

## تهیه اطلس گندم دیم استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی و GIS

غلامعلی کمالی<sup>۱\*</sup> - پگاه ملانی<sup>۲</sup> - محمد باقر بهیار<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۲۴

### چکیده

هدف از این بررسی تهیه اطلس گندم دیم برای استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی می‌باشد که در نتیجه آن بتوان مناطق مستعد را جهت کاشت گندم دیم مشخص نمود بدین منظور اقدام به تحلیل داده‌های اقلیمی بارندگی و دما نموده و در گام اول تاریخ کاشت مناسب با توجه به میزان بارندگی که در یک یا دو روز متوالی ۵ میلی متر یا بیشتر باشد تعیین گردید. سپس مراحل مختلف رشد گندم دیم بر اساس محاسبه GDD مراحل مختلف بدست آمد. در مرحله بعد به بررسی بارش سالیانه، پاییزه، بهاره و خرداد ماه پرداخته و متوسط آنها تعیین گردید. همچنین احتمال وقوع دمای مناسب جوانه زنی، دمای حداکثر ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد در مرحله گلدهی و مرحله پر شدن دانه محاسبه گردید. مقادیر محاسبه شده در محیط GIS به پهنه‌های مختلف تبدیل شده و با بهره گیری از روش همپوشانی کلیه لایه‌ها ابتدا ارزش وزنی داده شد و بعد تلفیق شدند در نهایت اطلس گندم دیم استان زنجان با ۴ پهنه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف بدست آمد. همانطور که از نقشه پیداست مناسب ترین مناطق کاشت گندم دیم در قسمتهای شمال و مرکز خداننده و قسمت شرقی ایچرود می‌باشد. در انتها به بر آورد میزان تولید محصول پرداخته و با توجه به میزان عملکرد در استانهای همجوار که دارای آب وهوای مشابه و عملکرد بالاتری هستند متوسط عملکرد برای استان زنجان محاسبه و میزان تولید بر آورد گردید که نسبت به تولید واقعی ۳۰ درصد افزایش را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: اطلس، گندم دیم، GIS، درجه-روزهای رشد GDD، تاریخ کاشت

### مقدمه<sup>۱</sup>

مختلف که دو عامل تاثیرگذار در کشت دیم می‌باشد بسیار حائز اهمیت است. اگر بتوان با توجه به نیازهای اکولوژیکی، مناطق مستعد کشت گندم دیم را شناسایی نموده و محدودیت ها و توانمندیهای را که اقلیم ایجاد کرده است شناسایی نمود عملا می‌توان به عملکرد بیشتری در واحد سطح دست یافت. هدف از این بررسی تهیه اطلس گندم دیم برای استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی می‌باشد که در نتیجه آن بتوان مناطق مستعد استان را جهت کشت گندم دیم مشخص کرده و تقویم زمانی مناسب برای کاشت گندم دیم در سطح منطقه تعیین نمود تا در نهایت بتوان میزان عملکرد را افزایش داد.

مطالعات مختلف و متنوعی در سراسر دنیا بر روی رابطه بین عوامل اقلیمی و رشد و نمو گیاه صورت گرفته است. در زمینه گندم به عنوان مهمترین گیاه مورد نیاز انسان، در مقاله‌های خارجی و داخلی به مطالبی بر می‌خوریم که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است: نورود (۱۵) در مورد کاشت گندم دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا مطالعاتی را انجام داد. او تاثیر پارامترهای اقلیمی را بر روی مناطق کشت گندم دیم مورد بررسی قرار داد. وی با تحلیل داده‌های اقلیمی نظیر بارندگی، دما، تبخیر از خاک نواحی مناسب

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 می‌باشد شناخت پارامترهای آب و هوایی و اثر آنها بر روی گیاهان یکی از مهمترین عوامل موثر در افزایش عملکرد به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد و این موضوع بویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت ویژه ای برخوردار است. سطح زیر کشت گندم دیم در کشور بالاترین سهم از سطوح محصولات زراعی مختلف را دارد بنابر این برای موفقیت در زراعت گندم دیم، آگاهی در زمینه ویژگی‌های دمایی و بارش در مناطق

۱- دانشیار گروه هواشناسی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی

(\*- نویسنده مسئول: (Email: a.kamali@srbiau.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناس ارشد هواشناسی کشاورزی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی

۳- استادیار پژوهشکده هواشناسی و علوم جو، تهران

سرداری مربوط می‌شود.

فرج زاده و تکلوییغش (۸) ناحیه بندی آگروکلیماتیک استان همدان را در محیط GIS با تاکید بر کاشت گندم دیم انجام داده اند. در این تحقیق ابتدا عوامل فیزیکی زمین و عوامل اقلیمی، توپوگرافی، شیب، تیپ اراضی، عمق خاک، بافت خاک، بارش سالانه، دمای سالانه و تبخیر در محیط GIS تحلیل و ارزش گذاری شده و سپس با همپوشانی لایه های فوق نقشه نهائی مناطق مناسب برای کشت گندم دیم تهیه گردید. نتیجه این تحقیق بیانگر این واقعیت است که اولاً پهنه بندی گیاهان زراعی بر اساس تحلیل داده های اقلیمی امکان پذیر است. و ثانیاً، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مناسب ترین روش تحلیل داده ها است که می‌تواند نواحی همگن را با دقت بیشتری شناسائی نموده و پهنه بندی دقیقی را ارائه دهد.

بازگیر (۱۳۷۸) به منظور پهنه بندی استان کردستان از نظر توان اقلیمی تولید گندم دیم، اطلاعات بارندگی و درجه حرارت ۹ ایستگاه هواشناسی که در منطقه مطالعاتی واجد سری های طولانی آمار بودند، جمع آوری و مورد تحلیل قرار داده است. در این تحقیق ۶ معیار اقلیمی برای گندم دیم انتخاب شدند و سپس احتمال وقوع هر یک از معیارهای مذکور را در مراحل مختلف فنولوژیکی گندم در ایستگاه های مورد مطالعه، برآورد گردید.

سطوح احتمال به چهار دسته بسیار مطلوب، مطلوب، ضعیف، و نامطلوب تقسیم شدند. برای پهنه بندی شرایط فوق و تعیین توزیع فضائی آن ها، ابتدا همبستگی بین احتمال وقوع هر یک از الگوریتم های فوق و ارتفاع تعیین و همچنین خطای حقیقی آن ها برآورد گردید. در مرحله بعد برای هر حالت لایه مربوط در سیستم GIS<sup>۱</sup> تعریف گردیده و با روی هم قرار دادن و هم پوشانی لایه های تهیه شده پهنه بندی استان کردستان از نظر پتانسیل کشت گندم دیم تهیه گردید (۱).

## مواد و روش ها

این تحقیق برای استان زنجان با وسعت بیش از ۲۲ هزار کیلومتر مربع که در منطقه شمال غرب کشور بین ۳۳° و ۳۵° تا ۱۵° و ۳۷° عرض شمالی از خط استوا و ۱۰° و ۴۷° تا ۲۶° و ۴۹° طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد انجام پذیرفت (۱۳).

پس از جمع آوری اطلاعات ابتدا با توجه به ایستگاه های هواشناسی موجود در منطقه که شامل ایستگاه های، سینوپتیک، کلیماتولوژی، باران سنجی هواشناسی و ایستگاه های باران سنجی سازمان آب بود به بررسی آمار موجود در منطقه طی سالهای مشترک پرداختیم. خلاهای آماری نیز با استفاده از روش

برای کشت گندم دیم را شناسائی کرده و به این نتیجه رسید که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی بیشترین تاثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم دارند.

شارما و همکاران (۱۷) اثر دمای بالا بر رشد دانه در رقم های مختلف گندم را بررسی کردند. این تحقیق نشان داد که کاشت دیر هنگام گندم (اواخر دسامبر) می‌تواند محصول گندم را ۳۰ تا ۴۰ درصد در مقایسه با کاشت نوامبر کاهش دهد. کاشت دیر هنگام بر مراحل فنولوژیکی قبل از گرده افشانی که مشخص کننده عملکرد محصول هستند تاثیر می‌گذارد که این تاثیرات به مرحله رشد و پر شدن دانه انتقال یافته و رشد و عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

اودا و همکاران (۱۶) اثر استرس آبی و تاریخ های مختلف کاشت را بر تولید گندم در دلتای جنوبی بررسی نمودند. تاثیر احتمالی شش تاریخ کاشت به اضافه اثر استرس آبی در مراحل مختلف رشد با استفاده از مدل شبیه ساز گندم *ceres* بررسی شد. در مقایسه بین تاریخ های کاشت، بیشترین محصول گندم وقتی بدست آمد که بین ۱۵ نوامبر تا اول دسامبر کاشته شود. همچنین این مدل توانست محصول گندم را که تحت استرس آبی رشد کرده بود در مراحل مختلف پیش بینی نماید. حذف ششمین آبیاری در اواخر رشد دانه محصول را ۹/۱۱ درصد کاهش داد اما کاهش ده درصدی مقادیر آبیاری محصول گندم را ۱۰/۶۰ درصد کاهش داد بنابراین حذف ششمین آبیاری و کاهش ده درصدی مقادیر آبیاری را می‌توان راهی برای صرفه جویی آب آبیاری توصیه نمود.

