Archive of SID

به‌کارگیری مدل تلفیقی پانل در ارتباط با میزان عملکرد گندم دیم و پارامترهای اقلیمی: استان لرستان

داریوش یاراحمدی [۱]، بهروز نصیری [۲*]

۱- دانشجوی دوره دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه تهران
۲- استادیار دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان

دریافت: ۸۲/۱۱/۱۵ پذیرش: ۸۳/۲/۱۲

چکیده

تأثیر آب و هوا بر کشاورزی مخصوصاً در نواحی دیم‌خیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. میزان تولید محصولات دیم، صرفنظر از خصوصیات ژنتیکی نوع گندم، شرایط خاکشناسی، فناوری کاشت، داشت و برداشت ...، بشدت تابع وقوع رویدادهای اقلیمی است. در این میان کیفیت نزول بارش و چگونگی همزمانی آن با دما، فاصلهٔ بین بارشها و نوسانهای درجه حرارت در طول دورهٔ رشد گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است. بر این اساس و با این فرض، امکان دستیابی به روابط یا سیستمی که به کمک داده‌های هواشناسی بتواند میزان محصول یک منطقه را پیش‌بینی کرده و با دقت کافی براورد کند، دور از ذهن نیست.در این تحقیق با استفاده از مدل تلفیقی پانل، ارتباط بین پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم مشخص شده است. در این تحقیق با استفاده از ضرایب به دست آمده از مدل و آمار مربوط به فاکتورهای استفاده شده در آن، میزان تولید محصول را در هر سال می‌توان تخمین زد.

نتایج به دست آمده از مدل تلفیقی پانل نشان می‌دهد که ۷۱/۵۷ درصد از تغییرات عملکرد گندم دیم (متغیر وابسته) به‌وسیله متغیرهای مستقل (تاریخ اولین بارش مؤثر،تاریخ آخرین بارش مؤثر،تعداد بارش بیش از یک میلیمتر و کمتر از ۲۰ میلیمتر در یک روز، تعداد بارشهای بیش از ۲۰ میلیمتر در یک روز، میزان بارش بهاره، میزان بارش پاییزه، تعداد روزهای بارندگی بیش از یک میلیمتر، تعداد روزهای یخبندان بهاره، بارشهای با تداوم ۵ روز و بیشتر تبیین می‌شود.

کلید واژه‌ها: گندم دیم، اولین بارش مؤثر، استان لرستان، بارشهای پاییزه و بهاره، مدل تلفیقی پانل.

---

*نویسنده عهده دار مکاتبات: E-mail:chanmanship@lu.irost.net

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

اقلیم‌شناسی کشاورزی برای متخصصان کشاورزی این امکان را فراهم می‌آورد که با توجه به روند عناصر اقلیمی، پیش‌بینیهای لازم را جهت بالابردن تولید و کاهش خسارت انجام دهند. صرفنظر از پیش‌بینی وضع هوا که راهگشای بسیاری از مسائل روزمره است، ثابت شده است که اقلیم شناسی، کاربردهای بسیار مفیدی را برای کشاورزی از قبیل: انتخاب مکان مناسب کشت، کنترل آبیاری، حفاظت خاک، بهبود اقلیم مزرعه، پیش‌بینی تولید و اتخاذ مناسبترین عملیات کشاورزی در تولید محصولات زراعی دارد. جستجوی روابط آماری که بتواند ارتباط پارامترهای اقلیمی و میزان تولید محصولات را به صورت کمّی بیان کند، از دیرباز توجه متخصصان را به خود جلب کرده است. یکی از رایجترین روشهایی که تاکنون به کار گرفته شده است، روش همبستگی یک یا چند متغیره بوده است. آشکارترین استفادهٔ پیش‌بینی محصول، مخصوصاً محصول استراتژیک گندم، تعیین قیمت خرید به وسیله دولت قبل از رسیدن محصول و نیز تعیین کردن مقدار نیاز به آن برای واردات از خارج کشور است. اگر بتوان تولید گندم را پیش‌بینی کرد، دولت می‌تواند قیمت خرید گندم را به گونه‌ای تعیین کند که منافع کشور به بهترین وجه تأمین شود؛ همچنین ورود و خروج گندم از سیلوها را به نحو دقیقتری تنظیم کرده؛ میزان واردات از خارج را به همین منظور از قبل معین سازد. علاوه بر این اگر گندم زودتر سفارش داده شود، قبل از آنکه موقعیت تولید گندم دنیا از نقطه نظر عرضه بخوبی ارزیابی شده باشد، در آن صورت می‌توان گندم مورد نیاز را با قیمت کمتری خریداری کرد. اما مهمترین و بارزترین پیش‌بینی مقدار محصول بویژهٔ گندم، برنامه‌ریزی بلندمدت ترکیب و توسعهٔ اقتصادی کشاورزی در ایران است [۱، صص ۲۲ - ۳۵].

امروزه، مدلهای پیش‌بینی عملکرد محصول گوناگونی استفاده می‌شوند که به طور کلی می‌توان آنها را به دو دستهٔ مدلهای آماری و مدلهای شبیه‌ساز محصول تقسیم کرد. این روشها هر کدام مزایا و معایبی دارند. اساس مدلهای آماری به طور عمده در به‌کارگیری شکلهای مختلف رگرسیون است که به صورت تجربی عملکرد محصول را محاسبه می‌کنند. نیاز به داده‌های اقلیمی بلندمدت از برجسته‌ترین ضرورتهای این مدلهاست. ساختار دستهٔ دوم بیشتر بر شناخت هر یک از مراحل فیزیولوژی یک گیاه خاص و برازش‌دادن مدلهای ریاضی جهت توصیف و نشان‌دادن چگونگی روند رشد در آن است.

www.SID.ir

Archive of SID

از جمله مهمترین و شناخته شده‌ترین این مدلها می‌توان به «برآورد محصول از طریق منابع و ترکیب محیطی گندم»[1] اشاره کرد. در چند سال اخیر، استفاده از سیستمهای هوشی مصنوعی[2] نظریه شبکه‌های عصبی مصنوعی[3] عصبی – فازی و الگوریتم ژنتیک در اینگونه مسائل کارایی مثبتی را نشان داده است. بنابراین با استفاده از اینها می‌توان فرایندهای طبیعی و پیچیده و دارای عوامل متعدد را ساده‌تر و با دقت بیشتری مدلسازی کرد. اخیراً کاربرد این علم بویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی در علوم کشاورزی و هواشناسی نیز رواج پیدا کرده و رو به گسترش است و مدلهایی نیز در این زمینه تهیه شده است.

