

ارزیابی مدل‌های کریجینگ جهانی در میان‌یابی بارش و دماهای اصلی و تعیین تناسب اقلیمی اراضی زراعی استان گلستان به منظور کشت گندم و باقلای پاییزه با استفاده از GIS

سعید محمودان^{۱*}، بهنام کامکار^۲، امید عبدی^۳، ناصر باقرانی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی اکولوژیک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- کارشناس ارشد اداره منابع طبیعی استان گلستان

۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

*مسئول مکاتبه: saeidm205@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۸

چکیده

در این پژوهش با استفاده از مدل‌های مختلف روش میان‌یابی کریجینگ جهانی، تغییرات مکانی دماهای کمینه، متوسط، بیشینه و بارش در محدوده اراضی زراعی استان گلستان در سال ۱۳۹۳ مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور از اطلاعات بلند مدت ۵۱ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک و باران‌سنجی استان گلستان و ۳۲ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک استان‌های گلستان، مازندران، سمنان و خراسان شمالی به ترتیب در میان‌یابی بارش و دما استفاده شد. میانگین دما و مجموع بارش برای هر ماه نیز در طول سال محاسبه شد. لایه نهایی هر یک از دماهای کمینه، متوسط، بیشینه و بارش با استفاده از همپوشانی لایه‌های به‌دست آمده برای هر ماه، تهیه شد. بر اساس نتایج میان‌یابی مشخص شد که ماه‌های مرداد و دی به ترتیب گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال و ماه‌های فروردین و تیر به ترتیب پر بارش‌ترین و کم بارش‌ترین ماه‌های سال بودند. پس از طبقه‌بندی لایه‌های به دست آمده بر اساس اطلاعات تناسب محیطی گندم و باقلای پاییزه، مشخص شد که اراضی زراعی استان گلستان از دیدگاه دمای بیشینه و کمینه برای کشت این گیاهان محدودیت نداشت و در طبقه خیلی مناسب قرار گرفت. با روی هم‌گذاری لایه‌های طبقه‌بندی شده بارش، دمای کمینه، متوسط و بیشینه، نقشه تناسب اقلیمی برای هر یک از گیاهان گندم و باقلا تهیه شد و نتایج آن حاکی از این بود که از کیفیت تناسب اراضی از سمت جنوب به شمال و از غرب به شرق استان، کاسته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، پهنه‌بندی، تناسب اراضی، درون‌یابی

مقدمه

نواحی مساعد را برای کشت یک محصول ویژه تعیین می‌کنند (پریرا، ۱۹۸۲). آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب و هوایی آن، لازمه هرگونه فعالیت کشاورزی است و تاثیر عوامل آب و هوایی بر کشاورزی از سایر فعالیت‌ها بیشتر می‌باشد (مهربان و همکاران، ۱۳۸۴).

یکی از راه‌کارهای اساسی برای توسعه کشاورزی استفاده بهینه از اراضی، به شکل متناسب با شرایط اقلیمی است و لازمه آن شناخت عوامل مختلف تحت عنوان عوامل پایدار (ارتفاع و خاک) و عوامل ناپایدار (بارندگی، دما و رطوبت) می‌باشد (کافی و همکاران، ۱۳۷۸). آب و هوا جزو مهم‌ترین عواملی هستند که پتانسیل کشاورزی و همچنین،

عملیات میان‌یابی را به منظور تهیه منحنی‌های هم‌ارزش توسعه و گسترش می‌دهد (ادب و همکاران، ۱۳۸۷).

به فرآیند برآورد ارزش‌های کمی برای نقاط فاقد داده، به کمک نقاط مجاور و معلوم میان‌یابی گویند (عساکره، ۱۳۸۷). جفری و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای در استرالیا به این نتیجه رسیدند که از روش‌های میان‌یابی می‌توان پارامترهای اقلیمی را با دقت بیشتری برآورد کرد. این فرآیند به دلیل محدودیت داده‌های نقطه‌ای و ضرورت تدوین نقشه از کل یک پهنه، به منظور تهیه نقشه‌های هم‌ارزش (هم‌باران، هم‌دما و ...) انجام می‌گیرد. برای مثال، می‌توان مقدار بارش مناطق فاقد ایستگاه‌های اندازه‌گیری را به کمک نقاط مجاور که مقدار بارش آن‌ها اندازه‌گیری شده است، برآورد کرد. این کار اغلب برای یک شبکه یا گره یا تمام سلول‌های یک پهنه انجام می‌شود. بنابراین، میان‌یابی به معنای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای است (چانگ، ۲۰۰۴). در تعیین ارزش یک نقطه، تمام نقاط مجاور و معلوم به طور یکسان و همسان موثر نیستند، بدین دلیل هر یک از نقاط مزبور به تناسب تاثیر خود بر ارزش نقطه مجهول، حامل وزنی خواهند بود (راجاگوپاگون و لال، ۱۹۹۸).

روش میان‌یابی کریجینگ برای داده‌هایی که پراکنش نامنظم دارند، به کار می‌رود و روشی محلی-احتمالی، رسا، خطی، نا اریب و با واریانس کمینه در یک نقطه به شمار می‌آید و به شرط احراز صلاحیت‌های اولیه و لازم می‌تواند بهترین میانگین موزون از یک پهنه را ارایه کند. در این روش برای هر یک از ایستگاه‌های درون و بیرون یک پهنه برحسب فاصله و موقعیت آن، وزن آماری مشخصی در نظر گرفته می‌شود، به گونه‌ای که واریانس تخمین، کمینه شود (ایساک و اسرینیواستا، ۱۹۸۹). در این روش فرض بر این است که تغییرات مکانی پدیده‌هایی مانند بارش در یک گستره، از توزیع تصادفی برخوردار است و حاوی سه مولفه همبستگی مکانی، روند و خطای تصادفی هستند (عساکره، ۱۳۸۷). وجود یا فقدان و نیز نوع هر یک از این

گندم (*Triticum aestivum* L.) به عنوان یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی و مهم‌ترین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای در کشور برخوردار است. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و وابسته بودن غذای اکثریت انسان‌ها به این محصول و راهبردی بودن آن، اهمیت دست‌یابی به خودکفایی در مورد این محصول راهبردی، روز به روز افزایش می‌یابد که در این راستا افزایش تولید می‌تواند نقش اصلی را ایفا کند. یکی از راه‌های افزایش تولید، افزایش بهره‌وری می‌باشد (حیدرزاده و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۰)، سطح زیر کشت گندم در سال زراعی (۱۳۸۹-۹۰) در ایران معادل ۶۳۷۵۵۹۴ هکتار و در استان گلستان معادل ۴۰۹۱۹۵ هکتار بوده است.

باقلا (*Vicia faba* L.) نیز گیاهی است که کشت آن به چند منظور انجام می‌شود که از آن جمله می‌توان به تغذیه انسان به صورت سبز و خشک و تغذیه دام اشاره کرد. متوسط مقدار پروتئین در دانه خشک آن ۲۳/۴ درصد است (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۶) و جزو گیاهان مقاوم به سرما به حساب می‌آید (پیوست، ۱۳۸۱). سطح زیر کشت باقلا در ایران حدود ۳۰۰۰۰ هکتار است که عمده‌ترین مناطق تولید آن استان‌های گلستان، خوزستان، مازندران و گیلان می‌باشند (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۰)، سطح زیر کشت باقلا در استان گلستان معادل ۵۰۰۰ هکتار در سال زراعی (۱۳۸۹-۹۰) بوده است.

امروزه قابلیت‌ها و پتانسیل‌های GIS^۱ در تحلیل زمانی و مکانی داده‌های زمینی بر هیچ‌کس پوشیده نیست. استفاده از GIS در تهیه نقشه تناسب اراضی برای یک محصول خاص، الگوی توزیع مناسب بودن آن محصول را برای هر واحد نقشه در واحدهای اراضی نشان می‌دهد (سرمدیان و تقی‌زاده مهرجردی، ۱۳۸۸). یکی از مهم‌ترین کاربردهای GIS، در فنون میان‌یابی است که با روش‌های متعددی

^۱-Geographic Information System

مناسب دانست. عساکره (۱۳۸۷) روش کریجینگ جهانی^۱ را به عنوان مناسب‌ترین روش میان‌یابی بارش استان اصفهان انتخاب کرده است.

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی مدل‌های روش میان‌یابی کریجینگ جهانی در میان‌یابی دماهای اصلی و بارش برای کشت گندم و باقلای پاییزه در اراضی زراعی استان گلستان با استفاده از GIS و تناسب اراضی زراعی این استان از حیث دماهای اصلی و بارش جهت کشت این گیاهان بود که تاکنون به این شکل صورت نگرفته است. بنابراین، در این مطالعه تمام مدل‌های روش میان‌یابی کریجینگ جهانی مورد ارزیابی قرار گرفتند و نقشه تناسب اراضی زراعی استان از حیث دماهای اصلی و بارش جهت کشت گندم و باقلای پاییزه تهیه شد.

مواد و روش‌ها

استان گلستان حدود ۲۱۵۰۰ کیلومتر مربع مساحت دارد و در مختصات $36^{\circ} 44'$ تا $38^{\circ} 5'$ عرض شمالی و $53^{\circ} 51'$ تا $56^{\circ} 14'$ طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع استان از سطح دریا در دامنه منفی ۲۷۱ تا ۳۸۲۱ متر قرار دارد که از سمت جنوب به سمت شمال استان روند کاهشی دارد. این پژوهش به منظور تهیه نقشه‌های رقومی دماهای کمینه، متوسط و بیشینه (دماهای اصلی) و بارش برای کشت گندم و باقلای پاییزه در اراضی زراعی استان گلستان در محیط GIS انجام گرفت. به این منظور از آمار و اطلاعات درازمدت (از بدو تاسیس) ۳۲ ایستگاه هواشناسی هم‌دید (سینوپتیک) استان‌های گلستان، خراسان شمالی، مازندران و سمنان برای میان‌یابی دماهای اصلی (جدول ۱) و از اطلاعات بلندمدت (از بدو تاسیس) ۵۱ ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی استان گلستان (جدول ۲) برای میان‌یابی بارش استفاده شد. پراکنش ایستگاه‌ها در شکل (۱) نشان داده شده

مولفه‌ها منجر به تکوین انواع روش‌های کریجینگ شده است. مولفه همبستگی مکانی و میزان آن بر اساس نیمه-پراش‌نگار تعریف می‌شود. از تحلیل این مولفه و نیمه-پراش-نگار مربوط، ضرایب وزنی پیمونگاه جهت تخمین ارزش نقطه مجهول به دست می‌آید (تابیاس و سالاس، ۱۹۸۵).

