجه-روز رشد مورد نظر می‌تواند در تعیین تاریخ کشت منطبق با وضعیت آب و هوایی همان سال نقش موثری ایفا کند. در حال حاضر با توجه به این که ترسیم الگوی جوی سه ماه آینده توسط سازمان هواشناسی انجام می‌گیرد بنابراین اطلاع از نحوه تغییرات جوی در طول دوره دریافت درجه-روز رشد به مدیریت بهینه کشت و سایر عملیات زراعی در استان کمک شایانی خواهد کرد. این تحقیق در تدوین تقویم زراعی استاتیک هم در تدوین تقویم زراعی دینامیک (احتمالات) کاربرد دارد.

از آنجایی که طبق بررسی‌های انجام گرفته دمای هوا مهم-ترین پارامتر هواشناسی اثرگذار بر تمامی مراحل فنولوژیکی برنج است

در این تحقیق تصمیم گرفته شد اثر درجه - روز رشد که به نوعی اثر دمای هوا بر طول دوره رشد برنج می‌باشد مورد بررسی قرار گیرد بدیهی است عوامل دیگری مانند بارش آخر فصل، سرمای دیررس بهاره، تبخیر و تعرق، دمای خاک و غیره نیز بر طول دوره رشد برنج تاثیرگذار هستند که می‌توان در مطالعات بعدی آن‌ها را مورد بررسی قرار داد و در پایان با تجمیع تمامی این مطالعات به نتایج دقیق‌تری حتی در مورد سایر رقم‌های برنج دست یافت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان گیلان از استان‌های شمالی کشور است. ناهمواری‌های آن از غرب به شرق شامل تالش، ماسوله، پشته کوه و رشته کوه البرز است که از سه بخش غربی، مرکزی و شرقی تشکیل شده است. البرز غربی مانند حصارای استان گیلان را در بر گرفته است و بلندترین قله آن درفک نام دارد. جلگه‌های استان گیلان در میان دریا و کوهستان تا ارتفاع یکصد متری سطح دریا گسترده شده است. مساحت این جلگه‌ها به بیش از پنج هزار کیلومتر مربع (نزدیک به یک سوم زمین‌های استان) می‌رسد. این زمین‌ها به سه قسمت عمده تالش، گیلان غربی و گیلان شرقی تقسیم می‌شوند. اقلیم سرزمین گیلان به آب و هوای معتدل خزری معروف

پهنه‌بندی مناطق بر اساس آن‌ها در انجام عملیات زراعی به موقع و صحیح و همچنین استفاده بهتر از زمین‌های کشاورزی دارای اهمیت ویژه‌ای است (یساری و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین با تعیین مراحل فنولوژی در هر منطقه و دانستن نیاز حرارتی هر مرحله فنولوژی و کل دوره رشد گیاه، می‌توان بسیاری از مسایل به‌زراعی از جمله تاریخ کشت مناسب، آبیاری به موقع، زمان مناسب برداشت، زمان مناسب مبارزه با آفات و بیماری‌ها و انتخاب ارقام مناسب در بهترین زمان ممکن انجام و بیشترین تولید را از محصول زراعی داشت (حسینی، ۱۳۸۸). تعیین دقیق تاریخ ظهور مراحل مختلف فنولوژی نیاز به بررسی دقیق داشته و تابع شرایط اقلیمی به خصوص درجه حرارت هوا است. بنابراین در سال‌های مختلف بسته به نوسانات درجه حرارت هوا، طول دوره یا تعداد روز برای هر مرحله متغیر خواهد بود. اما میزان انرژی گرمایی مورد نیاز هر مرحله فنولوژی در سال‌های مختلف ثابت است. بنابراین با استفاده از معیار درجه-روزهای رشد می‌توان تاریخ ظهور و طول دوره زمانی مراحل فنولوژی را به طور دقیق پیش‌بینی کرد (میرحاجی و همکاران، ۱۳۸۹؛ هلالی و همکاران، ۱۳۹۵).

در مطالعه‌ای تعیین تاریخ کشت کلزا با استفاده از شاخص درجه-روز رشد جهت مقابله با سرمای زمستان در استان چهارمحال و بختیاری صورت گرفت. در این تحقیق با محاسبه شاخص درجه-روز رشدهای مورد نیاز گیاه در مراحل مختلف فنولوژی، مواردی همچون انتخاب نوع رقم، تعیین تاریخ کشت، پیش‌بینی زمان برداشت ممکن شد (خاکیان دهکردی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین با استفاده از درجه روز رشد پیش‌بینی آفت سن صورت گرفت که نتایج حاصل از تحلیل همبستگی بین مقادیر سالانه واحدهای گرمایی و میزان واحدهای گرمایی در دوره فعالیت آفت سن در فصل بهار با سطح مبارزه با آفت سن، یک همبستگی قوی و معنادار در سطح ۹۹ درصد را نشان داد (مظفری و عزیزیان، ۱۳۹۰). در گزارشی دیگر بیان شده است که در اثر کوتاه شدن مراحل نمو به دلیل دریافت سریع‌تر درجه روز رشد مورد نیاز در گندم، اجزایی از عملکرد که در این مراحل تثبیت می‌شوند، تحت تاثیر درجه-روز رشد قرار