کشور ایران و به تبع آن استان لرستان به علت واقع شدن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان و دارا بودن مزارع وسیع کشت دیم، دارای تنشهای محیطی زیادی مانند خشکسالی، گرما و سرما در دیمزارها هستند. بررسی روند تغییرات عملکرد گندم دیم[4] در مناطق مختلف استان نشاندهنده نوسانهای شدید و ناهماهنگ میزان تولید گندم در سالهای گذشته بوده و این تغییرات ناشی از: توزیع نامناسب بارش، خشکسالی، تقویم نامناسب کشت، عدم به کارگیری اصول صحیح زراعی و... است. با توجه به مطالب مذکور، در این تحقیق سعی شده است که اوضاع اقلیمی و اقلیم زراعی کشت گندم دیم در استان لرستان بررسی شده و تجزیه و تحلیل شود.

تحقیق حاضر سعی دارد تا با شناخت اوضاع اقلیمی و اقلیم زراعی منطقه به بررسی میزان وابستگی عملکرد گندم دیم به پارامترهای اقلیمی در استان لرستان بپردازد. با توجه به دوره‌های کوتاه آمارهای مربوط به پارامترهای اقلیمی و داده‌های مربوط به تولیدات کشاورزی، در این تحقیق از یک روش آماری رگرسیونی به نام پانل[5] که در نرم‌افزار ایویز[6] ـ نرم‌افزاری که در اقتصادسنجی استفاده می‌شود ـ قرار دارد، استفاده شده است. این برنامه قادر است از تلفیق داده‌های آماری کم، مدل رگرسیونی با قدرت توضیح دهندگی بالا ارائه بدهد و مشکل کم بودن طول دوره آماری را حل کند. متخصصان و دانشمندان علوم کشاورزی و اقلیم‌شناسی مطالعات زیادی را در ارتباط با شناسایی و تبیین ارتباط عناصر و عوامل اقلیمی با کشت و مراحل رشد و نمو محصولات، مخصوصاً در کشت دیم انجام داده‌اند. لوماس [۲] رابطه معناداری را بین رشد گندم و عواملی مانند: رطوبت، درجه حرارت و... در هر یک از مراحل مختلف رشد و نمو به دست آورد؛ سپس بر همین اساس مدلی برای تعیین تاریخ کاشت از روی تاریخ شروع بارندگی

1.CERES Wheat: crop estimation through resource and environmental sgnthesis wheat
2. artifical Intelligence (AI)
3. artifical neural networks (ANNS)
٤. در این تحقیق نوع خاصی از ارقام گندم مد نظر نیست و ویژگیهای کلی گندم در نظر گرفته شده است.
5. Panel
6. Eviews

www.SID.ir

Archive of SID

پیشنهاد کرد. او که در سال ۱۹۷۱م. به مدت ۲ ماه در ایران بر روی پیش‌بینی محصول تحقیق می‌کرد، در تعیین رابطه بین محصول و بارندگی ایران، صرفاً بارشهای سپتامبر ـ ژوئن را به کار می‌برد. او در این روش از عملکرد در هکتار مزارع آزمایشی بهره گرفت و یک رابطه کلی برای تمام ایران تعیین کرد. در این روش الگوی $Y = A + BX + CX^2$ به کار گرفته شد و ضرایب ۵۲درصد برای مزارع آزمایشی و ٥٤درصد برای مزارع روستایی به دست آمد. طبق مشاهدات لوماس۲۷درصد تغییرات محصول در مزارع آزمایشی و ۲۹درصد تغییرات محصول در مزارع روستایی به علت تغییرات بارندگی بوده است.طبق محاسبات لوماس در منطقه دریای خزر که دارای بارندگی ٦۰۰-۲۰۰۰ میلیمتر است، بین بارندگی و تولید رابطه معکوس وجود دارد. هاشمی مشاهدات لوماس را در رابطه بین بارندگی و میزان عملکرد با سه روش مورد بررسی قرار داد[۳، صص ۱۵۷ - ۱۷۳]:

روش اول : لوماس به جای استفاده از بارندگی سپتامبر - ژوئن، بارندگی از هنگام کاشت گندم تا اوائل ژوئن را برای ارتباط با میزان تولید به کار گرفت. در این روش ضریب همبستگی R= ۰/۷۲ به دست آمد که از رابطه خطی زیر به دست آمده است.

$$Y = ۲/٦۹P - ٤۹/۳$$ بارندگی $P_{۳}$

روش دوم : در این روش به جای استفاده از مجموع بارندگی بارش مؤثر به کار گرفته شد. در این روش ضریب همبستگی r=۰/۵۹ حاصل شد که رابطه خطی آن به صورت زیر است

$$Y = ٤/۹۳Pe + ۱۷۲/۳$$

روش سوم : در این روش به جای آنکه از بارندگی استفاده شود، توازن آبی محاسبه شد و میزان عملکرد به توازن آبی ارتباط داده شد. توازن آبی دراین روش به صورت زیرمحاسبه شد:

توازن آبی = (pi-ETi)=(pi-fiEoi)

Pi : بارندگی در ماه I به میلیمتر

ETi : تبخیر و تعرق ماهانه گیاه گندم در همان ماه به میلیمتر

Fi : ضریب مصرفی ماهانه برای گیاه گندم در ماه i ام است

Eoi : تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه به میلیمتر از روش پنمن

در این روش ضریب همبستگی r=۰/۹۰ حاصل شده و رابطه خطی آن نیز به این صورت است.

