جغرافیا و توسعه - شماره ۱۳ - بهار ۱۳۸۸
وصول مقاله : ۱۳۸۶/۷/۱۳
تأیید نهایی : ۱۳۸۶/۱۲/۵
صفحات : ۲۶-۵

پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی

دکتر بهروز ساری‌صراف
دانشیار جغرافیا طبیعی دانشگاه تبریز

دکتر سعید بازگیر
کارشناس سازمان هواشناسی کشور

غلامحسن محمدی
کارشناس همدیدی اداره کل هواشناسی آذربایجان غربی

چکیده

شناخت اقلیم و بررسی نیازهای اقلیم شناختی 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. نظر به اهمیتی که عوامل اقلیمی در تولیدات دیم داشته، همچنین به علت توانایی‌های بالقوه دیم‌زارهای استان آذربایجان غربی، بررسی جامعی براساس آمارهای بلندمدت عناصر اقلیمی انجام گرفت. برای انجام این مطالعه از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. پارامترهای مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: احتمال وقوع بارش سالانه ۳۰۰میلی‌متر و بیشتر، مقادیر بارش پاییزه، بهاره و ژوئن (خرداد) با احتمال وقوع ۷۵٪ ، احتمال وقوع دماهای مناسب (۱۴-۸ درجه سانتیگراد) در مرحله‌ی جوانه‌زنی گندم دیم، احتمال وقوع دمای حداکثر روزانه ۲۵درجه سانتیگراد و بیشتر در مرحله‌ی گل‌دهی و احتمال وقوع دمای حداکثر روزانه ۳۰ درجه سانتیگراد و بیشتر در مرحله‌ی پر شدن دانه. برای بررسی پارامترهای بارش از ۲۶ ایستگاه و پارامترهای دما از ۱۳ ایستگاه هواشناسی موجود در منطقه استفاده گردید. برای دستیابی به تاریخ رسیدن به مراحل مختلف رشد گندم، از درجه- روزهای رشد (GDD) استفاده شد.

با بهره‌گیری از نیازهای رویشی (شرایط اقلیمی مطلوب) گندم دیم، لایه‌های اطلاعاتی کلاسه‌بندی و ارزش وزنی هرکدام از پهنه‌ها مشخص شد. نهایتاً با همپوشانی و تقاطع لایه‌های اطلاعاتی به‌روش « ارزش وزنی طبقه‌بندی شده» مخدوم، نقشه‌ی نهایی که پتانسیل‌های اقلیمی را برای کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی نشان می‌داد تهیه گردید. نتایج نهایی نشان‌دهنده‌ی این واقعیت است که نقش هر یک از عناصر اقلیمی بارش و دما، متناسب با مراحل مختلف رشد، در مناطق مختلف استان متفاوت است همچنین از طریق انطباق لایه‌های مؤثر در فرایند کشت دیم گندم در محیط GIS، امکان شناخت میزان مطلوبیت مناطق جهت کشت این گیاه زراعی ارزشمند وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی، پتانسیل اقلیمی، آذربایجان غربی، گندم دیم، GIS.

مقدمه

شناخت پارامترهای آب و هوایی و اثر آنها روی گیاهان زراعی یکی از مهمترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد و این موضوع به‌ویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت بیشتری برخوردار است. با توجه به استراتژیک بودن گندم و اینکه مهمترین محصول زراعی کشور است و نقش بارزی در تأمین تغذیه‌ی مردم دارد، اگر بتوان با توجه به نیازمندی‌های حرارتی و رطوبتی این محصول، مناطق مساعد کشت گندم را شناسایی نموده و محدودیت‌ها یا توانمندی‌هایی که اقلیم در محیط ایجاد کرده است را شناسایی کرد، عملاً می‌توان به عملکرد بیشتری در واحد سطح دست یافت که خود سبب بهبود شرایط اقتصاد کشاورزی و سطح درآمد کشور خواهد گردید. در این تحقیق، با تحلیل مشاهدات آب و هوایی و با استفاده از عملیات انطباق لایه‌های مختلف و آنالیز آماری، پهنه‌بندی اقلیمی- کشاورزی استان آذربایجان غربی برای کشت گندم دیم در محیط GIS صورت گرفت و در نتیجه استعداد اراضی برای کشت این محصول شناسایی گردید.

مطالعات مختلف و متنوعی در سراسر دنیا بر روی رابطه‌ی بین عوامل اقلیمی و رشد و نمو گیاه در دیم‌کاری صورت گرفته است. تورنث وایت[1] *(بازگیر، ۱۳۷۹: ۲۶)* عقیده داشت که عامل رطوبت در اقلیم به ویژه از نظر رشد گیاهی مهمترین عامل است. زانگ[2] *(۱۹۹۴)* آزمایشات 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 درجه‌ی حرارت نسبت به بارندگی از اهمیت بیشتری بر روی عملکرد دانه برخوردار است. سایتا پریا[3] *(۱۹۹۹: ۴-۱)* برای پهنه‌بندی گیاهان زراعی ذرت خوشه‌ای، برنج، گندم و سیب‌زمینی در هند از عوامل و عناصر اقلیمی نظیر: ارتفاع از سطح دریا، شیب، نوع خاک، دما، بارندگی، طول روز، میزان تبخیر و سرعت باد استفاده کرد. نامبرده با دخالت دادن هر یک از عوامل فیزیکی زمین، تأثیر هر کدام از آنها را بر روی گیاهان زراعی بررسی و سپس با ارزش‌گذاری هر کدام از لایه‌ها در محیط GIS داده‌های فوق را تحلیل نمود و سرانجام نقشه‌ی نهایی مناطق مستعد برای کشت این گیاهان را تهیه کرد. نوروود[4] *(۲۰۰۰: ۱۲۷-۱۲۱)* در تحقیقی تأثیر پارامترهای اقلیمی را بر روی کاشت‌گندم دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسید که

1- Torenth Whait
2- Zhang
3- Sayta, Pariya
4- Norwood

تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی، بیشترین تأثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم دارند. ویرون[1] و همکاران *(۲۰۰۴: ۱۸۵-۱۸۲)* براساس مقادیر بارش منطقه‌ی کشت گندم پامپاس را به ۵ ناحیه تقسیم نموده است. راتو[2] *(۲۰۰۵: ۱۵)* با تحلیل مقادیر بارش سالانه و ماهانه، هندوستان را به ۹ ناحیه‌ی اگروکلیمایی کشت گندم تقسیم‌بندی کرده است.

در ایران به عنوان اولین تحقیقات در زمینه‌ی اقلیم‌شناسی کشاورزی می‌توان به طرح مطالعاتی سازمان هواشناسی کشور با همکاری شرکت کوانتا[3] *(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 گردیده و با تحلیل داده‌ها، نقشه‌ی مناطق مستعد برای کشت تهیه شده است. این تحقیق با توجه به گستردگی منطقه‌ی مورد مطالعه و محدودیت داده‌های اقلیمی یک تحقیق مناسب به نظر می‌رسد. ولی امروزه با افزایش طول دوره‌ی آماری و تعداد ایستگاههای هواشناسی جدید و به‌کارگیری نرم‌افزارهای رایانه‌ای می‌توان با تحلیل داده‌ها و با به‌کارگیری روش‌های پیشرفته، تغییراتی در نقشه‌ی تهیه شده توسط سازمان هواشناسی کشور به‌وجود آورد.

دین‌پژوه و موحد دانش *(۱۳۷۵: ۳۶-۲۵)* تحقیقی با عنوان تعیین مناطق مساعد برای کشت غلات دیم براساس مقادیر بارش سالانه و بارش ماههای ژوئن و ژوئیه در آذربایجان انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که نقش بارش در مناطق با رژیم کشت دیم بیشتر از سایر پارامترهای اقلیمی است. با توجه به اینکه مقدار بارش ماه ژوئن در دیم‌زارهای شمال منطقه‌ی آذربایجان به‌ویژه پارس‌آباد مغان و بیله‌سوار و حاشیه‌ی رود ارس در ماه ژوئن بیشتر بوده و همچنین به دلیل اینکه گندم در این مناطق در ماه‌ژوئیه در مرحله‌ی برداشت قرار دارد، لذا کمبود بارش، تأثیر چندانی در تولید گندم دیم نخواهد داشت و برای کشت این محصول مناسب می‌باشد. در عوض در مناطق جنوبی آذربایجان به دلیل دارا بودن یک احتمال کمتر برای بارش در ماه ژوئن احتمال وقوع تنش خشکی وجود داشته و این تنش با بارش‌های ماه بعد (ژوئیه) چندان قابل جبران نیست. زیرا غلات دیم در ماه ژوئن در این نواحی در مرحله‌ی گلدهی می‌باشند و خشکی منجر به عدم تلقیح گل‌ها و در نتیجه افت شدید محصول می‌گردد.

