نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۶۸، بهار ۱۴۰۲

پایش تأثیر گرمایش جهانی بر کشت گندم در دشت مغان (گرمی) با کاربرد مدل گردش عمومی جوی

دریافت مقاله: ۹۷/۱۰/۲۰ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۹/۱

صفحات: ۱۱۳-۹۹

برومند صلاحی: استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای طبیعی دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل[۱].

Email: bromand416@yahoo.com

وحید صفریان زنگیر: دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای طبیعی دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

Email: safariyan.vahid@gmail.com

چکیده

گرمایش جهانی و افزایش دما اثرات زیادی در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی خواهد داشت. افزایش دمای زمین باعث افزایش شدت تبخیر می‌شود و به تبع آن مقدار نیاز محصولات کشاورزی به آب بالا می‌رود. در پژوهش حاضر برای پایش اثر گرمایش جهانی بر نوسانات بارش و نیز در تولید و کشت محصول گندم در دشت مغان، از مدل LARS-WG و خروجی مدل اقلیمی HADCM3 تحت سناریوی A1B و نیز داده‌های اقلیمی (دمای حداقل، دمای حداکثر، بارش و ساعت آفتابی روزانه) ایستگاه گرمی در یک بازه زمانی ۱۴ ساله (۲۰۱۷-۲۰۰۴) استفاده شد. با مقایسه میانگین‌های ماهانه پارامترهای مذکور این نتیجه حاصل شد که در سطح اطمینان یک درصد تفاوت معنی‌داری بین داده‌های شبیه‌سازی از مدل و داده‌های مشاهداتی در دوره پایه نیست و میانگین‌های پارامترهای اقلیمی داده‌های مدل و داده‌های واقعی شبیه به هم بوده و همبستگی بالایی بین آن‌ها وجود دارد. در خاتمه با مقایسه میانگین‌های ماهانه مشاهداتی و مدل‌سازی عناصر اقلیمی بارش، دمای حداقل، حداکثر و ساعت آفتابی با استفاده از پارامترهای آماری RMSE، MAE، NA و R^2 نشان داده شد که مدل (LARS-WG5) استفاده شده دقت کافی را برای شبیه‌سازی داده‌های روزانه در پارامترهای مذکور در دشت مغان، استان اردبیل دارا می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش متوسط عملکرد گندم آبی و نیز کاهش تولید آن در منطقه موردمطالعه می‌تواند ناشی از کاهش بارش و نیز افزایش دمای منطقه باشد که خود ناشی از گرمایش جهانی است.

کلید واژگان: تغییر اقلیم، کشت گندم، سناریوهای اقلیمی، دشت مغان، مدل LARS-WG

---

۱. **نویسنده مسئول:** اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیای طبیعی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]

[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

مقدمه

گندم یکی از محصولات مهم و راهبردی در هر کشوری است. این محصول مهم‌ترین منبع تأمین غذا برای انسان است و با توجه به رشد جمعیت، در سه تا چهار دهه آینده بایستی به سه برابر افزایش یابد تا تقاضای روزافزون مصرف را تأمین نماید (کوچکی و خالقانی، ۱۳۷۷: ۴۱). تغییر اقلیم و آثار آن بر انسان نگرانی‌هایی را در ابعاد جهانی ایجاد کرده و تلاش‌های بین‌المللی زیادی برای حل آن شروع شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۳۱). بر اساس آخرین گزارش هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC)، از اواسط نیمه دوم قرن بیستم، افزایش تراکم گازهای گلخانه‌ای سبب افزایش درجه حرارت کره زمین شده است (IPCC, 2007: 12). امروزه اثر عناصر آب و هوایی بر محصولات کشاورزی (انتخاب نوع محصول، زمان کاشت، برداشت، آبیاری‌های مزارع و ...) اهمیت خاصی دارد (حسینی، ۱۳۷۷: ۱۴). تغییر اقلیم اغلب سیستم‌های زیست‌محیطی نظیر منابع آب را متأثر کرده است (مظفری و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۶). در بین بخش‌های مختلف اقتصادی، بخش کشاورزی حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین بخش نسبت به تغییر اقلیم است (کوکب بخت، ۱۳۹۶) (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۶). تغییر اقلیم با تغییر در میزان تبخیر و تعرق و مدت، شدت و زمان بارش‌ها، عملکرد محصولات زراعی و تقاضای آب در بخش کشاورزی را شدیداً متأثر می‌کند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸۲).

مطالعات مختلفی در باب تأثیر گرمایش جهانی بر کشت محصولات کشاورزی صورت گرفته است. فرهودی و شمسی‌پور (۱۳۷۹) با محاسبه مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل، نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی منطقه بلوچستان جنوبی را در دوره رشد به دست آوردند. موقر مقدم و گلمکانی (۱۳۸۱) مقادیر بارش مؤثر را در استان خراسان محاسبه نمودند... نصیری و کوچکی (۱۳۸۵) با استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو، به تحلیل شاخص‌های آگروکلیماتیک ایران در شرایط تغییر اقلیم پرداختند. عزیزی و روشنی (۱۳۸۶) به بررسی اثرات اقلیم بر تقویم زراعی برنج در گیلان پرداختند و نشان داد که دمای حداقل مطلق ایستگاه رشت نسبت به فصول دیگر افزایش خواهد یافت.

عزیزی (۱۳۸۹) بارش مؤثر در ارتباط با کشت گندم دیم در دشت خرم‌آباد را برآورد و تحلیل کرد. مؤمنی و زیبایی (۱۳۹۲) به این نتیجه رسیدند که بارش و دما تأثیر مهمی بر عملکرد محصولات کشاورزی در استان فارس دارند. عینی نرگسه و همکاران (۱۳۹۴) اثرات تغییر اقلیم را بر عملکرد گندم آبی در استان فارس بررسی کردند ولی‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که در آینده در منطقه سیستان و بلوچستان، طول دوره‌ی رشد گندم کاهش خواهد یافت. بیرامی و همکاران (۱۳۹۴) و رحمانی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعات خود با استفاده از مدل LARS-WG به اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات کشاورزی گندم و جو پرداختند.

