

تحلیل تغییرپذیری عملکرد محصول گندم دیم با رویکرد تغییرات اقلیمی (منطقه مورد مطالعه استان خراسان رضوی)

منوچهر فرجزاده اصل^{۱*}، عبدالرضا کاشکی^۲، سیاوش شایان^۳

- ۱- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳- استادیار گروه جغرافیا و سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش: ۸۷/۲/۲۴

دریافت: ۸۶/۸/۱۹

چکیده

تغییر اقلیم تأثیرات مستقیم و غیرمستقیمی بر میزان رشد محصولات کشاورزی دارد، گندم یکی از محصولات استراتژیک جهان می‌باشد که تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم قرار دارد. تحقیق حاضر در استان خراسان رضوی به منظور مطالعه تغییرپذیری میزان عملکرد گندم دیم با توجه به میزان تغییر پارامترهای اقلیمی از جمله دما و بارش صورت گرفته است که برای همین منظور از داده‌های یازده استگاه هواشناسی استفاده شد. پارامترهای اقلیمی مذکور برای دوره روش گندم از اکتبر تا ژوئن، برای دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳ بر مبنای دسترسی به داده‌های میزان عملکرد گندم در نظر گرفته شد. برای هر استگاه، میزان ضریب همبستگی بین عملکرد گندم و پارامترهای اقلیمی محاسبه شد و نهایتاً مدل رگرسیونی برای استگاهها به منظور شناسایی پارامترهای اقلیمی مؤثر در برآورد میزان عملکرد گندم محاسبه شد. شش استگاه منطقه دارای مدل رگرسیونی معنی‌دار بوده و سایر استگاههای منطقه در دوره آماری قادر مدل می‌باشند. پیرو انجام مدل نقطه‌ای، مدل منطقه‌ای عملکرد نیز برای استان محاسبه شد و با مدل‌های استگاهی مقایسه شد. در مدل منطقه‌ای پارامترهای مجموع بارش ماه ژانویه، فوریه، میانگین دمای ماه ژانویه، میانگین حداقل دمای ژانویه و حداقل دمای ماه مارس در میزان عملکرد گندم دیم بیشترین تأثیر را دارند. نتایج اخذ شده نشان می‌دهد که پارامترهای مقدار بارش و میزان دمای دوره سرد سال در تعیین میزان عملکرد گندم دیم در منطقه خیلی مؤثر

E-mail: farajzam@modares.ac.ir

* نویسنده مسؤول مقاله:



است. در نهایت سناریوهای پیش‌بینی برای مدل منطقه‌ای و ایستگاههایی که دارای مدل بودند، محاسبه شده و میزان تغییرپذیری عملکرد گندم با توجه به تغییر پارامترهای اقلیمی از میانگین نرمال محاسبه شد. نتیجه نشان می‌دهد که عملکرد محصول گندم در شهرستانهای استان خراسان رضوی براساس تغییرات داده‌های بارش و دما بین ۵۳۴ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در مدل منطقه‌ای قابل تغییر است.

کلیدواژه‌ها: تغییرات اقلیمی، تغییرپذیری، عملکرد گندم دیم، مدل‌های رگرسیونی، مدل فضایی.

۱- مقدمه

گندم از مهمترین محصولات استراتژیک جهانی است که هم از لحاظ وزنی و هم از لحاظ مقدار، قابل توجه بوده و مورد استفاده انسان و حیوان است. تغییر اقلیم جهانی احتمالاً بیشترین تأثیر را بر تولید گندم و در نتیجه بر منابع غذایی بشر خواهد داشت. تولید سالیانه گندم حدود ۶۰۰ میلیون تن می‌باشد و تقریباً ۲۰٪ انرژی و ۲۵٪ نیازهای پرتوئینی جمعیت جهان را فراهم می‌کند. از دیگر عوامل مهم تغییرات سالانه تولید محصول حتی در محیط‌های با فناوری و بازده بالا آب و هوا می‌باشد. امروزه نگرانی مهمی در مورد وقوع تغییرات اقلیمی به وسیله فعالیتهای بشر بوجود آمده است، زیرا هر گونه تغییر در آب و هوا بر تولیدات کشاورزی نیز تأثیر خواهد گذاشت. از این رو تغییرات اقلیمی یکی از عوامل مؤثر بر تولیدات محصولات کشاورزی در آینده خواهد بود [۱].

برای برآورد میزان عملکرد محصولات کشاورزی با توجه به مقدار تغییر پارامترهای اقلیمی از مدل‌های زیادی استفاده می‌شود. مدل‌های تغییر اقلیم به منظور تخمین اثرات این پدیده بر عملکرد محصولات زراعی و تجارت غذا طراحی شده‌اند. یک مدل تغییر اقلیم عبارت است از یک پروژه با اعمال بعضی تغییرات فیزیکی در عوامل هواشناسی که براساس سطح پذیرفته شده CO_2 کار می‌کند. تاکنون مدل‌های زیادی طراحی شده‌اند تا تمام اثرات ممکن را در نظر بگیرند. تمامی مدل‌های مذکور از قبیل (GCM)^۱، (UKMO)^۲، (GFDL)^۳ و (GISS)^۴

1. Global circulation model

2. United kingdom meteorological organization

3. Geophysical Fluid Dynamic Laboratory

4. Godard institute for space studies

تغییرات دما، دیاکسید کربن، بارش و سایر عوامل را پذیرفته‌اند. خروجی مدلها با توجه به نوع داده‌های مورد استفاده در مکانهای مختلف، نتایج مقاومتی را دربرداشته است [۲].

مطالعات نشان می‌دهد که در اقلیم مناطق معتدل و عرضهای بالا که کشورهای پیشرفته در آن قرار دارند، افزایش دما باعث طولانی‌تر شدن دوره رشد بعضی محصولات می‌شود، ولی در عین حال افزایش میزان دما باعث رشد بیشتر گونه‌ها در این مناطق می‌شود [۳]. بررسی سناریوهای اقلیمی نشان می‌دهد که میزان بارش در برخی نواحی کم و در بعضی نواحی زیاد خواهد شد، از این‌رو برای بررسی تأثیر این پارامتر در مدلها از سریهای زمانی بارش استفاده می‌کنند تا دریابند که روند بارش نزولی یا صعودی، چه تأثیری بر عملکرد گندم دیم خواهد داشت [۴].

تأثیر افزایش میزان CO_2 همراه با افزایش متوسط دمای سالیانه بر گندم در هند تجزیه و تحلیل شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با دو برابر شدن میزان CO_2 ، عملکرد گندم در هند ۲۵ تا ۴۰ درصد افزایش و دما نیز حدود ۴ درجه افزایش پیدا می‌کند [۵]. ماوی و همکاران (۱۹۹۳) ارزیابی تأثیر تغییرات اقلیم بر عملکرد محصول گندم در پنجاب را از طریق تکنیک شبیه‌سازی انجام دادند. در تحقیق فوق از داده‌های روزانه آب و هوایی از ماه نوامبر تا آوریل (فصل معمول رشد گندم در این ایالت) که شامل تشعشعات خورشیدی، حداقل و حدکثر دما و بارندگی می‌باشد، برای میانگین دوره سی ساله استفاده شده است [۵].

تأثیر تغییرات اقلیم بر میزان عملکرد محصول گندم در کشور بلغارستان به وسیله الکساندر و هوگن بوم (۲۰۰۰) مطالعه شده است. هدف این مطالعه بررسی تغییرپذیری عوامل اقلیمی در طول قرن بیستم بر محصولات کشاورزی از جمله گندم در بلغارستان می‌باشد. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که در میانگین دمای منطقه تغییری مشاهده نشده و عموماً مقدار کل بارش در نیمه گرم سال، کاهش پیدا کرده است. همچنین آنها از مدل‌های رگرسیونی چندگانه آماری برای توصیف ارتباط بین عملکرد محصول و میزان بارندگی و دما با به کارگیری مدل‌های (GCM)^۱ استفاده کردند [۶]. نتایج مطالعات لوبل و همکاران (۲۰۰۵) روند تغییرات اقلیمی را در مورد عملکرد گندم در مکزیک نشان می‌دهد که از دهه ۱۹۸۰ به بعد افزایش عملکرد گندم بخاطر شرایط اقلیمی (دما، بارش) بوده است [۷]. لاندو و همکاران

1. Global climate models



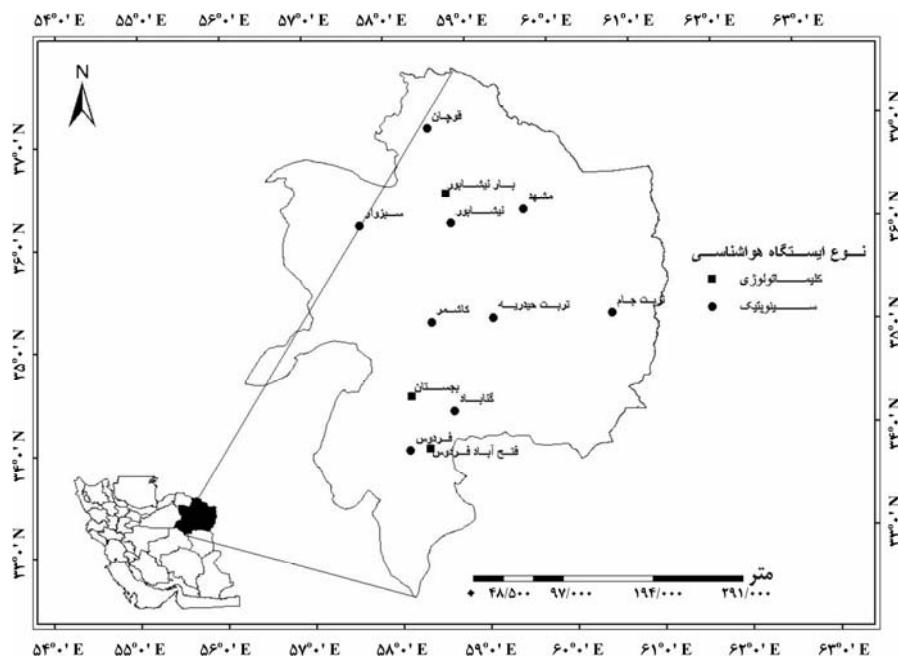
(۲۰۰) به بررسی مدل‌های رگرسیون چندگانه برای برآورد محصول گندم تحت تأثیر شرایط محیطی پرداخته و مدل مناسب آن را ارائه کرده‌اند [۸]. ایلیسیاس و همکاران نیز به بررسی تأثیر تغییرات اقلیم بر کشاورزی اسپانیا پرداخته و نقش آن را تبیین کرده‌اند [۹]. در بررسی عملکرد محصول گندم در شرایط خشکسالی به وسیله لیلا و الخاطب (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که در شرایط خشکسالی عملکرد محصول دچار تغییرات آشکار می‌شود [۱۰]. در ایران، فرجزاده و زرین (۱۳۸۱) میزان عملکرد گندم دیم را با توجه به پارامترهای اقلیمی و کشاورزی در آذربایجان غربی مدل‌سازی کرده و توابع تحلیلی عملکرد گندم را برای منطقه ارائه نمودند [۱۱].