1-Veron
2-Rathove
3-Kovanta

کاظمی‌راد *(۱۳۷۷: ۱۵-۱۰ و ۷۵-۵۰)* برای تعیین زمان و مکان مناسب برای کشت گندم دیم در آذربایجان غربی با استفاده از توزیع بارش و دما، تحقیقی را انجام داده‌اند. در این مطالعه، با استفاده از مشاهدات ۷ ایستگاه هواشناسی در طول دوره‌ی آماری سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۵، روند توزیع بارش و نوسانات دما در مراحل کاشت، گرده‌افشانی و سنبله تحلیل گردید و نتایج حاصل عبارتند از:

الف- از لحاظ میزان بارندگی در دوره‌ی حساس سنبله رفتن و گرده‌افشانی ایستگاههای شمالی استان (ماکو، خوی) در صدر قرار دارند. ایستگاه ارومیه حالت متوسط دارد و ایستگاههای تکاب و مهاباد ۱۳/۵ میلی‌متر بارش کمتر از متوسط استان را دارند و از این لحاظ برای زراعت دیم مناسب نمی‌باشند.

ب- از لحاظ نیاز به رطوبت، بیشترین کمبود در مرحله‌ی گرده‌افشانی و بخصوص در ایستگاههای جنوبی استان ملاحظه می‌شود.

ج- با توجه به حساسیت مرحله‌ی سنبله رفتن و گرده‌افشانی به دمای بالاتر از ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، این مورد به‌صورت ناچیز در ایستگاههای جنوبی استان (پیرانشهر،سردشت،مهاباد) وجود دارد. در حالیکه ایستگاههای شمالی استان دارای شرایط بهتر هستند. به‌طورکلی با توجه به نکات بالا، ایستگاههای شمالی استان در اولویت برنامه‌ریزی برای زراعت گندم دیم می‌باشد. همچنین بازگیر *(۱۳۷۹: ۴۵- ۳۰)*، فرج زاده و تکلوبیغش *(۱۳۸۰: ۱۰۵-۹۳)*، مخدوم و همکاران *(۱۳۸۰: ۲۴۰-۲۱۳)*، سبحانی *(۱۳۸۴: ۲۰-۱)* و رسولی و همکاران *(۱۳۸۴: ۲۰۰-۱۸۳)* با تحلیل عناصر و عوامل آب و هوایی در محیط GIS پهنه‌بندی کشت گندم دیم را به ترتیب در استان‌های کردستان، همدان و اردبیل انجام داده و به این نتیجه رسیده‌اند که پهنه‌بندی آگروکلیمایی گندم‌دیم با تحلیل عناصر و عوامل آب و هوایی در محیطGIS امکانپذیر می‌باشد.

در بررسی منابع (داخلی) ملاحظه می‌شود که در چند مورد تمام یا قسمتی از منطقه‌ی مورد نظر در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال اول می‌توان به تحقیق انجام شده توسط دین‌پژوه و موحد دانش *(۱۳۷۵: ۳۶ – ۲۵)* اشاره کرد. در این تحقیق ایستگاههای جنوبی استان (ایستگاههای سردشت، پیرانشهر، تکاب) بررسی نشده است.

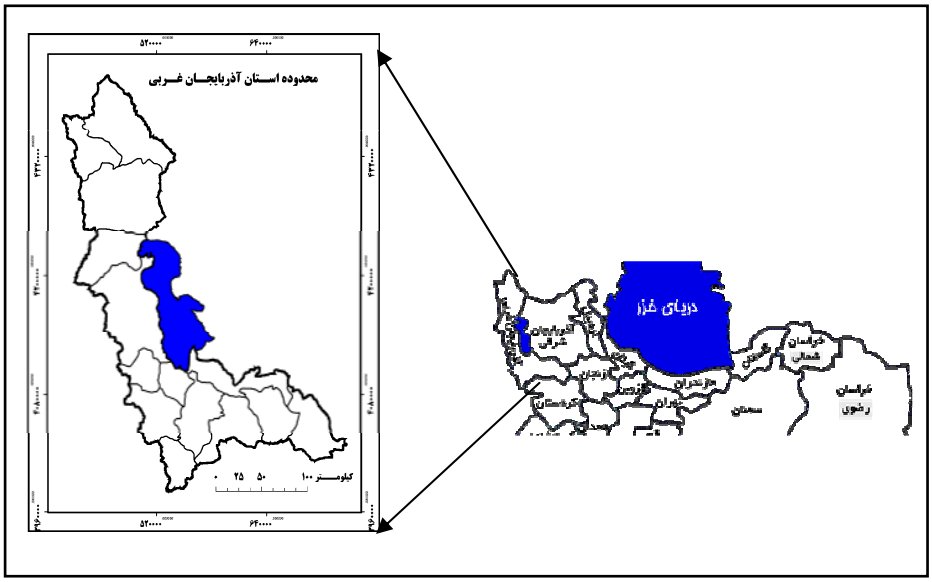
ثانیاً فقط با استناد آمار ماهانه‌ی بارندگی (ژوئن)، سواحل رودخانه‌ی ارس و شمال استان را برای کشت گندم دیم پیشنهاد کرده‌اند درحالی‌که بررسی میانگین بارندگی سالانه برخی نقاط سواحل ارس مانند پلدشت، شوت‌لو و بورالان (باران‌سنجی) نشانگر بارش سالانه کمتر

از(۲۰۰میلی‌متر) می‌باشد. این در حالیست که طبق مطالعات هاشمی *(۱۳۵۲)* تولید گندم در مناطقی که دارای بارندگی کمتر از ۲۲۵ میلی‌متر هستند، تنها با آبیاری ممکن می‌گردد.

به‌عنوان نمونه‌ی دیگر می‌توان به مطالعه‌ی انجام شده توسط کاظمی‌راد اشاره کرد. چنانچه قبلاً نیز اشاره شد در این تحقیق نیز به مانند مورد قبلی، ایستگاههای شمالی استان برای کشت گندم دیم مناسب تشخیص داده شده‌اند. این در حالیست که بررسی آمار منتشر شده از سوی سازمان جهاد کشاورزی برای عملکرد گندم دیم *(از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۳)*در سطح استان، نشان می‌دهد که عملکردگندم دیم در واحد سطح در اکثر شهرستان‌های جنوبی استان (پیرانشهر، نقده، شاهیندژ) از میانگین عملکرد استانی (۱۰۴۰ کیلوگرم در هکتار) بیشتر است. این مطلب خود نشان‌دهنده‌ی وجود نواقصی در روش‌های به‌کاررفته در مطالعات پیشین است. بنابراین انجام مطالعه‌ای با به‌کارگیری روش‌های مناسب علمی، تعداد ایستگاههای بیشتر، داده‌هایی با دوره‌ی آماری طولانی‌تر به همراه به‌کارگیری سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) در این استان امری لازم و ضروری می‌باشد. در تحقیق‌حاضر، ضمن بهره‌گیری از تجربیات، روش‌ها و مدل‌های مورد استفاده در تحقیقات خارجی و داخلی، داده‌های دما و بارش در مراحل مختلف رشد گندم دیم بررسی گردیده و مناسب‌ترین پهنه‌بندی از آگروکلیمای گندم دیم در استان آذربایجان غربی تهیه می‌گردد.