صلاحی (۱۳۹۵) با استفاده از خروجی دو مدل اقلیمی HADCM3 و BCM2 تحت سناریوی A1B ریزگردان LARS-WG به پیش‌بینی و تحلیل رخداد یخبندان های سبک و سنگین استان اردبیل در دهه‌های آینده پرداخت. بابائیان و نجفی نیک (۱۳۹۵) و یاوری (۱۳۹۵) نیز با استفاده از مدل LARS-WG تأثیر گرمایش جهانی بر نوسانات اقلیمی را مورد بحث قرار دادند. صلاحی و بهروزی (۱۳۹۶) با استفاده از مدل LARS-WG نوسانات دما و بارش آیندهٔ دشت اردبیل به‌منظور مدیریت تاریخ شروع کشت و طول دوره رشد گندم را ارزیابی نمودند. اخوان و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از مدل LARS-WG اثر تغییر اقلیم را بر رشد گندم دیم در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

استان چهارمحال و بختیاری مورد ارزیابی قرار دادند. امیرنژاد و اسدپور کردی (۱۳۹۶) اثرات تغییر اقلیم بر تولید گندم در ایران را بررسی کردند. محمدی و همکاران (۱۳۹۷) دریافتند که در منطقه زابل، افزایش دما سبب کاهش طول دوره رشد گندم و افزایش تبخیر و تعرق در مرحله رشد گندم خواهد شد.

زینلی مبارکه و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از مدل LARS-WG نشان دادند که در خراسان رضوی، تغییرات دمای طول فصل رشد در آینده نسبت به دوره پایه افزایشی خواهد بود. شکوهی (۱۳۹۸) نیز ارتباط عملکرد گندم دیم را با متغیرهای دمایی و بارش در منطقه کردستان بررسی نمود. حیدری تاشه کبود و همکاران (۱۳۹۸) تغییرات بارش را در شمال غرب ایران بررسی کردند و نتیجه گرفتند که مقدار بارش در شمال غرب کشور کاهش می‌یابد. فلاح قالهری و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از مدل LARS-WG و SDSM به ارزیابی تغییر اقلیم ایستگاه بجنورد پرداختند.

تائو وژانگ[1] (۲۰۱۳) با استفاده از مدل LARS-WG نشان داد که عملکرد گندم زمستانه در دشت شمال چین با تغییرات آب و هوایی رابطه مستقیم دارد. البلتاقی و مادکور[2] (۲۰۱۴) تأثیرات تغییرات آب و هوایی در زمین‌های کشاورزی منطقه ساحلی شمالی مصر و دلتای رود نیل را بررسی کردند. پژوهشگران دیگر نظیر بلانس و اسکلنکر (۲۰۱۷)، فریلر و همکاران (۲۰۱۷)، زاو و همکاران (۲۰۱۷)، هاو و همکاران (۲۰۱۸)، ما و همکاران (۲۰۱۸)، فهر و فیلیسند (۲۰۱۹) و گنگ و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعات خود ارتباط رشد محصول گندم با تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی را بررسی نمودند. بررسی‌ها نشان داد که مدل LARS-WG در شبیه‌سازی عناصر آب و هوایی توانمندی بالایی دارد لذا در این پژوهش نیز مورد استفاده قرار گرفته است. شهرستان گرمی همیشه از تغییرات اقلیمی متأثر بوده است از این‌رو در پژوهش حاضر اثر نوسانات بارش در تولید و کشت محصول گندم در آن منطقه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

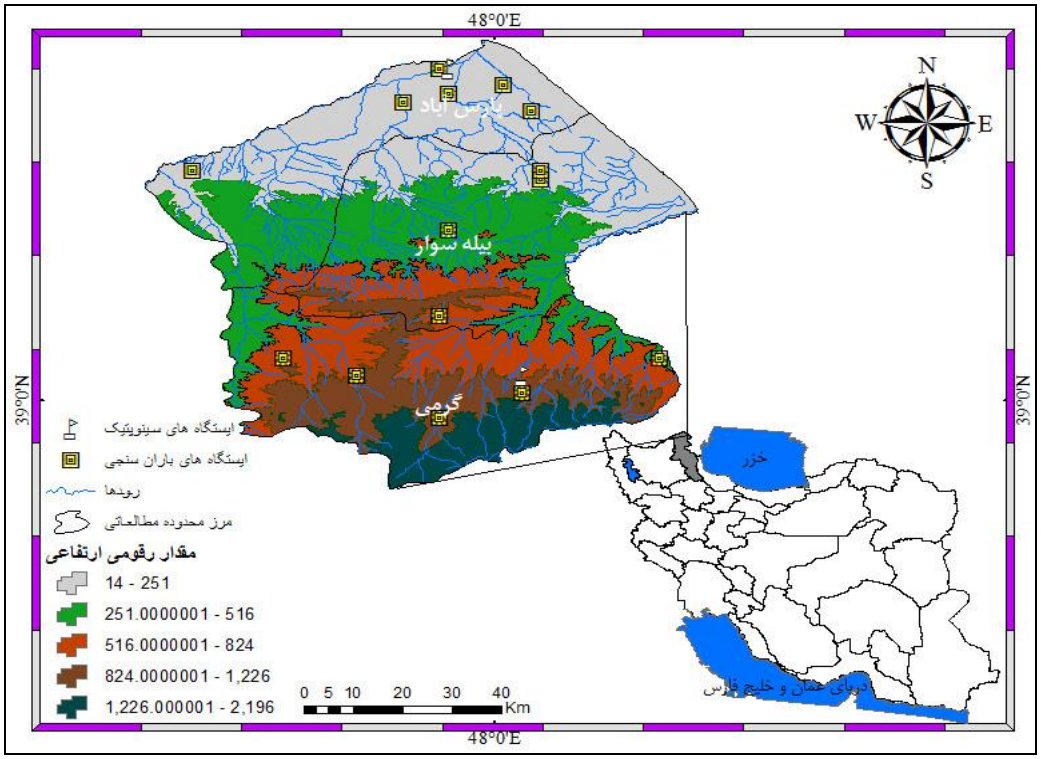
روش تحقیق

محدوده و قلمرو پژوهش

شهرستان گرمی در شمال غرب کشور و شمال استان اردبیل قرار دارد. جدول (۱). مساحت شهرستان گرمی ۱۷۲۵/۲ کیلومترمربع می‌باشد که ۹ درصد مساحت استان را در برگرفته است. شکل (۱) موقعیت جغرافیای و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه در سطح کشور را به تصویر کشیده است.

