نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال هجدهم، شماره ۴۸، بهار ۹۷

مدل فضایی تولید گندم دیم استان کردستان با ریز پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی

دریافت مقاله: ۹۶/۵/۱۲ **پذیرش نهایی:** ۹۶/۱۱/۵

صفحات: ۱۹-۱

ناصح قادری: دانشجوی دکترای اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
qaderi69@gmail.com
بهلول علیجانی: استاد گروه اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.[۱]
bralijani@gmail.com
زهرا حجازی زاده: استاد گروه اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
hedjazizadeh@yahoo.com
محمد سلیقه: دانشیار گروه اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
saligheh@khu.ac.ir

چکیده

گندم محور اصلی اقتصاد استان کردستان است. نوسان سالانه عملکرد گندم دیم استان تحت تاثیر عناصر اقلیمی محل ۱۱/۴ برابر است. در تحقیق حاضر نقش متغیرها و شاخص‌های آگروکلیمایی بر عملکرد گندم در استان کردستان بررسی شد. داده‌های بازه‌ی ۳۱ ساله مربوط به سطح کاشت، تولید، خسارات و عملکرد گندم در ۱۰ منطقه و عناصر اقلیمی در مقیاس ساعتی، روزانه، دهه‌ای، ماهانه فصلی و سالانه مربوط به ۲۲ ایستگاه سینوپتیک گردآوری و همبستگی بین متغیر عملکرد گندم و ۱۲۸ متغیر مستقل تعیین شد. اثر متغیرها بر عملکرد گندم با رگرسیون چند متغیره -همزمان و گام به گام- سنجش شد. متغیرها تحلیل فضایی شدند و مدل فضایی عملکرد گندم برای استان و شهرستانها معرفی شد. نتایج تحقیق نشان داد عناصر اقلیمی با ۹۹ درصد اطمینان پراکنش فضایی متفاوت دارند. بیشتر متغیرهای مستقل هر کدام منفردا اثر معنادار بر عملکرد گندم دارند، اما در مدل گام به گام ۷ متغیر و شاخص آگروکلیمایی از جمله تعداد روزهای بارانی سال، جمع درجه ساعت دمای کمتر از ۱۱- درجه سانتی گراد مرحله جوانه زنی تا پنجه دهی، میزان بارندگی سالیانه و مقدار بارش دهه پنجم سال زراعی عوامل تعیین کننده عملکرد گندم دیم هستند. تفاوت مکانی متغیرها و عملکرد حتی در یک تیپ اقلیمی معنادار است. ضریب تغییرات عملکرد در مناطق بانه و مریوان کمتر از سایر شهرستان‌ها و در بیجار و دیواندره بیش از سایر نقاط استان است. بیشترین میزان عملکرد در منطقه کامیاران بانه و مریوان و کمترین عملکرد در منطقه سنندج و بیجاراست. تولید گندم در منطقه بیجار ریسک بالاتری داشت.

کلیدواژگان: آگروکلیما، اقلیم، پهنه بندی، گندم دیم، عملکرد .

---

۱ . **نویسنده مسئول:** تهران، دانشگاه خوارزمی تهران، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه اقلیم شناسی.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

مقدمه

بر اساس اسناد تاریخی معیارهای متریک، انسان از زمان قرون وسطی آمار تعداد روزهای یخبندان و زمان اولین و آخرین یخبندان را جمع آوری نموده است (میر محمدی میبدی، ۱۳۸۳: ۱۱۵). در مناطق مختلف جهان و ایران اثر متغیرهای هواشناسی کشاورزی از جمله: کمبود بارش گیاهی، بارش‌های بهاره ماه‌های فروردین و اردیبهشت، دما، متغیرهای دمایی و رطوبتی در دهک‌های مختلف سال زراعی، حداکثر و حداقل بارش و دمای روزانه، تعداد ساعات افتابی، تعداد روزهای یخبندان، طول دوره رشد، شاخص‌های خشکسالی و کشاورزی بر عملکرد محصولات بررسی شده‌اند (Wu Hong et al، 2004؛ بذر افشان و همکاران، ۱۳۷۶؛ خلیلی، ۱۳۹۳؛ Khalili، ۲۰۰۲,۱۹۹۹,۱۹۹۷؛ خلیلی و همکاران، ۱۳۸۸؛ خلیلی ۱۳۸۹؛ سبزی پرور و همکاران، ۱۳۹۱؛ ساری صراف و همکاران، ۱۳۸۸؛ دین پژوه و موحد دانش، ۱۳۷۵: ۷۸؛ کاظمی راد، ۱۳۷۷: ۵-۱۲ و کمالی و همکاران، ۱۳۸۷: ۴۸۱).. عمده مطالعات گذشته بر دما تمرکز دارند اما هم دما و هم بارش در پهنه بندی اقلیمی و مخاطرات محیطی کاربرد داشته‌اند (علیجانی و قویدل،۱۳۸۴: ۲۲).

یکی از راه‌ها و ملزومات دست‌یابی به توسعه پایدار و امنیت در تولید محصولات کشاورزی و باغی، برنامه‌ریزی منطقه‌ای تولید محصولات کشاورزی بر پایه پهنه‌بندی اگروکلیمایی است(شاهرخوندی، ۱۳۹۱). پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی چه برای محصولات مختلف به‌صورت گروهی و چه برای تک محصول بصورت ویژه در گوشه و کنار جهان مسبوق به سابقه است. پهنه‌بندی به سمت چند گونه خاص و حتی یک نوع گونه و یا رقم در مناطق مختلف امریکا، برزیل، چین، در کل کشور و حتی در استان‌ها و مناطق مختلف ایران سوق پیدا کرده است(Keating و Meinke، ۱۹۹۸ ؛Wu et al ، ۲۰۰۴؛ Maluf، ۱۹۸۶؛ Parker، ۲۰۰۱؛ سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۵۴؛ فرج زاده و تکلو بیغش، ۱۳۸۰؛ استغفاری،۱۳۸۷؛ قانعی‌خو، ۱۳۸۰؛ شاهرخوندی، ۱۳۹۱؛ کمالی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ساری صراف، ۱۳۸۸؛ اسماعیل‌زاده مقدم، ۱۳۹۴ و Bazgeer et al، ۲۰۰۸).

شاخص ها و متغیرهای هواشناسی کشاورزی که در نقاط مختلف جهان بررسی شده‌اند متناسب با نوع گونه، مراحل رشد و فنولوژی و منطقه تحقیق همواره بخش مهمی از عملکرد و تولید محصولات کشاورزی را توضیح می‌دهند. حداقل دما، حداکثر دما و واحدهای نوری حرارتی تجمعی(HTU) و متغیرهای مستقل TEYو NDVI در هفته دوم مارس برای ناحیه پنجاب هند منجر به ارایه مدلی شد که ۹۶ درصد تغییرات عملکرد گندم را دراین ناحیه توضیح می‌دهد (بازگیر و همکاران، ۲۰۰۸). یکی از مسایل مهم در کشاورزی انگلستان تعیین آستانه زمانی پایان تاریخ بذرپاشی است که تابع متغیر آستانه دمای حداقل است. پایان تاریخ بذر پاشی یا اولین یخبندان پاییزه (زمانی که حداقل دمای روزانه به صفر درجه سلسیوس برسد) در انگلستان ۳۱ اکتبر برابر ۹ آبان است (Agriculture and Agri- food Canada ، ۲۰۱۳). اثر رطوبت نسبی بر عملکرد گندم حتی در شرایط اقلیمی مناطق مرطوب به ویژه در مرحله پایانی رشد معنی دار است. تغییرات رطوبت نسبی هوا می‌تواند تا حدود زیادی تغییرات محصول گندم را توجیه نماید (Dalezios و همکاران، ۲۰۰۲). در شمال ایالات متحده جابه‌جایی فصول و آغاز فعالیت گیاهان از اواسط بهار به اوایل بهار گزارش شده‌است (شوارت، 2000: ۹۳۱). در پنجاب هند در منطقه Ludhiana مدل‌هایی بر اساس رگرسیون چندگانه و روند فنی برای پیش‌بینی تولید گندم بسط داده شدند و تولید گندم پیش بینی شد(بازگیر، ۲۰۰۵). رگرسیون چندگانه در پنجاب هند ۶۹ درصد تولید گندم را توجیه می‌کند و مدل روش روند تکنولوژیکی ضریب تبیین را به ۰/۸۷

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

ارتقاء داد (Bal و همکاران، ۲۰۰۴). در ایالت کانزاس امریکا عملکرد گندم دیم بیش از سایر عناصر اقلیمی تابع بارندگی و تبخیر در مراحل رشد آن است (Norwood، ۲۰۰۰).