بریگنال و رانسول (۱۲) مدلی جهت ارزیابی اثرات تغییر عوامل اقلیمی از سالی به سال دیگر روی پتانسیل گندم زمستانه در انگلستان و ولز ارائه دادند. آن ها به این نتیجه رسیدند که با افزایش میانگین درجه حرارت از یک درجه سانتی گراد به دو درجه سانتی گراد خطر خشکی افزایش یافته و بدلیل افزایش تبخیر و تعرق پتانسیل، طول دوره ای که خاک در حد ظرفیت نگهداری است، کاهش می‌یابد. در شرق انگلستان این تغییر به دلیل خشکی، تاثیر تعیین کننده ای روی پتانسیل کشت گندم زمستانه داشت. از دیگر نتایج این تحقیق می‌توان به تاثیر بیشتر تغییرات بارندگی نسبت به تغییرات درجه حرارت در ارتباط با ارزیابی تناسب اراضی برای گندم زمستانه اشاره نمود.

صادق زاده اهری و همکاران (۵) 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 ایستگاه های تحقیقات کشاورزی دیم مراغه و تحقیقات کشاورزی قاملو (سندج) 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 مهرماه) و به رقم

نتایج آن در شکل شماره (۱) ارائه گردیده است.

بر اساس تاریخ کشت‌های بدست آمده اقدام به محاسبه درجه حرارت‌های تجمعی برای هر یک از مراحل رشد گندم کردیم تا تاریخ آغاز و پایان هر مرحله بدست آید. بدین ترتیب می‌توان با در اختیار داشتن مقدار درجه حرارت لازم برای رشد در هر مرحله، با توجه به آمار درجه حرارت در منطقه مورد مطالعه مراحل مختلف فنولوژی گیاهان را پیش‌بینی نمود. واحدهای حرارتی مورد نیاز عبور گیاه از مراحل حساس رشد به شرح ذیل می‌باشد.

کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا سبز شدن ۱۸۰ درجه-روز  
 کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا دوره گل دهی ۱۵۰۰ درجه - روز  
 کل واحدهای حرارتی از تاریخ کاشت تا دوره پر شدن دانه ۲۳۰۰ درجه - روز (۲).

به منظور انجام این کار برنامه کامپیوتری با نرم افزار EXCEL طوری نوشته شد که بتواند در هر سال برای هر ایستگاه بعد از لحاظ تاریخ کاشت GDD را محاسبه و بدین ترتیب روزهای رسیدن به مراحل مختلف فنولوژی را تعیین نماید.

بدین ترتیب که برای هر ایستگاه در هر سال تاریخ آغاز و پایان این مراحل محاسبه شده و در نهایت با کمک نرم‌افزار HYFA تاریخی به عنوان آغاز مرحله پذیرفته شد که با احتمال ۷۵٪ پس از آن تاریخ مرحله مورد نظر آغاز شود و تاریخی به عنوان پایان مرحله پذیرفته شد که با احتمال ۷۵٪ قبل از آن تاریخ مرحله مورد نظر پایان یافته باشد. پس از بدست آوردن تاریخهای مناسب جهت بررسی نیازهای دمایی و رطوبتی گندم در مراحل مختلف به ترتیب زیر عمل گردید.

ابتدا میزان بارندگی سالانه، پاییز، بهار و خرداد ماه برای هر یک از ایستگاهها در هر سال زراعی محاسبه و متوسط ۱۵ ساله آنها بدست آمد. مقادیر محاسبه شده در محیط GIS به پهنه‌های مختلف تبدیل شد.

سپس احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه زنی ۱۲ تا ۲۰ درجه سانتی گراد (به شرطی که حداقل شبانه روزی دما به زیر صفر نرسیده باشد) و همچنین احتمال وقوع درجه حرارتهای حداکثر روزانه ۲۵ درجه سانتیگراد و بالاتر در مرحله گلدهی و احتمال وقوع درجه حرارتهای ۳۰ درجه سانتی گراد و بالاتر در مرحله پر شدن نیز محاسبه گردید.

به منظور تعیین دقیق تر پتانسیل اقلیمی کشت گندم در استان زنجان احتمالات محاسبه شده در محیط GIS به نقشه رقومی تبدیل گردید سپس با توجه به شرایط اقلیمی مطلوب مورد نیاز برای کشت گندم در هر کدام از نقشه ها کلاسه ها تعریف شد.

نسبتها و تفاضلهای پر گردید. البته از آزمون RUN TEST نیز جهت بررسی همگنی داده ها استفاده و پس از تهیه داده ها واطمینان از صحت آن ها در مرحله اول اقدام به طبقه بندی اقلیمی منطقه مورد نظر گردید و با دو روش اقلیم نمای آمبرژه و دومارتن گسترش یافته جاماب پهنه بندی منطقه مورد نظر انجام شد (۳). پس از تعیین اقلیم منطقه مورد نظر به تحلیل پرسشنامه‌های جمع آوری شده از روستاییان محلی پرداخته و با تهیه جدولی از نتایج این فرم ها تاریخهای رسیدن به مراحل مختلف رشد در آن ها مشخص گردید. پس از استخراج، داده ها در محیط HYFA به ترتیب صعودی مرتب شده و پس از تعیین بهترین تابع توزیع احتمالاتی بهترین تاریخ رسیدن به مراحل مختلف رشد بدست آمد.

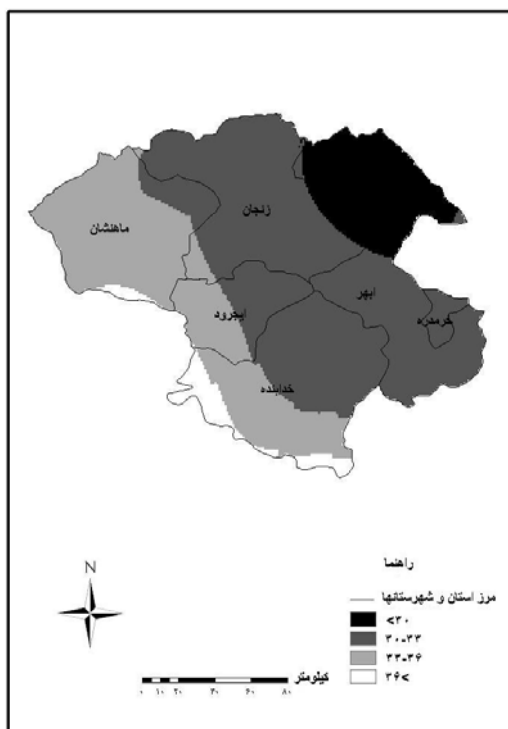
بعد از تعیین بهترین تاریخهای بدست آمده با توجه به داده‌های دمایی ایستگاه زنجان GDD مورد نظر برای ۱۵ سال هر کدام از مراحل استخراج گردید سپس داده ها توسط HYFA به ترتیب صعودی مرتب شده و پس از تعیین بهترین تابع توزیع احتمالاتی مناسبترین GDD بدست آمد (جدول شماره ۲).

سپس تاریخ کاشت گندم در قسمت‌های مختلف استان مشخص گردید. برای گندم زمستانه شرایط مساعد کشت وابسته به دو متغیر بارندگی و دما می‌باشد. تعیین تاریخ آغاز بارش در سطح مناطق دیم خیز از اهمیت بالائی برخوردار است نظر به اینکه آب مورد نیاز محصول در شرایط دیم کاری تنها از طریق نزولات جوی تامین می‌گردد بنابراین تاریخ کاشت و شروع فعالیت بیولوژیک آن به تاریخ آغاز بارش در سطح نواحی دیم خیز بستگی دارد. در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت تاریخ آغاز بارش معیار زیر مورد استفاده قرار گرفته است.

اولین تاریخ رخداد بارش برابر و بیش از ۵ میلی متر که در یک یا دو روز متوالی و در فصل پاییز حادث شود. علت انتخاب دوره دو روزه با میزان آستانه بارش برابر و بیش از ۵ میلی متر آن است که این میزان بارش قادر به نفوذ تا عمق کاشت بذر و تامین رطوبت مورد نیاز مرحله جوانه زدن است (۱۱). به منظور تعیین بهترین زمان کاشت گندم دیم در منطقه مورد مطالعه اقدام به بررسی آمار روزانه بارندگی در سال‌های آماری موجود در ایستگاه هواشناسی گردید. با استفاده از اطلاعات روزانه بارندگی در هر سال برای تعیین اولین روز که بارندگی در یک یا دو روز متوالی ۵ میلی متر شده باشد جستجو انجام و روز مورد نظر مشخص شد. تاریخ ها را تماما بر مبنای اول مهرماه وزن عددی داده تا بتوان تجزیه و تحلیل‌های لازم را انجام داد و پس از مرتب نمودن تاریخ ها اعداد مذکور در محیط HYFA بر حسب مقادیر صعودی مرتب شد.

