نشریه پژوهش های اقلیم شناسی | سال چهارم | شماره سیزدهم و چهاردهم | بهار و تابستان ۱۳۹۲

مکان‌یابی مناسب‌ترین مناطق کشت گندم دیم
(مطالعه موردی: استان خراسان شمالی)

فاطمه عباسی*[۱]، کوروش احترامیان[۲]، لیلی خزانه داری[۳]، سهراب محمد نیا قرایی[۴]، مرتضی اثمری [۵]

۱ و ۳- کارشناس ارشد هواشناسی، پژوهشکده اقلیم شناسی

۲- دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد شیروان

۴- دکترای اقلیم شناسی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

۵- کارشناس ارشد هواشناسی، اداره کل هواشناسی خراسان رضوی

تاریخ وصول: ۹۰/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۲۶

چکیده

با توجه به اهمیت عوامل اقلیمی در تولید محصولات کشاورزی دیم و نیز توانایی‌های بالقوه استان خراسان شمالی، پهنه بندی اقلیمی کشت گندم دیم در این استان هدف اصلی این تحقیق قرار گرفت. برای این منظور از آمار بلندمدت ۱۷ ایستگاه باران سنجی، اقلیم‌شناسی، سینوپتیک، ۵ ایستگاه تبخیرسنجی داخل استان و ۶ ایستگاه سینوپتیک در خارج از این استان جهت هم پوشانی بهتر استفاده شد. در این تحقیق با توجه به تاریخ آغاز بارش‌های پاییزی برای هر منطقه از استان تاریخ کاشتی پیشنهاد شد. سپس مراحل مختلف رشد گندم دیم بر اساس محاسبه درجه- روزهای رشد (GDD) مراحل مختلف بدست آمد. در مرحله بعد، احتمال وقوع بارش سالانه ۳۰۰ میلی متر و بیشتر، مقادیر بارش پاییزه، بهاره و خرداد با احتمال وقوع ۷۵٪ بررسی شد. همچنین احتمال وقوع دمای مناسب جوانه زنی گندم دیم، دمای حداکثر ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد در مرحله گل دهی و مرحله پرشدن دانه محاسبه گردید. سپس با بهره گیری از نیازهای رویشی (شرایط اقلیمی مطلوب) گندم دیم، لایه های اطلاعاتی تهیه و کلاسه بندی شده و ارزش وزنی هر کدام از پهنه ها مشخص شد. در نهایت با تلفیق نقشه ها در محیط GIS نقشه پهنه بندی اقلیمی کشت گندم دیم در استان خراسان شمالی استخراج گردید. این نقشه نشان داد که مناسبترین مناطق کشت گندم دیم در قسمتهای شمال استان می‌باشد و مناطق ضعیف در جنوب غربی و جنوب شرقی استان واقعند. همچنین این تحقیق نشان داد که با انطباق لایه های موثر در فرآیند کشت گندم دیم در محیط GIS، امکان شناخت مناطق مستعد کشت برای این گیاه زراعی وجود دارد.

واژگان کلیدی: پهنه بندی، گندم دیم، GIS، پتانسیل اقلیمی، خراسان شمالی

*. Email: abbasi9999@yahoo.com

مقدمه

عامل افزایش محصول در کشورهای توسعه یافته، شناخت امکانات بالقوه اقلیمی و نیازهای آب و هوایی گیاهان و استفاده از این موضوع در جهت افزایش کارایی است. شناخت پارامترهای آب و هوایی و اثر آن ها بر روی گیاهان یکی از مهمترین عوامل موثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالابردن تولید می باشد و این موضوع بویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Kamali et al 2009). در عصر حاضر با توجه به محدودیت منابع و افزایش روزافزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا برای محصولات غذایی، ایجاب می کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود. لذا توجه به شرایط اقلیمی به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده تولید محصولات کشاورزی به خصوص دیم، ما را بیشتر یاری خواهد کرد. در بسیاری از مناطق کشور ما، عمده گیاهان زراعی بطور سنتی و تنها با اتکاء به تجربه و بدون بررسی انطباق آن با نیازهای بیوکلیمایی کشت می‌شوند. در نتیجه عملکرد آن ها کم و نهایتا این امر به هدر رفتن امکانات اقلیمی می انجامد. بنابراین، به منظور بهره برداری بهینه از شرایط اقلیمی کشاورزی شناخت دقیق نیازهای اقلیمی گیاه و کشت آن در منطقه مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است.

باتوجه به استراتژیک بودن گندم و اینکه مهمترین محصول زراعی کشور است، اگر بتوان با توجه به نیازمندی‌های گرمایی و رطوبتی این محصول، مناطق مساعد کشت گندم دیم را شناسایی نموده و محدودیت‌ها یا توانمندی هایی که اقلیم در محیط ایجاد کرده است را شناسایی کرد، عملا می‌توان به عملکرد بیشتری در واحد سطح دست یافت که این امر خود سبب بهبود شرایط اقتصادی کشاورزان و سطح در آمد ملی خواهد شد.

مطالعات مختلف و متنوعی در سراسر دنیا بر روی رابطه بین عوامل اقلیمی و رشد و نمو گیاهان در شرایط دیم کاری صورت گرفته است. در زمینه گندم، به عنوان مهمترین گیاه مورد نیاز انسان، در مقاله های خارجی و داخلی به مطالبی اشاره شده که در زیر به برخی از آنها پرداخته شده است.

زانگ (Zhang, 1994) آزمایشات متعددی برای تعیین اثرات تغییرات دما و بارندگی بر روی رشد و نمو گندم زمستانه در کشور چین انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات دما نسبت به بارندگی از اهمیت بیشتری بر روی عملکرد دانه برخوردار است. افزایش دمای ناشی از تغییر عوامل اقلیمی از سالی به سال دیگر، میزان نمو را سرعت بخشیده و دوره‌های فنولوژیکی را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر سرما و خشکی، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. نوروود (Norwood et al, 2000) در تحقیقی تاثیر پارامترهای اقلیمی را بر روی کاشت گندم دیم در دشت های بزرگ کانزاس آمریکا مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی بیشترین تاثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم دارند. ویرون و همکاران (Veron et al, 2004) بر اساس مقادیر بارش، منطقه کشت گندم پامپاس را به ۵ ناحیه تقسیم کردند. راتو (Rathove, 2005) با تحلیل مقادیر بارش سالانه و ماهانه، هندوستان را به ۹ ناحیه اگرو کلیمایی کشت گندم تقسیم‌بندی کرده است.

نانهبل (Nonhebel, 1996) تاثیر افزایش دما و غلظت CO_2 را بر روی تولید گندم در چند ناحیه اروپا مورد بررسی قرارداد. او داده‌های روزانه ۱۳ ایستگاه در غرب اروپا را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و به این نتیجه رسید که بر اثر افزایش ۳ درجه سانتی گراد دما، دوره رشد کوتاه گردیده و باعث کاهش عملکرد محصول گندم کلیه ایستگاه‌ها شده است. گالان (Galant, 1996) طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۶ رابطه بین عملکرد گندم زمستانه و بهاره، جو، شلغم و سیب زمینی را با دما و بارندگی مورد بررسی قرار داد، از نتایج این تحقیق می‌توان به وجود یک همبستگی منفی بین میانگین دمای سالانه و تولید دانه گندم اشاره نمود.

بالا و همکاران (Balla et al 1975) طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ در منطقه مارتون واسار مجارستان اثر متغیرهای اقلیمی بر روی عملکرد گندم زمستانه را مورد بررسی قرار دادند. متغیرهای مورد نظر شامل بارندگی و ساعات آفتابی در منطقه مطالعاتی بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که یک همبستگی منفی بین بارندگی و عملکرد

محصول وجود داشته و میانگین دمای سالانه نیز همبستگی مثبتی را با عملکرد محصول داشته است.

غفاری (Ghaffari, 2000) در حوزه آبریز Stour در ایالت Kent واقع در جنوب شرق انگلستان، مناطق مناسب کشت سیب زمینی و گندم را با استفاده از اطلاعات اقلیم، خاک و توپوگرافی منطقه تعیین کرد.

در ایران به عنوان اولین تحقیقات در زمینه اقلیم‌شناسی کشاورزی می‌توان به طرح مطالعاتی سازمان هواشناسی کشور با همکاری شرکت کوانتا درسال ۱۳۵۴ بر روی شرایط کشت ۱۵ محصول مهم زراعی ایران اشاره کرد. در این تحقیق نقش عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین بر روی محصولات بررسی و با تحلیل داده‌ها، نقشه مناطق مستعد برای کشت تهیه شده است. این تحقیق با توجه به گستردگی منطقه مورد مطالعه و محدودیت داده‌های اقلیمی یک تحقیق مناسب به نظر می‌رسد (IRIMO, 1975).