مطالعات متفاوتی در مورد مسایل فنون میان‌یابی و کاربردهای آن در زمینه اقلیم‌شناسی انجام شده است. در ایالت کانزاس آمریکا با تحلیل داده‌های اقلیمی نظیر بارندگی، دما، تبخیر و اطلاعات مربوط به خاک، نواحی مناسب برای کشت گندم دیم شناسایی شد و به این نتیجه رسیدند که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی بیش‌ترین تاثیر را دارند (نروود، ۲۰۰۰). مطالعات متعددی برای تعیین اثرات تغییرات دما و بارندگی روی رشد و نمو گندم زمستانه در چین انجام گرفته است. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که تغییرات دما نسبت به بارندگی از اهمیت بیش‌تری بر روی عملکرد دانه برخوردار است (ژانگ، ۱۹۹۴). بازگیر (۱۳۷۹) در کردستان با استفاده از تحلیل مکانی اطلاعات آب و هوایی (به ویژه دما و بارش) در محیط GIS پتانسیل اقلیمی گندم دیم را تعیین و با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه و همپوشانی لایه‌ها، اراضی این استان را مورد پهنه‌بندی قرار داد. محمدنیا قرایی و محمدی (۱۳۹۲) با استفاده از تحلیل مکانی اطلاعات آب و هوایی در محیط GIS، اراضی استان خراسان رضوی را جهت کشت گندم بر اساس دما و بارش پهنه‌بندی اقلیمی کردند. بر اساس نتایج ایشان، اراضی استان به چهار پهنه خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط و مناسب پهنه‌بندی شد که مناطق مناسب اغلب در شمال و تا حدودی در مرکز استان و مناطق متوسط در نواحی شرقی و بخش‌هایی از مرکز استان قرار داشتند و قسمت‌های جنوبی و غربی استان فاقد استعداد لازم برای کشت گندم دیم شناخته شدند. مسعودیان (۱۳۸۲) برای تهیه نقشه هم‌دماهای ایران روش کریجینگ را

¹- Universal Kriging

کورستن، ۱۹۹۱). همچنین، مقدار عددی شعاع تاثیر^۴ فاصله نقاط از هم، بر اساس متوسط فاصله نقاط از هم با استفاده از تابع^۵ میانگین نزدیک‌ترین مجاور، محاسبه و استفاده شد. تعداد گام^۶ و نوع شکل تخمین^۷ نیز با آزمون و خطا و بر اساس کم‌ترین ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE)^۸ تعیین گردید. سپس، ایستگاه‌های دارای خطای بالا مشخص و حذف شدند و بار دیگر میان‌یابی با تعیین شعاع تاثیر، تعداد گام و مناسب‌ترین شکل تخمین انجام شد.

جهت تشخیص مناسب‌ترین مدل از روش ارزیابی تست صحت استفاده گردید و میزان میانگین مطلق خطا (MAE)^۹، میانگین اریب خطا (MBE)^{۱۰}، ریشه دوم میانگین مربعات خطا و ریشه دوم میانگین مربعات خطای استاندارد (RMSS)^{۱۱} در هر مدل محاسبه و ارزیابی شدند (معادله‌های ۱، ۲، ۳، ۴) (ایساک و اسرینیواستا، ۱۹۸۹):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z(x_i) - Z^*(x_i)| \quad (1)$$

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [Z(x_i) - Z^*(x_i)] \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (Z(x_i) - Z^*(x_i))^2} \quad (3)$$

$$RMSS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Z(x_i) - Z^*(x_i))^2}{S^2}} = \frac{RMS}{S} \quad (4)$$

در روابط بالا $Z^*(x_i)$ مقدار پیش‌بینی شده متغیر مورد نظر و $Z(x_i)$ مقدار واقعی همان متغیر است. صحت مدل با MAE تعیین می‌شود که مقدار صفر آن نشان دهنده صحت ۱۰۰ درصد است و هرچه مقدار آن از صفر فاصله داشته باشد، حاکی از کم شدن صحت مدل است. معیار ارزیابی MBE نیز بیانگر میانگین انحراف است. این معیار علاوه بر

است. ابتدا تطبیق سال شمسی به میلادی انجام و میانگین ماهانه برای هر دما (کمینه، متوسط و بیشینه) و مجموع بارش در هر ماه محاسبه شد. آزمون RUN TEST جهت اطمینان از همگنی داده‌ها انجام و توزیع نرمال بودن داده‌ها با استفاده از شاخص‌های مرکزی شامل میانه و میانگین و شاخص‌های پراکندگی شامل چولگی و کشیدگی در محیط GIS مورد بررسی قرار گرفت. در حالت نرمال بودن داده‌ها، میانه و میانگین، حداقل اختلاف نسبت به هم را دارند و داده‌ها به هیچ سمتی کشیدگی ندارند. به منظور بررسی ساختار مکانی داده‌ها، نیمه‌پراش‌نگار مورد بررسی قرار گرفت که ساختار ارتباط مکانی بین نمونه‌ها را نشان می‌دهد (وبستر و الیور، ۲۰۰۰). متغیرهای نیمه‌پراش‌نگار شامل اثر قطعه‌ای^۱، دامنه یا شعاع تاثیر^۲ و آستانه یا سقف^۳ هستند (یوتست و همکاران، ۲۰۰۰). به منظور بررسی ساختار مکانی داده‌های مورد استفاده، نسبت اثر قطعه‌ای به سقف در هر نیمه‌پراش‌نگار در محیط GIS بررسی شد.

پس از تایید نرمال بودن و بررسی ساختار مکانی داده‌ها، برای بارش و هر یک از دماهای اصلی در هر ماه (در طول سال)، تمام مدل‌های روش میان‌یابی کریجینگ جهانی (Ration Quadratic, Hole Effect, K-bessel, J-bessel, Gaussian, Tetra Spherical, Penta Spherical, Stable.Exponential, Spherical, Circular) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این روش فرض بر این است که علاوه بر همبستگی مکانی بین نقاط، انحراف یا روند نیز در مقادیر Z وجود دارد. در این صورت، کریجینگ با یک چند جمله‌ای مرتبه اول یا دوم ترکیب می‌شود. از آن جا که کریجینگ بعد از محاسبه و حذف روند، بر پایه باقی‌مانده‌ها میان‌یابی را انجام می‌دهد، اغلب چند جمله‌ای مراتب بالاتر پیشنهاد نمی‌شود. بنابراین، چند جمله‌ای مراتب بالاتر تغییرات محدودی را برای برآورد قطعی‌تر به جا می‌نهد (استین و

⁴-Lagg size

⁵- Average Nearest Neighbor

⁶- Lag

⁷-Sector Type

⁸- Root Mean Square Error

⁹-Mean Absolute Error

¹⁰-Mean Bias Error

¹¹-Root Mean Square Standardized

¹-Nugget Effect

²-Range

³-Sill

با مقایسه مدل‌های میان‌یابی، بهترین مدل برای هر ماه بر اساس کمترین خطا (RMSE) شناسایی گردید و لایه رستری آن بر اساس محدوده اراضی زراعی تهیه شد. در جدول‌های ۴ و ۵، به ترتیب سه مدل برتر و نامناسب‌ترین مدل برای میان‌یابی بارش و دمای هر ماه ارائه شده است. لایه نهایی بارش و هر یک از دماهای اصلی با استفاده از همپوشانی آماری به ترتیب بر اساس مجموع بارش و میانگین دمای مجموع ماه‌ها به دست آمد. سپس، هر یک از لایه‌های دماهای اصلی و بارش بر اساس طبقه‌بندی تعیین شده برای گندم و باقلای پاییزه (جدول ۵) طبقه‌بندی و رقمی شدند (شکل‌های ۲ و ۳). در آخر با روی هم-گذاری لایه‌های بارش و دماهای اصلی، نقشه تناسب اقلیمی برای کشت گندم و باقلای پاییزه از حیث بارش و دماهای اصلی تهیه شد (شکل ۴).

دارا بودن علامت مثبت (بیش برآوردی مدل) و یا علامت منفی (کم برآوردی مدل) مقدار انحراف از مقادیر مشاهده شده را نیز نشان می‌دهد. MBE برابر صفر نشان می‌دهد که برآورد مدل خوب بوده است و در آن هیچ‌گونه انحرافی وجود ندارد. از نظر تئوری، هرگاه این دو معیار برابر صفر شوند، نمایان‌گر این است که مقدار تخمین یک کمیت، به طور دقیق برابر مقدار واقعی آن است (کاظمی پشت مساری و همکاران، ۱۳۹۱). به طور معمول هرچه مقدار این دو معیار و همچنین، ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) کم‌تر باشد، صحت روش بیش‌تر است. بهترین برآورد باید کم‌ترین RMSE را داشته باشد و RMSS باید به ۱ نزدیک‌تر باشد. اگر RMSS برابر ۱ باشد به این معنی است که RMSE برابر S یا واریانس است (مظفری و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ۱- نام، مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای ایستگاه‌های سینوپتیک مورد استفاده در میان‌یابی دماهای اصلی.

| ارتفاع از سطح دریا (متر) | طول جغرافیایی (درجه) | عرض جغرافیایی (درجه) | نام ایستگاه | ارتفاع از سطح دریا (متر) | طول جغرافیایی (درجه) | عرض جغرافیایی (درجه) | نام ایستگاه |
|--------------------------|----------------------|----------------------|---------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| ۱۳۳ | ۵۴/۲۶ | ۳۶/۸۵ | هاشم‌آباد | ۱۱/۵ | ۵۳/۱۱ | ۳۶/۳۷ | دشت ناز |
| ۳۷/۲ | ۵۵/۲ | ۳۷/۳ | گرگان | -۱۰ | ۵۳/۴۹ | ۳۶/۴۷ | گلوگاه |
| ۱۲۸/۸ | ۵۵/۵ | ۳۷/۴ | کلاله | ۱۴/۷ | ۵۲/۴۷ | ۳۶/۲۷ | قائم‌شهر |
| ۴۶۰ | ۵۶ | ۳۷/۹ | مراوه‌تپه | ۱۲۹۴/۳ | ۵۳/۳۲ | ۳۶/۱۴ | کیاسر |
| ۱۸۴ | ۵۴/۸۷ | ۳۶/۹ | آزادشهر | ۱۵۵۰ | ۵۱/۴۴ | ۳۶/۲۳ | کجور |
| ۱/۵ | ۵۴/۳۵ | ۳۶/۸۷ | فرودگاه | -۲۰/۹ | ۵۱/۳ | ۳۶/۳۹ | نوشهر |
| -۲۰ | ۵۴/۰۵ | ۳۶/۸۹ | بندرترکمن | ۶۱۰ | ۵۳/۰۵ | ۳۶/۰۸ | پل سفید |
| ۱۰۹۱ | ۵۷/۲ | ۳۷/۲۸ | بجنورد | -۲۰ | ۵۰/۴ | ۳۶/۵۴ | رامسر |
| ۱۲۱۶ | ۵۶/۸۶ | ۳۷/۵ | اسفراین | ۲۱ | ۵۳ | ۳۶/۳۳ | ساری |
| ۹۸۴ | ۵۶/۲ | ۳۶/۵۷ | جاجرم | ۲۱۶۵ | ۵۱/۱۹ | ۳۶/۱۳ | سیاه‌بیشه |
| ۸۹۰ | ۵۶/۵۱ | ۳۷/۳ | مانه و سماfan | ۴ | ۵۳/۱۴ | ۳۶/۴۴ | بایه‌کلاه |
| ۱۹۰ | ۵۲/۵۱ | ۳۶ | الشت | ۱۱۰۶/۲ | ۵۵/۵ | ۳۶/۰۳ | بیارجمند |
| -۲۰ | ۵۳/۲۳ | ۳۶/۵ | امیرآباد | ۱۱۳۰/۸ | ۵۳/۳۳ | ۳۵/۳۵ | سمنان |
| ۲۳/۷ | ۵۲/۲۳ | ۳۶/۲۸ | آمل | ۱۳۴۵/۳ | ۵۴/۵۷ | ۳۶/۲۵ | شاهرود |
| -۲۱ | ۵۲/۳۹ | ۳۶/۴۳ | بابلسر | ۱۱۵۴/۵ | ۵۴/۱۹ | ۳۶/۰۹ | دامغان |
| ۲۱۲۰ | ۵۱/۴۸ | ۳۶/۲ | بادله | ۸۲۵/۲ | ۵۲/۱۶ | ۳۵/۱۲ | گرمسار |