موقعیت جغرافیایی منطقه

استان آذربایجان غربی، در شمال غرب ایران واقع شده که با وسعت ۳۷۱۱۳/۴ کیلومتر مربع معادل ۲/۲۵ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است *(معاونت برنامه‌ریزی و بودجه وزارت کشاورزی، ۱۳۷۸: ۲)*. محدوده‌ی جغرافیایی استان بین ۴۴درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۷درجه و ۲۳دقیقه طول شرقی و ˝۵۸ و °۳۵ تا ˝۴۷ و °۳۹ درجه عرض شمالی واقع شده است. شمالی‌ترین و غربی‌ترین نقطه‌ی جغرافیایی ایران شهرستان ماکو است که در استان آذربایجان غربی قرار دارد *(شکل شماره‌ی ۱)*. وجود کوه‌های مرتفع و قرار گرفتن آنها در مسیر انواع جریان‌های آب و هوایی و نیز دریاچه‌ی ارومیه در شرق باعث تنوع آب و هوایی در استان شده است. حداقل بارش در فصل تابستان و حداکثر آن در جنوب استان پاییز و در شمال استان فصل بهار می‌باشد. دمای استان در قسمت‌های مختلف متفاوت بوده و بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی از نیمه‌خشک بسیار سرد در شمال‌غرب و جنوب‌شرق تا بسیار مرطوب سرد در جنوب غرب (سردشت) استان متغیّر می‌باشد.



شکل ۱ : موقعیت جغرافیایی استان آذربایجان غربی

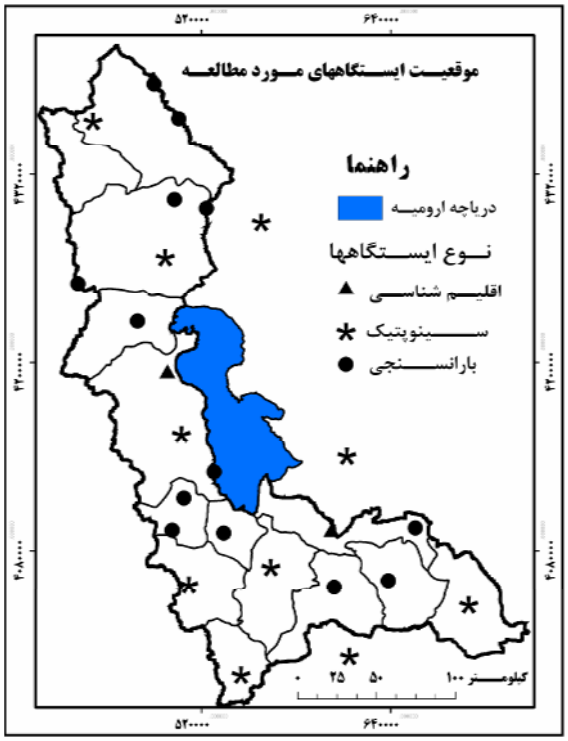
مواد و روش‌ها

در مطالعات هم‌اقلیمی، آمار و اطلاعات آب و هواشناسی به‌عنوان اصلی‌ترین منبع اطلاعاتی به حساب می‌آیند. در این‌گونه مطالعات که محاسبات به صورت شبکه‌ای صورت می‌پذیرد، هر چه تراکم ایستگاهها بیشتر باشد نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات دقیق‌تر خواهد بود.

در این پژوهش، مبنای انتخاب ایستگاههای هواشناسی اعم از سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی، طول دوره‌ی آماری و پیوسته بودن (نبود خلاء آماری) ملاک قرار گرفته است. در ضمن از آمار و اطلاعات بعضی از ایستگاههای خارج از محدوده‌ی مطالعاتی به جهت داشتن آمار بلندمدت و نزدیکی به منطقه‌ی مورد مطالعه، به عنوان نقاط کمکی و نشانه برای پیدا کردن مناطق همدما و همباران استفاده شده است. جدول (شماره‌ی ۱) مشخصات ایستگاههای هواشناسی و شکل (۲) تراکم شبکه‌ی ایستگاههای محدوده‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در این بررسی جهت مطالعه‌ی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی از دو متغیّر اقلیمی بارش و دما استفاده گردیده است.

طول دوره‌ی آماری ۲۱ ساله (سال زراعی ۸۴-۱۹۸۳ تا ۲۰۰۴ – ۲۰۰۳ میلادی) یا (سال زراعی ۶۳- ۱۳۶۲ تا ۸۳- ۱۳۸۲ شمسی) انتخاب گردید. داده‌ها به‌صورت فایل‌های رقومی از سازمان هواشناسی و وزارت نیرو تهیه شدند.

برای بررسی همگنی داده‌ها از آزمون (Run Test) استفاده گردید و از همگنی داده‌ها اطمینان حاصل شد. به‌منظور افزایش دقت عملیات و به‌کار بردن آمار واقعی، همچنین به‌دلیل اینکه تقریباً همه‌ی مدل‌های بازسازی داده‌ها با خطا همراه هستند؛ از آمارسازی خودداری شد. به لحاظ اینکه داده‌ها به دو صورت شمسی و میلادی ثبت شده بودند، کل داده‌ها بر اساس تاریخ ژیلوسی[1] مرتب شدند.



شکل ۲ : موقعیت و نوع ایستگاههای مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان

۱- *Julian Day : در کدبندی ژیلوسی اول مهر کد ۱ و ۳۱ خرداد کد ۲۷۲ در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال ۵ آبان کد ۳۵ و...*

آنگاه نسبت به استخراج متغیّرهای بارش (بارش سالانه، بارش پاییزه، بارش بهاره و بارش خرداد (ژوئن) و متغیّرهای دما (میانگین دما در مرحله‌ی جوانه‌زنی، دمای حداکثر روزانه در مرحله‌ی گلدهی، دمای حداکثر روزانه در مرحله‌ی پرشدن دانه) اقدام گردید.

جدول ۱ : مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول‌جغرافیایی	عرض‌جغرافیایی	ارتفاع/ متر
۱	ماکو	سینوپتیک	۴۴،۲۶	۳۹ ، ۲۰	۱۴۱۱
۲	خوی	سینوپتیک	۴۴ ، ۵۸	۳۸ ، ۳۳	۱۱۰۳
۳	کهریز	کلیماتولوژی	۴۴ ، ۵۹	۳۷ ، ۵۳	۱۳۲۵
۴	ارومیه	سینوپتیک	۴۵ ، ۰۵	۳۷ ، ۳۲	۱۳۲۸
۵	سردشت	سینوپتیک	۴۵ ،۳۰	۳۶ ، ۰۹	۱۶۷۰
۶	پیرانشهر	سینوپتیک	۴۵ ،۰۸	۳۶ ، ۴۰	۱۴۵۵
۷	مهاباد	سینوپتیک	۴۵ ،۴۳	۳۶ ، ۴۶	۱۳۶۵
۸	تکاب	سینوپتیک	۴۷ ،۰۷	۳۶ ، ۲۳	۱۷۶۵
۹	میاندواب	کلیماتولوژی	۴۶ ،۰۶	۳۶ ، ۵۸	۱۳۱۴
۱۰	جلفا	سینوپتیک	۴۵ ، ۴۰	۳۸ ، ۴۵	۷۳۶
۱۱	سقز	سینوپتیک	۴۶ ، ۱۶	۳۶ ، ۱۵	۱۵۲۳
۱۲	مراغه	سینوپتیک	۴۶ ، ۱۶	۳۷ ، ۲۴	۱۴۷۸
۱۳	میانه	سینوپتیک	۴۷، ۴۲	۳۷ ،۲۷	۱۱۱۰
۱۴	سلماس	باران‌سنجی	۴۴ ، ۴۶	۳۸ ، ۱۱	۱۳۵۰
۱۵	پلدشت	باران‌سنجی	۴۵ ، ۰۴	۳۹ ، ۲۱	۸۱۰
۱۶	ترس آباد	باران‌سنجی	۴۴ ، ۲۰	۳۸ ، ۲۴	۲۱۰۰
۱۷	آغبلاق	باران‌سنجی	۴۵ ، ۰۶	۳۷ ، ۱۰	۱۷۸۰
۱۸	بندررشکان	باران‌سنجی	۴۵ ، ۱۹	۳۷ ، ۱۹	۱۳۰۰
۱۹	نقده	باران‌سنجی	۴۵ ، ۲۳	۳۶ ، ۵۸	۱۳۴۰
۲۰	شاهیندژ	باران‌سنجی	۴۶ ، ۳۳	۳۶ ، ۴۱	۱۴۰۰
۲۱	تازه کند	باران‌سنجی	۴۶ ، ۴۵	۳۶ ، ۵۹	۱۲۹۰
۲۲	مراکند	باران‌سنجی	۴۵ ، ۱۶	۳۸ ، ۵۰	۹۱۰
۲۳	داشبندبوکان	باران‌سنجی	۴۶ ، ۱۰	۳۶ ، ۳۹	۱۳۵۰
۲۴	شوت لو	باران‌سنجی	۴۴ ، ۵۳	۳۹ ، ۳۳	۸۰۰
۲۵	قره ضیاءالدین	باران‌سنجی	۴۵ ، ۰۲	۳۸ ، ۳۵	۱۱۰۰
۲۶	میرآبادآذربایجان	باران‌سنجی	۴۵ ، ۰۱	۳۶ ، ۵۹	۱۶۵۰