www.SID.ir

Archive of SID

$$Y = ۲/٤۳(P - ET + ۲۵۰) + ٤۲۱$$

هاشمی، اسمیت و حبیبیان با استفاده از رابطهٔ بارندگی و عملکرد گندم دیم استانهای غرب کشور میزان عملکرد را برآورد کردند[۳، صص ۱۵۷-۱۷۳]. در نتیجه‌ای که آنها ارائه دادند، کل تولید گندم به تغییرات بارندگی برحسب درصد برای هر ۱۰ میلیمتر بارش در نظر گرفته شده است. آنها در گندم پاییزه علاوه بر میزان بارندگی سپتامبر تا ژوئن زمان شروع به بارندگی را به عنوان عاملی مهم در محاسبات منظور کردند. طبق تحقیقات تامپسون ۸۰ تا ۹۰ درصد از تغییرات عملکرد محصول گندم در ایالات مرکزی آمریکا به علت تغییرات شرایط جوی است[٤، صص ۱٤۹-۱۵٦]. ویلیامز تغییرات جغرافیایی در همبستگی عملکرد گندم و عوامل اقلیمی را در منطقه وسیعی از کانادا بررسی نمود، او اثبات کرد که ارتباط بسیار قوی بین نوسان عملکرد گندم و متغیرهای جوی وجود دارد [۵، صص ۳٤ – ٤۷]. کمالی مناسبترین زمان کاشت گندم در مناطق دیم‌خیز غرب کشور را با استفاده از تاریخ شروع بارش محاسبه کرده است[٦]. عزیزی به براورد بارش مؤثر در رابطه با کشت گندم دیم در دشت خرم‌آباد پرداخته است. در این تحقیق، باران مؤثر کشاورزی خرم‌آباد بر اساس SCS برآورد شده است[۷]. او در جهت استفاده از روش SCS ابتدا تبخیر و تعرق ماهانه گیاه مرجع را برای دورهٔ آماری براساس روش فائو (پنمن – مانتیت) محاسبه کرد؛ سپس با استفاده از بارش ماهانهٔ دوره آماری (۱۹۹۵-۱۹۷۰)، باران مؤثر برای اعماق مختلف (۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤۰، ۵۰، ٦۰، ۷۰، ۷۵ میلیمتری) را برآورد کرد. مظفری هم به بررسی تحلیل شرایط بارشی در سطح نواحی دیم‌خیز شرق کرمانشاه پرداخت[۸]. او در تحلیل موازنه آبی گندم دیم در طی هر یک از مراحل رویشی نشان می‌دهد که مرحله جوانه زدن در ۷۵ درصد، سبز شدن در ۵۰ درصد، سه برگی شدن در ۷۵ درصد و پنجه زدن در ۸۷/۵ درصد از سالها با تنش آبی مواجه بوده است. عزیزی و یاراحمدی نیز در پژوهشی به بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل رگرسیونی در دشت سیلاخور پرداختند[۹].

۲- مواد و روشها

این پژوهش از نوع کاربردی و روش آن توصیفی - تحلیلی است که به شناخت توانمندیها و محدودیتهای اقلیم‌شناسی کشاورزی مناطق دیم‌خیز استان لرستان پرداخته است. برای این منظور اطلاعات روزانه بارندگی و دمای ۱۸ ایستگاه کلیماتولوژی، بارانسنجی و سینوپتیک سطح استان از مؤسسه‌های مربوط اخذ شد (جدول۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ مشخصات ایستگاههای استفاده شده در پژوهش

ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع به متر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	دوره آماری به سال	نوع ایستگاه
۱	الشتر	۱۵۸۰	۳۳ ° ۵۲´	۴۸ °۱۶´	۱۹۹۳-۱۹۹۹	کلیماتولوژی
۲	ازنا(دره تخت)	۲۰۰۰	۳۳ ° ۲۲´	۴۹ ° ۲۲´	۱۹۰۶-۱۹۹۰	کلیماتولوژی
۳	ازنا (دره تخت)	۲۰۰۰	۳۳ ° ۲۲´	۴۹ ° ۲۲´	۱۳۴۶-۱۳۷۹	باران‌سنجی
٤	الیگودرز	۲۰۳٤	۳۳ ° ۲٤´	۴۹ ° ٤۱´	۱۹۸٦-۱۹۹٥	سینوپتیک
٥	بروجرد	۱٦۰۰	۳۳ ° ٥٤´	۴۸ ° ۳۸´	۱۹۸۲-۱۹۹۸	کلیماتولوژی
٦	بروجرد	۱٥۲۰	۳۳ ° ٥۳´	۴۸ ° ٤٦´	۱۳٥٥-۱۳۷۸	باران‌سنجی
۷	پلدختر	۷۱۱	۳۳ ° ۱۳´	۴۷ ° ٤۹´	۱۹۸۳-۱۹۹٥	کلیماتولوژی
۸	پلدختر(کشکان‌رود)	٦٥۰	۳۳ ° ۱۰´	۴۷ ° ٤۳´	۱۳٤٥-۱۳۷۸	باران‌سنجی
۹	خرم‌آباد	۱۱۲٥	۳۳ ° ۲۹´	۴۸ ° ۲۲´	۱۹٥۱-۱۹۹۹	سینوپتیک
۱۰	دورود	۱٤۰۲	۳۳ ° ۲۹´	۴۹ ° ٤´	۱۹٥۷-۱۹۸۲	کلیماتولوژی
۱۱	زاغه	۲۰۰۰	۳۳ ° ۲۹´	۴۸ ° ٤۲´	۱۹٥۸-۱۹۹٤	کلیماتولوژی
۱۲	سپیددشت	۱۱۰۰	۳۳ ° ۱۲´	۴۸ ° ٥۳´	۱۹٥٦-۱۹۹۰	کلیماتولوژی
۱۳	سراب سبدعلی(الشتر)	۱٥۲۰	۳۳ ° ٤۸´	۴۸ ° ۱۳´	۱۳٤٦-۱۳۷۹	باران‌سنجی
۱٤	شیروان	۱۳۹۲	۳۳ ° ٤٦´	۴۸ ° ٤۸´	۱۹۷۲-۱۹۸٥	کلیماتولوژی
۱٥	کمندان	۱۹۳۰	۳۳ ° ۱۹´	۴۹ ° ۲٦´	۱۳٤۷-۱۳۷۹	باران‌سنجی
۱٦	کوهدشت	۱٥۰۰	۳۳ ° ۳۲´	۴۷ ° ۳۷´	۱۹۹٤-۱۹۹۹	کلیماتولوژی
۱۷	کوهدشت	۱٥۰۰	۳۳ ° ۲۲´	۴۷ ° ۳۷´	۱۳۷٤-۱۳۷۹	باران‌سنجی
۱۸	نوراباد	۱۷۸۰	۳٤ ° ۰٥´	۴۷ ° ٥۸´	۱۳٦٤-۱۳۷۹	باران‌سنجی

ابتدا اطلاعات موجود در محیط نرم‌افزارهای آماری ایویز، مینی‌تب[1] و اکسل[2] وارد نشد؛ سپس از طریق روش آماری رگرسیون آمار ناقص سالهای فاقد آمار بازسازی شد. آماره‌های مختلف ویژگیهای اقلیمی از قبیل: اولین بارش مؤثر، آخرین بارش مؤثر، طول دوره بارش، میانگین سالیانه بارش، تعداد روزهای یخبندان، دما(میانگین، حداقل، حداکثر)،طول دوره بارش،فراوانی روزهای بارانی و... تجزیه، تحلیل و تنظیم گردید؛ سپس جداول و نمودارهای مربوط به آن استخراج شد که نتایج آنها در مدل تلفیقی (پانل) استفاده شده است. اطلاعات مربوط به عملکرد گندم دیم نیز در سطح استان از سالنامه‌های وزارت جهاد و کشاورزی اخذ وبه عنوان متغیر وابسته در مدل به کار گرفته شده است[۱۰].(جدول۲).