وبعد از تعیین بهترین تابع توزیع احتمالاتی برای داده‌های هر ایستگاه، تاریخ‌های مناسب بر اساس احتمال وقوع ۷۵٪ مشخص شدند. نقشه هم ارزش احتمالات مزبور برای منطقه ترسیم شد، که

نشان می‌دهد که در بیشتر قسمت‌های شهرستان زنجان و خدابنده، قسمت غربی ابهر، قسمت شرقی ایجرود، قسمت غربی و مرکزی طارم و قسمتی از غرب و قسمتی از شرق ماهنشان تاریخ کاشت مابین ۱۳ تا ۱۸ مهرماه بوده که بیشترین مساحت استان رانیز در بر گرفته است. در جنوب شرقی طارم، شرق ابهر، خرمدره، قسمت غربی ایجرود و خدابنده و قسمت مرکزی شهرستان ماهنشان تاریخ کاشت مابین ۱۸ تا ۲۲ مهر ماه و در دیگر قسمت‌های استان که مساحت بسیار کمی را نیز در بر گرفته است تاریخ مناسب زود تر از ۱۳ یا دیر تر از ۲۲ مهرماه بدست آمد. با مقایسه نتایج پرسشنامه‌های جمع آوری شده و نتایج حاصله از نقشه‌ها به نظر می‌رسد که کشاورزان به علت عدم آگاهی از زمان آغاز بارش، زودتر یا دیر تر از موعد اقدام به کاشت می‌نمایند که این خود باعث از بین رفتن و یا کاهش قوه نامیه بذور و یا از دست دادن اولین باران پاییزه و در نهایت کاهش عملکرد خواهد شد. باید توجه داشت که کاشت به موقع در رشد دانه و نهایتاً میزان عملکرد تاثیر به سزایی داشته و می‌توان با یک مدیریت درست و برنامه مدون زمان مناسب کاشت در قسمت‌های مختلف استان را بصورت جدول زمان بندی شده در اختیار کشاورزان منطقه قرار داده تا نهایتاً بیشترین بازده محصول حاصل گردد.



شکل ۱- نقشه مناطق هم تاریخ کاشت با احتمال وقوع ۷۵٪ در استان زنجان

با توجه به داده‌های بدست آمده از پرسشنامه‌های محلی بعد از

پس از تهیه نقشه‌های مربوط به توزیع جغرافیایی عناصر اقلیمی مورد نیاز از قبیل بارش سالیانه، میزان بارش پاییزه، بارش بهاره و بارش خرداد ماه، احتمال وقوع دمای مناسب جوانه زنی، احتمال وقوع دماهای بالای ۲۵ درجه سانتی گراد و بالاتر در مرحله گلدهی و بالاخره احتمال وقوع دماهای ۳۰ درجه سانتی گراد و بالاتر در مرحله پر شدن دانه، با بهره‌گیری از روش همپوشانی کلیه لایه‌های مربوطه ابتدا ارزش وزنی داده شد و بعد در محیط GIS تلفیق شدند در نهایت اطلس گندم دیم استان زنجان تهیه گردید.

## نتایج و بحث

پس از تعیین اقلیم به روش اقلیم‌نمای آمبرژه و دومارتن گسترش یافته جاماب (۳)، مشخص گردید که بیشترین تنوع اقلیمی بر شهرستان طارم حاکم بوده که این مسئله با توجه به موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی منطقه کاملاً طبیعی می‌باشد قسمتهای شمال شرقی این شهرستان دارای آب و هوای نیمه مرطوب سرد قسمت کوچکی در جنوب شرقی شهرستان مدیترانه ای معتدل قسمتهای مرکزی شهرستان مدیترانه ای سرد و قسمتهای غربی و جنوب غربی این شهرستان به همراه بیشتر قسمتهای استان زنجان دارای اقلیم نیمه خشک سرد بوده و قسمتهای کوچکی در غرب شهرستان ماهنشان و خدابنده در محدود نیمه خشک فرا سرد قرار گرفته اند. که با توجه به اینکه بیشتر استان زنجان در محدوده نیمه خشک سرد قرار دارد شرایط مساعد جهت کشت گندم دیم را دارا می‌باشد. طبق بررسی که بر اساس پرسشنامه‌های جمع آوری شده انجام پذیرفت نتایج حاصل مطابق با جدول شماره (۱) بدست آمد.

### جدول ۱- تاریخ‌های کاشت بدست آمده از پرسشنامه‌های جمع

نام شهرستان	تاریخ کاشت (تحلیل پرسشنامه)
زنجان	۹ مهر
ماهنشان	۱۱ مهر
طارم	۴ مهر

تاریخ کاشت گندم در ایران با شرایط متفاوت جوی کاملاً متفاوت است. بهترین تاریخ کشت گندم‌های پاییزه دیم زمانی است که احتمال شروع بارندگی می‌رود و زمان کاهش دمای هوا فرارسیده باشد. بر طبق مطالعات صدقیانی پور کاشت گندم دیم در نقاط مختلف استان آذر بایجان شرقی از دهه اول مهرماه شروع و تا دهه اول آبان ادامه می‌یابد (۶) در تحقیقی که توسط محمدی در مورد استان آذر بایجان غربی به عمل آمده است مناسبترین تاریخ کاشت گندم دیم از ۲۸ مهر تا ۸ آبان بر آورد شده است (۱۰).

بررسی نقشه هم تاریخ کاشت (شکل شماره ۱) استان زنجان

تعیین بهترین تاریخ‌های بدست آمده با توجه به داده‌های دمایی ایستگاه زنجان مناسب‌ترین GDD برای منطقه بدست آمد (جدول ۲).

جدول ۲- تعیین GDD مورد نیاز تا مرحله پر شدن دانه

مراحل مختلف رشد	GDD مورد نیاز	نوع توزیع
پر شدن دانه (با احتمال ۲۵٪)	۲۹۸۳	لوگ نرمال سه پارامتری

گندم جهت جوانه زدن در عمق ۵ سانتی متری ۵ میلی متر بارندگی نیاز دارد (۹). بنابر این جدول بالا نمی تواند صحت داشته باشد زیرا به علت عدم بارش به موقع، بذر در همان زمان کاشت جوانه نمی زند و چون اطلاعاتی که کشاورز در اختیار ما قرار داده از دانسته‌های سال‌های اخیر اوست بنابراین زمان وقوع اولین بارندگی در سه سال آخر را بررسی و زمان مناسب را تعیین و مجدداً GDD مورد نیاز برای رویش گندم محاسبه شد. وقوع اولین بارندگی روز ۱۰ آبان ماه تعیین گردید و با استفاده از داده‌های دما GDD برای ۱۵ سال برای روز ۵ مرداد بدست آمد سپس داده‌ها توسط HYFA به ترتیب صعودی مرتب شده و پس از تعیین بهترین تابع توزیع احتمالاتی مناسبترین GDD ۲۵۷۸، درجه روز بدست آمد. که این مقدار به معیار تعیین شده در منابع نزدیک می‌باشد (۲).

همانطور که گفتیم بر اساس تاریخ کاشت بدست آمده و با محاسبه درجه -روزهای رشد تاریخ وقوع مراحل مختلف رشد به دست می‌آید (۱۰).

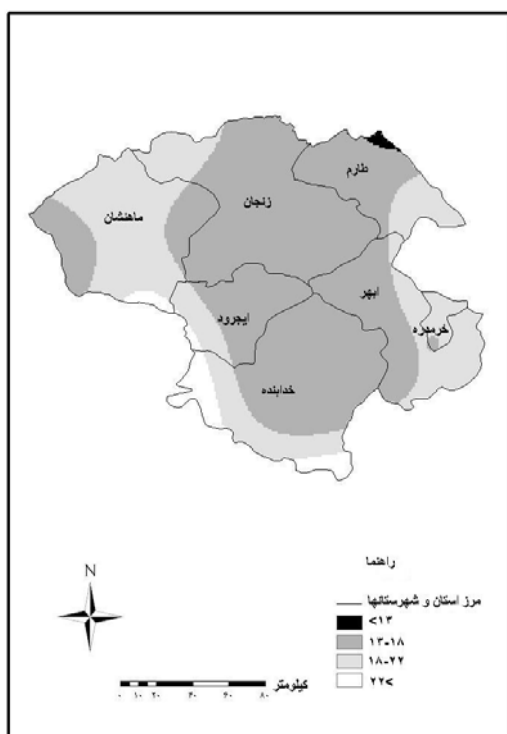
بازگیر در مطالعه موردی خود برای کردستان وقوع این تاریخها را به ترتیب زیر مشخص نمود (۱).