جدول ۲- نام، مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای ایستگاه‌های مورد استفاده در میان‌یابی بارش.

| ارتفاع از سطح دریا (متر) | طول جغرافیایی (درجه) | عرض جغرافیایی (درجه) | نام ایستگاه | ارتفاع از سطح دریا (متر) | طول جغرافیایی (درجه) | عرض جغرافیایی (درجه) | نام ایستگاه | ارتفاع از سطح دریا (متر) | طول جغرافیایی (درجه) | عرض جغرافیایی (درجه) | نام ایستگاه |
|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| ۱۸ | ۵۴/۶۴ | ۳۷/۰۱ | کرد | ۶۳۳ | ۵۵/۸۶ | ۳۷/۷۰ | چنارلی | ۱۳/۳ | ۵۴/۲۶ | ۳۶/۸۵ | هاشم‌آباد |
| ۹۵ | ۵۴/۱۱ | ۳۶/۷۷ | کردکوی | ۲۰ | ۵۴/۸۱ | ۳۷/۶۳ | دائلی برون | ۳۷/۲ | ۵۵/۲ | ۳۷/۳ | گرگان |
| ۹۸۲ | ۵۵/۶۴ | ۳۷/۲۲ | کیارام | ۵۱ | ۵۴/۹۵ | ۳۷/۷۷ | دولت نظر | - ۱۰ | ۵۳/۴۹ | ۳۶/۴۷ | گلوگاه |
| ۱۵ | ۵۳/۸۸ | ۳۶/۷۱ | لیوان | -۱۱ | ۵۴/۳۵ | ۳۶/۸۹ | اسلام تپه | ۱۲۸/۸ | ۵۵/۵ | ۳۷/۴ | کلاله |
| ۲۱۳ | ۵۵/۹۵ | ۳۷/۹۰ | مراوه | ۳۳ | ۵۴/۹۸ | ۳۷/۰۱ | فندرسک | ۴۶۰ | ۵۶ | ۳۷/۹ | مراوه تپه |
| ۱۱۰ | ۵۴/۸۶ | ۳۶/۹۵ | مزرعه کتول | ۱۸۴ | ۵۵/۴۳ | ۳۷/۲۷ | گالیکش | ۱۸۴ | ۵۴/۸۷ | ۳۶/۹ | آزادشهر |
| ۲۰۷ | ۵۵/۸۲ | ۳۸/۰۴ | نارلی | ۳ | ۵۴/۲۲ | ۳۶/۸۲ | گارجی | ۱/۵ | ۵۴/۳۵ | ۳۶/۸۷ | فرودگاه |
| ۳۰۰ | ۵۴/۳۰ | ۳۶/۷۶ | نوچمن | ۲۶ | ۵۴/۷۲ | ۳۷/۰۷ | گیری | - ۲۰ | ۵۴/۰۵ | ۳۶/۸۹ | بندر ترکمن |
| - ۱۴ | ۵۴/۱۵ | ۳۶/۹۴ | پنج‌بیکر | ۵۴ | ۵۴/۷۳ | ۳۶/۹۹ | قره‌بولاق | ۴۰۲ | ۵۵/۴۸ | ۳۶/۲۵ | آب پیران |
| - ۱۳ | ۵۴/۲۳ | ۳۷/۰۱ | سیمین شهر | ۸۰ | ۵۵/۲۶ | ۳۷/۱۵ | قره‌چشمه | ۲۱ | ۵۴/۴۴ | ۳۷/۰۸ | آبه پلانگ |
| ۸۲ | ۵۴/۳۲ | ۳۶/۸۳ | ورسن | ۴۴ | ۵۴/۹۷ | ۳۷/۵۲ | قره‌ماخر | - ۶ | ۵۴/۳۸ | ۳۷/۰۱ | آق قبر |
| ۵۸۹ | ۵۵/۷۲ | ۳۷/۶۶ | کریم‌ایشان | -۱۹ | ۵۴/۰۷ | ۳۷/۰۶ | گومیشان | - ۴ | ۵۴/۵۷ | ۳۷/۰۷ | آق زبیر |
| ۶۳ | ۵۵/۱۰ | ۳۷/۹۲ | کواچه | ۶ | ۵۴/۵۴ | ۳۶/۹۰ | حیدرآباد | ۱۸۸ | ۵۵/۴۷ | ۳۷/۸۱ | آل تمر |
| ۱۰۳ | ۵۵/۵۲ | ۳۷/۹۵ | کراند | ۳۳ | ۵۳/۹۳ | ۳۶/۷۳ | جافا | ۱۲ | ۵۴/۱۴ | ۳۶/۷۹ | الننگ |
| ۳۱۹ | ۵۵/۶۹ | ۳۷/۵۴ | عزیز‌آباد | ۱۴۵ | ۵۴/۴۴ | ۳۶/۸۴ | جهادگران | ۱۳۳ | ۵۴/۸۶ | ۳۶/۹۰ | علی‌آباد |
| - ۱۶ | ۵۳/۹۳ | ۳۶/۷۶ | بندرگز | ۱۴۵ | ۵۴/۵۵ | ۳۶/۸۶ | جلین | ۱۳ | ۵۴/۶۲ | ۳۷/۱۴ | انبار علوم |
| - ۱۸ | ۵۴/۰۴ | ۳۶/۹۸ | چارقلی | ۷۶ | ۵۵/۱۰ | ۳۷/۱۶ | کاکا | ۱۸۳ | ۵۵/۱۷ | ۳۷/۰۹ | آزادشهر |

جدول ۳- تناسب بندی عوامل محیطی (بارش و دماهای اصلی) برای گندم و باقلای پاییزه (اقتباس از کاظمی پشت مساری، ۱۳۹۱).

| ویژگی‌ها | خیلی مناسب (S1) | نسبتاً مناسب (S2) | ضعیف (S3) | نامناسب (N) |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------|
| دمای متوسط سالیانه (سانتی‌گراد) | ۱۶ - ۲۰ | ۱۶ - ۱۲ و ۲۴ - ۲۰ | ۸ - ۱۲ و ۳۰ - ۲۴ | ۸ و >۳۰ |
| دمای بیشینه (سانتی‌گراد) | ۲۰ - ۲۵ | ۲۵ - ۳۰ | ۳۰ - ۳۷ | >۳۷ |
| دمای کمینه (سانتی‌گراد) | ۱۰ - ۱۵ | ۷ - ۱۰ | ۴ - ۷ | <۴ |
| بارش (میلی‌متر) | ۴۰۰ ≤ | ۳۰۰ - ۴۰۰ | ۲۰۰ - ۳۰۰ | <۲۰۰ |
| دمای متوسط سالیانه (سانتی‌گراد) | ۱۸ - ۲۵ | ۱۵ - ۱۸ و ۲۵ - ۲۸ | ۱۰ - ۱۵ و ۲۸ - ۳۰ | >۳۰ و <۱۰ |
| دمای بیشینه (سانتی‌گراد) | ۲۰ - ۲۵ | ۲۵ - ۲۸ | ۲۸ - ۳۳ | >۳۳ |
| دمای کمینه (سانتی‌گراد) | ۱۰ - ۱۵ | ۷ - ۱۰ | ۵ - ۷ | <۵ |
| بارش (میلی‌متر) | ≤ ۶۰۰ | ۴۵۰ - ۶۰۰ | ۳۰۰ - ۴۵۰ | <۳۰۰ |

نتایج و بحث

طبق نتایج به دست آمده هیچ یک از مدل‌ها را نمی‌توان به عنوان برترین مدل برای میان‌یابی در تمامی ماه‌ها معرفی کرد (جدول‌های ۴ و ۵) و توصیه می‌شود که در این‌گونه مطالعات که تاکنون اغلب بر اساس میانگین سالانه عوامل مورد مطالعه انجام گرفته‌اند، تمام مدل‌ها برای میان‌یابی دما و بارش در هر ماه، به طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد و میان‌یابی بر پایه برترین مدل انجام شود و لایه نهایی از همپوشانی لایه‌های تولید شده تهیه شود. با این کار از میزان خطا کاسته می‌شود و دقت و صحت برآورد افزایش می‌یابد. همچنین، برای هر یک از عوامل مورد مطالعه در هر ماه، نقشه‌ای در دست خواهد بود که می‌تواند در مطالعات دیگر مورد استفاده قرار گیرد و در فهم وضعیت محدوده مورد مطالعه از دیدگاه هر عامل کمک کند.

نتایج حاصل از میان‌یابی دماهای اصلی و بارش نشان داد که ماه دی با کم‌ترین و ماه مرداد با بیش‌ترین دما، به ترتیب

سردترین و گرم‌ترین ماه‌ها و ماه‌های فروردین و تیر به ترتیب پر بارش‌ترین و کم‌بارش‌ترین ماه‌ها در استان گلستان بودند (جدول ۶). بر اساس مندرجات جدول ۶ با توجه به نیاز دمایی گندم و باقلا (جدول ۳) از دیدگاه دمای کمینه، به نظر می‌رسد که ماه آبان مناسب‌ترین زمان برای کاشت این گیاهان است. ترابی (۱۳۹۰) و محمودان (۱۳۹۳) نیز ماه آبان را به عنوان مناسب‌ترین تاریخ کاشت گندم در محدوده مورد مطالعه از استان گلستان بیان کردند.

از دیدگاه دمای متوسط جهت کشت گندم پاییزه، حدود ۵۹۱۱۱۳ هکتار از اراضی زراعی استان گلستان در طبقه خیلی مناسب و حدود ۱۴۰۹۹۹ هکتار در طبقه نسبتاً مناسب و از دیدگاه بارش نیز ۵۳۸۳۶۶ هکتار از اراضی در طبقه خیلی مناسب، ۱۷۳۵۴۱ هکتار در طبقه نسبتاً مناسب و ۱۹۳۷۶ هکتار در طبقه ضعیف قرار داشتند (شکل ۲).