در مطالعات پهنه‌بندی اقلیمی ایران (مجرد و جوادی،۱۳۸۹: ۸۳-۱۰۶) توزیع دماها تحت تاثیر ارتفاع و عرض جغرافیایی مناطق مشخص منفک از هم ایجاد کرده‌است. در پهنه‌بندی اقلیمی ایران در مورد ۱۳ متغیر دمای بحرانی سازمان جهانی هواشناسی، تابع ریسک بهاره با آسیب سرمازدگی ملایم و شدید با طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی رابطه معنا دار دارد (خلیلی، ۱۳۹۳). در منطقه همدان، بارش های بهاره فروردین و اردیبهشت بر عملکرد گندم تاثیری قابل ملاحظه‌تر دارد (سبزی پرور و همکاران، ۱۳۹۱). در لرستان، ارتباط رگرسیونی مستقیم عملکرد گندم دیم ۰,۲۷ کیلو افزایش به ازای ۱ میلیمتر بارش پاییزه و ۰,۲۷ کیلو افزایش به ازای ۱ میلیمتر بارش بهاره و با تعداد روزهای بارانی دوره مرطوب و ارتباط منفی با تعداد روزهای یخبندان بهاری و تاخیر در اولین بارش پائیزه سال دارد (عزیزی و یاراحمدی، ۱۳۸۲). در همدان شاخص‌های هواشناسی کشاورزی: حداقل دمای روزانه، جمع تفاوت بین دماهای حداقل و حداکثر در طول سال، درجه روز رشد، جمع کمبود فشار بخار آب، ساعات آفتابی و تبخیر و تعرق، پتانسیل تولید گندم را با ۸۳ درصد صحت در چند سال زراعی پیش بینی می‌کنند (بازگیر و همکاران، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸).

در یک جمع بندی می‌توان گفت میزان اثر گذاری عناصر اقلیمی تابع موقعیت جغرافیایی، ارتفاع (ناصر زاده و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۰۳)، نوع گونه گیاهی، زمان بروز تغییرات، مرحله فنولوژیکی محصول و نحوه و زمان استیلا و حاکمیت سامانه‌های جوی بر مناطق است که معمولا هر سال متفاوت از سال‌های دیگر است. به عنوان مثال دمای ۲۵ درجه سانتی گراد محیط در مرحله جوانه زدن و یا پنجه زنی گندم خسارات آفرین ولی در مرحله پرشدن دانه یک محدوده دمایی مطلوب برای محصول است (کمالی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ساری صراف، ۱۳۸۸؛ اسماعیل‌زاده مقدم، ۱۳۹۴ و بازگیر و همکاران، ۲۰۰۸). در مورد سایر متغیرهای اقلیمی مانند بارش، رطوبت و باد نیز چنین رویه‌ای در مراحل مختلف وجود دارد.

عموما بارش و تنش‌های دمایی و رطوبتی مراحل پر شدن دانه و جوانه زنی به ترتیب اثر تعیین کننده بر عملکرد زراعی دارند (کاظمی راد، ۱۳۷۷؛ حجازی زاده، ۱۳۸۸؛ سبزی پرور و همکاران، ۱۳۹۱؛ ساری صراف و همکاران، ۱۳۸۸و کمالی و همکاران، ۱۳۸۷: ۴۸۱). همچنین متغیرها و شاخص‌های مهم در مناطق مختلف با هم تفاوت داشتند. در برخی از مناطق غربی ایران از میان معیارهای اقلیمی معیارهای مجموع بارش سالیانه و میانگین تعداد روزهای یخبندان سالیانه (فرج زاده اصل و زرین، ۱۳۸۱: ۷۷-۸۶). در سنندج و قروه کردستان مقدار و نحوه پراکنش بارش و میانگین دمای حداکثر روزانه، خصوصاً در ماه‌های میانی و انتهایی رشد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۶:۲۳۴۸)؛ بازگیر و کمالی و همکاران، ۱۳۸۷؛ در سقز بارش بهاری و به ویژه بارش ماهانه (فقیه،۱۳۹۳. سبزی پرور و همکاران، ۱۳۹۱) بر عملکرد گندم دیم موثرترند.

در شرایط حاضر الگوی نوع و شکل کشت بر مقیاس استانی و حتی بزرگ‌تر از آن استوار است و نقش متغیرهای محلی کمتر دیده می‌شود. نتیجه ریز پهنه‌بندی اقلیمی توجه به متغیرها و شاخص‌های اقلیمی مناطق کوچک در برنامه کشاورزی و باغبانی است و ممکن است تحت تاثیر عوامل محلی در نقاط مختلف محدوده یک شهرستان و حتی یک روستا میزان و نوع خسارات وارده بر محصولات مختلف از صفر تا ۱۰۰ درصد متفاوت باشد. با توجه به این مهم و این که در پروسه گرمایش جهانی و تغییر اقلیم زاگرس ایران

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

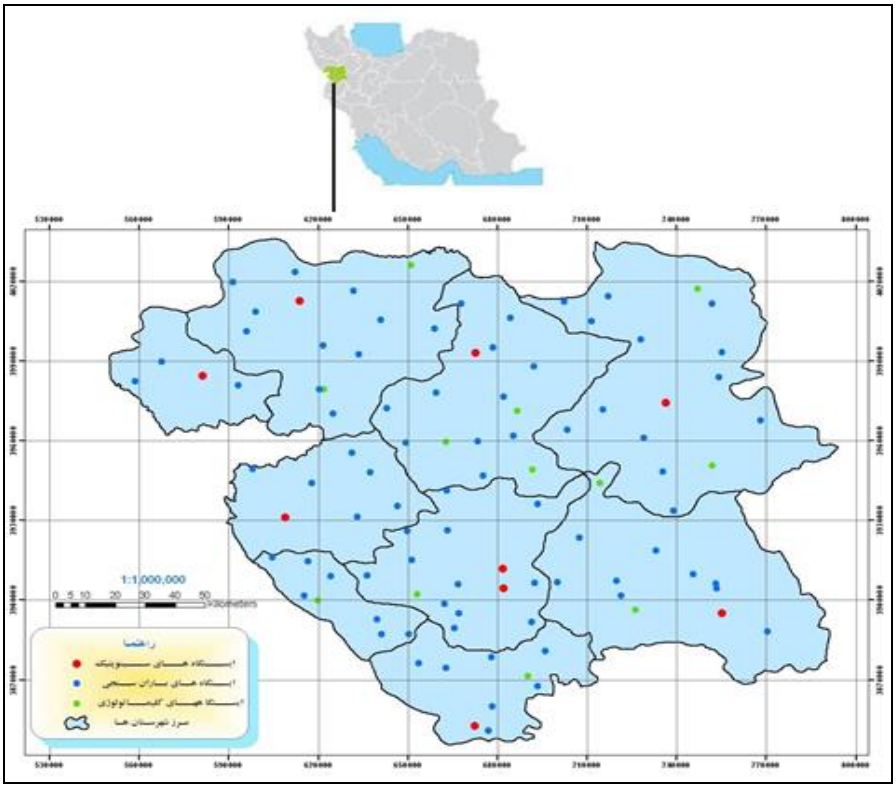
بیشترین تغییرات زیست اقلیمی را شاهد خواهد بود (شائمی، ۱۳۸۸: ۹۷ -۱۱۷)، لذا ریز پهنه بندی اقلیمی مناطق و توجه به شرایط محلی ضمن کمک به مدیریت برنامه‌های آتی می‌تواند برخورد زارعین، مؤسسات سرمایه‌گذار و پشتیبان از قبیل شرکت‌های بیمه را نظام مند و فرموله نماید به گونه‌ای که مناطق و شهرستان-ها به واحدهای کاری ریزتر تقسیم بندی شده و با هر منطقه کوچک وفق شرایط آن منطقه برخورد خواهد شد. اهمیت سرمایه گذاری کشاورزان، اقتصادی شدن سرمایه گذاری موسسات بیمه کشاورزی و توجه به افق تغییر اقلیم در منطقی شدن برنامه‌های تولید کشاورزان و حمایت بیمه، ضرورت پژوهش حاضر را به روشنی بیان می‌کند. توسعه نتایج این پژوهش در نهایت ضمن ایجاد منطق در شیوه برخورد با محصولات کشاورزی، از هدر رفت سرمایه‌ها و منابع کشاورزان و بخش دولتی جلوگیری می‌کند. گندم برای استان کردستان که از نظر سطح زیر کشت گندم دیم (بیش از ۱۰۱۷۰۰۰ هکتار سطح اراضی زراعی) حائز رتبه اول کشور است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴: ۴۷-۴۹) محصولی استراتژیک و متوسط تولید سالانه گندم استان از سطح بیش از ۵۱۰ هزار هکتار دیم‌زار گندم - بیش از ۷۰۰ هزار تن گندم است که از لحاظ میزان تولید در جایگاه سوم کشور ایستاده-است (سازمان جهاد کشاورزی کردستان، ۱۳۹۴؛ شبکه اطلاع رسانی دانا. ۱۳۹۴/۱۰/۱۴). کردستان رتبه اول کشوری در بیمه محصولات کشاورزی دیم را دارد. اهمیت این شاخص‌ها مهمترین دلایل برای ریز پهنه‌بندی اقلیمی استان با اتکا بر شاخص‌های آگروکلیمایی محصولات دیم است. ریز پهنه‌بندی استان کردستان به دلیل تفاوت‌های محلی زیاد مثل دامنه میانگین بارش سالانه ۲۷۰ تا ۹۰۰ میلی متر و دمای سالانه ۶ تا ۱۶ درجه، یک ضرورت است و پژوهش حاضر از حیث موارد زیر دارای تفاوت و مزیت بر دیگر پژوهش‌ها است: ۱- در مقیاس ریزتر و دقیق‌تر پهنه بندی می کند. ۲- برآوردها و مدلهای معرفی شده آن متکی بر صحت داده‌های ثبت شده فنولوژیکی ایستگاه‌های تحقیقاتی در یک بازه ۱۵ ساله است. ۳- از آمار به روزتر تعداد بیشتری از ایستگاه‌های هواشناسی استفاده می‌کند. ۴- مقیاس زمانی داده‌های مورد استفاده ساعتی تا سالانه است.