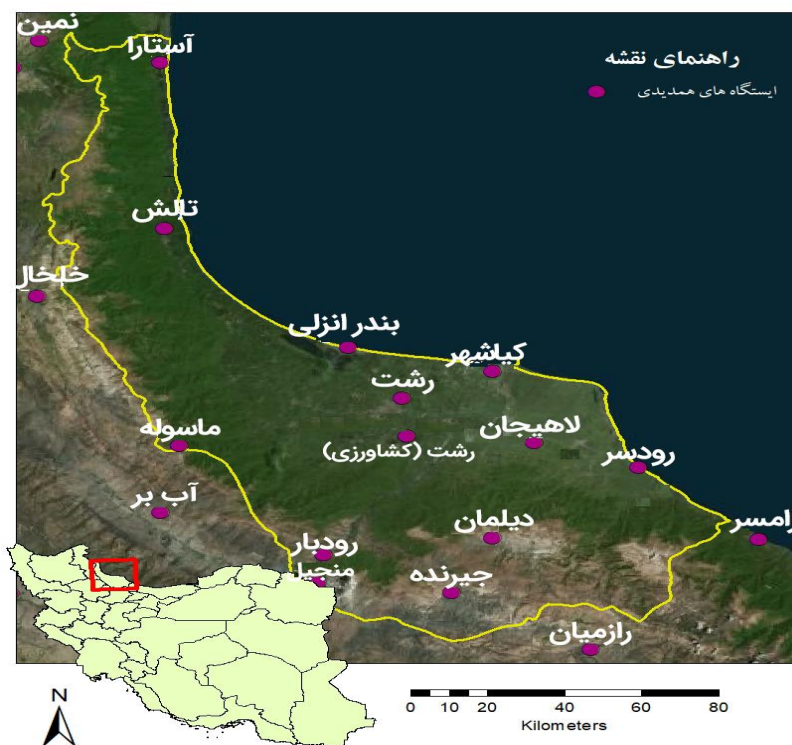
¹ Bishnoi

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل دمای میانگین روزانه ۱۳ ایستگاه سینوپتیک هواشناسی استان گیلان در یک دوره ۱۱ ساله (۹۷-۱۳۸۷) است که از اداره کل هواشناسی استان گیلان اخذ شد. خصوصیات جغرافیایی و اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ و موقعیت آن‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

است. کوهستان تالش با جهت شمالی-جنوبی و کوهستان البرز با امتداد غربی- شرقی، مانند سدی از عبور بخار آب دریای مازندران و بادهای مرطوب شمال غربی به داخل ایران جلوگیری می‌کند و به علت ارتفاع زیاد موجب بارندگی‌های فراوان در استان گیلان می‌شود.

جدول ۱- خصوصیات جغرافیایی اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه (دوره آماری ۹۷-۱۳۸۷)

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین دمای سالانه (سلسیوس)
انزلی	۴۹/۴۵	۳۷/۴۷	-۲۳/۶	۱۶/۸
آستارا	۴۸/۸۵	۳۸/۳۵	-۲۱/۱	۱۵/۶
تالش	۴۸/۸۸	۳۷/۸۳	۷/۳	۱۶/۴
چیرنده	۴۹/۸	۳۶/۷	۱۵۸۱	۱۲/۳
دیلمان	۴۹/۵۵	۳۶/۵۳	۱۴۴۸	۱۲/۰
رودبار	۴۹/۴۲	۳۶/۸۲	۲۰۵	۱۷/۹
رودسر	۵۰/۳۲	۳۷/۱۳	-۲۲	۱۷/۵
فرودگاه رشت	۴۹/۶۲	۳۷/۳۲	-۸/۶	۱۶/۶
کشاورزی رشت	۴۹/۶۳	۳۷/۲	۲۴/۹	۱۶/۷
کیاشهر	۴۹/۸۸	۳۷/۳۸	-۲۲	۱۷/۰
لاهیجان	۵۰/۰۲	۳۷/۱۹	۳۴/۲	۱۶/۵
ماسوله	۴۸/۹۸	۳۷/۱۵	۱۱۱۹	۱۲/۱
منجیل	۴۹/۴	۳۶/۷۲	۳۳۸	۱۷/۹



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی گیلان

اردیبهشت، ۱ خرداد، ۱۰ خرداد و ۲۰ خرداد در نظر گرفته شد، سپس درجه - روز رشد تجمعی برای تاریخ‌های کشت فوق محاسبه و شماره روز ژولیوسی تا رسیدن به ۱۴۵۰ واحد درجه - روز رشد به عنوان تاریخ برداشت یادداشت شد، در پایان تاریخ برداشت با استفاده از تابع توزیع احتمال پیرسون نوع سوم برآورد شد.

تابع توزیع پیرسون نوع سوم

تابع احتمال پیرسون نوع ۳ یکی از انواع توابع پیرسون است. این خانواده از توابع در واقع حل یک معادله دیفرانسیل است که در سال ۱۹۸۵ توسط پیرسون ابداع شده است. حالت‌های خاص این تابع به ازای مقادیر مختلف ضرایب معادله دیفرانسیل، توابع معروفی مثل نرمال، t-student و بتا (انواع خاصی از تابع پیرسون نوع VII) را نیز در بر می‌گیرد. صورت کلی تابع چگالی احتمال پیرسون نوع ۳ به صورت زیر است (کوترولیس و کاناوس، ۱۹۹۹)

$$f(x) = \frac{1}{a|\Gamma(b)|} \left(\frac{x-c}{a}\right)^{b-1} \cdot e^{\left[-\left(\frac{x-c}{a}\right)\right]} \quad (2)$$

محاسبه درجه-روز رشد (GDD)

برای محاسبه درجه روز رشد برنج رقم هاشمی از رابطه ۱ استفاده شد (Behnia, 1997):

$$GDD = \left[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right] - T_{base} \quad (1)$$

در رابطه فوق GDD درجه-روز رشد (تجمعی)، T_{\max} و T_{\min} دماهای حداکثر و حداقل روزانه (برحسب درجه سلسیوس) و T_{base} دمای پایه (برحسب سلسیوس) هستند. شایان ذکر است که دمای پایه، دمایی است که پایین‌تر از آن گیاه رشدی نخواهد داشت. در این مطالعه دمای پایه برنج ۱۱ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد و چنانچه دمای میانگین روزانه برابر یا کمتر از دمای پایه باشد مقدار GDD برابر صفر در نظر گرفته شد (بازگیر، ۱۳۷۸). همچنین میزان درجه روز رشد لازم جهت رسیدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی برنج رقم هاشمی ۱۴۵۰ واحد در نظر گرفته شد (سدیدی و همکاران، ۱۳۹۹).