دین پژوه و موحد (۱۳۷۶) دانش تحقیقی با عنوان تعیین مناطق مساعد برای کشت غلات دیم بر اساس مقادیر بارش سالانه و بارش ماه‌های ژوئن و ژوئیه در آذربایجان انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که نقش بارش در مناطق با رژیم کشت دیم بیشتر از سایر پارامترهای اقلیمی است. کاظمی راد (۱۳۷۸) در تحقیقی زمان و مکان مناسب برای کشت گندم دیم را در آذربایجان غربی با استفاده از توزیع بارش و دما تعیین کرد. در این مطالعه، با استفاده از مشاهدات ۷ ایستگاه هواشناسی در طول دوره آماری سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۵، روند توزیع بارش و نوسانات دما در مراحل کاشت، گرده افشانی و سنبله تحلیل گردید. نتایج نشان دادند که ایستگاه‌های شمالی استان در اولویت برنامه‌ریزی برای زراعت گندم دیم می‌باشد.

سید جلالی (۱۳۷۸) ارزیابی تناسب و تعیین مدل پتانسیل تولید اراضی برای گندم در منطقه میان آب شوشتر را در استان خوزستان به روش پارامتریک انجام داد. سبحانی (۱۳۸۴) در رساله دکتری خود با استفاده از داده‌های بارندگی سالانه، بارندگی در طول دوره رشد سیب زمینی و رشد گندم، ساعات آفتابی، تعداد روزهای یخبندان، باد، شیب و ... پهنه‌های آگرو کلیمایی استان اردبیل را برای گیاهان زراعی سیب زمینی و گندم دیم تعیین کرد .صادق زاده اهری و همکاران (۱۳۸۲) جهت ارزیابی اثر تاریخ کشت بر عملکرد ارقام گندم دیم و تعیین تیپ رشد مناسب برای شرایط آب و هوایی مناطق سردسیر مطالعاتی روی ۹ رقم گندم در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی دیم مراغه و تحقیقات کشاورزی قاملو (سنندج) انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که اثرات مکان، تاریخ کشت، رقم و همچنین اثرات متقابل تاریخ کشت- رقم بر عملکرد بسیار معنی دار است و بیشترین میانگین عملکرد دانه در دو سال و دو مکان به منطقه مراغه به تاریخ کشت اول (نیمه اول مهر ماه) مربوط می‌شود.

بازگیر (۱۳۷۸)، مخدوم (۱۳۸۱)، فرج زاده و تکلوبیغش (۱۳۸۱)، رسولی (۱۳۸۴) و کمالی (۱۳۸۸) با تحلیل عناصر و عوامل آب و هوایی در محیط GIS پهنه بندی کشت گندم دیم را به ترتیب در استان‌های کردستان، همدان، اردبیل و زنجان انجام داده و به این نتیجه رسیدند که پهنه‌بندی آگرو کلیمایی با تحلیل عناصر و عوامل آب و هوایی در محیط GIS امکان پذیر است.

تولید گندم خصوصا گندم دیم، به علت نوسانات عوامل اقلیمی (عمدتاً میزان و پراکنش نزولات)، تغییرات زیادی دارد. یکی از مهم ترین عوامل موثر در کیفیت گندم یعنی درصد پروتئین موجود در دانه گندم، شرایط آب و هوایی است. وقوع یک سرمای نامناسب و یا ریزش بیش از اندازه باران و خشکی آخر دوره رشد دانه می‌تواند باعث کاهش معنی دار کیفیت گندم شود.

از آنجایی که گندم نقش اساسی را در امنیت غذایی کشور ایفا می‌کند، بررسی پتانسیل‌های اقلیمی مناطق بمنظور بهره برداری بهینه از شرایط اقلیمی کشاورزی با بکارگیری روش‌های مناسب علمی در مناطق مختلف کشور ضروری به نظر می‌رسد. در بررسی منابع داخلی ملاحظه می‌شود که در بعضی از استانها این مطالعات انجام شده است اما استان مورد نظر در تحقیق حاضر، مورد بررسی کامل قرار نگرفته است.

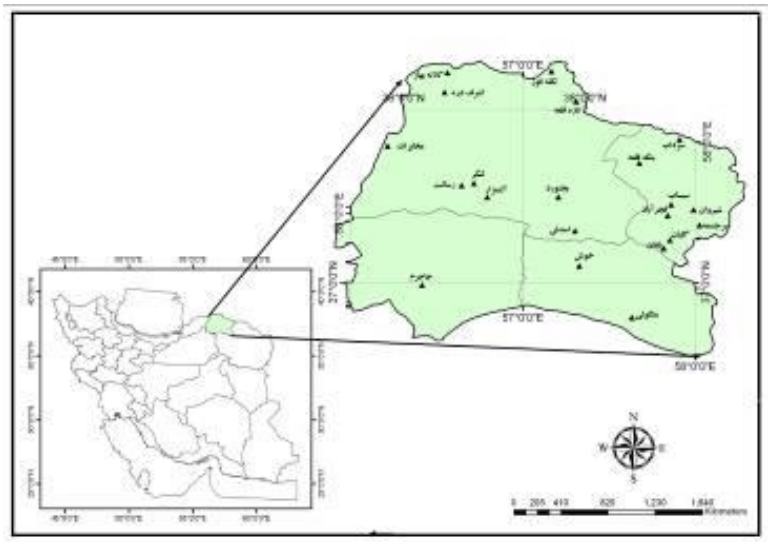
هدف از اجرای این تحقیق، شناسایی و تعیین امکانات بالقوه اقلیمی و تعیین چگونگی انطباق آنها با نیازهای گندم دیم (پاییزه) در استان خراسان شمالی است. برای دستیابی به این هدف، پس از بررسی‌های اقلیمی منطقه و انطباق آنها با

نیازهای فیزیولوژی گندم و تحلیل‌های بارش و دما اقدام به پهنه بندی استان خراسان شمالی از نظر پتانسیل کشت گندم دیم شده است که در نتیجه آن می‌توان مناطق مستعد کشت گندم دیم را در این استان مشخص کرد تا در نهایت بتوان میزان عملکرد این محصول را افزایش داد. بدیهی است که استفاده بهینه از شرایط اقلیمی، برنامه‌ریزی‌های مناسب در حیطه کشاورزی استان را میسر خواهد نمود.

با توجه به آمار منتشر شده از سازمان جهاد کشاورزی سطح زیر کشت گندم دیم در استان خراسان شمالی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰، ۱۰۸۰۰۰ هکتار و در سال‌های قبل (۸۴ تا ۹۰) بین ۱۰۲۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰۰ هکتار متغیر بوده است و میانگین عملکرد استانی ۱۱۰۰ کیلوگرم در هر هکتار است و طبق آمار منتشر شده در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ این استان از نظر تولید گندم دیم در مقام چهاردهم قرار داشته است. تحقیق حاضر بر روی گندم‌های پاییزه در این استان انجام گرفته است. گندم‌های پاییزه به دلیل طولانی بودن دوره رویش و این که مدت زمان بیشتری بر روی زمین هستند فرصت بیشتری برای جذب آب و مواد غذایی دارند، از این رو حجم پروتئینی که در واحد سطح تولید می‌کنند بیشتر از گونه‌های بهاره است.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان خراسان شمالی با وسعتی معادل ۲۸۱۷۹ کیلومتر مربع در شمال شرقی ایران قرار دارد. استان خراسان شمالی بین مدارهای ´۳۶ °۳۶ تا ´۲۷ °۳۸ عرض شمالی و نصف النهارهای ´۴۸ °۵۵ تا ´۲۴ °۵۸ طول شرقی قرار گرفته است. آب و هوای استان خراسان شمالی به دلیل وسعت، عوامل طبیعی و عوامل محلی متغیر و متنوع است. دلیل اصلی تغییرات آب و هوایی این استان تداخل توده‌های مختلف آب و هوایی است که از غرب، شمال غرب و شمال شرق وارد استان می‌شوند. بعلاوه وجود کوه‌های مرتفع و مناطق پست نیز در تغییر و تحولات آب و هوایی استان نقش مؤثری دارد. خراسان شمالی عمدتاً از آب و هوای معتدل کوهستانی برخوردار است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان خراسان شمالی در کشور