در این مطالعه برای دستیابی به تاریخ دقیق رسیدن به مراحل مختلف رشد گندم دیم در مناطق مختلف استان از روش درجه- روزهای رشد (GDD)[1] استفاده شد که از طریق رابطه‌ی زیر محاسبه شد *(Hundal etal, 1997)* :

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

در این رابطه:

GDD= درجه روزهای رشد (حرارت تجمعی)، T_{max} و T_{min} درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل روزانه (برحسب درجه سانتیگراد)، T_b درجه حرارت پایه (برحسب درجه سانتیگراد)، a تاریخ شروع مرحله فنولوژیکی، b تاریخ پایان مرحله فنولوژیکی هستند. قابل ذکر است که درجه حرارت پایه، پایین‌ترین درجه‌ی حرارتی است که فرض می‌شود پایین‌تر از آن رشدی وجود ندارد. در این مطالعه برای محاسبه‌ی GDD درجه‌ی حرارت پایه صفر درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد و چنانچه درجه حرارت متوسط روزانه برابر یا کمتر از درجه حرارت پایه باشد، مقدار GDD=0 در نظرگرفته شده است *(Sharma et al, 2004 & Dubey et al,1987)* برای دستیابی به تاریخ رسیدن به مراحل مختلف رشد گندم از برنامه‌ای که در محیط فرترن[2] طراحی شد؛ استفاده گردید.

در مرحله‌ی بعد، برای تحلیل داده‌ها، نرم‌افزارهای ARC\view و ARC\GIS به عنوان سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به‌کار گرفته شد. نهایتاً با بهره‌گیری از مدل وزنی طبقه‌بندی شده *(مخدوم،۱۳۸۰: ۲۳۱- ۲۳۰)* همپوشانی پارامترهای لایه‌های تهیه شده براساس رابطه‌ی زیر انجام شده است:

$$P = W_1 S_1 + W_2 S_2 + W_3 S_3 + \ldots + W_n S_n$$ رابطه‌ی (۲)

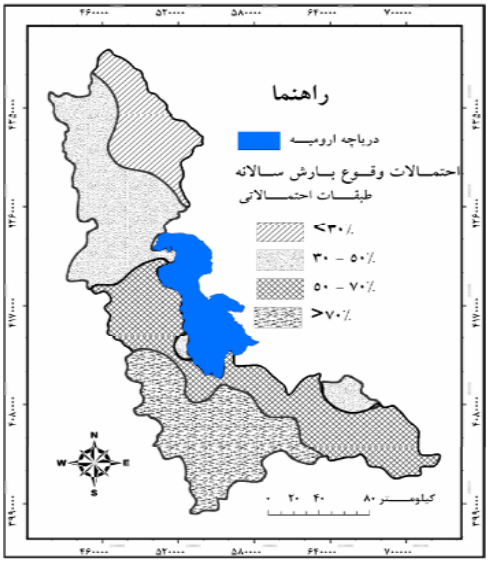
در این رابطه، حرف P نتیجه‌ی حاصل از همپوشانی پارامترهاست. حرف W نام هر یک از پارامترهای مورد استفاده در این تحقیق است. و حرف S ارزش وزنی طبقات هر یک از پارامترها می‌باشد.

1-Growing Degree- Days
2-Fortran

نتایج و بحث

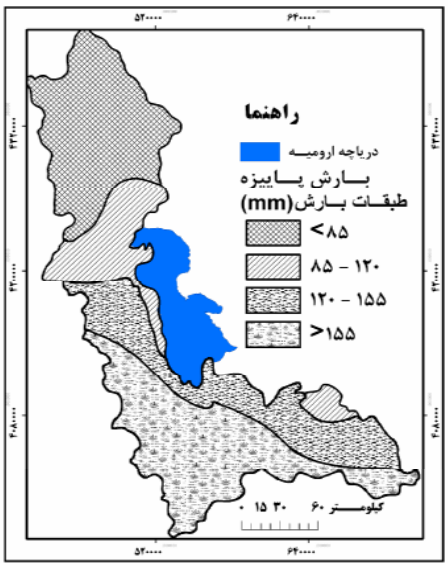
الف- بارش

بارش سالانه مهمترین متغیّر اقلیمی در کشت‌گندم دیم محسوب می‌شود*(رستگار، ۱۳۷۱:۴۵)*. از نظر میزان رطوبت، گندم در زراعت دیم حداقل به ۳۰۰ میلیمتر باران در طول دوره‌ی رشد احتیاج دارد *(بهنیا، ۱۳۷۶)*. به‌منظور محاسبه‌ی احتمالات وقوع بارش سالانه ۳۰۰ میلی‌متر و بیشتر، مقادیر بارش سالانه‌ی ایستگاههای مورد مطالعه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل (شکل ۱) بیانگر این است که نواحی شمال‌شرق و سواحل رودخانه‌ی ارس کم‌باران بوده و احتمال موفقیت کشت گندم دیم کمتر از ۳۰ درصد است. در مقابل نواحی جنوب و جنوب‌غرب استان بارش سالانه‌ی بیشتری دریافت می‌کنند و احتمال برآورده شدن نیاز رطوبتی گندم به صد در صد نیز می‌رسد.



شکل ۳: نقشه‌ی توزیع جغرافیایی احتمال وقوع بارش سالانه ۳۰۰میلی‌متر و بیشتر در استان آذربایجان غربی

مأخذ: نگارندگان



شکل ۴: نقشه‌ی توزیع جغرافیایی مقادیر بارش پاییزه در استان آذربایجان غربی با احتمال وقوع ۷۵٪

مأخذ: نگارندگان

در زراعت دیم علاوه بر مجموع بارندگی سالانه، نحوه‌ی توزیع آن در طول مراحل رشد بر عملکرد تأثیر بسزایی دارد *(گوپتا، ۱۳۶۸: ۹۵-۹۰)*. زیرا غالباً توزیع بارندگی از لحاظ زمانی و مکانی بسیار نامنظم می‌باشد این تغییرات می‌تواند عامل ایجاد دوره‌ی خشکی که ممکن است

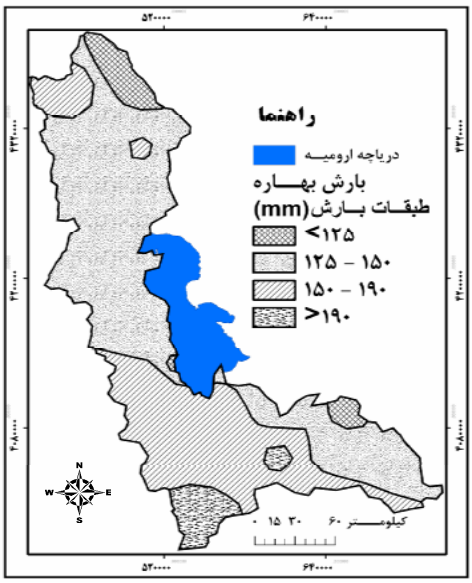
ماه‌ها به طول انجامد، باشد. در بعضی از ایستگاههای مورد مطالعه، علیرغم اینکه توزیع بارش سالانه کمتر از حداقل مورد نیاز برای گندم دیم است، ولی توزیع روزانه‌ی بارش در طول مراحل رشد امکان کشت را میسر می‌سازد. بنابراین، برای رسیدن به اهداف تحقیق و بررسی نحوه‌ی توزیع بارش در طول دوره‌ی رشد در استان آذربایجان غربی، مقادیر بارش پاییزه، بارش بهاره و بارش ژوئن (خرداد) به شرح زیر مورد مطالعه قرار گرفت:

در شرایط ایده‌آل گندم زمستانه تا اواخر فصل پاییز (قبل از شروع یخبندان) باید ۳ تا ۴ پنجه زده باشد تا بتواند سرمای زیر صفر زمستان را به خوبی سپری کند *(زرین،۱۳۷۹: ۷۸)*. به عبارت دیگر مراحل جوانه‌زنی و پنجه‌زنی در فصل پاییز باید صورت گیرد. بذر گندم برای جوانه زدن به‌طور عادی، لازم است که حدود ۵۵-۵۰ درصد وزن کل بذر، آب جذب نماید *(کریمی، ۱۳۷۱: ۱۵۷)*، چنین شرایطی، موقعی تأمین می‌گردد که لایه‌ی رویی خاک (صفر تا ۱۰ سانتی‌متری) حداقل ۱۵ الی ۲۰ میلی‌متر رطوبت قابل دسترس داشته باشد *(سبحانی،۱۳۸۴: ۴۷ به نقل از هواشناسی کشاورزی)*.