جدول ۴- ارزیابی صحت مدل‌های بررسی شده در میان‌یابی بارش.

| بارش | | | | مدل | ماه |
|---------|--------|---------|-------|---------------------------|----------|
| MBE | MAE | RMSS | RMSE | | |
| ۰/۳۹۱۰ | ۹/۱۱۹۸ | ۰/۰۲۲۶۷ | ۱۲ | Rational Quadratic | مهر |
| ۰/۱۶۹۷ | ۹/۴۲۶۹ | ۰/۸۸۳۵ | ۱۲/۱۹ | Circular | |
| ۰/۲۱۲۵ | ۹/۳۸۷۸ | ۰/۹۰۸۰ | ۱۲/۲۲ | Spherical | |
| ۰/۴۵۱۰ | ۹/۴۲۳۸ | ۰/۹۴۷۵ | ۱۲/۲۸ | Exponential | |
| ۰/۴۰۳۴ | ۶/۳۵۳۴ | ۰/۸۶۹۳ | ۸/۷۸۸ | Rational Quadratic | آبان |
| ۰/۴۶۷۵ | ۶/۵۷۰۸ | ۰/۹۲۰۶ | ۸/۸۸ | J-Bassel | |
| ۰/۵۰۶۳ | ۶/۷۳۴۲ | ۰/۹۰۶۶ | ۹/۱۹ | K-Bassel | |
| ۰/۳۳۷۹ | ۶/۷۳۱۱ | ۰/۹۲۵۲ | ۹/۱۷۳ | Circular | |
| ۰/۵۹۴۳ | ۵/۴۳۵۵ | ۰/۹۲۵۲ | ۷/۰۶ | Tetra Spherical | آذر |
| ۰/۶۱۹۰ | ۵/۴۴۱۷ | ۰/۹۱۱۸ | ۷/۰۶۷ | Penta Spherical | |
| ۰/۱۴۷۳ | ۵/۴۳۸۸ | ۰/۷۵۱۴ | ۷/۰۸ | Exponential | |
| ۰/۱۰۶۲ | ۵/۶۹۴۳ | ۱/۰۱ | ۷/۴۵۱ | Hole Effect | |
| ۰/۱۵۹۳ | ۳/۸۱۲۲ | ۱/۰۴۱ | ۴/۷۵۹ | J-Bassel | دی |
| ۰/۱۸۸۸ | ۳/۸۰۰۹ | ۱/۰۸۴ | ۴/۸۰۶ | Hole Effect | |
| ۰/۱۷۱۸ | ۴/۰۳۶۳ | ۱/۰۰۵ | ۵/۰۳۸ | Gaussian | |
| ۱/۰۰۷۲۱ | ۷/۹۴۰۰ | ۴/۴۲۴ | ۹/۷۵ | Rational Quadratic | |
| ۰/۱۰۲۰ | ۷/۴۱۳۶ | ۱/۰۰۴ | ۹/۰۹۷ | Exponential | بهمن |
| ۰/۰۷۴۷ | ۷/۸۰۶۳ | ۰/۹۴۸۷ | ۹/۵۰۲ | Penta Spherical | |
| ۰/۰۵۸۸ | ۷/۸۶۱۷ | ۰/۹۴۱۸ | ۹/۵۵۵ | Tetra Spherical | |
| ۰/۰۷۳۰ | ۸/۲۶۱۰ | ۱/۰۱۵ | ۱۰/۱۴ | Hole Effect | |
| ۰/۳۸۷۴ | ۷/۳۵۷۰ | ۱/۱۳ | ۹/۶۵۵ | Exponential | اسفند |
| ۰/۱۹۶۳ | ۶/۷۶۲۰ | ۰/۹۱۴ | ۹/۶۵۹ | Stable | |
| ۰/۳۰۸۹ | ۷/۲۱۳۷ | ۱/۰۰۶ | ۹/۸۰۲ | Circular | |
| ۰/۳۰۳۷ | ۷/۱۸۱۴ | ۱/۰۱۶ | ۹/۸۰۳ | Spherical | |
| ۰/۰۸۲۵ | ۶/۹۰۵۵ | ۰/۸۶۵۴ | ۸/۷۶۵ | Hole Effect | فروردین |
| ۰/۱۵۲۹ | ۶/۱۶۴۹ | ۰/۸۶۵۸ | ۹/۰۴۱ | J-Bassel | |
| ۰/۴۲۴۸ | ۶/۷۴۷۶ | ۰/۷۹۶ | ۹/۰۱۸ | K-Bassel | |
| ۰/۲۹۳۵ | ۷/۸۹۳۰ | ۱/۰۸۱ | ۱۰/۱۱ | Exponential | |
| ۰/۳۴۳۱ | ۶/۰۷۰ | ۰/۷۶۳۷ | ۷/۷۲۸ | Hole Effect | اردیبهشت |
| ۰/۲۶۴۸ | ۶/۵۰۷۵ | ۰/۷۵۳۷ | ۸/۰۴۴ | J-Bassel | |
| ۰/۰۱۵۳ | ۷/۰۶۶۷ | ۰/۸۸۸۵ | ۸/۹۸ | Stable | |
| ۰/۰۵۵۵ | ۷/۱۸۶۹ | ۰/۸۸۷۸ | ۹/۰۹۱ | Rational Quadratic | |
| ۰/۴۵۶۲ | ۴/۴۶۲۸ | ۰/۵۳۷۸ | ۵/۸۹۷ | J-Bassel | خرداد |
| ۰/۶۳۷۷ | ۴/۶۳۹۴ | ۰/۴۵۱۴ | ۶/۰۱۹ | K-Bassel | |
| ۰/۵۷۳۷ | ۴/۶۲۴۳ | ۰/۴۴۵۴ | ۶/۰۶۱ | Stable | |
| ۰/۷۲۴۳ | ۵/۹۲۱۸ | ۰/۷۰۸۹ | ۷/۲۵ | Rational Quadratic | |
| ۰/۴۳۷۰ | ۴/۸۱۰۷ | ۰/۷۵۰۱ | ۶/۰۱۷ | Hole Effect | تیر |
| ۰/۲۰۳۶ | ۴/۵۹۸۱ | ۰/۷۶۹ | ۶/۰۲۸ | J-Bassel | |
| ۰/۲۲۸۷ | ۴/۶۰۵۳ | ۰/۷۶۶۴ | ۶/۰۳۸ | Gaussian | |
| ۰/۲۸۰۲ | ۴/۹۳۶۶ | ۰/۷۳۳ | ۶/۴۵۲ | Exponential | |
| ۰/۲۳۷۳ | ۳/۶۴۲۳ | ۰/۸۲۳۹ | ۴/۶۷۷ | Hole Effect | مرداد |
| ۰/۱۴۸۷ | ۳/۶۹۷۸ | ۰/۷۷۹۳ | ۴/۷۶۶ | Gaussian | |
| ۰/۲۷۲۳ | ۳/۷۳۵۸ | ۰/۸۳۳۸ | ۴/۷۶۸ | Penta Spherical | |
| ۰/۳۸۷۷ | ۳/۸۴۴۸ | ۰/۸۲۴۵ | ۴/۸۷۹ | Exponential | |
| ۰/۴۶۹۹ | ۷/۸۴۲۴ | ۰/۷۷۷۲ | ۱۰/۳ | Gaussian | شهریور |
| ۰/۶۴۱۶ | ۸/۸۸۹۰ | ۰/۸۶۹۹ | ۱۰/۳۵ | Hole Effect | |
| ۰/۴۷۱۳ | ۷/۹۳۰۴ | ۰/۷۹۷۶ | ۱۰/۳۶ | K-Bassel | |
| ۰/۶۰۷۸ | ۸/۶۰۶۱ | ۰/۸۴۹۴ | ۱۱/۵۷ | Exponential | |

* در هر ماه، سه مدل اول، به ترتیب برترین مدل و آخرین مدل، نامناسب‌ترین مدل در بین مدل‌های بررسی شده بودند.

جدول ۵- ارزیابی صحت مدل‌های بررسی شده در میان‌یابی دماهای اصلی.

