Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هفدهم، شماره‌ی ۵۹
پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۶۶-۴۷

*علی حنفی[۱]
جواد خوشحال دستجردی[۲]

شناسایی مناطق مساعد کشت گندم دیم در استان زنجان براساس پارامترهای اقلیم کشاورزی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰٤/۰۱

چکیده

شناخت اقلیم و بررسی نیازهای اقلیم‌شناختی گیاهان زراعی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید است. با بررسی‌های هواشناسی کشاورزی می‌توان امکانات بالقوه اقلیمی را در مناطق مختلف مشخص و از آن‌ها حداکثر بهره‌برداری را نمود. در این تحقیق برای به‌دست آوردن نقشه پتانسیل اقلیمی استان زنجان از داده‌های اقلیمی مربوط به ایستگاه‌های کلیماتولوژی و سینوپتیک واقع در محدوده استان زنجان طی دوره آماری (۲۰۱۰-۱۹۸٦) استفاده گردید. بعد از به‌دست آوردن تاریخ آغاز بارش‌های پاییزی در سطح استان، برای هر منطقه از استان تاریخ کاشتی مشخص گردید. در ادامه از عنصر بارش، نقشه‌های هم ارزش اقلیمی بارش سالانه، بارش در دوره جوانه‌زنی، بارش در دوره گل‌دهی و بارش پر شدن دانه استخراج گردید. همچنین با توجه به عنصر دما نیز نقشه‌های هم ارزش اقلیمی دمای مناسب جوانه‌زنی، تنش‌های دمایی در طول دوره گل‌دهی و پر شدن دانه در سطح استان تهیه شد. در نهایت با تلفیق این نقشه‌ها در محیط GIS نقشه پهنه‌بندی اقلیمی کشت گندم دیم استخراج گردید. نقشه به‌دست آمده شامل چهار پهنه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف می‌باشد. نتایج حاصل نشان داد که عمده مناطق مناسب برای کشت گندم دیم در استان در ناحیه جنوبی و مرکزی استان قرار داشته و شامل نواحی جنوبی شهرستان زنجان، نواحی غربی شهرستان ابهر و بیش‌تر قسمت‌های شهرستان‌های خرمدره و خدابنده می‌باشند. در مقابل مناطق واقع در شمال استان

* ۱- گروه اقلیم‌شناسی گروه جغرافیا دانشگاه افسری امام علی (ع) (نویسنده مسئول). E-mai: Hanafi772@gmail.com
۲- گروه اقلیم‌شناسی دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه اصفهان. E-mail: avadkhoshhal@yahoo.com

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

در محدوده استان‌های طارم و ماهنشان و مناطق مرتفع و پرشیب رشته‌کوه‌های البرز دارای وضعیت متوسط و ضعیف از لحاظ کشت گندم می‌باشند.

کلید واژه‌ها: استان زنجان، گندم دیم، سیستم اطلاعات جغرافیایی، پهنه‌بندی، پتانسیل اقلیمی.

مقدمه

کشاورزی یکی از بخش‌های مهم اقتصاد به‌شمار می‌آید تا جایی که می‌توان گفت رشد اقتصادی بدون رشد کشاورزی امکان‌پذیر نیست. امروزه می‌توان بر اساس تحقیقات علمی دقیق و شناخت توان و قابلیت‌های محیطی هر منطقه، به توسعه کشاورزی اصولی و دقیق دست یافت. شناخت پارامترهای آب‌وهوایی و تأثیرات آن روی گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و تولید می‌باشد، این موضوع به‌ویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. آب‌وهوا جزو مهم‌ترین عواملی است که پتانسیل‌های کشاورزی یک منطقه و همچنین نواحی مساعد را برای یک محصول خاص تعیین می‌کند (پریرا[3]، ۱۹۸۲: ۷۵). محدودیت‌ها و مرزهای تولید محصولات کشاورزی وابسته به شرایط اقلیمی است، بنابراین توجه به شرایط اقلیمی به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه محصولات دیم از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (محمدی، ۱۳۸٦: ۸۹). با توجه به استراتژیک بودن گندم و این‌که مهم‌ترین محصول زراعی کشور است، اگر بتوان با توجه به نیازمندی‌های حرارتی و رطوبتی این محصول، مناطق مساعد کشت این محصول را شناسایی کرد، عملاً می‌توان به عملکرد بیش‌تری در واحد سطح دست‌یافت که خود سبب بهبود شرایط اقتصاد کشاورزی و سطح درآمد کشور خواهد گردید. کشت محصولات در بیش‌تر مناطق کشور بر اساس تجارب سنتی می‌باشد و پتانسیل اقلیمی-کشاورزی آن‌ها به‌خوبی شناخته نشده است. استان زنجان علیرغم این که تنها ۱/۳ درصد (۲۱۷۷۳ کیلومترمربع) مساحت کشور را شامل می‌شود، حدود ٤/۷ درصد (۱۹۷ هزار تن) گندم دیم کشور را تولید می‌کند که نشان‌دهنده وجود پتانسیل‌های مناسب اقلیمی برای کشت دیم در این استان می‌باشد؛ بنابراین با توجه به اهمیت کشت این محصول استراتژیک در سطح استان، در این تحقیق به شناسایی مناطق مناسب و پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان زنجان، پرداخته شده است. مطالعات مختلف و متنوعی بر روی رابطه بین عوامل اقلیمی و رشد و نمو گیاه در دیم‌کاری صورت گرفته است. جل لالا[4] (۱۹۸۱) طبقه‌بندی اگروکلیمایی برای نواحی غربی ایالات‌متحده انجام داد که در طبقه‌بندی اول ۱۱ متغیر اقلیمی حداکثر، حداقل و میانگین دمای سردترین و گرم‌ترین ماه سال، میانگین دمای سالیانه، تعداد روزهای بدون یخبندان در سال، بارندگی سالیانه، بارندگی زمستانه و

3- Pereira
4- Jallala

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

بارندگی تابستانه را به‌کار گرفت. زانگ[۵] (۱۹۹٤: ۱۹٤) آزمایش‌های متعددی برای تعیین اثرات تغییرات دما و بارندگی روی رشد و نمو گندم زمستانه در کشور چین انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات درجه حرارت نسبت به بارندگی از اهمیت بیش‌تری بر روی عملکرد دانه برخوردار است. نورد[٦] (۲۰۰۰) در تحقیقی تأثیر پارامترهایی اقلیمی را بر روی کشت گندم دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسید که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی، بیش‌ترین تأثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم دارند. لاندو و همکاران[۷] (۲۰۰۰) در پژوهشی به بررسی واکنش بازده گندم نسبت به عوامل محیطی از طریق مدل رگرسیون چند متغیره پرداختند. آن‌ها در این تحقیق با استفاده از مشاهدات عملکرد گندم زمستانه انگلستان بین سال‌های ۱۹۷٦ تا ۱۹۹۳، یک مدل جدید برای بیان اثرات شرایط جوی بر عملکرد گندم ارائه دادند. ویرون[۸] (۲۰۰٤) براساس مقادیر بارش منطقه کشت گندم پامپاس را به پنج ناحیه تقسیم نموده است. راتوی[۹] (۲۰۰۵) با تحلیل مقادیر بارش سالانه و ماهانه، کشور هند را به نه ناحیه آگروکلیمایی کشت گندم تقسیم‌بندی نموده است. از دیگر پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تأثیر عوامل اقلیمی در کشت گندم دیم می‌توان به تحقیقات وو دینگ رونگ و همکاران[۱۰] (۲۰۱۲)، هان[۱۱] (۲۰۱۱)، وانگ و دی[۱۲] (۲۰۱۱) و ختاک و رابیا[۱۳] (۲۰۱۲) اشاره کرد. در ایران به‌عنوان اولین تحقیق‌ها در زمینه اقلیم‌شناسی کشاورزی می‌توان به طرح مطالعاتی سازمان هواشناسی کشور با همکاری شرکت کوانتا در سال ۱۳٥٤ بر روی شرایط کشت ۱۵ محصول زراعی ایران اشاره کرد. دین‌پژوه و موحددانش (۱۳۷۵) تحقیقی با عنوان تعیین مناطق مساعد برای کشت غلات دیم براساس مقادیر بارش سالانه و بارش ماه‌های ژوئن و ژوئیه در آذربایجان انجام دادند. کاظمی راد (۱۳۷۷) برای تعیین زمان و مکان مناسب برای کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌غربی با استفاده از توزیع بارش و دما پژوهشی را انجام داده‌اند. زرین (۱۳۷۹) در منطقه آذربایجان‌غربی به بررسی پارامترهای اقلیمی مؤثر در میزان عملکرد محصول دیم پرداخت وی در نهایت الگویی جهت پیش‌بینی میزان محصول گندم دیم در این منطقه ارائه کرد. علیجانی و همکاران (۱۳۸۵) به تعیین نواحی مساعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS پرداختند. کمالی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌شرقی پرداختند آن‌ها در این کار با استفاده از پارامترهای دما و بارش مناطق مناسب و نامناسب برای کشت گندم دیم را مشخص کردند. هم‌چنین بازگیر (۱۳۷۸)، فرج‌زاده (۱۳۸۰)،