1- Tao
2- El-Beltagy and Madkour

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]



شکل (۱). نقشه موقعیت جغرافیای و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه در سطح کشور

جدول (۱). مشخصات ایستگاه مورد مطالعه در دشت مغان (گرمی)

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)
گرمی	سینوپتیک	۳۸° ۵۰′	۴۷° ۲۵′	۱۱۰۰

داده و روش کار

در پژوهش حاضر برای پایش گرمایش جهانی بر نوسانات بارش با کاربرد مدل LARS-WG، در تولید و کشت محصول گندم در دشت مغان از داده‌های اقلیمی ایستگاه گرمی (در مقیاس روزانه) به‌عنوان ایستگاه منتخب در یک بازه زمانی ۳۰ ساله (۲۰۱۷-۲۰۰۴) استفاده شد. همچنین از داده‌های عملکرد گندم در بازه زمانی ۷ ساله (۱۳۹۶-۱۳۹۰ شمسی معادل ۲۰۱۷-۲۰۱۱ میلادی) بهره گرفته شد. داده‌های مورد استفاده در مدل WG-LARS به‌صورت روزانه می‌باشد که می‌توان با استفاده از این مدل و داده‌های موجود در ایستگاه‌های هواشناسی، داده‌های روزانه دوره‌های آتی را مدل‌سازی کرد (سمنوف[1]، ۲۰۰۲: ۴۶). در پژوهش حاضر از خروجی مدل اقلیمی HADCM3 تحت سناریوی A1B بهره گرفته شده است. مدل HADCM3 یکی از مدل‌های جفت شده گردش عمومی جو – اقیانوسی می‌باشد (معافی مدنی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۷) که دارای قدرت تفکیک افقی ۳/۷۵ × ۲/۷۵ قدرت تفکیک اقیانوسی آن، ۱/۲۵ × ۱/۲۵ می‌باشد (اشرف و همکاران،

۱- Semenov

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

۱۳۹۰: ۱۱۸۶). سناریوی A1B که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است حد فاصل بین سناریوهای A1 و B1 است. در مدل LARS-WG روزهای خشک و تر با استفاده از توزیع‌های نیمه تجربی جداگانه برسی می‌شوند (سمنوف، ۲۰۰۲: ۶۵) (مشکواتی و همکاران، ۱۳۸۹) (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۴). در مدل LARS-WG در مدل‌سازی بارش و احتمال وقوع آن از روش توزیع نیمه تجربی و زنجیره مارکف و در مدل‌سازی تابش بر اساس توزیع نیمه تجربی و مدل‌سازی دما با استفاده از سری فوریه استفاده می‌شود (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۴) (سمنوف، ۲۰۰۲: ۷۴) (حجازی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴). در این مدل، میانگین‌های ماهانه داده‌های شبیه‌سازی شده با داده‌های مشاهداتی مقایسه می‌شود تا توانایی مدل در شبیه‌سازی داده‌های هواشناسی ارزیابی گردد (صابری، ۱۳۹۳) (حجازی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴) (سمنوف، ۲۰۰۲: ۸۲). برای بررسی توانایی مدل در شبیه‌سازی داده‌هـای مشاهداتی، متوسط خطای مطلق (MEA) بین داده‌های شبیه‌سازی شده و مشاهداتی ماهانه در دوره تحت بررسی محاسبه شده است. برای این کار از روابط (۱ و ۲) استفاده گردیده است (مشکواتی و همکاران، ۱۳۸۹):

$$Bias = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(S_i - O_i)$$ رابطه(۱)

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|S_i - O_i|$$ رابطه(۲)

که در آن Oi و Si به ترتیب نشان‌دهنده مقادیر واقعی و مدل‌سازی شده می‌باشند و i نشان‌دهنده ماه‌های سال می‌باشد.

نتایج

نتایج مقایسه مقادیر مشاهداتی و تولید شده توسط مدل LARS-WG در جدول (۲) آمده است. مقدار NA و شاخص‌های MAE و RMSE حاکی از توانمندی مدل در شبیه‌سازی داده‌های اقلیمی ایستگاه مورد مطالعه می‌باشد. جدول (۲).

جدول (۲). نتایج پارامترهای آماری حاصل از مقایسه مقادیر مشاهداتی و شبیه‌سازی شده به‌وسیله مدل لارس در شهرستان مغان (گرمی)

پارامترهای آماری	بارش (mm)	حداقل دما (c)	حداکثر دما (c)	ساعات آفتابی (h)
MAE	۳/۴۲	۰/۲۵	۰/۶	۰/۳۷
NA	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۷
RMSE	۴/۰۶	۰/۳۰	۰/۶۷	۰/۹