1. Minitab
2. Excel

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ میزان عملکرد گندم دیم استان لرستان به تفکیک شهرستان (کیلوگرم)

سال	الیگودرز	بروجرد	خرم‌آباد	دورود	نورآباد	کوهدشت	ازنا	الشتر	پلدختر
۷۰	۱۲۲۸	۱۲۲۰	۹٦٤/٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷۱	۷۸۱/۹	۷۲۳/۸	۸۱٤/۱	٦۹٥/۳	٥٥۲/٥	۷۲۹/٤	۰	۰	۰
۷۲	٥۷۷/۲	۷۱٦/٥	۷۹۳/۱	٦۹۹/٤	٦۸٥/۹	۷۱۰/۷	۰	۰	۰
۷۳	۱۸۸٦/۳	۱۲۱۰/٥	۱۱۳٦/۳	۱۲۲۸/۷	۱۳٦۳/۳	۱۳۲٤/٤	۱۷٤۱/٦	۹۸۱/۷	۱۲۲۱/۹
۷٤	٥۸۱/۳	۸٥٤/۸	۸۱٤/٦	۸۷۳/۳	۸٦۳/٥	۹۷٥/٦	۹۹٤/۲	۱۱۰۹/۸	۱۱۲۰/۳
۷٥	۸۲٦/٤	۸۸۳/۳	۸۰٥/۸	۱۰۹۰/۳	۱۰٦۸/۸	۹۳٦/۳	۹۰٦/۹	۹۸۱/۱	۹۸۱/۱
۷٦	۷۹٦/۱	۹۸٦/۱	۱۰۳۱/٦	۱٤۸۲/۷	۱۰۷٦/۱	۱٤٤۸/۷	۱۲۳٥/۲	۱۰۱٥/۸	۱۰۷٤/٦
۷۸	۳٦٦/۲	۳٦۲/۸	۰۳۰۸/٤	۳۳۹	۷۲۸/۹	۲٥۳/۹	۳۲۷/۸	۳۰۱	۳٦۸/۱
۷۹	۷۰۸/۲	۷۰۸	٤٥٥/۳	۹۹٦/٦	۸۸۲/۷	۳۷۱/٤	٥۰۱/۳	۷۹۷	۳٤۳/٥
۸۰	۹۳۳/۳	۱۳۱٦/٦	۷٥۲/۲	۱٥۱۹/۳	۷۸۰/۸	۱۳۱۳	۷۹۳/٦	۱٤۱۲/۹	۷٥۳/٤

در این مدل متغیرهای مستقل(اقلیمی) و متغیر وابسته (عملکرد گندم دیم) در ایستگاههای مختلف با هم تلفیق شد و رگرسیون مربوط به کل ایستگاهها با روش آثار ثابت تخمین زده شد. که در ذیل به صورت کامل تشریح می‌شود. برخی از آمارها بر اساس انجام مشاهدات روی پدیده‌های متعدد طی زمان شکل گرفته است. به عنوان مثال آمار کشورهای مختلف طی زمانهای متفاوت یا آمار مربوط به تولید شرکتهای متعدد طی زمان نمونه‌ای از داده‌های تلفیقی است. در این مطالعه به علت قلت مشاهدات سری زمانی برای داده‌های اقلیمی و آمار مربوط به عملکرد گندم دیم استفاده از مدلهای تلفیقی مفید به نظر می رسد. در حقیقت با استفاده از داده‌های تلفیقی مشکل تعداد اندک مشاهدات رفع می‌شود و امکان مقایسه تغییرات در پدیده بررسی شده تحت تأثیر عوامل مختلف نیز فراهم خواهد شد. در بعضی از متون، داده‌های انباشته را با داده‌های تلفیقی یکسان می‌گیرند که صحیح نیست. اگر دو پدیده برای پنج سال مشاهده شوند، داده‌های تلفیقی به شکل ذیل خواهند بود.

$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ -- \\ y_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{1t} \\ -- \\ x_{2t} \end{bmatrix} \beta + \varepsilon \qquad (۱)$$

در داده‌های انباشته فقط عمل زیر هم چیدن مشاهدات پدیده‌های مختلف انجام می‌گیرد و هدف فقط افزایش مشاهدات است. در حالی که در داده‌های تلفیقی مزایای دیگری مانند امکان برررسی آثار ثابت و تصادفی وجود دارد. البته مزیتهای دیگری نیز برای داده‌های تلفیقی متصور است که در صورت مرتبط‌بودن از آنها استفاده خواهد شد. دو چارچوب اساسی برای برخورد با داده‌های

www.SID.ir

Archive of SID

عنوان آثار ثابت[1] و آثار تصادفی[2] متداول است. در آثار ثابت عرض از مبدأ به صورت ثابت برای هر گروه در نظر گرفته می‌شود؛ در حالی که در آثار تصادفی، هر گروه شوکهای[3] خاص خود را داشته است و صرفنظر از تفاوتی که توضیح داده خواهد شد، شبیه اجزای اخلال است. انتخاب بین آثار ثابت یا تصادفی در حقیقت انتخاب بین فرضهای ارتباط یا عدم ارتباط آثار ثابت با رگرسورها طی زمان است. اگر فرض شود که چنین ارتباطی وجود ندارد، مدل مناسب آثار تصادفی و در صورتی که ارتباط بین آنها وجود داشته باشد، مدل آثار ثابت پیشنهاد می‌شود. اگر یک مدل به واقع مدلی با همبستگی بین آثار ثابت طی زمان و رگرسورها نباشد و به اشتباه با آثار ثابت (FE) تخمین زده شود، هنوز تخمینها سازگارند. بنابراین در حالت کلی (FE) به (RE) ترجیح دارد. با این حال آزمون هاسمن[4] می‌تواند محقق را از مشکل انتخاب دلخواه FE و RE رهایی بخشد.[۱۱].