مواد و روش‌ها

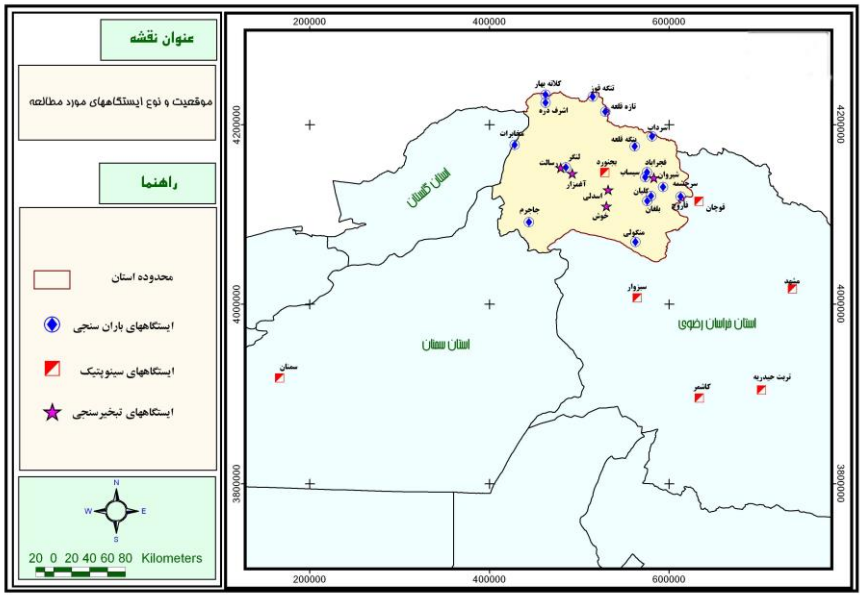
در این پژوهش، از آمار ۱۷ ایستگاه باران سنجی، سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و ۵ ایستگاه تبخیرسنجی و ۶ ایستگاه سینوپتیک خارج از استان در دوره آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵ میلادی استفاده شد. برای ایجاد هماهنگی در تلفیق داده‌ها و ایجاد نقاط کمکی برای پیدا کردن مناطق هم باران و هم دما، از آمار و اطلاعات بعضی از ایستگاه‌های خارج از محدوده طرح که نزدیک منطقه مورد مطالعه بودند و کشت این محصول در این مناطق متداول است، استفاده گردید. جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی و شکل ۲

ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. پس از جمع آوری آمار و اطلاعات کنترل‌های اولیه صورت گرفت که نتیجه آن حذف آمار ایستگاه‌هایی بود که دارای آمار ناقص بودند و یا طول دوره آماری آنها کم بود. در این تحقیق خلاهای آماری با استفاده از روش تفاضل‌ها و نسبت‌ها پر گردید. همچنین به منظور کنترل تصادفی بودن همگنی آمار از آزمون‌های آماری از جمله آزمون (Run Test) استفاده گردید.

جدول۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه های تحت مطالعه

ردیف	ایستگاه	نوع ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	اشرف دره	باران سنجی	۳۸.۱۷	۵۶.۵۷
۲	بلغان	باران سنجی	۳۷.۱۸	۵۷.۸۵
۳	فجرآباد	باران سنجی	۳۷.۴۲	۵۷.۸۳
۴	فاروج	باران سنجی	۳۷.۲۲	۵۸.۲۷
۵	گلیان	باران سنجی	۳۷.۲۳	۵۷.۹۰
۶	حاجرم	باران سنجی	۳۶.۹۷	۵۶.۳۷
۷	کلاته بهار	باران سنجی	۳۸.۲۵	۵۶.۷۵
۸	لنگر	باران سنجی	۳۷.۵۲	۵۶.۸۳
۹	منگولی	باران سنجی	۳۶.۷۷	۵۷.۷۰
۱۰	مخابرات	باران سنجی	۳۷.۷۸	۵۶.۰۸
۱۱	سرداب	باران سنجی	۳۷.۸۳	۵۷.۹۲
۱۲	سرچشمه	باران سنجی	۳۷.۳۲	۵۸.۰۵
۱۳	سیساب	کلیماتولوژی	۳۷.۴۷	۵۷.۴۵
۱۴	تکاله غوز	باران سنجی	۳۸.۲۳	۵۷.۱۷
۱۵	تازه قلعه	باران سنجی	۳۸.۰۸	۵۷.۳۳
۱۶	ینگه قلعه	باران سنجی	۳۷.۷۳	۵۷.۷۰
۱۷	بجنورد	سینوپتیک	۳۷.۴۷	۵۷.۳۲
۱۸	قوچان	سینوپتیک	۳۷.۰۴	۵۸.۳۰
۱۹	کاشمر	سینوپتیک	۳۵.۱۲	۵۸.۲۸
۲۰	مشهد	سینوپتیک	۳۶.۱۶	۵۹.۳۸
۲۱	سبزوار	سینوپتیک	۳۶.۱۲	۵۷.۴۳
۲۲	سمنان	سینوپتیک	۳۵.۳۵	۵۳.۳۳
۲۳	تربت حیدریه	سینوپتیک	۳۵.۱۶	۵۹.۱۳
۲۴	آق مزار	تبخیرسنجی	۴۱.۷۰	۴۸.۸۰
۲۵	اسدلی	تبخیرسنجی	۴۱.۲۶	۵۳.۲۰
۲۶	رسالت	تبخیرسنجی	۴۱.۵۱	۴۷.۵۰
۲۷	شیروان	تبخیرسنجی	۴۱.۳۹	۵۸.۲۵
۲۸	خوش	تبخیرسنجی	۴۱.۰۸	۵۲.۹۰

بانک‌های اطلاعاتی مورد نیاز این تحقیق (کمینه، بیشینه و میانگین دمای روزانه و میزان بارندگی)، موقعیت مکانی (طول و عرض جغرافیایی) و نیازهای اکولوژیک محصول بودند که از منابع متعدد جمع آوری و محاسبات لازم انجام و در GIS ذخیره شدند، به لحاظ اینکه داده‌ها به دو صورت شمسی و میلادی ثبت شده بودند کل داده‌ها براساس تاریخ ژیلوسی مرتب شدند، در کدبندی ژیلوسی اول مهر کد ۱ و ۳۱ خرداد که ۲۷۲ در نظر گرفته می‌شود به عنوان مثال ۵ آبان ۳۵ و ... آنگاه نسبت به استخراج متغیرهای بارش (بارش سالانه، بارش پاییزه، بارش بهاره و بارش خرداد و متغیرهای دما (میانگین دما درمرحله جوانه زنی، دمای حداکثر روزانه در مرحله گلدهی، دمای حداکثر روزانه در مرحله پرشدن دانه و همچنین احتمال دمای کمتر از ۹ درجه سانتیگراد در مرحله گلدهی و پر شدن دانه) اقدام گردید.



شکل ۲- موقعیت و نوع ایستگاه‌های مطالعاتی

برای دستیابی به 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 می‌شود (Behnia, 1997).

$$GDD = \sum_{a}^{b}[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2}] - T_b$$

در این رابطه:

GDD = درجه روزهای رشد (حرارت تجمعی)، Tmax و Tmin دماهای حداکثر و حداقل روزانه (برحسب درجه سانتیگراد)، Tb دمای پایه (برحسب سلسیوس) a تاریخ شروع مرحله فنولوژیکی، b تاریخ پایان مرحله فنولوژیکی هستند. قابل ذکراست که دمای پایه، پایین‌ترین دمایی است که فرض می‌شود پایین‌تر از آن رشدی وجود ندارد.

در این مطالعه برای محاسبه GDD دمای پایه برای گندم صفر درجه در نظر گرفته شد و چنانچه دمای میانگین روزانه برابر یا کمتر از دمای پایه باشد مقدار GDD=۰ در نظر گرفته شده است (بازگیر، ۱۳۷۸). جهت تعیین تاریخ مراحل مختلف رشد از دماهای تجمعی آستانه استفاده می‌شود. بدین منظور با توجه به زمان رسیدن گیاه به دماهای تجمعی موردنظر با توجه به نیازهای حرارتی گندم طی مراحل مختلف رویشی زمان آغاز و پایان مراحل حساس رشد (جوانه زنی، گل دهی و پرشدن دانه) تعیین می گردد. بدین ترتیب که برای هر ایستگاه در هر سال تاریخ آغاز و پایان این مراحل محاسبه شده و در نهایت با احتمال ۷۵ درصد تاریخی به عنوان آغاز و پایان مرحله برای هریک از مراحل مختلف رشد استخراج شد.

برای تحلیل داده‌ها، نرم‌افزارهای Arc/view و Arc/GIS به عنوان سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به کار گرفته شد در نهایت با بهره‌گیری از روش هم‌پوشانی (وزنی طبقه‌بندی شده) کلیه لایه‌های مربوطه به نقشه‌های فوق در محیط GIS تلفیق شده و نقشه پهنه‌بندی اراضی استان برای کاشت گندم دیم تهیه گردید.