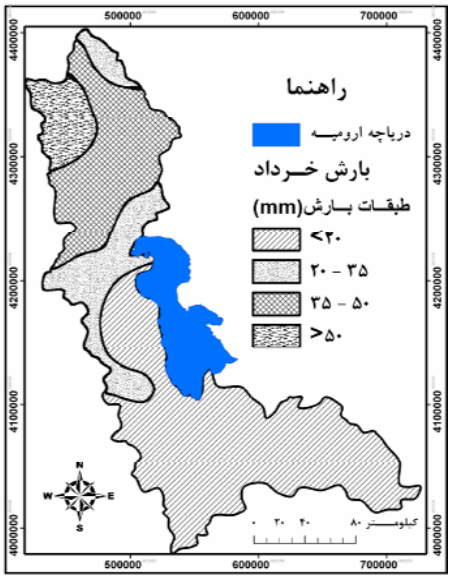
سازمان هواشناسی مقدار بارش مناسب پاییزه (بارش جوانه‌زنی و پنجه‌زنی) را ۴۰ تا ۶۰ میلی‌متر پیشنهاد کرده است. براساس مطالعات انجام یافته توسط گیوی *(۱۳۷۶: ۷۹-۷۸)* مناسب‌ترین بارش پاییزه ۴۵ تا ۹۵ میلی‌متر تعیین گردیده است. برای بررسی نحوه‌ی پراکنش بارش پاییزه در مناطق مختلف استان، مقادیر بارش پاییزه با احتمال وقوع ٪۷۵ محاسبه شد. چنانچه در شکل۲ نشان داده شده است، علیرغم تأمین شدن حداقل نیاز رطوبتی گندم دیم در فصل پاییز در مناطق مختلف استان، محدودیت‌هایی در مناطق شمالی (شامل سواحل رودخانه‌ی ارس و قره ضیاءالدین و مراکند و ترس‌آباد) وجود دارد. این محدودیت به‌صورت جزئی در ایستگاههای خوی، سواحل دریاچه‌ی ارومیه و تازه‌کند میاندوآب مشاهده می‌شود. بقیه‌ی مناطق از نظر بارش پاییزه در حد مطلوب یا بسیار مطلوب می‌باشند.

بر اساس مطالعات گیوی *(۱۳۷۶: ۸۱)* بارش مناسب بهاره (مجموع بارش مرحله‌ی گلدهی و دانه‌دهی) ۱۱۵ الی ۱۷۰ میلی‌متر پیشنهاد شده است. بازگیر *(۱۳۷۹: ۶۱)* بدون اشاره به مقدار بارش، ۳۷ تا ۴۰ درصد، نسبت بارش بهاره به بارش سالیانه را به‌عنوان بارش مناسب بهاره تعیین کرده است. برای مطالعه‌ی مقدار و پراکنش بارش بهاره در استان آذربایجان غربی، میزان بارش بهاره‌ی ایستگاههای مورد مطالعه با احتمال وقوع ٪۷۵ محاسبه گردید. سپس مقادیر به‌دست آمده به محیط GIS منتقل شده و نقشه‌ی بارش بهاره (شکل شماره‌ی۳)

منطقه‌ی مورد مطالعه تهیه شد. چنانکه مشخص است، سواحل رودخانه‌ی ارس و ایستگاه تازه‌کند میاندوآب از نظر بارش بهاره دارای محدودیت شدید بوده و اکثرمناطق‌استان(۵۵/۵ درصد) در شمال، مرکز و ایستگاههای میاندوآب، شاهین دژ و تکاب دارای محدودیت متوسط بوده و بقیه‌ی مناطق استان در جنوب و جنوب‌غرب به‌سمت شمال‌شرق تا سواحل دریاچه‌ی ارومیه دارای بارش بهاره‌ی مناسب یا بسیار مناسب هستند.



شکل۵: نقشه‌ی توزیع جغرافیایی میزان بارش بهاره با احتمال وقوع ۷۵ ٪ *(مأخذ : نگارندگان)*



شکل ۶: نقشه‌ی توزیع جغرافیایی میزان بارش ژوئن(خرداد) بااحتمال وقوع ۷۵ *٪ (مأخذ:نگارندگان)*

بارش در ماه ژوئن (خرداد)، عاملی است که باعث تعیین تعداد و وزن دانه‌ها می‌شود. بر اساس مطالعات دین پژوه و موحد دانش *(۱۳۷۵: ۷۸)* در شمال‌غرب کشور و کاظمی‌راد *(۱۳۷۷: ۱۲-۵)* در استان آذربایجان غربی گندم دیم در این ماه در مرحله‌ی پرشدن دانه است لذا کمبود یا کاهش رطوبت سبب کاهش تعداد و وزن دانه‌ها می‌گردد. اهمیت بارش در این مرحله از رشد گندم به حدی است که در بعضی از مطالعات با استناد به بارش ژوئن (خرداد)، مناطق مستعد کشت گندم دیم را مشخص نموده‌اند.

در دیم‌زارها بین عملکرد گندم و رطوبت موجود در خاک (در مرحله‌ی دانه‌بندی) همبستگی بسیار معنی‌داری وجود دارد. به شکلی که کاهش آب تقریباً کلیه‌ی فرایندهای دانه‌بندی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که بارزترین آن کاهش جذب مواد غذایی است که در نهایت سبب

کاهش وزن کل دانه‌ها خواهد شد *(سبحانی، ۱۳۸۴: ۵۲)*. 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 آذربایجان غربی مورد بررسی قرار گرفت.

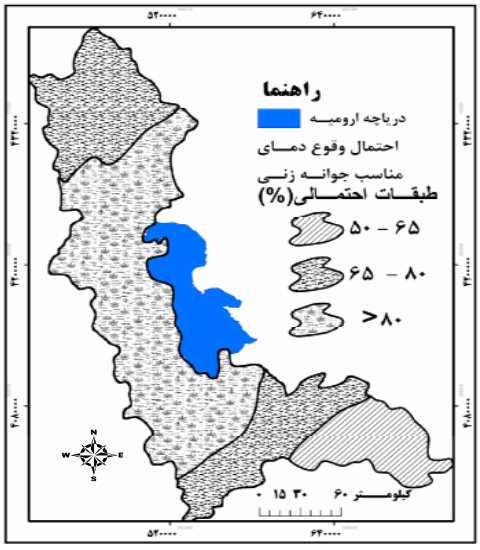
در ایران بر اساس تحقیق گیوی، بارش خیلی مناسب در مرحله‌ی رسیدن دانه، ۵۵ تا ۸۰ میلی‌متر پیشنهاد شده است. به شرطی که حداکثر بارش این مرحله به ۱۸۰ میلی‌متر نرسد. نکته‌ی قابل توجه در شکل ۴، این است که برخلاف موارد قبل، قطب بارش استان، در مناطق شمالی متمرکز شده است. علیرغم اینکه بیشترین مقدار بارش بهاره استان در قسمت‌های جنوبی و جنوب‌غربی استان قرار دارد، ولی میزان آن در ماه ژوئن (خرداد) به کمتر از ۲۰ میلی‌متر افت می‌نماید. طبق این نقشه ۵۵/۱ درصد استان در جنوب و مرکز، از لحاظ توزیع بارش در خردادماه دارای محدودیت شدید و ۷/۲ درصد دارای شرایط تقریباً مناسب بوده و بقیه‌ی مناطق شرایط متوسطی دارند.