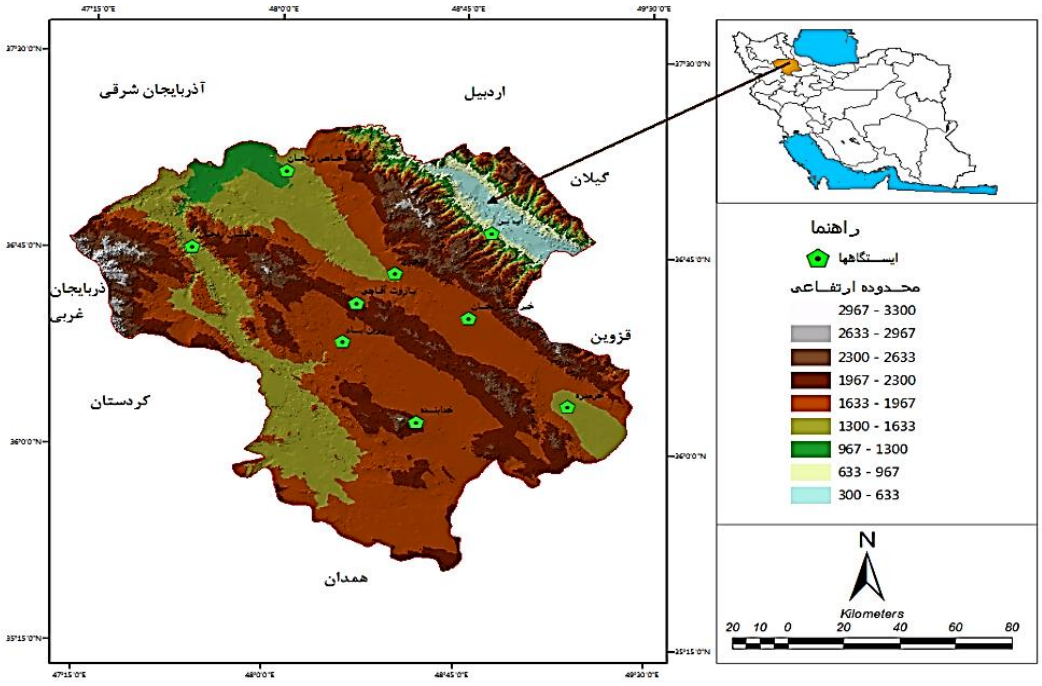
5- Zhang
6- Norwood
7- Landau et al
8- Veron
9- Rathove
10- WU Ding-rong et al
11- Han
12- Wang and De
13- Khattak and Rabia

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

سبحانی و رسولی (۱۳۸٤)، احترامیان و همکاران (۱۳۸٦)، ساری‌صراف و همکاران (۱۳۸۸)، بلیانی و همکاران (۱۳۹۱) و محمدنیا قرایی و محمدی (۱۳۹۲) با تحلیل عناصر و عوامل آب‌وهوایی در محیط GIS مناطق مناسب برای کشت گندم دیم را به‌ترتیب در استان‌های کردستان، همدان، اردبیل، خراسان شمالی، آذربایجان‌غربی، فارس و خراسان رضوی بررسی کرده‌اند. هدف از اجرای این پژوهش شناسایی و تعیین امکانات بالقوه اقلیمی و تعیین چگونگی انطباق آن‌ها با نیازهای گندم، در استان زنجان می‌باشد. برای دستیابی به این هدف پس از بررسی‌های اقلیمی منطقه و انطباق آن‌ها با نیازهای فیزیولوژیکی گندم دیم اقدام به پهنه‌بندی زراعت آن‌ها و تعیین مناطق بسیار مساعد، نیمه مساعد و غیرمساعد شده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه

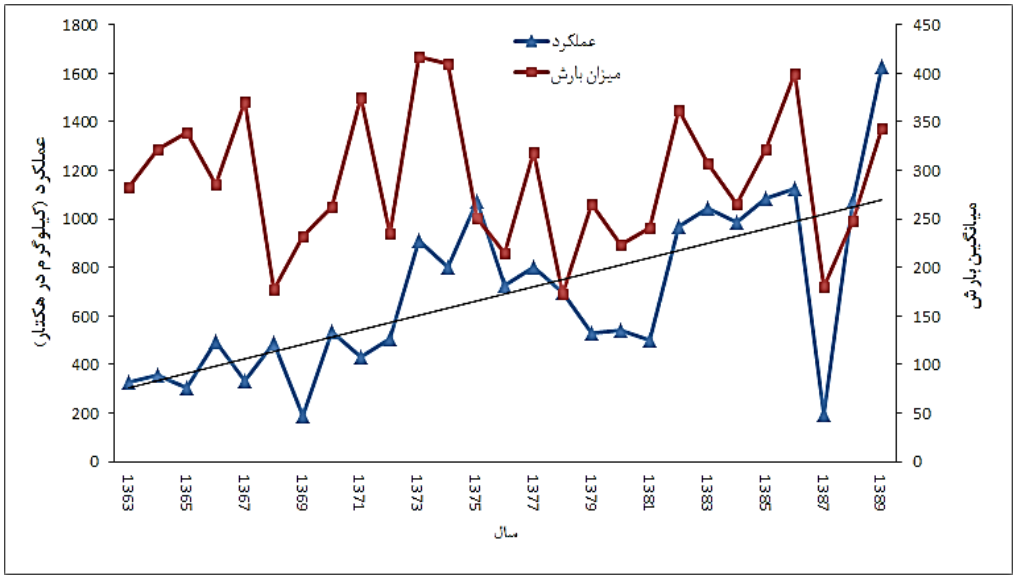
استان زنجان با مساحتی بالغ بر ۲۱۷۷۳ کیلومترمربع بین نصف‌النهارهای ٤۷ درجه و ۱۰ دقیقه تا ٤۹ درجه و ۲٦ دقیقه طول شرقی و مدارهای ۳۵ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و در ناحیه شمال‌غرب کشور قرار دارد. از لحاظ موقعیت نسبی، از طرف شمال با استان اردبیل، از شمال‌شرق با استان گیلان، از شرق با استان قزوین، از جنوب با استان همدان، از غرب با استان کردستان و آذربایجان‌غربی و از شمال‌غرب با استان آذربایجان‌شرقی همجوار می‌باشد. براساس تقسیمات کشوری دارای هفت شهرستان می‌باشد و مرکز آن شهرستان زنجان می‌باشد. (شکل ۱) موقعیت جغرافیایی و طبقه‌بندی ارتفاعی استان زنجان را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی استان زنجان و ایستگاه‌های مورد مطالعه

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

کاشت گندم دیم در استان زنجان از اوایل مهرماه تا اوایل آبان ماه و برداشت آن در تیرماه سال بعد شروع و تا اواخر شهریور ادامه می‌یابد. به‌منظور به‌دست آوردن اطلاعات کلی از روند عملکرد گندم دیم و میزان بارش در استان زنجان، داده‌های مربوط به عملکرد گندم دیم و میزان بارش در طی دوره آماری (۱۳۶۳ تا ۱۳۸۹) به‌ترتیب از سازمان جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی دریافت گردید. همان طوری که در (شکل ۲) مشاهده می‌گردد عملکرد گندم در طی دوره آماری مورد مطالعه دارای روند افزایشی می‌باشد که این می‌تواند در نتیجه استفاده از بذرهای مناسب، کودهای شیمیایی و تغییر الگوی کشت و برداشت گندم از شیوه سنتی به مکانیزه باشد. علاوه بر این عملکرد گندم دیم تابع عوامل اقلیمی مخصوصاً میزان بارش می‌باشد. به‌عنوان نمونه در سال ۱۳۸۷ به علت وقوع خشکسالی، عملکرد گندم دیم به کم‌تر از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است درحالی‌که میانگین عملکرد گندم دیم در استان زنجان در حدود ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.