داده‌های انفرادی ایستگاه در این پژوهش برای برخی از متغیرها کم است؛ به طوری که امکان برازش رگرسیون با بیش از یک یا دو متغیر مستقل وجود ندارد و در صورت استفاده از این دادهها و برازش رگرسیون انفرادی نتایج بی‌ثبات بوده و به دلیل کوچک بودن درجه آزادی، حساسیت زیادی به تغییر دوره زمانی و تعداد مشاهدات اضافی خواهد داشت[۱۲]. در نتیجه پیش‌بینیهای انجام شده فاقد اعتبار لازم هستند و در صورت استفاده از نتایج آن برای آزمون فرضیه در خصوص ارتباط عملکرد گندم دیم (A) با سایر متغیرهای مستقل مانند یخبندان(YAKH)، اولین بارش مؤثر(F)، آخرین بارش مؤثر(L) .... نتایج نمی‌تواند این هدف را در سطح قابل قبولی از اطمینان تأمین کند. رگرسیون داده‌های تلفیقی که برخی از مواقع انباشته نیز نامیده می‌شود این مشکل را تا اندازه زیادی برطرف می‌کند. در این روش داده‌های ایستگاههای مختلف طی زمان با هم ترکیب شده و به جای یک سری زمانی انفرادی، تلفیقی از سری‌های زمانی ایستگاههای مختلف استفاده می‌شوند. به بیان ساده‌تر به جای هر متغیر مانند متغیر وابسته (عملکرد گندم دیم در اینجا،A) یک ماتریس متغیر وابسته و به جای هر کدام از متغیرهای مستقل یک ماتریس شامل متغیرهای مستقل مربوط به ایستگاههای مختلف (در کل هر ایستگاه یک کراس[5] نامیده می‌شود)، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مثال ذیل ساختار داده‌ها را برای رگرسیون پانل نشان می‌دهد:

فرض کنید اطلاعات مربوط به اولین بارش مؤثر(F) و یخبندان بهاری (YAKH)به عنوان متغیرهای مستقل و عملکرد گندم دیم(A) به عنوان متغیر وابسته در اختیار است، در این صورت داریم:

1. fixed effect
2. random effect
3. disturbance
4. Hasman test
5. cross

www.SID.ir

Archive of SID

$$\text{متغیر وابسته} = \alpha + \beta_1 YAKH + \beta_2 F \qquad (۲)$$

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \\ . & . & . \\ . & . & . \\ A_{t1} & A_{t2} & A_{t3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & . \\ . & 1 & . \\ . & . & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} + \beta_1 \begin{bmatrix} YK_{11} & YK_{12} & YK_{13} \\ YK_{21} & YK_{22} & YK_{23} \\ YK_{31} & YK_{32} & YK_{33} \\ . & . & . \\ . & . & . \\ YK_{t1} & YK_{t2} & YK_{t3} \end{bmatrix} + \beta_2 \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & F_{13} \\ F_{21} & F_{22} & F_{23} \\ F_{31} & F_{32} & F_{33} \\ . & . & . \\ . & . & . \\ F_{t1} & F_{t2} & F_{t3} \end{bmatrix}$$

همانطور که ملاحظه می‌شود به جای یک متغیر عملکرد، یک ماتریس عملکرد A و به جای یخبندان YAKH، یک ماتریس یخبندان مربوط به ۳ ایستگاه و برای اولین بارش مؤثر F یک ماتریس اولین بارش مؤثر موجود است. با این کار تعداد مشاهدات به ۳ برابر افزایش یافت؛ زیرا از آمار ۳ ایستگاه استفاده شد. البته در این تحقیق به جای ۳ ایستگاه، ۸ ایستگاه ازنا[1]، بروجرد[2]، خرم‌آباد[3]، الیگودرز[4]، کوهدشت[5]، الشتر[6]، نورآباد[7] و پلدختر[8] وجود دارد که موقعیت هر کدام از ایستگاهها در نقشه ۱ نشان داده شده است. همچنین علاوه بر متغیرهای مستقل فوق اولین بارش مؤثر(F)، آخرین بارش مؤثر(L) و تعداد روزهای یخبندان بهاری(YAKH) از تعداد بارشهای بیش از بیست میلیمتر در یک روز (M_1) تعداد بارشهای بیش از یک میلیمتر و کمتر از بیست میلیمتر در یک روز (M_2)،تعداد بارش ۵ و بیش از ۵ روز (M_3) میزان بارش بهاره[9] میزان بارش پاییزه[10] و تعداد روزهای بارش (N) نیز استفاده شده است[11]. روش تخمین حداقل مربعهای تلفیقی[12] است. به منظور رفع ناهمسانی واریانس از روش وایت استفاده شده است [۱۳]، (شکل ۱).

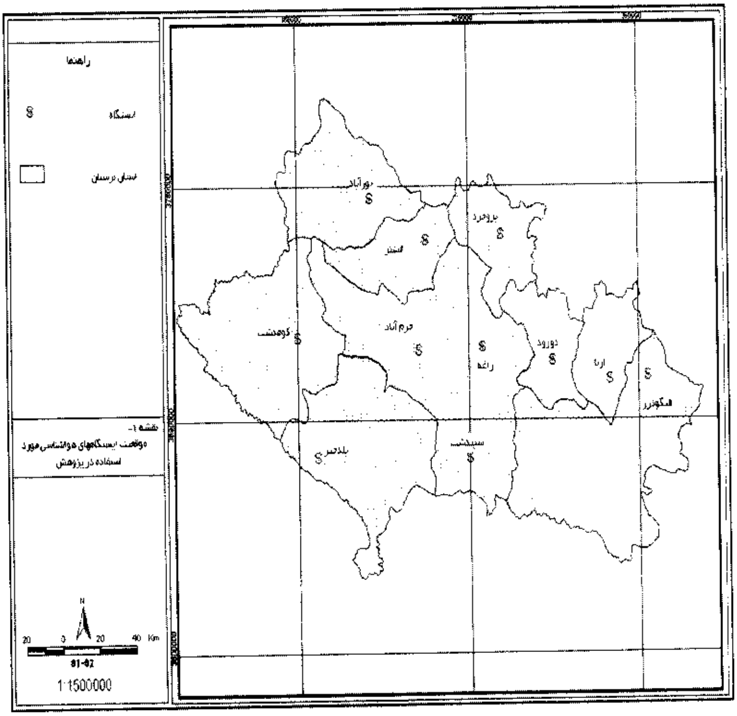
1. Azna
2. Brojerd
3. Khoramabad
4. Aligodarz
5. Kohdasht
6. Alashtar
7. Norabad
8. Poldokhtar
9. Spri
10. Aut

۱۱. تمام متغیرهای مستقل ذکر شده به صورت حروف انگلیسی (M_1, YAKH,...) در ستون اول جدول ۳ زیر (Variable) آورده شده است.