قائمی و مظفری (۱۳۸۱) نیز قابلیتهای محیطی کشت گندم دیم را در کرمانشاه ارزیابی و مدل عملکرد گندم دیم را با توجه به پارامترهای بارش، یخنдан و غیره تهیه کردند [۱۲]. عزیزی و یاراحمدی (۱۳۸۲) نیز میزان عملکرد گندم دیم را در دشت سیلاخور با توجه به پارامترهای اقلیمی چون میزان بارش پاییزه و بهاره، تعداد روزهای یخنдан بهاری، اولین روز بارندگی پاییزه و تعداد روزهای بارانی بیش از یک میلیمتر، با استفاده از مدل رگرسیونی محاسبه و نتایج مربوط به آن را ارائه کرده‌اند [۱۳].

مطالعات مذکور نشان می‌دهد که ارزیابی اثر تغییرپذیری بر عملکرد محصول، هدف مطالعات متعددی بوده است. طراحی یک مدل فضایی برای برآورد عملکرد محصول از نکات بسیار مهمی است که می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. با توجه به این موضوع در پژوهش حاضر سعی شده است تا ضمن بررسی اثر تغییرپذیری داده‌های ماهانه دما (میانگین ماهانه دما، میانگین حداقل و حداکثر ماهانه دما و حداقل و حداکثر مطلق دما) و بارش بر میزان عملکرد گندم دیم در استان خراسان رضوی، مدل فضایی نیز محاسبه و ارائه شود.

۲- منطقه مورد مطالعه

استان خراسان رضوی با مساحتی بالغ بر ۱۲۷/۶۰۰ کیلومتر مربع در شمال شرقی ایران قرار گرفته و حدود ۷/۷ درصد از مساحت کشور را شامل می‌شود و چهارمین استان کشور از نظر وسعت است. همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است، این استان بین ۲۴ تا ۳۸ درجه عرض شمالی و ۵۷ تا ۶۱ درجه طول شرقی قرار دارد.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی استان خراسان رضوی

این استان به علت داشتن آب و هوای مناسب برای کشت گندم دیم در برخی از دشت‌های استان مانند دشت نیشابور، دشت مشهد، کلات، دره کشفرود، دشت‌ج gioin و شمال سبزوار در تولید و مصرف گندم از سابقه دیرینه‌ای برخوردار است. از لحاظ توپوگرافی، استان خراسان رضوی به بخش‌های نواحی کوهستانی و سرزمینهای هموار تقسیم شده و اختلاف ارتفاع بلندترین و پست‌ترین نقطه استان بیش از ۳۰۰۰ متر است. میزان بارش منطقه از شمال به سمت جنوب کاهش پیدا می‌کند و بیشترین میزان بارش مربوط به ایستگاه‌های قوچان و درگز با حدود ۳۰۴/۹ میلیمتر و کمترین آن در ایستگاه‌های گناباد و تاییاد با میزان ۱۴۲/۹ بوده و ایستگاه تربت‌حیدریه این نظم کاهشی را به علت ارتفاع زیاد به هم زده است. دمای منطقه در طی دوره مطالعه از شمال به جنوب روند افزایشی دارد. کمترین میزان دما مربوط به شمال استان در ایستگاه‌های قوچان و درگز بوده که میانگین آن حدود ۱۲/۷ درجه



سانتیگراد می باشد و بیشترین میزان دمای میانگین استان مربوط به جنوب و شرق منطقه است که ایستگاه سبزوار با دمای میانگین $18/2$ درجه بیشترین دما را در منطقه دارد. دما و بارش در منطقه، تابعی از عرض جغرافیایی، ارتفاع و شرایط اقلیمی ایستگاه است.

۳- مواد و روشها

۱-۱- داده‌های مورد استفاده در پژوهش

در این پژوهش از داده‌های ماهانه بارش و دمای (میانگین ماهانه دما، میانگین حداقل و حداکثر ماهانه دما و حداقل و حداکثر مطلق دما) ۹ ایستگاه سینوپتیک و همچنین از داده‌های ۳ ایستگاه کلیماتولوژی برای بازسازی آمار ایستگاه‌های سینوپتیک از سال ۱۹۸۴-۲۰۰۳ استفاده شد. مشخصات جغرافیایی ایستگاهها در جدول ۱ آمده است [۱].

جدول ۱ مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در استان

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)
مشهد	ایستگاه‌های سینوپتیک	۳۶/۱۶	۵۹/۳۸	۹۹۹/۲
سبزوار		۳۶/۱۲	۵۷/۴۳	۹۷۷/۶
تریتھیدریه		۳۵/۱۶	۵۹/۱۳	۱۴۵۰/۸
قوچان		۳۷/۰۴	۵۸/۳۰	۱۲۸۷
کاشمر		۳۵/۱۲	۵۸/۲۸	۱۱۰۹/۷
فردوس		۳۴/۰۱	۵۸/۱۰	۱۲۹۳
گناباد		۳۴/۲۱	۵۸/۴۱	۱۰۵۶
نیشابور		۳۶/۱۶	۵۸/۴۸	۱۲۱۳
تربت‌جام		۳۵/۱۰	۶۰/۲۵	۹۵۰/۴
بارنیشاپور		۳۶/۲۹	۵۸/۴۲	۱۵۲۰
فتح‌آباد فردوس	ایستگاه‌های کلیماتولوژی	۳۴/۰۷	۵۸/۲۳	۱۸۴۰
بجستان		۳۴/۲۱	۵۸/۱۱	۱۳۷۰

برای شهرستانهای درگز و تایباد بخاطر فقدان ایستگاه‌های هواشناسی و بدليل نزدیکی و مشابهت بترتیب از آمار ایستگاه‌های قوچان و گناباد استفاده شد. در دوره آماری ذکر شده، ایستگاه‌های مشهد، سبزوار، تربت‌حیدریه و قوچان دارای آمار کامل بوده و سایر ایستگاهها

دارای کمبود آمار بودند که با استفاده از آزمون همبستگی مورد بازسازی قرار گرفتند. از آنجا که هدف از شناسایی ویژگیهای اقلیمی در این تحقیق، بررسی تأثیر آنها بر میزان عملکرد گندم دید است، از آمار داده‌های اقلیمی ماههای اکتبر، نوامبر و دسامبر یک سال قبل از دوره آماری یعنی سال ۱۹۸۳ نیز استفاده شد؛ به عبارت دیگر از آمار سال زراعی که از اکتبر شروع می‌شود، استفاده شد و از آمار داده‌های ماههای تابستان صرفنظر شد [جدول ۲].

جدول ۲ علائم مربوط به پارامترهای اقلیمی مورد استفاده در تحقیق

علامت متغیر	نام متغیر	علامت متغیر	نام متغیر	علامت متغیر	نام متغیر
X _۱	بارش ماه اکتبر	X _{۲۱}	میانگین حداقل دمای ماه دسامبر	X _{۴۱}	دمای حداکثر مطلق ماه فوریه
X _۲	بارش ماه نوامبر	X _{۲۲}	میانگین حداقل دمای ماه ژانویه	X _{۴۲}	دمای حداکثر مطلق ماه مارس
X _۳	بارش ماه دسامبر	X _{۲۳}	میانگین حداقل دمای ماه فوریه	X _{۴۳}	دمای حداکثر مطلق ماه آوریل
X _۴	بارش ماه ژانویه	X _{۲۴}	میانگین حداقل دمای ماه مارس	X _{۴۴}	دمای حداکثر مطلق ماه مه
X _۵	بارش ماه فوریه	X _{۲۵}	میانگین حداقل دمای ماه آوریل	X _{۴۵}	دمای حداکثر مطلق ماه ژوئن
X _۶	بارش ماه مارس	X _{۲۶}	میانگین حداقل دمای ماه مه	X _{۴۶}	دمای حداقل مطلق ماه اکتبر
X _۷	بارش ماه آوریل	X _{۲۷}	میانگین حداقل دمای ماه ژوئن	X _{۴۷}	دمای حداقل مطلق ماه نوامبر
X _۸	بارش ماه مه	X _{۲۸}	میانگین حداکثر دمای ماه اکتبر	X _{۴۸}	دمای حداقل مطلق ماه دسامبر
X _۹	بارش ماه ژوئن	X _{۲۹}	میانگین حداکثر دمای ماه نوامبر	X _{۴۹}	دمای حداقل مطلق ماه ژانویه
X _{۱۰}	میانگین دمای ماه اکتبر	X _{۳۰}	میانگین حداقل دمای ماه دسامبر	X _{۵۰}	دمای حداقل مطلق ماه فوریه
X _{۱۱}	میانگین دمای ماه نوامبر	X _{۳۱}	میانگین حداکثر دمای ماه ژانویه	X _{۵۱}	دمای حداقل مطلق ماه مارس
X _{۱۲}	میانگین دمای ماه دسامبر	X _{۳۲}	میانگین حداکثر دمای ماه فوریه	X _{۵۲}	دمای حداقل مطلق ماه آوریل
X _{۱۳}	میانگین دمای ماه ژانویه	X _{۳۳}	میانگین حداکثر دمای ماه مارس	X _{۵۳}	دمای حداقل مطلق ماه مه
X _{۱۴}	میانگین دمای ماه فوریه	X _{۳۴}	میانگین حداکثر دمای ماه آوریل	X _{۵۴}	دمای حداقل مطلق ماه ژوئن
X _{۱۵}	میانگین دمای ماه مارس	X _{۳۵}	میانگین حداکثر دمای ماه مه		
X _{۱۶}	میانگین دمای ماه آوریل	X _{۳۶}	میانگین حداکثر دمای ماه ژوئن		
X _{۱۷}	میانگین دمای ماه مه	X _{۳۷}	دمای حداکثر مطلق ماه اکتبر		
X _{۱۸}	میانگین دمای ماه ژوئن	X _{۳۸}	دمای حداکثر مطلق ماه نوامبر		
X _{۱۹}	میانگین حداقل دمای ماه اکتبر	X _{۳۹}	دمای حداکثر مطلق ماه دسامبر		
X _{۲۰}	میانگین حداقل دمای ماه نوامبر	X _{۴۰}	دمای حداکثر مطلق دمای ماه ژانویه		



بخارط سادگی در انجام آنالیز و مدل‌سازی، داده‌های بارش (اکتبر تا ژوئن) از X_1 تا X_9 و پارامترهای دمایی شامل میانگین ماهانه دما، میانگین حداقل و حداکثر ماهانه دما و حداکثر و حداقل مطلق دما (اکتبر تا ژوئن) به ترتیب از X_{10} تا X_{14} نمادگذاری شدند و در نهایت پایگاه داده‌ها تشکیل شد.