شکل ۲: میانگین بارش و عملکرد گندم دیم در استان زنجان طی دوره آماری ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۹

مواد و روش‌ها

در مطالعات اقلیمی، آمار و اطلاعات آب‌وهواشناسی به‌عنوان اصلی‌ترین منبع اطلاعاتی به‌حساب می‌آیند. در این‌گونه مطالعات که محاسبات به‌صورت شبکه‌ای صورت می‌پذیرد، هر چه تراکم ایستگاه‌ها بیش‌تر باشد نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل آمار و اطلاعات دقیق‌تر خواهد بود. برای دستیابی به آمار میانگین دمای روزانه، دمای حداقل و حداکثر روزانه و بارش سالانه از ۹ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم‌شناسی موجود در استان و در دوره آماری ۲۵ ساله (۲۰۱۰-۱۹۸۶) استفاده شد و برای تکمیل برخی نواقص آماری بارش و دما از روش تفاضل‌ها و نسبت‌ها استفاده

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

گردید. (جدول ۱) مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی و (شکل ۱) تراکم شبکه‌ای ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی استان زنجان

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	نوع ایستگاه	میانگین دما	میانگین بارش
۱	خدابنده	٤٨ ٣٥	٣٦ ٠٧	١٨٨٧	سینوپتیک	١١/٢	٣٨٢/٩
٢	خرمدره	٤٩ ١١	٣٦ ١١	١٥٧٥	سینوپتیک	١٢	٢٩٤/٤
٣	ماهنشان	٤٧ ٤٠	٣٦ ٤٦	١٢٨٢	سینوپتیک	١٤/٤	٢٥٠/٥
٤	آب بر	٤٨ ٥٨	٣٦ ٥٦	٧٠٢	سینوپتیک	١٧/٤	٢٣٦
٥	زرین‌آباد	٤٨ ٣٧	٣٦ ٤٧	١٥٤٨	کلیماتولوژی	١٢/٣	٢٤٧/٨
٦	زنجان	٤٨ ٢٩	٣٦ ٤١	١٦٦٣	سینوپتیک	١٠/٨	٢٩٥/٩
٧	خیرآباد	٤٨ ٤٧	٣٦ ٣١	١٧٧٠	سینوپتیک	٩/٦	٢٧٧/١
٨	فیله خاص	٤٩ ٠٥	٣٦ ٣٩	١٨٠٠	کلیماتولوژی	١٣/٥	١٩٧/٨
٩	باروت آغاچی	٤٨ ٤١	٣٦ ٢٨	١٧٢١	کلیماتولوژی	٩/٤	٣٩٣/٤

در این پژوهش جهت مطالعه پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان زنجان از دو متغیر اقلیمی بارش و دما استفاده گردیده است. شرایط مناسب کشت گندم زمستانه عمدتاً وابسته به دو متغیر بارش و دما می‌باشد. بانک‌های اطلاعاتی موردنیاز این پژوهش (حداقل، حداکثر و میانگین دمای روزانه و میزان بارندگی)، موقعیت مکانی (طول و عرض جغرافیایی) و نیازهای اکولوژیک محصول بودند که از منابع متعدد جمع‌آوری و محاسبات لازم انجام و در محیط GIS ذخیره شدند. به لحاظ اینکه داده‌ها به دو صورت شمسی و میلادی ثبت شده بودند برای هماهنگی با مراحل مختلف رشد گندم، کل داده‌ها براساس تاریخ ژولیوسی مرتب شدند. سپس نسبت به استخراج متغیرهای بارش (بارش سالانه، بارش مرحله جوانه‌زنی، بارش مرحله گل‌دهی و بارش مرحله پرشدن دانه) و متغیرهای دما (دماهای مناسب جوانه‌زنی، دماهای کم‌تر از ۹ درجه در گل‌دهی، دماهای بیش‌تر از ۲۵ در دوره گل‌دهی، دماهای کم‌تر از ۹ در دوره پر شدن دانه و دماهای بیش‌تر از ۳۰ درجه در دوره پر شدن دانه) اقدام گردید. برای دستیابی به

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

تاریخ دقیق رسیدن به مراحل مختلف رشد گندم دیم در مناطق مختلف استان از روش درجه روزهای رشد (GDD) استفاده گردید که از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد (هوندال[۱۴]، ۱۹۹۷: ۲۶۸-۲۶۵).

$$GDD = \sum_{a}^{b}\{\left(\frac{T_{max}+T_{min}}{2}\right) - T_b\}$$ رابطه (۱)

در این رابطه: GDD: درجه روزهای رشد، T_{max} و T_{min} درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل روزانه برحسب درجه سانتی‌گراد، T_b درجه حرارت پایه برحسب سانتی‌گراد، a تاریخ شروع مرحله فنولوژیکی، b تاریخ پایان مرحله فنولوژیکی هستند. قابل ذکر است که درجه حرارت پایه درجه حرارتی است که فرض می‌شود پایین‌تر از آن رشدی وجود ندارد. درجه حرارت پایه برای گندم معمولاً ۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود و چنانچه درجه حرارت متوسط روزانه برابر یا کم‌تر از درجه حرارت پایه باشد، مقدار GDD برابر صفر خواهد بود. به‌عنوان مثال اگر در یک روز مشخص حداقل دما ۱۰ و حداکثر آن ۱۸ درجه سانتی‌گراد باشد، با توجه به این‌که میانگین دما ۱٤ درجه می‌باشد، گفته می‌شود که گیاه در این روز ۹ درجه گرما دریافت کرده است. جهت تعیین تاریخ مراحل مختلف رشد از درجه حرارت‌های تجمعی آستانه استفاده می‌شود.

به این منظور با توجه به زمان رسیدن گیاه به درجه حرارت‌های تجمعی مورد نظر با توجه به نیازهای حرارتی گندم طی مراحل مختلف رویشی زمان آغاز و پایان مراحل حساس رشد (جوانه‌زنی، گل‌دهی و پر شدن دانه) تعیین می‌گردد. به این ترتیب برای هر ایستگاه تاریخ آغاز و پایان این مراحل محاسبه شده و در نهایت تاریخی به‌عنوان آغاز و پایان مرحله برای هر یک از مراحل مختلف رشد استخراج شد. در نهایت برای تحلیل داده‌ها، از روش هم‌پوشانی (وزنی طبقه‌بندی شده) استفاده گردید (سنجری، ۱۳۸۷). همپوشانی پارامترهای لایه‌های تهیه شده براساس رابطه زیر انجام شده است:

$$P= W1\ S1 + W2\ S2 + W3\ S3 + \ldots + Wn\ Sn$$ رابطه (۲)

در این رابطه، حرف P: نتیجه حاصل از همپوشانی پارامترهاست. حرف W: نام هر یک از پارامترهای مورد استفاده در تحقیق و حرف S: ارزش وزنی طبقات هر یک از پارامترها می‌باشد. با تلفیق لایه‌های مربوطه با توجه به رابطه بالا نقشه پهنه‌بندی شده اراضی استان برای کاشت گندم دیم تهیه گردید که در چهار طبقه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف دسته‌بندی گردیده است.

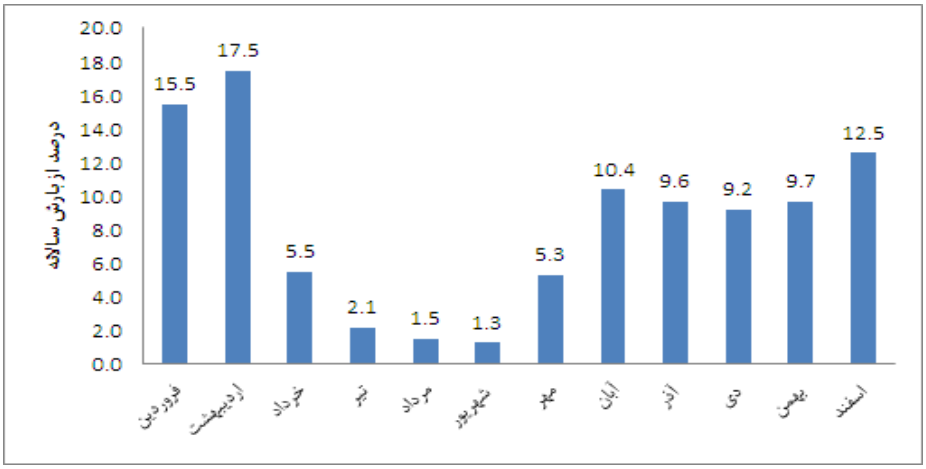
14- Hundal et al

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

یافته‌ها و بحث

بارش

بارش یکی از مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار بر رشد گندم دیم می‌باشد. میانگین بارش در سطح استان زنجان حدود ۲۸۷ میلی‌متر و در ایستگاه سینوپتیک زنجان ۲۹۶ میلی‌متر می‌باشد. ازلحاظ توزیع ماهانه نیز، بیش‌ترین مقدار بارش ایستگاه زنجان با ۱۷/۵ و ۱۵/۵ درصد به‌ترتیب در ماه‌های اردیبهشت و فروردین و کم‌ترین آن با ۱/۳ درصد در ماه شهریور اتفاق می‌افتد (شکل ۳).

