

بررسی تأثیر بارندگی بر عملکرد محصولات گندم و جو در استان گلستان

ابوالفضل مساعدی^۱ و مهدی کاهه^۲

^۱دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشجوی دوره دکتری گروه سازه‌های آبی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۶/۲

چکیده

وضعیت اقلیمی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در مقدار تولید محصولات کشاورزی است. در بین پارامترهای اقلیمی، تغییرپذیری بارندگی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر مقدار رطوبت قابل استفاده گیاه و در نتیجه میزان تولید محصول می‌باشد. بنابراین، بخش کشاورزی نسبت به تغییرات بارندگی حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر می‌باشد. در تحقیق حاضر به بررسی اثر بارندگی و نوسانات آن بر عملکرد دو محصول مهم کشاورزی شامل گندم و جو در استان گلستان پرداخته شده است. برای این منظور آمار عملکرد محصولات گندم و جو در سطح تمامی ۳۳ مرکز خدمات جهاد کشاورزی استان گلستان در طول یک دوره ۲۰ ساله، بررسی شد. پس از اخذ آمار بارندگی ماهیانه در طول دوره آماری و در محدوده هر مرکز خدمات و تعیین عملکرد هر یک از دو محصول گندم و جو و در دو وضعیت آبی و دیم، بررسی‌های اولیه آماری داده‌ها، از قبیل آزمون داده‌های پرت انجام شد. روند تغییر عملکرد هر یک از محصولات ذکر شده در طول دوره آماری بررسی، سپس به تحلیل رگرسیونی اثر زمان وقوع بارندگی بر عملکرد هر یک از محصولات فوق و در هر مرکز خدمات با استفاده از روش‌های رگرسیونی اتوماتیک و گام‌به‌گام پرداخته شد. نتایج بررسی تأثیر افزایش یا کاهش بارندگی سالیانه بر عملکرد محصولات نشان داد که عملکرد گندم در طول محدوده زمان مورد مطالعه دارای روند می‌باشد در حالی که در مورد جو نمی‌توان از وجود یک روند در عملکرد بحث نمود. همچنین بارندگی‌های هر ماه و یا افزایش یا کاهش بارندگی سالیانه، عملکرد جو (به‌خصوص جو دیم) را به شدت تحت تأثیر قرار داده است ولی تأثیرپذیری گندم از بارندگی‌های هر ماه و یا نوسانات سالیانه بارندگی بسیار کمتر بوده است. نتایج نشان می‌دهد که بارندگی ماه‌های خرداد، آبان و آذر برای گندم و ماه‌های اولیه و آخر دوره کشت برای جو بیشترین اثر را بر روی عملکرد دارند.

واژه‌های کلیدی: بارندگی، عملکرد محصول، گندم، جو، استان گلستان



مقدمه

در دو دهه اخیر پیامدهای ناشی از تغییر اقلیم در راس مطالعات علمی مربوطه قرار گرفته است. تغییرات مقادیر گازهای گلخانه‌ای، منجر به تغییر دما، بارندگی و دیگر پارامترهای اقلیمی شده و در نهایت باعث تغییر در میزان رطوبت خاک، افزایش سطح آب دریاها، افزایش دما و وقوع سیل و خشکسالی در بسیاری از مناطق دنیا می‌شود (هاگتون و همکاران، ۱۹۹۶). تمامی کشورهای جهان چه پیشرفته و چه در حال توسعه، به وضعیت اقلیمی بسیار وابسته هستند، به طوری که تغییرات آن بر بسیاری از بخش‌های اقتصادی و حتی اجتماعی و سیاسی آنها اثرگذار خواهد بود. به نظر می‌رسد که در این میان بخش کشاورزی حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر باشد. وضعیت اقلیم یک عامل تعیین‌کننده اصلی در تولید محصولات کشاورزی است، به طوری که هر یک از مشخصات آب و هوایی به طور مستقیم بر عملکرد محصولات اثر می‌گذارد (پرکی و هایس، ۱۹۹۸؛ روتر و همکاران، ۱۹۹۸؛ فرکلتن و همکاران، ۱۹۹۹ و گادگیل و همکاران، ۱۹۹۹). تغییر اقلیم و پارامترهای اقلیمی در مقیاس‌های مختلف منطقه‌ای و جهانی، یکی از نتایج تشدید وقوع نوسانات اقلیمی و بارندگی می‌باشد. نوسانات بارندگی می‌توانند سبب بروز خشکسالی و یا ترسالی شوند. خشکسالی عموماً به عنوان یک پدیده خزننده بوده و توصیف زمانی و مکانی آن بسیار مشکل است. به دلیل متغیرهای مختلفی که به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم در رخداد خشکسالی دخالت دارند، تعریف این واژه مشکل بوده و از این رو هنوز تعریف جامع و قابل قبولی از نظر همه محققان عنوان نگردیده است (آسیایی، ۲۰۰۶). به همین دلیل محققان براساس تخصص خود و میزان توجه به متغیرهای آب و هوایی مانند بارش، دما، رطوبت نسبی و غیره مساله را مورد بررسی قرار می‌دهند. بارش یکی از مهم‌ترین عمده‌ترین متغیرهای اقلیمی است که از آن در تعریف خشکسالی استفاده می‌شود. بر این اساس، خشکسالی راه یک دوره زمانی با میزان بارشی کمتر از حد معمول همان