نکته مهمی که استقاده از داده‌های طولانی‌مدت اقلیمی را ناممکن ساخته بود، فقدان داده‌های عملکرد گندم دیم بود که در نتیجه جمع‌آوری آنها را برای ۲۰ سال زراعی، از سال ۱۹۸۴–۲۰۰۳ مشکل می‌ساخت. مسلماً هر چه طول دوره آماری پارامترهای اقلیمی و زراعی بیشتر باشد، دقت مدل‌سازی بیشتر خواهد بود.

۲-۳- روشهای

برای تشکیل پایگاه داده‌ها، ابتدا بازسازی داده‌های اقلیمی و کشاورزی به روش همبستگی در نرم‌افزار SPSS انجام شد. سپس برای آزمون تصادفی بودن داده‌ها، از آزمون ران تست^۱ استفاده شد و آزمون روندمن‌کنдал نیز برای بررسی روند داده‌های اقلیمی و کشاورزی در نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای بررسی ارتباط بین داده‌های اقلیمی و کشاورزی در ایستگاههای منطقه همبستگی داده‌ها به روش پیرسون^۲ در نرم‌افزار SPSS محاسبه شد. برای مدل‌سازی ایستگاهی بین داده‌های اقلیمی و کشاورزی از انواع روش‌های رگرسیون خطی مانند اینتر^۳، استپ‌وایز^۴، ریمو^۵، بکوارد^۶ و فروارد^۷ استفاده شد که در نهایت روش استپ‌وایز با توجه به معیارهایی که برای انتخاب مدل وجود دارد، به کار برده شد. در محاسبه مدل منطقه‌ای نیز انواع مدل‌های رگرسیونی به داده‌ها برازش داده شد و با توجه به ملاک‌های معنی‌داری مدل رگرسیونی، مدل بکوارد به عنوان مناسب‌ترین مدل انتخاب شد.

مقایسه ضریب همبستگی داده‌های عملکرد محسوباتی حاصل از مدل منطقه‌ای با داده‌های

1. Run Test
2. Pearson
3. Enter
4. Stepwise
5. Remove
6. Backward
7. Forward

عملکرد مشاهداتی در هر یک از ایستگاههای مورد نظر در کل دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳، در نیمه اول دوره آماری (از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۳) و در نیمه دوم دوره آماری (از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳) انجام شد تا میزان سازگاری و تطابق مدل منطقه‌ای با مدل ایستگاهی در دوره‌های مختلف آماری سنجیده شود و اطمینان استفاده از مدل بالاتر رود. گام نهایی این تحقیق ارائه مدل پیش‌بینی توزیع فضایی حاصل از مدل نهایی منطقه‌ای عملکرد گندم دیم در سطح منطقه است، بنابراین لایه‌های مربوط به پارامترهای X_4 ، X_{12} ، X_{21} و $X_{\text{ه}}$ به عنوان متغیرهای اقلیمی مستقل و Yield^1 به عنوان متغیر وابسته در نرم‌افزار ArcGIS9.0، برای پایگاه اطلاعاتی استان تهیه شد، سپس این لایه‌ها به نرم‌افزار ایدریسی² برده شد، آنگاه با استفاده از ماژول (رگرسیون چندگانه)³، مدل رگرسیون فضایی برای پیش‌بینی عملکرد گندم دیم در منطقه محاسبه شد. سرانجام تغییرپذیری عملکرد گندم دیم در ایستگاههایی که دارای مدل بودند و همچنین در مدل منطقه‌ای با توجه به تغییر پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل، در طول دوره آماری محاسبه شد.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- روند داده‌های عملکرد گندم دیم و پارامترهای اقلیمی

۴-۱-۱- روند داده‌های عملکرد گندم دیم

آزمون روند کنдал تاو⁴ در نرم‌افزار SPSS برای تشخیص و آشکارسازی روند (مثبت یا منفی) داده‌های عملکرد گندم در طی دوره آماری در ایستگاهها مورد استفاده قرار گرفت. از کل ایستگاههای موردنظر در منطقه فقط چهار ایستگاه دارای روند افزایشی (مثبت) در میزان عملکرد گندم در طی دوره آماری در سطح معنی داری ۰/۰۵ می‌باشد و سایر ایستگاهها دارای روند غیرمعنی دار است. ایستگاه تربت‌جام که میزان عملکرد گندم در طول دوره آماری هستند، عبارتند از: ایستگاه تربت‌جام که میزان عملکرد آن دارای روند افزایشی (مثبت) در میزان عملکرد گندم در طی دوره آماری در سطح معنی داری ۰/۰۵ می‌باشد و سایر

1. Yield

2. Idrisi

3. Multiregression

4. Kendall tau test



ایستگاهها دارای روند غیرمعنی دار است. ایستگاههایی که دارای روند در میزان عملکرد گندم در طول دوره آماری هستند، عبارتند از: ایستگاه تربت جام که میزان عملکرد آن دارای روند افزایشی در سطح معنی داری $0.05 < p < 0.1$ بوده و میزان آن 351 ± 51 است. ایستگاه تایباد نیز دارای روند صعودی در میزان عملکرد گندم دیم بوده و مقدار آن در سطح معنی داری $0.05 < p < 0.1$ برابر با 357 ± 57 می باشد. ایستگاه کاشمر نیز دارای روند افزایشی در میزان عملکرد گندم بوده است و مقدار آن 328 ± 28 می باشد. ایستگاه قوچان نیز در سطح معنی داری $0.05 < p < 0.1$ دارای روند افزایشی در داده های عملکرد گندم بوده و مقدار آن حدود 328 ± 28 می باشد.

۴-۱-۲- روند داده های بارش

آزمون روند کنال تاو برای بررسی روند داده های بارش ایستگاه های مورد مطالعه در نرم افزار SPSS انجام شد. نتیجه آزمون حاکی از آن است که فقط متغیر میانگین بارش ماه نوامبر در ایستگاه های قوچان و درگز دارای روند معنی دار افزایشی در سطح $0.05 < p < 0.1$ و مقادیر افزایش آنها 0.328 ± 0.05 است. در ایستگاه های دیگر هیچ روند معنی داری برای متغیر بارش در ماه های گوناگون مشاهده نشد.

۴-۱-۳- روند داده های دما

آزمون روند کنال تاو در نرم افزار SPSS برای ۵ پارامتر دما (میانگین ماهانه دما، میانگین حداقل ماهانه دما، میانگین حداقل ماهانه دما، حداقل مطلق ماهانه دما و حداکثر مطلق ماهانه دما) انجام شد. متغیرهای دمایی ماهانه که در ایستگاه های مورد مطالعه دارای روند هستند در جدول ۳ نمایش داده شده است. متغیرهای دمایی که روند افزایشی آنها در اکثر ایستگاه های منطقه دیده می شود به ترتیب عبارتند از متغیرهای X_{10} ، X_{11} ، X_{48} و X_{28} . آن متغیرهای دمایی که فقط در یک ایستگاه روند افزایشی آنها وجود دارد، متغیرهای X_{11} ، X_{21} و X_{42} هستند. ایستگاهی که متغیرهای اقلیمی بیشتری در آن روند افزایشی دارند ایستگاه فردوس بوده و ایستگاهی که کمترین و فقط یک متغیر اقلیمی در آن وجود دارد که دارای روند معنی دار است، ایستگاه نیشابور می باشد.

جدول ۳ پارامترهای دمایی که در طول دوره آماری در ایستگاهها دارای روند می‌باشند

سیزوفار	تربت‌حیدریه	تربت‌جام	مشهد	گناباد	نیشابور	تابیباد	درگز	فردوس	قوجان	کاشمر	ایستگاه	
											پارامترها	
✓	σ	✓	✓	✓	σ	✓	✓	✓	✓*	σ*	X ₁₀	
σ	σ	✓	σ	✓	σ	✓	σ	✓	σ	σ	X ₁₄	
σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	✓	σ	σ	X ₁₆	
✓	✓	σ	✓	✓	σ	✓	✓	✓	✓	✓	X ₁₉	
σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	✓	σ	σ	X ₂₁	
✓	σ	σ	σ	✓	σ	✓	✓	✓	✓	✓	X ₂₂	
✓	σ	σ	✓	σ	σ	σ	σ	✓	σ	σ	X ₂₅	
σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	✓	σ	σ	X ₂₈	
σ	✓	✓	σ	✓	σ	σ	σ	✓	σ	σ	X ₃₂	
σ	✓	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	X ₃₈	
σ	σ	σ	σ	✓	σ	✓	σ	σ	σ	σ	X ₃₉	
σ	σ	σ	✓	σ	✓	σ	✓	σ	✓	σ	X ₄₀	
σ	σ	σ	✓	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	X ₄₂	
σ	σ	σ	✓	✓	σ	✓	σ	✓	σ	✓	X ₄₆	
✓	✓	σ	✓	σ	σ	σ	σ	✓	✓	✓	X ₄₈	

* علامت ✓ پارامترهای دمایی دارای روند و علامت σ پارامترهای دمایی بدون روند معنی‌دار را نشان می‌دهد.

۲-۴- مدلسازی عملکرد گندم با توجه به پارامترهای اقلیمی

۱-۲-۴- همبستگی داده‌های اقلیمی و عملکرد گندم دیم

ضریب همبستگی بین داده‌های اقلیمی و میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه‌های مورد نظر در طی دوره آماری از ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۳، ۱۰ سال اول دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۳، ۱۰ سال دوم دوره آماری از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳، ۵ سال اول دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا سال ۱۹۸۸، ۵ سال دوم دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۳، ۵ سال سوم دوره آماری از سال ۱۹۹۸ تا ۱۹۹۴ و ۵ ساله آخر دوره از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ در جدول ۴ نشان داده شده است.

... منوچهر فرجزاده اصل و همکاران ————— تحلیل تغییرپذیری عملکرد محصول گندم دیم ...

