Journal of the Nivar Vol. 46, No. 118-119, Autumn and Winter 2022, P. 39-54

Homepage: https://nivar.irimo.ir (Research Article)

Analysis of the Impact of Meteorological Parameters over the Main Stage of Rice

Kheirkhah, A.[1] | Kamali, Gh. A.[2]✉ | Meshkatee, A. H.[3] | Babazadeh, H.[4] | Asadi Oskouei, E.[5]

1. Phd student in Agro meteorology, Department of Earth Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: ana_dk2010@yahoo.com

2. **Corresponding Author,** Associate Professor of Agro meteorology, Department of Earth Sciences, Science and Research Branch, Islamic A zad University, Tehran, Iran , Email: a.kamali@srbiau.ac.ir

3. Associate Professor of Meteorology, Department of Earth Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: ameshkatee@srbiau.ac.ir

4. Professoer of Water science and engineering, Department of Agricuitural Management, Tehran, Iran. Email: h_babazadeh@srbiau.ac.ir

5. Associated professor of Atmospheric Science and Meteorological Research Center, Tehran, Iran. Email: e.asadi.o@gmail.com

(Received: 12 Oct 2022, Accepted: 4 Mar 2023, Published online: 4 Mar 2023)

Abstract

Considering the high impact of weather conditions in different stages of rice production and also the high impact of the date and time of various rice cultivation operations on the quality and quantity of the product, in this research, it has been tried to determine the fluctuations of different meteorological parameters at different levels of probability in important stages in The agricultural calendar should be reviewed and studied. To conduct this study, first, the traditional agricultural calendar was prepared through the reports of the Amol Rice Research Center and with the help of interviews with rice farmers and the cooperation of rice agricultural experts. Among the various stages in the agricultural calendar, 5 stages were selected as the main stages including: land preparation, treasury, transplanting, flowering and ripening of seeds and harvesting. Then, the data of temperature, precipitation, humidity, wind speed, sunshine hours and surface temperature in 9 weather stations as representative of the main rice growing areas in the province for the statistical period of 2005 to 2020 were received from the Meteorological Organization. . According to the agricultural calendar and the time frames for the 5 mentioned stages and the appropriate thresholds and weather conditions at that time, the compatibility of the favorable conditions for rice cultivation operations in different stages with the actual conditions of investigation and the expected values of each parameter in each period It was calculated at different probability levels. The results show the amount and probability thresholds of the effective parameters in the 5 stages of the paddy cultivation calendar and are considered as a meteorological translation of the behavior of rice farmers during the cultivation season. Also, these results can be used as a basis for future research on the effect of climate change on possible changes in the rice cultivation calendar in Mazandaran.

Keywords: Rice, Agricultural Calendar, Probabilistic Analysis.

Cite this article: Kheirkhah, A, Kamali, Gh. A, Meshkatee, A. H, Babazadeh, H, Asadi Oskuee, E(2022). Analysis of the Impact of Meteorological Parameters over the Main Stage of Rice. Nivar, Vol. 46, No. 118-119. 39-54. DOI: https://doi.org/10.30467/nivar.2022.364502.1228

Publisher: Iran Meteorological Organization
DOI: https://doi.org/10.30467/nivar.2022.364502.1228

Print ISSN: 1735-0565
Online ISSN: 2645-3347

نیوار
دوره ۴۶، شماره ۱۱۸- ۱۱۹، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۳۹-۵۴
نشانی اینترنتی مجله: https://nivar.irimo.ir
(مقاله پژوهشی)

تحلیل پارامترهای هواشناسی اثر گذار در مراحل اصلی تقویم کشت برنج در مازندران

آناهیتا خیرخواه[۱] | غلامعلی کمالی[۲] ✉ | امیرحسین مشکوتی[۳] | حسین بابازاده[۴] | ابراهیم اسعدی اسکویی[۵]

۱. دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی،گروه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران. رایانامه: ana_dk2010@yahoo.com

۲. **نویسنده مسئول**، دانشیار هواشناسی کشاورزی، گروه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران. رایانامه: a.kamali@srbiau.ac.ir

۳. دانشیار هواشناسی، گروه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران. رایانامه: ameshkatee@srbiau.ac.ir

۴. استاد تمام گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران، ایران. رایانامه: h_babazadeh@srbiau.ac.ir

۵. استاد یار پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران. رایانامه: e.asadi.o@gmail.com

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۰، پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳، انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳)

چکیده

با توجه به تاثیر زیاد وضعیت آب و هوا در مراحل مختلف تولید برنج و همچنین تاثیر زیاد تاریخ و زمان انجام عملیات مختلف شالیکاری بر کیفیت و کمیت محصول، در این پژوهش سعی شده است که نوسانات پارامترهای مختلف هواشناسی در سطوح مختلف احتمالاتی در مراحل مهم در تقویم زراعی بررسی و مطالعه شود. برای انجام این مطالعه ابتدا تقویم زراعی سنتی از طریق گزارشهای مرکز تحقیقات برنج آمل و با کمک مصاحبه با شالیکاران و همکاری کارشناسان امور زراعی برنج تهیه شد. در بین مراحل مختلف در تقویم زراعی، ۵ مرحله به عنوان مراحل اصلی شامل: آماده سازی زمین، خزانه، نشاءکاری، گلدهی و رسیدن دانه و برداشت انتخاب شدند . سپس داده های دما، بارش، رطوبت، سرعت باد، ساعت آفتابی و دمای سطح زمین در ۹ ایستگاه هواشناسی به عنوان معرف مناطق عمده برنجکاری در استان .برای دوره آماری ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ از سازمان هواشناسی دریافت گردید. . با توجه به تقویم زراعی و بازه های زمانی برای ۵ مرحله نام برده و آستانه‌های مناسب و شرایط آب و هوایی در آن زمان، مطابقت شرایط مساعد برای عملیات شالیکاری در مراحل مختلف با شرایط واقعی بررسی و مقادیر مورد انتظار هر پارامتر در هر دوره در سطوح احتمالاتی مختلف محاسبه شد. نتایج نشان دهنده میزان و آستانه های احتمالاتی فراسنج های اثر گذار در مراحل ۵ گانه تقویم کشت شالیزاری می باشند. رفتار شالکیاران و تجربه های ارزشمند آنها در طول فصل کشت به زبان علمی وارد تحقیق شده است. نتایج نشان داد که متوسط دما در پنج مرحله نام برده به ترتیب ۱۲/۸، ۱۴/۳، ۱۸/۷، ۲۰/۷و ۳۱/۴ درجه سانتیگراد می باشد که در محدوده آستانه حرارتی مطلوب برای تمام عملیات زراعی بوده و شرایط مناسبی برای رشد برنج فراهم است. همچنین این نتایج میتوانند به عنوان مبنای تحقیقات آتی در زمینه اثر تغییر اقلیم بر تغییرات احتمالی تقویم کشت برنج در مازندران مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: برنج، تقویم زراعی، تحلیل احتمالاتی، پارامترهای هواشناسی، مازندران.

۱. مقدمه

متغیرهای اقلیمی به عنوان یکی از ورودی‌های اصلی در فرآیند تولید محصولات زراعی محسوب می‌شوند، لذا تغییر در میانگین و انحراف معیار آن‌ها می‌تواند در میزان تولید و عملکرد محصولات زراعی مؤثر باشد. جنبه‌های مختلف تغییر اقلیم اثرات متفاوتی را بر تولید و عملکرد گیاهان زراعی ایجاد خواهند کرد و این عوامل در ترکیب با یکدیگر ممکن است افزایش یا کاهش محصول را موجب شوند(گارگ و دادهیچ، ۲۰۱۴). امروزه، تغییرات اقلیمی که با گرم شدن کره زمین مشخص می‌شود، تبدیل به یکی از مخرب‌ترین بحران‌ها برای محیط زیست جهانی و توسعه پایدار جهانی شده است(یانگ و همکاران، ۲۰۲۱). بخش کشاورزی بیش از سایر بخش‌ها به

استناد: خیرخواه، آناهیتا؛ کمالی، غلامعلی؛ مشکوتی، امیرحسین ؛ بابازاده، حسین و اسعدی اسکویی، ابراهیم (۱۴۰۱). تحلیل پارامترهای هواشناسی اثر گذار در مراحل اصلی تقویم کشت برنج در مازندران. مجله نیوار، دوره ۴۶، شماره ۱۱۸- ۱۱۹، ۳۹-۵۴. DOI: https://doi.org/10.30467/nivar.2022.364502.1228