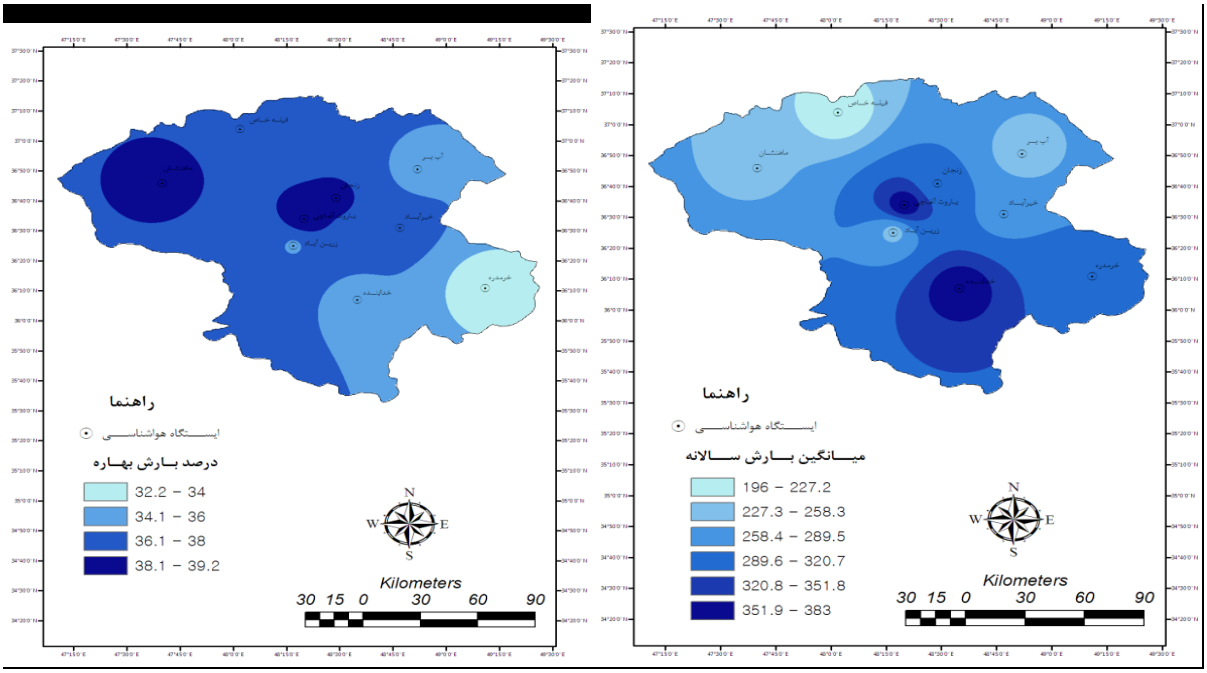


شکل ۳: توزیع ماهانه درصد بارش در ایستگاه سینوپتیک زنجان

در تحقیق حاضر با توجه به منطقه مورد مطالعه و اهمیت بارش در دیم‌کاری تعریف زیر جهت محاسبه تاریخ کشت از بعد متغیر بارش مورد استفاده قرار گرفت. اولین تاریخ وقوع بارش بیش‌تر یا برابر ۵ میلی‌متر که در یک یا دو روز متوالی و در فصل پاییز با احتمال ۷۵ درصد حادث شود. همچنین از لحاظ متغیر دما درجه حرارت‌های مناسب برای دوره کشت بین ۱۲ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گشت (مظفری، ۱۳۸۰). باید توجه داشت که با کاشت به‌موقع، جوانه زدن، سبز شدن و سپس پنجه زدن به‌موقع گندم دیم قبل از ریزش برف انجام شده و بوته‌ها در برابر سرما و برف مقاوم می‌شوند و در عمل در زیر برف سالم مانده و با گرم شدن هوا در فصل بهار، گیاه مراحل رشد خود را بدون خسارت ادامه داده و محصول بیش‌تری عاید می‌شود. یکی از پارامترهای مشخص‌کننده پتانسیل دیم‌کاری، مجموع بارندگی سالیانه است. گندم در زراعت دیم حداقل به ۳۰۰ میلی‌متر باران در طول دوره رشد احتیاج دارد (بهنیا، ۱۳۷۶: ۷۶)، به همین دلیل مقادیر بارش سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان زنجان مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از پهنه‌بندی بارش استان نشان می‌دهد که در قسمت کوچکی از شمال‌غرب و غرب استان میزان بارش در حد ضعیف (کم‌تر از ۲۵۰ میلی‌متر) می‌باشد که محدودیت را برای تولید اقتصادی گندم دیم ایجاد می‌کند. همچنین در مناطقی از غرب و شرق استان بارش در حد متوسط (۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر) و مناطق واقع در

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

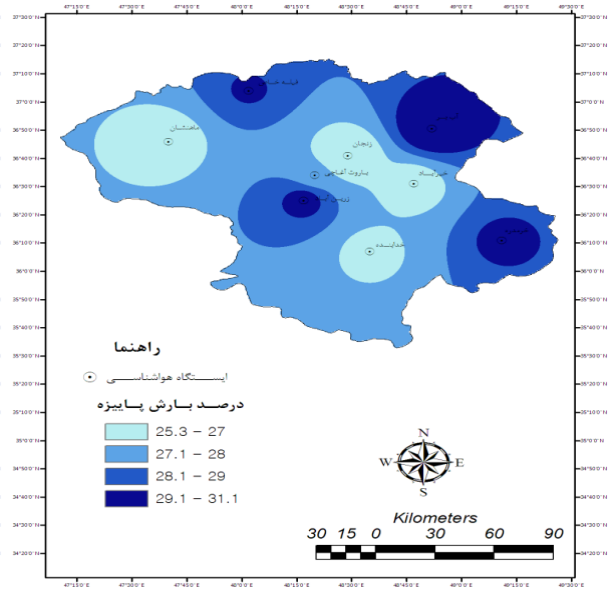
مرکز و جنوب استان دارای بارش در حد مطلوب برای کشت گندم می‌باشد (شکل ٤). در زراعت دیم علاوه بر مجموع بارندگی سالانه، نحوه توزیع آن در طول مراحل رشد بر عملکرد تأثیر به سزایی دارد. در برخی از ایستگاه‌های مورد مطالعه، علیرغم این‌که توزیع بارش سالانه کم‌تر از حداقل مورد نیاز برای گندم دیم است، ولی توزیع روزانه بارش در طول مراحل رشد امکان کشت را میسر می‌سازد. از این‌رو، نحوه توزیع بارش در طول دوره رشد در استان، بارندگی در پاییز، بهار و خرداد و همچنین نسبت بارندگی بهار، پاییز و زمستان به بارندگی سالیانه نیز مطالعه گردید. با توجه به (شکل ٥) می‌توان دریافت که نسبت بارش‌های بهاری به بارش سالانه در قسمت‌های شرقی و جنوب‌شرقی استان پایین بوده و با حرکت به سمت شمال‌غرب بر سهم بارش‌های بهاری افزوده می‌شود به‌طوری‌که در گوشه شمال‌غربی به ٤٠ درصد می‌رسد. از دلایل بالا بودن بارش‌های بهاری در این منطقه می‌توان به بالا بودن عرض جغرافیایی و نفوذ جریان‌های خزری به این منطقه اشاره کرد. نتایج حاصل از (شکل ٦) نشان می‌دهد که نسبت بارش پاییزه به بارش سالانه در نواحی شمال‌شرقی و شرقی استان بیش‌تر و با حرکت به سمت جنوب و غرب از میزان بارش‌های پاییزه کاسته می‌شود. با توجه به این‌که سواحل غربی دریای خزر در فصل پاییز بیش‌ترین بارش‌ها را دریافت می‌کنند دلیل زیاد بودن بارش‌ها در شمال‌غرب استان در این فصل می‌تواند هم‌جواری با این ناحیه پرباران باشد. با بررسی (شکل ٧) می‌توان به این مهم دست یافت که برخلاف روند بارش‌های بهاره، نسبت بارش زمستانه به بارش سالانه در مناطق جنوب‌شرقی بیش‌تر و با حرکت به سمت مناطق شمال‌غربی و غربی از میزان بارش‌های زمستانه کاسته شده و به میزان بارش‌های بهاره افزوده می‌شود.



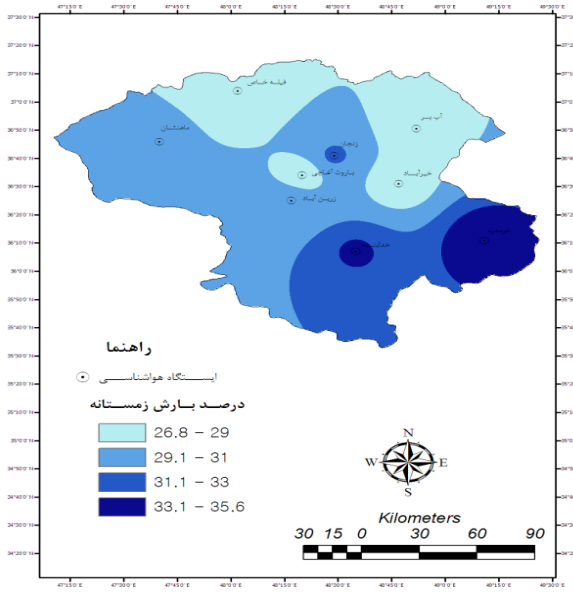
شکل ٤: توزیع جغرافیایی میانگین بارش سالانه