نتایج و بحث

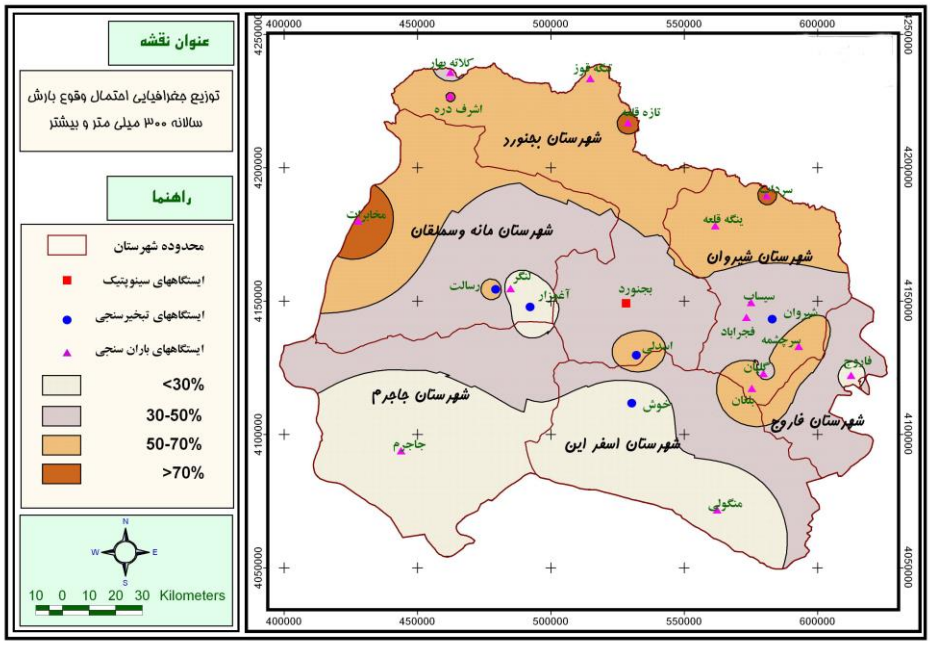
بارش

در تحقیق حاضر، با توجه به نوع منطقه و اهمیت بارش در دیم کاری تعریف زیر جهت محاسبه تاریخ کاشت مورد استفاده قرار گرفت. اولین تاریخ وقوع بارش برابر و بیشتر از ۵ میلی‌متر که دریک یا دو روز متوالی و در فصل پاییز با احتمال ۷۵ درصد حادث شود. همچنین دمای مناسب این دوره ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس تعیین گشت (جدول ۲).

باید توجه داشت که با کاشت به موقع، جوانه زدن، سبز شدن و سپس پنجه زدن به موقع گندم دیم قبل از ریزش برف انجام شده و بوته‌ها در برابر سرما و برف مقاوم می‌شوند و عملاً در زیر برف سالم باقی مانده و با گرم شدن هوا در فصل بهار، گیاه مراحل رشد خود را بدون خسارت ادامه داده و محصول بیشتری عاید می‌شوند. یکی از پارامترهای مشخص کننده پتانسیل دیم کاری، مجموع بارندگی سالیانه است .گندم در زراعت دیم حداقل به ۳۰۰ میلیمتر باران در طول دوره رشد احتیاج دارد (Behnia, 1997). به همین دلیل برای محاسبه احتمالات وقوع بارش سالانه ۳۰۰ میلی‌متر و بیشتر، مقادیر بارش سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای ایستگاه‌های مورد مطالعه احتمالات وقوع بارندگی بیش از ۳۰۰ میلی متر محاسبه گردید.

جدول ۲- تاریخ کاشت گندم دیم

ردیف	شهر	تاریخ مناسب برای کشت با احتمال ۷۵ درصد
۱	بجنورد	۹ آبان
۲	مشهد	۱۸ آبان
۳	قوچان	۲۰ آبان
۴	کاشمر	۱۸ آبان
۵	سبزوار	۲۳ آبان
۶	تربت حیدریه	۱۸ آبان
۷	سمنان	۱۷ آبان
۸	خوش	۲۰ آبان
۹	شیروان	۲۰ مهر
۱۰	آق مزار	۲۰ آبان
۱۱	رسالت	۱۵ آبان
۱۲	اسدلی	۱ آبان



شکل ۳- احتمالات وقوع بارش سالانه ۳۰۰ میلی متر و بیشتر در استان خراسان شمالی

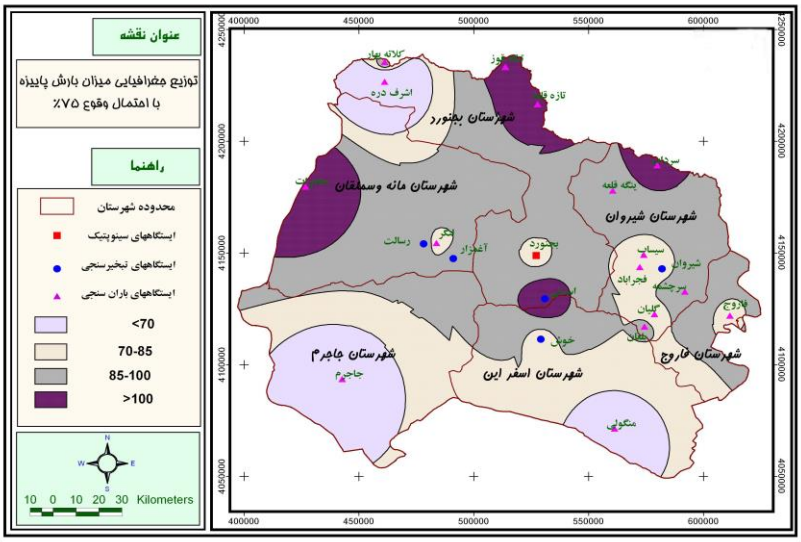
نتایج حاصل (شکل ۳) بیانگر این است که نوار جنوبی و بخش‌های کوچکی در شرق و مرکز استان، فاروج، خوش، آغمزار، منگولی، لنگر و جاجرم نسبت به سایر مناطق کم باران تر بوده و احتمال بارش ۳۰۰ میلی متر در این مناطق کمتر از ۳۰ درصد است. در مقابل نواحی شمال و شمال غربی و شمال شرقی و شرق استان بارش سالانه بیشتری دریافت می‌کنند و بخشی در غرب استان ایستگاه مخابرات بارش بسیار مطلوبی دریافت می‌دارد بطوری که احتمال بارش بیشتر از ۳۰۰ میلیمتر تا نزدیک ۹۰ درصد نیز می‌رسد. بخش وسیعی از استان در حد متوسط (۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی متر) بارندگی دارند که حد پایین میزان بارش برای تولید اقتصادی گندم دیم محسوب می‌شود.

در زراعت دیم علاوه بر مجموع بارندگی سالانه، نحوه توزیع آن در طول مراحل رشد بر عملکرد تاثیر بسزایی دارد. در بعضی از ایستگاهای 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 خراسان شمالی، بارندگی در پاییز، بهار و خرداد همچنین نسبت بارندگی بهار، پاییز و زمستان به بارندگی سالیانه نیز مطالعه گردید.

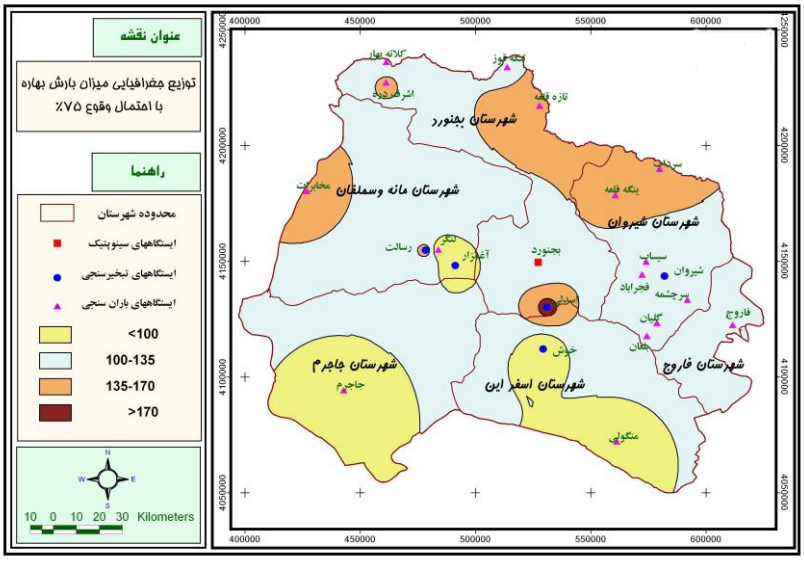
سازمان هواشناسی مقدار بارش مناسب پاییزه (بارش جوانه زنی و پنجه زنی) را ۴۰ تا ۶۰ میلی متر پیشنهاد کرده است. براساس مطالعات انجام یافته توسط گیوی (۱۳۷۶) مناسب ترین بارش پاییزه ۴۵ تا ۹۵ میلی متر تعیین گردیده است (Givi, 1997). برای بررسی نحوه پراکنش بارش پاییزه در مناطق مختلف استان، مقادیر بارش پاییزه بااحتمال وقوع ۷۵ درصد محاسبه شد و در محیط GIS احتمالات مذکور ترسیم شدند (شکل ۴). چنانچه در شکل ۴ نشان داده شده است، علیرغم تامین شدن حداقل نیاز رطوبتی گندم دیم در فصل پاییز در مناطق مختلف استان، محدودیت‌هایی در مناطق جنوب شرق استان وجود دارد. بقیه مناطق از نظر بارش پاییزه در حد متوسط تا بسیار مطلوب می‌باشند.