ناشر: سازمان هواشناسی کشور.
DOI: https://doi.org/10.30467/nivar.2022.364502.1228

تغییرات آب و هوایی حساس است. تغییرات اقلیمی می‌تواند تأثیر زیادی بر عملکرد محصولات زراعی بگذارد. در نتیجه بر عرضه محصولات کشاورزی تأثیر گذاشته، امنیت غذایی جهانی را به خطر می‌اندازد و پیامدهای بالقوه جدی اجتماعی – اقتصادی را در پی دارد(جینگ و همکاران، ۲۰۲۱؛ گویال و همکاران، ۲۰۱۸). کشورهای در حال توسعه به دلیل محدودیت استفاده از فناوری تطبیقی، فشارهای بیشتری را در ارتباط با امنیت غذایی تجربه می‌کنند(جینگ و همکاران، ۲۰۲۱). برنج یکی از محصولات غلات ضروری برای جمعیت جهان است که با کاهش دامنه دمایی روزانه در آب و هوای آینده، عواقب زیانبار بیشتری را متحمل خواهد شد. گزارش شده است که این اثر دما به طور قابل توجهی بهره وری محصول غلات را کاهش می‌دهد (کومار و همکاران، ۲۰۲۱). ایران یکی از مناطق کم آب جهان است و به دلیل وابستگی زیاد به کشاورزی حساس به اقلیم، به شدت در برابر اثرات تغییرات اقلیمی آسیب پذیر است (ضیایی و همکاران، ۲۰۲۱). در همین زمینه تغییر در مدیریت مربوط به آبیاری، خاک، رقم محصول، فعالیت‌ها و فناوری‌های مورد استفاده در کشت گیاهان زراعی می‌تواند نقش قابل توجهی در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و کنترل شرایط اقلیمی در هر منطقه داشته باشد (مال و همکاران، ۲۰۱۷). در همین راستا پژوهش‌های بسیاری در زمینه کاهش اثر تغییرات اقلیمی بر محصول برنج در ایران و جهان انجام شده است. صفریان زنگیر و همکاران(۱۳۹۵) با بررسی نقش پارامترهای اقلیمی بر عملکرد برنج استان گیلان به این نتیجه رسیدند که با ارائه یک برنامه‌ریزی کشت می توان از خسارت ناشی از بحران‌های اقلیمی کاست و میزان تولید برنج در این شهرستان را افزایش داد. موسوی بایگی و همکاران (۱۳۹۶) به مقایسه فراسنج‌های دمایی اندازه‌گیری شده در شالیزار و ایستگاه هواشناسی کشاورزی پرداختند. برای این منظور دمای شالیزار در ارتفاع ۶۵ سانتی متری (ارتفاع میانگین سایه انداز برنج) با داده‌های ایستگاه مجاورت مزرعه مقایسه شد. نتایج نشان داد که روند تغییرات دما در دو حالت مزرعه و ایستگاه، افزایشی بود. میزان افزایش در بیشینه‌ها بیشتر از کمینه‌ها بود. توسعه سایه انداز که موجب به وجود آمدن اختلافات معنی دار در اندازه گیری مزرعه و ایستگاه می شود و اختلافات دما در بیشینه بیشتر از کمینه هستند، یعنی خرد اقلیم مزرعه بر کاهش بیشینه‌های دما موثرتر است. آسترینتا یولیانتی و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای تحت عنوان معرفی فناوری سیستم اطلاعات تقویم زراعی برای کشت برنج به عنوان یک راه حل سازگاری با تغییرات اقلیمی در اندونزی، به طراحی یک سیستم اطلاعاتی تقویم زراعی برنج حاوی توصیه‌هایی در زمان کاشت، الگوی کشت و پیش بینی آب و هوا پرداختند و تقویم زراعی تهیه شده ترجمه و تحلیل هواشناسی شد و طی نظرسنجی‌های متعدد مطابقت توصیه‌های کشاورزی را با شرایط واقعی بررسی کردند. بوگاندرا میشرا و همکاران (۲۰۲۱) براساس داده های سنجش از دور (دادهای چند ساله MODIS) تقویم زراعی برنج برای آسیا را با هدف به روز رسانی تقویم های زراعی بر اساس مشاهدات زمینی، طراحی کردند. کا ای دی سوسا و همکاران (۲۰۱۸) نگرش کشاورزان آمریکای مرکزی را در رابطه با تغییرات اقلیمی همچنین انتخاب روش‌های کشاورزی برای سازگاری با این تغییرات را بررسی کردند. لذا انتخاب آنها از شیوه های کشاورزی برای انطباق با تغییرات اقلیمی، احیای جنگل آموزش و راهنمایی فنی، مدیریت خاک و معرفی محصولات جدید بود. لطفی و همکاران (۱۳۹۳) اقلیم حاکم بر کشت برنج در استان چهارمحال بختیاری را در ارتباط با برنامه‌ریزی های کشاورزی و پروژه‌های توسعه کشاورزی، مخصوصا تولید و کشت محصول برنج بررسی کردند. اسکویی و همکاران (۱۳۹۹) با توجه به تأثیر زیاد وضعیت جوی در مراحل مختلف تولید برنج، به توسعه سامانه توصیه‌های هواشناسی کشاورزی و شالیکاری در مناطق شمالی کشور پرداختند. ارزیابی توصیه‌های صادر شده حاکی از مطابقت بالای ۷۵ درصدی توصیه‌های صادر شده با واقعیت بود. اسکویی و همکاران (۱۴۰۰) تأثیر سطوح احتمالات متفاوت در برآورد نیاز آبی خالص برنج در استان‌های شمالی ایران بررسی کردند. به این منظور تغییرات مقادیر تبخیر و تعرق گیاه برنج را در سه تاریخ کشت متفاوت با چهار احتمال وقوع متفاوت در ۱۰ ایستگاه با دوره آماری ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ محاسبه کردند. نتایج نشان داد در

صورت وجود پیش بینی های اقلیمی دال بر گرم بودن فصل برنجکاری، بهتر است نوع مدیریت آبیاری با آب موجود با محاسبات سال‌های پر تعرق متناسب شود.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، استان مازندران با مختصات جغرافیایی ′۴۶ / °۳۵ تا ′۵۸ / °۳۶ عرض شمالی و ′۲۱ °۵۰ تا ′۰۸ °۵۴ طول شرقی در شمال کشور با وسعتی معادل ۲۳۷۵۶ کیلومتر مربع است که حدود ۱.۴۶ درصد مساحت کشور را در بر گرفته و دارای اقلیم معتدل و مرطوب می باشد.(اسعدی اسکویی و همکاران ۲۰۲۲) این استان عمده ترین تولیدکننده برنج در ایران می‌باشد. به طوری که سطح زیر کشت برنج در استان مازندران برابر با ۲۱۵۰۰۰ هکتار می باشد که ۴۵ درصد تولید برنج کشور را دارا می باشد. منطقه جلگه ای مازندران که مناطق عمده کشت برنج را شامل میشود مورد توجه بیشتر در این تحقیق می باشد.

۲-۲. داده ها

در این مطالعه ۹ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شامل گلوگاه، امیر آباد، دشت ناز، ساری، قراخیل، بابلسر، آمل، نوشهر و رامسر که معرف مناطق عمده کشت برنج از شرق تا غرب استان مازندران انتخاب شدند. در شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های هواشناسی نشان داده شده است. بعد از آن داده‌های متغیرهای هواشناسی شامل دمای هوا، دمای سطح زمین، بارندگی ۲۴ ساعته، سرعت باد،ساعت آفتابی، ابرناکی و رطوبت نسبی، از سال۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ در بازه های زمانی موجود در تقویم زراعی برای تمام ایستگاه‌ها در مقیاس زمانی روزانه جمع آوری و در سطوح احتمالاتی مختلف محاسبه شدند.

۲-۳. مراحل تولید برنج و تنظیم تقویم زراعی موجود

تقویم زراعی منطقه از طریق منابع کتابخانه ای و گزارش های مرکز تحقیقات برنج آمل و مصاحبه با شالیکاران و کارشناسان امور زراعی برنج مناطق تهیه شد و یک بازه زمانی برای برای هر کدام از مراحل کاشت تا برداشت برنج در نظر گرفته شد. از بین مراحل زراعی که در تقویم زراعی آمده است، ۵ مرحله به عنوان مراحل مهمتر و تأثیرپذیرتر نسبت به شرایط آب و هوایی برای تحلیل هواشناسی انتخاب شدند. مراحل مورد نظر، آماده سازی زمین، احداث خزانه، نشاء کاری، گلدهی تا رسیدن دانه و برداشت می باشند. مرحله آماده سازی زمین در فاصله زمانی ۲۰ اسفند تا ۵ اردیبهشت انجام می شود. مرحله احداث خزانه در فاصله زمانی ۱۰ فروردین تا ۱۵اردیبهشت انجام می‌شود. مرحله نشاء کاری را در فاصله زمانی ۲۵ فروردین تا ۵ خرداد میتوان انجام داد. مرحله گلدهی تا رسیدن دانه در فاصله زمانی ۱۰ خرداد تا ۱۰ تیر قابل انجام می باشد و مرحله برداشت در فاصله زمانی ۲۰ تیر تا ۲۰ مرداد انجام می شود (جدول ۱).

۲-٤. روش کار

برای ۹ ایستگاه مذکور در ۵ سطح احتمالاتی ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد، احتمال وقوع پارامتر های هواشناسی مورد نظر در ۵ مرحله اصلی و تاثیر گذار کشت برنج در بازه های زمانی مربوط در تقویم زراعی محاسبه شدند. احتمال وقوع پارامترهای مذکور بر اساس فرمول ویبول برآورد گردید. برای محاسبه احتمال داده های تجربی از فرمول ویبول استفاده می شود، که در آن p احتمال وقوع و m شماره ردیف و n تعداد داده هاست و از رابطه زیر محاسبه شد.

$$P = \frac{m}{n+1}$$

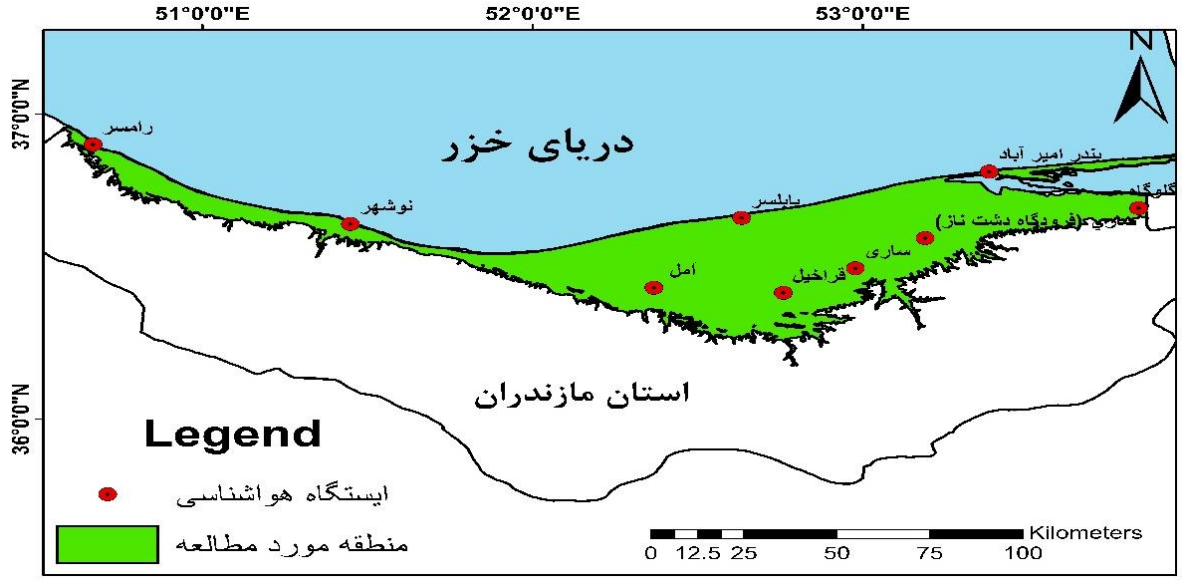
۳. نتایج

در این پژوهش برای ۵ مرحله مهم و تأثیر پذیر شالیکاری، در ۹ ایستگاه، احتمال وقوع پارامترهای تاثیر گذار در ۵ سطح احتمالاتی محاسبه شدند و نتیجه محاسبات به صورت بیش از ۴۰ جدول تدوین شد. با توجه به تعداد زیاد جداول و کوچکی انحراف از میانگین داده ها در بین ۹ ایستگاه، از میانگین ۹ ایستگاه برای ارائه در این مقاله استفاده شده است. در جداول ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به تفکیک مرحله زراعی و پارامترهای

هواشناسی، میانگین احتمال وقوع پارامترهای تأثیرگذار در هر مرحله در ۹ ایستگاه نام برده را نشان می‌دهند.