شکل ٥: توزیع جغرافیایی درصد بارش بهاره به سالانه

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025



شکل ٦: توزیع جغرافیایی درصد بارش پاییزه به سالانه

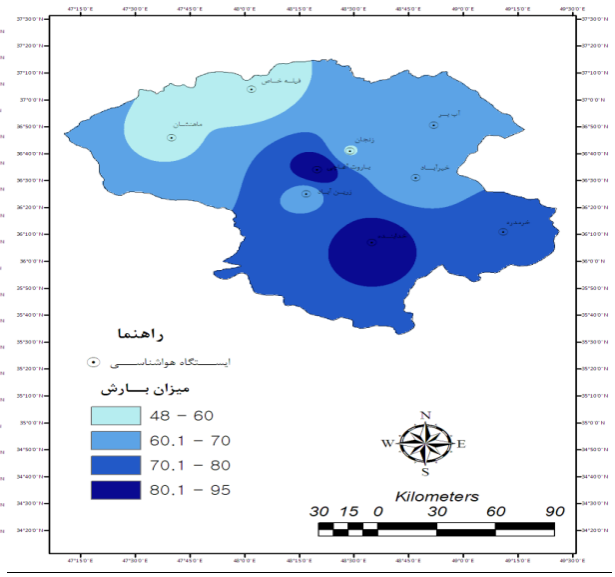


شکل ۷: توزیع جغرافیایی درصد بارش زمستانه به سالانه

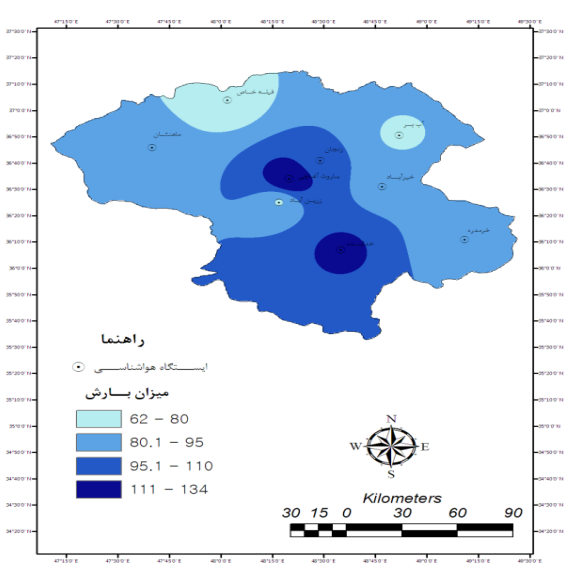
سازمان هواشناسی کشور مقدار بارش مناسب پاییزه (بارش جوانه‌زنی و پنجه‌زنی) را ٤٠ تا ٦٠ میلی‌متر پیشنهاد کرده است (ساری صراف و همکاران، ۱۳۸۸). براساس مطالعات انجام‌یافته توسط گیوی (۱۳۷٦: ۷۸) مناسب‌ترین بارش پاییزه ٤٥ تا ۹۵ میلی‌متر تعیین گردیده است. برای بررسی نحوه پراکنش بارش پاییزه در مناطق مختلف استان، مقادیر بارش پاییزه محاسبه شد. همان‌گونه که در (شکل ۸) دیده می‌شود به‌طور محسوسی از شمال‌غرب به جنوب‌شرق بر میزان بارش‌های پاییزه (مرحله جوانه‌زنی) افزوده می‌شود. براساس کلاسه‌های تعریف شده مشخص می‌شود که مناطق بسیار مناسب مناطقی هستند که دارای بارش بیش از ۸۰ میلی‌متر می‌باشند، مناطق مناسب دارای بارش بین ۷۰ تا ۸۰ میلی‌متر، مناطق متوسط که دارای بارش بین ٦٠ تا ۷۰ میلی‌متر و مناطق ضعیف دارای بارش کم‌تر از ٦٠ میلی‌متر می‌باشند. براساس مطالعات گیوی (۱۳۷٦) بارش مناسب بهاره (مجموع بارش مرحله گل‌دهی و دانه دهی) ۱۱۵ تا ۱۷۰ میلی‌متر پیشنهاد شده است. بازگیر (۱۳۷۹) بدون توجه به میزان بارش، مقدار ۳۷ تا ٤٠ درصد نسبت بارش بهاره به سالیانه را به‌عنوان بارش مناسب بهاره تعیین کرده است. برای مطالعه مقدار و پراکنش بارش بهاره در استان زنجان میزان بارش بهاره ایستگاه‌های مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طوری که در (شکل ۹) مشاهده می‌گردد، مناطق مرکزی و جنوبی استان از لحاظ میزان بارش بهاره در شرایط بسیار مناسب (۱۱۱ تا ۱۳٤ میلی‌متر) و مناطق شمالی و شرقی (ایستگاه‌های فیله خاص و آب بر) استان از لحاظ میزان بارش در شرایط ضعیف (٦۲ تا ۸۰ میلی‌متر) قرار دارند که در چهار کلاسه طبقه‌بندی گردیده است. بارش در ماه ژوئن (خردادماه) عاملی است که باعث تعیین تعداد و وزن دانه‌ها می‌شود (دین‌پژوه، ۱۳۷۵). به دلیل اهمیت و نقش بارز بارش ژوئن

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

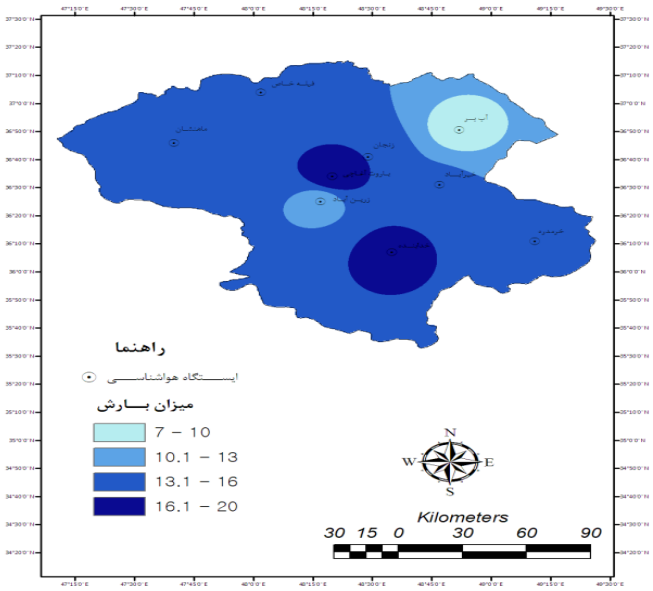
(خرداد) در میزان عملکرد گندم دیم به بررسی میزان بارش بهاره در سطح استان پرداخته شده است. با توجه به (شکل ۱۰) ملاحظه می‌شود که بارش‌های خردادماه (مرحله پر شدن دانه) در مناطقی مانند خدابنده و باروت آغاچی دارای حداکثر مقدار (بین ۱۶ تا ۲۰ میلی‌متر) و در مناطقی مانند آب‌بر و زرین‌آباد دارای حداقل مقدار (بین ۷ تا ۱۰ میلی‌متر) می‌باشند. مناطق بسیار مناسب مناطقی هستند که دارای بارش بیش از ۱۶ میلی‌متر می‌باشند و مناطق نامناسب دارای بارش کم‌تر از ۱۰ میلی‌متر می‌باشند.



شکل ۸: توزیع جغرافیایی مقادیر بارش مرحله جوانه‌زنی



شکل ۹: توزیع جغرافیایی مقادیر بارش مرحله گل‌دهی



شکل ۱۰: توزیع جغرافیایی مقادیر بارش خردادماه (مرحله پر شدن دانه)

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

دما

ازآنجایی‌که دما یکی از عوامل تعیین‌کننده در رشد گیاهان زراعی است، برای هرگونه گیاهی محدوده آستانه حرارتی معین تعریف شده است. دما در هر یک از مراحل رشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است ولی دراین بین مراحلی وجود دارد که به دلیل حساس بودن گیاه به تغییرات آب و هوایی، از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. به همین دلیل در این تحقیق، شرایط دمایی ایستگاه‌های مورد مطالعه با توجه به نیازهای حرارتی گندم در مراحل جوانه‌زنی، گل‌دهی و دوره پرشده دانه مورد بررسی قرار گرفت. برای دستیابی به تاریخ رسیدن به مراحل فوق، از درجه روزهای رشد استفاده شد. واحدهای حرارتی مورد نیاز عبور گیاه از هر یک از مراحل فوق به شرح زیر می‌باشند (نونحبل[15]، ۱۹۹۶).