شناسایی عناصر اقلیمی موثر بر عملکرد زراعی استان، پهنه‌بندی مناطق استان از نظر کشاورزی، شناسایی و پهنه بندی اقلیمی استان کردستان بر اساس عناصر اقلیمی موثر بر عملکرد زراعی، ارائه مدل پراگندگی مکانی وتغییرات زمانی عناصر اقلیمی موثر بر عملکرد هدف این پژوهش است. تحقیق حاضر بر آن است تا به سوالات اساسی وجود تغییرات فضایی متغیرهای مستقل و وابسته و وجود رابطه بین متغیر وابسته با یک یا چند متغیر مستقل پاسخ دهد.

روش تحقیق

منطقه تحقیق عرصه استان کردستان به مساحت ۲۹۱۳۶/۵ کیلومتر مربع (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۳) در غرب کشور است. برای تکمیل پایگاه داده آمار ۱۹۴ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتولوژی، باران سنجی و تبخیر سنجی سازمان هواشناسی و وزارت نیرو در استانهای کردستان، کرمانشاه، همدان، زنجان، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی مورد بررسی قرار گرفتند. سپس داده‌ها از نظر کفایت دوره آماربرداری، نظم و پیوستگی زمانی کنترل و در حد ۲ درصد بازسازی نواقص انجام شد، در نهایت از ۲۲ ایستگاه عمدتا سینوپتیک (به دلیل تامین الزامات اشاره شده) داده‌های مقیاس ساعتی، روزانه، ده روزه (دهکی)، ماهانه، فصلی و سالانه استفاده شد. موقعیت منطقه تحقیق وایستگاههای بررسی شده درون استان در شکل (۱) آورده شده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]



شکل (۱). موقعیت ایستگاه‌های بررسی شده درون استان

داده‌های هواشناسی مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک، اقلیم شناسی و کلیماتولوژی استان از اداره کل هواشناسی، داده‌های مربوط به آمار ایستگاه‌های تبخیر سنجی وزارت نیرو از بخش آمار شرکت مدیریت منابع آب تامین شدند.

با توجه به این که بخشی از اهداف تحقیق تعیین متغیرهای موثر بر تولید گندم در استان است و میزان تولید سالانه گندم علاوه بر عوامل اقلیمی و فنی، تابع میزان سطح کشت می‌باشد بنا براین به منظور انتخاب متغیری که تابعیت مستقیم بیشتری از متغیرهای آگروکلیمایی داشته باشد تولید در واحد سطح یا عملکرد گندم دیم در استان بر حسب کیلوگرم در هکتار در سال انتخاب شد. برای تکمیل، تطویل وتصحیح داده‌های ایستگاه هایی که کمبود یا اشکال آماری دارند، از داده های ایستگاه های مجاور با توجه به بالاترین ضریب همبستگی، استفاده شد. استخراج دوره آماری مشترک به گونه‌ای که بیشترین تعداد ایستگاه در یک بازه زمانی مشترک قرار گیرند همواره یکی از مشکلات هر تحقیق و از جمله تحقیق فعلی است. به گونه‌ای که از کل ۱۹۴ ایستگاه منطقه با نمودار میله ای و کیفیت داده‌ها، برای تحلیل داده‌های روزانه دورهٔ آماری ۲۱ ساله (۱۳۷۵-۱۳۹۵) تعداد ۹ ایستگاه و برای تحلیل داده‌های سالانه دوره آماری ۳۵ ساله ۲۲ ایستگاه انتخاب شد.

عملکرد گندم عمدتا تابع مقدار، توزیع باران، نیاز آبی گیاه و آستانه‌های دمایی و تقویم اقلیمی یا تاریخ تکمیل هر مرحله فنولوژیکی است. در تحقیق حاضر ۷۵ درصد احتمال حصول نیاز بارشی، رطوبتی و دمایی گندم طی مراحل فنولوژیکی به عنوان شاخصی مناسب‌تر و مطمئن‌تر از میانگین شاخص‌ها مبنای تصمیم گیری بود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

محاسبه اثر برخی از متغیرهایی دمایی و شاخص‌های فنولوژیکی تنها از طریق دسترسی به آمار ساعتی و روزانه امکان پذیر است لذا پایگاه داده بدوا بر اساس داده‌های ساعتی و روزانه مربوط به ۱۵ متغیر: دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای میانگین و مدت دمای کمتر و فراتر از آستانه(حجازی زاده و ناصرزاده، ۲۰۰۷: ۳۸۳۳) از محاسبه دمای ۳ ساعته، دمای میانگین از محاسبه دمای بیشینه و کمینه روزانه، حداقل، حداکثر و متوسط رطوبت نسبی، تبخیر، ساعات آفتابی، سرعت باد، مقدار مدت و فراوانی بارندگی، دمای نقطه شبنم، روزهای یخبندان و تعداد روزهای بارانی استخراج و در جداول مورد نیاز تنظیم شد. آزمون نرمال بودن، سنجش همگنی بر کیفیت داده‌ها، آماده سازی و تطویل داده‌ها به تعداد سال مجاز با استفاده از روش های علمی (جرم مضاعف، آزمون دنباله‌ها و همبستگی (مهدوی، ۱۳۸۴و علیزاده، ۱۳۸۵)) برای یک ایستگاه انجام شد. در آزمون همگنی و تصادفی بودن داده ها با آزمون Run Test ، سطح معنی داری از ۰/۰۵ بزرگتر بود، لذا داده ها کاملا تصادفی هستند و می توان به آنها اعتماد کرد.

از پردازش داده‌های اولیه دما، بارش، رطوبت، تبخیر با توجه به مختصات جغرافیایی، تعداد ۱۱۳ متغیر یا شاخص جدید مطابق جدول (۱) محاسبه و استخراج شد. نتیجه برهم کنش متغیرهای مستقل عناصر و عوامل اقلیمی بر متغیر وابسته عملکرد گندم دیم (ارقام آذر ۲ و سرداری) در واحد سطح در بستر فضا و زمان سنجش شد. متغیرهایی که از نظر تئوریکی در بازه‌ای از زمان بر متغیر عملکرد محصول تاثیر ندارند (مثلا رطوبت نسبی زمستان) و متغیرهای دارای خلاء آماری فراتر از حد قابل بازسازی کنار گذاشته شدند.

جدول (۱). متغیرها و شاخص‌های تعیین شده برای تعیین عوامل اقلیم کشاورزی موثر بر تولید گندم

شاخص دمایی	شاخص تقویم زراعی	شاخص بارشی
میانگین دمای حداقل: روزانه، ماهانه، مهر، آبان، آذر، فروردین، اردیبهشت، خرداد، فصلی و سالانه	تاریخ بارندگی موثر برای کشت	
میانگین دمای حداکثر: روزانه، درجه روز رشد / GDD	تاریخ کشت، تاریخ جوانه زدن روز تا جوانه زدن	بارندگی تا تاریخ مراحل: کشت، جوانه زدن، گل دهی، خوشه دهی، رسیدن
درجه ساعت تنش گرمایی بالاتر از ۲۵ درجه در مرحله گل دهی	تاریخ پایان رشد پاییزه	بارندگی ده روزه ۲۷ دهک، تعداد روزهای بارانی و مقدار بارش در: سال، پاییز، مهر، ابان، بهار، فروردین، اردیبهشت، خرداد
درجه ساعت تنش گرمایی بالاتر از ۳۰ درجه در مرحله شیری و خمیری یا دوغی و مرحله رسیدن	تاریخ شروع مجدد رشد پس از سرمای زمستان	میانگین رطوبت نسبی و ساعات آفتابی: روزانه، ماهانه، مهر، ابان، آذر، فروردین، اردیبهشت، خرداد، فصلی و سالانه
درجه ساعت دمای کمتر ۱۱- درجه مراحل جوانه دهی و پنج زنی	روز تا شروع مجدد رشد طول دوره یخبندان، طول دوره رشد	میانگین تبخیر: روزانه، ماهانه، مهر، ابان، آذر، فروردین، اردیبهشت، خرداد، فصلی و سالانه
درجه ساعت دمای کمتر از ۱،۱- درجه مرحله گل دهی سه ساعته	تاریخ گل دهی، روز تا گل دهی	میانگین سرعت باد: روزانه، ماهانه، مهر، ابان، آذر، فروردین، اردیبهشت، خرداد، فصلی و سالانه
درجه ساعت تنش سرمایی کمتر از ۲۷- درجه طول سال	تاریخ سنبله دهی،روز تا سنبله دهی	

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

تعداد روزهای یخبندان در: سال، ابان، بهار، فروردین، اردیبهشت، خرداد میانگین دمای نقطه شبنم روزانه، ماهانه، مهر، ابان، آذر، فروردین، اردیبهشت، خرداد، فصلی و سالانه	تاریخ رسیدن، روز تا رسیدن	