جدول ۱. تقویم زراعی مراحل عملیات زراعی برنج در استان مازندران

مرحله زراعی	تاریخ شمسی	تاریخ میلادی
آماده سازی زمین	۲۰ اسفند تا ۵ اردیبهشت	۱۱ مارس تا ۲۵ آوریل
خزانه	۱۰ فروردین تا ۱۵ اردیبهشت	۳۰ مارس تا ۵ می
نشاء	۲۵ فروردین تا ۵ خرداد	۱۴ آوریل تا ۲۶ می
گلدهی تا رسیدن دانه	۱۰ خرداد تا ۱۰ تیر	۳۱ می تا ۱ جولای
برداشت	۲۰ تیر تا ۲۰ مرداد	۱۱ جولای تا ۱۱ آگوست

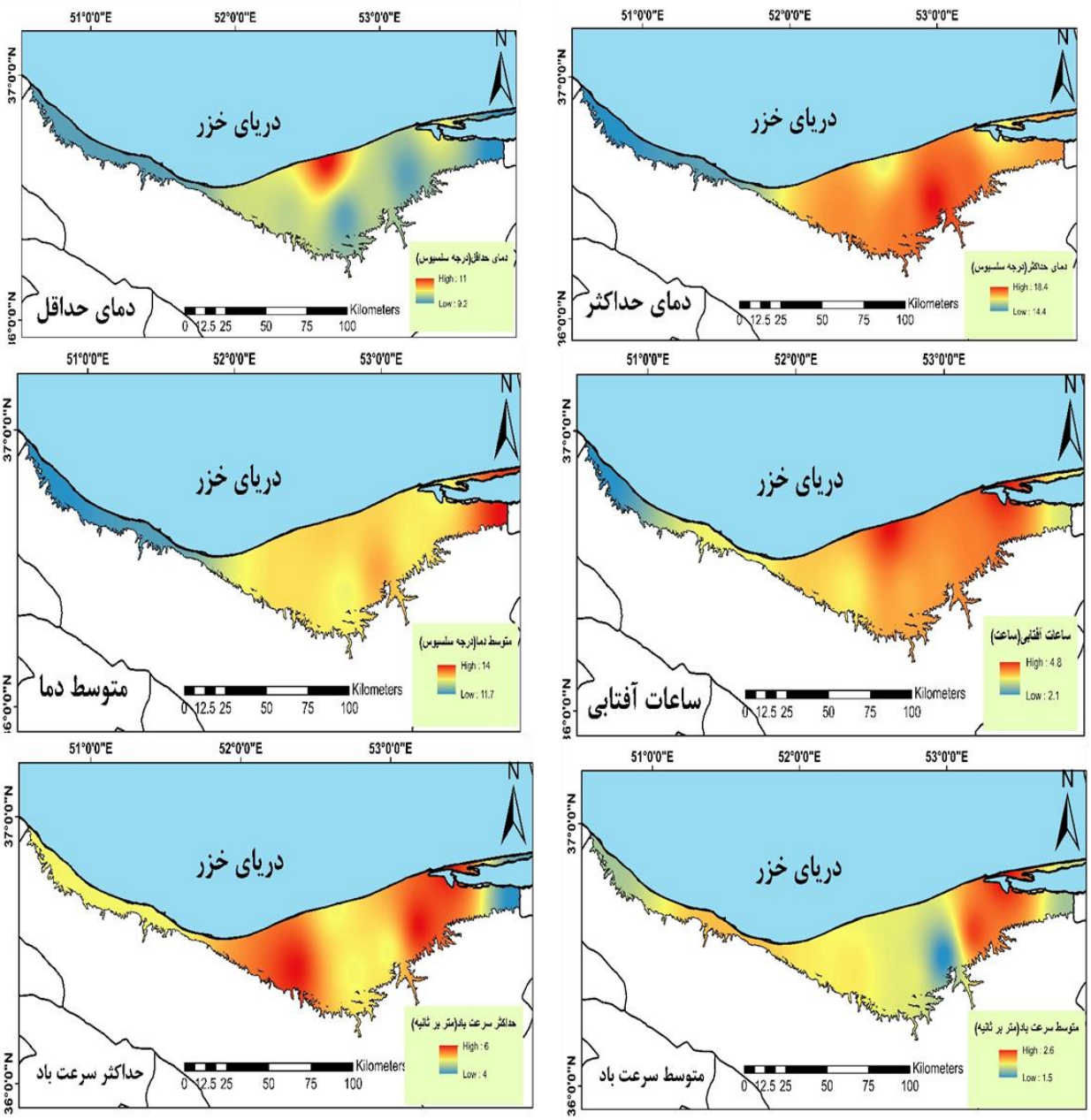


شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۳-۱. مرحله آماده‌سازی زمین

در مرحله آماده سازی زمین، بستر شخم زده شده و آماده نشاء می‌گردد. مرحله شخم و آماده‌سازی زمین توسط کشاورز در سطح منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۲۰ اسفند تا ۵ اردیبهشت انجام می‌شود. حداقل و حداکثر دمای مشاهده شده برای مرحله آماده سازی زمین به ترتیب ۲ و ۱۲ درجه سلسیوس است. در شکل ۲ توزیع مکانی کمینه و بیشینه دما در سطح منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی مرحله آماده سازی زمین نشان داده شده است. با توجه به شکل۲، بیشینه، کمینه و متوسط دما در محدوده آستانه دمایی مناسب برای مرحله آماده‌سازی زمین در تمام سطح منطقه مورد مطالعه است. متوسط دمای منطقه مورد مطالعه در این مرحله زراعی ۱۲/۸ درجه‌سلسیوس است که به تدریج از ایستگاه‌های جلگه‌ای به سمت ایستگاه‌های مرتفع و کوهستانی کاهش می‌یابد. در جدول ۲ تاریخ وقوع کمترین و بیشترین دمای حداقل، حداکثر و متوسط دما با احتمال ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد نشان داده شده است. با توجه به جدول ۲، دمای حداکثر در سطح احتمال ۷۵ درصد از ۱۳/۹ درجه سلسیوس کمتر نمی‌شود و در سطح احتمال ۲۵ درصد از ۲۰ درجه‌سلسیوس بیشتر می‌شود. همچنین دمای حداقل به احتمال ۷۵ درصد از ۷/۹ درجه‌سلسیوس کمتر نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت که محدوده دمای بهینه و مطلوب برای برنج در مرحله آماده‌سازی زمین فراهم می‌باشد.

سرعت باد یکی مؤلفه‌های مؤثر بر محصولات زراعی می‌باشد. در این مرحله از رشد چنانچه سرعت باد در این مرحله کمتر از ۱۰ متر بر ثانیه باشد، هیچ محدودیتی برای عملیات آماده سازی زمین رخ نمی‌دهد. بررسی توزیع مکانی متوسط حداکثر سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه نشان داد که متوسط حداکثر سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه ۵/۲ متر بر ثانیه می‌باشد که عامل محدود کننده‌ای برای عملیات آماده سازی زمین در بازه زمانی مذکور نمی‌باشد. با توجه به شکل ۲ بخش های شرقی منطقه مورد مطالعه میزان ساعات آفتابی بیشتری را دارا بوده و به تدریج به سمت بخش‌های غربی از میزان آن کاسته می‌شود. ایستگاه بابلسر با ۵ ساعت و رامسر با ۲ ساعت به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ساعات آفتابی را در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه داشتند. در مجموع نظر به موارد ذکر شده، می‌توان گفت که در این مرحله از رشد گیاه برنج مطابقت بالایی بین شرایط مناسب مزرعه و شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه وجود دارد.