ابتدا در ۱۳ شهر مورد نظر ۸ تاریخ کشت به تاریخ‌های ۱۰ فروردین، ۲۰ فروردین، ۱ اردیبهشت، ۱۰ اردیبهشت، ۲۰

محاسباتی به عنوان حاصل درون‌یابی متغیر مورد بررسی بر روی نقطه شبکه P گزارش می‌شود. لازم به ذکر است که منظور از فاصله در این روش فاصله افقی بدون احتساب اختلاف ارتفاع نقاط است چرا که به صورت عادی فواصل ایستگاهی (در حدود چند ده کیلومتر) بسیار بزرگتر از اختلاف ارتفاع ایستگاه‌ها (در حدود چند صد متر) با یکدیگر هستند. معادله روش GIDS به صورت زیر است:

در این معادله b پارامتر شکل، c پارامتر مکان و a پارامتر مقیاس خواهد بود. چنانچه a مثبت باشد مقادیر متغیر x بزرگتر یا مساوی از c در دامنه تعریف تابع قرار می‌گیرند. پارامتر a رابطه مستقیمی با ضریب چولگی داده‌ها دارد. همچنین در این فرمول تابع گاما برای مقادیر مثبت در مخرج کسر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} \cdot e^{-x} dx \quad (3)$$

در این پژوهش پس از برازش تابع پیرسون، جهت بالا بردن دقت برازش با محاسبه مجموع مربعات خطا (RMSE)، تابع نرمال نیز بر روی داده‌ها برازش داده شده و تابعی که کمترین مجموع مربعات خطا را داشت به عنوان تابع احتمال انتخاب گردیده است.

الگوریتم درونیابی GIDS

روش درون‌یابی GIDS¹ روشی تکمیلی برای برطرف کردن نقایص روش IDW است. امینی و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی این روش برای پهنه‌بندی بارش به عنوان پیچیده‌ترین متغیر هیدرولوژی در زمینه درون‌یابی، برتری این روش را بر روش‌های متداول و حتی پیچیده‌ای مثل کریجینگ یونیورسال به اثبات رساندند. این روش در واقع ترکیبی از دو روش واپازش خطی و روش وزن‌دهی عکس فاصله است (نالدر و همکاران ۱۹۹۸). در این روش به ازای هر نقطه شبکه یک رگرسیون مستقل خطی سه متغیره (قابل تعمیم به تعداد بیشتر) با طول و عرض جغرافیایی و نیز ارتفاع ایستگاه‌ها انجام گرفته و ضرایب رگرسیون برای هر کدام از سه مولفه مختصاتی به عنوان آهنگ تغییرات متغیر درون‌یابی می‌شود. و لذا ضمن تفکیک اثر هر کدام از گرادیان‌ها، برآورد دقیقی مختص به همان نقطه به دست می‌آید که در روش‌های عادی ممکن است قابل تشخیص نباشد. در ادامه مقادیر درون‌یابی شده در صورت کسر روش درون‌یابی IDW با مجموع حاصل ضرب ضرایب رگرسیون در اختلاف مولفه‌های مختصات جغرافیایی هر ایستگاه با نقطه شبکه P جمع شده و پس از تقسیم بر مخرج مقدار

¹ Gradient plus Inverse Distance Squared

$$T_p = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i} \right)^2 \right]^{-1} \times \sum_{i=1}^n \left\{ T_i + b_1 (Long_p - Long_i) + b_2 (Lat_p - Lat_i) + b_3 (h_p - h_i) \left(\frac{1}{d_i} \right)^2 \right\} \quad (8)$$

توزیع احتمال پیرسون در سه سطح احتمال ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد محاسبه گردید طول دوره رشد برنج در سال‌های کم بارش و پر بارش (خشکسالی و تر سالی) نیز مورد توجه قرار گرفت، پهنه‌بندی‌های صورت گرفته در سه سطح احتمال مورد بررسی قرار گرفت. شایان ذکر است که در این تحقیق روز اول فروردین به عنوان روز اول ژولیوسی در نظر گرفته شده است. در ابتدا تاریخ‌های برداشت در شهرهایی که دارای ایستگاه هواشناسی بوده‌اند محاسبه و مقایسه شدند که نتایج نشان داد در تمامی تاریخ‌های کشت شهرستان‌های آستارا، تالش، رودسر و لاهیجان به ترتیب طولانی‌ترین طول دوره رشد و شهرستان رودبار نیز کوتاه‌ترین طول دوره رشد را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۲).

همانگونه که در جدول زیر مشخص است کشت زودهنگام لزوماً باعث برداشت زودتر نخواهد شد به عنوان نمونه در شهرستان تالش کشت برنج در روزهای ۱۰ و ۴۲ ام ژولیوسی، برداشت در روزهای به ترتیب ۱۴۸ و ۱۵۲ ام ژولیوسی را در پی خواهد داشت به عبارت دیگر ۳۲ روز زودتر کشتن در نهایت سبب ۴ روز زودتر برداشت کردن می‌شود. که این اختلاف ۲۸ روزه در طول دوره رشد باعث هدر رفت نهاده‌ها و منابع انسانی خواهد شد. همچنین مشخص شد که هر چقدر تاریخ کشت از فروردین فاصله گرفته و به خرداد نزدیکتر گردد، طول دوره رشد نیز کوتاه‌تر خواهد شد دلیل این امر پایین بودن دمای هوا در فروردین ماه است که طبیعتاً گیاه برنج GDD کمتری دریافت خواهد کرد. البته ممکن است این کاهش طول دوره رشد با توجه به پارامتر GDD باعث کاهش عملکرد گردد.

در تحقیقات دیگر اشاره شده است که یکی از شاخص‌های اقلیم کشاورزی که نقش عمده‌ای در مراحل تکامل و رشد گیاه برعهده دارد، پارامتر درجه-روز رشد مورد نیاز گیاه می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۵). از طرفی سرما و گرمای خارج از حد مطلوب نیز برای گیاه برنج سبب تنش دمایی می‌شود و معمولاً ناشی از تاخیر یا تعجیل در کاشت در هر منطقه می‌باشد که در نهایت با کاهش رشد و عملکرد دانه همراه است (رفیعی، ۱۳۸۷) بنابراین در این راستا باید

که در آن d_i فاصله ایستگاه i از نقطه شبکه $Lat, h, P, Long$ به ترتیب نشانگر ارتفاع، عرض و طول جغرافیایی)، T_i مقدار متغیر درون‌یابی شده در ایستگاه i و b_1 تا b_3 ضرایب حاصل از رگرسیون نقاط ایستگاهی منتخب حول نقطه شبکه P هستند. مقدار T_p برآورد متغیر درون‌یابی شده به روش درون‌یابی GIDS در نقطه شبکه P خواهد بود. در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، رسم نمودارها و شکل‌ها از نرم افزارهای SPSS, Hyfrun, Excel, GIS استفاده گردید.