ب- دما

دما یکی از عوامل تعیین‌کننده در جغرافیای گیاهان زراعی است. برای هر گونه گیاهی، محدوده‌ی آستانه‌ی حرارتی معینی تعریف شده است. دما در هر یک از مراحل رشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد ولی در این بین مراحلی وجود دارد که به‌دلیل 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 دیم در مراحل: جوانه‌زنی (کاشت تا سه برگه شدن)، دوره‌ی گلدهی (گرده‌افشانی) و دوره‌ی پر شدن دانه، مورد بررسی قرار گرفت *(کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲ و بازگیر، ۱۳۷۹)*. برای دستیابی به تاریخ رسیدن به‌مراحل فوق، از درجه-روزهای رشد (GDD) (رابطه ۱) استفاده شد. واحدهای حرارتی مورد نیاز عبور گیاه از هر یک از مراحل فوق به شرح زیر می‌باشند *(بهنیا، ۱۳۷۶ و Nonhebel, 1996)*:

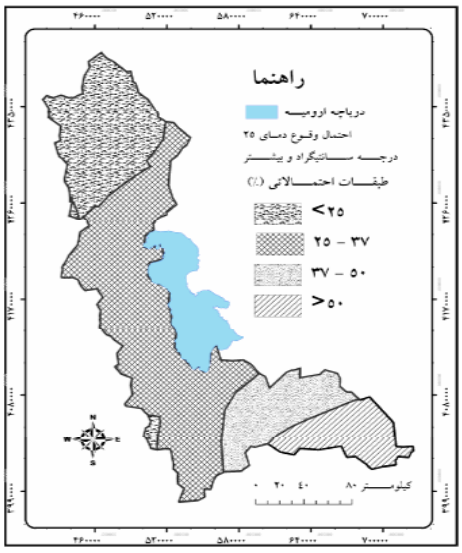
- کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا سبز شدن..... ۱۸۰ درجه- روز
- کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا دوره‌ی گلدهی..... ۱۳۰۰ درجه- روز
- کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا دوره‌ی پر شدن دانه..... ۲۱۰۰ درجه- روز

دما در مراحل ابتدایی رشد گیاه، به ویژه در دوره‌ی کاشت تا سبز شدن، اثر قابل توجه بر گیاهان سبز دارد. به هنگام جوانه‌زنی (کاشت تا سبز شدن) درجه‌ی حرارت مناسب ۱۴-۸ درجه‌ی سانتیگراد است به شرطی که درجه‌ی حرارت روزانه به صفر نرسد *(سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۶ و کمالی، ۱۳۷۶)*. بنابراین برای هر یک از ایستگاههای سینوپتیک و کلیماتولوژی مورد مطالعه، از تاریخ کاشت محاسبه (GDD) آغاز و تا تاریخ رسیدن به ۱۸۰ درجه- روز، شرایط دمای متوسط روزانه مورد بررسی قرار گرفت. سپس احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی (۸ تا ۱۴ درجه‌ی سانتیگراد به شرطی که دمای حداقل شبانه‌روزی به صفر و زیر صفر نرسیده باشد) محاسبه گردید و احتمالات محاسبه شده در محیط GIS به نقشه‌ی رقومی تبدیل گردید (شکل شماره‌ی ۵). سپس با توجه به شرایط اقلیمی مطلوب مورد نیاز برای کشت گندم دیم در موقع جوانه‌زنی کلاسه‌ها تعریف شدند.



شکل ۷ : نقشه‌ی توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی

مأخذ: نگارندگان



شکل ۸ : احتمالات وقوع دمای حداکثر روزانه ۲۵ درجه سانتیگراد و بیشتر در مرحله‌ی گلدهی گندم دیم

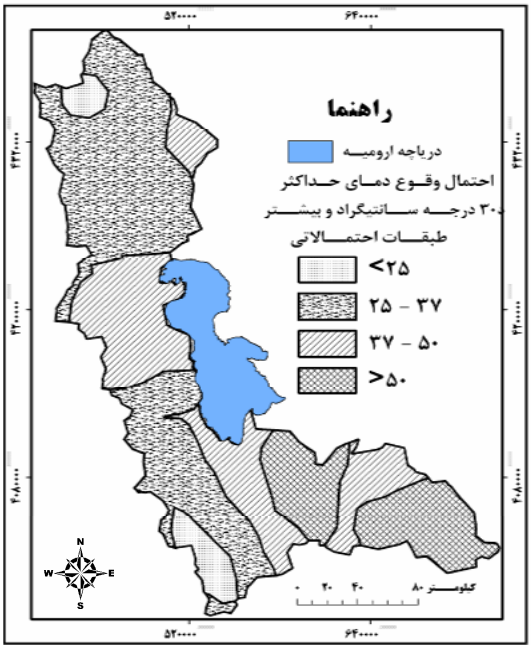
مأخذ: نگارندگان

در محدوده‌ی مورد مطالعه محدودیت شدید دمایی در این مرحله از رشد گندم وجود ندارد و فقط در ۱۲/۹ درصد مساحت استان در جنوب شرق دارای محدودیت متوسط می‌باشد. ۳۷/۷ درصد مساحت استان در جنوب و شمال دارای محدودیت جزئی بوده و بیش از نیمی از مساحت استان (۵۱/۴ درصد) در شرایط مطلوب قرار دارند.

از دیگر مراحل حساس فنولوژی گندم که قبلاً نیز توضیح داده شد، دوره‌ی گلدهی است. در این مرحله از رشد گندم چنانچه دماهای حداکثر روزانه از ۲۵ درجه سانتیگراد بالاتر برود، سبب عقیمی اندام‌های نر در گندم می‌گردد *(Warington, 1977& Kramer,1997)* که نهایتاً باعث افت عملکرد محصول می‌گردد. برای بررسی و پهنه‌بندی دمای استان آذربایجان غربی در مرحله‌ی 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 (GDD) 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 به‌دست آمده به تاریخ ژیلوسی تنظیم و در محیط Smada احتمال ۷۵ درصد وقوع برای هر یک از ایستگاههای مورد مطالعه استخراج شد. در مرحله‌ی بعد، با محاسبه‌ی طول دوره‌ی گلدهی گندم (۱۵ روز) از تاریخ به‌دست آمده، احتمالات وقوع درجه‌ی حرارت‌های حداکثر روزانه ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد و بالاتر برای هر یک از ایستگاهها محاسبه شد.

احتمالات وقوع مذکور در محیط GIS به نقشه‌ی رقومی تبدیل گردید و بعد کلاسه‌بندی، نقشه‌ی پهنه‌بندی دمای استان در مرحله‌ی گلدهی گندم دیم تهیه گردید *(شکل شماره‌ی ۶)*. همانطورکه در نقشه نیز مشخص است، اکثر مناطق استان آذربایجان غربی (۷۴/۷ درصد) در شرایط بسیار مطلوب یا مطلوب هستند و فقط ۱۱/۱ درصد مساحت استان در جنوب غرب (ایستگاه تکاب) به‌دلیل داشتن یک احتمال بیشتر برای وقوع دمای ۲۵درجه سانتیگراد دارای محدودیت شدید هستند. درجه حرارت‌های ۳۰ درجه سانتیگراد و بالاتر در مرحله‌ی پر شدن دانه سبب افت عملکرد محصول می‌گردد. زیرا افزایش دما سبب افزایش تبخیر تعرق گیاه و تنش آبی می‌گردد که نتیجتاً سبب چروکیده شدن دانه‌ها شده و کاهش وزن هزار دانه[1] و نهایتاً عملکرد در واحد سطح می‌گردد *(کمالی،۱۳۷۶، بازگیر، ۱۳۷۹، Keramer,1997)*. برای بررسی چگونگی توزیع درجه‌ی حرارت‌های ۳۰ درجه و بیشتر در منطقه‌ی مورد مطالعه در مرحله‌ی پرشدن دانه، تاریخ رسیدن گندم دیم به این مرحله (تاریخ رسیدن به ۲۱۰۰ درجه-روز) با استفاده از برنامه‌ی رایانه‌ای تهیه شده در محیط فرترن، برای هر یک از سال‌ها و برای تک‌تک ایستگاههای هواشناسی محاسبه گردید. بعد از تبدیل تاریخ‌های مذکور به تاریخ ژیلوسی، احتمال ۷۵ درصد وقوع آن در ایستگاههای مختلف به‌دست آمد. در مرحله‌ی بعد احتمال وقوع درجه حرارت‌های ۳۰ درجه و بالاتر در طول دوره پرشدن دانه (۲۰ روز) برای هر یک از ایستگاههای مورد مطالعه محاسبه و در محیط GIS به نقشه‌ی رقومی تبدیل گردید (شکل ۷).

۱- وزن هزار دانه یکی از شاخص‌های عملکرد است.