جدول ۴ ضریب همبستگی بین داده‌های اقلیمی و میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه‌های منطقه در طی دوره‌های مقاوت آماری

نام ایستگاه	کل دوره آماری(۲۰ سال)	سال اول ۱۹۸۴	سال دوم ۱۹۹۳	سال اول ۱۹۸۴	سال دوم ۱۹۹۳	سال اول ۱۹۹۴	سال دوم ۱۹۹۵	سال چهارم ۲۰۰۳
قوچان	X ₁₀ (.488*) X ₁₅ (.523*) X ₃₂ (.746*) X ₁₄ (.448*) X ₁₉ (.568**) X ₂₂ (.562**)	X ₁₄ (.784**)	X ₇ (-.952*) X ₃₅ (.946*) X ₄₆ (.916*) X ₅₀ (.909*)	X ₃ (.752*)	NA	NA	X ₉ (.960**) X ₃₀ (.887*)	NA
درگز	NA	X ₆ (.895*) X ₁₅ (-.961**) X ₂₇ (.910*) X ₃₃ (-.928*) X ₃₅ (-.885*) X ₄₉ (-.947*)	X ₄₁ (.900*) X ₄₂ (-.892*)	X ₄₉ (.899*) X ₅₅ (-.906*)	X ₃ (.705*) X ₈ (.738*)	X ₁₃ (.682*) X ₂₂ (.768**)	X ₇ (.500*) X ₈ (.606**)	NA
کاشمر	X ₃ (.917*)	NA	X ₁₃ (.924*) X ₂₂ (.978**)	NA	NA	X ₅₁ (-.649*)	X ₃₈ (-.481*) X ₅₁ (-.590**)	NA
تربت حیدریه	X ₃ (.970**)	X ₁₀ (-.881*) X ₅₃ (.908*)	X ₃₁ (.898*)	X ₅₂ (.994**)	NA	NA	X ₅ (-.464*) X ₁₅ (.456*) X ₂₂ (.454*)	NA
تربت جام	X ₅₁ (-.879*)	NA	X ₅₁ (-.901*)	NA	X ₄₁ (.671*)	X ₅₁ (-.802**)	X ₅ (-.476*) X ₄₁ (.454*)	NA
گناباد	X ₄ (.988**) X ₅ (.895*) X ₆ (.895*) X ₃₇ (.899*) X ₄₇ (.946*) X ₅₀ (.898*)	NA	X ₆ (-.947*) X ₁₃ (.908*) X ₂₂ (.958*) X ₅₃ (.888*)	NA	X ₄ (.833**)	X ₄ (.703*) X ₃₈ (-.743*)	X ₄ (.659**) X ₁₄ (.453*) X ₂₂ (.528*) X ₂₅ (.445*) X ₃₈ (-.517*) X ₄₇ (.496*)	NA
فردوس	X ₂ (-.889*) X ₅ (.918*) X ₆ (.882*) X ₁₄ (.991*) X ₂₃ (.955*) X ₂₅ (-.928*) X ₂₉ (.958*) X ₃₂ (.962**) X ₃₇ (.980**)	X ₈ (.901*) X ₁₄ (-.919*)	X ₁₄ (-.913*) X ₃₂ (-.916*) X ₄₁ (-.909*) X ₂₂ (-.916*)	X ₂₃ (.987**)	X ₁₂ (.674*) X ₃₀ (.726*) X ₃₉ (.680*)	NA	NA	NA
تابیاد	NA	X ₂₃ (-.954*)	X ₁₃ (.879*) X ₂₂ (.961**)	X ₁ (.923*) X ₈ (-.925*) X ₁₀ (-.895*) X ₂₈ (-.951*) X ₄₅ (.916*) X ₄₆ (-.884*) X ₄₇ (-.952*)	NA	X ₂₀ (-.638*) X ₄₄ (.654*)	NA	NA
نیشابور	X ₃ (.990**) X ₅ (-.953*) X ₁₅ (.949*) X ₃₃ (.910*) X ₅₂ (.882*)	X ₁₃ (.972**) X ₂₂ (.898*) X ₄₆ (.887*)	X ₁₅ (.977**) X ₂₂ (.879*)	X ₈ (.884*) X ₂₀ (-.887*) X ₄₀ (.937*)	X ₂ (.662*) X ₃ (.656*) X ₃₃ (.684*) X ₄₂ (.680*)	X ₁₁ (-.637*) X ₂₉ (-.652*)	NA	NA
مشهد	X ₁₂ (-.895*) X ₃₀ (-.954*)	X ₂₆ (.904*) X ₄₄ (-.926*)	X ₅ (-.950*)	X ₂₉ (-.880*)	NA	X ₁₉ (.660*) X ₅₄ (.672*)	NA	NA
سیبزوار	NA	X ₃₀ (.922*)	NA	X ₃₇ (-.889*) X ₄₅ (.993**)	X ₃ (.697*) X ₅₄ (.680*)	NA	NA	NA

* معنی دار در سطح ۹۵ درصد ** معنی دار در سطح ۹۹ درصد (NA) : متغیری شناسایی نشد

با توجه به جدول ضریب همبستگی بین داده‌های اقلیمی (دما و بارش ماهانه) از اکتبر تا ژوئن و میزان عملکرد گندم دیم در طی دوره آماری از ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳ در ایستگاههای سبزوار، مشهد، نیشابور، تایباد و فردوس رابطه معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ یا وجود ندارد. در سایر ایستگاههای منطقه مانند قوچان، درگز، کاشمر، تربت‌حیدریه، تربت‌جام و گناباد این رابطه همبستگی بین پارامترها در طی دوره آماری مورد نظر وجود دارد.

۴-۲-۲- مدل‌های ایستگاهی پیش‌بینی عملکرد گندم دیم

در این بخش انواع مدل‌های رگرسیونی مانند اینتر، بکوارد، استپوایز، ریمو و فروارد برای ایستگاههای مورد نظر در دوره آماری ۲۰ ساله از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳، مورد برآذش قرار گرفت. در ایستگاههای فردوس، مشهد، نیشابور، سبزوار و تایباد هیچ مدل رگرسیونی یافت نشد. برای ایستگاههای درگز، قوچان، گناباد، کاشمر، تربت‌حیدریه و تربت‌جام از مدل استپوایز بعنوان بهترین مدل استفاده شد.

میزان همبستگی بین عملکرد محصول گندم محاسباتی و عملکرد محصول مشاهداتی و مدل پیش‌بینی استپوایز برای ایستگاههایی که دارای مدل هستند، در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵ میزان همبستگی بین عملکرد محصول محاسباتی و عملکرد محصول مشاهداتی و مدل پیش‌بینی به روش استپوایز در ایستگاهها

ایستگاههای مورد مطالعه	R	R ²	انحراف از معیار	مدل پیش‌بینی میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاهها
درگز	۰/۶۰۶***	۰/۳۶۷	۰/۰۰۲	$Y = ۳۲۸/۷+۸/۱۵۲X_۸$
قوچان	۰/۷۰۲***	۰/۴۹۳	۱۶۱/۸۴۱	$Y = ۱۱۸/۵۳۴+۵۹/۹۷۵X_{۱۱}+۴۶/۹۴۴X_{۱۲}$
گناباد	۰/۹۰۹***	۰/۸۲۶	۶۵/۹۳۷	$Y = ۵۱۵/۲۸۱+۶/۲۴۱X_۴+۴۸/۵۲۹X_{۱۲}-۱۹/۰/۴۵X_۵-۱۴/۴۹۲X_{۱۱}$
کاشمر	۰/۹۲۱***	۰/۸۴۸	۶۲/۴۸۷	$Y = -۱۴۶۵/۸۹۲-۵۴/۴۷۶X_{۱۱}+۸۵/۲۴۷X_{۱۸}+۹۶/۲۰/۸X_{۱۱}-۲۰/۶۳۳X_{۱۱}-۴۸/۶۹۵X_{۱۱}$
تربت‌حیدریه	۰/۶۳۶***	۰/۴۰۴	۱۱۷/۷۹۶	$Y = ۶۸۵/۵۹۷-۱/۷۷۴X_۵+۱۹/۵۱۲X_{۱۱}$
تربت‌جام	۰/۶۶۲***	۰/۴۳۹	۱۲۷/۷۶۲	$Y = ۳۲۷/۹۶۶-۴/۷۰۶X_۵-۲۸/۲۶۲X_{۱۱}$

***: همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.



با بررسی انجام شده درباره مدل های پیش بینی، مشاهده می شود که بیشترین همبستگی بین میزان عملکرد محصول مشاهداتی و پیش بینی شده در ایستگاه کاشمر با حدود ۰/۹۲۱ می باشد. ایستگاه کتاباد با حدود ۰/۰۹ همبستگی در سطح دوم قرار دارد که در سطح ۰/۰۱ معنی دار می باشد. کمترین میزان همبستگی بین عملکرد محصول مشاهداتی و پیش بینی شده در ایستگاه درگز با حدود ۰/۶۰۶ بوده که در سطح ۰/۰۱ معنی دار است.

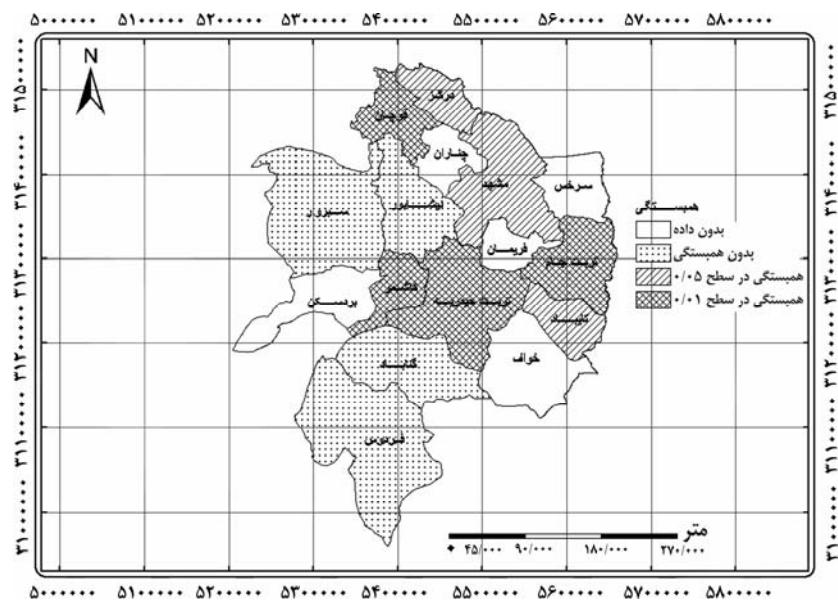
۴-۲-۳- مدل منطقه‌ای پیش بینی عملکرد گندم دیم

در مدل منطقه‌ای که از میانگین داده های اقلیمی و داده های عملکرد استفاده شد از روش بکوارد برای مدل منطقه‌ای به عنوان بهترین مدل استفاده شد که عبارت است از:

$$Y = 120.3 / 0.54 - 4 / 675X_1 - 2 / 376X_2 + 192 / 625X_3 - 157 / 812X_4 - 22 / 946X_5 \quad (1)$$

که در این رابطه، Y : میزان عملکرد گندم دیم محاسباتی، عرض از مبدأ معادله برابر $120.3 / 0.54$ ، اعداد ذکر شده در معادله ضرایب ثابت هستند، X_1 : مجموع بارش ماه ژانویه، X_2 : مجموع بارش ماه فوریه، X_3 : میانگین دمای ماه ژانویه، X_4 : میانگین حداقل دمای ماه ژانویه و X_5 : حداقل دمای ماه مارس می باشد. میزان همبستگی بین داده های عملکرد محاسباتی و مشاهداتی در مدل منطقه‌ای برابر $0.836 / 0.01$ می باشد که در سطح 0.01 معنی دار بوده و در نتیجه همبستگی قوی بین داده های عملکرد محاسباتی و مشاهداتی برقرار است. میزان R-Square مدل منطقه‌ای نیز برابر 0.699 است؛ به این معنی که میزان تغییرات عملکرد محاسباتی در مدل منطقه‌ای تا 0.69 وابسته به پارامترهای اقلیمی وارد شده در مدل می باشد و 0.21 تغییرات عملکرد محاسباتی نیز مربوط به سایر پارامترها است.