نتایج و بحث

وضعیت رشدی گیاه برنج و شرایط و ویژگی‌های آب و هوایی، بر عملکرد آن موثر بوده و تاریخ کاشت مناسب با توجه به عوامل محیطی موجود جهت جلوگیری از هدررفت در زمینه‌هایی مانند هزینه آب مصرفی، هزینه نیروی انسانی، صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌ها امری اجتناب ناپذیر است. مدیریت زمان کاشت جهت تولید بهینه در هر رقم از برنج، از جمله عوامل اصلی و تأثیرگذار در تولید می‌باشد که موجب استفاده بهینه از نهاده‌های به کار برده شده می‌شود (سدیدی و همکاران، ۱۴۰۰). در تایید اثر انکار ناپذیر شرایط محیطی می‌توان گفت که با کاهش دما، سرعت واکنش‌های شیمیایی و فرآیندهایی مانند تنفس و فتوسنتز کاهش می‌یابد در نتیجه باعث تاخیر در ظهور مراحل مختلف رشدی گیاه و کاهش بیوماس تولیدی و عملکرد می‌شود (نیجات و همکاران، ۲۰۰۴). همین امر سبب می‌شود که گیاه نه تنها ملکول‌های ذخیره ای جدید تولید ننماید، بلکه از ذخایر خود استفاده کند. کاهش سطح انرژی متابولیکی در گیاه، فرآیندهای مهمی مانند جذب آب و عناصر غذایی را محدود نموده و در نتیجه بطور مضاعف سبب کاهش آسیمیلاسیون و رشد گیاه برنج می‌گردد.

در این تحقیق برای به دست آوردن تاریخ برداشت، درجه - روز رشد تجمعی از تاریخ کشت تا رسیدن به ۱۴۵۰ واحد در نظر گرفته شد، سپس تاریخ‌های برداشت با استفاده از تابع

تاریخ مناسبی برای کشت انتخاب کرد که علاوه بر دریافت تولید و نهاده‌های مورد استفاده را نیز در پی داشته باشد. انرژی حرارتی و حصول عملکرد بالا، کاهش در هزینه‌های

جدول ۲- تاریخ‌های برداشت بر اساس روز ژولپوسی

تاریخ کشت (روز ژولپوسی)	احتمال (درصد)	انزلی	آستارا	تالش	رودبار	رودسر	رشت	کیاشهر	لاهیجان
۱۰ (۱۰ فروردین)	٪ ۲۵	۱۳۷	۱۴۵	۱۴۵	۱۲۵	۱۴۳	۱۳۸	۱۳۹	۱۴۳
	٪ ۵۰	۱۴۱	۱۴۸	۱۴۸	۱۲۸	۱۴۶	۱۴۱	۱۴۲	۱۴۵
	٪ ۷۵	۱۴۶	۱۵۳	۱۵۳	۱۳۲	۱۵۱	۱۴۶	۱۴۶	۱۵۰
۲۰ (۲۰ فروردین)	٪ ۲۵	۱۳۸	۱۴۵	۱۴۵	۱۲۷	۱۴۴	۱۳۹	۱۳۹	۱۴۴
	٪ ۵۰	۱۴۱	۱۴۸	۱۴۹	۱۳۰	۱۴۷	۱۴۲	۱۴۲	۱۴۷
	٪ ۷۵	۱۴۷	۱۵۴	۱۵۴	۱۳۴	۱۵۲	۱۴۷	۱۴۷	۱۵۲
۳۲ (۱ اردیبهشت)	٪ ۲۵	۱۴۱	۱۴۸	۱۴۹	۱۳۲	۱۴۶	۱۴۳	۱۴۲	۱۴۷
	٪ ۵۰	۱۴۴	۱۵۰	۱۵۱	۱۳۵	۱۴۸	۱۴۵	۱۴۵	۱۴۹
	٪ ۷۵	۱۴۹	۱۵۵	۱۵۶	۱۳۸	۱۵۲	۱۵۰	۱۴۹	۱۵۳
۴۲ (۱۰ اردیبهشت)	٪ ۲۵	۱۴۳	۱۴۹	۱۵۰	۱۳۶	۱۴۷	۱۴۴	۱۴۵	۱۴۹
	٪ ۵۰	۱۴۶	۱۵۲	۱۵۲	۱۳۸	۱۵۰	۱۴۶	۱۴۸	۱۵۱
	٪ ۷۵	۱۴۹	۱۵۶	۱۵۶	۱۴۲	۱۵۵	۱۵۰	۱۵۲	۱۵۵
۵۲ (۲۰ اردیبهشت)	٪ ۲۵	۱۴۸	۱۵۳	۱۵۵	۱۴۳	۱۵۲	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۴
	٪ ۵۰	۱۵۱	۱۵۷	۱۵۸	۱۴۷	۱۵۵	۱۵۳	۱۵۲	۱۵۷
	٪ ۷۵	۱۵۵	۱۶۲	۱۶۳	۱۵۰	۱۶۰	۱۵۸	۱۵۶	۱۶۲
۶۳ (۱ خرداد)	٪ ۲۵	۱۵۵	۱۶۱	۱۶۳	۱۴۸	۱۶۱	۱۵۸	۱۵۶	۱۶۲
	٪ ۵۰	۱۵۷	۱۶۴	۱۶۶	۱۵۲	۱۶۶	۱۶۱	۱۵۹	۱۶۴
	٪ ۷۵	۱۶۲	۱۶۹	۱۷۰	۱۵۶	۱۶۹	۱۶۶	۱۶۴	۱۶۹
۷۳ (۱۰ خرداد)	٪ ۲۵	۱۶۲	۱۶۸	۱۶۹	۱۵۷	۱۶۸	۱۶۵	۱۶۴	۱۶۹
	٪ ۵۰	۱۶۵	۱۷۱	۱۷۳	۱۶۲	۱۷۳	۱۶۸	۱۶۷	۱۷۱
	٪ ۷۵	۱۶۹	۱۷۶	۱۷۸	۱۶۵	۱۷۷	۱۷۳	۱۷۲	۱۷۶
۸۳ (۲۰ خرداد)	٪ ۲۵	۱۷۰	۱۷۹	۱۷۷	۱۶۷	۱۷۸	۱۷۳	۱۷۲	۱۷۶
	٪ ۵۰	۱۷۳	۱۸۳	۱۷۹	۱۷۲	۱۸۲	۱۷۶	۱۷۵	۱۷۷
	٪ ۷۵	۱۷۸	۱۸۴	۱۸۳	۱۷۴	۱۸۴	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰

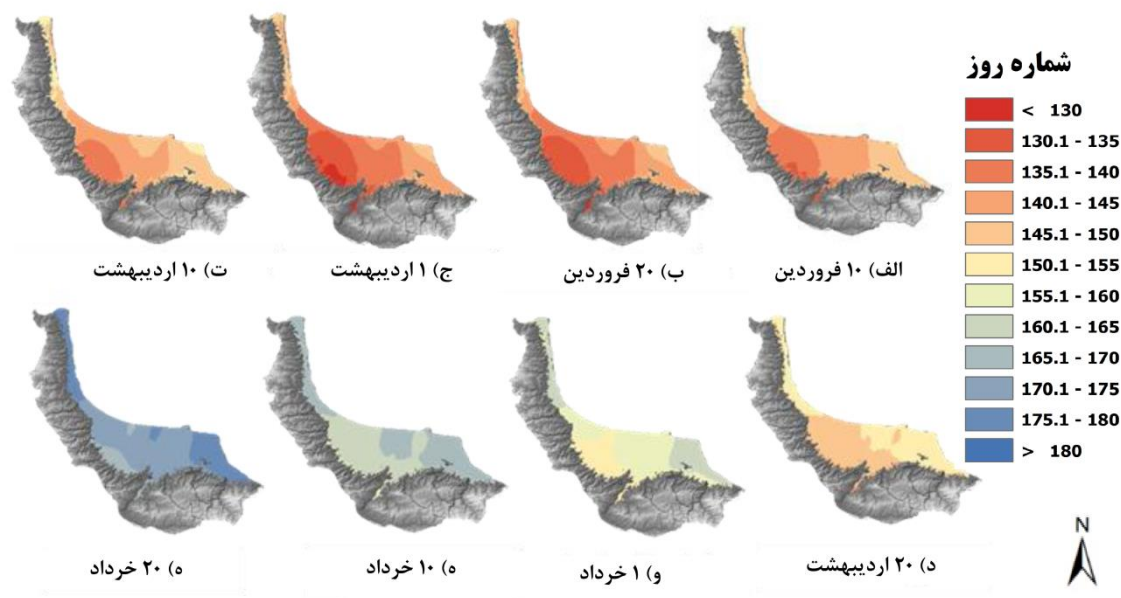
احتمال ارائه گردید. به منظور نشان دادن میزان خطای روش درون‌یابی از آماره ریشه میانگین مربع خطا (RMSE) استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جهت بررسی طول دوره رشد در سایر مناطق استان که فاقد ایستگاه هواشناسی هستند با استفاده از الگوریتم GIDS و با تفکیک مکانی ۹۰۰ متر (۰/۰۱ درجه جغرافیایی) برای تمامی مناطق جلگه‌ای استان گیلان طول دوره رشد درون‌یابی شد و نتایج حاصله به صورت پهنه‌بندی در سه سطح

جدول ۳ - مقادیر ریشه میانگین مربعات خطا بر اساس تاریخ‌های کشت مختلف

روز ژولپوسی	۱۰	۲۰	۳۲	۴۲	۵۲	۶۳	۷۳	۸۳
تاریخ کشت	(۱۰ فروردین)	(۲۰ فروردین)	(۱ اردیبهشت)	(۱۰ اردیبهشت)	(۲۰ اردیبهشت)	(۱ خرداد)	(۱۰ خرداد)	(۲۰ خرداد)

۴/۰۴	۴/۰۵	۴/۸۲	۳/۷۶	۱۶/۹۶	۱۸/۸۸	۱۷/۹۵	۱۹/۰۹	RMSE
------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	------



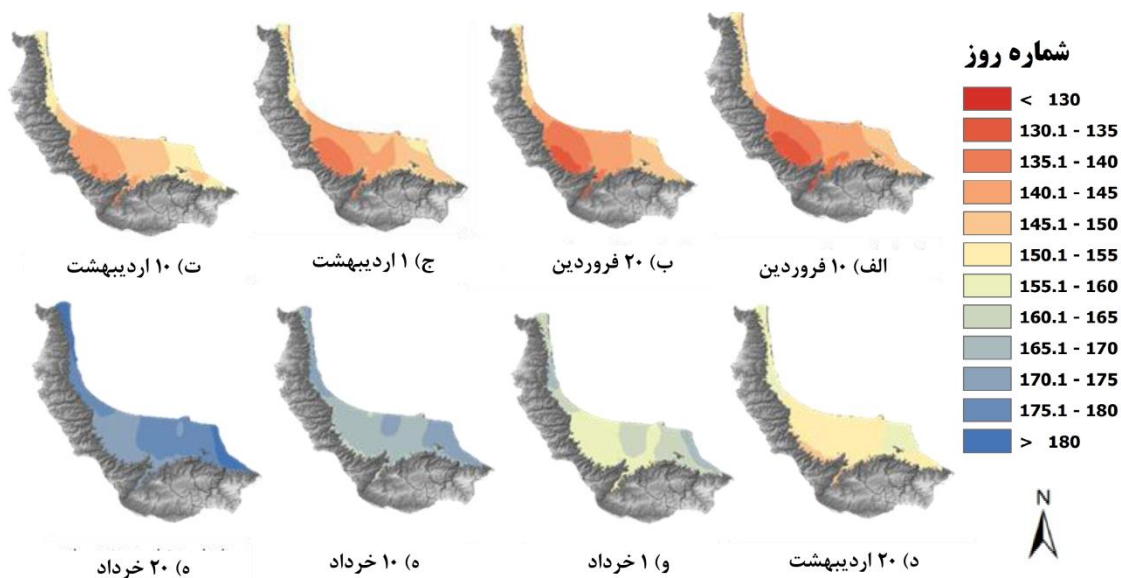
شکل ۲- طول دوره رشد برنج با توجه به هشت تاریخ کشت با احتمال ۲۵ درصد