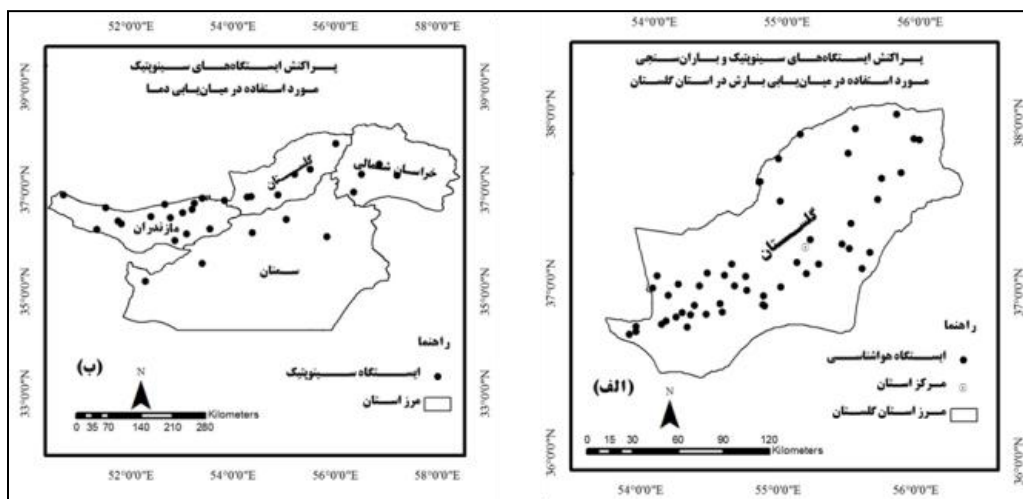
| دمای بیشینه | | | | | دمای متوسط | | | | | دمای کمینه | | | | | ماه |
|-------------|--------|---------|-------|-----------------------|------------|--------|--------|-------|----------------------------|------------|--------|---------|--------|-----------------------|----------|
| MBE | MAE | RMSS | RMSE | مدل | MBE | MAE | RMSS | RMSE | مدل | MBE | MAE | RMSS | RMSE | مدل | |
| -۰/۲۱۲۴ | ۱/۶۵۶۱ | ۱/۵۱۴ | ۲/۲۹۱ | Gaussian | -۰/۱۹۲۰ | ۱/۰۸ | ۰/۷۳۳۵ | ۲/۹۰۸ | Circular | -۰/۱۰۰۵ | ۱/۰۲ | ۱/۲۶۳ | ۲/۷۹۵ | K-bassel | مهر |
| -۰/۴۰۶۶ | ۱/۷۲۲۷ | -۰/۷۰۴۳ | ۲/۳۱۳ | K-bassel | -۰/۱۸۴۲ | ۱/۱۰۰۷ | ۰/۷۱۶ | ۲/۹۳۴ | Spherical | -۰/۰۹۲ | ۱/۰۰۴ | -۰/۷۶۲۴ | ۲/۸۸۶ | Circular | |
| -۰/۵۹۲۵ | ۱/۸۶۱۳ | -۰/۷۱۷ | ۲/۵۴۵ | Rational Quadratic | -۰/۲۰۷۴ | ۱/۱۱۸۸ | ۰/۷۱۹۷ | ۲/۹۹۴ | TetraSpherical | -۰/۱۱۵ | ۱/۰۳۲ | -۰/۶۷۱۲ | ۳/۰۱۲ | Spherical | |
| -۰/۵۲۰۹ | ۱/۹۹۲۹ | -۰/۵۱۰۴ | ۲/۶۸۵ | Circular | -۰/۳۱۳۹ | ۱/۵۹۵۱ | ۲/۱۷ | ۴/۴۵۶ | Rational Quadratic | -۰/۰۸۲ | ۱/۴۷۳ | ۱/۸۱۷ | ۴/۵۵ | Hole Effect | |
| -۰/۴۱۱۴ | ۲/۰۶۳۲ | -۰/۸۵۲۶ | ۲/۵۷۹ | Stable | -۰/۳۲۵ | ۲/۱۶۵ | ۰/۷۰۹ | ۲/۶۰۸ | J-bassel | -۰/۱۶۳ | ۱/۴۹۴ | -۰/۸۷۶ | ۱/۷۱ | J-bassel | آبان |
| -۰/۴۳۰۴ | ۲/۱۵۸۴ | -۰/۶۷۰۲ | ۲/۶۹۸ | Circular | -۰/۳۸۶ | ۲/۴۴۵ | ۱/۱۹۰ | ۲/۷۳۵ | Spherical | -۰/۲۱۸ | ۱/۳۸۵ | -۰/۶۸۶ | ۱/۷۲۹ | Spherical | |
| -۰/۴۷۱۶ | ۲/۲۶۹۷ | -۰/۸۰۳۵ | ۲/۷۹۱ | J-bassel | -۰/۲۴۶ | ۲/۳۲۴ | ۱/۱۹۰ | ۲/۸۲۲ | Stable | -۰/۲۰۳ | ۱/۳۴۹ | -۰/۸۴۱ | ۱/۷۵۲ | Stable | |
| ۵/۸۴۱۷ | ۱۰/۸۸ | ۵/۷۶۷ | ۲۵/۵۳ | Hole Effect | -۰/۸۷۴ | ۳/۵۱۱ | ۶/۰۲۹ | ۵/۳۲۹ | Gaussian | -۰/۳۴۷ | ۱/۶۸۴ | ۳/۱۵۸ | ۲/۱۵۷ | Gaussian | |
| -۰/۱۸۸۷ | ۱/۷۰۳۳ | -۰/۷۵۵ | ۲/۰۳۹ | Circular | -۰/۱۳۷ | ۱/۵۲۹ | ۰/۷۲۱ | ۱/۸۰۴ | J-bassel | -۰/۱۸۵ | ۱/۷۳۲ | ۱/۲۶۲ | ۲/۳۳۲ | J-bassel | آذر |
| -۰/۱۹۶۴ | ۱/۷۷۲۷ | -۰/۷۶۳ | ۲/۱۲۲ | Spherical | -۰/۲۰۹ | ۱/۸۱۵ | ۰/۸۶۱ | ۲/۲۵۳ | Spherical | -۰/۳۶۹ | ۱/۸۹۲ | ۱/۱۰۶ | ۲/۴۴ | Stable | |
| -۰/۰۱۳۷ | ۱/۷۶۷۲ | -۰/۷۳۲ | ۲/۱۲۸ | J-bassel | -۰/۲۶۳ | ۱/۸۲۲ | ۱/۰۲۳ | ۲/۳۹۱ | Stable | -۰/۳۶۶ | ۱/۹۸۳ | ۱/۵۱۸ | ۲/۴۴۶ | Spherical | |
| -۰/۴۶۸ | ۲/۴۶۶۸ | ۱/۶۲۶ | ۲/۸۷۶ | Rational Quadratic | -۰/۷۰۷ | ۲/۸۱۲ | ۳/۳۶۲ | ۴/۰۴۳ | Rational Quadratic | -۰/۳۲۶ | ۲/۲۰۰ | ۳/۰۵۴ | ۲/۷۲۳ | Rational Quadratic | |
| -۰/۳۷۶۲ | ۲/۰۱۷ | -۰/۷۹۲ | ۲/۶۸۵ | Circular | -۰/۲۷۳ | ۱/۶۴۷ | -۰/۴۷۲ | ۲/۱۲۸ | Exponential | -۰/۱۴۵ | ۱/۴۰۷ | ۱/۱۰۲ | ۲/۰۱۳ | Spherical | دی |
| -۰/۳۷۸۴ | ۲/۰۲۸۵ | ۰/۸۴ | ۲/۷ | Rational Quadratic | -۰/۲۷۳ | ۱/۵۸۲ | ۰/۸۱۴ | ۲/۱۵۴ | Hole Effect | -۰/۱۴۵ | ۱/۴۰۷ | ۱/۲۴۰ | ۲/۱۱ | J-bassel | |
| -۰/۳۵۵۷ | ۲/۰۲۷۹ | -۰/۷۹۷ | ۲/۷۲۹ | Exponential | -۰/۳۴۴ | ۱/۶۷۷ | -۰/۶۹۸ | ۲/۱۸۵ | Circular | -۰/۰۲۷ | ۱/۴۴۷ | ۱/۲۵۸ | ۲/۱۱۷ | Stable | |
| -۰/۳۰۴۴ | ۲/۰۹۹۹ | -۰/۸۵۴ | ۲/۸۵ | J-bassel | -۰/۲۶۸ | ۲/۳۷۸ | ۱/۸۶۰ | ۲/۹۶۳ | J-bassel | -۰/۰۸۸ | ۱/۴۵۵ | ۱/۲۵۸ | ۲/۱۶ | Rational Quadratic | |
| -۰/۶۷۳۵ | ۲/۹۳۳۶ | ۰/۷۷ | ۴/۰۴۷ | Hole Effect | -۰/۰۱۱ | ۲/۱۱۹ | ۲/۰۴۷ | ۲/۹۹۳ | J-bassel | -۰/۱۲۷ | ۱/۹۳۶ | ۱/۲۶۸ | ۲/۴۳۸ | Stable | بهمن |
| -۰/۶۸۵۷ | ۲/۹۸۶۶ | -۰/۷۴۶ | ۴/۱۲ | Circular | -۰/۰۹۹ | ۲/۱۵۷ | ۱/۴۱۴ | ۳/۰۳۰ | K-bassel | -۰/۱۲۶ | ۱/۹۶۵ | ۱/۲۵۳ | ۲/۴۴۸ | Spherical | |
| -۰/۶۰۳۱ | ۳/۰۱۵۹ | ۰/۷۱ | ۴/۱۹ | Exponential | -۰/۰۱۸ | ۲/۰۶۲ | ۱/۷۳۱ | ۳/۱۳۲ | Stable | -۰/۱۲۴ | ۱/۹۹۴ | ۱/۲۴۹ | ۲/۴۶۲ | J-bassel | |
| -۰/۶۹۲۱ | ۳/۲۳۴۸ | -۰/۸۶۶ | ۴/۴۹۱ | Rational Quadratic | -۰/۰۰۹ | ۲/۰۸۶ | ۱/۷۲۴ | ۳/۱۶۳ | Spherical | -۰/۱۱۹ | ۲/۰۴۵ | ۱/۲۷۲ | ۲/۴۹ | Hole Effect | |
| -۰/۹۹۵۳ | ۲/۷۴۴۵ | -۰/۹۷۵ | ۳/۹۶۳ | Circular | -۰/۴۳۱ | ۱/۵۸۲ | ۴/۴۰۵ | ۲/۱۸۲ | Gaussian | -۰/۵۶۶ | ۱/۵۵۰ | ۲/۵۰۰ | ۲/۳۳۹ | J-bassel | اسفند |
| -۱/۰۰۰۹ | ۲/۷۵۹۸ | -۰/۹۶۶۴ | ۳/۹۸۵ | Spherical | -۰/۲۲۸ | ۱/۳۱۹ | ۰/۵۴۲ | ۲/۱۸۹ | Stable | -۰/۵۹۶ | ۱/۳۷۶ | ۱/۶۸۸ | ۲/۴۰۸ | Rational Quadratic | |
| -۱/۰۰۰۲ | ۲/۷۶۰۵ | -۰/۹۶۲ | ۳/۹۸۴ | TetraSpherical | -۰/۳۳۳ | ۱/۲۱۷ | ۰/۸۰۰ | ۲/۳۲۹ | Spherical | -۰/۴۴۵ | ۱/۱۲۵ | -۰/۹۳۲ | ۲/۴۵۷ | Stable | |
| -۱/۰۲۳۵ | ۲/۸۷۱۳ | -۰/۸۳۷ | ۴/۱۲۵ | Exponential | -۰/۲۸۲ | ۱/۲۷۴ | ۰/۸۶۰ | ۲/۴۵۴ | J-bassel | -۰/۶۹۳ | ۱/۵۸۹ | ۱/۲۷۹ | ۲/۵۹۲ | Gaussian | |
| -۱/۰۴۱۶ | ۲/۵۹۴۶ | -۰/۸۹۶ | ۴/۱۹ | J-bassel | -۰/۰۸۹ | ۰/۸۷۷ | ۰/۹۳۷ | ۱/۱۵۱ | Gaussian | -۰/۰۹۴ | -۰/۷۷۴ | -۰/۵۹۱ | -۰/۹۷۸ | J-bassel | فروردین |
| -۱/۱۴۳۸ | ۲/۸۴۹۲ | -۰/۹۳۶ | ۴/۶۰۱ | Spherical | -۰/۰۶۷ | ۰/۹۴۶ | ۰/۹۳۶ | ۱/۲۲۸ | Stable | -۰/۰۸۸ | -۰/۷۷۲ | -۰/۵۳۸ | -۰/۹۹ | Spherical | |
| -۱/۱۴۴۷ | ۲/۸۵۱۹ | -۰/۹۳۴ | ۴/۶۰۴ | Tetra | -۰/۰۶۴ | ۰/۹۶۴ | ۰/۹۶۷ | ۱/۲۵۱ | J-bassel | -۰/۰۹۴ | -۰/۷۶۶ | -۰/۵۶۵ | -۰/۹۹۳ | Stable | |
| -۱/۳۰۷۰ | ۲/۹۵۸۰ | ۱/۳۶۲ | ۵/۰۱ | Gaussian | -۰/۱۱۱ | ۰/۹۸۷ | ۰/۹۱۹۶ | ۱/۲۸۹ | Spherical | -۰/۱۰۵ | -۰/۸۰۱ | -۰/۵۳۵ | ۱/۰۵۱ | Gaussian | |
| -۱/۰۱۰۱ | ۲/۵۴۹۷ | -۰/۹۵۹ | ۴/۰۷۱ | J-bassel | -۰/۲۷۱ | ۲/۲۷۱ | ۱/۱۷۹ | ۳/۲۹۷ | Penta Spherical | -۰/۱۶۶ | ۱/۳۲۲ | -۰/۷۸۸ | ۱/۶۱۳ | Stable | اردیبهشت |
| -۱/۰۹۸۵ | ۲/۷۷۲۷ | -۰/۹۴۷۳ | ۴/۴۷۷ | TetraSpherical | -۰/۲۴۲ | ۱/۷۲۵ | ۱/۱۷۲ | ۳/۳۵۴ | J-bassel | -۰/۱۹۴ | ۱/۳۶۵ | -۰/۹۷۸ | ۱/۶۳۵ | J-bassel | |
| -۱/۰۹۵۷ | ۲/۷۷۲۴ | -۰/۹۵۱۵ | ۴/۴۳۲ | Spherical | -۰/۴۷۰ | ۲/۳۷۵ | ۱/۲۹۴ | ۳/۳۵۵ | Stable | -۰/۱۶۰ | ۱/۳۴۳ | -۰/۷۶۶ | ۱/۶۳۹ | Spherical | |
| -۱/۱۵۰۳ | ۳/۰۲۱۴ | ۱/۶۷۲ | ۴/۵۵۴ | K-bassel | -۰/۴۴۳ | ۲/۳۸۹ | ۱/۲۶۷ | ۳/۳۳۳ | Spherical | -۰/۲۳۶ | ۱/۳۸۴ | -۰/۸۵۲ | ۱/۸۸ | Penta | |