پارامترهای مؤثر در مدل در سطح منطقه بیشترین تأثیر را بر میزان عملکرد گندم دیم دارند. میزان انحراف از معیار مدل نیز $0.54 / 70$ بوده که میزان آن چشمگیر نمی باشد. برای اطمینان بیشتر استفاده از مدل منطقه‌ای، همبستگی بین داده های عملکرد محاسباتی مدل منطقه‌ای در هر یک از ایستگاهها با داده های عملکرد مشاهداتی در ایستگاهها برای کل دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۳ و سال اول دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۳ دوام دارد. دوره آماری از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳ محاسبه شد [شکل ۲].



شکل ۲ ایستگاهها دارای همیستگی یا فاقد همیستگی با مدل منطقه‌ای در کل دوره آماری

با توجه به شکل (۲) مشخص می‌شود که بیشترین همیستگی بین داده‌های عملکرد محاسباتی مدل منطقه‌ای در ایستگاهها با داده‌های عملکرد مشاهداتی هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه، در کل دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳، مربوط به ایستگاه قوچان با میزان ۰/۷۳۴ بوده که در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است و در ایستگاه‌های نیشاپور، سبزوار، گناباد و فردوس همیستگی معنی‌داری بین مدل منطقه‌ای با داده‌های عملکرد مشاهداتی دیده نشد و حتی مدل منطقه‌ای با داده‌های عملکرد مشاهداتی در ایستگاه فردوس، همیستگی منفی دارند. به این معنی که مدل منطقه‌ای قابلیت کاربرد برای این ایستگاه را ندارد.

در ۱۰ سال اول دوره آماری از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۳، ایستگاه کاشمر بیشترین همیستگی را با مدل منطقه‌ای دارد که میزان آن حدود ۰/۸۱۴ و در سطح ۰/۰۱ درصد معنی‌دار است. ایستگاه تربت جام نیز با مدل منطقه‌ای حدود ۰/۷۹۷ همیستگی دارد که در سطح ۰/۰۱ درصد معنی‌دار است. در دیگر ایستگاه‌های منطقه در این دوره آماری هیچ رابطه همیستگی



معنی‌داری بین مدل منطقه‌ای و داده‌های عملکرد مشاهداتی ایستگاهها وجود ندارد و حتی ایستگاه فردوس در این دوره آماری رابطه منفی با مدل منطقه‌ای دارد که میزان آن -0.500 می‌باشد.

در ۱۰ سال دوم دوره آماری از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳، ایستگاه تایباد بیشترین همبستگی را با مدل منطقه‌ای داشته که میزان آن حدود 0.893 بوده و در سطح 0.01 معنی دار است. ایستگاه قوچان نیز دارای همبستگی بالایی با مدل منطقه‌ای است که میزان آن 0.787 بوده و در سطح 0.01 معنی دار است. در ایستگاه درگز نیز همبستگی بین داده‌های عملکرد محاسباتی مدل منطقه‌ای با داده‌های عملکرد مشاهداتی حدود 0.751 بوده که این همبستگی در سطح 0.05 معنی دار است. در ایستگاه تربت‌حیدریه هم داده‌های عملکرد مشاهداتی با مدل منطقه‌ای حدود 0.735 همبستگی دارند و این رابطه در سطح 0.05 معنی دار بوده که نشان از همبستگی بالای مدل منطقه‌ای با مدل ایستگاهی تربت‌حیدریه است. در ایستگاه سبزوار نیز این میزان همبستگی برابر 0.732 است که در سطح 0.05 معنی دار می‌باشد. ایستگاه نیشابور نیز دارای همبستگی 0.731 بین داده‌های عملکرد مشاهداتی و مدل منطقه‌ای است که این رابطه نیز در سطح 0.05 معنی دار بوده و نشان از همبستگی قوی داده‌های ایستگاهی نیشابور با مدل منطقه‌ای دارد. البته در دیگر ایستگاه‌های منطقه هیچ رابطه معنی داری بین داده‌های عملکرد مشاهداتی و مدل منطقه‌ای وجود ندارد و حتی در ایستگاه گنبد این رابطه منفی می‌باشد.

همان طور که مشخص است، عملکرد گندم دیم در چهار رده، طبقه بندی شده است، که عبارتند از $295/1-295/7$ کیلوگرم بر هکتار بعنوان گروه خیلی کم، $295/1-369/6$ کیلوگرم بر هکتار بعنوان گروه کم، $369/6-444/1$ کیلوگرم بر هکتار بعنوان گروه مبه وسیله و $444/1-518/6$ بعنوان گروه مناسب شناسایی شده است. میانگین فضایی عملکرد گندم گروهی که بعنوان طبقه مناسب شناسایی شده در شمال منطقه قرار دارد که شامل ایستگاه‌های درگز، قوچان و نیشابور می‌شود. در این منطقه بیشترین میزان عملکرد گندم دیم مشاهداتی نیز دیده می‌شود.

گروه دوم میانگین فضایی عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده در نواحی شمالی منطقه شامل ایستگاه‌های مشهد و شمال سبزوار قرار دارد. گروه سوم میانگین فضایی عملکرد گندم

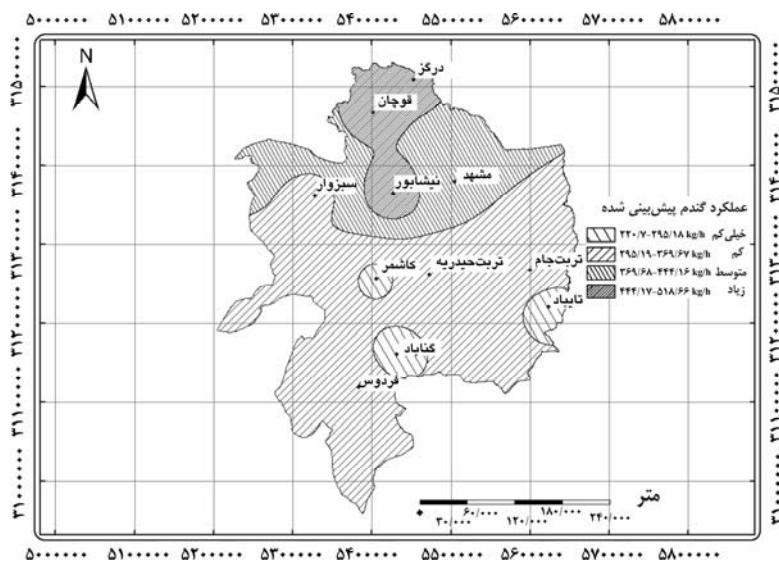
محاسباتی در منطقه نیز در مناطق مرکزی و جنوبی دیده می‌شود که شامل ایستگاههای تربت جام، تربت حیدریه و فردوس است، گروه چهارم میانگین فضایی عملکرد گندم محاسباتی در منطقه در ایستگاههای کاشمر، گلاباد و تایباد دیده می‌شود که میانگین عملکرد در آنها ۲۹۵/۷-۲۲۰ کیلوگرم بر هکتار می‌باشد و به عنوان طبقه خیلی کم در منطقه معرفی می‌شود، میانگین عملکرد مشاهداتی نیز در ایستگاههای یاد شده بسیار ناچیز بوده و از لحاظ میزان بارش و دما نیز مساعد کشت گندم دیم نمی‌باشند.

۴-۲-۴- مدل رگرسیون فضایی منطقه

میانگین فضایی پارامترهای اقلیمی بعنوان پارامترهای مستقل و داده‌های عملکرد گندم دیم بعنوان پارامتر وابسته در مدل منطقه‌ای در نرم افزار ArcGIS9.0 برای منطقه محاسبه گردید، آنگاه لایه‌ها از نرم افزار ArcGIS به نرم افزار ایدریسی جهت انجام عملیات رگرسیون فضایی در سطح منطقه برده شد و در نهایت مدل فضایی برای منطقه به شرح ذیل ارائه شد:

$$Y = 220/6972 + 5/8891X_4 - 7/1955X_5 + 85/7105X_3 - 40/4663X_1 - 72/3337X_2 \quad (رابطه ۲)$$

که در آن: Y : میزان عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده، عدد ۲۲۰/۶۹۷۲: عرض از مبدأ معادله، X₄: مجموع بارش ماه ژانویه، X₅: مجموع بارش ماه فوریه، X₃: میانگین دمای ماه ژانویه، X₁: میانگین حداقل دمای ماه ژانویه، X₂: حداقل دمای ماه مارس و اعداد کنار پارامترهای اقلیمی ضرایب ثابت معادله هستند. ضریب همبستگی این معادله حدود ۰/۸۹۲ می‌باشد که در سطح ۰/۰۱ معنی دار است و همبستگی قوی را در سطح منطقه نشان می‌دهد. R-Square معادله نیز برابر ۰/۷۹۶ است، به این معنی که ۰/۷۹ درصد تغییرات میزان عملکرد فضایی گندم دیم پیش‌بینی شده در استان مربوط به ۵ پارامتر اقلیمی وارد شده در این مدل فضایی می‌باشد و ۲۱ درصد تغییرات دیگر عملکرد فضایی گندم دیم مربوط به دیگر پارامترهای اقلیمی و غیراقلیمی است. میانگین فضایی عملکرد گندم دیم محاسباتی در سطح منطقه که از مدل فضایی منطقه‌ای (رابطه ۲) حاصل شد، در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۳ میانگین فضایی عملکرد گندم دیم محاسباتی در سطح منطقه

همان‌طور که مشخص است، عملکرد گندم دیم در چهار ردۀ طبقه‌بندی شده است که عبارتند از ۲۹۵/۱-۳۶۹/۶ کیلوگرم بر هکتار بعنوان گروه خیلی کم، ۲۶۰/۱-۲۷۹/۶ کیلوگرم بر هکتار بعنوان گروه کم، ۲۸۰/۱-۲۸۹/۱ کیلوگرم بر هکتار بعنوان گروه متوسط و ۳۶۹/۶-۴۴۴/۱ کیلوگرم بر هکتار بعنوان گروه زیاد است. میانگین فضایی عملکرد گندم گروهی که بعنوان طبقه مناسب شناسایی شده است. میانگین فضایی عملکرد گندم گروهی که بعنوان طبقه مناسب شناسایی شده است در شمال منطقه قرار دارد که شامل ایستگاههای درگز، قوچان و نیشابور می‌شود. در این منطقه بیشترین میزان عملکرد گندم دیم مشاهداتی نیز دیده می‌شود. گروه دوم میانگین فضایی عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده در نواحی شمالی منطقه شامل ایستگاههای مشهد و شمال سبزوار قرار دارد. گروه سوم میانگین فضایی عملکرد گندم محاسباتی در منطقه نیز در مناطق مرکزی و جنوبی دیده می‌شود که شامل ایستگاههای تربت‌جام، تربت‌حیدریه و فردوس است. گروه چهارم میانگین فضایی عملکرد گندم محاسباتی در ایستگاههای کاشمر، گناباد و تایباد دیده می‌شود که میانگین عملکرد در آنها ۲۹۵/۱-۲۲۰/۷ کیلوگرم بر هکتار می‌باشد و به عنوان طبقه خیلی کم

در منطقه معرفی می‌شود. میانگین عملکرد مشاهداتی نیز در ایستگاههای یاد شده بسیار ناچیز بوده و از لحاظ میزان بارش و دما نیز مساعدت کشت گندم دیم نمی‌باشد.