که چرا مناطق محدوده شفت، فومن و صومعه‌سرا نسبت به سایر شهرستان‌ها طول دوره رشد کوتاه‌تری دارند نیز نیاز به یک کار تحقیقاتی جامع دارد چرا که می‌تواند تحت تاثیر شرایط مختلفی از قبیل شرایط اقلیمی و توپوگرافیکی، جنس خاک و نوع آب مورد استفاده (رودخانه، کانال، چاه) باشد. از طرف دیگر مناطق محدوده شرق رودبند، شرق کياشهر، شمال آستارا، شمال تالش، غرب حویق، غرب لوندویل و لیسار طولانی‌ترین طول دوره رشد را به خود اختصاص داده‌اند. به عنوان مثال در محدوده لیسار اگر تاریخ کشت در روز ۱۰ فروردین (روز ۱۰ ام ژولایوس) باشد تاریخ برداشت روز ۲۰ مرداد (روز ۱۵۰ ام ژولایوس) خواهد شد یعنی طول دوره رشد ۱۴۰ روز می‌باشد حال اگر در همین منطقه کشت در تاریخ ۱۰ خرداد (روز ۷۲ ام ژولایوس) انجام گیرد تاریخ برداشت در روز ۵ شهریور (روز ۱۶۰ ام ژولایوس) خواهد بود یعنی طول دوره رشد ۸۸ روز می‌باشد که سبب اختلاف ۵۲ روزه در طول دوره رشد خواهد بود. دلیل طولانی‌تر شدن مرحله رسیدن برنج در شهرهای فوق احتمالاً مجاور بودن این شهرها در نزدیکی رشته کوه‌های (البرز غربی) و نسیم‌های کوه به دشت است که سبب کاهش دما و به تبع آن کاهش دریافت GDD خواهد شد. البته دیر رسیدن برنج در محدوده کياشهر و رودبند با

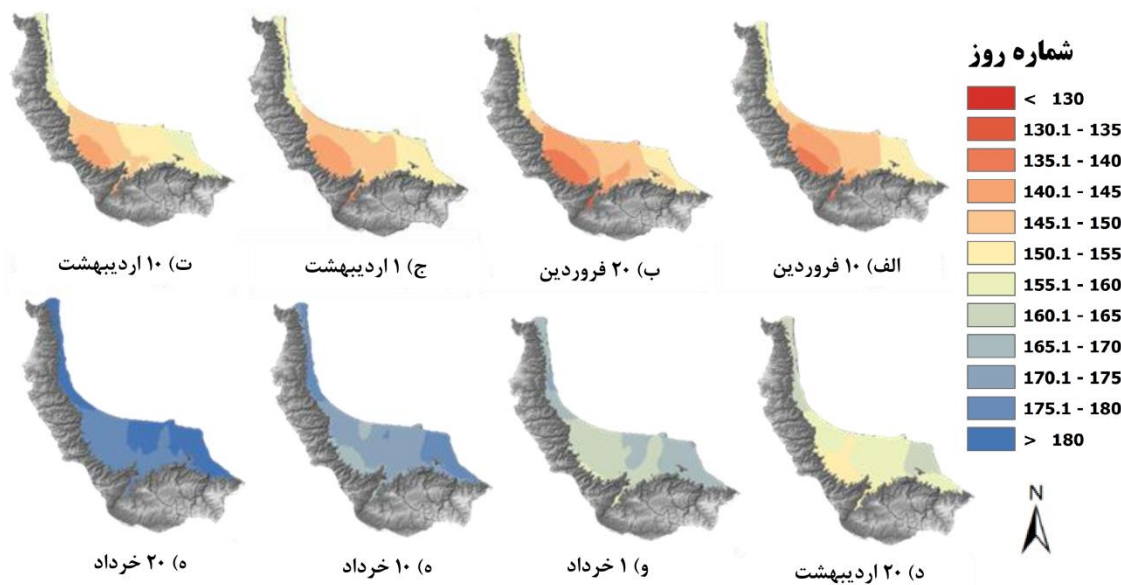
با توجه به پهنه‌بندی انجام گرفته در سطح احتمال ۲۵٪ (شکل ۲) مناطق محدوده شفت، فومن و صومعه‌سرا نسبت به سایر نقاط استان طول دوره رشد کوتاه‌تری را داشته‌اند. البته باید در نظر داشت که هر چقدر تاریخ کشت به سمت تابستان پیش رود، طول دوره رشد کوتاه‌تر خواهد شد. به عنوان مثال برای شهرستان فومن اگر تاریخ کشت در روز ۱۰ فروردین (روز ۱۰ ام ژولایوس) صورت پذیرد تاریخ برداشت حدوداً روز ۶ مرداد (۱۳۰ ام ژولایوس) خواهد بود، یعنی طول دوره رشد ۱۲۰ روز می‌باشد. حال اگر در همین شهرستان تاریخ کشت را به ۱۰ خرداد (روز ۷۲ ام ژولایوس) منتقل کنیم تاریخ برداشت روز ۵ شهریور (روز ۱۶۰ ام ژولایوس) خواهد بود یعنی طول دوره رشد ۸۸ روز می‌باشد. این اختلاف ۳۲ روزه در طول دوره رشد می‌تواند باعث صرفه جویی در مصرف نهاده‌ها (کود، آب، زمان، هزینه‌های کاشت و ...) گردد. همان‌گونه که در پهنه‌بندی مشخص است در سایر نقاط استان نیز وضع به همین منوال است، یعنی هر چقدر تاریخ کشت دیرتر صورت پذیرد طول دوره رشد کوتاه‌تر خواهد شد. کوتاه‌ترین طول دوره رشد مربوط به تاریخ کشت‌های ۱۰ و ۲۰ خرداد (۷۲ و ۸۲ ام ژولایوس) می‌باشد. که البته ممکن است این کوتاه شدن طول دوره رشد تاثیر منفی بر عملکرد دانه داشته باشد و این

سرعت تقسیم سلولی و رشد سلول‌ها شده که نتیجتاً سبب کاهش رشد و افزایش طول دوره رشد گیاه خواهد شد (فلاح و همکاران، ۱۳۹۴).