منطقه تعریف می‌کنند (لینسلی و فرانزینی، ۱۹۸۷). در رابطه با نوسانات اقلیمی و تاثیر آنها بر محصولات کشاورزی تحقیقات بسیاری صورت گرفته است که از این میان می‌توان به تلاش‌های الکساندرف (۱۹۹۷a، ۱۹۹۷b، ۱۹۹۷c، ۱۹۹۸، ۱۹۹۹) اشاره کرد که اثر تغییرات اقلیم بر محصولات کشاورزی در بلغارستان را مورد مطالعه قرار داده است. لافلین و کلارک (۲۰۰۰) با استفاده از آنالیز بارندگی در استرالیا به بررسی قابلیت انعطاف محصولات کشاورزی محلی در برابر خشکسالی پرداختند. الکساندروف و هوگنوم (۲۰۰۱) نیز تغییرات اقلیمی در طی قرن بیستم و رابطه آن با نوسانات عملکرد محصولات مهم (شامل گندم، ذرت، سویا، بادام زمینی و پنبه) در ایالت جورجیای آمریکا را مورد مطالعه قرار دادند.

کوکیک و همکاران (۲۰۰۴) یک مدل ترکیبی به نام *AgFIRM* را ایجاد کردند که نتایج اثرات تغییرپذیری اقلیمی بر روی درآمدهای ناشی از کشاورزی را نشان می‌دهد. همچنین مدل آن‌ها براساس مدل‌های فصلی پیش‌بینی اقلیمی، شرایطی را برای پیش‌بینی اثرات محتمل تغییر در شرایط اقلیمی بر درآمدهای حاصل از کشاورزی در یک سال آینده فراهم می‌کند.

کوکیک و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی اثرات طولانی مدت تغییرات آب و هوایی روی محصولات اساسی در استرالیا پرداختند. آن‌ها برای این منظور دو سناریوی مختلف تغییر اقلیمی را مورد مطالعه قرار داده و دامنه توانایی‌های محیط را برای محصولات کشاورزی مختلف که ممکن است در این شرایط کشت شوند، مشخص کردند. از جمله اصلاح مدیریت بهره‌برداری از آب و بهبود و ایجاد تکنولوژی‌های جدید و استفاده از محصولات با گونه‌های مقاوم به خشکی، استراتژی‌هایی است که آنها برای کاهش آسیب‌پذیری در مقابل تغییرات طولانی مدت اقلیمی پیشنهاد کردند. همچنین وستکات و همکاران (۲۰۰۵) به مطالعه واکنش عملکرد محصول ذرت به بارندگی‌های تخمین زده شده توسط سرویس آب و هوایی ملی در ۹ ایالت از ایالت‌های مرکزی آمریکا پرداختند تا از



مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی، اقلیمی و کشاورزی: استان گلستان با وسعتی حدود ۲۰۴۶۰ کیلومتر مربع، ۱/۳۳ درصد از کل مساحت کشور را به خود اختصاص داده است که از این میزان حدود ۴۰ درصد آن دشت و بقیه کوهستان می‌باشد. مساحت اراضی زیر کشت استان حدود ۶۵۰ هزار هکتار است که از این میزان حدود ۳۰۰ هزار هکتار به صورت آبی و حدود ۳۵۰ هزار هکتار به صورت دیم کشت می‌شود. استان گلستان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی در کشور است. درصد زیادی از انواع محصولات که در کشور تولید می‌شوند، در این استان هم کشت می‌شوند. از این میان گندم و جو عمده‌ترین محصولات تولیدی استان به‌شمار می‌روند که به‌طور کلی به دو صورت آبی و دیم کشت می‌شوند.

استان گلستان در مقایسه با وسعت کم خود از تنوع آب و هوایی زیادی برخوردار است. بارش و دما دو عنصر اصلی آب و هوایی منطقه می‌باشند. به‌دلیل موقعیت جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، وضعیت ناهمواری‌ها و مجاورت با دریای خزر میانگین بارش استان تقریباً ۲ برابر میانگین بارش کشور است (مساعدی و همکاران، ۲۰۰۰). بخشی از این استان دارای مناطقی با آب و هوای معتدل می‌باشد که میزان بارندگی سالیانه در این مناطق ۶۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر است. مساحت زیادی از نیمه شمالی استان دارای آب و هوای نیمه‌خشک بوده در حالی که متوسط بارندگی استان ۴۵۰ میلی‌متر است در نواحی شمالی آن بارندگی سالیانه حتی به کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر هم می‌رسد. متوسط تبخیر سالیانه در نواحی جنوبی و ارتفاعات ۸۰۰ میلی‌متر بوده که در برخی نواحی شمالی تا ۲۰۰۰ میلی‌متر نیز می‌رسد (مساعدی و همکاران ۲۰۰۷).

علاوه‌بر تغییرات مکانی بارندگی، توزیع بارش در طول سال نیز یکسان نیست و این تغییرات زمانی بارندگی در برخی از نقاط استان شدید می‌باشد. بیشترین بارندگی در فصول سرد سال و کمترین آن در تابستان نازل می‌شود. ضمن آن‌که نحوه تغییرات فصلی بارندگی در مناطق مختلف استان نیز متفاوت است.