۴-۳-۱- تغییرپذیری^۱ عملکرد محصول گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیمی مؤثر برای بررسی میزان تغییرپذیری عملکرد گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیمی مؤثر در هر ایستگاه، ابتدا ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل شناسایی شد. ویژگیهای آماری شامل مقادیر حداقل، حداقل، میانگین، انحراف از معیار، ضربی تغییرات و آزمون روند من کنдал می‌باشد. خصوصیات آماری در هر ایستگاه برای هر پارامتر اقلیمی مؤثر در مدل شناسایی شد. دوره‌های آماری ایستگاهها متفاوت است، مثلاً دوره آماری ایستگاه تربت حیدریه ۴۵ سال، ایستگاه قوچان و درگز ۲۰ سال، استان خراسان رضوی ۲۰ سال، ایستگاه کاشمر ۱۸ سال، ایستگاه گناباد ۱۷ سال و دوره آماری ایستگاه تربت جام ۱۱ سال است. سناریوهایی که برای پیش‌بینی استفاده می‌شود شامل سناریوهای افزایش و کاهش در میزان مبه وسیله داده‌های مؤثر در هر مدل ایستگاهی است. سناریوهای افزایشی شامل افزایش ۱۰ و ۲۰ درصد مبه وسیله پارامترهای اقلیمی مؤثر در هر مدل ایستگاهی است و سناریوی کاهشی نیز شامل کاهش ۱۰ و ۲۰ درصدی در میزان میانگین پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل ایستگاهی می‌باشد، با کاهش یا افزایش ۱۰ و ۲۰ درصدی در میانگین پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در هر مدل ایستگاهی، میزان عملکرد گندم دیم نسبت به میانگین تغییر خواهد کرد.

۴-۳-۲- تغییرپذیری عملکرد گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل منطقه‌ای

پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در مدل منطقه‌ای شامل میزان بارش ماه ژانویه، میزان بارش ماه فوریه، میانگین دمای ماه ژانویه، میانگین حداقل دمای ماه ژانویه و پارامتر حداقل دمای ماه مارس است. ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل منطقه‌ای در جدول ۶ نمایش داده شده است.

1. Variability



جدول ۶ ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل و سناریوهای پیش‌بینی در
مدل منطقه‌ای

میزان عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده کیلوگرم در هکتار	میزان عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده کیلوگرم در هکتار	بارش ماه ژانویه (میلیمتر)	بارش ماه فوریه (میلیمتر)	میانگین دماه ژانویه (سانتیگراد)	میانگین دماه ژانویه (سانتیگراد)	میانگین دماه ژانویه (سانتیگراد)	حداقل دماه مارس (سانتیگراد)	حداقل دماه مارس (سانتیگراد)	پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل
۵۹/۴	۵۹/۴	۸۹/۷	۵/۱	۱۱/۳	-۰/۴۱	حداقل	ویژگیهای آماری پارامترها	آزمون روندمکنال	حداقل
	۸/۴	۵/۰۳	-۰/۰۶	۴/۴	-۸/۸	حداقل			میانگین
	۲۹/۷	۳۶/۳	۲/۰۴	۸/۱۶	-۴/۰۳	میانگین			انحراف از معیار
	۱۴/۱۱	۲۲/۶۵	۱/۰۲	۱/۹۱	۲/۱۳	ضریب تغییرات			ضریب تغییرات
	۴۷/۴۰	۶۵/۱۰	۰۰/۰۵	۲۲/۲۵	۰۲/۶۸	۰/۱۴۲			افزایش ۱۰ درصد
	۰/۱۱۶	-۰/۱۴۷	۰/۱۷۹	۰/۰۹۵	۰/۱۴۲	۰/۱۱۶			افزایش ۲۰ درصد
۲۸۵	۳۲/۷۶	۳۹/۹۶	۲/۳۰	۸/۹۸	-۴/۴۴	۰/۱۱۶	سناریوهای پیش‌بینی	کاهش ۱۰ درصد	افزایش ۲۰ درصد
۲۰۰	۳۵/۷۲	۴۳/۵۹	۲/۶۵	۹/۸۰	-۴/۸۴	۰/۱۱۶			کاهش ۲۰ درصد
۴۵۱/۲۷	۲۶/۸۰	۳۲/۶۹	۲/۷۴	۷/۳۵	-۳/۶۳	۰/۱۱۶			کاهش ۴۵ درصد
۵۲۴/۳۶	۲۲/۸۲	۲۹/۰۶	۲/۴۳	۷/۵۳	-۳/۲۳	۰/۱۱۶			کاهش ۵۲۴ درصد

با توجه به میزان میانگین پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل منطقه‌ای در ۲۰ سال دوره آماری، میزان مبه وسیله عملکرد گندم محاسبه شده، $۳۶۸/۳$ کیلوگرم در هکتار است. حال با توجه به جدول (۶) اگر پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل منطقه‌ای به میزان ۱۰ درصد افزایش پیدا کند، عملکرد گندم دیم $۲۲/۵$ درصد نسبت به میانگین عملکرد محاسباتی کاهش نشان خواهد داد. اگر میزان افزایش پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل منطقه‌ای ۲۰ درصد باشد، در این صورت میزان عملکرد گندم محاسباتی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود که نسبت به میانگین عملکرد محاسباتی حدود ۱۶۸ کیلوگرم یا $۴۵/۶$ درصد کاهش پیدا می‌کند که در این صورت میزان کاهش خیلی محسوس خواهد بود. حال اگر بر عکس، میزان میانگین پارامترهای اقلیمی در مدل منطقه‌ای حدود ۱۰ درصد کاهش پیدا کند، در این صورت میزان عملکرد گندم محاسباتی حدود $۴۵۱/۲۷$ کیلوگرم خواهد بود که نسبت به میانگین عملکرد حدود $۸۳/۲۷$ کیلوگرم یا $۲۲/۶$ درصد افزایش نشان می‌دهد. اگر این میزان کاهش پارامترهای اقلیمی حدود ۲۰ درصد فرض شود، در این صورت میزان عملکرد حدود $۵۲۴/۳۶$ کیلوگرم

خواهد بود که نسبت به میانگین عملکرد حدود $۱۶۶/۳$ کیلوگرم یا $۴۵/۲$ درصد افزایش خواهد داشت و در صورت وقوع این حالت، افزایش میزان عملکرد گندم چشمگیر است. پس در صورتی که میزان پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل تا $± ۱۰$ درصد تغییر پیدا کند، میزان عملکرد گندم نیز تا $۲۲/۵$ ± درصد تغییر خواهد داشت و اگر میزان تغییر پارامترهای اقلیمی $± ۲۰$ درصد شود، میزان عملکرد نیز تا $۴۵/۵$ ± درصد تغییر خواهد کرد که تغییرپذیری عملکرد گندم در این صورت بسیار چشمگیر خواهد بود.

۴-۳-۴- تغییرپذیری عملکرد گندم با توجه به تأثیر پارامترهای اقلیمی در مدل ایستگاهی پارامتر اقلیمی تأثیرگذار بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه درگز، متغیر مجموع بارش ماه مه است. متغیر میزان بارش ماه مه مهمترین عامل اقلیمی تأثیرگذار در مرحله خمیری شدن و پرشدن دانه گندم می‌باشد. هر چه میزان بارش در این مرحله بیشتر باشد، میزان عملکرد گندم افزایش می‌یابد و بالعکس. ویژگیهای آماری پارامتر میزان بارش ماه مه در جدول ۷ نمایش داده شده است.

جدول ۷ ویژگیهای آماری پارامتر اقلیمی تأثیرگذار در مدل و سناریوهای پیش‌بینی در ایستگاه درگز

میزان عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده(کیلوگرم در هکتار)	بارش ماه مه (میلیمتر)	پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل	
	۷۳/۸	حداکثر	ویژگیهای آماری پارامترها
	۱	حداقل	
	۳۰/۷۰۵	میانگین	
	۲۴/۹۹	انحراف از معیار	
	۸۱/۳۹	ضریب تغییرات	
	۰/۱۶۸	آزمون روندمن کن达尔	
۶۰۴/۱۰	۳۳/۷۸	افزایش ۱۰ درصد	سناریوهای پیش‌بینی
۶۲۹/۱۳	۳۶/۸۵	افزایش ۲۰ درصد	
۵۵۳/۹۶	۲۷/۶۳	کاهش ۱۰ درصد	
۵۲۸/۹۳	۲۴/۵۶	کاهش ۲۰ درصد	



میزان میانگین عملکرد محاسباتی در ایستگاه در گز حدود ۵۷۹ کیلوگرم در هکتار است. با توجه به جدول (۷) در صورت تغییر $10 \pm$ درصد پارامتر مجموع بارش ماه مه، میزان عملکرد گندم حدود $4/3 \pm$ درصد نوسان خواهد داشت و اگر میزان تغییر پارامتر مجموع بارش ماه مه $20 \pm$ درصد فرض شود، در این صورت میزان عملکرد گندم حدود $8/6 \pm$ درصد تغییر نشان خواهد داد که در نتیجه تغییرپذیری میزان عملکرد گندم دیم نسبت به پارامتر فوق زیاد محسوس نمیباشد.