براساس مطالعات گیوی (۱۳۷۶) بارش مناسب بهاره (مجموع بارش مرحله گلدهی و دانه دهی) ۱۱۵ الی ۱۷۰ میلی‌متر پیشنهاد شده است. بازگیر (۱۳۷۸) بدون اشاره به مقدار بارش ۳۷ تا ۴۰ درصد، نسبت بارش بهاره به بارش سالیانه را به عنوان بارش مناسب بهاره تعیین کرده است.

برای مطالعه مقدار و پراکنش بارش بهاره در استان خراسان شمالی میزان بارش بهاره ایستگاه‌های مورد مطالعه با احتمال وقوع ۷۵ درصد محاسبه گردید. سپس مقادیر بدست آمده به محیط GIS منتقل و نقشه بارش بهاره (شکل ۵) تهیه شد. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود مناطق جنوب شرقی و جنوب غربی و ایستگاه لنگر از نظر بارش بهاره دارای محدودیت بوده و اکثر مناطق استان (۶۷ درصد) مناطق مرکزی دارای محدودیت متوسط و مناطق شمال شرقی و شرق استان دارای بارش بهاره مناسبند.



شکل۴- نقشه توزیع جغرافیایی مقادیر بارش پاییزه در استان خراسان شمالی با احتمال وقوع ۷۵٪



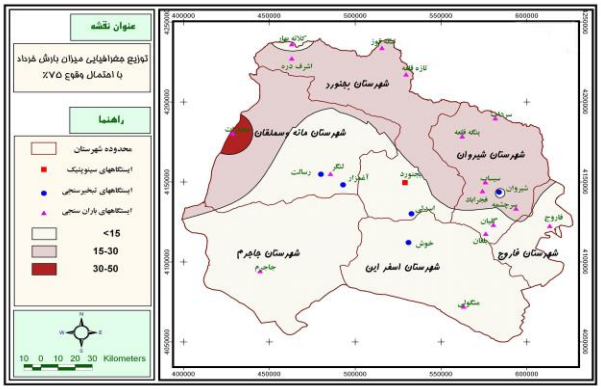
شکل۵- نقشه توزیع جغرافیایی مقادیر بارش بهاره در استان خراسان شمالی با احتمال وقوع ۷۵٪

بارش در ماه ژوئن (خرداد) عاملی است که باعث تعیین تعداد و وزن دانه‌ها می‌شود (Dinpazhoh, 1997). به دلیل اهمیت و نقش بارز بارش ژوئن (خرداد) در میزان عملکرد گندم دیم و شرایط متفاوت اقلیمی استان در این ماه علاوه بر بررسی میزان بارش بهاره، مقدار و پراکنش بارش ژوئن در استان خراسان شمالی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

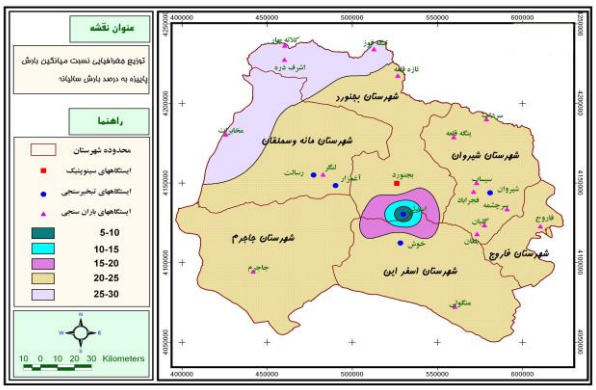
شکل ۶ توزیع جغرافیایی بارش خرداد با احتمال وقوع ۷۵ درصد را نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل

مشاهده می‌شود بخش وسیعی از استان (۶۰ درصد) از لحاظ توزیع بارش در خرداد ماه دارای محدودیت (کمتر از ۱۵ میلی متر) و ۱۶ هکتار دارای شرایط متوسط و بقیه مناطق دارای شرایط خیلی مناسبند.

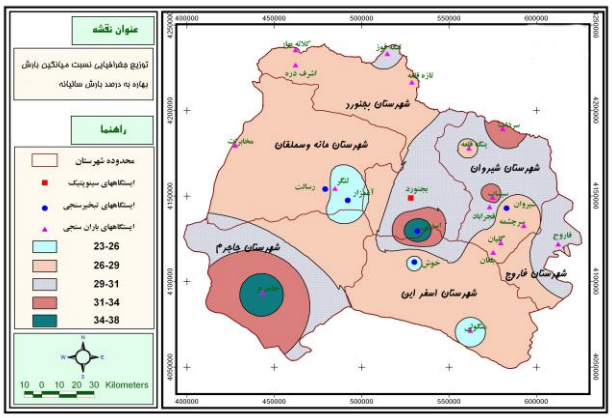
شکل ۷ نسبت بارش پاییزه به بارش سالانه را نشان می‌دهد همانطور که مشاهده می‌شود در شمال و شمال غربی استان نسبت بارش‌های پاییزه به بارش سالانه بیشتر از سایر مناطق استان است هر چه به سمت شمال می‌رویم بر میزان بارش‌های پاییزه افزوده می‌شود. با بررسی شکل ۸ می‌توان دریافت که نسبت بارش‌های بهاری به بارش سالانه در جنوب غرب استان به مراتب بیشتر از سایر مناطق است. در نواحی شرقی و جنوب غربی استان این نسبت بیشتر از ۳۰ درصد ولی در سایر مناطق کمتر از ۳۰ درصد می‌باشد. با بررسی شکل ۹ می‌توان دریافت که نسبت بارش‌های زمستانه به بارش سالانه برخلاف بارش پاییزه از شمال به جنوب استان و از غرب به شرق افزایش می‌یابد.



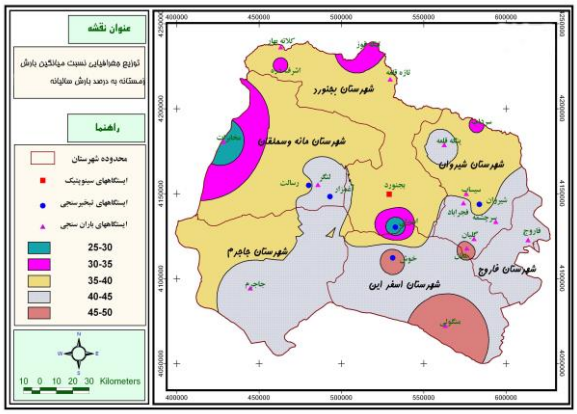
شکل ۶- نقشه توزیع جغرافیایی مقادیر بارش خرداد در استان خراسان شمالی با احتمال وقوع ٪۷۵



شکل ۷- نقشه توزیع جغرافیایی مقادیر بارش پاییزه به درصد بارش سالانه



شکل ۸- نقشه توزیع جغرافیایی مقادیر بارش بهاره به درصد بارش سالانه



شکل ۹- نقشه توزیع جغرافیایی مقادیر بارش زمستانه به درصد بارش سالانه

دما

دما در هر یک از مراحل رشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد ولی در این بین مراحلی وجود دارد که به دلیل حساس بودن گیاه به تغییرات آب و هوایی از اهمیت بیشتری برخوردار است که حساس‌ترین آنها عبارتند از: سبز شدن، دوره گل دهی و دوره پر شدن دانه. برای دستیابی به تاریخ رسیدن به مراحل فوق از درجه- روزهای رشد (GDD) استفاده شد. واحدهای حرارتی مورد نیاز عبور گیاه