تاریخ رسیدن به ۱۸۰ درجه -روز بین ۳ تا ۲۶ آذر  
تاریخ رسیدن به ۱۵۰۰ درجه روز بین ۲۹ اردیبهشت و ۱۹ تیر  
تاریخ رسیدن به ۲۳۰۰ درجه روز بین ۸ تیر و ۲۶ مرداد  
در مطالعه ای دیگر صدقیانی پور برای آذربایجان شرقی تاریخها را به صورت ذیل بدست آورد (۶).

آغاز مرحله گلدهی دهه اول اردیبهشت تا دهه دوم خرداد  
پایان مرحله گلدهی دهه سوم اردیبهشت تا دهه اول تیر  
آغاز پر شدن دانه دهه دوم اردیبهشت تا دهه سوم خرداد  
پایان مرحله پر شدن دانه دهه سوم خرداد تا دهه دوم مرداد  
برای استان زنجان با توجه به شکل شماره (۲) مشخص می‌شود که در مناطق شرقی استان تاریخ رسیدن به ۱۸۰ درجه -روز زودتر از ۳۰ مهر اتفاق می‌افتد که این قسمت‌ها بیشتر شامل شهرستان طارم می‌شود و در نواحی مرکزی استان تاریخ رسیدن به مقدار حرارت جمعی مذکور بین ۳۰ مهر تا ۳ آبان بوده و بیشتر شهرستان زنجان، کل خرمدره و قسمت‌های شرقی ایچرود و خدابنده را در بر می‌گیرد. در قسمت‌های غربی این تاریخ مابین ۳

آبان تا ۶ آبان اتفاق می‌افتد که شامل ماهنشان و شرق ایچرود و خدابنده است. در قسمت‌های کوچکی از جنوب غربی استان واقع در شهرستان خدابنده و جنوب ماهنشان تاریخ رسیدن به ۱۸۰ درجه -روز بعد از ۶ آبان ماه صورت می‌گیرد.

با توجه به نقشه (شکل ۳) می‌توان دید که داخل استان زنجان زودترین تاریخ آغاز گل دهی مربوط به قسمت‌های شرقی استان شامل شهرستان‌های طارم و قسمت شرقی خرمدره و ابهر می‌باشد و به تدریج که به سمت غرب استان پیش می‌رویم آغاز مرحله گل دهی با تاخیر انجام می‌شود به طوری که در شهرستان‌های خدابنده، ماهنشان و ایچرود دیر تر از سایر نقاط استان مرحله گل دهی آغاز می‌شود.



شکل ۲- نقشه توزیع جغرافیایی تاریخ رسیدن به ۱۸۰ درجه -روز

با توجه به تاریخ‌های بدست آمده و نقشه‌های تهیه شده (شکل ۴) به خوبی مشخص می‌شود که تاریخ وقوع پایان مرحله گلدهی در سطح استان نیز روندی مشابه با تاریخ آغاز مرحله گل دهی دارد. قسمت‌های شرقی استان زودتر از قسمت‌های دیگر به پایان مرحله گل دهی رسیده و هرچه که به سمت غرب پیش می‌رویم این مرحله به تاخیر می‌افتد بطوری که قسمت‌های غربی ماهنشان، خدابنده و ایچرود دیر تر از سایر مناطق استان مرحله پایان گل دهی را پشت سر می‌گذارند. که این نتایج با شرایط اقلیمی نقاط مختلف استان همخوانی دارد.

از سایر نقاط به مرحله پرشدن دانه رسیده که در درجه اول شامل شهرستان طارم و در درجه دوم شامل قسمت‌های شرقی ایهر و شمال خرمدره می‌شود. قسمت‌های غربی ماهنشان، ایجرود، خداپنده و قسمت جنوب شرقی زنجان دیر تر از سایر نقاط به مرحله پر شدن دانه رسیده و برداشت محصول در آنها دیر تر صورت می‌پذیرد. این امر باعث مواجه شدن دوره‌های حساس گیاه با دماهای بالا گشته و افت عملکرد را بدنبال خواهد داشت که یکی از دلایل این قضیه تاخیر در تاریخ کاشت می‌باشد.

در این مرحله نیز با نزدیک شدن به نواحی سردسیر تاخیر در رسیدن به پایان مرحله پر شدن دانه به وضوح قابل مشاهده است به نحوی که طول دوره رشد در مناطق سردسیر طولانی تر از نواحی گرمتر می‌باشد.

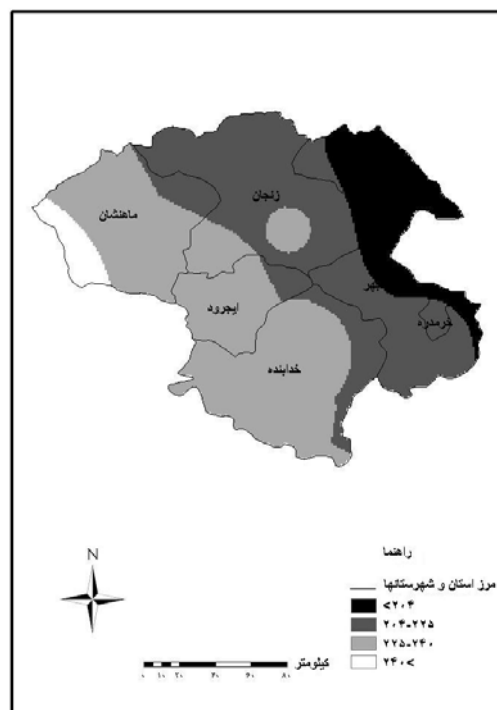


شکل ۳- نقشه توزیع جغرافیایی تاریخ آغاز مرحله گل دهی در استان زنجان (تاریخ رسیدن به ۱۳۰۰ درجه -روز)



شکل ۵- نقشه توزیع جغرافیایی تاریخ پایان مرحله پر شدن دانه در استان زنجان (تاریخ رسیدن به ۲۳۰۰ درجه - روز)

از نظر میزان رطوبت، گندم در زراعت دیم حداقل به ۳۰۰ میلی متر باران در طول دوره رشد احتیاج دارد (۲).  
براین اساس صدقیانی پور در مطالعه خود نشان داد که در قسمت کوچکی از شمال غرب و غرب آذربایجان شرقی میزان بارش در حد ضعیف می‌باشد و در سایر نقاط میزان بارش در حد مطلوب و بسیار مطلوب است (۴).



شکل ۴- نقشه توزیع جغرافیایی تاریخ رسیدن به مرحله پایان گلدهی در استان زنجان (تاریخ رسیدن به ۱۵۰۰ درجه -روز)

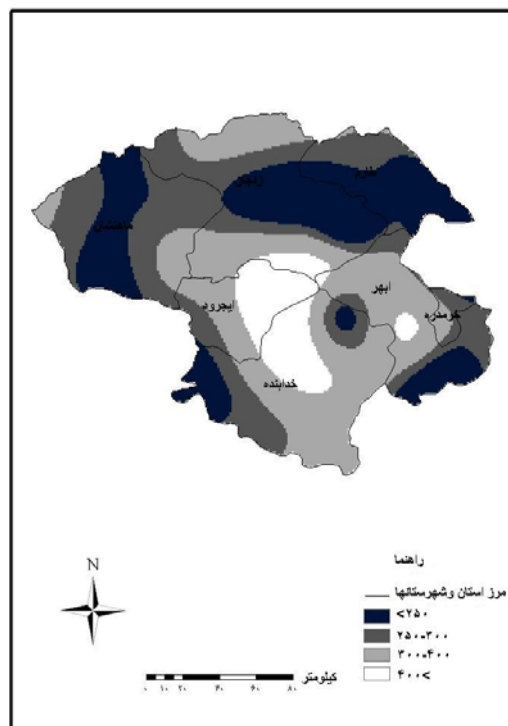
از نقشه (شکل شماره ۵) پیداست قسمت‌های شرقی استان زود تر

به سایر مناطق بیشتر است. همانطور که ملاحظه می‌شود منطقه از نظر بارش به چهار طبقه با میزان بارندگی نامناسب، متوسط، مناسب و بسیار مناسب (جدول شماره ۳) تقسیم شد.

بر اساس مطالعات انجام یافته توسط محمدی در آذربایجان غربی مقادیر مناسب بارش پاییزه با احتمال وقوع (۷۵٪) ۱۲۰-۱۵۵ میلی متر تعیین گردید (۱۰). مطابق (جدول شماره ۴) استان زنجان از نظر میزان بارش پاییزه به چهار طبقه نامناسب با میزان بارندگی کمتر از ۶۰ میلی متر، متوسط با میزان بارندگی بین ۶۰-۸۰ میلی متر، مناسب با میزان بارندگی بین ۸۰-۱۰۰ میلی متر و بسیار مناسب با میزان بارندگی بیشتر از ۱۰۰ میلی متر تقسیم شد.