| Spherical | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|-------|--------------------|---------|--------|--------|-------|--------------------|---------|--------|--------|-------|--------------------|--------|
| -۰/۶۹۸۶ | ۲/۵۹۷ | ۰/۹۷۳۹ | ۳/۵۷۵ | J-bassel | -۰/۱۷۲ | ۲/۳۰۷ | ۱/۰۵۲ | ۲/۸۳۵ | Spherical | -۰/۳۰۴ | ۱/۵۱۴ | ۰/۸۴۲ | ۲/۰۵۲ | J-bassel | خرداد |
| -۰/۷۳۸۲ | ۲/۷۰۴۳ | ۱/۰۶۸ | ۳/۷۲۶ | Stable | -۰/۱۴۶ | ۲/۴۹۶ | ۱/۰۵۸ | ۲/۹۸۲ | Stable | -۰/۲۸۷ | ۱/۵۱۰ | ۰/۸۷۳ | ۲/۰۶۶ | Spherical | |
| -۰/۷۳۲۶ | ۲/۷۰۹۷ | ۱/۰۸۳ | ۳/۷۲۸ | K-bassel | ۲/۴۹۶ | ۲/۵۴۲ | ۱/۰۳۰ | ۳/۰۴۳ | J-bassel | -۰/۲۵۵ | ۱/۵۵۵ | ۰/۹۸۵ | ۲/۰۷۲ | Stable | |
| -۰/۷۸۷۷ | ۲/۹۲۵۶ | ۱/۴۴۵ | ۳/۸۸۵ | Rational Quadranic | -۰/۲۴۰ | ۲/۵۹۶ | ۱/۱۰۸ | ۳/۱۳۹ | Hole Effect | ۰/۰۳۸ | ۱/۹۷۱ | ۰/۹۷۳ | ۲/۴۰۴ | Penta spherical | |
| -۰/۰۹۵۳ | ۰/۹۳۸۸ | ۰/۹۱۰۵ | ۲/۸۵۷ | Stable | -۰/۰۲۶۶ | ۱/۲۴۱۱ | ۰/۹۱۵۲ | ۳/۳۱۷ | Stable | -۰/۰۶۰ | ۰/۸۶۵۶ | ۰/۸۱۵۵ | ۲/۲۶۳ | Hole Effect | تیر |
| -۰/۰۷۸۶ | ۰/۹۳۰۴ | ۰/۸۸۰۵ | ۲/۸۶ | K-bassel | -۰/۰۲۶۶ | ۱/۲۴۱۴ | ۰/۹۱۵۷ | ۳/۳۱۹ | K-bassel | -۰/۰۰۶۸ | ۰/۹۴۱۶ | ۰/۸۳۴۶ | ۲/۳۸۲ | J-bassel | |
| -۰/۰۴۶۲ | ۰/۹۱۶۰ | ۰/۸۸۲۶ | ۲/۸۷۳ | J-bassel | -۰/۰۳۹۹ | ۱/۲۴۷۵ | ۰/۹۳۵۴ | ۳/۳۳۵ | J-bassel | ۰/۰۱۹ | ۰/۹۵۳۸ | ۰/۸۱۷۶ | ۲/۴۲۱ | K-bassel | |
| -۰/۱۲۲۲ | ۰/۹۷۰۷ | ۱/۰۴ | ۲/۹۰۵ | Rational Quadranic | -۰/۰۸۲ | ۱/۲۷۰۸ | ۰/۹۵۱۳ | ۳/۳۷۷ | Hole Effect | ۰/۰۳۹ | ۱/۰۳۴ | ۰/۸۸۲۹ | ۲/۶۶۳ | Gaussian | |
| ۰/۰۱۸۱ | ۰/۷۷۸۸ | ۰/۸۴۵ | ۲/۰۹ | Spherical | -۰/۱۰۳ | ۰/۹۷۱۲ | ۰/۸۴۱ | ۲/۵۵۶ | J-bassel | ۰/۰۱۹۷ | ۰/۷۹۱۷ | ۰/۶۹۹۳ | ۲/۱۰۱ | Circular | مرداد |
| ۰/۰۴۸۸ | ۰/۸۰۱۹ | ۰/۸۷۰۸ | ۲/۱۳۶ | TetraSpherical | -۰/۰۰۱۶ | ۰/۹۸۳۳ | ۰/۸۷۷۷ | ۲/۵۷۵ | Hole Effect | ۰/۰۴۲۵ | ۰/۸۴۱۵ | ۰/۷۰۲۹ | ۲/۲۰۶ | Spherical | |
| -۰/۰۱۷۳ | ۰/۸۳ | ۰/۸۱۴۷ | ۲/۱۵۷ | Hole Effect | ۰/۰۲۴۵ | ۱/۰۰۴ | ۰/۹۱۱۴ | ۲/۶۵۷ | Gaussian | ۰/۰۵۵ | ۰/۹۰۴ | ۰/۷۸۹۲ | ۲/۳۶۱ | J-bassel | |
| ۰/۰۴۶۴ | ۰/۸۰۸۵ | ۰/۸۲۵۶ | ۲/۲۱۷ | Stable | ۰/۰۵۳ | ۱/۰۰۷ | ۰/۹۷۹۴ | ۲/۷۴۲ | Penta spherical | ۰/۱۳ | ۰/۹۴۳۷ | ۱/۰۰۱ | ۲/۴۱۱ | Rational Quadranic | |
| ۰/۰۷۸۴ | ۰/۷۵۷۴ | ۱/۵۱۴ | ۲/۲۹۱ | Gaussian | ۰/۱۰۸۸ | ۰/۹۰۳۳ | ۰/۰۹۰۲ | ۲/۴۱۷ | J-bassel | ۰/۷۵۱ | ۰/۸۷۶۰ | ۰/۶۱۵۴ | ۲/۴۳۶ | Stable | شهریور |
| ۰/۱۵۱۷ | ۰/۷۵۳۴ | ۰/۶۶۶۴ | ۲/۱۳۷ | Stable | -۰/۰۹۲ | ۰/۹۳۱۹ | ۱/۲۴۹ | ۲/۶۲۶ | Hole Effect | ۰/۱۰۱ | ۰/۸۹۲۵ | ۰/۵۳۲۳ | ۲/۴۹۸ | Circular | |
| ۰/۱۴۰۷ | ۰/۷۸۴۴ | ۰/۵۹۹۱ | ۲/۲۰۹ | Spherical | ۰/۰۵۷ | ۱/۰۲۵ | ۱/۴۶۸ | ۲/۶۸۹ | Gaussian | ۰/۱۱۲۱ | ۰/۹۰۴۵ | ۰/۵۱۹ | ۲/۵۲۳ | Spherical | |
| ۰/۱۷۸۱ | ۰/۸۳۲۰ | ۰/۵۷۶۹ | ۲/۴۵۲ | Exponential | ۰/۳۰۶۵ | ۱/۶۷۳۹ | ۳/۱۷۷ | ۴/۶۸۵ | Rational Quadranic | -۰/۲۶ | ۲/۰۳۶ | ۱/۷۷۵ | ۵/۱۳۵ | Hole Effect | |

در هر ماه، سه مدل اول، به ترتیب برترین مدل و آخرین مدل، نامناسب ترین مدل در بین مدل های بررسی شده بودند.

جدول ۶- میانگین بارش و دماهای اصلی به تفکیک ماه‌های سال در استان گلستان.

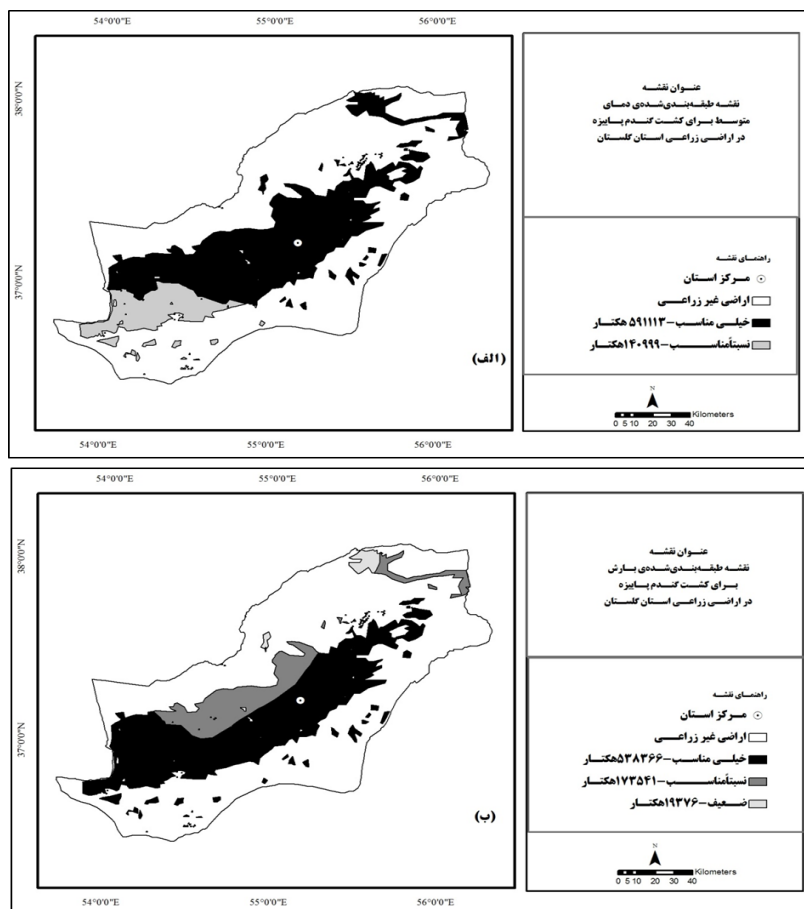
| ماه | میانگین | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|-----------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|-------|-------|-------|--------|
| بارش (میلی‌متر) | ۳۷/۲۵ | ۴۵/۸۴ | ۵۲/۷۴ | ۴۰/۳۲ | ۵۸/۳۱ | ۵۹/۱۵ | ۵۹/۷۸ | ۳۹/۰۲ | ۲۲/۲۷ | ۲۰/۱۸ | ۲۱/۲۰ | ۲۸/۵۹ | |
| دمای کمینه (سانتی‌گراد) | ۱۹/۵۰ | ۷/۹۳ | ۴/۱۶ | ۲/۰۹ | ۴/۱۸ | ۶/۹۲ | ۱۰/۶۵ | ۱۲/۲۵ | ۱۷/۶۹ | ۲۲/۸۴ | ۲۳/۱۲ | ۱۹/۹۱ | |
| دمای متوسط (سانتی‌گراد) | ۲۳/۵۸ | ۱۷/۷۳ | ۸/۸۵ | ۷/۰۵ | ۹/۷۳ | ۱۱/۹۷ | ۱۶/۱۸ | ۱۸/۱۶ | ۲۰/۸۴ | ۲۶/۱۹ | ۲۶/۷۸ | ۲۴/۴۲ | |
| دمای بیشینه (سانتی‌گراد) | ۲۴/۶۶ | ۱۹/۱۵ | ۱۴/۱۱ | ۱۲/۳۳ | ۱۳/۹۱ | ۱۷/۷۰ | ۲۱/۸۲ | ۲۷/۷۰ | ۳۲/۵۴ | ۳۳/۹۳ | ۳۳/۹۹ | ۳۰/۲۹ | |



شکل ۱- پراکنش ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی مورد استفاده در میان‌یابی بارش (الف) و دماهای اصلی (ب).

طبقه خیلی مناسب، ۳۰۱۳۸۸ هکتار در طبقه نسبتاً مناسب،
 ۲۸۹۵۵۹ هکتار در طبقه ضعیف و ۱۹۷۶۱ هکتار در طبقه
 نامناسب قرار داشتند (شکل ۳).