شکل ۲. توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی در بازه زمانی ۲۰ اسفند تا ۱۵ اردیبهشت (مرحله آماده سازی زمین) در دوره آماری ۲۰۰۵-۲۰۰۲

جدول ۲. احتمال وقوع پارامترهای هواشناسی در بازه زمانی ۲۰ اسفند تا ۱۵ اردیبهشت (مرحله آماده سازی زمین) در ۵ سطح احتمالاتی

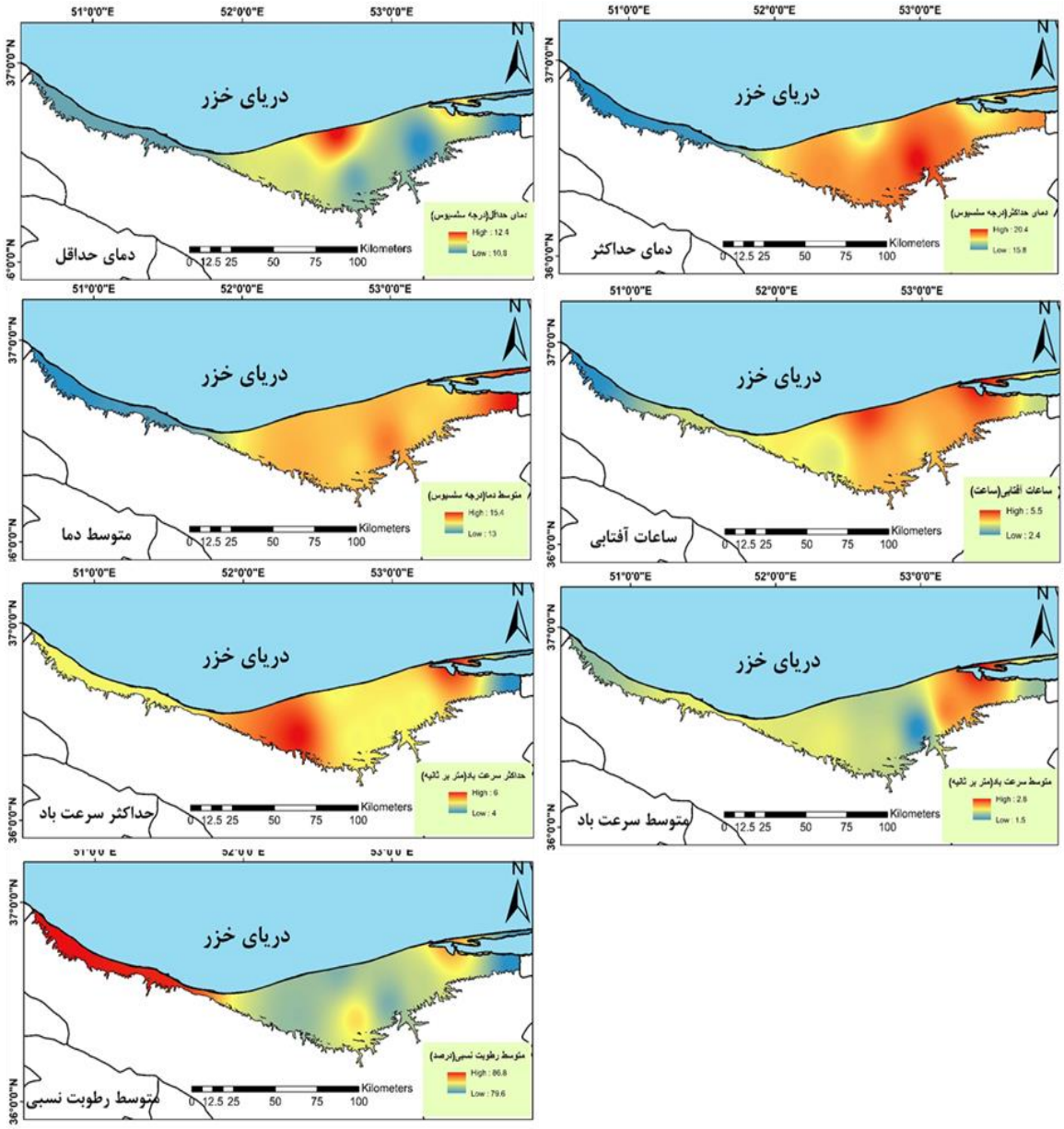
مرحله آماده سازی سطح زمین						
پارامترهای هواشناسی	احتمال وقوع (درصد)					ضریب تغییرات (CV)
	90	75	50	25	10	
دمای حداقل	5.4±1.0	7.9±0.7	9.7±0.5	11.6±0.5	13.3±0.4	0.31
دمای حداکثر	12±0.5	13.9±0.8	16.6±1.3	20.2±2.3	24±2.5	0.27
دمای میانگین	9.4±0.4	10.9±0.5	12.8±0.6	15±1.02	17.5±1.3	0.24
باران ۲۴ ساعته	0±0	0±0	0±0	0.75±0.5	5.75±1.8	0.24
ساعت آفتابی	0±0	0.11±0.1	3.7±0.8	8.4±0.7	10.3±0.2	0.81
حداکثر سرعت	3.2±0.6	4.2±0.6	5.2±0.6	6.7±0.6	9.2±1.3	0.48
میانگین سرعت	1±0.2	1.4±0.2	2±0.3	2.8±0.4	3.7±0.5	0.5

۳-۲. مرحله خزانه

مرحله خزانه برنج یکی از مراحل بسیار مهم تولید برنج است. در این مرحله بذرها تحت شرایط خاصی در یک قطعه زمین کوچکتری کشت شده و پس از آماده شدن و رشد نشاها به زمین اصلی منتقل می‌شوند. زمان مناسب برای تهیه خزانه برنج از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد. براساس بررسی‌های انجام شده، خزانه برنج در سطح منطقه موردمطالعه از ۱۰ فروردین تا ۵ اردیبهشت تهیه می‌شود. در جدول۳، احتمال وقوع متغیرهای اقلیمی در سطوح احتمال مختلف نشان داده شده است. همچنین در شکل۳، توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی در طول مرحله خزانه برنج در سطح منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. با توجه به شکل۳، میانگین دمای حداقل ناحیه کشت برنج استان مازندران در طول مرحله خزانه‌گیری ۱۰ درجه‌سلسیوس می‌باشد که در این میان ایستگاه بابلسر با ۱۲/۴ درجه‌سلسیوس بیشترین و ایستگاه‌های دشت ناز و گلوگاه با ۱۰/۸ درجه‌سلسیوس کمترین میزان دمای حداقل را دارند. توزیع مکانی دمای حداکثر در مرحله خزانه نشان داد که بخش‌های شرقی ناحیه کشت برنج مقادیر دمای بالاتری را دارا بوده و به‌تدریج به سمت نیمه غربی از مقدار دما کاسته می‌شود. متوسط دمای حداکثر منطقه مورد مطالعه در این مرحله زراعی ۱۸ درجه سلسیوس است که ایستگاه‌های قراخیل با ۱۹/۴ درجه‌سلسیوس و رامسر با ۱۵/۸ درجه‌سلسیوس به ترتیب بیشترین و کمترین میزان دمای حداکثر را دارا بودند. همچنین نتایج احتمال وقوع متغیرهای حداقل، حداکثر و متوسط دما نشان داد که مرحله خزانه برنج در شرایط دمایی انجام می‌شود. با توجه به جدول۳ به احتمال ۷۵ درصد میزان دمای حداقل، حداکثر و متوسط به ترتیب از ۹/۵، ۱۵/۵ ، ۱۲/۵ درجه سلسیوس کمتر نمی‌شود. بنابراین با توجه به شکل۳ و جدول۳ میزان حداقل، حداکثر و متوسط دمای محدوده کشت برنج استان مازندران در آستانه مطلوب دمایی برای این مرحله رشد(۱۲ تا ۱۸ درجه‌سلسیوس) قرار دارند. سرعت باد مناسب برای مرحله خزانه برنج ۲ تا ۵ متر بر ثانیه است و چنانچه وزش باد از این آستانه فراتر رود، موجب به هم‌خوردگی نشاهای برنج و آسیب به محصول می‌شود. بررسی توزیع مکانی سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه نشان داد که در این مرحله از رشد، متوسط سرعت باد ۱ تا ۲ متر بر ثانیه و متوسط حداکثر سرعت باد ۵/۱ متر بر ثانیه است.

همچنین نتایج نشان داد که تنها در ۲۵ درصد از مواقع، حداکثر سرعت باد به ۶/۷ متر بر ثانیه می‌رسد. بنابراین می‌توان گفت که در مرحله خزانه، سرعت باد مناسب بوده و محدودیتی برای انجام عملیات زراعی ایجاد نمی‌کند. شدت نور نقش بسیار مهمی بر عملکرد و کیفیت برنج دارد. شدت نور پایین دوره رشد برنج را به تأخیر می‌اندازد و ارتفاع و سطح برگ برنج را افزایش می‌دهد. خزانه برنج نیز باید در مکانی احداث شود که از حداکثر میزان نور خورشید بهره‌مند شود. توزیع مکانی متوسط ساعات آفتابی در این مرحله از رشد نشان دادکه بخش‌های شرقی منطقه مورد مطالعه به ویژه ایستگاه بندر

امیرآباد و بابلسر با ۵ ساعت میزان ساعات آفتابی بیشتری را دارا بوده و به‌تدریج به سمت نیمه غربی منطقه مورد مطالعه میزان آن کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که در این مرحله از رشد متوسط ساعات آفتابی ۴/۱۲ ساعت می باشد و در ۲۵ درصد مواقع به ۸/۸ ساعت در روز می‌رسد. همچنین نتایج نشان داد که متوسط رطوبت نسبی در مرحله خزانه ۸۳ درصد است و این بیانگر آهنگ منظم رطوبت نسبی و مرطوب بودن ناحیه کشت برنج در مرحله خزانه است. ایستگاه‌های رامسر و نوشهر واقع در نوار ساحلی غربی منطقه مورد مطالعه به ترتیب با ۸۶/۸ و ۸۶/۶ درصد بیشترین میزان رطوبت نسبی را دارا بودند. در مجموع نظر به موارد ذکر شده، می‌توان گفت که در مرحله تهیه خزانه برنج نیز مطابقت بالایی بین شرایط مناسب مزرعه و شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه وجود دارد.