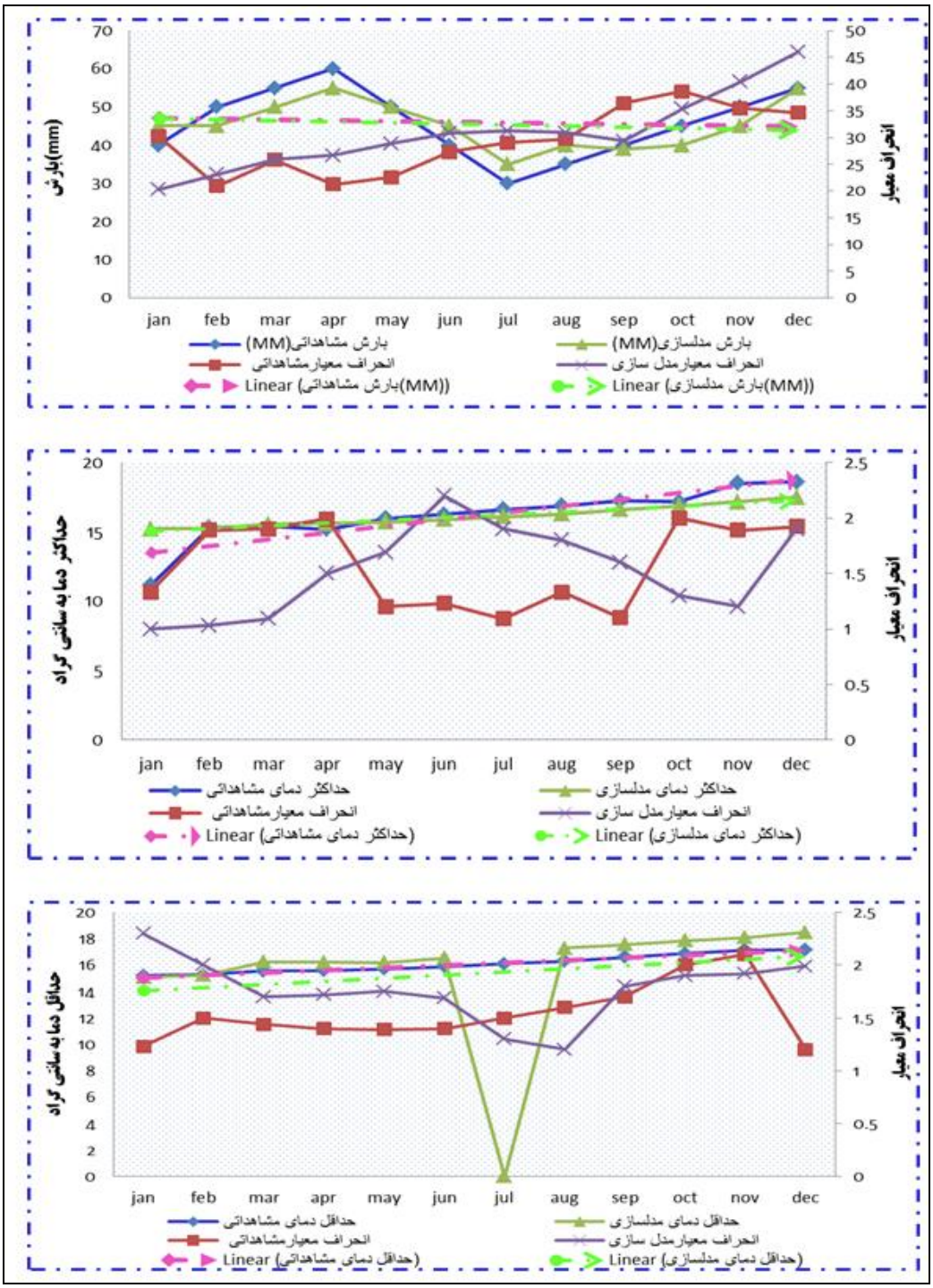
در ماه‌های فوریه، مارس، آوریل، اکتبر و نوامبر، بارش مشاهداتی بیش‌تر از بارش شبیه‌سازی شده گزارش گردیده است ولی در بقیه ماه‌های سال، عکس این حالت حاکم است. انحراف معیار مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در ماه‌های فوریه، مارس و نوامبر به هم نزدیک بوده و در ماه‌های ژانویه، می، سپتامبر، اکتبر و دسامبر، انحراف معیار مشاهده شده بیش‌تر از انحراف معیار شبیه‌سازی شده می‌باشد (شکل الف، ۲). ساعات آفتابی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

شبیه‌سازی شده در تمامی ماه‌ها با مقادیر مشاهداتی انطباق نسبی دارد (شکل ب، ۲). در همه ماه‌های سال به‌جز جولای، حداقل دمای مدل‌سازی شده بیش‌تر از حداقل دمای مشاهداتی می‌باشد (شکل پ، ۲). مقدار حداکثر دمای مدل‌سازی شده در همه‌ی ماه‌های سال با مقدار حداکثر دمای مشاهداتی تغییر چندانی ندارد (شکل ت، ۲).

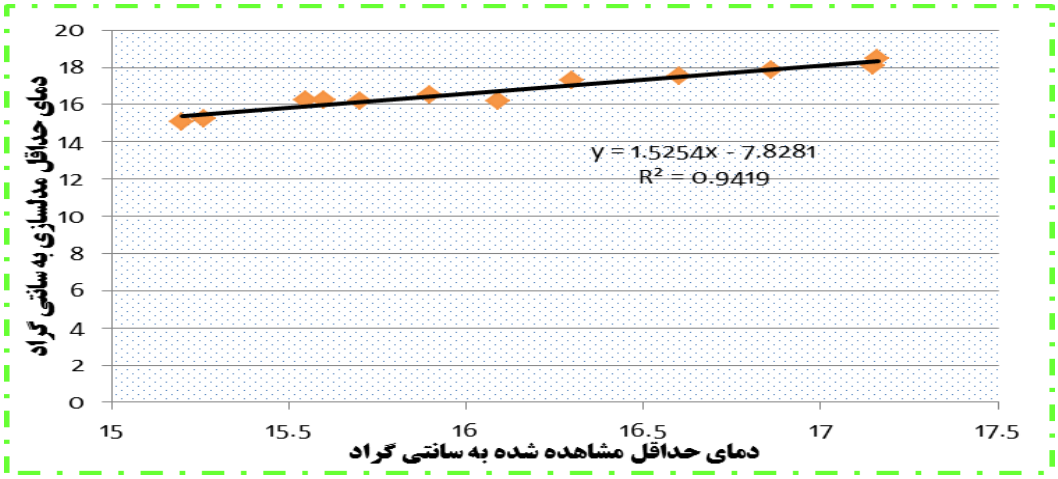
برای اطمینان بیش‌تر برای پارامترهای اقلیمی حداکثر دما، حداقل دما، بارش و ساعات آفتابی روزانه، نمودار پراکنش میانگین ماهانه‌ی در دوره آماری مورد مطالعه برای ایستگاه گرمی ترسیم و ضریب همبستگی پارامترها محاسبه شد. نتایج نشان داد که در پارامترهای حداقل دما و ساعات آفتابی، ضریب همبستگی به‌ترتیب ۰/۹۴ و ۰/۹۲ است که در سطح اطمینان ۱ درصد معنی‌دار هستند (شکل الف، ب، ۳)؛ اما مقدار ضریب همبستگی بارش و حداکثر دما به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۷۰ به‌دست آمد که کمتر از حداقل دما و ساعات آفتابی است (شکل پ، ت، ۳).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