12. Pooled least squares

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه ۱ موقعیت ایستگاههای هواشناسی استفاده شده در پژوهش

۳- یافته‌های تحقیق

نتایج تخمین که در جدول۳ آمده است، نشان می‌دهد که متغیر مستقل یخبندان بهاره تأثیر منفی بر عملکرد داشته است و هر یخبندان بهاری[۱] موجب کاهش عملکرد گندم به میزان ۲۵/۵۳ کیلوگرم[۲] در هکتار می‌شود که این متغیر در سطح ۴۹۹ درصد معنادار است. در ستون ۵ جدول۳ (۰/۰۴۹۹ = احتمال)[۳] نشان داده شده است که با توجه به مبنای خطای نوع اول پنج درصدی ($\alpha = ۰/۰۵$) معناداری آماری این متغیر را در سطح معناداری منکور نمی‌توان رد کرد.

1. YAKH

۲. تمام مقادیر مربوط به کاهش یا افزایش عملکرد،تحت تأثیر متغیرهای مستقل از ستون دوم جدول ۲ که بیانگر تأثیر مثبت یا منفی متغیرهای مستقل است، اخذ شده‌اند

3. prob

www.SID.ir

Archive of SID

سطح خطای ۵ درصد نشان می‌دهد که اگر H ۰ صحیح باشد فقط در ۵ درصد از موارد آن به اشتباه رد خواهد شد و در ۹۵ درصد (سطح اعتماد) از موارد H ۰ بدرستی رد می‌شود؛ (H ۰ بیان می‌کند ضریت اَلم رگرسیون صفر است که در این مورد یخبندان مدنظر است).

متغیر (M_1) که نشاندهنده بارشهای بیش از ۲۰ میلیمتر است، تأثیر منفی نسبتاً زیادی دارد؛ به طوری که موجب کاهش ۲۰/۸۶ کیلوگرم در هکتار در ازای هر روز بارش بیش از ۲۰ میلیمتر از میانگین در عملکرد می‌شود؛ اما این ضریب از لحاظ آماری معنادار نیست و می‌تواند صفر تلقی شود. علّت عدم معناداری آن در پایین‌بودن قدر مطلق آماره t – استیودنت محاسبه شده است که به صورت احتمال بالای آماره (۰/۲۹۱۴ = احتمال) انعکاس یافته است (جدول ۳).

متغیر (M_2) که بیان‌کننده تعداد بارشهای ۱ تا ۲۰ میلیمتر در روز است، در سطح خطای ۶/۹۳ درصد معنادار است؛ یعنی در سطح ۵ درصد معنادار نیست و در این سطح می‌تواند از نظر آماری صفر تلقی شود؛ اگرچه اختلاف آماره t محاسبه با آماره بحرانی کم است و احتمال آماره[1] که در ستون احتمال نشان داده شد، ۶/۹۳ درصد است؛ چندان اختلافی با ۵ درصد ندارد. با توجه به اینکه در سطح ۵ درصد معنادار نیست، مقدار عددی آن بی‌اهمیت است و صفر تلقی می‌شود؛ اما جهت مقاصد تحلیل مقایسه‌ای مقدار آن ۸/۴۱ کیلوگرم به ازای هر واحد افزایش M_2 از میانگین است که علامت آن مطابق با ملاحظات نظری می‌باشد. در نتیجه مقدار آن در حد قابل قبولی است (جدول ۳).

تعداد بارش ۵ و بیش از ۵ روز (M_3)، ضریب این متغیر نشان می‌دهد که در ازای افزایش تعداد روزهای بارش ۵ و بیش از ۵ روز از میانگین، عملکرد به میزان ۲۶/۶۳ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا می‌کند و احتمال آماره آن ۰/۰۴۳۵ است که در سطح ۵ درصد قابل اطمینان است (جدول ۳).

متغیر اولین بارش (F) دارای ضریبی برابر ۲/۷۴- است که نشان می‌دهد هرچه اولین بارش دیرتر اتفاق افتد، عملکرد کاهش پیدا می‌کند. به ازای هر روز تأخیر در اولین بارش مؤثر، از میانگین عملکرد ۲/۷۴ کیلوگرم در هکتار کم می‌شود. این متغیر در سطح بالایی معنادار است و احتمال متناظر که مؤید این واقعیت است ۰/۰۰۱۲ به‌دست آمده است. به عبارت روشنتر این متغیر نه تنها در سطح ۵ درصد بلکه در سطح ۱ درصد و پایین حتی ۰/۰۰۱۲ (۰/۱۲درصد) معنادار است و تأثیر آن را بر عملکرد نمی‌توان انکار کرد. در بین پارامترهای اقلیمی به کار گرفته شده، بیشترین همبستگی بین اولین بارش پاییزه و میزان عملکرد است. به این صورت که این متغیر نه تنها در سطح ۵ درصد بلکه در سطح ۱ درصد و پایین حتی ۰/۰۰۱۲ (۰/۱۲درصد) معنادار است و تأثیر آن را بر عملکرد به هیچ صورت نمی‌توان انکار کرد (جدول ۳).

1. P - Value

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ نتایج به دست آمده از مدل تلفیقی پانل[۱]

۱	متغیر وابسته: A
۲	روش: حداقل مربعات تلفیقی
۳	نمونه (تعدیل شده): از ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۸
٤	اندازه‌گیریهای محاسبه شده ٤۷ تا بعد از تعدیل نقاط انتهایی[۲]
٥	مجموع اندازه‌گیریهای محاسبه شده ٤۷ تا بعد از تعدیل نقاط انتهایی
٦	ناهمسانی وایت – کواریانس و انحراف معیار سازگار
۷	نمونه‌های مقطعی بدون حذف مشاهدات صحیح