شکل ۳. توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی در بازه زمانی ۱۰ فروردین تا ۱۵ اردیبهشت(مرحله خزانه) در دوره آماری ۲۰۰۵-۲۰۲۰

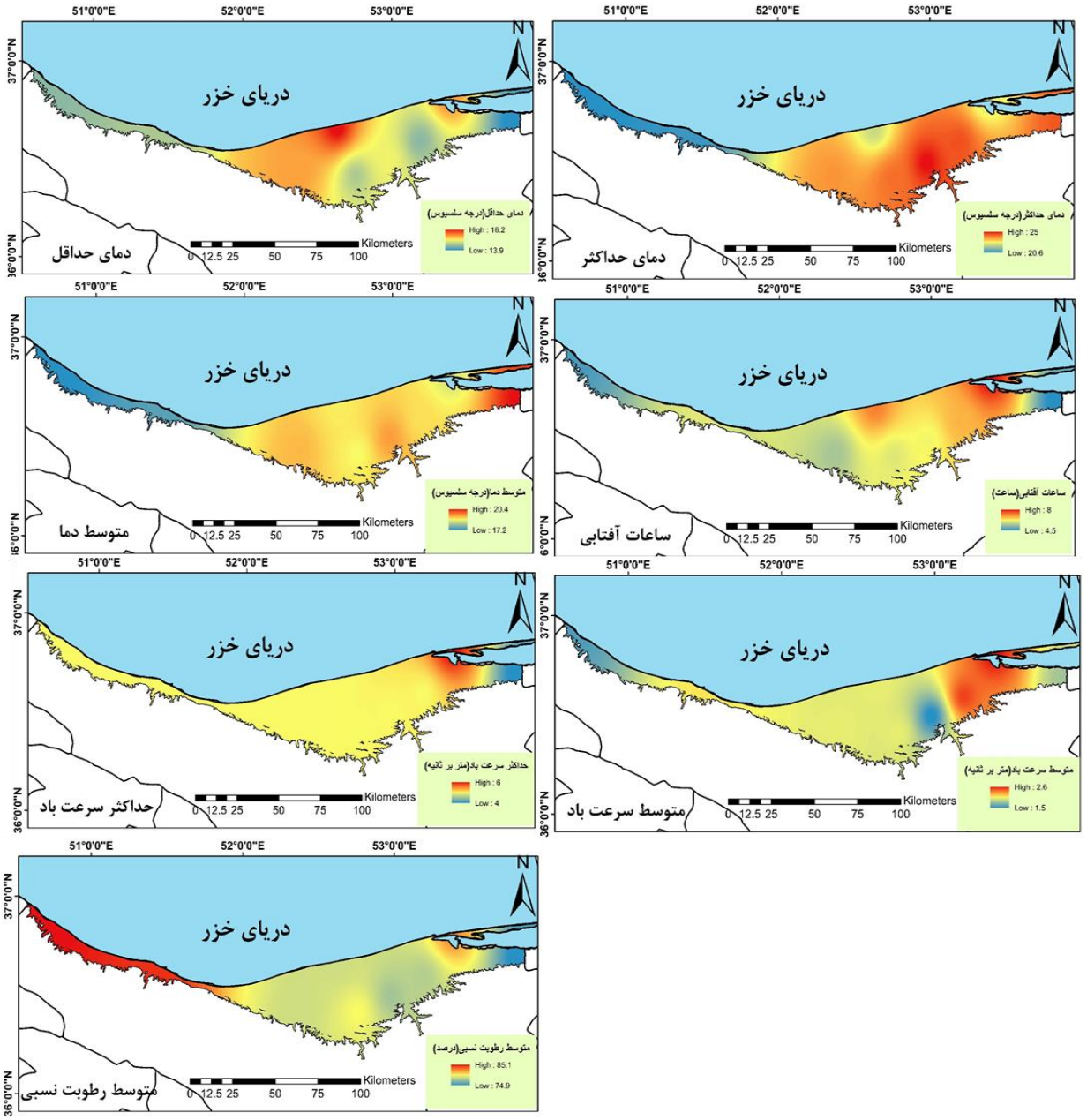
جدول ۳. احتمال وقوع پارامترهای هواشناسی در بازه زمانی۱۰ فروردین تا ۵ اردیبهشت(مرحله خزانه) در ۵ سطح احتمالاتی

مرحله خزانه						
پارامترهای هواشناسی	احتمال وقوع (درصد)					ضریب تغییرات (CV)
	90	75	50	25	10	
دمای حداقل	7.8±0.9	9.4±0.7	11.2±0.5	12.8±0.5	14.1±0.5	0.23
دمای حداکثر	13.4±0.7	15.5±0.8	18.2±1.6	21.1±2.3	24.8±2.4	0.21
دمای میانگین	11±0.5	12.6±0.5	14.3±0.7	16.4±1.05	18.6±1.4	0.20
باران ۲۴ ساعته	0±0	0±0	0±0	0.57±0.4	4.3±1.7	3.20
ساعت آفتابی	0±0	0.28±0.4	4.1±0.9	8.8±0.6	10.7±0.3	0.88
حداکثر سرعت باد	3.4±0.7	4.1±0.6	5.1±0.6	6.7±0.6	9±1	0.47
میانگین سرعت باد	1±0.2	1.4±0.2	2±0.3	2.7±0.4	3.7±0.5	0.50
رطوبت نسبی	70.4±4.7	77.7±3.5	83±2.6	87.2±2.0	91.2±1.8	0.09
دمای سطح زمین	4.6±0.8	6.7±0.8	9.4±0.5	11.1±0.6	12.4±0.5	0.34

۳-۳. مرحله نشاء

در شکل ۴ توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی برای مرحله نشا نشان داده است. همچنین در جدول۴ احتمال وقوع متغیرهای اقلیمی در بازه زمانی عملیات نشاکاری ارائه شده است. بررسی‌ها نشان داد که در استان مازندران عملیات نشاکاری در بازه زمانی ۲۵ فروردین تا ۵ خرداد انجام می‌شود. در این مرحله نشاها از خزانه به زمین اصلی منتقل می‌شود. آستانه دمایی مطلوب و مناسب برای مرحله زراعی نشا بین ۱۳ تا ۲۲ درجه‌سلسیوس می‌باشد. توزیع مکانی متوسط دمای حداقل در مرحله نشا نشان داد که ایستگاه‌های بخش مرکزی منطقه مورد مطالعه شامل بابلسر و آمل به ترتیب با ۱۶/۲ و ۱۵/۵ درجه‌سلسیوس و همچنین بندر امیر آباد در ساحل شرقی با ۱۵/۶ درجه‌سلسیوس بالاترین میزان دمای حداقل را دارا بودند. همچنین نتایج نشان داد که متوسط دمای حداقل در سطح منطقه مورد مطالعه ۱۴/۹ درجه‌سلسیوس می‌باشد و به احتمال ۷۵ درصد از ۱۰/۸ درجه سلسیوس کمتر نمی‌شود. با توجه به شکل۴ میزان دمای حداکثر در سواحل شرقی منطقه مورد مطالعه بیشتر است و هرچه به سمت بخش غربی منطقه مورد مطالعه حرکت کنیم از میزان دمای حداکثر کاسته می‌شود. با توجه به جدول ۴ متوسط دمای حداکثر در سطح منطقه مورد مطالعه ۲۳/۱ درجه‌سلسیوس است که به احتمال ۱۰، ۲۵ و ۷۵ درصد به ترتیب از ۲۸/۲، ۲۵/۸ و ۱۹/۸ درجه‌سلسیوس فراتر می‌رود. با توجه به شکل۴ تحلیل توزیع مکانی مقادیر متوسط دما نشان داد که بخش‌های شرقی منطقه مورد مطالعه با میانگین دمای منطقه‌ای ۱۹/۲ درجه-سلسیوس مقادیر دمای بیشتری را دارند؛ به‌تدریج به سمت نیمه غربی منطقه مورد مطالعه از میزان متوسط دما کاسته شده است(۱۷/۳ درجه سلسیوس). با توجه به شکل ۴ و جدول ۴ در این مرحله زراعی، متوسط دمای سطح زمین ۱۲/۷ درجه-سلسیوس می‌باشد و به احتمال ۷۵ درصد از ۱۰/۵ درجه-سلسیوس کمتر نمی‌شود. همچنین نتایج نشان داد که در این مرحله متوسط ساعات آفتابی ۶ ساعت است که در سطوح احتمال ۱۰ و ۲۵ درصد به ترتیب از ۱۱/۵ و ۹/۹ ساعت فراتر می‌رود. بنابراین در بازه زمانی عملیات نشاکاری نور کافی برای رشد برنج تأمین می‌شود. متوسط میزان ابرناکی در این مرحله از عملیات زراعی ۴/۸ می‌باشد که نقش قابل توجهی در افزایش ارتفاع و سطح برگ برنج دارد. عمدتاً در این مرحله از عملیات زراعی، وزش باد ضعیف برای محصول برنج مفید است و بادهای با سرعت بالای ۱۰ متر بر ثانیه موجب به‌هم

خوردگی نشاها و آسیب به محصول می‌شود. با توجه به شکل۴ حداکثر سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه با آهنگ منظمی ۴ تا ۶ متر بر ثانیه است که در ۲۵ درصد مواقع ممکن است تا ۶/۶ متر برثانیه برسد. همچنین برای این مرحله، متوسط سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه بین ۱ تا ۳ متر بر ثانیه بود که نشان می‌دهد سرعت باد در این بازه زمانی محدودیتی برای انجام عملیات زراعی نشاکاری ایجاد نمی‌کند و مساعد است. توزیع مکانی متوسط رطوبت نسبی بیانگر تأمین میزان رطوبت لازم برای انجام عملیات نشاکاری بود. بخش‌های غربی منطقه مورد مطالعه با ۸۵ درصد بالاترین میزان رطوبت نسبی را در این مرحله دارا بودند. همچنین نتایج نشان داد که میزان بارش دریافتی در این بازه زمانی کمتر از ۵ میلی‌متر می‌باشد که محدودیتی را برای انجام عملیات زراعی نشاکاری ایجاد نمی‌کند.