در مدل ایستگاه قوچان، پارامترهای اقلیمی میانگین حادقل دمای اکتبر و میانگین دمای ماه ژانویه بر میزان عملکرد گندم دیم مؤثر هستند. متغیر میانگین حادقل دمای ماه اکتبر در هنگام کاشت و میانگین دمای ماه ژانویه در فصل زمستان (دوره سرما) مهمترین عوامل تأثیرگذار بر میزان عملکرد گندم هستند. خصوصیات آماری متغیرهای میانگین دمای ماه ژانویه و میانگین حادقل دمای ماه اکتبر در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸ ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل و سناریوهای پیش‌بینی
در ایستگاه قوچان

پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل	میانگین دمای ماه ژانویه (سانانگیکراد)	میانگین دمای ماه اکتبر (سانانگیکراد)	میزان عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده (کیلوگرم در هکتار)
ویژگیهای آماری پارامترها	۹/۴	۲/۸	حداکثر
	۲/۴	-۱/۴	حداقل
	۶/۲۵	۰/۴۱	میانگین
	۱/۶۵	۱/۹۳	انحراف از معیار
	۲۶/۳۶	۴۷۱/۸۸	ضریب تغییرات
	۰/۴۵۹**	۰/۲۱۸	آزمون روندمن کنдал
سناریوهای پیش‌بینی	۵۰۲/۲۸	۶/۸۸	افزایش $10 \pm$ درصد
	۵۹۱/۲۴	۷/۵	افزایش $20 \pm$ درصد
	۴۷۲/۵۰	۵/۶۳	کاهش $10 \pm$ درصد
	۴۳۳/۹	۵	کاهش $20 \pm$ درصد

**: در سطح ۰/۰۱ معنی دار است.

میزان متوسط عملکرد محاسباتی گندم در ایستگاه قوچان با توجه به میانگین پارامترهای اقلیمی وارد شده در مدل، حدود $512/6$ کیلوگرم است. با توجه به جدول (۸) در صورت تغییر ۱۰ درصد پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه قوچان، میزان عملکرد گندم حدود $7/6 \pm 7/6$ درصد نوسان خواهد داشت و اگر میزان تغییر این پارامترها حدود ± 20 درصد فرض شود، میزان عملکرد گندم دیم حدود $15/3$ درصد تغییر خواهد کرد. پارامترهای مجموع بارش ماه ژانویه، حداقل دمای ماه فوریه، میانگین حداقل دمای ماه ژانویه و پارامتر حداکثر دمای ماه آوریل در میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه گناباد مؤثر هستند. میزان مبه وسیله عملکرد گندم محاسباتی در ایستگاه گناباد حدود $294/13$ کیلوگرم است. ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی مؤثر در میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه گناباد در جدول ۹ آمده است.

جدول ۹ ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل و سناریوهای پیش‌بینی در ایستگاه گناباد

پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل	حداکثر دمای آوریل (سانتیگراد)	حداقل دمای آوریل (سانتیگراد)	میانگین حداقل دمای ماه ژانویه (سانتیگراد)	حداقل دمای ماه ژانویه (سانتیگراد)	بارش ماه ژانویه (میلیمتر)	میزان عملکرد گندم دیم کیلوگرم در هکتار)
ویژگیهای آماری پارامترها	۶۲/۸	-۱/۸	۱/۴	۳۶/۲	حداکثر	
	۳/۹	-۱۱/۲	-۴/۶	۲۸/۶	حداقل	
	۲۲/۷	-۵/۲۶	-۱/۰۱	۳۲/۳۹	میانگین	
	۱۷/۹۱	۲/۲۴	۱/۶۰	۲/۲۷	انحراف از معیار	
	۷۸/۸۷	۴۲/۶۹	۱۵۸/۲۹	۷/۳۳	ضریب تغییرات	
	۰/۰۷۴	۰/۱۹۳	۰/۳۲۶	۰/۰۴۵	آزمون روندمن کنдал	
سناریوهای پیش‌بینی	۲۶۱/۸۶	۲۴/۹۸	-۵/۷۸	-۱/۱۱	۳۵/۶۳	افزایش ۱۰ درصد
	۱۸۶/۲۲	۲۷/۲۵	-۶/۳۱	-۱/۲۱	۳۸/۸۷	افزایش ۲۰ درصد
	۲۶۸/۳۷	۲۰/۴۴	-۴/۷۳	-۰/۹۱	۲۹/۱۵	کاهش ۱۰ درصد
	۲۹۵/۸۲	۱۸/۱۶	-۴/۲۱	-۰/۸۱	۲۵/۹۱	کاهش ۲۰ درصد



در صورت افزایش ۱۰ درصدی در میزان پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم در ایستگاه گناباد میزان عملکرد ۱۰/۹ درصد کاهش پیدا می‌کند و اگر میزان افزایش به ۲۰ درصد برسد، باعث کاهش ۳۶/۶ درصدی در میزان عملکرد می‌شود که تغییر محسوسی نشان می‌دهد. در صورت کاهش میزان پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه گناباد به مقدار ۱۰ درصد، عملکرد ۸/۷ درصد کاهش پیدا می‌کند و در صورت وقوع ۲۰ درصد کاهش در مقدار پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل ایستگاه گناباد، میزان عملکرد ۵۷/۰ درصد افزایش پیدا خواهد کرد که بسیار اندک است. پارامترهای مجموع بارش ماه فوریه، حداقل دمای ماه ژانویه در میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه تربت‌حیدریه تأثیر دارند. میزان مبه وسیله عملکرد گندم محاسباتی در ایستگاه تربت‌حیدریه حدود ۲۵۲/۹۶ کیلوگرم است. خصوصیات آماری متغیرهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه تربت‌حیدریه در جدول ۱۰ آمده است.

جدول ۱۰ ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار و سناریوهای پیش‌بینی در ایستگاه

تربت‌حیدریه

میزان عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده (کیلوگرم در هکتار)	بارش ماه فوریه (میلیمتر)	حداقل دمای ماه ژانویه (سانتیگراد)	پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل	
	۱۲۲/۲	-۵	حداکثر	ویژگیهای آماری پارامترها
	۲	-۲۰	حداقل	
	۵۱/۶۶	-۱۲/۳۰	میانگین	
	۳۲/۴۸	۳/۹۶	انحراف از معیار	
	۶۴/۸۲	۳۲/۲۰	ضریب تغییرات	
	۰/۰۷۳	۰/۰۴۰	آزمون روندمن کنдал	
۳۲۰/۸۱	۵۶/۸۲	-۱۲/۵۳	افزایش ۱۰ درصد	سناریوهای پیش‌بینی
۲۸۷/۶۳	۶۱/۹۹	-۱۴/۷۶	افزایش ۲۰ درصد	
۳۸۷/۱۳	۴۶/۴۹	-۱۱/۰۷	کاهش ۱۰ درصد	
۴۲۰/۳۰	۴۱/۳۲	-۹/۸۴	کاهش ۲۰ درصد	

در صورت تغییر و نوسان پارامترهای مجموع بارش ماه فوریه و حداقل دمای ماه ژانویه بمیزان ۱۰ درصد در ایستگاه تربت حیدریه، میزان عملکرد گندم در این ایستگاه $\frac{9}{2}$ درصد تغییر پیدا می‌کند و اگر میزان تغییر این پارامترهای اقلیمی حدود ۲۰ درصد فرض شود، میزان عملکرد گندم در این ایستگاه $\frac{18}{7}$ درصد نوسان خواهد داشت.

پارامترهای مجموع بارش ماه فوریه و حداقل دمای ماه مارس بر میزان عملکرد گندم در ایستگاه تربت جام تأثیر دارند. میزان میانگین عملکرد گندم محاسباتی در طی دوره آماری در ایستگاه تربت جام $\frac{202}{3}$ کیلوگرم است. ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه تربت جام در جدول ۱۱ بیان شده است.

جدول ۱۱ ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار و سناریوهای پیش‌بینی در ایستگاه تربت جام

پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل	حداقل دمای ماه مارس (ساندیگراد)	بارش ماه فوریه (میلیمتر)	میزان عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده (کیلوگرم در هکتار)
ویژگیهای آماری پارامترها	۷۵/۳	-۰/۲	حداکثر
	۱/۹	-۱۲/۸	حداقل
	۳۲/۶۵	-۴/۵۳	میانگین
	۲۲/۰۹	۳/۲۶	انحراف از معیار
	۶۷/۶۴	۷۲/۰۸	ضریب تغییرات
	-۰/۳۳۶	-۰/۳۸۹	آزمون روندم کندال
سناریوهای پیش‌بینی	۲۹۹/۶۸	۳۵/۹۲	افزایش ۱۰ درصد
	۲۹۷	۳۹/۱۹	افزایش ۲۰ درصد
	۳۰۴/۶۹	۲۹/۳۹	کاهش ۱۰ درصد
	۳۰۷/۳۴	۳۶/۱۲	کاهش ۲۰ درصد

با توجه به سناریوی پیش‌بینی اگر میزان پارامترهای مجموع بارش ماه فوریه و حداقل دمای ماه مارس بمیزان ۱۰ درصد افزایش پیدا کند، میزان عملکرد گندم برابر $\frac{299}{68}$ کیلوگرم خواهد شد که حدود $\frac{2}{6}$ کیلوگرم یا $\frac{0}{87}$ درصد کاهش نشان می‌دهد. اگر میزان



افزایش پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه تربت‌جام ۲۰ درصد باشد، میزان عملکرد گندم محاسباتی حدود ۲۹۷ کیلوگرم خواهد شد که بミزان $5/3$ کیلوگرم یا $1/7$ درصد کاهش نشان می‌دهد و میزان این کاهش خیلی محسوس نیست.

حال اگر بر عکس، میزان پارامترهای مجموع بارش ماه فوریه و حداقل دمای ماه مارس بミزان ۱۰ درصد کاهش پیدا کند، در این صورت میزان عملکرد گندم $30/4/69$ کیلوگرم خواهد شد که حدود $2/36$ کیلوگرم یا $0/78$ درصد افزایش پیدا می‌کند. اگر میزان پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه تربت‌جام حدود ۲۰ درصد کاهش پیدا کند، در این صورت میزان عملکرد گندم حدود $20/7/34$ کیلوگرم خواهد بود که بミزان $5/01$ کیلوگرم یا $1/6$ درصد نسبت به مبه وسیله عملکرد گندم محاسباتی افزایش دارد.

نقش حساسیت اقلیمی در میزان نوسان عملکرد گندم دیم در ایستگاه تربت‌جام خیلی اندک است و میزان این تغییر محسوس نیست. متغیرهای حداقل دمای ماه مارس، میانگین دمای ماه زوئن، میانگین حداقل دمای ماه ژانویه، حداکثر دمای ماه دسامبر و میانگین حداکثر دمای ماه ژانویه بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه کاشمر مؤثر هستند. میزان مبه وسیله عملکرد گندم محاسباتی در ایستگاه کاشمر حدود $220/7$ کیلوگرم است. خصوصیات آماری پارامترهای اقلیمی مؤثر در میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه کاشمر در جدول ۱۲ آمده است.