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
YAKH	-۲٥/٥۲۹٥	۱۲/۸٤۳۸	-۱/۹۸۷٦۹	۰/۰٤۹۹
M_1	-۲۰/۸٦۳۱	۱۹/۲۹۸۲۳	-۱/۰۸۱۰۸	۰/۲۹۱٤
M_2	۸/٤۰٥٦٥	٤/٤۰۱۳۰	۱/۹۰۹۸۱۲	۰/۰٦۹۳
M_3	۲٦/٦۳۸۲٥	۱۱/٦٥٤۲٤	۲/۲۸٥٦۹۳	۰/۰٤۳٥
F	-۲/۷٤۰۱۹	۰/۷٦۳۸۲	-۳/٥۸۷٤۷٥	۰/۰۰۱۲
L	۲/٦۷۸٥٤	۰/۹۲٥۱٥	۲/۸۹٥۲۳٥	۰/۰۰۸٤
Spri	۰/۷۸۳٥٦۲	۰/۳۹۸٦۱۱	۱/۹٦٥۷۳۲	۰/۰٤۹۳
Aut	۰/۲۸۷۹۳٦	۰/۱۹٥۰۹	۱/٤۷۸٥۹۱	۰/۰۹۷٥
N	۲/۸۸۸۳٦۹	۱/۳٥۲٤٥٦	۲/۱۳٦٥٤۷	۰/۰٤۱۳
آثار ثابت				
ازنا	۱۸۷/۳٥٤٦			
بروجرد	۲۱۲/۸۷۱۲			
خرم‌آباد	۱٥۲/۰۳۹۱			
کوهدشت	۲۷۹/۷۷۷٦			
الیگودرز	۲۳٦/٤٦۷٤			
الشتر	۱۷۲/۹٥۸۷			
نورآباد	۲٦٤/۱۹۱٦			
پلدختر	۱۳۹/۲۷۱٦			
r^2	۰/۷۱٥۷٤۲	میانگین متغیر وابسته		۹۹۲/۲٥٦٥
r^2 تعدیل شده	۰/٥۸۸۹۷۱	انحراف متغیروابسته		۳۱۱/۸٥۷٤
انحراف معیار رگرسیون	٥٤/۳۲۸٥٥	مجموع‌مربعهای‌پسماند		۷۹۱۸٦۲/۹
لگاریتم درست‌نمای	٥۷/۳٦٥۲٤	آماره F		۱۳/۳٦۹۸٥
آماره دوربین واتسون	۱/۸۸۹۹۷۱	احتمال آماره F		۰/۰۰۲۳٤۱

۱. تخمین مدلهای تلفیقی از طریق Pool در نرم‌افزار ایویز انجام گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب تاریخ کاشت مناسب از طریق اولین بارش مؤثر به دلیل تنظیم رشد گیاه با بارندگی و رطوبت موجود در خاک، تأثیر زیادی بر عملکرد محصول دارد.اگر بارندگی در ابتدای فصل پاییز اتفاق بیفتد، سبب جوانه زدن به موقع بذر گندم و تکوین سایر مراحل رویشی دوره پاییز تا قبل از زمستان می‌شود. این مسأله علاوه بر تأمین واحدهای گرمایی مورد نیاز در دوره فصل پاییز موجب می‌شود که آستانه‌های حرارتی مورد نیاز مراحل رویشی گندم درطی این دوره نیز در شرایط مطلوبتری قرار گیرد.میانگین تاریخ شروع بارش مؤثر در سطح استان با احتمالهای ۵۰درصد و ۷۵درصد بترتیب ۸ آبان و ۲۰ آبان است.

متغیر آخرین بارش مؤثر(L) اثر مثبت بر عملکرد دارد. به طوری که هر واحد افزایش در آخرین بارش مؤثر از میانگین، یعنی طولانی‌تر شدن فصل بارش در بهار موجب افزایش عملکرد به میزان ۲/٦۷۸ کیلوگرم در هکتار می‌شود. سطح معنادار متغیر مورد بحث(۰/۰۰۸٤) است(ستون احتمال در جدول ۳) که در سطح کمتر از یک درصد معنادار است. اگرچه این متغیر به اندازه F (اولین بارش مؤثر) معنادار نیست؛ اما سطح معناداری آن از سایر متغیرها بالاتر است. آخرین روز بارش مؤثر، بیان‌کننده طول دوره بارش و توزیع زمانی بهتر بارش می‌باشد. بالا بودن این ضریب نیز ناشی از نیاز رطوبتی گندم در این مرحله از رشد ونمو است که با توجه به میزان تبخیر و تعرق بالا به علت افزایش دما، وقوع بارش باعث تأمین نیاز رطوبتی و کاهش تنش آبی گیاه می‌شود.

سایر متغیرها میزان بارش بهاره، بارش پاییزه و تعداد روزهای بارشهای را در بر می‌گیرد که بترتیب در سطوح ٤/۹۳ درصد، ۹/۷۵ درصد و ٤/۱۳ درصد معنا دارند و همگی علامت مثبت دارند (جدول۳).

با توجه به نتایج حاصل از مدل رگرسیونی تلفیقی، افزایش مقدار بارش (بارشهای بهاره و پاییزه) از میانگین، باعث افزایش عملکرد گندم دیم می‌شود؛ اما باید متذکر شد که تأثیر میزان بارش پاییزه را با توجه به پایین بودن آماره t استیودنت[1] (۱/٤۷) باید صفر در نظر گرفت؛ به این معنا که در این مدل باید تأثیر میزان بارش پاییزه را نادیده گرفت. می‌توان دلیل پایین‌بودن نقش بارش پاییزه در عملکرد را ناشی از دو مسأله دانست، اول اینکه زمان شروع بارشهای استان به طور عمده از نیمه دوم آبان است. در این دوره به دلیل کاهش نسبی دما، میزان تبخیر رطوبت خاک کم می‌شود و مقدار پایین بارش هم می‌تواند نیاز رطوبتی گیاه را

۱. آماره t استیودنت در ستون آماره t جدول۳ نشان داده شده است؛ هر چه این آماره پایینتر باشد، احتمال صحت ضریب مربوط به متغیرمستقل از اطمینان کمتری برخوردار است.

www.SID.ir

Archive of SID

تأمین کند. دوم اینکه در این دوره از رشد و نمو گندم حساسیت نسبت به تنش آبی (نسبت به مراحل فنولوژی دوره بهار) پایین است و در این مرحله از رشد، تأثیر اولین بارش و توزیع بارش مهمتر است تا میزان بارش. این مسأله در مدل بخوبی نشان داده شده است ولی در ارتباط با تأثیر میزان بارش بهاره در افزایش عملکرد همچنانکه نتایج حاصل از مدل نشان می‌دهد، هر میلیمتر افزایش بارش از میانگین، باعث افزایش عملکرد به مقدار ۷۸درصد کیلوگرم در هکتار می‌شود. بر خلاف میزان بارش بهاره، این متغیر در سطح قابل قبولی از اطمینان قرار دارد. نتایج حاصل از متغیر تعداد روزهای بارش، مؤید تأثیر توزیع زمانی بارش در میزان تولید محصول است. ضریب این متغیر نشان می‌دهد که در ازای افزایش هر روز بارش از میانگین، ۲/۸۸ کیلوگرم افزایش عملکرد وجود دارد. ضریب مذکور در سطح اطمینان ۵ درصد معنادار است (جدول ۳).