این طریق اطلاعاتی به هنگام، در ارتباط با تنش در عملکرد محصول در اثر کاهش یا افزایش بارندگی در تابستان را فراهم آورند. آنها بیان داشتند که عملکرد محصول به بارندگی‌های زیاد و بارندگی‌های کم در ماه جولای نسبت به بارندگی‌های متوسط در این ماه از همبستگی بالایی برخوردارند.

رحمانی و همکاران (۲۰۰۷) نیز به بررسی روابط میان پارامترهای آب و هوایی و ضرایب مختلف خشکسالی از یک سو و عملکرد محصول جو از سوی دیگر پرداختند. آن‌ها همچنین مقایسه‌ای میان نتایج حاصل از روش‌های آماری کلاسیک و روش شبکه عصبی مصنوعی در ایجاد ارتباط میان عملکرد و ضرایب خشکسالی انجام دادند.

حسین و مدر (۲۰۰۷) نیز به بحث و بررسی در مورد عملکرد گندم در مناطق کوهستانی هیمالایا و هندوکش از کشور پاکستان پرداخته و اثر پارامترهای اقلیمی بارندگی و دما را مورد مطالعه قرار دادند. آنها اثر بارندگی بر روی گندم را به‌دلیل توسعه آبیاری ناچیز و همچنین افزایش دما در این مناطق را باعث کاهش طول دوره رشد موردنیاز برای گندم بیان کردند.

سان و همکاران (۲۰۰۷) نیز با استفاده از مدل رگرسیونی به بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و عملکرد محصول ذرت طی سال‌های ۱۹۵۲ تا ۲۰۰۱ در ایالت نسبتاً خشک سیرا در کشور برزیل پرداخته و توانایی پیش‌بینی عملکرد محصول ذرت را با استفاده از پیش‌بینی‌های فصلی اقلیم منطقه بر مبنای الگوی عمومی دمای سطح دریا^۱ ارزیابی کردند. آنها یک ضریب آب و هوایی به‌منظور اندازه‌گیری شدت خشکسالی ارائه کرده و آن را به‌عنوان بهترین پارامتر در پیش‌بینی عملکرد ذرت معرفی کرده‌اند.

هدف اصلی از انجام تحقیق حاضر بررسی تاثیر بارندگی و تغییرات آن، به‌عنوان یکی از پارامترهای مهم اقلیمی، بر عملکرد محصولات گندم و جو به دو صورت آبی و دیم در سطح استان گلستان می‌باشد.



داده‌های مورد بررسی: در تحقیقات سعی می‌شود، داده‌هایی انتخاب شوند که از طرفی با دقت بالا اندازه‌گیری شده باشند و از سوی دیگر معیاری کامل از جامعه مورد مطالعه را ارائه نماید. به‌طور کلی می‌توان گفت ایستگاه‌های مورد مطالعه در این تحقیق باید علاوه بر قرارگرفتن در موقعیت‌های مکانی مناسب در سطح استان، از آماری با کمیت و کیفیت مناسب نیز برخوردار باشند. لذا با توجه به شرایط فوق باید ایستگاه‌هایی انتخاب شوند که علاوه بر پراکنش مناسب در سطح استان، دارای طول دوره آماری مناسب و طولانی بوده و نیازی به بازسازی در آن‌ها وجود نداشته و یا کمترین نیاز به بازسازی را دارا باشند.

در این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر بارندگی به‌عنوان یک پارامتر اقلیمی موثر بر عملکرد محصولات کشاورزی در سطح استان سعی شد که بررسی‌ها در سطح مراکز خدمات جهاد کشاورزی صورت گیرد تا اثر تنوع شرایط اقلیمی در سطح استان در نظر گرفته شود. موقعیت مکانی مراکز خدمات جهاد کشاورزی استان گلستان در شکل ۱ ارائه شده است.

داده‌های بارندگی: پس از اخذ آمار بارندگی ماهانه کلیه ایستگاه‌های باران‌سنجی که در سطح استان گلستان مستقر هستند، سعی شد که با انجام آزمون‌های آماری لازم، از آمار ایستگاه‌هایی استفاده شود که اولاً حداقل در طی ۲۰ سال گذشته آمار پیوسته‌ای داشته باشند و ثانیاً به ازای هر مرکز خدمات کشاورزی بتوان از آمار نزدیک‌ترین ایستگاه به‌عنوان داده‌های بارندگی در آن مرکز خدمات استفاده نمود. با توجه به اینکه در محدوده تحت پوشش بعضی از مراکز خدمات جهاد کشاورزی، هنوز هیچ ایستگاه باران‌سنجی احداث نگردیده است و یا در صورت تاسیس دوره آماری آن بسیار کم است، از این‌رو میزان باران ماهیانه این‌گونه مراکز از طریق رسم منحنی‌های هم‌باران ماهیانه در سطح استان در طول دوره آماری برآورد شد. سپس با استفاده از آمار ایستگاه‌های باران‌سنجی و مقادیر بارندگی ماهانه استخراج شده از منحنی‌های هم‌باران مذکور، مقادیر بارندگی برای هر یک از دوره زمانی بارندگی در طول دوره آماری مورد مطالعه تعیین شدند.