تاریخ شروع فصل رشد و زمان مراحل فنولوژیکی، بر اساس تازه‌ترین الگوی تاریخ کشت و رشد معرفی شده توسط ICARDA[۱] و بر اساس تقویم ژولیوسی اول مهر تعیین شد. محاسبه تاریخ و مقدار درجه روز یا GDD[۲] مراحل فنولوژیکی گندم و شاخص‌های اقلیمی با استفاده از دماهای: حداقل، حداکثر، میانگین و دمای سینوپ ۳ ساعته، بارش، رطوبت نسبی و تبخیر روزانه ایستگاه‌ها در یک بازه ۱۶ تا ۳۲ ساله و دمای مطلوب توصیه شده (David Whiting, 2015؛ کمالی و همکاران، ۱۳۷۸؛ کمالی۱۳۷۶،؛ غفاری، ۱۳۹۴؛ et al Ghaffari، ۲۰۰۷؛ Hanafi، ۲۰۱۵؛ فرج زاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ Farajzadeh، 2012؛ FAO، ۲۰۱۶؛ Bazgeer، ۲۰۰۵) انجام و واسنجی محاسبات با داده‌های ثبت شده فنولوژیکی ایستگاه‌های تحقیقاتی(روحی و همکاران، ۱۳۷۵-۱۳۹۴؛ موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، ۱۳۸۵-۱۳۹۴) صورت گرفت.

داده‌های میزان تولید، سطح زراعت گندم، عملکرد و میزان خسارات سالانه گندم از سازمانهای جهاد کشاورزی، صندوق بیمه محصولات کشاورزی و مدیریت بحران دریافت شدند. عملکرد در هر سال و در هر نقطه متغیر است. رابطه میزان عملکرد گندم با همه متغیرهای مستقل و شاخص‌هایی که از متغیرهای مستقل محاسبه شدند در محیط SPSS با استفاده از همبستگی پیرسون و اسپیرمن بررسی و متغیرهایی که رابطه معنادار داشتند استخراج شدند. با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره (روش‌های Enter، Stepwise و Backward) سهم هر متغیر مستقل در توضیح عملکرد گندم مشخص شد. پس از تنظیم ماتریس داده‌های ایستگاه‌ها، تحلیل فضایی و رگرسیون متغیرها با روش آنووا یک طرفه(One Way ANOVA) انجام شد. برای متغیرهای مستقل موثر و متغیر وابسته نقشه پهنه‌بندی مناسب با تغییر عوامل جغرافیایی (ارتفاع، طول و عرض) تهیه شد و مدل فضایی عملکرد گندم برای استان معرفی شد. شرایط جغرافیایی، نحوه و میزان اثر سیستم‌های فعال جوی بر استان پیچیده تر و متفاوت از اصول کلی حاکم بر پراکنش فضایی متغیرهاست. بر این اساس در جهت تدقیق مدل عملکرد گندم برای حوزه هر ایستگاه مدلی جداگانه ارائه شد.

نتایج

اولین اقدام پایه‌ای مهم در زراعت دیم که همه مراحل فنولوژیکی بعدی گندم تابع و تحت تاثیر آن قرار می-گیرد کاشت بذر در تاریخ و فرصت طلایی مناسب است. چنانچه این اقدام به هر دلیل به بعد از فرصت طلایی که در آن فرصت جمع بارش ۵ میلیمتر و دمای مناسب ۱۴ تا ۱۸ درجه سانتی گراد است به تعویق بیفتد کاهش جدی در عملکرد رخ خواهد داد. زیرا معمولا بعد از آن به دلیل برودت هوا حرارت تجمعی مناسب برای جوانه دادن و پنجه زنی در پاییز تامین نشده و نهایتا به دلیل مصادف شدن مرحله گلدهی با گرما و خشکی

۱ -International Center for Agricultural Research in the Dry Areas مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک

2- Growing Degree Days

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

بهاره، عملکرد افت شدیدی خواهد داشت. تعیین تاریخ کشت و تاریخ جوانه زدن محدوده تحت اثر هر ایستگاه هواشناسی در مناطق نیمه خشک بر اساس شرط تحقق بارش جمع ۵ میلیمتر برای جوانه زدن گندم از مبداء اول مهر مشروط به آن که ۱۵ روز پس از آن خشک نباشد وفق تعریف اول Eshtern (بازگیر، ۱۳۷۸؛ احمدالی، ۱۳۹۴: ۱۱) برطبق جدول (۲) ارائه گردید.

جدول (۲).تاریخ کشت با احتمال ۷۵ و ۵۰ درصد با تعریف Eshtern و جوانه زدن گندم براساس جمع بارش موثر ۵ م. م. در ایستگاه‌های مختلف استان

نام ایستگاه	تاریخ کاشت احتمال ۷۵٪	تاریخ کاشت احتمال۵۰٪	واریانس تاریخ کاشت	میانگین تاریخ جوانه زدن	واریانس تاریخ جوانه زدن
بانه	۱۱ آبان	۲۸ مهر	۱۵/۲	۱۳ آبان	۱۹/۷
بیجار	۱۱ آبان	۵ آبان	۱۳/۷	۶ آذر	۳۹/۱
دیواندره	۱۱ آبان	۱ آبان	۱۴/۷	۶ دی	۷۰/۲
سقز	۸ آبان	۲۸ مهر	۱۴/۲	۱۱ آبان	۳۱/۷
سنندج	۱۱ آبان	۶ آبان	۱۰/۹	۱۴ آبان	۱۴/۷
قروه	۸ آبان	۵ آبان	۱۴/۳	۸ آذر	۳۰/۲
کامیاران	۸ آبان	۶ آبان	۱۰/۱	۲۲ آبان	۱۴/۶
کرمانشاه	۹ آبان	۸ آبان	۱۰/۰	۲۰ آبان	۱۵/۲
مریوان	۱۱ آبان	۵ ابان	۱۴/۳	۱۲ آبان	۱۸/۴

مناطق مجاور و نزدیک به شهر سقز را برابر ۲۱ آبان ماه معرفی کردند. تحقیق حاضر میانگین زمانی تاریخ کاشت با تحقق ۲۰ میلیمتر بارش را ۱۵ آبان در این منطقه برآورد می‌کند. علت این تفاوت مبنا و بازه زمانی متفاوت داده‌های بررسی شده است که در تحقیق حاضر داده‌ها به روزتر شده است.

نتایج حاصل از همبستگی و رگرسیون عناصر اگروکلیمایی ایستگاه‌های هواشناسی و تحقیقاتی مناطق سردسیر با عملکرد بلند مدت گندم نشان می‌دهد اکثر ۱۲۸ متغیر آگروکلیمایی هرکدام منفردا با تولید گندم با اطمینان ۹۵ تا ۹۹ درصد رابطه معنادار دارند. اما زمانی که اثر همه متغیرهای مستقل همزمان بر عملکرد بررسی شود به دلیل همبستگی درونی بین متغیرها تعدادی از متغیرهای اقلیمی و شاخصهای تعریف شده در روش رگرسیونی گام به گام[۱] حذف و در مدل نهایی بدون ضریب ثابت، بیش از ۹۶درصد عملکرد گندم دیم استان به ترتیب میزان اثر، توسط ۶ متغیر مستقل: تعداد روزهای بارانی سال، جمع درجه ساعت دمای کمتر از ۱۱- درجه سانتی گراد در حدفاصل جوانه دهی تا پنجه زنی، بارش سالانه، بارش دهه دوم آبان ماه، میانگین سالانه رطوبت نسبی دمای هوا و جمع درجه ساعت دمای بیشتر از ۳۰ درجه سانتی گراد در بعد از مرحله توضیح داده می‌شود. خلاصه نتایج مدل‌های رگرسیون و معناداری اثر متغیرها بر عملکرد به صورت جداول (۳) و (۴) ارائه گردید.

۱ - Stepwise

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

جدول(۳). نتایج رابطه رگرسیونی متغیرها و شاخص‌های اقلیم کشاورزی بر عملکرد گندم روش **Enter**

Model	R	R Squareb	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate Durbin-Watson		
۱	.۹۹۱ح	.۹۸۱	.۹۶۸	۱۸۴.۵۸۰۲		
Model		**Sum of Squares**	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
۱	**Regression**	۱.۰۴۵ٱ۸	۴۲	۲۴۸۸۲۹۸.۵۳۹	۷۳.۰۳۵	.۰۰۰a
	Residual	۲۰۱۰۱۲۱.۳۷۳	۵۹	۳۴۰۶۹.۸۵۴		
	Total	۱.۰۶۵EΛb	۱۰۱			

جدول(۴). نتایج رابطه رگرسیونی متغیرها و شاخص‌های اقلیم کشاورزی بر عملکرد گندم روش **Model Summary Stepwise**

Model	R	R Squareb	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
۱	.۹۵۹ح	.۹۲۱	.۹۲۰	۲۹۰.۹۲۹۱
۲	.۹۷۰خ	.۹۴۰	.۹۳۹	۲۵۳.۰۳۹۴
۳	.۹۷۴خ	.۹۴۹	.۹۴۷	۲۳۶.۲۴۵۶
۴	.۹۷۶خ	.۹۵۳	.۹۵۱	۲۲۸.۰۸۳۰
۵	.۹۷۷د	.۹۵۵	.۹۵۲	۲۲۴.۴۸۲۴
۶	.۹۷۹د	.۹۵۸	.۹۵۵	۲۱۷.۱۳۷۸
۷	.۹۷۹ذ	.۹۵۷	.۹۵۵	۲۱۷.۱۶۶۵

نتایج حاصل از تحلیل فضایی متغیرها در قالب مقایسه میانگین‌ها (آنوای یک طرفه) برای بررسی توزیع فضایی متغیر وابسته عملکرد گندم و متغیرهای مستقل موثر بر عملکرد گندم دیم در مناطق مختلف استان با حدود اطمینان ۹۹ درصد انجام و تفاوت بین نقاط معنادار است جدول (۵).