بر اساس نتایج به دست آمده از دیدگاه دمای متوسط
 جهت کشت باقلا، ۲۹۶۶۵۷ هکتار از اراضی زراعی در طبقه
 خیلی مناسب و ۴۳۷۰۵۳ هکتار در طبقه نسبتاً مناسب قرار
 داشتند. از دیدگاه بارش نیز ۱۲۰۳۴۰ هکتار از اراضی در



شکل ۲- نقشه طبقه‌بندی شده دمای متوسط (الف) و بارش (ب) برای کشت گندم پاییزه در محدوده اراضی زراعی استان گلستان.

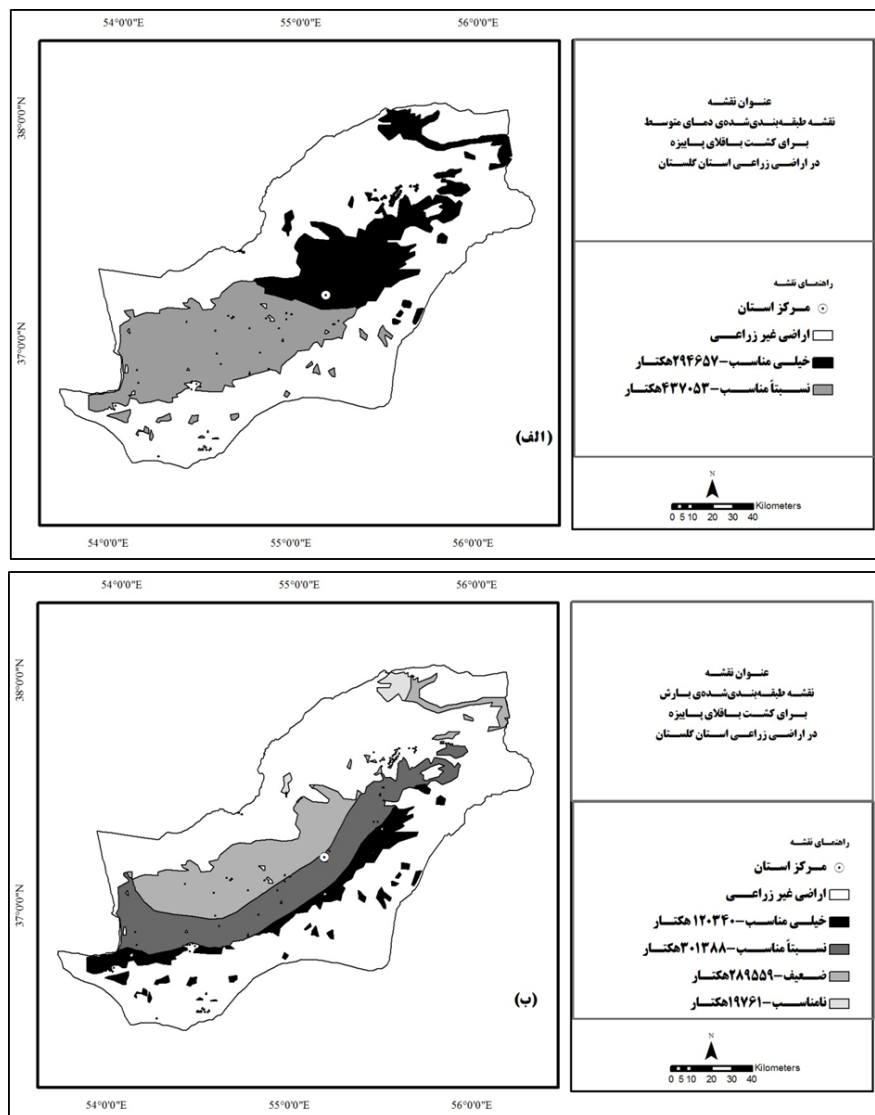
خراسان شمالی نزدیک‌تر می‌شویم از رطوبت هوا، پوشش گیاهی و تشکیل ابر کاسته می‌شود. همچنین، نتایج نشان داد که از سمت غرب به شرق بر کیفیت اراضی از دیدگاه دمای متوسط برای کشت گندم و باقلای پاییزه افزوده می‌شود که این روند مخالف روند تغییرات تناسب بارش برای این گیاهان است. اختلاف اندک در حداقل، حداکثر و مقدار کم انحراف از معیار در دماهای اصلی نسبت به بارش (جدول ۷) نشان داد که دامنه اختلاف مقدار بارش استان از دمای آن بسیار بیش‌تر است و در واقع یکنواختی بالایی در دمای استان مشاهده می‌شود.

روی هم‌گذاری لایه‌های دماهای اصلی و بارش برای گندم و باقلای پاییزه نشان داد که از سمت غرب به شرق و جنوب به شمال از کیفیت تناسب اراضی برای کشت این

نتایج حاصل از میان‌یابی نشان داد که اراضی زراعی استان گلستان از دیدگاه دمای کمینه و بیشینه برای کشت گندم و باقلای پاییزه محدودیت ندارد و کل پهنه اراضی زراعی از دیدگاه دمای کمینه و بیشینه جهت کشت این گیاهان در طبقه خیلی مناسب قرار داشت. نتایج حاکی از این بود که از جنوب به سمت شمال و همچنین، از غرب به سمت شرق استان از میزان بارش کاسته می‌شود که شدت این کاهش از جنوب به سمت شمال بیش‌تر است. کاهش ارتفاع استان از جنوب به سمت شمال می‌تواند یکی از دلایل این امر باشد. علت کاهش میزان بارش از سمت غرب به شرق استان شاید فاصله گرفتن از دریای خزر و نزدیک شدن به استان‌های خشک سمنان و خراسان شمالی و نبود کوهستان است که هر چه از دریای خزر به سمت استان

به شمال کاسته می‌شود. نتایج کلی حاکی از این بود که با توجه به نیازهای اقلیمی گندم و باقلای پاییزه، قابلیت اراضی زراعی برای کشت گندم بیشتر از باقلا است و ممکن است که این امر یکی از دلایل سطح کشت بیشتر گندم نسبت به باقلا در استان باشد.

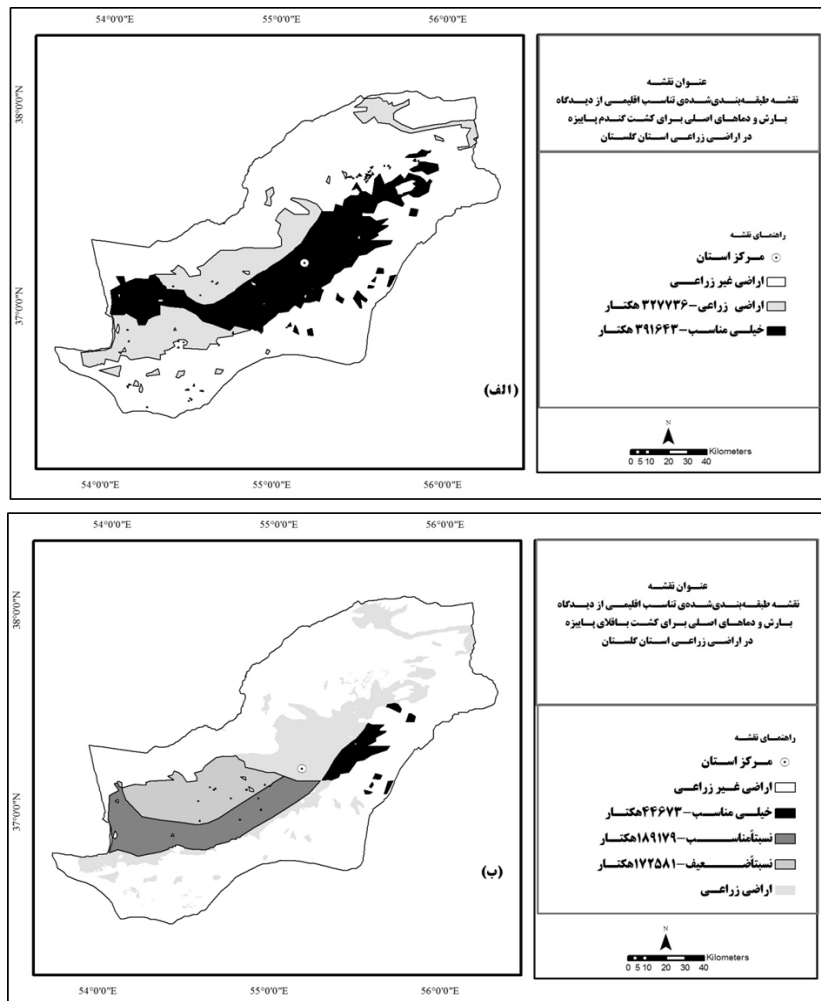
گیاهان کاسته می‌شود که با نتایج کاظمی پشت مساری و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت داشت. ایشان در مطالعه‌ای با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، اراضی کشاورزی استان گلستان را جهت کشت کلزا پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی کردند. طبق نتایج ایشان از استعداد اراضی کشاورزی برای کشت کلزا از سمت غرب به شرق و جنوب



شکل ۳- نقشه طبقه‌بندی شده دمای متوسط (الف) و بارش (ب) برای کشت باقلای پاییزه در محدوده اراضی زراعی استان گلستان.

جدول ۷- خلاصه‌های آماری دماهای اصلی و بارش سالیانه در محدوده اراضی زراعی استان گلستان.

| بارش (میلی‌متر) | دمای بیشینه (سانتی‌گراد) | دمای متوسط (سانتی‌گراد) | دمای کمینه (سانتی‌گراد) | |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| ۷۵۰ | ۲۵ | ۱۹ | ۱۴ | حداکثر |
| ۲۵۹ | ۲۰ | ۱۵ | ۱۰ | حداقل |
| ۴۸۰ | ۲۳ | ۱۷ | ۱۲ | میانگین |
| ۱۰۴ | ۰/۸۱ | ۱/۱۴ | ۰/۶ | انحراف از معیار |
| ۲۱ | ۳/۵ | ۶/۷ | ۵ | ضریب تغییر (%) |



شکل ۴- نقشه طبقه‌بندی شده تناسب اقلیمی از دیدگاه دماهای اصلی و بارش برای کشت گندم (الف) و باقلای (ب) پاییزه در اراضی زراعی استان گلستان.