شکل ۴. توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی در بازه زمانی۲۵ فروردین تا ۵ خرداد(مرحله نشا) در دوره آماری ۲۰۰۵-۲۰۲۰

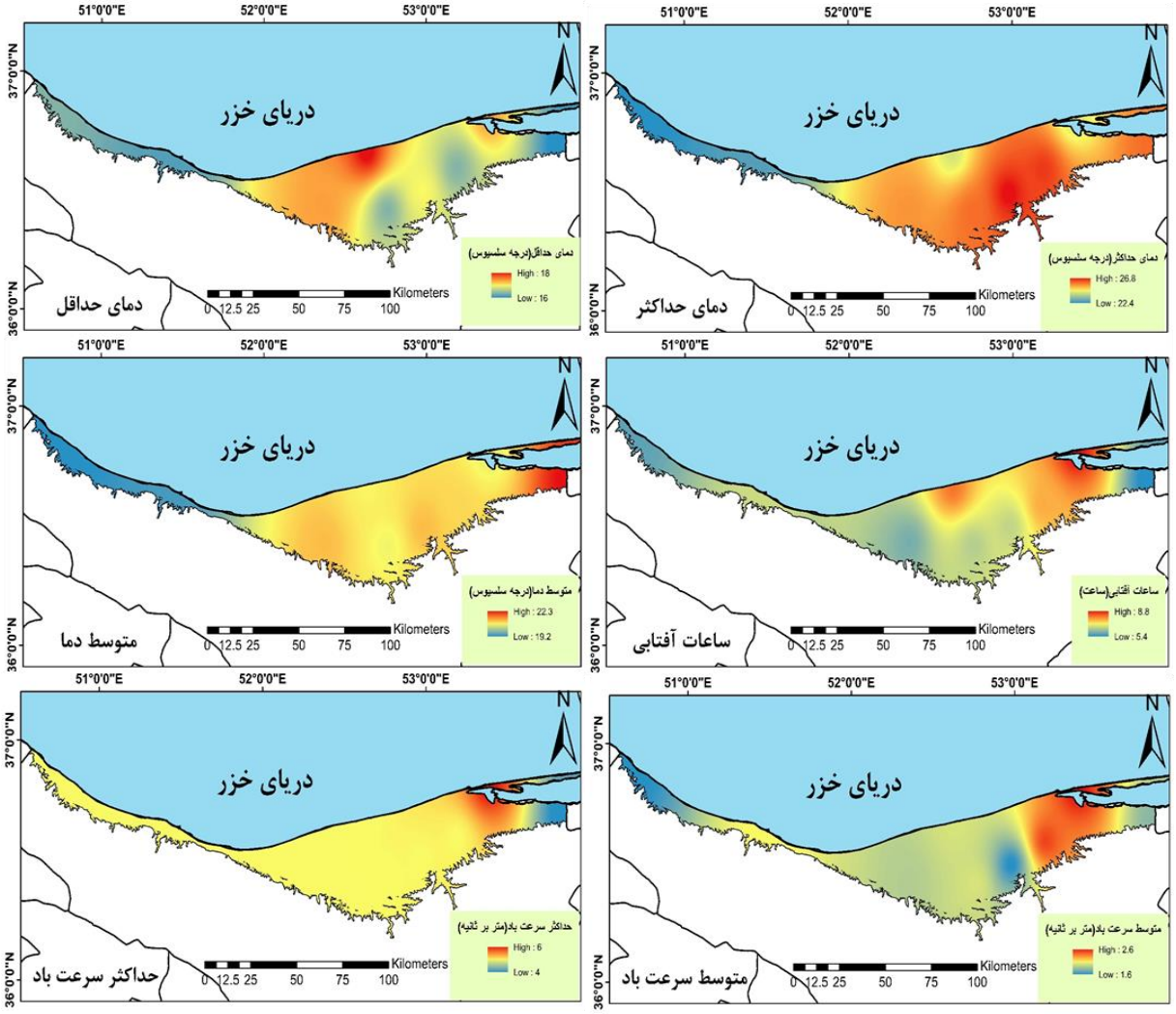
جدول ۴. احتمال وقوع پارامترهای هواشناسی در بازه زمانی۲۵ فروردین تا ۵ خرداد(مرحله نشا) در ۵ سطح احتمالات

مرحله نشاء						
پارامترهای هواشناسی	احتمال وقوع (درصد)					ضریب تغییرات (CV)
	90	75	50	25	10	
دمای حداقل	10.8±0.7	12.6±0.7	14.9±0.7	17±0.7	18.6±0.6	0.15
دمای حداکثر	16.7±0.8	19.8±1.3	23.1±1.6	25.8±1.8	28.2±1.9	0.18
دمای میانگین	13.8±0.5	16.2±0.7	18.7±0.9	28.1±1.1	22.9±1.2	0.19
باران ۲۴ ساعته	0±0	0±0	0±0	0.25±0.3	2.57±1.0	3.49
ساعت آفتابی	0.3±0.0	1.5±1.0	6.1±1.1	9.9±0.5	11.5±0.2	0.81
حداکثر سرعت باد	3.3±0.7	4.1±0.6	5±0.5	6.6±0.5	8.7±1.2	0.54
میانگین سرعت باد	1±0.2	1.4±0.2	2±0.36	2.7±0.4	3.5±0.5	0.47
رطوبت نسبی	68.2±5.4	74.4±4.5	80.1±3.3	84.8±2.3	88.8±1.9	0.1
دمای سطح زمین	8.3±1.1	10.5±0.7	12.7±0.8	14.8±0.7	16.8±0.7	0.27

۳-٤. مرحله گلدهی و رسیدن

مرحله گلدهی در برنج همزمان با ظهور گل آذین و غالباً به صورت بسته انجام می‌گیرد. مرحله رسیدن نیز از گلدهی تا رسیدن کامل ادامه دارد و شامل سه مرحله شیری شدن، خمیری شدن و رسیدن کامل است. بررسی‌ها نشان داد که این مراحل رشد در سطح منطقه مورد مطالعه از ۱۰ اردیبهشت شروع شده و تا ۱۰ خرداد ادامه دارد. میانگین دمای موردنیاز برنج در این مراحل رشد بین ۲۱ تا ۳۰ درجه‌سلسیوس می‌باشد. اگر دما در مرحله گلدهی به کمتر از ۱۳-۱۲ درجه سلسیوس تنزل یابد، لقاح به طور کامل انجام نمی‌گیرد و موجب کاهش شدید عملکرد برنج می‌شود. پایین بودن دما در اوایل فصل زراعی یا آبیاری مزرعه با آب سرد سبب می‌شود که زمان رسیدن دانه‌ها به تأخیر افتد. به طورکلی وقوع دمای بالای ۳۰ درجه‌سلسیوس موجب آسیب به محصول و کاهش عملکرد می‌شود که در صورت وقوع این شرایط دمایی کرت‌ها باید باز شوند. با توجه به شکل ۵ و جدول۵، متوسط دمای حداقل در سطح منطقه مورد مطالعه بین ۱۶ تا ۱۸ درجه‌سلسیوس است که در این میان ایستگاه بابلسر با ۱۸ درجه سلسیوس بالاترین میزان دمای حداقل را دارا بود. پهنه‌بندی متوسط دمای حداکثر در این مراحل رشد گویای این است که بخش‌های شرقی منطقه مورد مطالعه با میانگین دمای ۲۶ درجه‌سلسیوس میزان دمای حداکثر بیشتری را دارا بوده و به‌تدریج به سمت نیمه غربی با متوسط دمای منطقه‌ای ۲۲/۶ درجه‌سلسیوس از میزان دمای حداکثر کاسته می‌شود. با توجه به جدول ۵ در این مراحل رشد میزان دمای حداکثر در ۱۰ و ۲۵ درصد از مواقع به‌ترتیب به ۲۹/۷و ۲۷/۴ درجه‌سلسیوس می‌رسد. همچنین نتایج نشان داد که متوسط دمای منطقه مورد مطالعه در این مراحل رشد ۲۰/۷ درجه‌سلسیوس است که به‌تدریج از شرق به غرب منطقه مورد مطالعه از میزان آن کاسته می‌شود. بنابراین نظر به موارد ذکر شده، مراحل گلدهی و رسیدن در بازه زمانی در محدوده آستانه حرارتی مطلوب(۲۱ تا ۳۰ درجه‌سلسیوس) بوده و شرایط مناسبی برای رشد برنج فرهم است. ریزش باران شدید در زمان گلدهی و رسیدن بسیار زیانبار بوده و عامل محدود کننده‌ای برای برنج در این مراحل رشد است. در صورت ریزش باران شدید(۲۰ تا ۵۰ میلی‌متر) باید کرت‌های خروجی به منظور کاهش خسارت باز شود. با توجه به جدول۵ میزان بارش دریافتی در این بازه زمانی در سطوح احتمال مختلف کمتر از ۵ میلی‌متر می‌باشد. بنابراین میزان بارش دریافتی محدودیتی ایجاد نمی‌کند و در این بازه زمانی شرایط مناسبی برای رشد برنج در طول مراحل گلدهی و رسیدن فراهم می‌باشد. حساس‌ترین مرحله نیاز نوری برنج ۲۰ روز قبل از گلدهی تا ۲۰ روز بعد از گلدهی می‌باشد. در شدت نور پایین اندام‌های منبع مواد غذایی(برگ‌ها، ساقه و غلاف‌ها) نمی‌تواند مقدار کافی مواد فتوسنتزی جهت ظهور پنجه و رشد دانه را به

دلیل محدودیت مواد فتوسنتزی فراهم کنند و موجب کاهش در کیفیت و کمیت عملکرد دانه می‌شود. نتایج نشان داد که میانگین منطقه‌ای ساعات آفتابی در طول مراحل رشد گلدهی و رسیدن ۶/۸ ساعت می‌باشد. با توجه به شکل۵ ایستگاه‌های بابلسر و بندرامیرآباد به‌ترتیب با ۸/۱ و ۸/۸ بیشترین و ایستگاه گلوگاه با ۵/۴ ساعت کمترین میزان ساعات آفتابی را دارا بودند. وزش بادهای شدید با سرعت بالای ۱۰ متر بر ثانیه در مراحل گلدهی و رسیدن، موجب محدودیت رشد و خسارت به محصول می‌شود. با توجه به شکل سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه از توزیع یکنواختی برخوردار است. با توجه به شکل۵ متوسط سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه ۲ متر بر ثانیه می‌باشد. نتایج نشان داد که حداکثر سرعت باد به طور متوسط ۵ متر برثانیه است که به احتمال ۱۰ و ۲۵ درصد به‌ترتیب از ۸/۷ و ۶/۴ متر بر ثانیه فراتر می‌رود. بنابراین از این نظر محدودیتی برای محصول وجود نداد و شرایط مناسبی فراهم است.