توجه به نزدیک بودن این مناطق به دریا کمی دور از انتظار است که این نتیجه ممکن است ناشی از خطای داده‌های ایستگاه گیاهشهر و یا خطای درون‌یابی باشد. در تحقیقی بیان شده که هر گونه تنش سرما یا کاهش دما باعث کاهش



شکل ۳- طول دوره رشد برنج با توجه به هشت تاریخ کشت با احتمال ۵۰ درصد



شکل ۴- طول دوره رشد برنج با توجه به هشت تاریخ کشت با احتمال ۷۵ درصد

طولانی‌ترین طول دوره رشد را در هر هشت تاریخ کشت به خود اختصاص دادند. از طرفی بهترین تاریخ کشت از نظر کوتاه بودن طول دوره رشد مربوط به تاریخ‌های کشت ۱۰ و ۲۰ خرداد بود.

در پهنه‌بندی‌های صورت گرفته با سطوح احتمال ۵۰ و ۷۵ (به ترتیب شکل‌های ۳ و ۴) درصد نیز نتایج مشابهی بدست آمد یعنی مناطق محدوده شفت و فومن کوتاهترین و مناطق محدوده اسالم، حویق، لوندویل، هشتپر و آستارا

روز رشد) بر طول دوره رشد برنج دارای اثر شاخص‌تر است. بنابراین آگاهی از میزان و احتمال رخداد آن در منطقه موجب بهبود تقویم زراعی می‌گردد. با توجه به این نکته پهنه‌بندی مناطق بر اساس GDD می‌تواند در انجام عملیات زراعی به موقع و صحیح و همچنین استفاده بهتر از زمین‌های کشاورزی دارای اهمیت ویژه‌ای باشد.

نتایج نشان داد که در هر ۸ تاریخ کشت، مناطق محدوده فومن، شفت و صومعه‌سرا کوتاه‌ترین طول دوره رشد را داشته و مناطق محدوده اسالم، تالش و آستارا، کیشهر و رودبنه دارای طولانی‌ترین طول دوره رشد بوده‌اند. در تمام شهرستان‌های استان مناسب‌ترین تاریخ کشت از نظر کوتاه‌تر بودن طول دوره رشد مربوط به تاریخ‌های ۱۰ و ۲۰ خرداد بوده است. به عبارت دیگر هر چقدر تاریخ کشت از فروردین فاصله گرفته و به خرداد نزدیکتر گردد، طول دوره رشد نیز کوتاه‌تر خواهد شد که دلیل این امر می‌تواند ناشی از پایین بودن دمای هوا در فروردین ماه باشد که طبیعتاً گیاه برنج GDD کمتری دریافت می‌کند. البته لازم به ذکر است که در این تحقیق فقط اثر درجه - روز رشد بر طول دوره رشد برنج مورد بررسی قرار گرفته است و اثر عوامل دیگری مانند بارش آخر فصل، سرمای دیررس بهاره، تبخیر و تعرق، دمای خاک و غیره در نظر گرفته نشد، شایان ذکر است که اثر این عوامل در تعیین تاریخ کشت انکارناپذیر است. لذا پیشنهاد می‌شود اثر این عوامل و سایر عوامل زراعی بر طول دوره رشد برنج نیز مورد بررسی محققین قرار گیرد.

منابع

- 1- Abbasi, F., Ehteramian, K., Khazanedari, I., Gharaei, SH and Asmari, M. 2014. Locating the Most Suitable Dry Land Wheat Areas (Case Study: North Khorasan Province). Journal of Climatological research. 13 (13).
- 2- Amini, M., Hedayati Dezfouli, A and M, Azadi. 2019. Comparison of precipitation zoning on Iran using different interpolation methods in a case study. Journal of Eeteorological Organization. 100 (101).

در انتها می‌توان این گونه جمع‌بندی کرد که در تمامی تاریخ‌های کشت، مناطق محدوده فومن، شفت و صومعه‌سرا کوتاه‌ترین طول دوره رشد را داشته و طولانی‌ترین طول دوره رشد نیز مربوط به مناطق اسالم، تالش و آستارا، کیشهر و رودبنه بوده است. همچنین مشخص گردید که هر چقدر تاریخ کشت از فروردین فاصله گرفته و به خرداد نزدیکتر گردد، طول دوره رشد نیز کوتاه‌تر خواهد شد که دلیل این امر پایین بودن دمای هوا در فروردین ماه است که طبیعتاً گیاه برنج GDD کمتری دریافت خواهد کرد. محققان دیگری بیان کرده‌اند که وقوع دماهای پایین که در کشت زود هنگام بیشتر اتفاق می‌افتد، سبب کاهش سرعت رشد گیاهچه، زرد شدن برگ‌ها، کاهش ارتفاع و پنجه‌زنی، افزایش طول دوره رشد و در برخی موارد باعث توقف رشد گیاه خواهد شد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۶). از طرفی شمار روزهای مورد نیاز برای رسیدن به وزن نهایی دانه برنج کاملاً تحت تأثیر دمای محیط، از دوره گرده‌افشانی تا رسیدگی کامل است. بنابراین زمان کشت مناسب به دلیل ایجاد انطباق فرآیندهای فیزیولوژیکی و مراحل فنولوژیکی گیاه با شرایط مناسب آب و هوایی نقش به‌سزایی در تولید محصول دارد (دینش و همکاران، ۱۹۹۷).