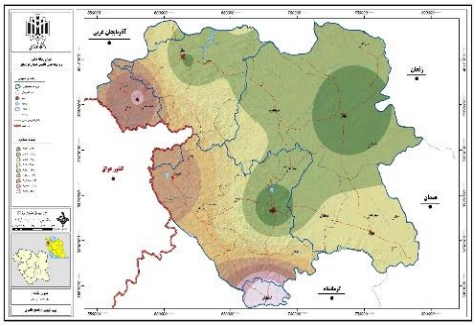
جدول(۵). مقایسه توزیع فضایی تعدادی از متغیرها و شاخص‌های اقلیم کشاورزی

عملکرد	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.156E7	۷	1651444.565	۱۵/۳۴	۰
Within Groups	2.088E7	۱۹۴	107622.156		
Total	3.244E7	۲۰۱			
مقدار بارش سالانه					
Between Groups	۲۳۰۸۰۰۰۴۷,۵۷۲	۷	۳۲۹۷۲۱,۰۸۲	۲۱/۰۱	۰
Within Groups	۱۲۴۶۴۲۱,۵۸۳	۸۲	۱۵۲۰۰,۲۶۳	۲۱/۷	.
Total	۳۵۵۴۴۶۹,۱۵۶	۸۹			
تعداد روزهای بارانی سال					
Between Groups	۳۰۱۳,۲۲۸	۷	۴۳۰,۴۶۱	۳,۹۲۳	۰,۰۰۱

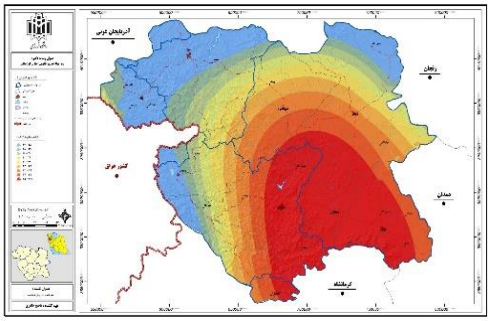
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

Within Groups	۸۹۹۸،۵۶۱	۸۲	۱۰۹،۷۳۹		
Total	۱۲۰۱۱،۷۸۹	۸۹			

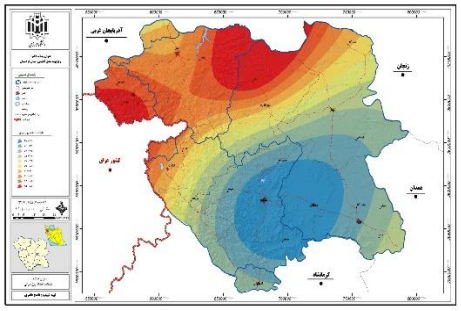
نقشه تغییرات فضایی جغرافیایی عملکرد در واحد سطح گندم و متغیرهای مستقل تاریخ کاشت تعداد روزهای بارانی سال و جمع درجه ساعت دمای کمتر از ۱۱- درجه سانتی گراد در مرحله جوانه دهی تا پنجه زنی استان کردستان در اشکال (۲) تا (۵) ارائه شده است.



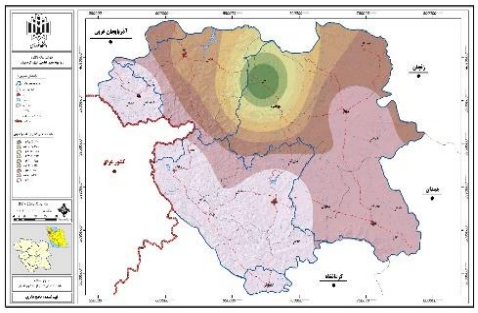
شکل(۲). توزیع مکانی عملکرد گندم دیم برحسب kg/ha در سال



شکل (۳). توزیع فضایی تاریخ کاشت برحسب شماره روز ژولیوسی از اول مهر



شکل(۴). توزیع فضایی میانگین تعداد روزهای بارانی در سال طول دوره بررسی



شکل(۵). توزیع فضایی جمع درجه ساعت دمای کمتر از oC ۱۱- مرحله جوانه تا پنجه زنی

عملکرد با تفاوت معنادار در حد ۹۹ درصد اطمینان بین مناطق، از ۱۷۱ تا ۱۹۵۰ کیلو گرم بر هکتار درسال، تعداد روزهای بارانی با ۷۵ روز دامنه از ۴۴ تا ۱۱۹ روز در سال و تاریخ کاشت از روز اول تا روز ۷۱ تقویم ژولیوسی نوسان دارند. بیشترین ضریب تغییرات عملکرد مربوط به منطقه بیجار و دیواندره کمترین مربوط به بانه و مریوان است، بیشترین ضریب تغییرات تعداد روزهای بارانی سال مربوط به منطقه کامیاران و مریوان و کمترین مربوط به سنندج، همچنین مریوان دارای بیشترین و سقز دارای کمترین ضریب تغییرات بارش سالانه است. از میان متغیرها بالاترین ضریب تغییرات مربوط به عملکرد و کمترین مربوط به میانگین رطوبت نسبی است.

مدل عملکرد گندم استان تابع تغییرات فضایی ۶ متغیر اثرگذار است که بر اساس آن تولید در واحد سطح برای هر نقطه استان پیش بینی می‌شود رابطه (۱).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

رابطه (۱) $Y^{\wedge}= 2.501\ YRD +0.34T_{-11} + 0.559\ P + 2.774\ P_{D5} + 11.051\ MHum -0.447\ T_{30+}$

که درآن:

$Y^{\wedge}$- پیش بینی عملکرد گندم دیم برحسب کیلوگرم در هکتار در سال،

YRD - تعداد روزهای بارانی سال،

T_{-11} – جمع دمای کمتر از ۱۱- oC بر حسب درجه ساعت در مرحله جوانه دهی تا پنجه زنی،

P – میزان بارندگی سالانه در منطقه،

P_{D5} – مقدار بارندگی دهک پنجم سال آبی یا بارش دهه دوم آبان ماه برحسب میلیمتر،

MHum – میانگین رطوبت نسبی سالانه و

T_{30} - جمع دمای بزرگتر از ۳۰ oC بر حسب درجه ساعت در مرحله شیری شدن است.

با توجه به تغییرات فضایی متغیرها انتظار می‌رود نوع و میزان متغیرهای موثر بر عملکرد گندم دیم در مناطق مختلف استان متفاوت باشد. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون اثر متغیرها به تفکیک ایستگاه و مقایسه این نتایج با داده‌های ثبت شده ۱۵ ساله فنولوژی نزدیکترین ایستگاه‌های تحقیقاتی گندم دیم، قاملو کردستان، کرمانشاه، همدان، زنجان، اورمیه و مراغه نشان داد که در ۸ منطقه مورد بررسی استان عوامل توضیح دهنده و ضریب تبیین عوامل بر عملکرد گندم با هم متفاوتند. جدول (۶) مهم‌ترین عوامل توضیح دهنده عملکرد گندم در منطقه سقز، زرینه، کامیاران و سنندج را نشان می‌دهد. متغییرهای موثر بر عملکرد گندم در سایر شهرستانها و مناطق تحقیق حاضر متفاوتند و شاخص‌ها و عناصر هیچ منطقه‌ای دقیقا متناظر و مشابه متغیرها و شاخص-های شهرستان‌های دیگر نیست.