جدول ۴- ارزش وزنی و کلاسه بندی میزان بارش پاییزه در استان زنجان

ارزش کیفی	مقادیر بارش پاییزه	ارزش وزنی برای گندم دیم
نامناسب	<۶۰	۱
متوسط	>۶۰ و <۸۰	۲
مناسب	>۸۰ و <۱۰۰	۳
بسیار مناسب	>۱۰۰	۴



شکل ۶- نقشه توزیع جغرافیایی بارش سالیانه (میلی متر) در استان زنجان

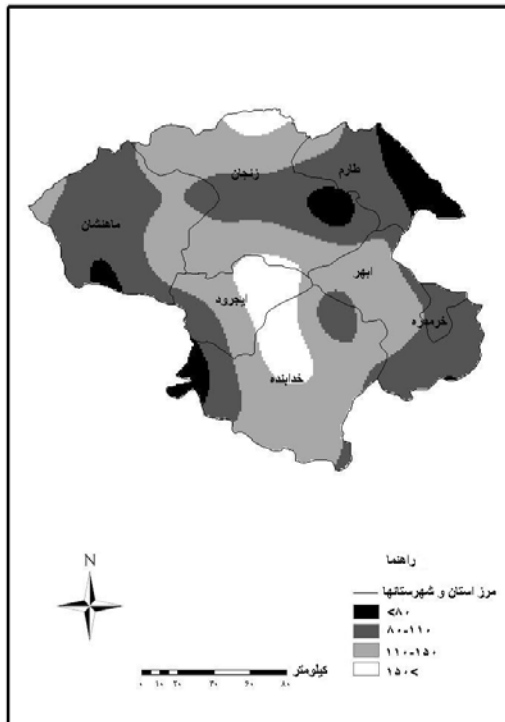
چنانچه در شکل (۷) نشان داده شده است الگوی بارش پاییزه تقریباً مشابه الگوی بارش سالانه استان می‌باشد. تقریباً در تمام استان حداقل نیاز رطوبتی گندم دیم در فصل پاییز تامین می‌گردد و بیشترین میزان بارندگی در قسمت‌های کوچکی از جنوب زنجان، قسمت شرقی ایجرود و قسمت مرکزی شهرستان ابهر و خدابنده اتفاق افتاده است. کمترین میزان بارندگی در قسمت‌هایی از شرق زنجان، طارم و غرب خدابنده

و جنوب ابهر و شمال ماهنشان بوده است و در بقیه قسمت‌های استان بارندگی با میزان مناسب و متوسط در فصل پاییز رخ داده است. بررسی‌های آماری و همچنین تحلیل جریان‌ات جوی نشان می‌دهد بیشترین سهم از مقدار بارندگی سالانه را در استان بارش بهار تشکیل داده است. بر این اساس مطابق با جدول شماره (۵) منطقه از نظر میزان بارندگی به چهار قسمت نامناسب با میزان بارندگی کمتر از ۸۰ میلی متر، متوسط با میزان بارندگی بین ۸۰-۱۱۰ میلی متر، مناسب با میزان بارندگی ۱۱۰-۱۵۰ میلی متر و خیلی مناسب با میزان بارندگی بیشتر از ۱۵۰ میلی متر تقسیم شده است. با بررسی شکل (۸) می‌توان دریافت که قسمت‌هایی از شرق شهرستان زنجان، شرق شهرستان طارم، قسمت‌هایی از جنوب ماهنشان و ناحیه کوچکی از غرب خدابنده از نظر میزان بارش دارای محدودیت شدید هستند. بیشتر مناطق استان دارای محدودیت متوسط و بارش مناسب بالای ۸۰ میلی متر بوده و در قسمت‌هایی از شمال و مرکز خدابنده، شرق ایجرود، قسمت‌های اندکی از جنوب و شمال زنجان

جدول شماره ۳- ارزش وزنی و کلاسه بندی میزان بارندگی سالیانه در استان زنجان

ارزش کیفی	میزان بارندگی	ارزش وزنی برای گندم دیم
نامناسب	<۲۵۰	۱
متوسط	>۲۵۰ و <۳۰۰	۲
مناسب	>۳۰۰ و <۴۰۰	۳
بسیار مناسب	>۴۰۰	۴

با توجه به نقشه پهنه بندی توزیع جغرافیایی بارش استان زنجان (شکل شماره ۶) مشاهده می‌شود کمترین بارش‌ها در قسمت‌هایی از جنوب شهرستان ابهر، بیشتر قسمت‌های شهرستان طارم، قسمت غربی و قسمت کوچکی از شرق شهرستان خدابنده، یک نوار مرکزی عمودی از شهرستان ماهنشان و یک نوار مرکزی افقی از شهرستان زنجان اتفاق افتاده است. همچنین متوسط بارندگی در کلیه شهرستان‌ها به صورت پراکنده بوده ولی در شهرستان زنجان و ماهنشان بیشتر به چشم می‌خورد. در قسمت‌های شمال شهرستان ابهر، قسمت‌های شرقی و جنوبی خدابنده، غرب خرمدره، غرب ایجرود و جنوب و شمال زنجان میزان بارندگی مناسب بوده و نتایج حاصل بیانگر این است که نواحی شرقی شهرستان ایجرود و قسمتی از شمال و مرکز شهرستان خدابنده نسبت به مناطق دیگر استان پرباران بوده و احتمال بر آورده شدن نیاز رطوبتی گندم در آن‌ها نسبت



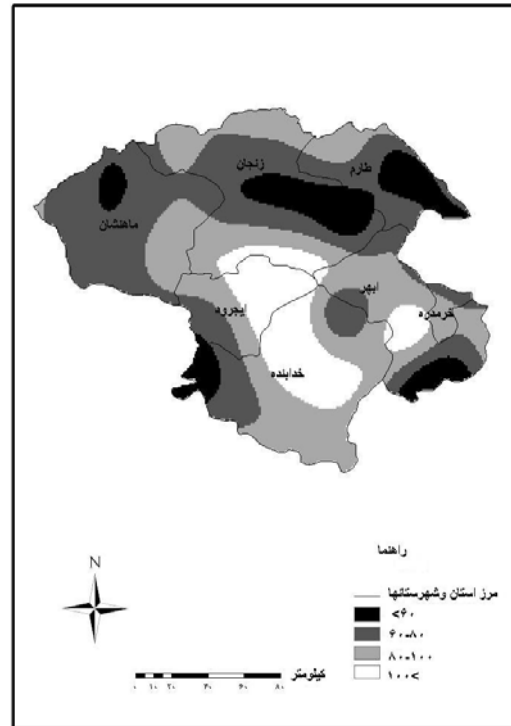
شکل ۸- نقشه توزیع جغرافیایی میزان بارش بهاره (میلی متر) در استان زنجان

جدول ۶- ارزش وزنی و کلاسه بندی میزان بارندگی خردادماه در استان زنجان

ارزش کیفی	مقادیر بارش پاییز	ارزش وزنی برای گندم دیم
نامناسب	$< 10$	۱
متوسط	$10 > & < 20$	۲
مناسب	$20 > & < 30$	۳
بسیار مناسب	$> 30$	۴

همان طور که در نقشه (شکل شماره ۹) ملاحظه گردید بیشتر مناطق استان زنجان از نظر میزان بارندگی در خرداد ماه دارای حد مطلوب نبوده اما بصورت نسبی در داخل استان، بیشترین بارندگی در قسمت شمال استان شامل قسمتهای از شهرستان زنجان و ماهنشان بوده و قسمت هایی از مرکز شهرستان زنجان، شرق ایچرود، قسمت های شمالی خدابنده و شرق ماهنشان و جنوب ابهر دارای بارندگی مناسب می باشند. بیشتر قسمت های استان از نظر میزان بارندگی در حد متوسط بوده و قسمت هایی از شرق طارم و زنجان و غرب خدابنده دارای محدودیت شدید می باشند

بارش بهاره خیلی مناسب و بالای ۱۵۰ میلی متر می باشد. همان طوری که از شکل بر می آید (شکل ۸) الگوی بارش بهاره نیز تقریباً مشابه الگوی بارش سالانه استان می باشد.



شکل ۷- نقشه توزیع جغرافیایی میزان بارش پاییزه (میلی متر) در استان زنجان

جدول ۵- ارزش وزنی و کلاسه بندی میزان بارش بهاره در استان زنجان

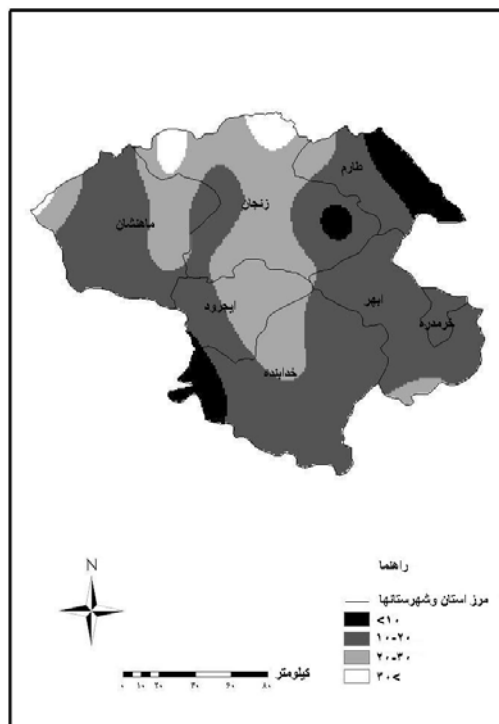
ارزش کیفی	مقادیر بارش بهاره	ارزش وزنی برای گندم دیم
نامناسب	$< 80$	۱
متوسط	$80 < & < 110$	۲
مناسب	$110 > & < 150$	۳
خیلی مناسب	$> 150$	۴

به دلیل اهمیت و نقش بارز بارش ماه خرداد در میزان عملکرد گندم دیم مقدار این پارامتر به صورت مجزا بررسی می شود محمدی برای آذربایجان غربی و صدقیانی پور برای آذربایجان شرقی مقادیر ۳۵-۵۰ میلی متر را مناسب تعیین نموده اند (۱۰ و ۶).