نتیجه‌گیری

همان‌طور که در این تحقیق مشخص گردید شرایط آب و هوایی و محیطی از جمله دمای هوا بر فرآیندهای رشد و نمو گیاهان و در نهایت بر تولید و عملکرد گیاه برنج، مؤثر واقع می‌شود. به طور کلی در شرایط مشابه از نظر مدیریت زراعی و استفاده از ژنوتیپ یکسان، تنها شرایط اقلیمی و محیطی است که میزان پتانسیل عملکرد ارقام را تعیین می‌کند. در این راستا باید تاریخ مناسبی برای کشت انتخاب کرد که علاوه بر دریافت نیازهای محیطی از جمله نیاز حرارتی و حصول عملکرد بالا، کاهش در هزینه‌های تولید و نهاده‌های مورد استفاده را نیز در پی داشته باشد. با توجه به این نکته برنامه‌ریزی برای انتخاب تاریخ کشت مناسب هر محصول و کاهش اثرات منفی ناشی از این تغییرات محیطی، تأثیر بسزایی در کسب سود اقتصادی و جلوگیری از اتلاف منابع دارد. از بین پارامترهای هواشناسی، دمای هوا (درجه-

- Qarakhil. Journal of Meteorology of Mazandaran.
- 14- Khalili, A. 2017. Comparison of winter wheat GDD values calculated using daily and hourly temperature data in two climatic regions of Iran. Journal of Research and construction. 8 (4).
 - 15- Koocheki, A., Nassiri, M., Kamali, G.A., Shahandeh, H., (2006). Potential impacts of climate change on agro-meteorological indicators in Iran. Arid Land Research and Management. 20,:245-259
 - 16- Meza, F.J., Silva, D., and vigil, H., 2008. Climate change impacts irrigated maize in Mediterranean climates: on of double cropping as an emerging adaptation alternative. Agricultural systems. Volume 9891): 21 – 30.
 - 17- Mozafari, Gh and azizian, M. 2012. Investigation Eurygaster integriceps pest revolt of wheat based on temperature characteristics in Kordestan. Physical Geography Research Quarterly. 76 (14).
 - 18- Nalder, I . A. and R. W . Wein , 1998, Spatial interpolation of climatic normal: test of a new method in the Canadian boreal forest. Agricultural and forest meteorology. 92(4): p. 211-225.
 - 19- Nijat I, Tursun K, Barry G and Jeremy J. 2004. Effect of early cold stress on the maturation of rice anthers. Pro-teomics journal. 4:1873-1882.
 - 20-
 - 21- Rafiei, R. 2008. The effect of planting date on yield of several rice cultivars in Khorramabad climate. Journal of Seed and Plant Production. 4. P. 251-261.
 - 22- Sadat Azimi, M., Bakhshandeh Savad Roudbari, M., Sanadgol, A., Akbarzadeh, M., Ghasrbani, F and Jafari, f. 2013. Study of the effect of Growth Degree Days and soil moisture on species phenology of Stipa henackeriana in arid and semi-arid pastures. Journal Rangeland and Desert Research. 19 (2).
 - 23- Sadidi shal, M, T., Asadi oskoei, E., Zohd ghodsi, M, J and Amindeldar, Z. 2021. Comparison of day degree - growth of different phenological stages of Hashemi rice in Guilan province. Journal of Climate Research. 12(45).
 - 24- Sfarian Zangir, V., Shokri, F., Rohi, F and Naderi, B. 2016. Investigation of the role of climatic parameters and cultivation hazards, rice yield in Guilan province.
 - 3- Amini, M and Hedayati Dezfouli A. 2017. Case study of precipitation zoning (monthly, seasonal, annual) considering the unevenness in Iran. Conference on Numerical Weather Forecasting. Tehran.
 - 4- Bishnoi, P., Singh, S. and Niwas, R.1995. Effect of temperature on phonological development of wheat crop in different row orientation. Indian. Journal of agriculture Science 65: 211 – 214.
 - 5- Chaw Ven Te,1987, Applied Hydrology, Mc Graw-Hill International Editions
 - 6- Koutrouvelis Ioannis A. , Canavos George C., 1999, Estimation in the Pearson Type 3 Distribution, Water Resources Research, Vol. 35, No. 9, PP: 2693-2704
 - 7- Cheraghi, 2015. Importance and effect of Growth Degree Days of Cumulative To determine the different stages of rapeseed phenology in Plain of Khuzestan. The First National Conference on Medicinal Plants, Traditional Medicine and Organic Agriculture.
 - 8- Dinesh, C., K. Lodh, M. Sahoo, B. B. Nanda and D. Chander. 1997. Effect of date of planting and spacing on grain yield and quality of scented rice (oryza sativa L.) varieties in wet season in coastal. Orissa Indian Journal Agricultural Science 67: 93 - 97.
 - 9- Esmael Zadeh, M., Niknejad, y., Fallah Amoli, H and Kheyri, N. 2017. Determination of Optimum Transplanting Date for Double Cropping of Rice (Oryza sativa L. CV. Tarom Mahalli) in Mazandaran. Journal of Crop Ecophysiology. 10 (4).
 - 10- Fallah, E and Miarostami, P. 2015. Effect of temperature on growth stages and yield of rice cultivars under greenhouse conditions. Journal of Agriculture.106.
 - 11- Fathi, N., Pirdashti, H., Nasiri., M and Bakhshandeh., A. 2017. Effect of temperature and radiation intensity on yield and yield components of rice in Mazandaran climatic conditions. Journal of Crop Improvement. 19 (1).
 - 12- Helali, J. 2009. Comparison of winter wheat GDD values calculated using daily and hourly temperature data in two climatic regions of Iran. Master Thesis in Agricultural Meteorology, Irrigation and Development Engineering Department. Pardis of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran.
 - 13- Hosseini, M. 2010. Study of index of oranges, cotton, wheat, rice and its effect on the ripening time of these plants in

- International Conference on Innovation in Science and Tecknology.
- 25- Taghi Mir haji, T., Sanadgol, A., Ghasemi, M and Nori, N. 2011. Application of Growth Degree-Days in determining phenological stages of four grass species in Homand Absard Research Station. *Journal Rangeland and Desert Research*. 17 (3).
 - 26- Vose David, 2008, *Risk Analysis A quantitative Guide*, third ed. , John Wiley and Sons, Ltd.
 - 27- Yasari, T and Shasavari, M. 2014. Zoning of Growth Degree Days values of spring safflower in Isfahan. *Journal of Crop Production and Processing*. 3 (8).
 - 28- Zarekia, S., Ehsani, A., Zare, N and Mirjani, T. 2012. Study of species phenology *Astragalus chaborasicus*, *Poasinaica*, *Stipa hohenackeriana* by calculating Growth Degree Days in the Khoshke roud Saveh. *Journal Rangeland and Desert Research*. 18 (3).