جدول(۶). مهمترین متغیرهای موثر و سهم هر متغیر بر عملکرد گندم در مناطق عرصه تحقیق

ایستگاه	متغیر موثر اول	مقدار R^2	متغیر موثر دوم	مقدار R^2	متغیر موثر سوم	مقدار R^2
سنندج منطقه گرم	دمای نقطه شبنم	۰,۴۲	تعداد روز بارانی بهار	۰,۲۸	بارش تا جوانه زنی	۰,۰۸
زرینه منطقه سرد	تعداد روز بارانی سال	۰,۹۴۵	تاریخ شروع مجدد رشد*	۰,۱۴	تعداد روز بارانی بهار	۰,۰۷
سقز منطقه سرد	میانگین رطوبت هوا	۰,۹۲۵	تاریخ رسیدن	۰,۲		
کامیاران منطقه گرم	تاریخ کاشت	۰,۶۰	بارش دهه دوم آبان	۰,۲۱		

بررسی نتایج نشان می‌دهد تحقق ۵ میلیمتر بارش برای شروع جوانه زدن با ۵۰ درصد احتمال، همزمانی کمتری بین ایستگاه‌ها وجود دارد اما در مرحله ۷۵ درصد احتمال تحقق تاریخ بیشتر ایستگاه‌ها مشابه و یا نزدیک به هم است. در چنین شرایطی آستانه دمایی وجه افتراق ایستگاه‌ها می‌شود. در استان کردستان برای گندم دیم هر چه تاریخ کاشت دیرتر باشد، تاخیر در تحقق بارش مؤثر برای کاشت باعث تاخیر در گلدهی و افت محصول ناشی از اثر گرما و خشکی بر وزن دانه است این نتیجه با دستاورد خلیلی (۱۳۹۳)، خلیلی و همکاران (۱۳۸۱)، خلیلی (۱۳۸۹)، سبزی پرور و همکاران (۱۳۹۱)، ساری صراف و همکاران (۱۳۸۸)، کاظمی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

راد (۱۳۷۷: ۵-۱۲)، کمالی و همکاران (۱۳۸۷: ۴۸۱)، ۱۳۸۸)، حسینی و همکاران (۱۳۸۶) که در منطقه قروه انجام شد (از نظر تعداد روزهای بارانی، بارش سالانه، رطوبت نسبی، دمای نقطه شبنم، دمای حداکثر در دوره انتهایی رشد)، بازگیر و همکاران (۲۰۰۷و ۲۰۰۸)، احمدالی و همکاران (۱۳۹۴) و نتایج کار بازگیر و کمالی(۱۳۸۷) در منطقه غرب کشور، فرجزاده اصل و همکاران در کردستان (۲۰۱۲) و فقیه در منطقه سقز(۱۳۹۳) همخوانی دارد. بنابراین مناطق عملکرد بهتر و ضریب تغییرات کمتری دارند که مراحل فنولوژیک را تحت اثر بارش، دما و نور زودتر طی کنند. وجود تفاوت معنادار در عملکرد شهرستان‌های منطقه تحقیق نقش متغیرها و شاخص‌های اقلیم کشاورزی بر عملکرد را به اثبات می‌رساند.

تعدادی از متغیرهای موثر شناسایی شده منطقه این پژوهش با دیگر نقاط غربی، شمال شرقی (مثل منطقه بیرجند که تعداد روزهای بارانی یک متغیر تعیین کننده عملکرد است(زارع ابیانه، ۱۳۹۲)) ، شمال غربی و حتی نواحی مرکزی ایران (کمالی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ساری صراف، ۱۳۸۸؛ اسماعیل‌زاده مقدم، ۱۳۹۴؛ سبحانی، ۱۳۸۴) شباهت دارد. در منطقه اردبیل نیز همانند برخی از نقاط کردستان عوامل موثر بر عملکرد گندم بارش سالانه، بارش جوانه زنی، رطوبت نسبی و دمای جوانه زنی است(سبحانی، ۱۳۸۴: ۱۱۰)، نتایج این تحقیق با نتایج و شاخص‌های برخی از مناطق از جمله با نتایج کار Bazgeer et al (۲۰۰۸) در مورد دماهای مراحل جوانه زنی و پر شدن دانه، با نتایج کار Dalezios و همکاران، (۲۰۰۲)؛ در مورد اثر توزیع زمانی بارش متناسب با فنولوژی یا تعداد روزهای بارندگی با شرایط مناطقی از ایرلند (Holden & Brerton، ۲۰۰۴: ۱۹۱) و در مورد نقش رطوبت نسبی با نتایج بررسی Vieroon et al (۲۰۰۴: ۱۷۷)در آرژانتین (به نقل از سبحانی، ۱۳۸۴) شباهت دارند. تا حد آستانه بدون ضرر، رطوبت نسبی همبستگی و رابطه نزدیکی با عملکرد محصول در فصل گرم و دمای تقطه شبنم دارد. در هوای مرطوب‌تر دمای نقطه شبنم پایین‌تر است و در هوای گرم تبخیر و نیاز آبی کاهش و صدماتی که به گیاهان و درختان وارد می‌شود کمتر می‌شود. رابطه این دو متغیر با عملکرد در تحقیق حاضر نیز مثبت است.

از دیگر متغیرهای محدود کننده رشد دانه، دمای فراتر از ۳۰ درجه سانتی گراد در مرحله گل‌دهی و دمای بیش از ۲۵ درجه در مرحله شیری شدن گندم است که در عرصه تحقیق نیز مانند یافته‌های مشهد (زارع ابیانه، ۱۳۹۲) خراسان شمالی (احترامیان و همکاران، ۲۰۱۳: ۲۶۰۱) بخش عمده غرب کشور،(کمالی، ۱۳۷۶؛ بازگیر، ۱۳۷۹و عینی، ۱۳۹۱) و مناطق مرکزی کشور (Dehghanpur et al، ۲۰۱۴) و یافته‌های منطقه تحقیق دانشگاه ایالتی Oregoen آمریکا (Prism Climate Group، ۲۰۱۲) این دو شاخص در تعدادی از ایستگاه-هاخسارت بار و کاهنده تولید هستند. در برخی از مناطق استان شاخص دمای کمتر از ۱/۱- درجه سانتی گراد مرحله جوانه زنی یکی از فاکتورهای منفی موثر بر عملکرد است.

در بخش شرقی استان از جمله در شهرستان قروه بارش دهک ۲۳ که مصادف با دهه دوم اردیبهشت است دومین عامل موثر بر عملکرد گندم است که با شاخصهای بارش بهاره و اردیبهشت ماه معرفی شده در همدان و همجوار با قروه (سبزی پرور،۱۳۹۱) مشابهت دارد. دلیل این شباهت هم‌جواری دو منطقه و همسانی نسبی عناصر اقلیمی آنهاست. براساس دستاورد پژوهش حاضر حتی مناطقی که طبقه آب و هوایی یکسانی در تقسیم بندی اقلیمی دارند ترتیب اهمیت عوامل موثر در تبیین عملکرد گندم ارقام آذر ۲ و سرداری آنها با هم تفاوت دارند. در جدول (۶) اولین تا سومین متغیر موثر بر تبیین عملکرد در هیچ منطقه ای مشابه مناطق دیگر نیست

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

که ضرورت ریز پهنه بندی و توجه به متغیرهای اقلیمی محلی را در مدیریت زراعت بیان می‌کند. به عنوان مثال سنندج و کامیاران دو منطقه دارای یک تیپ اقلیمی دومارتنی گسترش یافته و مشابه و سقز و بیجار در یک تیپ دومارتنی قرار دارند(Ashori et al، ۲۰۱۴) اما عوامل موثر بر عملکرد مناطق مشابه و ترتیب اهمیت متغیرها با هم تفاوت دارند. در منطقه کامیاران به ازای یک واحد تغییر در انحراف معیار متغیر مستقل تاریخ کاشت، به اندازه۰,۷۱ در انحراف معیار عملکرد تغییر ایجاد می شود. همچنین سقز و بیجار در یک تیپ اقلیمی دمارتنی قرار دارند (Ashori et al، ۲۰۱۴) اما متغیرهای موثر متفاوتی دارند.

نتیجه‌گیری

بررسی آماری داده‌ها و تحلیل فضایی متغیرهای مستقل و وابسته نشان می‌دهد تعداد روزهای بارانی سال، جمع دمای کمتر از ۱۱- درجه سانتی گراد در مرحله جوانه دهی تا پنجه زنی، میزان بارندگی سالانه، مقدار بارندگی دهک پنجم سال آبی یا بارش دهه دوم آبان، میانگین رطوبت نسبی سالانه و جمع دمای بزرگتر از ۳۰ درجه سانتی گراد مرحله شیری شدن که مرحله بعد از گلدهی است ۹۶ درصد عملکرد گندم را تبیین می‌کنند که در مناطق مختلف کشور و خارج از کشور نیز این متغیرها اما با تفاوت در میزان و اولویت ورود متغیرهای موثر معرفی شده‌اند. در شهرستانها و مناطق مختلف استان تفاوت معنادار بین متغیر عملکرد و متغیرهای مستقل موثر وجود دارد. براساس میزان اثر این متغیرها در هر منطقه عملکرد با یک مدل قابل پیش بینی است که طول دوره مناسب این مدل پیش بینی کننده ۵ سال است. بنابراین به منظور جلوگیری از هدر رفت منابع توجه به پهنه‌های اقلیمی و شاخص‌ها و متغیرهای موثر در هر منطقه از جمله مدیریت کاشت و در بحث بیمه و خسارات محصولات زراعی استان یک ضرور ت است. بالاترین ضریب تغییرات عملکرد به ترتیب مربوط به دو منطقه بیجار و دیواندره به عنوان مناطق با ریسک بالاتر استان و کم‌ترین مربوط به دو منطقه مریوان و بانه که به عنوان مناطق با ریسک کمتر در زراعت مطرحند.

منابع

احمدالی خ؛ حسینی پژوه ن. گ. و لیاقت ع. م.، ۱۳۹۴، **تعیین زمان بهینه کشت گندم در استان کردستان**، نشریه زراعت، شماره ۱۰۹، زمستان ۱۳۹۴.

استغفاری، ف.، ۱۳۸۷، **پهنه‌بندی اقلیمی کشت کلزای دیم در استان لرستان**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر مهران لشنی زند، رشته جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرمآباد.