این دوره‌های زمانی شامل ۱۶ دوره می‌باشند که به‌صورت، دوره‌های ماهیانه (مهر ماه تا خرداد ماه)، دوره‌های شش‌ماهه اول و دوم سال آبی، دوره نهم‌ماهه اول سال آبی، دوره‌های فصلی (پاییز، زمستان، بهار) و دوره سالانه می‌باشند. موقعیت مکانی ایستگاه‌های باران‌سنجی و مراکز خدماتی که بارندگی آنها برآورد شده است در شکل ۱ نشان داده شده است.

داده‌های عملکرد محصولات کشاورزی: در سطح استان گلستان ۳۳ مرکز خدمات جهاد کشاورزی در ۱۱ شهرستان وجود دارد. در سطح اکثر این مراکز مهم‌ترین محصولات تولیدی، گندم و جو می‌باشند که به دو صورت آبی و دیم کشت می‌شوند. بنابراین داده‌های عملکرد این دو محصول در دو وضعیت و به‌طورکلی در چهار حالت (گندم آبی، گندم دیم، جو آبی و جو دیم) مورد بررسی قرار گرفتند. اسامی مراکز خدمات، نام ایستگاه باران‌سنجی، محدوده و نوع محصول تولیدی در دو وضعیت آبی و دیم در جدول ۱ ارائه شده است.

روش تحقیق: پس از اخذ داده‌های عملکرد سالیانه هر یک از محصولات در سطح هریک از مراکز خدمات در طول دوره آماری و بررسی اولیه آنها از نظر صحت، اقدام به حذف داده‌های عملکرد پرت شد. به‌عبارت دیگر، به‌منظور شناسایی سال‌هایی که داده‌های عملکرد محصول مورد نظر در آن‌ها مشکوک است از معادله زیر استفاده شده است،

$$K_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad (1)$$

که در آن:

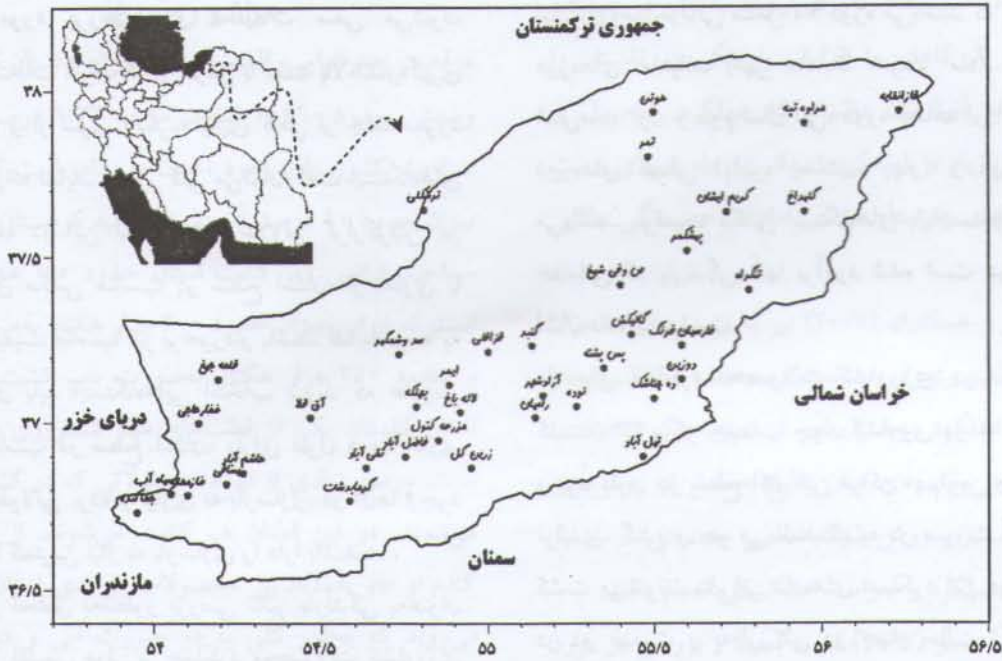
K_i : ضریب انحراف عملکرد محصول در مرکز خدمات موردنظر و در سال زراعی نام

X_i : مقدار عملکرد محصول در مرکز خدمات مورد نظر در سال زراعی نام

\bar{X} : میانگین عملکرد محصول در مرکز خدمات مورد نظر در طول دوره آماری

S : انحراف معیار مقادیر عملکرد محصول در مرکز خدمات موردنظر در طول دوره آماری است.





شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی و مراکز خدمات کشاورزی مورد مطالعه.

جدول ۱- اسامی مراکز خدمات، نام ایستگاه‌های باران‌سنجی و محصولات تولید شده در آنها.