شکل ۹: نقشه‌ی توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای حداکثر روزانه ۳۰ درجه سانتیگراد و بیشتر در مرحله‌ی پرشدن گندم دیم

مأخذ: نگارندگان

شکل شماره‌ی ۷ حاکی از آن است که ۵/۴ درصد از مساحت استان در ماکو، سردشت و پیرانشهر در مرحله‌ی پر شدن دانه از نظر دما در شرایط بسیار مطلوب هستند و در بخش کوچکی از استان (۱۸/۱ درصد) درجه‌ی حرارت در مرحله‌ی پرشدن محدودیت شدید به‌وجود آورده است. بقیه‌ی مناطق تقریباً دارای شرایط متوسطی هستند.

ج- پهنه‌بندی اراضی استان آذربایجان غربی از نظر پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم

بعد از استخراج پارامترهای مورد استفاده برای هر یک از ایستگاهها و انتقال آنها به محیط GIS، با توجه به منابع علمی و همچنین شرایط اقلیمی منطقه‌ی مورد مطالعه، چهار کلاس برای هر یک از لایه‌ها تعریف شد (جدول شماره‌ی ۲). همچنین برای هم مقیاس کردن لایه‌ها جهت انجام همپوشانی، با توجه به شرایط مطلوب اقلیمی کشت گندم دیم و همچنین نظرخواهی از کارشناسان‌مربوطه؛ به هر یک از پهنه‌ها وزن عددی از ۰ تا ۱۰۰ اختصاص یافت *(جدول شماره‌ی ۳)*.

جدول ۲ : کلاسه‌های تعریف شده برای هر یک از لایه‌ها

ارزش کیفی / پارامترهای اقلیمی	نامناسب	ضعیف	متوسط	مناسب
احتمال وقوع بارش ۳۰۰ 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 جوانه‌زنی (٪)	<۵۰	۵۰-۶۵	۶۵-۸۰	>۸۰
احتمال وقوع دماهای ۲۵ درجه در مرحله‌ی گلدهی (٪)	< ۲۵	۲۵ -۳۷	۳۷ - ۵۰	>۵۰
احتمال وقوع دماهای ۳۰ درجه در مرحله‌ی پرشدن دانه (٪)	< ۲۵	۲۵ -۳۷	۳۷ - ۵۰	>۵۰

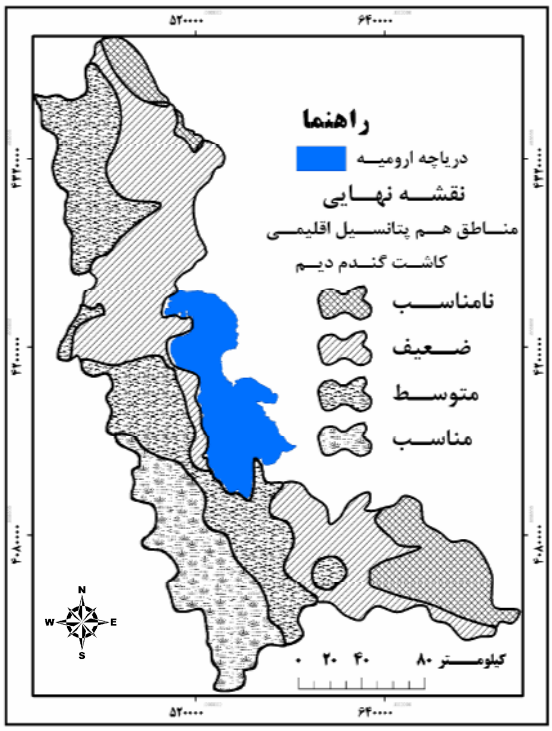
مأخذ: بررسی‌های کارشناسی؛ نگارندگان

جدول۳ : وزن عددی اختصاص‌یافته به هر یک از کلاسه‌ها

	بارش سالانه	بارش پاییزه	بارش بهاره	بارش ژوئن	دمای مرحله جوانه‌زنی	دمای مرحله گلدهی	دمای مرحله 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

مأخذ: بررسی‌های کارشناسی؛ نگارندگان

با بهره‌گیری از روش‌همپوشانی«وزنی طبقه‌بندی‌شده» *(مخدوم،۱۳۸۰: ۲۳۱)* کلیه‌ی لایه‌های مربوط به اشکال۳ تا ۹ در محیط GIS تلفیق شدند و در نهایت نقشه پهنه‌بندی اراضی برای کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی تهیه گردید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: نقشه‌ی نهایی هم پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی

نقشه‌ی نهایی هم پتانسیل اقلیمی کشت گندم در استان دارای ۴ پهنه به شرح ذیل می‌باشد:

۱- اراضی مناسب: به‌دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره‌ی رشد گندم، دارای عملکرد بالا هستند. این ناحیه ۱۷درصد (۶۰۱۵ کیلومتر مربع) مساحت استان را به خود اختصاص داده است و در جنوب غرب استان شامل شهرستان‌های پیرانشهر، اشنویه، سردشت، جنوب غرب ارومیه، جنوب غرب مهاباد و جنوب غرب بوکان می‌باشد. به عنوان نماینده‌ی این ناحیه می‌توان به شهرستان پیرانشهر اشاره کرد که دارای بالاترین عملکرد گندم دیم (۱۶۱۰کیلوگرم در هکتار) در سطح استان آذربایجان غربی می‌باشد.

۲- اراضی متوسط؛ شرایط ضعیف‌تری را نسبت به مناطق مستعد دارند ولی با کشت گندم دیم در این مناطق می‌توان عملکرد محصول نسبتاً خوبی را از آنها انتظار داشت. این ناحیه

۳۱ درصد مساحت استان (۱۱۳۲۵ کیلومتر مربع) را در برگرفته است. این منطقه به‌صورت پراکنده در شمال‌غرب، غرب و جنوب استان در شهرستان‌های چالدران، غرب شهرستان خوی، غرب سلماس،مناطق مرکزی و غرب شهرستان ارومیه و نقده، مهاباد و بوکان را شامل می‌شود.

۳- اراضی ضعیف؛ دارای پتانسیل اقلیمی پایینی برای کشت گندم دیم می‌باشند. این مناطق در قسمت‌های شمالی استان ناشی از دریافت بارش کمتر در طی سال، و در مناطق جنوبی به‌دلیل دریافت بارش کمتر و محدودیت‌های دما در مراحل گلدهی و پرشدن دانه به وجود آمده‌اند. کشت گندم دیم در این مناطق توأم با ریسک بوده و تنها در صورت وقوع ترسالی، عملکرد نسبتاً مناسبی خواهند داشت. توصیه می‌شود در این مناطق به جای کشت گندم دیم، جو دیم (که در مقابل خشکی و شرایط نامساعد دمایی مقاوم‌تر است) کاشته شود. این ناحیه بالاترین درصد مساحت استان (۳۹ درصد) را به خود اختصاص داده و قسمت‌های شمال و شمال‌شرق، شهرستان سلماس،سواحل دریاچه ارومیه و قسمت‌هایی از جنوب استان آذربایجان غربی را شامل می‌شود.

۴- اراضی نامناسب؛به‌دلیل عدم‌وجود شرایط اقلیمی مناسب، کشت‌گندم در این مناطق‌مقرون به صرفه‌ی اقتصادی نیست. این مناطق به مساحت تقریبی ۴۵۴۵ کیلومتر مربع (۱۳درصد)، مناطق ساحلی رودخانه‌ی ارس و جنوب غرب استان در شهرستان تکاب، مناطق مرکزی شاهیندژ و بخش‌هایی از شرق میاندوآب را شامل می‌شوند.