محدوده از اراضی، اراضی زراعی حاصل‌خیز استان را تشکیل می‌دهند که سایر محصولات پاییزه مانند سیب‌زمینی، جو، کلزا و باقلا نیز در این مناطق کشت می‌شوند. وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۰) سطح زیر کشت باقلا در استان را

با توجه به آمار وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۰) سطح زیر کشت گندم استان گلستان معادل ۴۰۹۱۹۵ هکتار گزارش شده است که با مساحت طبقات خیلی مناسب و نسبتاً مناسب جهت کشت این گیاه مطابقت دارد. این

اطلاعات جغرافیایی جهت کاهش در هزینه و زمان و تسریع در سیاست‌گذاری‌ها توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

تهیه نقشه پهنه‌بندی اقلیمی گیاهان گندم و باقلا با استفاده از GIS نشان‌گر توانایی بالای این رهیافت سیستمیک در ترکیب و تولید اطلاعات مکانی با لحاظ کردن داده‌های توصیفی است که می‌تواند به مدیران و برنامه‌ریزان در پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری‌های درست و دقیق کمک کند. در این پژوهش در بین عوامل مورد بررسی، عامل بارش و دمای متوسط بیش‌ترین تاثیر را در تعیین مناطق مناسب برای کشت گیاهان مذکور داشتند. دماهای بیشینه و کمینه در کل اراضی زراعی استان مناسب تشخیص داده شد و هیچ‌گونه محدودیتی برای رشد این محصولات نداشتند. با نگاهی به وضعیت کشاورزی استان گلستان و اهمیت بالای آن در تولید محصولات اساسی کشاورزی در کشور، حفظ این جایگاه نیازمند حفظ منابع محیطی و استفاده متناسب از اراضی (سرزمین) است. استفاده از نتایج این ارزیابی می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و محلی مانند تنظیم الگوی کشت و تدوین تناوب زراعی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اهمیت داده‌های اقلیمی در کشاورزی و انجام پروژه‌های تحقیقاتی در این زمینه با هدف استفاده بهینه از سرزمین، متأسفانه استان گلستان از تعداد ایستگاه‌های سینوپتیک کافی برخوردار نیست و ایستگاه‌های موجود نیز با پراکنش مناسب و با توجه به تنوع شرایط اقلیمی استان بنا نهاده نشده‌اند. امید است که در سیاست‌گذاری‌های دولتی این موضوع مهم شناخته شود و جهت انجام مطالعات دقیق‌تر، اقدامات لازم صورت پذیرد.

معادل ۵۰۰۰ هکتار گزارش کرد که بسیار کم‌تر از مساحت طبقه مناسب جهت کشت این گیاه است. علت این امر می‌تواند عدم رعایت تناوب زراعی منظم و از پیش تعیین شده باشد که به علت برداشت هم‌زمان مزارع باقلا و فراوانی آن در بازار و عدم خرید تضمینی محصول این گیاه توسط دولت، قیمت این محصول افت شدیدی دارد و سود حاصل از برداشت و فروش نیام سبز جبران هزینه‌های تولید آن را نمی‌کند و زارعان اقدام به برداشت نیام خشک می‌کنند و یا به ناچار مزارع خود را مورد چرای دام قرار می‌دهند. تاخیر در برداشت باقلا از زمان لازم برای آماده‌سازی مزارع برای کشت دوم می‌کاهد و تاریخ کاشت آن را به تاخیر می‌اندازد. به همین علت زارعان تمایل زیادی برای کاشت این گیاه ندارند. بنابراین، توصیه می‌شود که با توجه به کشاورزی فشرده در این منطقه، تناوب زراعی علمی، تنظیم و اجرا شود تا از بروز این مشکلات کاسته شود و بر درآمد زارعان بیافزاید. با توجه به این که این منطقه برای کشت گندم مناسب است، کشت این گیاه به عنوان یکی از گیاهان مورد استفاده در تناوب زراعی با باقلا توصیه می‌شود. اراضی شمالی و غربی استان از کیفیت پایین‌تری برای کشاورزی به ویژه زراعت از دیدگاه بارش برخوردارند، اعمال سیاست‌گذاری‌های مناسب مانند کشاورزی حفاظتی می‌تواند بر کیفیت این اراضی بیافزاید و منجر به تولید عملکرد بالاتر و حتی کاهش فشار زراعت در اراضی جنوبی استان شود. توصیه می‌شود که کیفیت اراضی زراعی از تمام دیدگاه‌های موثر بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی و با توجه به فرهنگ کشاورزی منطقه، مورد بررسی دقیق‌تری قرار گیرد و الگوی کاشت اراضی زراعی استان به شکلی علمی طراحی شود تا علاوه بر کاهش خسارت بر منابع طبیعی، بر عملکرد و درآمد زارعان افزوده شود. در این زمینه استفاده از سامانه

منابع

- ادب، ح.، فلاح قالهری، غ.ع.، میرزا بیاتی، ر. ۱۳۸۷. ارزیابی روش‌های میان‌یابی کریجینگ و رگرسیون خطی بر پایه DEM در تهیه نقشه هم‌بارش سالانه در استان خراسان رضوی. همایش ژئوماتیک ۸۷ و چهارمین همایش یکسان‌سازی نام‌های جغرافیایی، تهران، ۲۲ اردیبهشت.
- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۰. وزارت جهاد کشاورزی کشور، ج ۱ محصولات زراعی ۹۰-۱۳۸۹. ایران، تهران، ۱۵۶ ص.
- بازگیر، س. ۱۳۷۹. بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم (مطالعه موردی استان کردستان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۳۲ ص.
- پیوست، ق. ۱۳۸۱. تولید سبزیجات. انتشارات نشر دانش کشاورزی. تهران. ۴۰۲ ص.
- ترابی، ب. ۱۳۹۰. تحلیل محدودیت‌های عملکرد گندم در شرایط گرگان با استفاده از مدل شبیه‌سازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). رساله دکتری رشته زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲۲۴ ص.
- حیدر زاده، ا.، الماسی، م.، دهقانیان، س.، محمد رضایی، ر. ۱۳۸۷. مقایسه بهره‌وری ماشین‌های کشاورزی و نیروی کارگری در سه سیستم مکانیزه، نیمه-مکانیزه و نیمه سنتی تولید گندم در شهرستان مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۱ (۲۲): ۵۱-۶۲.
- سرمدیان، ف.د.، تقی‌زاده مهرجردی، ر. ۱۳۸۸. مقایسه روش‌های درون‌یابی جهت تهیه نقشه خصوصیات کیفی خاک مطالعه موردی (مزرعه دانشکده کشاورزی). مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۲ (۴۰): ۱۵۷-۱۶۵.
- عساکره، ح. ۱۳۸۷. کاربرد روش کریجینگ در درون‌یابی بارش، مطالعه موردی، درون‌یابی ۱۳۷۶/۱۲/۲۶ در ایران زمین. جغرافیا و توسعه، ۱۲: ۲۵-۴۲.
- کاظمی پشت مساری، ح.، طهماسبی سروستانی، ز.، کامکار، ب.، شتایی، ش.، صادقی، س. ۱۳۹۱. ارزیابی روش‌های زمین‌آمار جهت تخمین و پهنه‌بندی عناصر غذایی پرمصرف اولیه در برخی اراضی کشاورزی استان گلستان. نشریه دانش آب و خاک، ۱ (۲۲): ۲۰۱-۲۱۸.
- کافی، م.، گنجلی، ع.، نظامی، ا.، شریعت مدار، ف. ۱۳۷۸. آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۱ ص.
- کوچکی، ع.، بنایان اول، م. ۱۳۷۶. زراعت حیوانات (چاپ پنجم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۶ ص.
- مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۷. زراعت و تولید حیوانات. چاپ چهارم. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، ۲۸۳ ص.
- محمدنیا قرایی، س.، محمدی، ح. ۱۳۹۲. ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی محصول گندم در استان خراسان رضوی بر اساس دما و بارش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۲۱: ۴۴-۵۷.
- محمودان، س. ۱۳۹۳. مقایسه عملکرد گندم در سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته با استفاده از رهیافت GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۰ ص.
- مسعودیان، س.ا. ۱۳۸۲. تحلیل ساختار دمای ماهانه ایران. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان علوم انسانی. ۲ (۱۵): ۸۷-۹۶.
- مهربان، ا.، غفاری، ع.، قنبری، ا.، جلالی، ن. ۱۳۸۴. پهنه‌بندی اقلیم برای گندم زمستانه دیم در مناطق مغان و اردبیل با استفاده از GIS. مجله دانش کشاورزی ۴ (۱۵): ۱-۱۳.
- مظفری، غ.، میرموسوی، س.ح.، خسروی، ی. ۱۳۹۱. ارزیابی روش‌های زمین‌آمار و رگرسیون خطی در تعیین توزیع مکانی بارش (مطالعه موردی: استان بوشهر). مجله جغرافیا و توسعه، ۲۷: ۶۳-۷۶.
- Chang, K.T. 2004. Introduction to geographic information system. 2nd edition, McGraw hill. New York, 400p.
- Isaaks, E.H., Srinivasta, R.M. 1989. Applied geostatistics. Oxford University Press: Oxford, 592p.
- Jeffrey, S.J., Carter, J.O., Moodie, K.B., Beswick, A.R., 2001. Using spatial interpolation to construct a comprehensive archive of Australian climate data. *Environ Modell Software*. 16: 309-330.
- Norwood, C.A. 2000. Dry land winter wheat as affected by previous crops. *Agron J*. 92: 121-127.
- Pereira, A.R. 1982. Crop planning for different environments. *Agric Meteo*. 27: 71-77.
- Rajagopogon, B., Lall, U. 1998. Locally weighted polygon estimation of spatial precipitation. *J Geo Inform Decis Analysis*, 2 (2): 44-51.
- Stein, A., Corsten, L.C.A. 1991. Universal Kriging and Cokriging as regression procedures. *Biometrics*. 47: 575-587.
- Tabios, G.Q., Salas, J.D. 1985. A comparative analysis of techniques for spatial interpolation of precipitation. *Water Resour Bull*. 21: 365-380.
- Utset, A., Lopez, T., Diaz, M. 2000. A comparison of soil maps, Kriging and a combined method for spatially prediction bulk density and field capacity of Ferralsols in the Havana-Matanzas plain. *Geoderma*, 96: 199-213.

- Webster, R., Oliver, M. 2000. Geostatistics for environmental scientists. John Willey & Sons, Ltd, Chichester, 271 p.
- Zhang, Y. 1994. Numerical experiments for the impacts of temperature and precipitation on the growth and development of winter wheat. *J Environ Sci*. 5: 194-200.

Assessment of Universal Kriging Models to Interpolate Rainfall and Temperature and Determination of Climatic Suitability of Golestan Province Crop Lands to Sow Winter Wheat and Faba bean using GIS

Saeed Mahmoudan¹, Behnam Kamkar², Omid Abdi³, Naser Bagherani⁴

1- M.Sc. Graduate in Agroecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

2- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

3- Technician of GIS and RS, Golestan Office Natural Resources, Iran

4- Academic Member of Agricultural and Natural Resources Center of Golestan Province, Iran

*for Correspondence: saeidm205@yahoo.com

Received: 30.09.14

Accepted: 17.02.15

Abstract

In this research, the spatial variation of minimum, mean and maximum temperature and precipitation were assessed in crop lands of Golestan province using different universal Kriging models in 2014. For this purpose, the long term data of 51 synoptic stations and rain recording stations of Golestan province were used. The long term recorded data of 32 synoptic stations of Golestan, Mazandaran, Semnan and North Khorasan provinces were used to interpolate the minimum, mean and maximum temperature and raining. Average temperature and total rain for every month during the year was also calculated. Final temperature and rain related layers were provided using overlay function for each month. According to interpolation results, July and November were the warmest and coldest months of the year, respectively. Also March and June are the most and the least rainy months of the year, respectively. After classification of layers according to ecological requirements of winter wheat and faba bean, we found that crop lands of Golestan province has no limitation for sowing winter wheat and faba bean with respect to maximum and minimum temperatures and placed in very suitable classification. With overlay of classified layers of rainfall, minimum, mean and maximum temperature, suitability map for climatic requirements of each crop was provided. Results showed that suitability decreased from west to east and south to north of Golestan province.

Key words: Climate, zoning, land evaluation, interpolation.