در این تحقیق استان زنجان مطابق با جدول (۶) به چهار طبقه نامناسب با میزان بارندگی کمتر از ۱۰ میلی متر، متوسط با میزان بارندگی ۱۰-۲۰ میلی متر، مناسب با میزان بارندگی ۲۰-۳۰ میلی متر و بسیار مناسب با میزان بارندگی بیشتر از ۳۰ میلی متر تقسیم شد.



شهرستان ماهنشان وجود داشته و قسمت‌های کوچکی در شمال زنجان و طارم، قسمت‌های غربی و جنوبی خدابنده، قسمت‌های غربی ماهنشان و ایجرود دارای محدودیت متوسط می‌باشند و بیشتر قسمت‌های شهرستان زنجان، طارم، ایجرود، غرب خدابنده و قسمت‌های مرکزی ماهنشان دارای شرایط مناسب بوده و قسمت‌هایی از شمال غربی شهرستان زنجان، شمال شرقی ماهنشان، جنوب شرقی ایجرود بیشتر قسمت‌های شهرستان ابهر و خدابنده دارای شرایط بسیار مناسب می‌باشند. از دیگر مراحل حساس فنولوژی گندم دوره گلدهی است در این مرحله از رشد گندم چنانچه دماهای حداکثر روزانه از ۲۵ درجه سانتیگراد بالاتر برود سب عقیمی اندام‌های نر در گندم می‌گردد که نهایتاً باعث افت محصول می‌گردد (۱۴). بر اساس یافته‌های محمدی اکثر مناطق استان آذربایجان غربی (۷۴/۷ درصد) در شرایط بسیار مطلوب و فقط (۱۱/۱ درصد) در جنوب دارای محدودیت شدید هستند (۱۰).

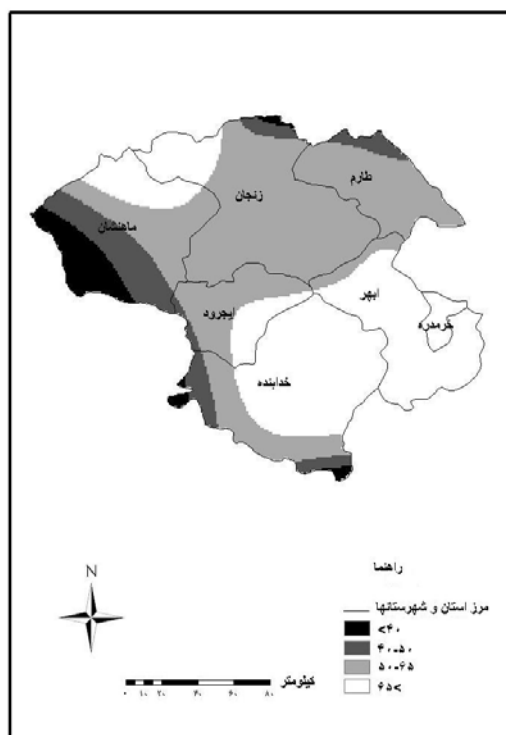


شکل ۹- نقشه توزیع جغرافیایی میزان بارش خردادماه (میلی متر) در استان زنجان

بر اساس مطالعات انجام گرفته در سازمان هواشناسی (کوانتا) حد مساعد درجه حرارت برای مرحله جوانه زنی ۱۲-۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد (۴). بر این اساس مطابق با جدول شماره (۷) منطقه از نظر دمای مناسب مرحله جوانه زنی به چهار طبقه نامناسب با احتمال کمتر از ۴۰ درصد، متوسط با احتمال ۴۰-۵۰ درصد، مناسب با احتمال ۵۹-۶۵ درصد و بسیار مناسب با احتمال بیشتر از ۶۵ درصد تقسیم شد.

جدول ۷- ارزش وزنی احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه زنی در استان زنجان

ارزش کیفی	احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه زنی (%)	ارزش وزنی برای گندم دیم
نامناسب	<math>< 40</math>	۱
متوسط	<math>40 > </math> و <math>< 50</math>	۲
مناسب	<math>50 > </math> و <math>< 65</math>	۳
بسیار مناسب	<math>> 65</math>	۴



شکل ۱۰- نقشه توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دمای مناسب جوانه زنی در استان زنجان

مطابق با جدول (۸) منطقه زنجان از نظر احتمال وقوع دمای حداکثر روزانه ۲۵ درجه سانتی گراد و بالاتر مرحله جوانه زنی به چهار طبقه نامناسب با احتمال بیشتر از ۵۵ درصد، متوسط با احتمال ۳۲-۵۵ درصد، مناسب با احتمال ۱۰-۳۲ درصد و بسیار مناسب با

هدف از تهیه نقشه (شکل ۱۰) بررسی توزیع دما در مرحله جوانه زنی و سبز شدن در استان زنجان می‌باشد. چنانچه مشخص است در محدوده مورد مطالعه محدودیت شدید دمایی در قسمتی از غرب

احتمال کمتر از ۱۰ درصد تقسیم شد.

وقوع دمای حداکثر روزانه ۳۰ درجه سانتی گراد و بالاتر مرحله جوانه زنی به چهار طبقه، نامناسب با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد، متوسط با احتمال ۳۵-۵۰ درصد، مناسب با احتمال ۱۰-۵۲ درصد و بسیار مناسب با احتمال کمتر از ۱۰ درصد تقسیم شد.

جدول ۸ - ارزش وزنی احتمال وقوع دماهای حداکثر روزانه ۲۵ درجه و بالاتر در مرحله گلدهی در استان زنجان

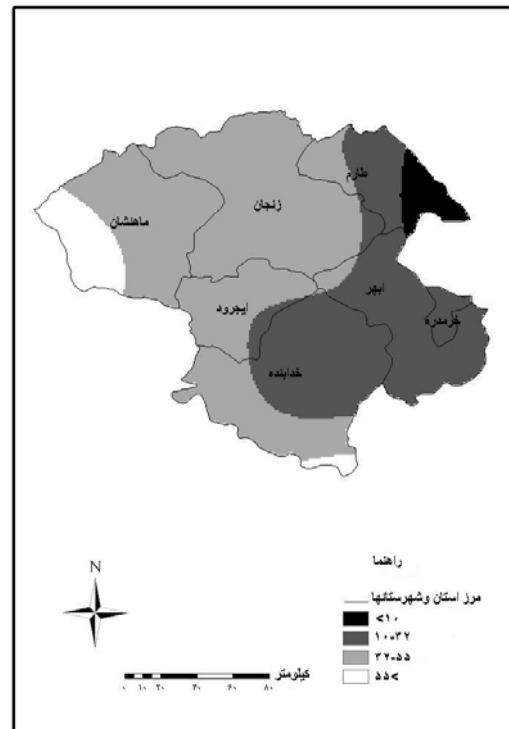
ارزش کیفی	احتمال وقوع دماهای ۲۵ درجه و بالاتر در مرحله گلدهی	ارزش وزنی برای گندم دیم
نامناسب	>۵۵	۱
متوسط	<۵۵ و >۳۲	۲
مناسب	<۳۲ و >۱۰	۳

جدول ۹ - ارزش وزنی احتمال وقوع دماهای حداکثر روزانه ۳۰ درجه سانتی گراد و بالاتر در مرحله پر شدن دانه گندم دیم در استان زنجان

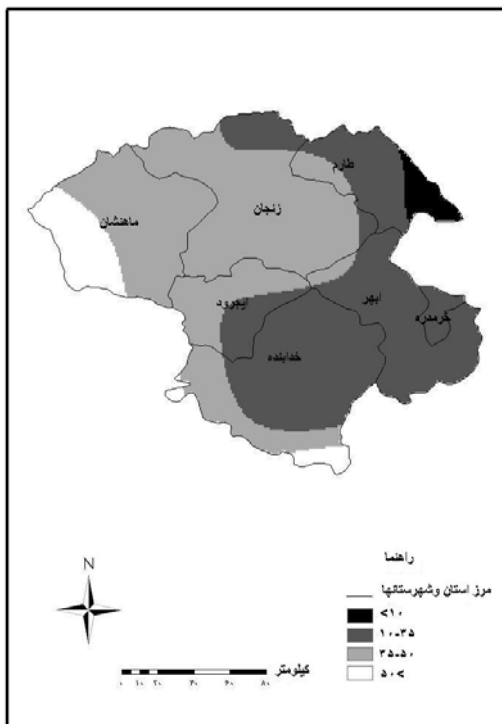
ارزش کیفی	احتمال وقوع دماهای ۳۰ درجه و بالاتر در مرحله گلدهی	ارزش وزنی برای گندم دیم
نامناسب	>۵۰	۱
متوسط	<۵۰ و >۳۵	۲
مناسب	<۳۵ و >۱۰	۳
بسیار مناسب	<۱۰	۴

چنانچه در نقشه (شکل شماره ۱۱) نیز مشخص است اکثر مناطق استان زنجان در شرایط متوسط قرار گرفته اند فقط قسمت هایی در قسمت شرقی استان دارای وضعیت مناسب و قسمت هایی در قسمت غربی دارای شرایط نامناسب می باشند.