در جدول ۳ نتایج آثار ثابت[1] نشان داده شده است که تفاوت مناطق (ایستگاهها) را به لحاظ عملکرد در صورت ثابت در نظر گرفتن اثر متغیرها، می‌توان نشان داد. این تفاوت ناشی از عوامل دیگری است که در این مدل آورده نشده است. همانطور که این قسمت نشان می‌دهد، روش تخمین این رگرسیون آثار ثابت است که در مقابل آثار تصادفی قرار می‌گیرد. برای انتخاب این روش دو دلیل وجود دارد :

۱- اگر مدل واقعی آثار تصادفی باشد و به اشتباه با آثار ثابت تخمین زده شود. تخمین سازگار[2] است. اما اگر مدل واقعی آثار ثابت باشد و به اشتباه با آثار تصادفی تخمین زده شود، تخمین سازگار نیست. بنابراین اصل احتیاط حکم می‌کند که این نوع روش تخمین به کار گرفته شود[۱۱].

۲- وقتی تعداد موردهای (Cross) کمتر از تعداد ضریب مورد تخمین باشد، استفاده از آثارتصادفی ممکن نیست.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مدل مشخص می‌شود که ارتباط بسیار قوی بین پارامترهای اقلیمی استفاده شده در مدل و عملکرد محصول وجود دارد. با توجه به فاکتور r^2 که در جدول ۳ برابر ۷۱/۵۷ درصد است، می‌توان بیان کرد: ۷۱/۵۷ درصد از تغییرات عملکرد به وسیله متغیرهای مستقل توضیح

1. Fixed effects
2. consistent

www.SID.ir

Archive of SID

داده می‌شود که این مسأله نقش میزان و ویژگیهای بارش در کشاورزی دیم را بخوبی نشان می دهد. بنابراین با داشتن پارامترهای مورد استفاده در هر سال و ضرایب به دست آمده از مدل مذکور می‌توان میزان عملکرد و به تبع آن میزان تولید را برآورد کرد. این درصد نسبتاً بالاست ولی اگر این امکان وجود داشت که متغیرهای دیگر مانند میزان کود مورد استفاده، میزان جلوگیری از آفات مختلف و...وارد مدل شود؛ قدرت، برازش مدل افزایش پیدا می‌کرد.

آماره دوربین واتسون[1] مدل۱/۸۸۹۹۷ است که تقریباً ۱/۹ است. این میزان، عدم وابستگی بین اجزای اخلال مدل را بیان می‌کند و نبود مشکل همبستگی پیاپی[2] تأیید می‌کند (جدول ۳).

مهمترین آماره هر رگرسیون، آمارهF است که معناداربودن کل رگرسیون را بیان می‌کند. در این تخمین آمارهF، ۱٤/۳٦۹۸ است. این آماره در سطح بالایی(۰/۰۰۲۳٤۱=احتمال آماره F[3]) معنادار است. این سطح معناداری که زیر یک درصد است، نشان می‌دهد رگرسیون قابل رد نیست و ارتباط بین عملکرد و متغیرهای توضیحی به صورت کلی قابل دفاع است (جدول ۳).

۵- تشکر و قدردانی

این مقاله از طرح پژوهشی با عنوان «تعیین مناسبترین زمان کاشت گندم دیم در استان لرستان با استفاده از پارامترهای اقلیمی» استخراج شده است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه لرستان اجرا شده است.

۶- منابع

[۱] شمسی، فریدون؛ پیش‌بینی مقدار تولید محصول گندم ایران با استفاده از اطلاعات هواشناسی؛ هواشناسی کل کشور: ۱۳۵۲.

[۲] ج، لوماس؛ پیش‌بینی بازدهٔ گندم در ایران بر مبنای بارندگی؛ ترجمه علی خلیلی؛ انتشارات نیوار، ۱۳۵۱.

[3] Hashemi, F. G. & et.al. "Inadequancy of climatological classification systems in agroclimatic analogs evalutations suggested alternatives". *Agricultural Meteorology Journal,* vol. 24, 1981.

[4] Thompson, L. M; Evaluation of weather factors in production of wheat, soil, water Conser, Vol. 17, 1962.

1. durbin – Watson stat
2. serial correlation
3. Prob (F-statistic)

www.SID.ir

Archive of SID

[5] Willims. G. D. & G.W. Robertson; estimating most probable prairie wheat production from precipitation data, Cana G. Plant sci, Vol. 45,1965.

[٦] کمالی، غلامعلی؛ «تعیین مناسبترین تاریخ کشت گندم در مناطق دیم‌خیز غرب کشور با استفاده از داده‌های اقلیمی و شروع بارندگی»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ش ٤٥، ١٣٧٦.

[٧] عزیزی، قاسم؛ «برآورد بارش مؤثر در رابطه با گندم دیم: مطالعه موردی خرم آباد»، *پژوهشهای جغرافیایی*،ش ٣٩،١٣٧٩.

[٨] مظفری، غلامعلی و هوشنگ قاسمی؛ «تحلیل شرایط بارش در سطح نواحی دیم‌خیز شرق کرمانشاه»، *پژوهشهای جغرافیایی*؛ ش ٤٢، ١٣٨١.

[٩] عزیزی، ق ود. یاراحمدی؛ «بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل رگرسیونی»، *پژوهشهای جغرافیایی*، ش ٤٤،١٣٨٢.

[١٠] وزارت کشاورزی، سالنامه‌های کشاورزی، ١٣٦٤-١٣٧٩.

[11] Jhonston, J. & J. DiNardo; Econometric methods , Mc Graw-Hill , 1997.

[12] Chamberlain, G.; "Panel data"; *in Handbook of Econometrics;* Vol.II , ed. ,Z. Griliches and M.D. Intriligator,1984.

[13] Greene, W. H; Econometric analysis; Forth Edition , Prentice- Hall, 2000.