شهرستان	مرکز خدمات	ایستگاه باران‌سنجی	گندم		شهرستان	مرکز خدمات	ایستگاه باران‌سنجی	گندم		شهرستان	مرکز خدمات
			دیم	آبی				دیم	آبی		
بندرگز	حومه	جفاکنده	✓	✓	رامیان	حومه	رامیان	✓	✓	رامیان	حومه
کردکوی	حومه	غاز محله	✓	✓	گنبد	فندرسک	لاله باغ	✓	✓	گنبد	حومه
	گرچی محله	یساقی	-	✓		حومه	گنبد	✓	✓		حومه
بندر ترکمن	حومه	سیاه آب	✓	✓	گنبد	داشلی برون	ترشکلی	✓	✓	گنبد	کاکا
	بناور	غفار حاجی	✓	✓		کاکا	قزاقلی	✓	✓		حومه
گرگان	گمیشان	قلعه جیق	-	✓	کلاله	حومه	ایمر*	✓	✓	کلاله	حومه
	حومه	تقی آباد	✓	✓		حومه	ایمر*	✓	✓		حومه
آق قلا	جلین	گرما بدشت	-	✓	مینو دشت	حومه	پیشکمر*	✓	✓	مینو دشت	حومه
	ورسن	هاشم آباد	✓	✓		حومه	گلیداغ*	✓	✓		حومه
علی آباد	حومه	آق قلا	✓	✓	مینو دشت	حومه	مرآوه تپه	✓	✓	مینو دشت	حومه
	انبارالوم	سد وشمگیر	✓	✓		حومه	مرآوه تپه	✓	✓		حومه
آزادشهر	گری	بهلکه	✓	✓	مینو دشت	حومه	گالیکش	✓	✓	مینو دشت	حومه
	حومه	زرین گل	✓	✓		حومه	گالیکش	✓	✓		حومه
آزادشهر	فاضل آباد	فاضل آباد	✓	✓	مینو دشت	حومه	تنگراه	✓	✓	مینو دشت	حومه
	مزرعه*	مزرعه	-	✓		حومه	دوزین*	دوزین	✓		✓
آزادشهر	حومه*	آزادشهر	✓	✓	مینو دشت	حومه	ده چناشک*	✓	✓	مینو دشت	حومه
	فارسیان	نوده	-	✓		حومه	ده چناشک*	ده چناشک	✓		✓

* مراکز خدماتی که در نزدیکی آنها هیچ ایستگاه باران‌سنجی احداث نگردیده است



ولی از نظر واقعیت‌های عملی، واقعی‌تر باشد به‌عنوان مدل بهینه انتخاب شود.

ج) مدل رگرسیونی عملکرد محصول با بارندگی ماهانه در طول دوره رویش: برای این منظور از روابط رگرسیونی خطی بین مقادیر بارندگی ماهانه در طول دوره رویش محصولات مورد بررسی، (۸ ماه شامل ماه‌های آبان تا خرداد) به‌عنوان متغیرهای مستقل و مقادیر عملکرد محصولات به‌عنوان متغیر وابسته، استفاده شد. روش تحلیل به این صورت است که در معادلات رگرسیونی از بین ۸ متغیر به‌کار گرفته شده، سه متغیری که دارای بیشترین مقدار ضریب همبستگی می‌باشند انتخاب و به‌عنوان موثرترین ماه‌ها در عملکرد در نظر گرفته شدند.

تاثیر افزایش و یا کاهش بارندگی سالیانه بر عملکرد محصولات: نوسانات اقلیمی از جمله ترسالی و خشکسالی بر روی عملکرد محصولات کشاورزی می‌تواند موثر باشد. در این روش براساس میزان بارندگی سالیانه هر ایستگاه، در هر سال آبی (سال زراعی) وضعیت بارندگی تعیین و در سه کلاس (شامل پرباران، نرمال و کم‌باران) براساس معادله زیر طبقه‌بندی شد:

$$P_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad (2)$$

که در آن:

P_i : ضریب بارندگی در محدوده مرکز خدمات مورد نظر

در سال آبی نام

\bar{X} : مقدار بارندگی سالانه در محدوده مرکز خدمات مورد

نظر در سال آبی نام

\bar{X} : میانگین بارندگی سالانه در محدوده مرکز خدمات

مورد نظر در طول دوره آماری

که انحراف معیار مقادیر بارندگی سالانه در محدوده مرکز

خدمات مورد نظر در طول دوره آماری.

از این رو سال‌هایی که در آنها مقدار P_i بزرگ‌تر یا

مساوی ۰/۵ بوده به‌عنوان سال پرباران و سال‌هایی که این

مقدار کوچک‌تر از ۰/۵- برآورد شد، به‌عنوان سال کم‌باران

و بقیه سال‌ها به‌عنوان سال نرمال در نظر گرفته شد.

بررسی روند تغییرات عملکرد: به‌منظور بررسی احتمال وجود روند در تغییرات عملکرد محصولات مورد بررسی در طول دوره آماری، معادلات مختلف رگرسیونی بین زمان (به‌عنوان متغیر مستقل) و عملکرد (به‌عنوان تابع) بررسی گردید و مقادیر ضریب همبستگی (R) هریک از این روابط نیز محاسبه شد. به این منظور معادلات خطی، توانی، نمایی، درجه ۲ و درجه ۳ مورد بررسی قرار گرفتند. تعیین رابطه بارندگی و عملکرد: به‌منظور پیدا نمودن متغیرهای مستقلی که بیشترین تاثیر را بر تغییرات عملکرد محصول دارند از روش‌های زیر استفاده گردید که هریک از آنها توضیح داده می‌شود:

الف) مدل رگرسیون اتوماتیک: برای تمام محصولات مورد مطالعه با دوره‌های زمانی بارندگی مورد نظر (دوره‌های زمانی ۱۶ گانه)، رگرسیون خطی چند متغیره معمولی در نظر گرفته شد. در این روش، مدل‌هایی را که در آنها ضریب رگرسیون برابر یا بیشتر از ۰/۸ بود به‌عنوان مدل اولیه مناسب در نظر گرفته شدند. به‌عبارت دیگر در مواردی که معادلات به‌دست آمده دارای ضریب همبستگی کمتر از ۰/۸ بودند به‌دلیل کم بودن همبستگی آن معادلات حذف شدند.