نتایج حاصل از نقشه (شکل ۱۲) بیانگر آن است که قسمت های غربی استان دارای محدودیت دمایی بوده و قسمت های شرقی وضعیت مناسبی را از نظر دما دارا می باشند. بیشترین احتمال وقوع دمای بالای ۳۰ درجه در مرحله پر شدن دانه در قسمت غربی شهرستان ماهنشان و کمترین احتمال وقوع حالت مذکور در قسمت شرقی شهرستان طارم دیده می شود.



شکل ۱۱ - نقشه توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دماهای حداکثر روزانه ۲۵ درجه سانتیگراد و بالاتر در مرحله گلدهی گندم دیم در استان زنجان



شکل ۱۲ - نقشه توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دماهای حداکثر روزانه ۳۰ درجه سانتیگراد و بالاتر در مرحله پر شدن دانه

درجه حرارت های ۳۰ درجه سانتیگراد و بالاتر در مرحله پر شدن دانه سبب افت عملکرد محصول می گردد که نتیجتاً سبب چروکیدگی شدن دانه ها شده و باعث کاهش وزن هزار دانه و نهایتاً عملکرد در واحد سطح می گردد (۱۴). مطابق با جدول (۹) منطقه از نظر احتمال

استان زنجان قرار داشته و شامل قسمت‌های شمالی و جنوبی شهرستان زنجان، قسمت‌های شرقی ماهنشان، شمال و غرب ابهر، بیشتر قسمت‌های خرمدره، شرق و مرکز خدابنده و شرق شهرستان ایجرود می‌باشد.

مناطق متوسط (۹۸۹۱/۸ کیلومتر مربع) : شرایط ضعیف تری را نسبت به مناطق مستعد دارا می‌باشند. این ناحیه (۴۴/۶۳) درصد از مساحت استان زنجان را در بر می‌گیرد. کشت گندم در این مناطق توأم با ریسک بوده و تنها در صورت وجود ترسالی عملکرد مناسبی خواهند داشت. این مناطق بیشتر شامل شهرستان طارم، قسمت‌های مرکزی شهرستان زنجان، جنوب ابهر، قسمت غربی ماهنشان و قسمت غربی خدابنده و ایجرود می‌باشد.

مناطق نامناسب (۶۲۵ کیلومتر مربع) : به دلیل عدم وجود شرایط اقلیمی مناسب، کاشت گندم در این مناطق نامناسب بوده و دارای توجیه اقتصادی نمی‌باشد. وسعت این مناطق (۲/۸۲) درصد از مساحت استان را شامل می‌شود که در قسمت شرق شهرستان زنجان و قسمت غربی شهرستان خدابنده و جنوب ماهنشان قرار دارند.

برای اطمینان بیشتر از نتایج حاصله از تحقیق و بررسی وضعیت موجود گندم در سطح استان با کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی استان هماهنگی‌های لازم انجام پذیرفت و مناطق مستعد کشت گندم در استان توسط آنها بر روی نقشه استان پیاده شد.

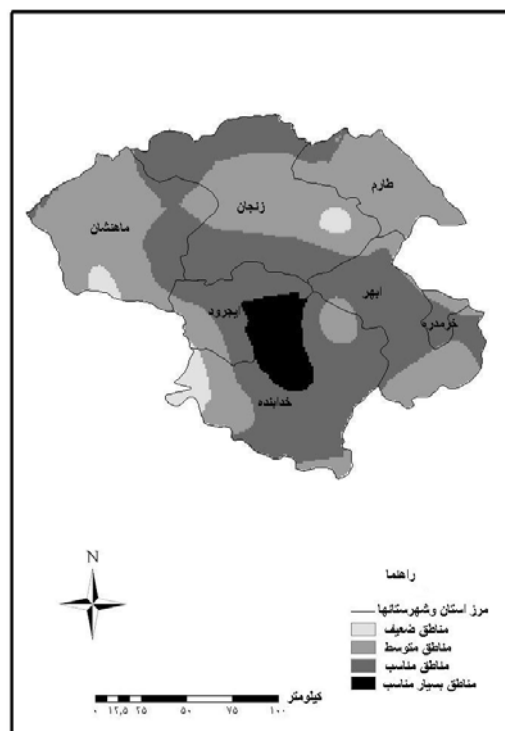
با بررسی این نقشه و نقشه حاصل از پهنه بندی استان بوسیله تحقیق حاضر متوجه یکسانی مناطق از نظر مساعد بودن یا نامساعد بودن شرایط کاشت گندم در هر دو نقشه می‌شویم که این مورد دلیل بر صحت نتایج حاصله این تحقیق می‌باشد. فقط در قسمت‌هایی از نقشه‌ها عدم هم پوشانی وجود دارد که ناشی از در نظر نگرفتن سایر پارامترهای موثر در کاشت گندم در جمله عوارض زمین و توپوگرافی منطقه، نوع خاک، عدم یکپارچگی اراضی و کوچک بودن قطعات زمین‌های کشاورزی، عدم آگاهی کشاورزان، استفاده از روش‌های سنتی، استفاده از ارقام نامناسب و... در پهنه بندی با استفاده از داده‌های اقلیمی می‌باشد. از جمله این مناطق می‌توان به قسمت‌هایی در شهرستان ایجرود اشاره نمود که در نقشه حاصل از این تحقیق مناسب برای کاشت گندم بدست آمده ولی چندان مناسب برای کاشت گندم نیستند و در بررسی‌های بعمل آمده مشاهده می‌شود که زمین در آن قسمت‌ها سنگلاخی بوده و مناسب برای زراعت نمی‌باشد و یا در قسمت‌هایی از شمال شهرستان ابهر که از نظر آب و هوایی مناسب برای کاشت گندم تعیین شده، عملاً با توجه به شرایط طبیعی منطقه و وجود سفره‌های آب زیرزمینی غنی، در آن قسمت‌ها بیشتر کشت آبی و باغات مرسوم می‌باشد.

بررسی نتایج حاصل از پرسشنامه‌های محلی و نتایج بدست آمده

پس از تهیه کلیه نقشه‌های مربوطه با بهره‌گیری از روش همپوشانی، لازم است که کلیه لایه‌ها در محیط GIS تلفیق شوند تا نقشه پهنه بندی اراضی برای کاشت گندم تهیه گردد.

بر اساس مطالعات محمدی در آذربایجان غربی در نهایت ۱۷ درصد مساحت استان دارای اراضی بسیار مناسب (در جنوب غرب استان) و ۳۱ درصد دارای وضعیت مناسب (به صورت پراکنده در شمال غرب، غرب و جنوب استان) و بقیه قسمت‌ها دارای شرایط متوسط و ضعیف بودند (۱۰). صدقیانی پور نیز در تحقیق خود برای آذربایجان شرقی قسمت‌هایی در شمال و به صورت تکه‌ای برخی از نقاط غرب و جنوب غربی را بسیار مناسب و مساحتی از استان را در ۲ ناحیه عمده، یکی شمال استان و دیگری در جنوب مناسب و بقیه قسمت‌ها را متوسط و ضعیف تعیین نمود (۶).

در اینجا نقشه نهایی استان زنجان (شکل ۱۳) از نظر شرایط کاشت گندم در ۴ پهنه به شرح ذیل بدست آمد:  
 اراضی بسیار مناسب (۱۱۵۲/۵ کیلومتر مربع) : این ناحیه که در حدود (۵/۲) درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است شامل قسمت‌های شمال و مرکز خدابنده، و قسمت شرقی ایجرود می‌باشد.



شکل ۱۳- اطلس گندم دیم استان زنجان

اراضی مناسب (۱۰۴۹۴/۷ کیلومتر مربع) : این منطقه با وسعتی حدود (۴۷/۳۵) درصد از مساحت استان، بیشتر در قسمت‌های مرکزی

استان بدست آمد.