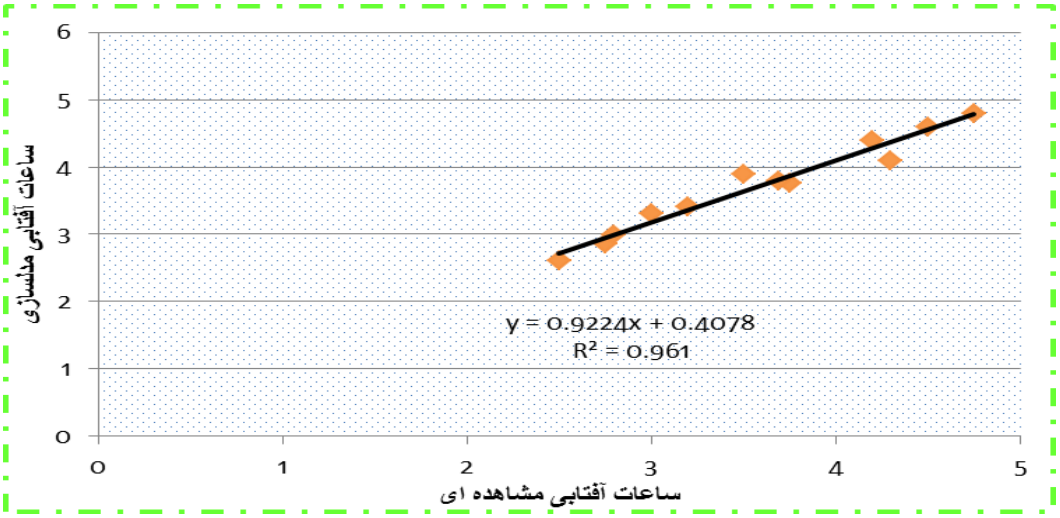


شکل (۲). نمودارهای پارامترهای اقلیمی استفاده شده با معیار مشاهده‌ای، مدل‌سازی و انحراف معیار در دوره آماری (۲۰۰۴-۲۰۱۷) در شهرستان مغان (گرمی) منبع: (نگارندگان)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

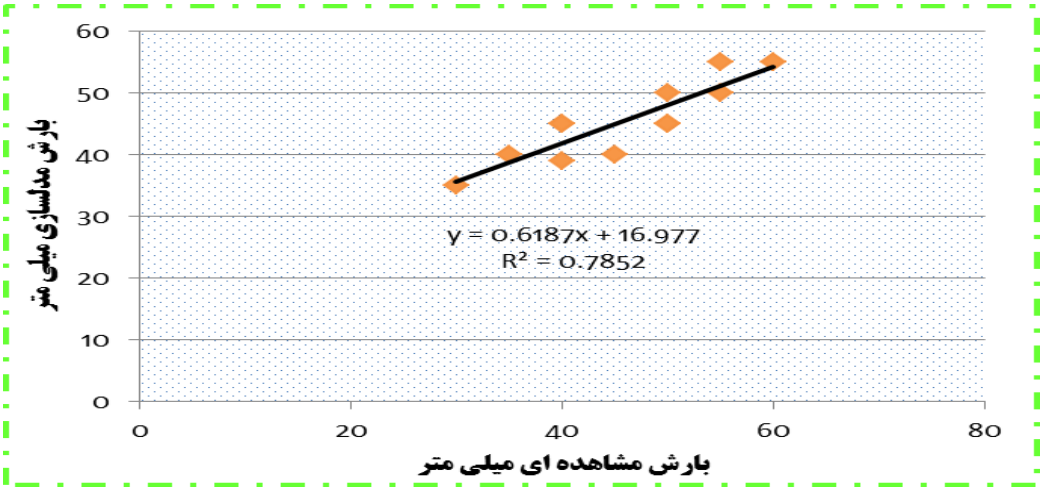


الف) نمودار پراکنش میانگین ماهانه دمای حداقل مشاهده شده و مدل‌سازی شده

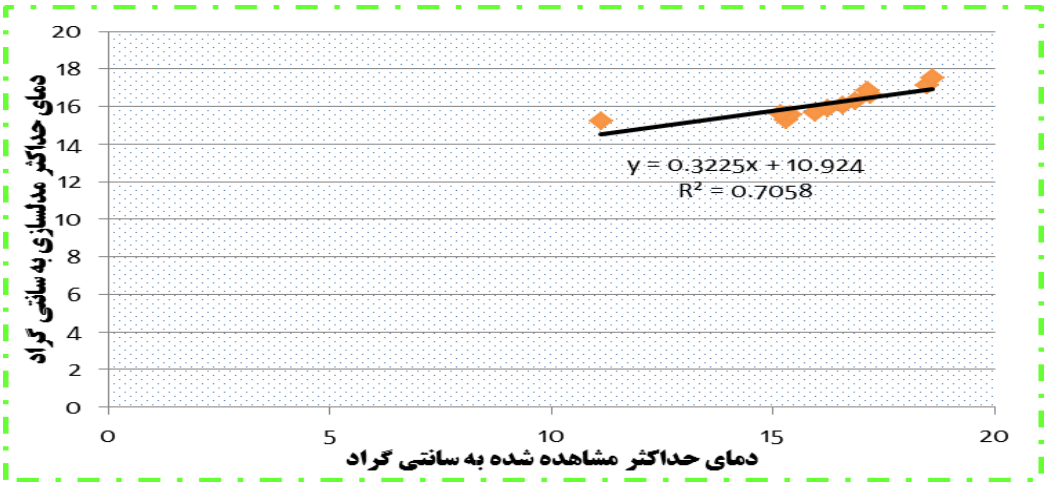


ب) نمودار پراکنش ساعات آفتابی ماهانه مشاهداتی و مدل‌سازی شده

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]



پ) نمودار پراکنش بارش ماهانه مشاهداتی و مدل‌سازی شده



ت) نمودار پراکنش میانگین ماهانه دمای حداکثر مشاهده شده و مدل‌سازی شده

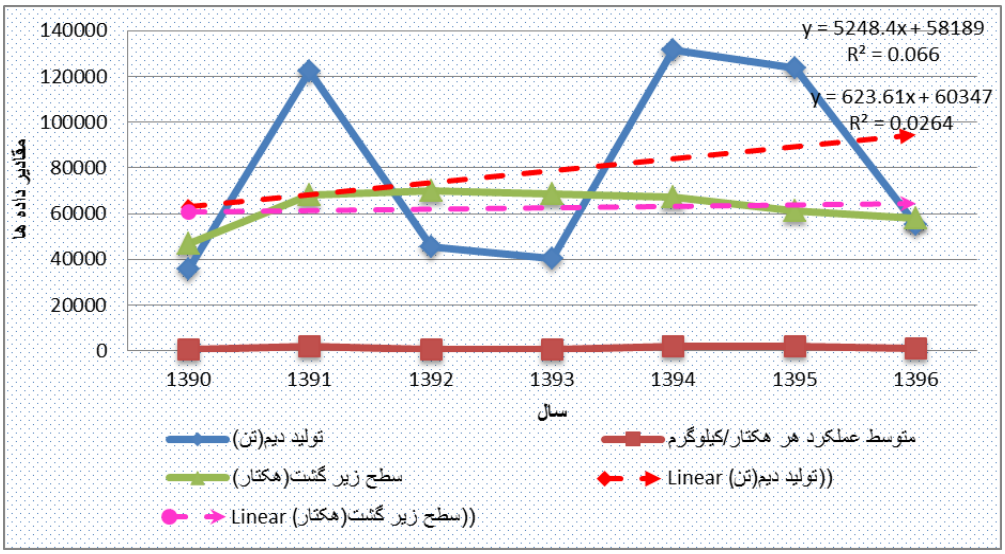
شکل (۳). نمودارهای پراکنش، چهار پارامتر اقلیمی استفاده شده در دوره آماری (۲۰۱۷-۲۰۰۴) در شهرستان مغان (گرمی) منبع: (نگارندگان)