ب) مدل رگرسیون گام‌به‌گام: در روش رگرسیون گام‌به‌گام، گروهی از مدل‌های رگرسیون توسعه می‌یابد و در هر مرحله یک متغیر حذف یا اضافه می‌گردد. تفاوت کلی این روش با روش رگرسیون اتوماتیک در این است که، در روش اتوماتیک فقط یک مدل رگرسیونی به‌عنوان بهترین مدل ارائه می‌شود تا در بررسی نهایی در مورد بهترین مدل تصمیم‌گیری به‌عمل آید. ولی در روش گام‌به‌گام به‌منظور حصول بهترین مدل، روابط رگرسیونی متفاوتی حتی‌الامکان با دخالت کمترین متغیر ارائه شده و سپس مدلی که دارای بیشترین ضریب همبستگی است از نظر ریاضی به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شود. در عمل ممکن است مدلی که دارای ضریب همبستگی کمتری بوده

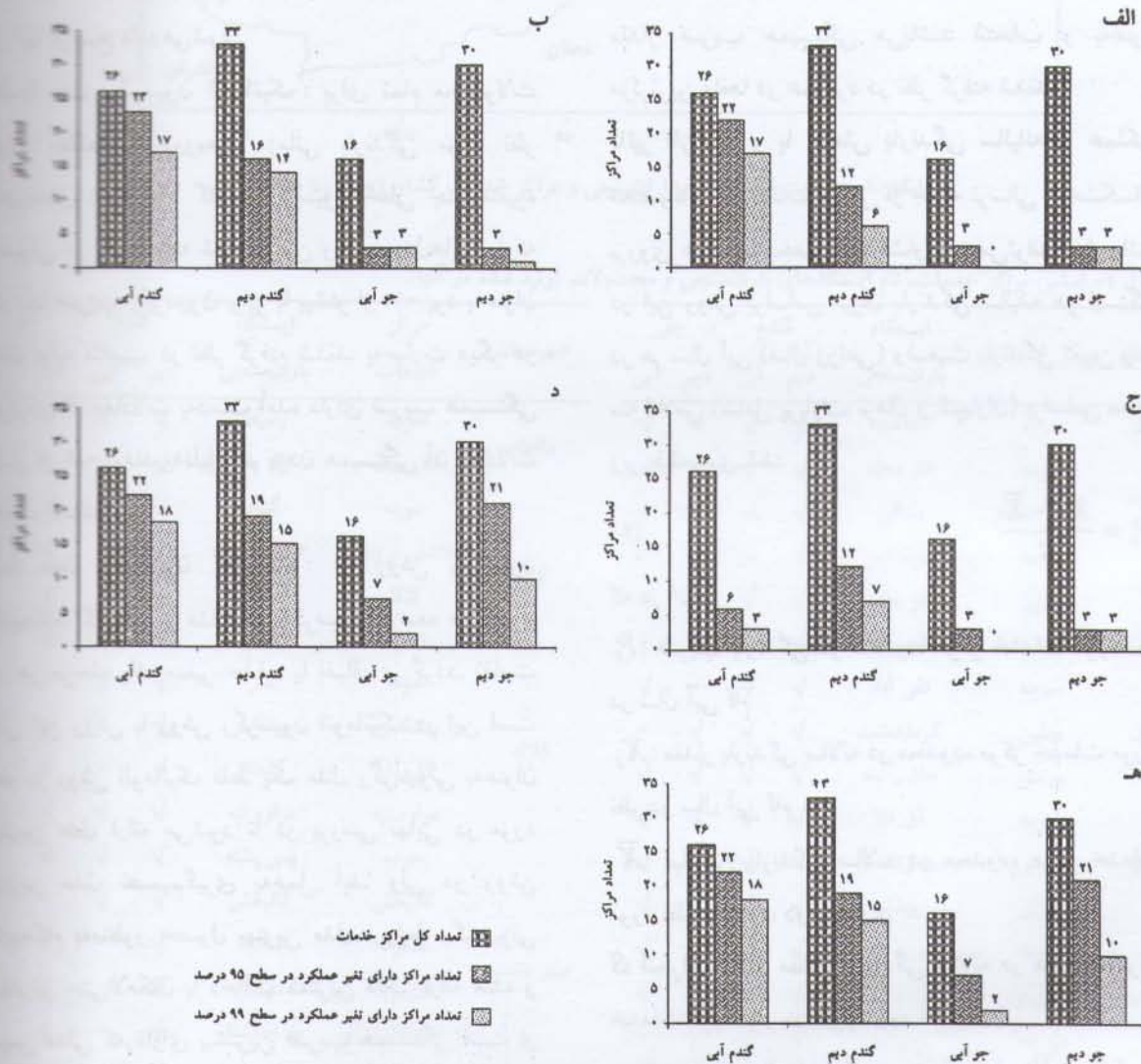


عملکرد محصولات مورد بررسی در طی زمان پس از
برازش معادلات رگرسیونی مختلف (خطی، توانی، نمایی،
درجه ۲ و درجه ۳) بین زمان و عملکرد محصولات تحت
مراکز که در آن‌ها ضرایب همبستگی (R) در سطح ۹۵٪
درصد و ۹۹٪ معنی‌دار بوده است، تعیین شد. نتایج
در شکل ۲ به صورت فراوانی تعداد مراکز دارای
تغییر عملکرد در مورد معادلات مختلف رگرسیونی
است.

به‌منظور تعیین تاثیر افزایش و یا کاهش بارندگی سالانه
بر عملکرد، مقادیر عملکرد سالیانه هر محصول در هر مرکز
خدمات در طول دوره آماری، در سال‌های کم‌باران و
پر باران تعیین شدند. آنگاه این مقادیر عملکرد با یکدیگر از
طریق آزمون t -test، (با فرض دونمونه با واریانس‌های
نامساوی) مورد مقایسه آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