متوسط (پنج ساله) سطح زیر کشت استان: ۳۱۵۵۷۸ هکتار  
متوسط (پنج ساله) میزان تولید واقعی استان: ۲۵۰۳۴۶ تن  
متوسط (پنج ساله) عملکرد استان: ۸۱۵/۹۳ کیلوگرم در هکتار  
میزان تولید بر آوردی = متوسط (پنج ساله) میزان تولید واقعی

استان

انتظار می‌رفت با توجه به اینکه مابترین محل‌های کاشت را با توجه به داده‌های هواشناسی بدست آورده بودیم میزان بر آورد تولید بیشتر از واقعیت باشد اما عملاً به این صورت نبود علت را چنین می‌توان توجیه کرد که ما در بر آورد میزان تولید از عملکردهای واقعی که در قسمت‌های مختلف بدست آمده بود استفاده نمودیم لازم به ذکر است که اگر با توجه به نتایج حاصله، کاشت و برداشت گندم به موقع انجام شده و نیز سایر توصیه‌ها نیز عمل شود در نتیجه عملکرد در واحد سطح افزایش خواهد یافت و خواهیم توانست میزان عملکردمان را به میزان عملکرد استان‌های همجوار که دارای آب و هوای مشابه و عملکرد بالاتری هستند برسانیم.

برای این منظور چهار استان کرمانشاه، همدان، آذربایجان شرقی و کردستان در نظر گرفته شده و متوسط عملکرد (پنج ساله) این استان‌ها بدست آمد.

متوسط (پنج ساله) عملکرد استانهای مذکور: ۱۰۸۹ کیلوگرم در هکتار

سیس این متوسط با متوسط عملکرد (پنج ساله) استان زنجان مقایسه و با نسبت گیری ضریبی بدست آمد که با اعمال این ضریب در میزان عملکرد مناطق بسیار مناسب، مناسب و متوسط و بر آورد دوباره میزان تولید، این بار مقدار تولید به ۳۲۸۱۰۴ تن رسید که نسبت به میزان تولید واقعی ۳۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد.

از تحلیل داده‌های اقلیمی نشان دهنده این مطلب هستند که اطلاعات حاصله از فرمها و نتایج استخراج شده از این تحقیق با یکدیگر کاملاً هم خوانی داشته و در واقع اطلاعات این فرم‌ها نیز دلیل بر صحت نتایج حاصله از تحقیق حاضر می‌باشد. اختلاف اندکی که در مراحل مختلف رشد به چشم می‌خورد بدلیل کمبود بارش در ابتدای فصل پاییز و تاخیر بارندگی است زیرا 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 بیفتد لازم به ذکر است که اطلاعات بدست آمده از کشاورزان مربوط به سالهای اخیر بوده و در این چند سال تقریباً با خشکسالی مواجه بوده ایم و چون کشاورزان ریسک از دست دادن باران را نپذیرفته و زود اقدام به کاشت می‌نمایند و بارندگی در زمان مناسب اتفاق نمی‌افتد عملاً 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 زود تر از رسیدن مکانیکی محصول اتفاق افتاده ولی کشاورزان به علت عدم ریسک و یا بخاطر وجود مشکلات از جمله نبود نیرو یا ماشین آلات مورد نیاز دیر تر اقدام به برداشت محصول می‌نمایند. در قسمت تحلیل پرسشنامه‌ها برای ایستگاه زنجان با استفاده از اطلاعات کشاورزان کل GDD مورد نیاز برای رشد محصول تقریباً ۲۵۵۰ درجه- روز بدست آمد که در مقایسه با ۲۳۰۰ درجه روز که در منابع مختلف به آن اشاره شده است ۲۵۰ درجه - روز بیشتر بوده که علت این امر را مطالب ذکر شده در بالا می‌توان دانست.

در انتها برای بررسی بیشتر صحت نتایج با توجه به اطلس گندم دیم بدست آمده و مساحت مناطق بسیار مناسب، مناسب و متوسط به بر آورد میزان تولید محصول در استان پرداخته و برای هر قسمت عملکرد متوسط (پنج ساله) را تعیین و در مساحت آن منطقه ضرب کرده و میزان تولید تقریباً برابر با میزان تولید (متوسط ۵ ساله)

## منابع

- ۱- بازگیر س. ۱۳۷۸. بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم ((مطالعه موردی کردستان)). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۲- بهنیا م. ۱۳۷۶. غلات سردسیری. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۱۰ صفحه.
- ۳- خلیلی ع. ۱۳۵۲. شناخت علمی اقلیم ها. نشریه هواشناسی سازمان هواشناسی کشور.
- ۴- سازمان هواشناسی کشور (شرکت کوانتا). ۱۳۵۴. مطالعه اقلیم کشاورزی محصول زراعی کشور. انتشارات هواشناسی کشور.
- ۵- صادق زاده اهری د. و حسامی ع. و روستایی م. و امیری ع. ۱۳۸۲. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد گندم و تعیین تیپ رشد مناسب در دو منطقه سردسیر دیم کشور. مجله دانش کشاورزی شماره ۲ جلد ۱۳: ۷۵-۵۷.
- ۶- صدقیانی پور ع. ۱۳۸۷. بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- ۷- علیزاده ا. ۱۳۸۰. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس دانشگاه امام رضا. ۷۳۵ صفحه.
- ۸- فرج زاده م. و تکلوییغش ع. ۱۳۸۰. ناحیه بندی اگر و کلیمای استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تاکید بر گندم. مجله پژوهشهای جغرافیایی. ۳۳(۴۱): ۹۳-۱۰۵

- ۹- کمالی غ. ۱۳۷۶. بررسی اکولوژیکی تواناییهای دیمزارهای غرب کشور از نظر اقلیمی و با تاکید خاص بر گندم دیم. پایان نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران ۱۵۲ صفحه.
- ۱۰- محمدی غ. ۱۳۸۵. بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز.
- ۱۱- مظفری غ. ۱۳۸۰. ارزیابی قابلیت‌های محیطی کشت گندم دیم. اقلیم شناسی کشاورزی مطالعه موردی کرمانشاه. رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
- 12- Brignall A.P., and Rounsevell M.D.A. 1995. Land evaluation modelling to assess the effects of climate change on winter wheat potential in England and Wales, *Journal of Agricultural Science*, 124: 159-172.
- 13- <http://www.ostandari-zn.ir>
- 14- Kramer p.j. 1997. Plant and soil water relationships, A modern synthesis. Tata Mc Graw Hill Publishing Company Ltd., New Delhi. 269-345.
- 15- Norwood charls A. 2000. Dry land winter wheat as Affected by previous crops, *Agronomy Journal*, 92:121-127.
- 16- Ouda S.A. El-Marsafawy S.M., El-Kholy M.A., and Gaballah M.S., 2005, Simulating the effect of water stress and different sowing dates on wheat production in South Delta, *Journal of Applied Sciences Research*, 1(3): 268-276.
- 17- Sharma Natu P., Sumesh K.V., Lohot Vaibhav, D. and Ghildiyal M.C. 2006. High temperature effect on grain growth in wheat cultivars an evaluation of responses, *Indian Journal of Plant Physiology*, 11:239-245.

## Development of Zanjan Province Dry Land Wheat Atlas by using Climatic Data and GIS

<sup>3</sup>Gh. Kamali <sup>1\*</sup> - P. Mollaei<sup>2</sup> - M. B. Behyar<sup>3</sup>

Received: 25-12-2009

Accepted: 18-6-2010

### Abstract <sup>1</sup>

The goal of this survey is to prepare the dry land wheat atlas for Zanjan province, according to the climate data. So we can recognize which areas are susceptible and to understand climate capabilities and limitations for dry land wheat. For reaching this purpose first raining and temperature datas of the research region were gathered and analyzed. At the first stage, proper according to the first rain after Mehr which should have continued for 1 or 2 days and rained 5mm or more planting date was defined. Then the different levels of dry planting wheat's growth was calculated by the GDD method. At the next stage the annual , autumn, spring and Khordad's rainfall were reviewed and the average was calculated. The probability of germination temperatures, maximum temperature 25 and 30 degrees centigrade in the flowering stage and grain filling stage was also calculated. The calculated quantities in the GIS system were converted into different arenas and by using the overlap method all layers were first given a weighing value and were incorporated afterwards. Finally Zanjan Provinces Dry Land Wheat Atlas area with 4zones: very good, good, average and poor was prepared. As you can see in the map the most suitable regions for dry land wheat are in the center and north of Khodabandeh and east of Ijrood and of coarse the other parts of Zanjan province are suitable. At the end the product producing scale is calculated and according to the neighbor provinces turnover scale which have the same weather and a higher turnover, the medium turnover and producing scale for Zanjan was calculated which showed a 30% increase from the real production rate.

**Keywords:** Atlas, DryLand Wheat, GIS, GDD, Planting date

---

1- Associated Professor, Department of Meteorology, Science and Research Branch, Islamic Azad University , Tehran- Iran

(\*-Corresponding author Email: a.kamali@srbiau.ac.ir)

2- Msc Student in Agrometeorology

3- Assistant Professor of Atmospheric Science and Meteorological Research Center (ASMERC)