تولیدات دیم و آبی گندم

شکل (۴) مقادیر سطح زیر کشت، میزان عملکرد و تولید محصول زراعی گندم دیم در شهرستان گرمی را نشان می‌دهد. با توجه به کاهش مقادیر بارش ماهانه و سالانه و نیز افزایش نسبی دمای ماهانه و سالانه در شهرستان مذکور، علیرغم ثابت ماندن سطح زیر کشت محصول دیم، متوسط عملکرد گندم دیم در هر هکتار در دوره آماری مورد مطالعه نسبتاً ثابت مانده و تولید گندم دیم از نوسان زیادی برخوردار است که می‌تواند حاکی از نوسانات عناصر اقلیمی و عوامل انسانی باشد. شکل شماره ۵، مقادیر سطح کشت، میزان عملکرد و تولید محصول زراعی گندم آبی در شهرستان گرمی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که از شکل پیداست متوسط عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار) و نیز تولید گندم آبی به طور محسوس روند کاهشی به خود گرفته است. با توجه به

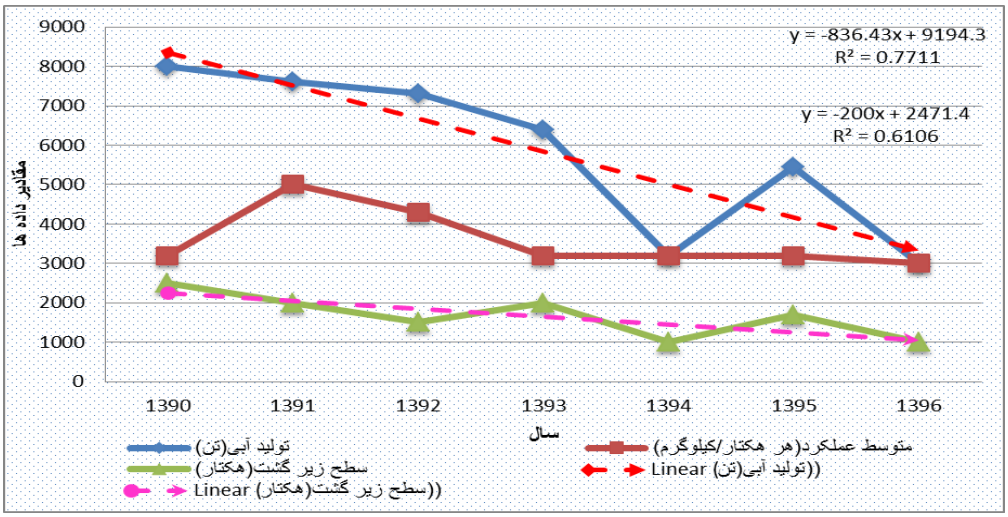
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

کاهش سطح زیر کشت محصول در دوره آماری مورد مطالعه، کاهش متوسط عملکرد گندم آبی و نیز کاهش تولید آن می‌تواند ناشی از کاهش بارش و نیز افزایش دمای منطقه باشد که خود ناشی از گرمایش جهانی است.



شکل (۴). نمودار سطح گشت، عملکرد و تولید محصول زراعی گندم دیم در شهرستان مغان (گرمی)

منبع: (نگارندگان)



شکل (۵). نمودار سطح گشت، عملکرد و تولید محصول زراعی گندم آبی در شهرستان مغان (گرمی)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین‌های ماهانه مشاهداتی و مدل‌سازی عناصر اقلیمی بارش، دمای حداقل، حداکثر و ساعت آفتابی با استفاده از پارامترهای آماری RMSE، MAE، NA و R^2 نشان داد که مدل LARS-WG دقت کافی را برای شبیه‌سازی داده‌های روزانه در پارامترهای مذکور در منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشد؛ بنابراین با طراحی سناریوها در مدل استفاده شده در این پژوهش به شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی بارش، دمای حداقل و حداکثر و ساعت آفتابی پرداخته شد. مقایسه میانگین‌های ماهانه پارامترهای مذکور نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین داده‌های شبیه‌سازی شده مشاهداتی وجود ندارد و همبستگی بالایی بین آن‌ها دیده می‌شود که این کار با مطالعه رئیسی (۱۳۹۵) همخوانی دارد. نمودارهای پراکنش حاصل شده بین مقادیر مشاهداتی و تولید شده بارش، دمای حداقل و حداکثر و ساعت آفتابی ایستگاه گرمی در دوره ۲۰۱۷-۲۰۰۴ نشان داد که همبستگی بالای بین مقادیر مشاهداتی و مدل‌سازی شده توسط مدل وجود دارد و هم‌چنین پارامترهای حداقل دما و ساعات آفتابی ضریب همبستگی بالایی به‌ترتیب معادل ۰/۹۴ و ۰/۹۲ با سطح اطمینان ۱ درصد معنی‌داری دارند. در خصوص مقادیر پارامتر بارش و حداکثر دما، مقدار ضریب همبستگی به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۷۰ به‌دست آمد که در سطح قابل قبول است لذا در ایستگاه مورد مطالعه، گرمایش جهانی در افزایش دمای منطقه مؤثر بوده و این افزایش دما در کاهش محصول گندم تأثیر داشته است. نتایج این پژوهش نشان داد که علیرغم ثابت ماندن سطح زیر کشت محصول گندم، راندمان تولید آن در دوره آماری مورد مطالعه کاهش یافته است که این مسئله می‌تواند با کاهش بارش و افزایش دمای منطقه در ارتباط باشد. این یافته با نتیجه پژوهش امیرنژاد و اسدپور کردی (۱۳۹۶) که اثر غیرمستقیم گاز کربنیک بر افزایش دما و کاهش تولید محصولات گندم را بررسی نموده است همخوانی دارد و همچنین یافته صلاحی و بهروزی (۱۳۹۶) نیز مؤید همین مطلب است. نتیجه مطالعات محمدی و همکاران (۱۳۹۳) نیز که مبین کاهش طول دوره رشد محصول گندم در کرمانشاه و پایین آمدن عملکرد آن می‌باشد با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. کاهش راندمان محصول گندم در این پژوهش همچنین با نتایج مطالعه محمدی و همکاران (۱۳۹۷) همسو می‌باشد.