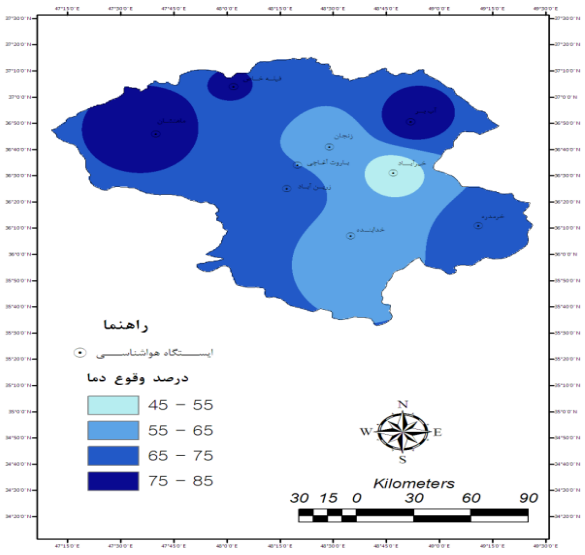
- کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا سبز شدن ..... ۱۸۰ درجه- روز
- کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا دوره گل‌دهی ..... ۱۳۰۰ درجه- روز
- کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا دوره پر شدن دانه ..... ۲۱۰۰ درجه- روز

دما در مراحل ابتدایی رشد گیاه، به‌ویژه در دوره کاشت تا سبز شدن، اثر قابل‌توجه بر گیاهان سبز دارد. به هنگام جوانه‌زنی درجه حرارت مناسب ۱٤-۸ درجه سانتی‌گراد است به شرطی که حداقل درجه حرارت روزانه به صفر و زیر صفر نرسیده باشد (بازگیر، ۱۳۷۹)؛ یعنی گیاه در حضور رطوبت کافی در شرایطی جوانه می‌زند که دمای مناسب جوانه‌زنی نیز همزمان رخ‌داده باشد. در این پژوهش شرایط دمای متوسط روزانه در دوره جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفت و دماهای بین ۸ تا ۱٤ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان دماهای مناسب موردپذیرش قرار گرفت. (شکل۱۱) درصد دماهای مناسب جوانه‌زنی را نشان می‌دهد. بیش‌تر مناطق واقع در شمال و غرب استان از لحاظ وقوع دمای مناسب جوانه‌زنی در وضعیت مناسب قرار دارند. بخش‌های واقع در جنوب‌شرق و مرکز استان (زنجان) از لحاظ وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی در وضعیت متوسط تا ضعیف قرار دارند. یکی دیگر از مراحل حساس فنولوژیکی گندم، دوره گل‌دهی گندم می‌باشد. در این مرحله با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، دمای ۹ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان آستانه وقوع تنش سرمایی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان آستانه وقوع تنش گرمایی مدنظر قرار گرفت (محمدی، ۱۳۸٤). در این مرحله از رشد گندم چنان چه دماهای حداکثر روزانه از ۲۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر رود، سبب عقیمی اندام‌های نر در گندم می‌گردد که در نهایت باعث افت عملکرد محصول می‌گردد. برای بررسی و پهنه‌بندی دمای استان زنجان در مرحله گل‌دهی گندم، درجه روزهای رشد از تاریخ کشت تا رسیدن به ۱۳۰۰ درجه روز برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه گردید. با توجه به (شکل ۱۲) حاصله از توزیع جغرافیایی متوسط وقوع تنش‌های سرمایی در مرحله گل‌دهی، ٤ کلاسه تعریف شده است. کم‌ترین درصد وقوع دماهای کم‌تر از ۹ درجه

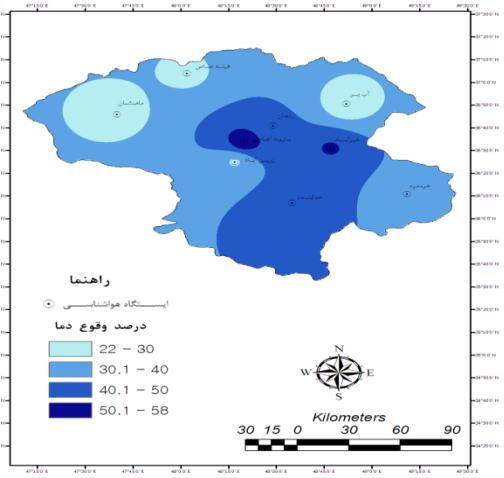
15- Nonhebel

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

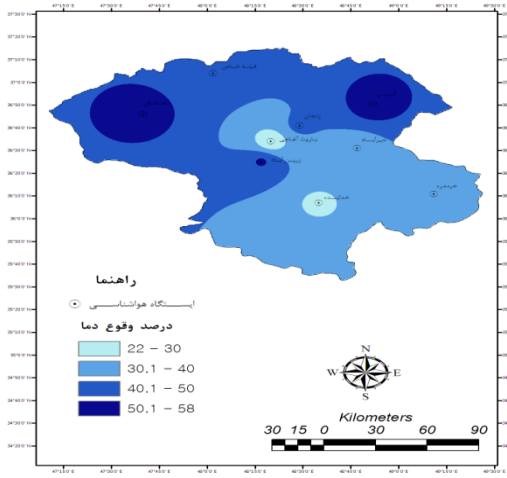
سانتی‌گراد در مرحله گل‌دهی در ناحیه شمال‌غرب و شمال‌شرق استان قرار دارد که به‌عنوان ناحیه مناسب محسوب می‌شود و بیش‌ترین درصد وقوع دماهای کم‌تر از ۹ درجه سانتی‌گراد در مرحله گل‌دهی در ناحیه مرکزی و جنوبی استان قرار دارد که به‌عنوان ناحیه نامناسب به‌حساب می‌آید. با توجه به (شکل ۱۳) حاصله از توزیع جغرافیایی متوسط وقوع تنش‌های گرمایی در مرحله گل‌دهی، ٤ کلاسه تعریف شده، پهنه‌بندی شده‌اند. کم‌ترین درصد وقوع دماهای بیش‌تر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نواحی جنوب و جنوب‌شرقی استان قرار دارد که به‌عنوان ناحیه مناسب محسوب می‌شود. همچنین بیش‌ترین درصدهای وقوع دماهای بالاتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ناحیه شمال و شمال‌غرب استان قرار دارد که به‌عنوان ناحیه نامناسب به‌حساب می‌آیند.



شکل ۱۱: توزیع جغرافیایی درصد وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی



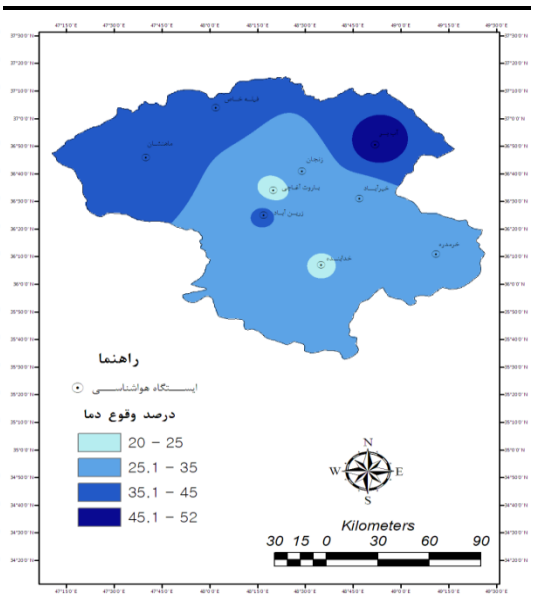
شکل ۱۲: توزیع درصد دماهای کم‌تر از ۹ درجه در گل‌دهی



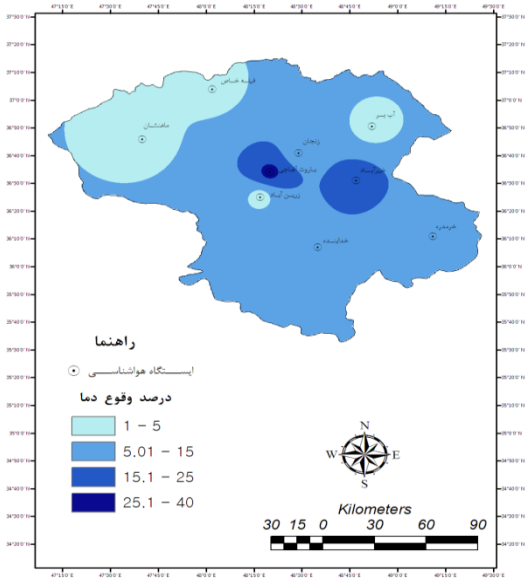
شکل ۱۳: توزیع درصد دماهای بیش‌تر از ۲۵ درجه در گل‌دهی

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

از دیگر مراحل حساس دوره رشد گندم، دوره پر شدن دانه (شروع تا پایان پر شدن دانه) می‌باشد. چنان چه در طول این دوره درجه حرارت‌های حداکثر روزانه بیش‌تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد شاهد افت شدید محصول می‌باشیم، زیرا افزایش دما سبب افزایش تبخیر و تعرق گیاه و تنش آبی می‌گردد که درنتیجه سبب چروکیده شدن دانه‌ها شده و کاهش وزن دانه‌ها و در نهایت عملکرد در واحد سطح می‌گردد (بازگیر، ۱۳۷۶). هم‌چنین در دوره پر شدن دانه دمای ۹ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان آستانه وقوع تنش سرمایی مد نظر قرار گرفت. برای بررسی چگونگی توزیع حرارت ۳۰ درجه و بیش‌تر در مرحله پر شدن دانه، تاریخ رسیدن گندم دیم به این مرحله (تاریخ رسیدن به ۲۱۰۰ درجه روز) محاسبه گردید. (شکل ١٤) توزیع جغرافیایی درصد دماهای بیش‌تر از ۳۰ درجه در مرحله پرشدن دانه را نشان می‌دهد. با توجه به آن مشخص می‌گردد که بیش‌تر مناطق استان واقع در مرکز و جنوب از لحاظ درصد وقوع دماهای بیش‌تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط مناسبی قرار دارند به‌طوری که درصد وقوع این شرایط در این مناطق کم‌تر از (٤٠ درصد) است درحالی‌که مناطق واقع در شمال‌غرب و شمال‌شرق استان از لحاظ درصد وقوع دماهای بیش‌تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط نامناسبی قرار دارند و درصد وقوع این شرایط در این مناطق بیش‌تر از (۵۰ درصد) است. هم‌چنین توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دماهای کم‌تر از ۹ درجه سانتی‌گراد در مرحله پر شدن نیز محاسبه و نقشه آن رسم گردید. با توجه به (شکل ۱۵) حاصله از توزیع جغرافیایی متوسط وقوع تنش‌های سرمایی در مرحله پر شدن دانه می‌توان دریافت که تقریبا تمام نواحی استان از لحاظ درصد دماهای کم‌تر از ۹ درجه در مرحله پر شدن دانه در شرایط مناسبی قرار دارند و تنها بخش محدودی واقع در مرکز استان از لحاظ درصد وقوع دماهای کم‌تر از ۹ درجه در شرایط نامناسبی قرار دارد.