شکل۵. توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی در بازه زمانی ۱۰ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد(مرحله گلدهی و رسیدن) در دوره آماری ۲۰۰۵-۲۰۲۰

جدول ۵. احتمال وقوع پارامترهای هواشناسی در بازه زمانی ۱۰ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد(مرحله گلدهی و رسیدن) در ۵ سطح احتمالاتی

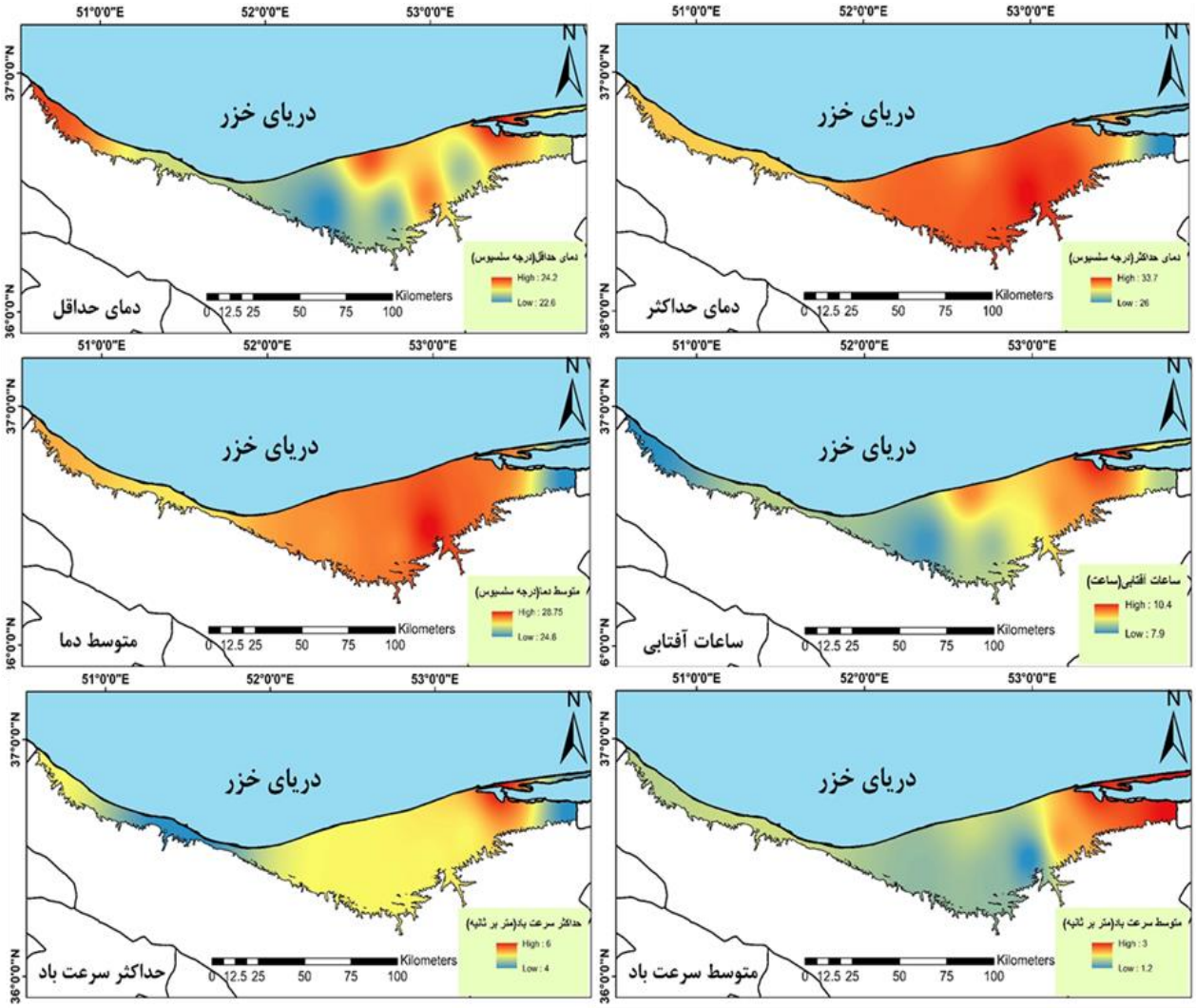
مرحله گلدهی تا رسیدن دانه						
پارامترهای هواشناسی	احتمال وقوع (درصد)					ضریب تغییرات (CV)
	90	75	50	25	10	
دمای حداقل	13.3±0.8	15±0.8	16.8±0.6	18.4±0.6	20±0.6	0.16
دمای حداکثر	20±0.9	22.4±1.4	22.1±1.6	27.4±1.9	29.7±1.9	0.14
دمای میانگین	17±0.6	18.7±0.7	20.7±0.9	22.7±1.1	24.33±1.2	0.14
باران ۲۴ ساعته	0±0	0±0	0±0	0.26±0.1	1.45±0.8	3.77
ساعت آفتابی	0.17±0.3	2.4±1.1	6.8±1.1	10.4±0.4	11.7±0.2	0.66
حداکثر سرعت باد	3.3±0.7	4.1±0.6	5±0.5	6.4±0.5	8.7±1.2	0.43
میانگین سرعت باد	1±0.21	1.4±0.3	2±0.3	2.6±0.5	3.4±0.5	0.46

۳-۵. مرحله برداشت

در شکل ۶ توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی برای مرحله برداشت نشان داده است. همچنین در جدول ۶ احتمال وقوع متغیرهای اقلیمی در بازه زمانی عملیات برداشت ارائه شده است. یک ماه پس از پایان گلدهی، زمانی‌که رشد اندام‌های هوایی کامل شده و رنگ آنها از سبز به زرد تغییر می‌کند برداشت برنج صورت می‌گیرد. براساس بررسی‌های انجام شده، برداشت برنج در استان مازندران در بازه زمانی ۲۰ تیر تا ۲۰ مرداد انجام می‌گیرد. بارندگی یکی از مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر عملیات برداشت برنج است. وقوع بارندگی در زمان برداشت، عملیات برداشت محصول و خشک شدن آن را به تأخیر انداخته و موجب کاهش کیفیت محصول می‌شود. اگر مجموع بارندگی ۳ روز قبل بالای ۱۰ میلیمتر باشد، امکان برداشت محصول وجود ندارد. بررسی میزان بارش دریافتی در سطوح احتمال مختلف نشان داد که میزان باران دریافتی در سطح منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی مذکور، محدودیتی برای برداشت محصول برنج ایجاد نمی‌کند. همچنین نتایج نشان داد که در این مرحله‌ی زراعی میزان حداقل، حداکثر و متوسط دما در سطح منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۲۳/۴، ۳۱/۴ و درجه-سلسیوس است. توزیع مکانی میزان ساعات آفتابی در مرحله برداشت برنج مشان داد که متوسط ساعات آفتابی در سطح منطقه مورد مطالعه بین ۷/۹ تا ۱۰/۴ ساعت است که در این میان ایستگاه‌های بندر امیرآباد با ۱۰/۴ و رامسر با ۱۰/۹ ساعت به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ساعات آفتابی را دارا بودند. در مجموع نتایج توزیع دما و ساعات آفتابی نشاندهنده شرایط مطلوب محیطی برای خشک کردن مزرعه و برداشت محصول است. با توجه به شکل در مرحله برداشت برنج باد از سرعت مناسبی برخوردار بوده و متوسط و حداکثر سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۲ و ۵ متر بر ثانیه است.

جدول ۶. احتمال وقوع پارامترهای هواشناسی در بازه زمانی ۲۰ تیر تا ۲۰ مرداد(مرحله برداشت) در ۵ سطح احتمالاتی

مرحله برداشت						
پارامترهای هواشناسی	احتمال وقوع (درصد)					ضریب تغییرات (CV)
	90	75	50	25	10	
دمای حداقل	21.2±0.5	22.2±0.6	23.4±0.5	24.5±0.5	25.6±0.5	0.06
دمای حداکثر	27.8±2.2	29.7±2.4	31.4±2.3	32.9±1.7	34.1±1.6	0.08
دمای میانگین	25±0.7	26.5±0.7	27.5±0.8	28.8±0.8	29.6±0.9	0.06
باران ۲۴ ساعته	0±0	0±0	0±0	0±0	1.5±1	5.05
ساعت آفتابی	0.4±0.6	3.9±1.4	8.9±0.8	9.9±0.2	11.8±0.1	0.50
حداکثر سرعت باد	3.3±0.7	4.1±0.6	4.8±0.6	6±0.7	7.3±1.1	0.36
میانگین سرعت باد	1.1±0.3	1.5±0.4	2±0.63	2.7±0.8	3.4±0.9	0.44



شکل ۶. توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی در بازه زمانی ۲۰ تیر تا ۲۰ مرداد(مرحله برداشت) در در دوره آماری ۲۰۰۵-۲۰۲۰

٤. نتیجه‌گیری

عوامل اقلیمی آب و هوا عامل کلیدی تولید و فراهمی نهاده‌های مورد نیاز(آب، نورخورشید و دما) برای رشد گیاهان می‌باشد. برنج پس از گندم به عنوان مهم‌ترین محصول زراعی در جهان محسوب شده است. استان های شمالی ایران با آب و هوای مرطوب و معتدل و بارندگی سالانه زیاد، عمده ترین تولیدکنندگان برنج در ایران هستند. از آنجایی که رشد برنج به نوسانات آب و هوایی بسیار حساس است، درک انطباق بین زمان انجام عملیات زراعی توسط کشاورز با شرایط اقلیمی ضروری است. از این رو در این پژوهش از طریق جمع آوری اطلاعات گزارش‌های مراکز هواشناسی کشاورزی و مراکز تحقیقات برنج و پرسشنامه و مصاحبه با کشاورزان بازه‌های زمانی انجام عملیات زراعی برنج شامل آماده‌سازی زمین، خزانه، نشا، گلدهی و رسیدن دانه و برداشت تعیین شد. سپس میانگین متغیرهای اقلیمی برای هریک از مراحل زراعی محاسبه و میزان انطباق و سازگاری میان زمان انجام عملیات زراعی توسط کشاورز با شرایط اقلیمی بررسی شد. برنج در طول دوره رویش خود به دمای مناسب و مقدار آب کافی نیاز دارد. دما یکی از مهمترین متغیرهای برای تعیین بهره‌وری برنج است که در نتیجه بر اکثر فرایندهای فیزیولوژیکی برنج از جمله سطح برگ، فتوسنتز، تنفس، گلدهی و پر شدن دانه تأثیرگذار است. چنانچه عملیات زراعی برنج در محدوده دمای مطلوب در مرحله رشد انجام شود، دمای بالاتر عموماً این فرایندها را تسریع می کند و بهره وری را بهبود می بخشد. اما دمای شدید