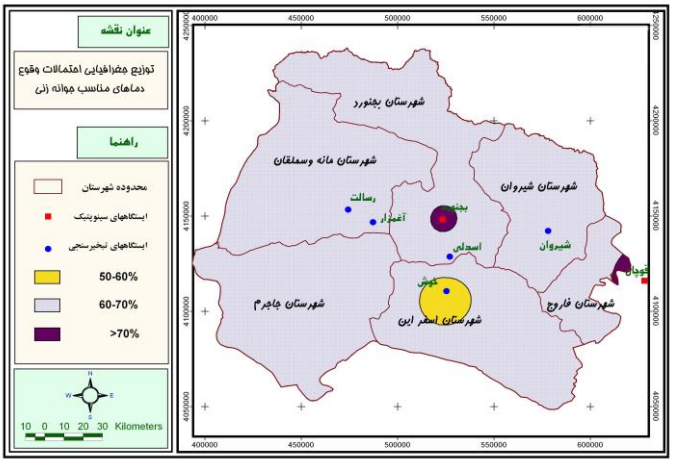
از هر یک از مراحل فوق‌الذکر به شرح زیر می‌باشند (Behnia, 1997)

کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا سبز شدن ۱۸۰ درجه- روز

کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا دوره گل دهی ۱۳۰۰ درجه – روز

کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا دوره پر شدن دانه ۲۱۰۰ درجه – روز.

دما در مراحل ابتدایی، رشد گیاه به ویژه در دوره کاشت تا سبزشدن، اثر قابل توجه بر گیاهان دارد. به هنگام جوانه زنی دمای مناسب ۱۴-۸ درجه سلسیوس است به شرطی که دمای کمینه به صفر و زیر صفر نرسیده باشد (بازگیر، ۱۳۷۸). یعنی گیاه در حضور رطوبت کافی در شرایطی جوانه می‌زند که دمای مناسب جوانه زنی نیز همزمان رخ داده باشد. بنابراین برای هر یک از ایستگاه‌های سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و تبخیرسنجی مورد مطالعه از تاریخ کاشت محاسبه (GDD) آغاز و تا تاریخ رسیدن به ۱۸۰ درجه روز شرایط دمای میانگین روزانه مورد بررسی قرار گرفت. در این مورد نیز احتمالات مختلف دمای مناسب جوانه زنی (۸°C تا ۱۴°C) به شرطی که دمای روزانه به صفر نرسیده باشد، محاسبه می‌گردد. احتمالات محاسبه شده در محیط GIS به نقشه رقومی تبدیل گردید (شکل۱۰). سپس با توجه به شرایط اقلیمی مورد نیاز برای کشت گندم دیم در موقع جوانه زنی کلاسه‌ها تعریف شدند.



شکل۱۰- توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای مناسب جوانه زنی

شکل ۱۰ نشان می‌دهد که در محدوده مورد مطالعه محدودیت شدید دمایی در این مرحله از رشد گندم وجود ندارد و فقط در ۲ درصد مساحت استان در شهرستان خوش دارای محدودیت جزئی می‌باشند و ۹۸ درصد مساحت استان در شرایط مستعد و نیمه مستعد قرار دارند.

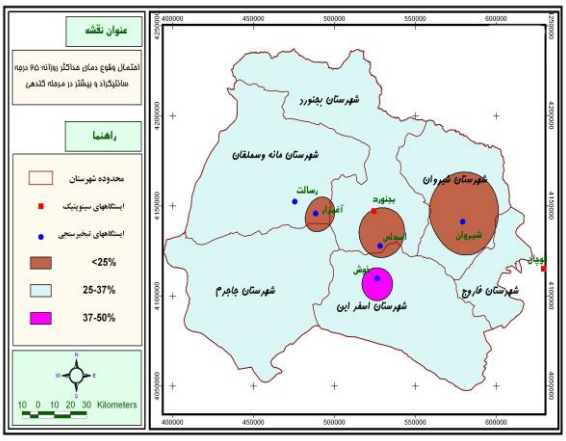
از مراحل حساس فنولوژی گندم، دوره گل دهی گندم می‌باشد . در این مرحله براساس شرایط اقلیمی منطقه، دمای ۹ ^0C به عنوان آستانه وقوع تنش سرمایی و دمای ۲۵ ^0C به عنوان آستانه وقوع تنش گرمایی مد نظر قرار گرفت و پهنه‌های متوسط وقوع دماهای پایین‌تر از ۹^0C و بیشتر از ۲۵^0C برای هر ایستگاه در دوره آماری استخراج شد.

در این مرحله از رشد گندم چنانچه دماهای حداکثر روزانه از ۲۵ ^0C بالاتر برود، سبب عقیمی اندام‌های نر در گندم می‌گردد که نهایتاً باعث افت عملکرد محصول می‌گردد. برای بررسی و پهنه‌بندی دمای استان خراسان شمالی در مرحله گلدهی گندم دیم، دستیابی به تاریخ رسیدن به این مرحله از رشد گندم در ایستگاه‌های مورد مطالعه ضروری است. به این منظور درجه- روزهای رشد از تاریخ کشت تا تاریخ رسیدن به ۱۳۰۰ درجه روز، برای هر یک از سال‌ها و برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه گردید. سپس تاریخ‌های بدست آمده به تاریخ ژیلوسی منظم و در محیط Smada احتمال ۷۵ درصد وقوع برای هر یک از

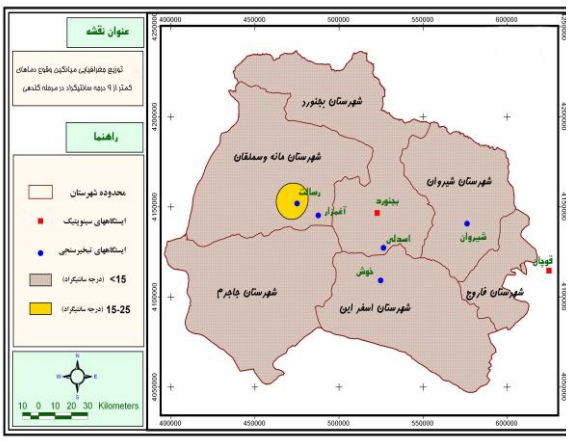
ایستگاه‌های مورد مطالعه استخراج شد. در مرحله بعد احتمالات وقوع درجه حرارت های حداکثر ۲۵ درجه سلسیوس و بالاتر در طول دوره گلدهی برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شد. همچنین احتمالات وقوع دمای کمتر از 9^0C نیز در مرحله گلدهی گندم دیم محاسبه گردید.

نقشه پهنه‌بندی احتمالات وقوع مذکور طی مرحله گلدهی گندم دیم در محیط GIS تهیه گردید (شکل ۱۱). همانطور که در نقشه نیز مشخص است اکثر مناطق استان (حدود ۹۸ درصد) در شرایط متوسط و مناسبند. فقط در شهرستان خوش محدودیت دمایی جزئی مشاهده می‌شود.

توزیع جغرافیایی میانگین وقوع تنش‌های سرمایی در مرحله‌ی گل‌دهی نیز ترسیم شد (شکل ۱۲). همانطور که ملاحظه می‌شود بجز بخش کوچکی از استان (۳ درصد) که وضعیت متوسط دارد و متوسط میزان وقوع دمای کمتر از 9^0C طی مرحله گل دهی در آن بین ۲۵-۱۵ درصد می‌باشد. احتمال وقوع دمای کمتر از 9^0C طی مرحله گل دهی در سایر مناطق استان کمتر از ۱۵ درصد می‌باشد و از اینرو می‌توان گفت محدودیت دمایی از این نظر در استان وجود ندارد.