اسماعیل زاده مقدم م. ، **راهنمای گندم (کاشت ،داشت ، برداشت)**، ۱۳۹۴، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج، نشر آموزش.

بازگیر س. و کمالی غ.ع.، ۱۳۸۷ ، **پیش بینی عملکرد گندم دیم با استفاده از شاخص های هواشناسی کشاورزی در برخی از مناطق غرب کشور**. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پانزدهم، شماره دوم.

بازگیر س، ۱۳۷۸، **بررسی پتانسیل اقلیم زراعت گندم دیم، مطالعه موردی استان کردستان**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

بذرافشان, جواد؛ علی خلیلی؛ صدیقه ترابی و سهراب حجام، ۱۳۸۸، **ارزیابی تاثیر خشکسالی هواشناسی بر عملکرد محصول گندم دیم سرداری تحت شرایط محدودیت داده (مطالعه موردی ایستگاه سرارود کرمانشاه)**، همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی، شهرری، دانشگاه آزاد شهر ری.

حسینی سید م.ط. سی و سه مرده عادل, فتحی پرویز, و سی و سه مرده معروف، ۱۳۸۶، **کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره در برآورد عملکرد گندم دیم منطقه قروه استان کردستان**، پژوهش کشاورزی: آب و خاک و گیاه در کشاورزی، ۷(۱): ۴۱-۵۷.

خلیلی علی، ۱۳۸۹، **پیشنهاد نمایه جدید و گسترش یک مدل برای ارزیابی کمی ریسک سرمازدگی بهاره محصولات زراعی و باغی در ایران**، اولین کنفرانس بین المللی مدلسازی گیاه، آب، خاک و هوا، کرمان، مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی.

خلیلی علی، ۱۳۸۸، **گزارش طرح «پهنه‌بندی اقلیمی ایران از دیدگاه بیمه محصولات کشاورزی در مقابل آسیب‌های خشکسالی، سرماهای زیان‌بخش و بارش‌های سیل‌آسا»**. امور پژوهش‌های کاربردی دانشگاه تهران و صندوق بیمه محصولات کشاورزی، جلد ۲ و ۷.

خلیلی علی، ۱۳۹۳. **ارزیابی کمی و مدل‌سازی ریسک سرمازدگی بهاره محصولات زراعی و باغی در ایران**. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۲(۱):۳۱-۱۷.

خلیلی علی، درویش صفت، ع. ا.، برادران راد، ر.، بذرافشان، ج. ۱۳۸۳. **پیشنهاد روش برای پهنه‌بندی اقلیمی در محیط GIS مطالعه موردی شمال غرب ایران در سیستم سلیانینف** .نشریه بیابان، ۹(۲): ۲۲۷-۲۳۸.

رحمانی ا، ع. خلیلی و ع.م. لیاقت، ۱۳۸۷ ، **بررسی کمی تاثیر بر عملکرد محصول جو در آذربایجان شرقی به روش، رگرسیون چند متغیره** .علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی .۱۲(۴۴): ۲۵ تا ۳۶.

رسولی علی اکبر, و سبحانی بهروز. ۱۳۸۴، **نقش بارندگی در تعیین مناطق مساعد و تاریخ مناسب کشت گندم دیم در استان اردبیل**. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۷۸: ۱۰۲-۱۱۷.

روحی ابراهیم اسماعیل زادحسن محمد شریف خالدیان، ۱۳۸۹، **بررسی خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ژنوتیپ های تریتیکاله در شرایط دیم مناطق سردسیر**، شماره پروژه: ۸۸۰۵۶-۱۵-۱۵-۰

زارع ابیانه ح.، ۱۳۹۲، **بررسی نقش عوامل اقلیمی و خشکسالی بر تغییر پذیری عملکرد چهار محصول دیم در مشهد و بیرجند**، نشریه دانش آب وخاک. ۲۳(۱): ۳۹ -۵۶.

ساری صراف ب.، س. بازگیر و غ. محمودی، ۱۳۸۸، **پهنه بندی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی**، جغرافیا و توسعه، ۱۳: ۵-۲۶.

سبحانی، ب.، ۱۳۸۴، **پهنه‌بندی اگروکلیماتیک استان اردبیل با استفاده از تصاویر ماهوارهای در محیط GIS**، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، به راهنمایی دکتر علی اکبر رسولی، دانشگاه تبریز.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

سبزی پرور ع. ا.، م. ترکمان و ز. مریانجی، ۱۳۹۱، **بررسی تاثیر شاخص‌ها و متغیرهای هواشناسی کشاورزی در عملکرد بهینه گندم (مطالعه موردی استان همدان)**، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶(۶): ۱۵۵۴-۱۵۶۷.

شاهرخوندی س.م.، م. لشتی زند و ه. لرستانی ، ۱۳۹۱، **پهنه بندی اقلیمی کشت ذرت دانه ای در استان لرستان**، فصلنامه جغرافیای طبیعی، زمستان سال پنجم، شماره ۸۱: ۴۹-۵۸.

شائمی ا.، ۱۳۸۷، **ارزیابی حساسیت مناطق بیوکلیمایی ایران به گرمایش جهانی با استفاده از مدل هولدریج**، فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۱۲(۲): ۹۷-۱۱۷.

شبکه اطلاع رسانی دانا، ۱۳۹۴، اخبار اقتصادی، **مصاحبه ریاست سازمان جهاد کشاورزی کردستان**، تاریخ ۱۳۹۴/۱۰/۱۴، http://www.dana.ir/news/.

عزیزی قاسم و د. یاراحمدی، ۱۳۸۲، **بررسی ارتباط پارامتر های اقلیمی و عملکرد گندم با استفاده از مدل رگرسیونی**، مطالعه موردی دشت سیلاخور، پژوهش‌های جغرافیایی، ۴۴ : ۲۹-۳۳.

علیجانی بهلول،۱۳۹۳، **اقلیم شناسی سینوپتیک**، انتشارات سمت، چاپ هشتم.

علیجانی بهلول و یوسف قویدل رحیمی، ۱۳۸۴، **مقایسه و پیش بینی تغییرات دمای سالانه تبریز با ناهنجاری های دمایی کره زمین با استفاده از روش های رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی**، نشریه جغرافیا و توسعه ، ۳(۶): ۲۱ – ۲۸.

علیزاده امین، ۱۳۸۵، **اصول هیدرولوزی کاربردی**، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ ۲۸، ۹۴۱ صفحه.

علیزاده، امین، ۱۳۸۹، **اقلیم و هواشناسی کشاورزی**، انتشارات دانشگاه امام رضا(ع) مشهد، ۵۰۴ صفحه.

عینی ح.؛ س. صادقی و س. ر. حسین‌زاده، ۱۳۹۱، **پهنه بندی پتانسیلهای توپوکلیمایی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه**، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۹: ۲۱ – ۴۵.

غفاری، ع. ع.، و.ر. قاسمی و ا. دپائو، ۱۳۹۴، **پهنه بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو** ، نشریه زراعت دیم ایران، دوره ۴، شماره ۱.

فرج زاده اصل منوچهر و آ. زرین، ۱۳۸۱، **مدلسازی میزان عملکرد محصول گندم دیم با توجه به معیارهای اقلیم شناسی کشاورزی در استان آذربایجان غربی**، فصلنامه مدرس علوم انسانی، برنامه ریزی و آمایش فضا ، ۶(۲) ، (پیاپی ۲۵): ۷۷-۸۶.

فرجزاده اصل منوچهر، ا. خورانی؛ س. بازگیر و پ. ضیائیان، ۲۰۱۲، **شناسایی و تحلیل تأثیر پارامترهای اقلیمی و شاخص‌های اقلیم‌شناسی کشاورزی بر مراحل مختلف فنولوژی گندم دیم در استان کردستان**، برنامه ریزی و آمایش فضا :دانشگاه تربیت مدرس،۱۲(۴): ۵۵-۶۹.

فرج زاده منوچهر، ح. لشکری و س. رفعتی، ۱۳۸۸، **تغییر پذیری منابع آب در حوضه آبریز سد لتیان و اثر تغییر اقلیم بر آن** ، فصلنامه تحقیقات منابع آب ایران ، سال پنجم – شماره ۱ بهار.

فرجزاده منوچهر، و ع. تکلوبیغش، ۱۳۸۰، **ناحیه بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی** . با تأکید بر گندم دیم، فصلنامه پژوهشهای جغرافیایی، ۴۱(۳۳): ۹۳-۱۰۵.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

فقیه همایون، ۱۳۹۳، **برررسی اثر تغییرات بارش بر عملکرد گندم دیم در شهرستان سقز**، اولین کنگره بین المللی کشاورزی سالم تغذیه سالم، جامعه سالم، ۷ صفحه.

قانعی خو محمد، ۱۳۸۰، **اقلیم کشاورزی شهرستان فیروزآباد با تأکید بر کشت ذرت دانه‌ای**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر جواد خوشحال، رشته جغرافیای طبیعی، دانشگاه اصفهان.

کاظمی راد مظفر، ۱۳۷۷، **تعیین زمان و منطقه مساعد کشت گندم دیم در آذربایجان غربی بر اساس توزیع دما بارش**، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم تهران.