روند تغییرات عملکرد: به‌منظور بررسی روند تغییرات



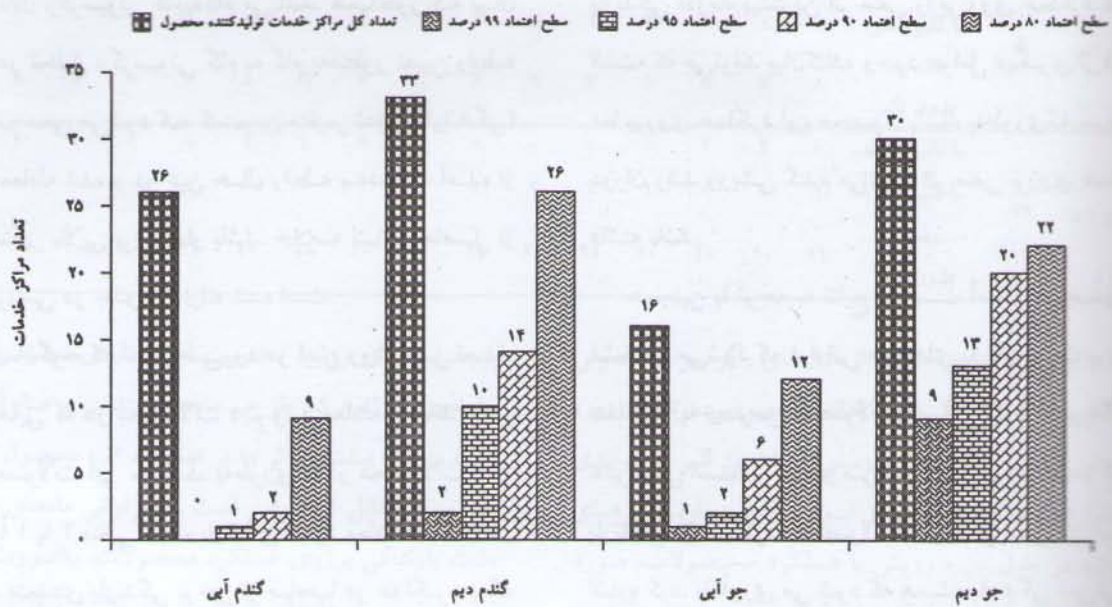
شکل ۲- هیستوگرام تعداد مراکز خدمات دارای روند تغییر در عملکرد در طول زمان با به‌کارگیری معادلات رگرسیونی مختلف.

(الف- خطی ب- توانی ج- نمایی د- درجه ۲ هـ- درجه ۳).



تعیین رابطه بارندگی و عملکرد: به منظور بررسی روابط بارندگی و عملکرد محصولات مورد مطالعه، به بررسی مدل‌های مختلف رگرسیونی پرداخته شد. نتایج حاصل از بررسی مدل رگرسیونی اتوماتیک نشان می‌دهد که به‌طور کلی تاثیرپذیری محصولات دیم از بارندگی، در مقایسه با محصولات آبی بیشتر می‌باشد. به‌طوری‌که در مورد گندم دیم و جو دیم در بیش از ۷۰ درصد مراکز خدمات ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۸ می‌باشد (شکل ۳).

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که تغییر در عملکرد گندم در طی زمان بسیار معنی‌دار می‌باشد. به‌طوری‌که روابط رگرسیون خطی، توانی، درجه ۲ و درجه ۳ تغییرات عملکرد گندم در طی دوره آماری را در بیش از ۷۵ درصد مراکز نشان می‌دهند. همچنین از میان محصولات مورد بررسی عملکرد جو کمترین تغییر را در سطح منطقه در طی دوره آماری دارا می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که برنامه‌های افزایش راندمان تولید در مورد گندم در مقایسه با جو در سطح این استان بسیار موفق‌تر بوده است.



شکل ۳- هیستوگرام تعداد مراکز خدمات تولیدکننده محصول و تعداد مراکز دارای همبستگی بالا (همبستگی بیشتر از ۰/۸) در معادلات رگرسیونی روابط بارندگی با عملکرد به روش اتوماتیک.