شکل ١٤: توزیع جغرافیایی دماهای بیش‌تر از ۳۰ درجه در پرشدن دانه



شکل ۱۵: توزیع جغرافیایی دماهای کم‌تر از ۹ درجه در پرشدن دانه

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

- پهنه‌بندی اراضی استان زنجان ازنظر پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم

بعد از استخراج پارامترهای مورداستفاده برای هر یک از ایستگاه‌ها و انتقال آن‌ها به محیط GIS با توجه به منابع علمی و همچنین شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه، چهار کلاس برای هر یک از لایه‌ها تعریف شد. همچنین برای هم مقیاس کردن لایه‌ها جهت انجام هم‌پوشانی، با توجه به شرایط مطلوب اقلیمی کشت گندم دیم به هر یک از پهنه‌ها وزن عددی از ۱ تا ٤ اختصاص یافت (جدول ۲). با بهره‌گیری از روش همپوشانی «وزنی طبقه‌بندی‌شده» کلیه لایه‌های مربوط به پارامترهای اقلیمی دما و بارش در محیط GIS تلفیق شدند. در ادامه ارتفاعات با شیب‌های زیاد، مناطق با پوشش گیاهی و جنگلی و مناطق مسکونی به‌عنوان مناطق نامناسب ازلحاظ کشت گندم با نقشه حاصله از تلفیق پارامترهای اقلیمی ادغام شدند و در نهایت نقشه پهنه‌بندی اراضی برای کشت گندم دیم در استان زنجان تهیه گردید (شکل ١٦).

نقشه نهایی هم‌پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان زنجان دارای ۵ پهنه به شرح ذیل می‌باشند:

(۱) مناطق بسیار مناسب (درجه ۱): به علت دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره رشد گندم دارای عملکرد بالا هستند یا می‌توانند چنین عملکردی را در صورت فراهم شدن سایر پارامترهای مورد نیاز داشته باشند. این مناطق بیش‌تر در مرکز استان و در محدوده شهرستان خدابنده و جنوب‌غرب شهرستان زنجان واقع شده‌اند که با مساحت ۱۳۹۷ کیلومترمربع در حدود ۷ درصد مساحت استان را شامل می‌گردد.

(۲) مناطق مناسب (درجه ۲): از لحاظ عوامل اقلیمی مناسب گندم دیم، در شرایط ضعیف‌تری نسبت به مناطق بسیار مناسب قرار دارد. ولی با کاشت گندم در این مناطق می‌توان عملکرد محصول به نسبت خوبی را از آن‌ها انتظار داشت. این مناطق در ناحیه جنوبی و مرکزی استان قرار دارند و شامل نواحی جنوبی شهرستان زنجان، نواحی غربی شهرستان ابهر و بیش‌تر قسمت‌های شهرستان‌های خرمدره و خدابنده می‌باشد که با مساحت ٦٥٦٥ کیلومترمربع در حدود ۳۱/۲ درصد مساحت استان را شامل می‌گردد.

(۳) مناطق متوسط (درجه ۳): دارای پتانسیل اقلیمی پایینی برای کشت گندم دیم می‌باشند. این ناحیه بیش‌تر شامل مناطق واقع در شمال استان می‌باشد که به‌طور عمده شامل بخش‌های وسیعی از شهرستان‌های ماهنشان، طارم و نیز قسمت‌های شمالی شهرستان زنجان می‌باشد که با مساحت ۹۳٤۸/۷ کیلومترمربع در حدود ٤۲/۲ درصد مساحت استان را شامل می‌گردد.

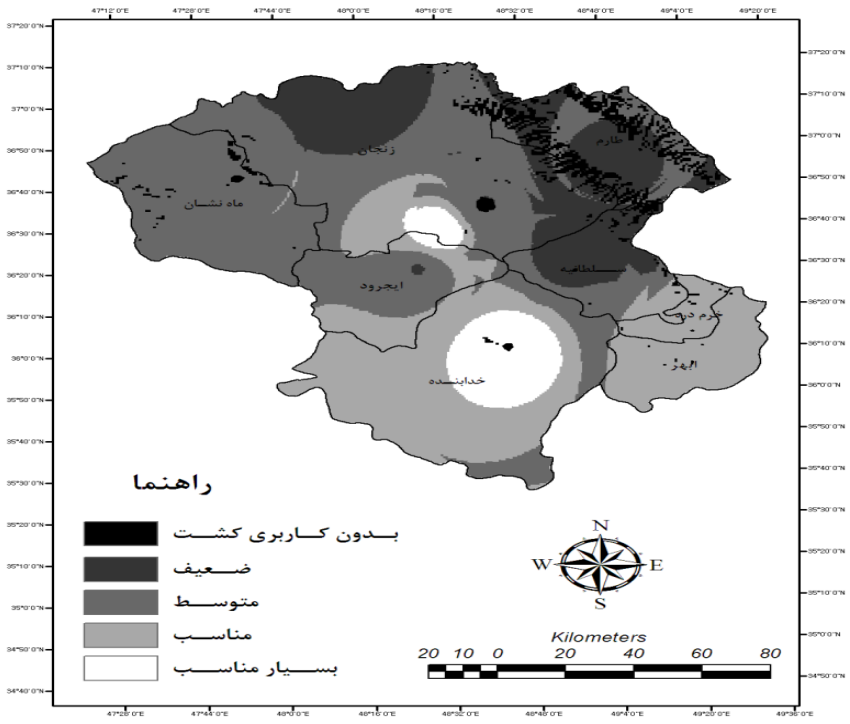
(٤) مناطق ضعیف (درجه ٤): به دلیل عدم وجود شرایط اقلیمی مناسب، کشت گندم در این مناطق مقرون‌به‌صرفه و اقتصادی نیست. این ناحیه شامل بخش‌هایی از شهرستان‌های ماهنشان و طارم می‌باشد. همچنین شامل مناطق مرتفع و پرشیب رشته‌کوه‌های البرز می‌باشد که در قسمت شمال‌شرق استان کشیده شده‌اند که با مساحت ٣٦٤١ کیلومترمربع در حدود ۱۵/۸ درصد مساحت استان را شامل می‌گردد.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

(۵) مناطق بدون کاربری (درجه ۵): این منطقه شامل ارتفاعات با شیب‌های زیاد، مناطق مسکونی و زمین‌های با پوشش جنگلی و گیاهی می‌باشند که بیش‌تر در شمال‌شرق استان واقع شده‌اند که با مساحت ۸۳۳ کیلومترمربع در حدود ۳/۸ درصد مساحت استان را شامل می‌گردد.