کمالی غلامعلی، ۱۳۷۶، **بررسی اکولوژیکی توانایی دیمزارهای غرب کشور از نظر اقلیمی و با تأکید خاص برگندم دیم**، رساله دکتری دانشگاه آزاداسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، ۱۵۲ صفحه.

کوانتا، مهندسین مشاور، ۱۳۵۴، **راهنمای نیازها و محدودیتهای هواشناسی کشاورزی پانزده**، محصول اصلی ایران، سازمان هواشناسی کشور.

کمالی غلامعلی، ع. صدقیانی پور و ع. صداقت کردار، ۱۳۸۷، **بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی**، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲(۲)، ۴۱-۵۸.

مجرد ف. و ب. جوادی، ۱۳۸۹، **پهنه بندی ایران بر مبنای دماهای حداقل**، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۱ ،شماره پیاپی ۳۹(۳): ۸۳- ۱۰۶.

موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، ۱۳۷۶-۱۳۹۴، **نتایج تحقیقات به نزادی گندم نان دیم در سال-های زراعی مختلف**، جلدهای ۱ تا ۱۵، گزارشات سالیانه تحقیقات ایستگاه‌های سردسیر کشور. ۱۵ جلد.

مهدوی محمد، ۱۳۷۴، **هیدرولوژی کاربردی**، ج. اول، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۳۶۲ صفحه.

میرمحمدی میبدی سید علی و ترکش اصفهانی سعید۱۳۸۳، **مدیریت تنش های سرما و یخ زدگی گیاهان زراعی و باغی**،جهاد دانشگاهی اصفهان.

ناصرزاده محمدحسین؛ دوستکامیان مهدی و بیرانوند آذر، ۱۳۹۵، **تحلیل تغییرات الگوی درون دهه ای دمای ایران طی نیم قرن اخیر**. نشریه فضای جغرافیایی، ۱۶(۵۳): ۱۹۳- ۲۰۸.

ورشاویان و.، ع. خلیلی، ن. قهرمان و س. حجام،۱۳۹۰، **بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دما حداقل، حداکثر و میانگین روزانه درچند نمونه اقلیمی ایران**، فصلنامه فیزیک زمین و فضا، سال سی وهفتم، شماره ۱.

وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴، **آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۴- ۱۳۹۳**، جلد اول، محصولات زراعی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، ۱۷۴ صفحه.

وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴، **آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۴- ۱۳۹۳**، جلد دوم ، محصولات باغی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، ۱۰۵ صفحه.

Ghaffari, E. De Pauw and V. Ghassemi, 2007, **Agroecological Characterization Studies in the Aras and the Daryacheh-Uromieh basins**, NW Iran. ICARDA & DARI.

Agriculture and Agri-Food Canada, 2013, **Effective growing degree days: Procedures**, National Ecological Framework.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

http://www.agr.gc.ca/eng/home/?id=1395690825741.
Ashori, Z., Moalemi, M., Khodadadi, A., & Torabinia, M. (2014). **Climatic zonation planting sunflower cultivation in Kurdistan Province**. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2, 243-247.
Bal, S. K., Mukherjee, J., Mallick, K. and Hundal, S. S., 2004. **Wheat yield forecasting models for Ludhiana district of Punjab state**. J. Agromet. 6: 161-165.
Bazgeer S., Gh. Kamali, A. Mortazavi, 2007, **Wheat yield prediction through agrometeorological indices for Hamedan**, Iran, BIABAN (Desert Journal) Online at http://jbiaban.ut.ac.ir BIABAN 12 (2007) 33-38.
Bazgeer, S., 2005. **Land use change analysis in the submountainous region of Punjab using remote sensing**, IS & agrometeorological parameters. Ph.D. Dissertation, Punjab Agricultural University (PAU), Ludhiana, India. pp: 128.
Bazgeer, S., and Mahey, R.K., and Sidhu, S., and Sharma, P.K.,and Sood, A., and Noorian, A.M., and Kamali, G.H., 2008, **Wheat yield prediction using remotely sensed agromet trend-based models for Hoshiarpur district of Punjab**, India, Jurnal of applied sciences 8(3): 510-515.
Bazgeer, S., and Mahey, R.K., and Sidhu, S., and Sharma, P.K.,and Sood, A., and Noorian, A.M., and Kamali, G.H., 2008, **Wheat yield prediction using remotely sensed agromet trend-based models for Hoshiarpur district of Punjab**, India, Jurnal of applied sciences 8(3): 510-515.
Dalezios R. D., A. Loukas and D.Bampzelis, 2002, **the role of agro meteorological and agro hydrological phonology of wheat in central Greece**, Physics and Chemistry of the Earth, 27 (2002): 1019-1023.
David Whiting, 2015, **Plant Growth Factors: Temperature, CMG Garden Notes #143**, Colorado State University Extension, Colorado Master Gardener Program |Yard and Garden Publications.
Dehghanpour A., R. Dehghanizadeh2, M. Fallahpour, 2014, **Investigating Most Important Climatic Parameters Affecting Performance of Wheat Crop with a Climate Change Approach: Case Study on Central Iran**, International Journal of Agriculture and Crop Sciences. Available online at www.ijagcs.com IJACS/2014/7-8/422-429 ISSN 2227-670X ©2014 IJACS Journal.
Dehghanpour, A., Dehghanizadeh, R., & Fallahpour, M., 2014, **InvestigatingMost Important Climatic Parameters Affecting Performance of Wheat Crop with aClimate Change Approach: Case Study on Central Iran**. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7(8), 422.
Ehteramian Kourosh؛ Sohrab Mohammadnia Gharaee؛, Hussin Rezaiee Azaryani3, Mostafa Amjadian4, Mohammad Motamedi5, Shadi Gharaee1, Majid Rafiee, 2013, **The Potential of Agro Climatic Zoning of Dry Land Wheat using GIS in Northern Khorasan Province, International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, Available online at www.ijagcs.com, IJACS/2013/5-21/2598-2609, ISSN 2227-670X ©2013 IJACS Journal.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

F.A.O.Natural Resources Management and Environment Department, 2016**. GRO-ECOLOGICAL ZONING: Guidelines**..., Chapter 2.

Hanafi A., 2015, **Agro- climatology Configuration of Dry Farming Wheat using GIS (A Case Study: Zanjan Province, Iran)**, International Journal of Scholarly Research Gate, 2015;3(2) eISSN: 2345-6590.

Hejazizadeh, Z., & Naserzadeh, M. H., 2007, **Calculation and analysis of frost duration times by using Delphi programming: a case study in Lorestan, Iran**. Journal of Applied Sciences, 7(23), 3831-3835.

Holden, N. M., & Brereton, A. J. (2004). **Definition of agroC limatic regions in Ireland using hydro-thermal and crop yield data**. Agricultural and Forest Meteorology, 122(3), 175-191.

Hugh Fraser; Ken Slingerland; Kevin Ker, K. Hellen Fisher and Ryan Brewster, 2009, **Reducing cold injury to grapes through the use of wind machines**, Final report Can advance project.

Jones, J. W., Keating, B. A., & Porter, C. H. (2001). **Approaches to modular model development**. Agricultural Systems, 70(2), 421-443.

Keating, B. A., & Meinke, H. (1998). **Assessing exceptional drought with a cropping systems simulator: a case study for grain production in northeast Australia**. Agricultural Systems, 57(3), 315-332.

Khalili, A., 1997, **Three Dimensional Variation of Annual Long Term Temperature Averages in Iran**, Nivar 29, pp. 1-13.

Khalili, A., 1999, **Three Dimensional Analysis of Heating and Cooling Degree Days in Iran**, Geographical Researches, 54-55, 7-18 Quarterly.

Khalili, A., 2002, **Designing a New Regionalization System for Heating and Cooling Needs in Iran**, Quarterly Geographical Researches, 75, 5-14.

Maluf. JRT. 1986, **Agro Climatic Zoning of Maize Crop for the State of Regrind**. Agronomies – Salvia Grandness, Vol. 22, NO. 2, PP: 261- 281.

Mc Graw **Hill Publishing Company Ltd**., New Delhi.

Norwood, Charles, 2000, **A dry land winter wheat as affected by previous crops**, Agronomy Journal.ACSESS DL. **Alliance of Crop, Soli and Environmental science Societies** , Agriculture Research, 46(1), 113-125.

Parker, Ric ,2001, **Introduction Plant Science**, Delmar Publish is Proud to Support Activities.

PRISM Climate Group ,۲۰۱۲ , **The 2012 USDA Plant Hardiness Zone Map**, Agricultural Research Service, Oregon State University, United States Department of Agriculture .

PRISM Climate Group ,۲۰۱۲ , T**he 2012 USDA Plant Heat Zone Map**, Agricultural Research Service, Oregon State University, United States Department of Agriculture .

Wu, H., Hubbard, K. G., & Wilhite, D. A. (2004). **An agricultural drought risk-assessment model for corn and soybeans**. International Journal of Climatology, 24(6), 723-741.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]

Zhang X., L. Alexander, Gabriele C. Hegerl, Philip J., Albert K. T., Thomas C. Peterson, Blair Trewin and Francis W. Zwiers, 2011, **Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data**.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-05-14]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.6.7]

[DOI: 10.29252/jgs.18.48.1]