منابع

اخوان، سمیرا؛ دلاور، نسرین؛ محنت‌کش، عبدالمحمد. (۱۳۹۶). **اثر تغییر اقلیم بر برخی شاخص‌های مؤثر در رشد گندم دیم (مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری)**. مجله علوم آب و خاک، **۲۱** (۲):-۱۴۹ ۱۳۱.

اشرف، بتول؛ موسوی بایگی، محمد؛ کمالی، غلامعلی؛ داوری، کامران. (۱۳۹۰). **پیش‌بینی نیاز آبی چغندرقند در دوره ۲۰۳۰- ۲۰۱۱ با استفاده از داده‌های اقلیمی شبیه‌سازی شده توسط مدل ریزمقیاس‌کننده LARS-WG**، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۵: ۱۱۹۶-۱۱۸۴.

امیرنژاد، حمید؛ اسدپور کردی، مریم. (۱۳۹۶). **بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید گندم ایران**، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، **۳۵**: ۱۸۲-۱۶۳.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

بابائیان، ایمان؛ نجفی نیک، زهرا (۱۳۹۵). **معرفی و ارزیابی مدل LARS-WG برای مدل‌سازی پارامترهای هواشناسی استان خراسان، دوره آماری (۲۰۰۳ – ۱۹۶۱)**، نیوار،**۶۲، ۶۳**: ۶۴-۵۰.

بیرامی، ناهید؛ قهرمان زاده، محمد؛ حیاتی، باب اله. (۱۳۹۴). **اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول گندم دیم در استان آذربایجان شرقی**، کنفرانس بین‌المللی توسعه با محوریت کشاورزی، محیطزیست و گردشگری، تبریز.

حجازی‌زاده، زهرا؛ حسینی، سیدمحمد؛ کربلائی درئی، علیرضا. (۱۳۹۴). **شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی استان سمنان با سناریوهای مدل گردش عمومی جو (hadcm3)**، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۵: ۲۴-۱.

حیدری تاشه کبود، شادیه؛ مفیدی، عباس؛ حیدری تاشه کبود، اکبر. (۱۳۹۸). **چشم‌انداز تغییرات بارش در شمال غرب ایران با استفاده از مدل‌های کلی گردش جو تحت سناریوهای اقلیمی**، جغرافیا و مخاطرات محیطی، **۲۹**، ۱۵۱- ۱۳۳.

رحمانی، میترا؛ جامی الاحمدی، مجید؛ شهیدی، علی؛ هادی زاده ازغندی، مصطفی. (۱۳۹۴). **تأثیر تغییر اقلیم بر طول مراحل رشد و نیاز آبی گندم و جو (مطالعه موردی: دشت بیرجند)**، بوم‌شناسی کشاورزی، **۷(۴)**: ۴۴۳-۴۶۰.

رئیسی، محمدباقر (۱۳۹۵). **تغییرپذیری توزیع زمانی و سهم رواناب ناشی از ذوب برف تحت تأثیر سناریوهای تغییر اقلیم**، پایان‌نامه دکتری تخصصی رشته مهندسی منابع طبیعی - آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

زینلی مبارکه، زهرا؛ دیهیم فرد، رضا؛ کامبوزیا، جعفر. (۱۳۹۷). **مدل‌سازی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد گندم آبی تحت شرایط محدودیت آب در خراسان رضوی**، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، **۲۸(۳)**: ۱۵۵-۱۶۹.

شکوهی، مجتبی. (۱۳۹۸). **ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر دما و بارش فصل رشد گندم دیم در استان کردستان**، نشریه هواشناسی کشاورزی، **۱(۷)**: ۳۵-۲۲.

شمسی‌پور، علی‌اکبر. (۱۳۹۳). **مدل‌سازی آب و هوا: نظریه و روش**، چاپ دوم، تهران، ۱۳۹۳، دانشگاه تهران، ص ۴۵۹.

صابری، حامد. (۱۳۹۳). **بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر مقدار نیاز آبی گیاهان در اقلیم‌های مختلف**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی - آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

صلاحی، برومند (۱۳۹۵). **پیش‌بینی و تحلیل رخداد یخبندان‌های سبک و سنگین ایستگاه‌های منتخب استان اردبیل با استفاده از خروجی ریزگردان لارس دبلیو جی در دهه‌های آینده**، پژوهش‌های دانش زمین، **۲۷**: ۲۷-۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]

[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

صلاحی، برومند؛ بهروزی، محمود. (۱۳۹۶). **ارزیابی نوسانات دما و بارش آیندهٔ دشت اردبیل به‌منظور مدیریت تاریخ شروع کشت و طول دوره رشد گندم،** طرح تحقیقاتی، دانشگاه محقق اردبیلی.

عزیزی، قاسم. (۱۳۸۹). **برآورد بارش مؤثر در رابطه با کشت گندم دیم (مورد دشت خرم‌آباد)،** مجله پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، **۵(۳۹)**: ۱۲۳-۱۱۵.

عزیزی، قاسم، روشنی، محمود. (۱۳۸۶). **تحلیل بر مفاهیم و اثرات تغییر اقلیم بر روی دما و تقویم زراعی برنج در گیلان (مطالعه موردی ایستگاه رشت)،** نشریه علوم جغرافیایی، **۲(۶)**: ۵۶-۳۱.

عینی نرگسه، حامد؛ دیهیم فرد، رضا؛ صوفی زاده، سعید؛ حقیقت، مسعود؛ نوری، امید. (۱۳۹۴). **پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد گندم آبی استان فارس با استفاده از مدل APSIM،** نشریه تولیدات گیاهی زراعی، جلد هشتم، **۴**، ۲۲۴-۲۰۳.

فرهودی، رحمت‌الله؛ شمسی‌پور، علی‌اکبر. (۱۳۷۹). **برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه بلوچستان جنوبی،** پژوهش‌های جغرافیایی، **۸(۳۶)**: ۱۱۴-۱۰۵.