اگر پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه کاشمر به میزان ۱۰ درصد تغییر پیدا کند، میزان عملکرد گندم دیم در این ایستگاه به اندازه ۷۴ درصد نوسان خواهد داشت و اگر پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم دیم در این ایستگاه به میزان ۲۰ درصد تغییر داشته باشد، میزان عملکرد گندم دیم به مقدار ۱۴۹ درصد نوسان خواهد داشت. نقش حساسیت اقلیمی در تغییرپذیری میزان عملکرد گندم دیم در ایستگاه کاشمر بسیار چشمگیر است.

جدول ۱۲ ویژگیهای آماری پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در مدل و سناریوهای پیش‌بینی در
ایستگاه کاشمر

میزان عملکرد گندم دیم پیش‌بینی شده (کیلوگرم در هکتار)	حداقل دمای ماه مارس (سانتیگراد)	میانگین دمای ماه ژوئن (سانتیگراد)	میانگین دمای ماه ژانویه (سانتیگراد)	حداکثر دمای ماه دسامبر (سانتیگراد)	میانگین دمای ماه ژانویه (سانتیگراد)	حداکثر دمای ماه ژانویه (سانتیگراد)	پارامترهای اقلیمی مؤثر در مدل
۱/۴ -۴/۸ -۱/۰۹ ۱/۸۰ ۱۱۳/۴۶ -۰/۱۷۱ ۴۰۲/۰۲ ۵۷۵/۸۵ ۵۷/۸۴ . .	۲۹/۸	۱/۹	۲۴/۴	۱۲/۲	حداکثر	آماری پارامترها	ویژگیهای آماری پارامترها
	۲۷/۳	-۲/۴	۱۳/۲	۵/۷	حداقل		
	۲۸/۲۷	۰/۲۳	۱۷/۹۴	۸/۹۲	میانگین		
	۰/۸۹	۱/۲۹	۲/۷۷	۱/۹۱	انحراف از معیار		
	۳/۱۵	۳۹۱/۵۳	۱۵/۴۳	۲۱/۴۵	ضریب تغییرات		
	۰/۱۰۹	۰/۲۹۰	-۰/۳۱۳	۰/۲۰۶	آزمون روندم کنال		
	۳۱/۰۹	۰/۳۶	۱۹/۷۴	۹/۸۲	افزایش ۱۰ درصد		
۳۳/۹۲	۰/۴۰	۲۱/۵۳	۱۰/۷۱	۱۰/۷۱	افزایش ۲۰ درصد	سناریوهای پیش‌بینی	سناریوهای پیش‌بینی
۲۵/۴۴	۰/۳۰	۱۶/۱۵	۸/۰۳	۸/۰۳	کاهش ۱۰ درصد		
۲۲/۶۱	۰/۲۶	۱۴/۳۶	۷/۱۴	۷/۱۴	کاهش ۲۰ درصد		

۵- نتیجه‌گیری

همانطور که در بحث مدلسازی نیز ذکر شد، در پنج مورد از ایستگاههای استان خراسان رضوی در ۲۰ سال دوره آماری هیچ مدلی شناسایی نشد، بنابراین عوامل اقلیمی نقش کمتری در میزان عملکرد گندم در این ایستگاهها ایفا می‌کنند یا نقش پارامترهای اقلیمی پیچیده است. اثر تغییرپذیری عوامل اقلیمی بر میزان عملکرد گندم اندک است، در این ایستگاهها نقش عوامل غیراقلیمی مانند خاک، کود و نهاده‌های کشاورزی مهمتر از عوامل اقلیمی می‌باشد.

اما در سایر ایستگاههای منطقه مانند درگز، قوچان، گناباد، تربت‌حیدریه، کاشمر و استان خراسان رضوی نقش عوامل اقلیمی در میزان عملکرد گندم مهم و مؤثر بوده و میزان تغییر



پارامترهای اقلیمی در این ایستگاهها باعث تغییرپذیری عملکرد گندم دیم خواهد شد. در این پژوهش میزان تغییرپذیری عملکرد گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد گندم در ایستگاههای استان خراسان رضوی برآورده شده و میزان تغییرپذیری پارامترهای اقلیمی، از میانگین نرمال این پارامترها در طول دوره آماری ارزیابی شده است. مدلهایی که برای پیش‌بینی میزان پارامترهای اقلیمی مؤثر بر مقدار عملکرد گندم دیم در ایستگاهها استفاده می‌شود، میزان تغییر ۱۰ و ۲۰ درصد پارامترهای اقلیمی را از میانگین نرمال دوره آماری ایستگاه بیان می‌کند.

با توجه به نتایج حاصل شده، کمترین نقش حساسیت پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان تغییرپذیری عملکرد گندم دیم در ایستگاه تربت‌جام است، بطوری که اگر میزان پارامترهای مجموع بارش ماه فوریه و حداقل دمای ماه مارس به میزان ۱۰ درصد نسبت به میانگین آنها دارای تغییر شوند، میزان تغییرپذیری عملکرد گندم در این ایستگاه تا میزان ۷۸/۰ درصد خواهد شد و اگر میزان این تغییر ۲۰ درصد نسبت به مبه وسیله پارامترها باشد، میزان تغییرپذیری عملکرد گندم تا میزان ۱/۷ درصد خواهد شد که میزان این تغییرپذیری اندک است.

بیشترین حساسیت پارامترهای اقلیمی مؤثر بر میزان تغییرپذیری عملکرد گندم در ایستگاه کاشمر وجود دارد، بطوری که اگر پارامترهای اقلیمی مؤثر در میزان عملکرد گندم در ایستگاه کاشمر بمیزان ۱۰ درصد تغییر داشته باشد، میزان تغییرپذیری عملکرد گندم دیم ۷۴/۲ درصد خواهد بود که این میزان تغییرپذیری چشمگیر است و اگر پارامترهای اقلیمی مؤثر در میزان عملکرد گندم در این ایستگاه به اندازه ۲۰ درصد تغییر کند، میزان تغییرپذیری و نوسان عملکرد گندم حدود ۱۴۹ درصد خواهد شد که میزان این تغییرپذیری چشمگیرتر خواهد بود.

۶- منابع

- [1] Reddy K.H., Hodges, H.F.; "Climate change and global crop productivity".
UK, Wallingford, 2000.

[۲] بزار، ف.، سامبروک، و. "اثر تغییر اقلیم جهانی بر تولیدات کشاورزی"، ترجمه: مهدی نصیری محلاتی، علیرضا کوچکی و پرویز رضوانی مقدم، مشهد: دانشگاه

فردوسی مشهد، ۱۳۸۱.

- [3] Wolfe D.W., "Potential impact of climate change on agriculture and food supply", Sustainable development and global climate change conference, 2006.
- [4] Motroni A.; "Effect of future climatic Variability on agriculture in mediterreanean Region", Agrometeorological service, 2006.
- [5] Mavi H. S., Mathauda R., Singh, G.S., Mahi O.P.; "Climate change and wheat yield in the Punjab(India)", Proc. Symp. On Climate Change, Natural Disasters and Agricultural Strategies. BAU, Beijing: 58-65,1993.
- [6] Alexandrov V.A., Hoogenboom, G.; "The Impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria", Agricultural and forest meteorology, No .104. pp. 315- 327, 2000.
- [7] Lobell, D.; "Analysis of wheat yield and climatic trend in mexico", Field crops research, No. 94, pp. 250-256, 2005.
- [8] Landau S., Mitchell R.A.C., Barnett V., Colls J.H., Craigon J., Payne R.W.; "A parsimonious, multiple regression model of wheat yield response to environment; Agricultural and Forest Meteorology", No. 101, pp. 151-161, 2000.
- [9] Iglesias A. Rosenzweig C., Pereira D.; "Agricultural impacts of climate change in Spain: developing tools for a spatial analysis, Global Environment change", No. 10, pp. 69-80, 2000.
- [10] Leilah A.A., Al-Khateeb S.A.; "Statistical analysis of wheat yield under drought conditions, Journal of Arid Environment", No. 61, pp. 483-496, 2005.

[۱۱] فرجزاده اصل، م، زرین، الف؛ "مدلسازی میزان عملکرد محصول گندم دیم با توجه به معیارهای اقلیم شناسی کشاورزی در استان آذربایجان غربی"، مدرس، د ۶، ش ۲، صص ۷۷-۹۶، ۱۳۸۱.

[۱۲] قائمی، ۵، مظفری، غ.، "تحلیل شرایط بارش در سطح نواحی دیم خیز (شرق کرمانشاه)", پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۴۲، صص ۱۱۹-۱۰۳، ۱۳۸۱.

[۱۳] عزیزی، ق، یاراحمدی د، "بررسی پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل رگرسیونی(مطالعه موردی: دشت سیلاخور)"، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۴۴، صص ۲۹-۲۲، ۱۳۸۲.

مدرس

علوم انسانی



دانشگاه تربیت مدرس

مجله علمی پژوهشی دانشکده علوم انسانی

علاقه مندان دریافت مجله مدرس علوم انسانی می توانند با تکمیل و ارسال برگه پیوست (یا تصویر آن)، به جمع مشترکان مجله بپیوندند. شایان ذکر است مجله مدرس در سه موضوع حقوق، مدیریت و جغرافیا به صورت ۶ شماره در سال منتشر خواهد شد.

راهنمای اشتراک

- حق اشتراک سالیانه سازمانها و مؤسسات (با احتساب هزینه ارسال) ۱۹۲۰۰۰ ریال؛
- حق اشتراک سالیانه دانشجویان (با ارسال تصویر کارت دانشجویی) ۹۶۰۰۰ ریال؛
لطفاً وجه مورد نظر را به حساب جاری شماره ۱۴۳۳۹۵۳۱۶ بانک تجارت شعبه دانشگاه تربیت مدرس به نام تمرکز درامدهای دانشگاه تربیت مدرس - فصلنامه مدرس علوم انسانی (قابل پرداخت در تمام شعبه های بانک تجارت ایران) واریز و اصل رسید بانکی را به انضمام برگه تحمیل شده اشتراک به نشانی ذیل ارسال فرمایید:
- تهران - تقاطع بزرگاه های شهید چمران و آل احمد - دانشگاه تربیت مدرس، دفتر نشر آثار علمی دانشگاه واحد فروش کتاب - صندوق پستی ۱۱۱-۱۱۱۵-۱۴۱۱۵
تلفن: ۸۲۸۸۳۰۳۲ - دورنگار ۹۶

برگه اشتراک مجله مدرس علوم انسانی

نام	نام خانوادگی
میزان تحصیلات	رشته و کاریش
شغل	نام مؤسسه
اشتراک از شماره	تعداد مورد نیاز از هر شماره
نشانی	نخسخه
صندوق پستی	شماره تلفن
تاریخ و امضا	