که در هر مرحله رشد از این محدوده مطلوب کمتر یا بیشتر باشد می تواند این فرایندها را مهار کرده و بهره وری را کاهش دهد. نتایج نشان داد که متوسط دما در مراحل آماده‌سازی زمین، خزانه، نشا ، گلدهی و رسیدن و برداشت به ترتیب برابر با ۱۲/۸، ۱۴/۳، ۱۸/۷، ۲۰/۷ و ۳۱/۴ درجه سلسیوس می‌باشد که در محدوده آستانه حرارتی مطلوب برای تمام مراحل عملیات زراعی بوده و شرایط مناسبی برای رشد برنج فراهم است. همچنین نتایج توزیع احتمال ویبول در تمام مراحل زراعی نیز نشان داد که دما از آستانه حرارتی مطلوب تجاوز نکرده و در محدوده مطلوب حرارتی باقی می‌ماند. گیاه برنج نیاز حرارتی بالایی دارد و شدت نور بر عملکرد و کیفیت آن تأثیرگذار است. در شدت نور پایین اندام‌های منبع مواد غذایی(برگ‌ها، ساقه و غلاف‌ها) نمی‌تواند مقدار کافی مواد فتوسنتزی جهت ظهور پنجه و رشد دانه را به دلیل محدودیت مواد فتوسنتزی فراهم کنند. نتایج توزیع ساعات آفتابی در سطح منطقه مورد مطالعه نشان داد که بخش‌های شرقی منطقه مورد مطالعه میزان ساعات آفتابی بیشتری را دارا بوده و به تدریج به سمت بخش‌های غربی از میزان آن کاسته می‌شود. متوسط ساعات آفتابی در مراحل آماده‌سازی زمین، خزانه، نشا، گلدهی و رسیدن و برداشت به ترتیب برابر با ۳/۷، ۴/۱۲، ۶، ۶/۸ و ۸/۹ ساعت بود که نشان می‌دهد نور کافی برای رشد در مراحل مختلف زراعی به‌ویژه در قسمت‌های شرقی منطقه مورد مطالعه فرهم است. بخشنده و همکاران(۱۳۹۶) در پژوهشی اثر شدت تشعشع خورشیدی و دما را بر عملکرد برنج در سه منطقه بابلسر، آمل و پل سفید واقع در استان مازندران بررسی نمودند و به این نتیجه دست یافتند که تمام صفات مورد بررسی برنج در مزارع پل سفید نسبت به مزارع آمل و بابلسر پایین‌تر بود که علت آن شدت تشعشع و دمای پایین‌تر در مزارع پل‌سفید در طول دوره رشد برنج بود. همچنین در همین زمینه کوچکی و همکاران(۱۳۹۶) نیز تأکید نمودند که دما و تابش مهمترین عوامل آب و هوایی مؤثر بر عملکرد پتانسیل گندم استان‌های خزر می‌باشد و افزایش در میزان دما و تابش نقش مثبتی بر عملکرد غلات دارد. گیاه برنج به رطوبت بسیار بالایی در طول تمام مراحل زراعی نیاز دارد و چنانچه تحت تنش رطوبتی قرار گیرد به سرعت عملکرد بالقوه خود را از دست می‌دهد. متوسط رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه در تمام مراحل عملیات زراعی برنج بین ۷۰ تا ۸۶ درصد بود که نشاندهنده مرطوب بودن منطقه و تأمین نیاز رطوبتی برنج در زمان انجام عملیات‌های زراعی برنج توسط کشاورز است. سرعت باد یکی مؤلفه‌های مؤثر بر محصولات زراعی می‌باشد وزش باد ضعیف برای محصول برنج مفید است. در همین راستا بررسی سرعت باد در سطح منطقه مورد مطالعه نشان داد که در زمان انجام تمام مراحل زراعی سرعت باد کمتر از ۱۰ متر بر ثانیه باشد که هیچ محدودیتی و تنشی را ایجاد نمی‌کند. در مجموع نظر به موارد ذکر شده، می‌توان گفت که در این مرحله از رشد گیاه برنج مطابقت بالایی بین شرایط مناسب مزرعه و شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه وجود دارد. در همین زمینه نتایج پژوهش صادقی و عسکریان (۱۳۹۲) نیز نشان داد که در تمام مراحل رشد برنج در استان مازندران شرایط اقلیمی در آستانه مطلوب و مساعد می‌باشد.

۵. منابع

۱. بخشنده، اسماعیل.، فتحی، ناهید.، پیردشتی، همت الله، پیردشتی و نصیری، مرتضی. ۱۳۹۶. اثر دما و شدت تشعشع بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در شرایط اقلیمی مازندران. به زراعی کشاورزی. ۱: ۱۶۳-۱۷۶.

۲. سلیمان، صادقی؛ مریم، عسگریان. ۱۳۹۲. پهنه بندی آگروکیلیمای کشت برنج در استان مازندران با GIS. نخستین کنفرانس ملی آب و هواشناسی کرمان.

۳. کوچکی، علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی.، منصوری، حامد و مرادی، روحالله.(۱۳۹۶). اثر عوامل آب و هوایی و مدیریتی بر پتانسیل و خلأ عملکرد گندم در ایران با استفاده از مدل WOFOST .پژوهش های زراعی ایران، ۲: ۲۵۶-۲۴۴.

۴. لطفی، لیلا و خداقلی، مرتضی، ۱۳۹۳، اقلیم حاکم بر کشت برنج در استان چهارمحال و بختیاری، همایش ملی آب، انسان و زمین، اصفهان.

۵. نصیری هندخاله، فریبا و افشاری آزاد، محمدرضا و رمضانی گورابی، بهمن و نورحسینی، سید علی،۱۳۹۰، سرمای بهاره و تاثیر آن در تقویم کشت برنج در شهرستان رشت، همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت، تهران.

۶. حسینی، محمود،گزارش وضعیت اقلیمی کشت برنج در مازندران وگلستان(طرح کوانتا)، اداره کل هواشناسی استان مازندران.

۷. صفریان زنگیر، وحید؛ شکری، فرید؛ روحی، فاطمه؛ نادری، بهروز. ۱۳۹۵. بررسی نقش پارامترهای اقلیمی و مخاطرات کشت، عملکرد برنج در استان گیلان مطالعه موردی شهرستان رودسر. کنفرانس بین المللی نوآوری در علوم و تکنولوژی مهر ۱۳۹۵.

۸. ابراهیم، اسعدی اسکویی؛ مجتبی، شکوهی؛ محمد رضا، محمد پور پنجاه؛ ابراهیم، اکبرزاده کاسانی. ۱۳۹۹. توسعه سامانه توصیه‌های هواشناسی کشاورزی شالیکاری در مناطق شمالی کشور. موسسه تحقیقاتی برنج کشور.مجله ترویجی شالیزار.دوره ۲، شماره ۲، شماره پیاپی ۴، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، صفحه ۲۷-۱۸.

۹. ابراهیم، اسعدی اسکویی؛ سعیده، کوزه گران؛ محمد ضا، یزدانی؛ اصغر، رحمانی. ۱۴۰۰. دانشگاه فروسی مشهد. مجله آب و خاک. دوره ۳۵، شماره ۵، شماره پاپی ۷۹،آذر و ئی ۱۴۰۰، صفحه ۶۷۱-۶۵۹.

۱۰.موسوی بیگی،محمد؛ اسعدی اسکویی، ابراهیم؛ یزدانی، محمدرضا؛ علیزاده، امین. ۱۳۹۶. پژوهش های حفاظت آب و خاک. دوره ۲۴، شماره ۵.

11. Bhogendra Mishra, Lorenzo Busetto , Mirco Boschetti, Alice Laborte , Andrew Nelson.A rice crop calendar for Asia based on MODIS multi year data. 2021. International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation.
12. Goyal, M., Goswami,U., Hazra,B., 2018, Copula-based probabilistic characterization of precipitation extremes over North Sikkim Himalaya, Atmospheric Research. 212, 273-284.
13. Jing, ZH., Jian-zhai, W., Zhang-ming, G., LI, X., SHU, H., Chen, SH., Fan, K. 2021. Impact of climate change on maize yield in China from 1979 to 2016. Journal of integrative Agriculture, 20: 289-299.
14. Sousa,F.Casanoves,J.Sellara,A.Ospina.2018. How climate awareness influences farmers adaptation decisions in Central America. Jornal of Rural Studies.11-19 14
15. Kumar, N., Jeens, N., Kumar, A., Khwairakpam, R., Singh, H. 2021. Comparative response of rice cultivars to elevated air temperature in Bhabar region of Indian Himalaya: status on yield attributes. Heliyon, 74: 1-15.
16. Mall R k, Gupta A, Sonkar G .(2017). Effect of Climate Change on Agricultural Crops. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering, 10: 23-46.
17. Ying, C., Lin, F., Shu-Ya, K., Hao, G. 2021. Index for climate change adaptation in China and its application. Advances in Climate Research, 12: 723-733.
18. Ziaee, S., Kalbali, E., Mardani Najafabadi., Zakerinia, M. 2021. Approaches to adapting to impacts of climate change in northern Iran: The application of a Hydrogy-Economics model. Journal of cleaner production, 280: 124-140.
19. Ebrahim Asadi Oskouei , Bahareh Delsouz Khaki, Saeedeh Kouzegaran, Mir Naser Navidi, Masoud Haghighatd, Naser Davatgar, and Ernesto Lopez-Baeza. Mapping Climate Zones of Iran Using Hybrid Interpolation Methods. Remote Sens. 2022, 14, 2632.