شکل ۱۱- احتمالات وقوع دمای حداکثر روزانه ۲۵ درجه سلسیوس و بیشتر در مرحله گلدهی گندم دیم



شکل ۱۲- درصد توزیع جغرافیایی میانگین وقوع دماهای کمتر از ۹ درجه سلسیوس در طول مرحله گلدهی

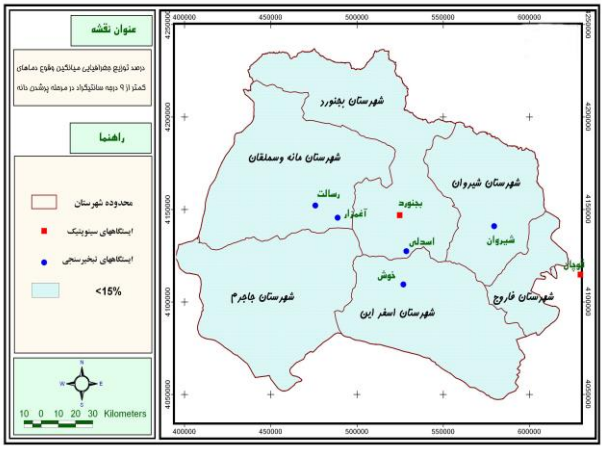
از دیگر مراحل حساس دوره رشد گندم، دوره پرشدن دانه (شروع تا پایان پرشدن دانه) می‌باشد. چنانچه در طول این دوره دماهای بیشینه روزانه بیشتر از $30\ ^0C$ باشد، شاهد افت شدید محصول می‌باشیم زیرا افزایش دما سبب چروکیده شدن دانه‌ها شده و کاهش وزن هزار دانه و نهایتاً عملکرد در واحد سطح می‌گردد (Bazgir., 1999). همچنین در دوره پر شدن دانه نیز دمای 9^0C به عنوان آستانه وقوع تنش سرمایی مدنظر قرار گرفت (IRIMO, 1975). به همین دلیل برای هریک از ایستگاه‌های منطقه مطالعاتی احتمالات مختلف وقوع درجه حرارت‌های حداکثر بزرگتر از $30\ ^0C$ و دماهای پایین‌تر از $9\ ^0C$ در دوره پرشدن دانه محاسبه می‌گردد.

برای بررسی چگونگی توزیع دماهای ۳۰ درجه و بیشتر در منطقه مورد مطالعه در مرحله پر شدن دانه، تاریخ رسیدن گندم دیم به این مرحله (تاریخ رسیدن به ۲۱۰۰ درجه – روز) با استفاده از برنامه رایانه‌ای تهیه شده برای هریک از سال‌ها و برای ایستگاه‌های سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و تبخیرسنجی محاسبه گردید. بعد از تبدیل تاریخ‌های مذکور به تاریخ ژولوسی، احتمال ۷۵ درصد وقوع آن در ایستگاه‌های مختلف بدست آمد. در مرحله بعد احتمال وقوع دماهای ۳۰ درجه و بالاتر در طول دوره پرشدن دانه

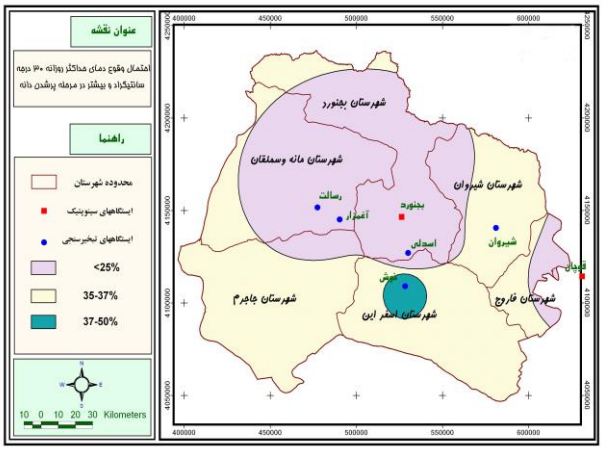
برای هریک از ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه و در محیط GIS ترسیم گردید (شکل ۱۳).

همان طور که در شکل نیز مشاهده می‌شود مناطق شمال و مرکز استان در مرحله پرشدن دانه از نظر دما در شرایط بسیار مطلوب هستند (۴۳ درصد)، در بخش کوچکی از استان (۲ درصد) در شهرستان خوش دما در مرحله پرشدن، محدودیت دارد و سایر مناطق تقریباً شرایط متوسط دارند و ۵۵ درصد از مساحت استان از نظر کشت گندم دیم نیمه مستعد می‌باشند.

همچنین توزیع جغرافیایی احتمال میانگین وقوع دماهای کمتر از ^0C ۹ درمرحله پرشدن نیز محاسبه و نقشه آن رسم گردید (شکل ۱۴). همان طور که ملاحظه می‌شود در طی مرحله پرشدن تنش‌های سرمایی به ندرت در سطح استان اتفاق می‌افتد متوسط میزان وقوع دمای کمتر از ^0C ۹ دراین مرحله کمتر از ۱۵ درصد است و هیچگونه محدودیتی در این مرحله مشاهده نمی‌شود.



شکل ۱۳-احتمالات وقوع دمای حداکثر روزانه ۳۰ درجه سانتیگراد و بیشتر در مرحله پرشدن گندم دیم



شکل ۱۴-درصد توزیع جغرافیایی میانگین وقوع دماهای کمتر از ۹ درجه سلسیوس در طول مرحله پرشدن گندم دیم

پهنه بندی اراضی استان خراسان شمالی از نظر پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم

بعد از استخراج پارامترهای مورد استفاده برای هریک 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 لایه ها تعریف شد (جدول ۳).

همچنین برای هم مقیاس کردن لایه‌ها جهت انجام همپوشانی با توجه به شرایط مطلوب اقلیمی کشت گندم دیم و همچنین نظرخواهی از کارشناسان مربوطه، به هر یک از پهنه‌ها وزن عددی از ۰ تا ۱۰۰ اختصاص یافت (جدول ۴) با بهره‌گیری از روش همپوشانی (وزنی طبقه بندی شده) کلیه لایه‌های مربوط به جدول فوق در محیط GIS تلفیق شدند و در نهایت نقشه پهنه‌بندی اراضی برای کشت گندم دیم در استان تهیه گردید (شکل ۱۵).

جدول ۳- کلاسه‌های تعریف شده برای هریک از لایه ها

پارامترهای اقلیمی / ارزش کیفی	نامناسب	ضعیف	متوسط	مناسب
احتمال وقوع بارش ۳۰۰۰ میلیمتر و بیشتر (٪)	<۳۰	۳۰-۵۰	۵۰-۷۰	>۷۰
مقادیر بارش پاییزه (mm)	<۸۵	۸۵-۱۲۰	۱۲۰-۱۵۵	>۱۵۵
مقادیر بارش بهاره (mm)	<۱۲۵	۱۲۵-۱۵۰	۱۵۰-۱۹۰	>۱۹۰

مقادیر بارش ژوئن (mm)	<۲۰	۲۰-۳۵	۳۵-۵۰	>۵۰
احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه زنی (٪)	<۵۰	۵۰-۶۰	۶۰-۷۰	>۷۰
احتمال وقوع دماهای ۲۵ درجه و بیشتر در مرحله گلدهی	>۵۰	۳۷-۵۰	۲۵-۳۷	<۲۵
احتمال وقوع دماهای ۳۰ درجه و بیشتر در مرحله پرشدن دانه	>۵۰	۳۷-۵۰	۲۵-۳۷	<۲۵
احتمال وقوع دماهای کمتر از 9^oc در طول مرحله گلدهی	>۳۵	۲۵-۳۵	۱۵-۲۰	<۱۵
احتمال وقوع دماهای کمتر از 9^oc در طول مرحله پرشدن دانه	>۳۵	۲۵-۳۵	۱۵-۲۵	<۱۵

جدول ۴- وزن عددی اختصاص یافته به هریک از کلاسه‌ها

	بارش سالانه	بارش پاییزه	بارش بهاره	بارش ژوئن	دمای مرحله جوانه زنی	دمای مرحله گلدهی	دمای مرحل پرشدن دانه
نامناسب	۲۰	۳۰	۲۵	۱۵	-	۹۰	۹۰
ضعیف	۵۰	۵۵	۵۵	۵۰	۶۵	۷۰	۷۰
متوسط	۷۵	۸۰	۷۰	۶۵	۷۵	۵۰	۵۰
مناسب	۹۵	۱۰۰	۹۰	۸۵	۹۰	۲۵	۲۵

ماخذ: بررسی‌های کارشناسی

۱- اراضی مناسب: به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره رشد گندم دارای عملکرد بالا هستند. این ناحیه ۶۲۶۳ کیلومتر مربع (۲۲ درصد) مساحت استان را به خود اختصاص داده است و در نواحی شمال شرقی و شمال غرب تا غرب استان می‌باشد.

۲- اراضی نیمه مناسب: نسبت به مناطق مستعد شرایط ضعیف تری دارند ولی با کشت گندم دیم در این مناطق می‌توان عملکرد محصول نسبتاً خوبی را از آنها انتظار داشت. این ناحیه ۱۷۵۳۴ کیلومتر مربع (۶۲ درصد) را در برگرفته است.