نتیجه‌گیری

موقعیت جغرافیایی استان آذربایجان غربی و شرایط و توانمندی‌های طبیعی آن در طول تاریخ باعث شکل‌گیری فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری مرتبط با آن شده است. شناسایی استعدادها و یا محدودیت‌هایی که آب و هوا در منطقه ایجاد کرده، و به عبارتی پهنه‌بندی اقلیمی- کشاورزی گندم دیم با استفاده از عناصر اقلیمی در محیط GIS از اهداف این تحقیق به‌شمار می‌رود. برای انجام این تحقیق، ابتدا سوابق مطالعاتی موجود در ارتباط با پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم مورد بررسی قرار گرفت و با به‌کارگیری داده‌های بارش و دما در طول ۲۱ سال مشاهدات آماری و بهره‌گیری از روش درون‌یابی و همپوشانی در محیط GIS تحلیل و نقشه نهایی مناطق هم پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی تهیه گردید. نتایج حاصل، بیانگر این واقعیت است که به ندرت منطقه‌ای یافت می‌شود که از هر لحاظ برای رشد گیاه مناسب باشد. بنابراین شناخت این محدودیت‌ها و اولویت‌بندی آنها جهت

مطابقت با محیط، به‌نحوی که بهترین بهره‌برداری از محیط صورت‌گیرد، از طریق مطالعه‌ی جامع اقلیمی- کشاورزی امکان‌پذیر می‌باشد. همانطورکه قبلا نیز اشاره شد، مناطق جنوبی و جنوب غربی استان در اشنویه، پیرانشهر مناسب‌ترین مناطق برای کشت گندم دیم می‌باشند. برعکس نواحی ساحلی رودخانه‌ی ارس و نواحی جنوب‌شرقی استان در تکاب و شاهیندژ برای کشت گندم دیم مناسب نیستند.

از نتایج دیگر این تحقیق، دستیابی به‌قابلیت‌ها و توانایی‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در ترکیب و تولید اطلاعات فضایی با لحاظ نمودن داده‌های غیر فضایی است که می‌تواند مدیران و تصمیم‌گیرندگان را برای دسترسی به اطلاعات یاری نماید. با توجه به اینکه بارش و دما در مرحله‌ی پرشدن دانه محدودیت اصلی کشت گندم در مناطق جنوبی استان می‌باشد، لذا انجام مطالعه‌ای جامع برای تنظیم تاریخ کاشت گندم دیم، براساس داده‌های اقلیم‌شناختی و انتخاب گونه‌هایی با طول دوره‌ی رشد کوتاه لازم و ضروری است.

نباید فراموش کرد که غیر از دما و بارش، سایر عناصر و عوامل‌اقلیمی از قبیل‌ارتفاع، شیب، جهت جغرافیایی دامنه‌ها، بافت خاک، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و تبخیر و تعرق می‌توانند در فرایند کشت گندم دیم و در نتیجه جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر در زمینه پتانسیل‌های آب و هوایی کشت این محصول استراتژیک مؤثر باشند.

قدردانی و تشکر

این مقاله نتیجه‌ی پایان‌نامه کارشناسی ارشد است که با حمایت مالی سازمان هواشناسی کشور تدوین گردیده است، بدین‌وسیله مراتب تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید. همچنین از همکار گرامی، خانم مرتضوی که زحمت تهیه‌ی برنامه محاسبه GDD را متقبل شدند تشکر می‌نماید.

منابع و مآخذ

۱- بازگیر، سعید (۱۳۷۹). بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم (مطالعه‌ی موردی استان کردستان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۲- بهنیا، محمدرضا (۱۳۷۶). غلات سردسیری، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۱۰ صفحه.

۳- دین‌پژوه، یعقوب؛ موحددانش، علی‌اصغر (۱۳۷۵). تعیین مناطق مساعد برای تولید غلات دیم با توجه به‌بارش‌های ماهانه آذربایجان‌شرقی، غربی و اردبیل،مجله‌ی نیوار. شماره ۳. صفحات: ۳۸-۲۵.

۴- رستگار، محمد علی (۱۳۷۱). دیمکاری، انتشارات برهمند.

۵- رسولی، علی‌اکبر؛ قاسمی‌گلعذانی، کاظم؛ سبحانی، بهروز (۱۳۸۴). نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (مورد مطالعه: استان اردبیل)، مجله جغرافیا و توسعه. صفحات ۲۰۰-۱۸۳.

۶- زرین، آذر (۱۳۷۹).مدل‌سازی میزان عملکرد محصول‌گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیم‌شناسی کشاورزی در استان آذربایجان‌غربی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. گروه جغرافیای طبیعی.

۷- سازمان هواشناسی کشور (شرکت کوانتا) (۱۳۵۴). مطالعه‌ی اقلیم کشاورزی ۱۵ محصول زراعی کشور، انتشارات هواشناسی کشور.

۸- سبحانی، بهروز (۱۳۸۴). پهنه‌بندی آگروکلیماتیک استان اردبیل با استفاده از تصاویرماهواره‌ای در محیط GIS، رساله دکتری جغرافیای طبیعی. دانشگاه تبریز.

۹- سرمدنیا، غلامحسین؛ کوچکی، عوض (۱۳۶۶). جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.۴۲۳ صفحه.

۱۰- فرج‌زاده، منوچهر؛ تکلوبیغش، عباس (۱۳۸۰). ناحیه‌بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم، مجله پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۴۱.

۱۱- کاظمی‌راد، مظفر (۱۳۷۷). تعیین زمان و منطقه‌ی مساعد کشت گندم دیم در آذربایجان غربی بر اساس توزیع دما و بارش، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. دانشگاه تربیت معلم تهران.

۱۲- کمالی، غلامعلی (۱۳۷۶). بررسی اکولوژیکی توانایی‌های دیم‌زارهای غرب کشور از نظر اقلیمی و با تأکید خاص بر گندم دیم، رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۵۲ صفحه.

۱۳- گوپتا. یو. اس (۱۳۶۸). جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم، ترجمه غلامحسین سرمدنیا و عوض کوچکی. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه مشهد. ۴۲۳ صفحه.

۱۴- گیوی، جواد (۱۳۷۶). ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی، مؤسسه تحقیقات آب و خاک. نشریه شماره ۱۰۱۵.

۱۵- مخدوم، مجید و همکاران (۱۳۸۰). ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) ، تهران. انتشارات دانشگاه تهران.
۱۶- مظفری، غلامعلی (۱۳۸۰). ارزیابی قابلیت‌های محیطی کشت گندم دیم- اقلیم‌شناسی-کشاورزی، مطالعه موردی کرمانشاه، رساله دکتری دانشکده علوم انسانی. دانشگاه تربیت معلم تهران.
۱۷- معاونت برنامه‌ریزی و بودجه وزارت کشاورزی(۱۳۷۸). مطالعات سنتز استانی طرح جامع توسعه کشاورزی (استان آذربایجان غربی)، جلد دوازدهم. ص ۴۲-۳ . جلد سیزدهم ص ۱۹-۱.
۱۸- هاشمی، فرهاد (۱۳۵۲). پیش‌بینی مقدار تولید محصول گندم ایران با استفاده از اطلاعات هواشناسی، نشریه هواشناسی. سازمان هواشناسی کل کشور.
19- Bazgeer, S. et al (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, Vol.34, No. 3. 269- 277.
20- Doorenbos, J and kassam (1979). Yield Response to Water. FAO, Pub. 33. Rome.
21- Dubey, R. P., Kalubarme; M. H., Jhorar, O. P. and 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: IRS-UP/SAC/CPF/SN/08/87, Space application center, Ahmedabad.
22- FAO (1972). Crop Ecology zones of Iran. Food and Agriculture Organization of the united nations, Rome.
23- Hundal, S.S., Singh, R. and Dhaliva, L. K. (1997). Agro-climatic indices for predicting phonology of wheat (Triticum aestivum) in Punjab. J. Agric., Sci., 67: 265- 268.
24- Kramer, P.J (1997) Plant and soil water Relationships: A modern Synthesis. Tata Mc Graw Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.
25- Nonhebel (1996). Effects of temperature rice and increase in co_2 Concentration of Simulated Wheat Yield in Europe. Climatic-change 34; 73-90.
26- Norwood, Charles, A (2000). Dry land Winter Wheat as Affected by Previous Crops, Agronomy Journal.
27- Rathove, P. S (2005) Techniques and Management of field crop production. Agro bios, Indian.
28- Sharma, A., Sood, R.K. and Kalubarme, M.H (2004). Agro meteorological wheat yield forecast in Himachal Pradesh, J. Agro met., 6: 153-160.
29- Sayta, Pariya (1999). GIS- Based Spatial Crop Yield Modeling. http:// www. GIS development.net.
30- Veron, Santiago R. and Other (2004). International Variability of Wheat Yield in the Navigating Pampas during the 20^{th} Century. Agricultural Ecosystem and Environment. Vol. 103.
31- Warrington (1977). Crop phonological stages, Australian Journal of Agricultural Research, No.28: 11-27.
32- 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.