جدول ۲- **کلاسه‌های تعریف شده و وزن‌های اختصاص‌یافته به لایه‌ها در این تحقیق**

ارزش کیفی		بسیار مناسب	مناسب	متوسط	نامناسب
پارامترها	ارزش وزنی	٤	۳	۲	۱
بارش سالانه		۳۰۰<	۲۷۰ -۳۰۰	۲٤۰ -۲۷۰	<۲٤۰
بارش پاییزه (مرحله جوانه‌زنی و پنجه‌زنی)		۸۰<	۷۰ -۸۰	٦۰ -۷۰	<٦۰
بارش بهاره (مرحله گل‌دهی)		۱۱۰<	۹۵ -۱۱۰	۸۰ -۹۵	<۸۰
بارش خردادماه (مرحله پر شدن دانه)		۱٦<	۱۳ -۱٦	۱۰ -۱۳	<۱۰
دماهای مناسب در مرحله جوانه‌زنی		۷۵<	٦۵ -۷۵	۵۵ -٦۵	<۵۵
دماهای کم‌تر از ۹ درجه در مرحله گل‌دهی		<۳۰	۳۰ -٤۰	٤۰ -۵۰	۵۰<
دماهای بالاتر از ۲۵ درجه در مرحله گل‌دهی		<۳۰	۳۰ -٤۰	٤۰ -۵۰	۵۰<
دماهای کم‌تر از ۹ درجه در مرحله پر شدن دانه		<۱۵	۱۵ -۲۵	۲۵ -۳۵	۳۵<
دماهای بالاتر از ۳۰ درجه در مرحله پر شدن دانه		<۳۰	۳۰ -٤۰	٤۰ -۵۰	۵۰<



شکل ١٦: پهنه‌بندی اراضی استان زنجان از نظر پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

نتیجه‌گیری

موقعیت جغرافیایی استان زنجان و شرایط و توانمندی‌های طبیعی آن در طول تاریخ باعث شکل‌گیری فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری مرتبط با آن شده است. شناسایی استعدادها و محدودیت‌هایی که آب‌وهوا در منطقه ایجاد کرده و به عبارتی پهنه‌بندی اقلیمی–کشاورزی گندم دیم با استفاده از عناصر اقلیمی در محیط GIS از اهداف این تحقیق است. برای انجام این کار ابتدا سوابق مطالعاتی موجود در ارتباط با پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم مورد بررسی قرار گرفت و با به‌کارگیری از روش درون‌یابی و همپوشانی در محیط GIS نقشه نهایی مناطق هم‌پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان زنجان تهیه گردید. نتایج حاصل نشان داد که بیش‌تر مناطق واقع در مرکز و جنوب استان در محدوده شهرستان‌های خدابنده، خرمدره و جنوب‌غرب شهرستان زنجان مناسب‌ترین محل برای کشت گندم دیم می‌باشند. همچنین برخی از مناطق واقع در شمال و شمال‌شرق استان در محدوده شهرستان‌های ماهنشان و طارم به دلیل عدم وجود شرایط اقلیمی مناسب، کشت گندم در این مناطق مقرون‌به‌صرفه و اقتصادی نیست.

لازم به ذکر است که به‌غیراز دما و بارش، عواملی از قبیل ارتفاع، شیب، جهت دامنه‌ها، بافت خاک، رطوبت و میزان تبخیر و تعرق نیز می‌تواند در فرآیند کشت گندم دیم مؤثر باشد و استفاده از این عوامل می‌تواند ما را در دستیابی به نتایج دقیق‌تر و بهتر یاری رساند. یکی دیگر از محدودیت‌های این پژوهش کم بودن تعداد ایستگاه‌های هواشناسی در سطح استان می‌باشد و در صورتی که اطلاعات تعداد زیادی ایستگاه هواشناسی در دسترس بود، نتایج پژوهش دقیق‌تر می‌شد.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

منابع

- بلیانی، ی؛ حجازی‌زاده، ز؛ فرجی، ع؛ بیات، ع (۱۳۹۱)، «پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان فارس»، ***فصلنامه جغرافیای طبیعی***، شماره ۱۵، صص ۵۰-۳۳.

- بازگیر، س (۱۳۷۸)، «بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم در استان کردستان»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

- بهنیا، م (۱۳۷٦)، «***سرمازدگی غلات***»، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

- دین‌پژوه، ی؛ موحد دانش، ع (۱۳۷۵)، «تعیین مناطق مساعد برای تولید غلات دیم با توجه به بارش‌های ماهانه آذربایجان شرقی، غربی و اردبیل»، ***مجله نیوار***، شماره ۳، صفحات ۳۸-۲۵.

- زرین، آ (۱۳۷۹)، «مدل‌سازی میزان عملکرد محصول گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیم‌شناسی کشاورزی در استان آذربایجان غربی»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.

- سبحانی، ب؛ رسولی، ع (۱۳۸٤)، «پهنه‌بندی اگروکلیماتیک استان اردبیل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS»، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز.

- سنجری، س (۱۳۸۷)، «**راهنمای کاربردی ARC GIS9.2**»، تهران، انتشارات عابد.

- ساری‌صراف، ب؛ بازگیر، س؛ محمدی، غ (۱۳۸۸)، «پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌غربی»، ***مجله جغرافیا و توسعه***، شماره ۱۳، صص ۲٦-۵.

- فرج‌زاده، م؛ تکلوبیغش، ع (۱۳۸۰)، «ناحیه‌بندی اگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم دیم»، ***مجله پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ٤۱، صص ۱۰۵-۹۳.

- کمالی، غ (۱۳۷٦)، «بررسی اکولوژیکی توانایی‌های دیم‌زارهای غرب کشور ازنظر اقلیمی با تأکید بر گندم دیم»، رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

- کمالی، غ؛ صدقیانی‌پور، ع؛ صداقت کردار، ع؛ عسگری، آ (۱۳۸۷)، «بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌شرقی»، ***مجله آب‌وخاک***، شماره ۲۲، صص ٤۸۳-٤٦۷.

- کاظمی راد، م (۱۳۷۷)، «تعیین زمان و مکان مناسب برای کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌غربی با استفاده از توزیع بارش و دما»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت‌معلم تهران.

- گیوی، ج (۱۳۷٦)، «ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی»، موسسه تحقیقات آب‌وخاک، نشریه فنی شماره ۱۰۱۵، صص ۱۱۵-۱۰۰.

- علیجانی، ب؛ دوستان، ر (۱۳۸۵)، «تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از *GIS*»، ***مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای***، شماره ۸، صص ۳۳-۱۳.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025

- محمدنیا قرایی، س؛ محمدی، ح (۱۳۹۲)، «ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی محصول گندم در استان خراسان رضوی براساس دما و بارش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی»، ***مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای***، شماره ۲۱، صص ۵۷ –۴۳.

- محمدی، ح (۱۳۸٦)، «***آب‌وهواشناسی کاربردی***»، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

- مظفری، غ (۱۳۸۰)، «ارزیابی قابلیت‌های محیطی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه»، رساله دکتری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت‌معلم تهران.

- Bazgeer, S., Mahey, R. K., Sharma, P. K., Sood, A., Sidhu, S. S., (2006), "Pre- harvest wheat yield prediction using Agro met- Spectral- trend- yield models for Moshiarpur and Rupnagar districts of Punjab", ***Journal of the Indian society of Remote Sensing***, 34 (3): 269-277.

- Dubey, R. P., Kalubarme, M. H., Jhorar, O. P., Cheema, S. S., (1987), "Wheat yield models and production estimates for Patiala and Ludhiana districts based on Land sat- MSS and Agro meteorological data", Scientific note, Space application center: Ahmedabad.

- Ghaffari, A., (2000), "Application of GIS and crop simulation modeling to assess crop suitability and production potential under current and climate change scenarios in the Stour Catchment", Kent, UK", PhD. thesis, Wyle College: University of London.

- Hundal, S. S., Singh, R., Dhaliva, L. K., (1997), "Agro-climatic indices for predicting phonology of wheat (Triticum aestivum) in Punjab", ***J. Agric., Sci***, 67: 265-268.

- HAN, W. F., Ji-cheng, W., Ai-ling, H., (2011), "Potential productivity of main crops in meadow soil district of Henan Province", ***Journal of Henan Agricultural Sciences***, 10: 46-48.

- Jallala. A. M., (1981), "Geo-climate zones in the western region and their impact on agricultural productivity", Master of Science thesis, Agricultural Experiment Station: University of Idaho.

- Khattak, P., Rabia, Sh., (2012), "Temporal analysis of wheat yield and climatic trends in Pakistan," ***Journal of Elixir Agriculture***, 52: 11598-11603.

- Landau, S., Mitchell, R. A. C., Barnett, V., Colls, J. J., Craigon, J., Payne, R. W., (2000), "A parsimonious, multiple-regression model of wheat yield response to environment, ***Agricultural and Forest Meteorology***, 101 (2-3): 151-166.

- Nonhebel, G., (1996), "Effects of temperature rice and increase in co2 Concentration of simulated wheat yield in Europe", ***Climatic-change***, 34: 73-90.

- Norwood, Charles, A., (2000), "Dry land winter wheat as affected by previous crops", ***Agronomy Journal***, 92 (1): 121-127.

- Rathore, P. S., (2005), "Techniques and Management of Field Crop Production", Agro bios Publishing: Delhi, India.

- Pereira, A. R., (1982), "Crop planning for different environments**", *Agri. Meteorology***, 27: 71-77.

- Veron Santiago, R., (2004), "International variability of wheat yield in the Navigating Pampas during the 20th Centur, ***Agricultural Ecosystem and Environment Journal***, 103 (1): 177-190.

- WU, D. R., Jian-dong, L., Ling, L., Chao-yang, J., Qiang, Y., (2012), "Yield potential of winter wheat in the North China and its EOF analysis", ***Agricultural Research in the Arid Areas***, 5: 003.
- Wang, J., Enli, W., De, L. L., (2011), "Modelling the impacts of climate change on wheat yield and field water balance over the Murray–Darling Basin in Australia," ***Theoretical and Applied Climatology***, 104 (3-4): 285-300.
- Zhang, Y., (1994), "Numerical experiments for the impacts of temperature and precipitation on the growth and development of winter wheat", ***Journal of Environment Science***, 5:194-200.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 10:01 IRST on Saturday March 1st 2025