۳- اراضی ضعیف: داری پتانسیل اقلیمی پایینی برای کشت گندم دیم می‌باشند. این مناطق در قسمت های جنوب شرقی و جنوب غربی استان ناشی از بارندگی سالیانه کمتر و محدودیت‌های دمایی در مراحل گلدهی و پر شدن دانه به وجود آمده‌اند. این ناحیه دارای مساحت کمی ۴۸۸۴ کیلومتر (۱۶ درصد) می‌باشند که شامل ایستگاه‌های جاجرم- منگولی و خوش می‌باشد.

برای بررسی بیشتر صحت نتایج با توجه به پهنه‌بندی گندم دیم بدست آمده و مساحت مناطق مناسب و نیمه مناسب به برآورد میزان تولید محصول در استان پرداخته و عملکرد متوسط استانی (۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) را در مساحت هر منطقه ضرب کرده و میزان تولید برآوردی (۲۶۱۷۶۷ تن) بدست آمد که بیشتر از میزان تولید واقعی دیم (متوسط) استان می‌باشد.

متوسط (شش ساله) سطح زیر کشت استان: ۱۰۵۰۰۰ هکتار
متوسط (شش ساله) میزان تولید واقعی دیم استان: ۱۱۴۰۰۰ تن
متوسط (شش ساله) عملکرد استان: ۱۱۰۰ کیلو گرم در هکتار

نتیجه گیری

در این تحقیق، با تحلیل عناصر اقلیمی، آنالیزهای آماری، پهنه‌بندی اقلیمی- کشاورزی استان خراسان شمالی برای کشت گندم در محیط GIS صورت گرفت. برای این منظور داده‌های بارش و دما ایستگاه‌های مورد مطالعه طی دوره آماری مورد استفاده قرار گرفت و با بهره‌گیری از روش درون‌یابی و همپوشانی در محیط GIS نقشه نهایی مناطق هم پتانسیل اقلیمی کشت گندم در استان تهیه گردید. نتایج حاصل نشان داد که بجز بخش کوچکی در جنوب و جنوب شرق استان (۱۷ درصد) که برای کشت گندم دیم ضعیف می باشند سایر مناطق استان مستعد و نیمه مستعدند. بخش‌های شمال شرقی، شرق و غرب استان درحدود ۲۲ درصد از مساحت استان برای کشت گندم دیم بسیار مطلوبند و حدود ۶۲ درصد دارای شرایط نیمه مستعدند.

نتایج این تحقیق نشان داد که شناخت محدودیت‌ها و اولویت‌بندی آنها جهت مطابقت با محیط، به نحوی که بهترین بهره‌برداری از محیط صورت گیرد، از طریق مطالعه جامع اقلیمی- کشاورزی امکان پذیر می‌باشد. همانطور که اشاره شد، بخش‌های شمال شرقی و شرق و غرب استان شامل رشتخوار، سردشت، تازه قلعه، شیروان، تنگه خوار مناسب‌ترین مناطق برای کشت گندم دیم با توجه به داده‌های هواشناسی می‌باشند. از نتایج دیگر این تحقیق دستیابی به قابلیت‌ها و توانایی‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، در تحلیل داده‌ها است که می‌تواند مدیران و تصمیم گیرندگان را برای دسترسی به اطلاعات یاری دهد.

با مشخص کردن مناطق مساعد کشت و محدودیت‌های هر منطقه و توصیه‌های لازم عملاً می‌توان افزایش عملکرد محصول و استفاده بهینه از شرایط اقلیمی را ارایه نمود و این امر برنامه‌ریزی مناسب در حیطه کشاورزی استان را میسر خواهد ساخت. اگر با توجه به نتایج حاصله، کاشت و برداشت گندم به موقع انجام شده و به سایر توصیه‌ها نیز عمل شود در نتیجه عملکرد در واحد سطح افزایش خواهد یافت. بارندگی با تاخیر در ابتدای فصل پاییز باعث می‌شود که عمل جوانه زنی به تاخیر افتاده و به همین ترتیب سایر مراحل رشد نیز به تعویق بیفتند. گاهی کشاورزان ریسک از دست دادن باران را نپذیرفته و زود اقدام به کاشت می‌نمایند و بارندگی در زمان مناسب اتفاق نمی‌افتد عملا تعدادی از بذور از بین رفته یا قوه نامیه آنها کاهش می‌یابد. هم چنین در انتهای کار و در زمان برداشت نیز رسیدن فیزیولوژی خیلی زودتر از رسیدن مکانیکی محصول اتفاق افتاده ولی کشاورزان به علت عدم ریسک و یا بخاطر وجود مشکلات از جمله نبود نیرو یا ماشین آلات موردنیاز دیرتر اقدام به برداشت محصول می‌نمایند که موارد فوق باعث کاهش عملکرد می‌شود.

همچنین پیشنهاد می گردد که غیر از عناصر دما و بارش سایر عوامل اقلیمی ازقبیل ارتفاع، شیب، جهت جغرافیایی دامنه ها، تبخیر و تعرق در فرآیند کشت گندم جهت دستیابی به نتایج دقیقتر در زمینه پتانسیل های آب و هوایی کشت این محصول استراتژیک لحاظ شوند.

منابع

1. Bazgir, M., 1999, The soils diagnosis and classification and assessment of Quality and Quantity format of Talandasht area in Kermanshah province for the dryland wheat, Barley and Chicpea, Master Thesis, Industrial University of Isfahan, pp 214.
2. Bazgir, S., 1999, Investigation of climate potential in the dryland Wheat (case study: Kordestan province), MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, Tehran University.
3. Behnia, M., 1997, the cold cereals, Second edition, Tehran University, pp 610.
4. Balla, L, L, Szunics and J. Pletser., 1975, Effect of meterological factors on the yield of winter at Martovasar. Acta Agronomica A CADEMIAE Scietiarum Hungaricae. 21: 386-390.
5. Dinpazhoh, Y., Movahed-Danesh, A., 1997, Determination of the proper regions for dryland cereals production in regards of monthly precipitation in east and west Azarbaijan and Ardebil, Nivar, No. 3, pp 25-38.
6. Farajzadeh, M., Takalobishaf, A., 2002, The Agroclimatic zoning for Hamadan province by GIS with emphasis on wheat, Geography and Regional development Journal, No. 41.
7. Galant, H., 1996, the yield of Some Crop Plants Versus meteorological conditions in Czeslawice in the year's 1986- 1990.Third symposium on climate of the cultivated field, NO. 405: 77-80.
8. Givi, J., 1997, The Quality Assessment of lands analogy for crops, the water and Soil Research Institute, Journal, No. 1015.
9. Ghaffari, A., 2000, Application of GIS and crop simulation modeling to assess crop suitability and production potential under

water and Soil Journal, Volume 24, No. 5, 894 pp.

12. Kazemi-Rad, M., 1999, Determination of appropriate time and region for sowing dry land wheat in west Azerbaijan based on temperature and precipitation distribution, MSc. Thesis, Tehran University of Teacher Educating.
13. Makhdoom, M., et al., 2002, Assessment and Programing of Environment by geographic information systems (GIS), University of Tehran press.
14. Norwood, Charles, A, 2000, Dry land Winter Wheat as Affected by Previous Crops, Agronomy Journal.
15. Nonhebel, S., 1996, Effects of temperature rise and increase in co2 concntration on simulated wheat yields in Europe. Climatic – change, 34:73-90.
16. Rasooli, A., Golazany, K., Sobhani, B., 2005, the precipitation and elevation role in determination of proper regions for dryland wheat by GIS (case study: Ardebil), Geography and Regional development Journal, No. 5, pp 183-200.
17. Rathove, P. S, 2005, Techniques and Management of field crop production. Agrobios, Indian.
18. Seyed-Jalali, S. A., 1999, Assessment of the potential model property and determination for wheat production on Mianab -Shoushtar current and climate change scenarios in the Stour Catchment, Kent, UK. Ph. thesis, Wye College. University of London.
10. IRIMO, 1975, the study of Agriculture Climate for 15 crops in iran, IRIMO press.
11. Kamali, GH., Mollaee, P., Behyar, M., 2009, Preparing dry land wheat Atlas in Zanjan province by using climate data and GIS, The in Khozestan province, The water and Soil Research Institute, Technique Journal, No. 1064.
19. Sobhani, B., 2005, The Agroclimatic zoning for Ardebil with using satellite images in GIS, Ph. D Thesis, Tehran University of Teacher educating .
20. Sadeghzade-Ahari, D., Hesami, A., Rustayi, M., Amiri, A., 2003, The effect of date planting on wheat yield and determining type of growth in two cold areas dry land in country, Journal of Agricultural Science, Volume 13, No. 2, 75-57 pp.
21. Veron, Santiago R. and Other, 2004, International Variability of Wheat Yield in the Navigating Pampas during the 20th Century. Agricultural Ecosystem and Environment. Vol. 103.
22. 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.