فلاح قالهری، غلامعباس، یوسفی، حسین؛ حسین زاده، احمد؛ علیمرادی، محمدرضا؛ ریحانی، الیاس. (۱۳۹۸). **ارزیابی تغییر اقلیم ایستگاه بجنورد طی دوره ۲۰۵۰ – ۲۰۱۶ بجنورد با استفاده از مدل‌های ریزمقیاس نماییLARS-WG و SDSM،** اکوهیدرولوژی، **(۱)۶**: ۱۰۹-۹۹.

کوچکی، علی؛ خالقانی. جواد. (۱۳۷۷). **کشاورزی پایدار در مناطق معتدل،** انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم، ص ۵۸۰.

کوکب بخت، نصیر. (۱۳۹۶). **پیامدهای سناریوی تغییر آب و هوا بر کشت گندم در اطراف کوه سبلان با استفاده از مدلLARS-WG،** پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

گودرزی مسعود؛ خسروانیان جهانتاب؛ حجازی سید اسداله. (۱۳۹۴). **کاربرد مدل LARS-WG در پیش-بینی پارامترهای هواشناسی حوضه قره‌سو.** فضای جغرافیایی. **۱۵(۵۱)**: ۲۷۹-۲۶۳

محمدی. اکبر. یزدان پناه، حسین؛ و محمدی، فرهاد. (۱۳۹۳). **بررسی رخداد تغییر اقلیم و تأثیر آن بر زمان کاشت و طول دوره رشد گندم دوره (دیم)، مطالعه موردی: ایستگاه سرارود کرمانشاه،** پژوهش-های جغرافیای طبیعی، **۴(۲)**: ۲۴۶-۲۳۱.

محمدی، حمید؛ رمرودی، محمود؛ بنایان، محمد؛ اصغری پور، محمدرضا؛ فنایی، حمیدرضا. (۱۳۹۷). **بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر طول دوره رشد و مراحل فنولوژیک رشد گندم در منطقه زابل،** فصلنامه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، **۳۴**: ۱۹۱-۱۸۱.

مشکواتی، امیرحسین؛ کردجزی، محمد؛ بابائیان، ایمان. (۱۳۸۹). **بررسی و ارزیابی مدل لارس در شبیه سازی داده های هواشناسی استان گلستان در دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۳ میلادی،** تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۹: ۹۶-۸۱.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

مظفری، غلامعلی؛ تقی زاده، زهرا؛ شفیعی، شهاب. (۱۳۹۳). **ارزیابی شرایط خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان طی (۱۴۱۰-۱۳۹۱) با استفاده از ریز مقیاس نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو**، پژوهش‌ها اقلیم‌شناسی، **۷(۱۴)**: ۸۱-۶۳.

معافی مدنی، سیده فاطمه؛ موسوی بایگی، محمد؛ انصاری، حسین. (۱۳۹۱). **پیش‌بینی خشکسالی استان خراسان رضوی طی دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ با استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری خروجی مدل LARS-WG**. جغرافیا و مخاطرات محیطی، **۳**: ۳۷-۲۱.

موقر مقدم، حسین؛ تکتم، گلمکانی. (۱۳۸۱). **محاسبه و پایش باران مؤثر در سیستم‌های آبیاری**، بولتن علمی پژوهشکده اقلیم‌شناسی، **۲(۴)**: ۲۱-۱۳.

مؤمنی، سکینه؛ زیبایی، منصور. (۱۳۹۲). **اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس**، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، **۳(۲۷)**: ۱۷۹-۱۶۹.

نصیری، مهدی، کوچکی، علیرضا. (۱۳۸۵). **آنالیز شاخص‌های اگروکلیماتیک ایران در شرایط تغییر اقلیم**، مجله پژوهش زراعی ایران، ۱۳۸۵، **۱**: ۱۸۰-۱۶۹.

ولی‌زاده‌یونجالی، رسول؛ میرزایی آقجه‌قشلاق، فاطمه؛ قربانی، اکبر. (۱۳۹۴). **مقایسه عناصر غذایی خاک و گیاهان مرتعی بر اساس طبقات ارتفاعی و مراحل زیست‌گرد در دامنه شمالی سبلان**، نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، **۷(۱۹)**: ۴۵-۳۲.

یاوری، ایرج. (۱۳۹۵). **تجزیه و تحلیل تأثیر گرمایش جهانی بر نوسانات بارش استان کرمانشاه**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

Blanc E., Schlenker, W., (2017). **The use of panel models in assessments of climate impacts on agriculture**, Review of Environmental Economics and Policy, **11(2):** 258–279.

El-Beltagy, A., Madkour, M., (2012). **Impact of climate change on arid lands agriculture**. Agric & Food Secur 1, doi:10.1186/2048-7010-1-3

Fehér, I., Fieldsend, A.F., (2019). **The Potential for Expanding Wheat Production in Kazakhstan. Analysis from a Food Security Perspective**, Publications Office of the European Union, Luxembourg, Europe.

Frieler, K., Lange, S., Piontek, F., (2017). **Assessing the impacts of 1.5°C global warming—simulation protocol of the inter-sectoral impact model intercomparison project (ISIMIP2b).** Geoscientific Model Development, **10(2):** 4321–4345.

Geng, X., Wang, F., Ren, W., Hao, Z., (2019). **Climate Change Impacts on Winter Wheat Yield in Northern China. Advances in Meteorology.** doi.org/10.1155/2019/2767018.

Hao, Z., Geng, X., Wang, F., Zheng, J., (2018). **Impacts of climate change on agrometeorological indices at winter wheat overwintering stage in Northern China during 2021–2050**. International Journal of Climatology, **38(15)**: 5576–5588.

IPCC., (2007). **Intergovernmental Panel on Climate Change**. P 103.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]

Ma, X., Zhao, C., Tao, H., Zhu, J., Kundzewicz, Z.W., (2018). **Projections of actual evapotranspiration under the 1.5°C and 2.0°C global warming scenarios in sandy areas in Northern China**. Science of the Total Environment, **645(15):** 1496–1508.

Semenov, M.A., Barrow, E.M., (2002). **LARS-WG A Stochastic Weather Generator for Use in Climate Impact Studies**, User Manual, Version **3.0:** 28.

Tao, f., zhang, z., (2013). **climat change wheat prodctiovity and water us in the north china plain:A new super –ensemble-basedprobabilistic projection**. Journal agricultural and forest meteorology**.12(3).** 146-165.

Zhao, C., Liu, B., Piao, S., (2017). **Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates**, Proceedings of the National Academy of Sciences. **114(35):** 9326–9331.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.27.0]

[DOI: 10.52547/jgs.23.68.99]