کوتاه مدت ماهانه (مهرماه تا خردادماه) بر روی عملکرد محصولات مورد بررسی، بیشتر از دوره‌های بلند مدت (فصلی، شش‌ماهه و سالانه) بوده است. به عبارت دیگر به استثنای بارندگی نه ماهه اول سال آبی، بقیه دوره‌های بلندمدت (از قبیل فصلی و شش ماهه) کمترین اثر را بر عملکرد در مقایسه با بارندگی‌های ماهیانه داشته‌اند.

در میان دو محصول مورد بررسی، به‌طور کلی عملکرد محصول جو در مقایسه با گندم تاثیرپذیری بیشتری از بارندگی را نشان می‌دهد و در تعداد بیشتری از مراکز خدمات ضریب همبستگی به بیشتر از ۰/۸ می‌رسد (شکل ۳). همچنین تعداد دفعات موثر هر یک از دوره‌های بارندگی در معادلات رگرسیونی به روش اتوماتیک در جدول ۲ ارائه شده است. به‌طور کلی اثر بارندگی‌های



جدول ۲- تعداد مراکز خدمات تولیدکننده محصول، تعداد مراکز خدمات دارای همبستگی بالا و تعداد دفعات موثر هر یک از دوره‌های بارندگی در معادلات رگرسیونی روابط بارندگی با عملکرد به روش اتوماتیک.

نام محصول	تعداد کل مراکز خدمات	تعداد مراکز همبستگی بیشتر از ۰/۸	تعداد مراکز خدمات موثر با همبستگی	دوره زمانی بارندگی														
				مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	مرداد	شهریور	مهر	آبان			
آبی گندم	۲۶	۸	۲۶	۷	۷	۷	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
دیم گندم	۳۳	۲۲	۲۲	۱۸	۲۱	۲۲	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲
آبی جو	۱۶	۱۳	۱۳	۸	۸	۸	۱۱	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
دیم جو	۳۰	۲۱	۲۱	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱

بارندگی ماه‌های دی، بهمن و اسفند بیشترین اثر مثبت و بارندگی آذرماه بیشترین اثر منفی را بر روی عملکرد داشته است، که می‌تواند بیان‌کننده وجود عوامل دیگری از قبیل دما بر روی عملکرد این محصول باشد، به طوری که سرما در دوران رشد رویشی گندم می‌تواند اثر منفی بر روی عملکرد داشته باشد.

همچنین با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۳ مشخص می‌شود که فراوانی دوره‌های با تاثیر مثبت بر روی عملکرد (به خصوص محصولات دیم)، بیشتر از دوره‌های با تاثیر منفی است. از این رو می‌توان به اثر مثبت و کلی بارندگی بر عملکرد محصولات مورد بررسی در استان اشاره کرد. یادآوری می‌شود که همیشه بارندگی نمی‌تواند اثر مثبت بر عملکرد داشته باشد، زیرا در شرایط بارندگی زیاد و افزایش رطوبت یا کاهش تشعشع، احتمال بروز آسیب‌های ناشی از بعضی آفات و بیماری‌ها افزایش یافته که خود می‌تواند عملکرد را کاهش دهد (کوکیک و همکاران، ۲۰۰۴).

مدل رگرسیونی دیگری که در این تحقیق به کار گرفته شد، مدل رگرسیونی گام به گام می‌باشد. همانطور که بیان شد، در تحلیل رگرسیونی گام به گام به منظور تعیین رابطه مناسب سعی می‌شود که کمترین متغیر (دوره بارندگی) وارد معادله شده و در عین حال رابطه به دست آمده از همبستگی بالایی برخوردار باشد. خلاصه نتایج حاصل از این بررسی در جدول ۳ ارائه شده است.

همان‌گونه که انتظار می‌رود در این روش نیز تعداد متغیرهایی که در محصولات دیم وارد معادله شده‌اند بیشتر از محصولات آبی می‌باشد. به طوری که در محصولات آبی عموماً ۱ یا ۲ متغیر (دوره بارندگی) وارد معادله شده‌اند. در موارد متعددی بارندگی برخی از ماه‌ها در عملکرد یک محصول اثر منفی و بارندگی برخی از ماه‌ها در همان محصول اثر مثبت داشته‌است، از این رو دوره‌های طولانی مدت (فصلی و شش‌ماهه) اثر مثبت و منفی دوره‌های کوتاه مدت را از بین برده و نمی‌توانند بیانگر رابطه واقعی عملکرد محصول با بارندگی در این دوره‌ها باشند. در مورد گندم دیم همان‌طور که ملاحظه می‌شود،



جدول ۳- تعداد دفعات تاثیر هر یک از دوره‌های بارندگی در عملکرد محصولات مورد بررسی به روش رگرسیون گام به گام.

نام محصول	تعداد مراکز با ضرر	دوره‌های زمانی بارندگی															
		مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	سایبان	تیر	مهر	نیمه اول	نیمه دوم	نیمه اول	
گندم آبی	۹	با تاثیر مثبت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		با تاثیر منفی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		دفعات بدون تاثیر	۹	۹	۸	۹	۹	۹	۷	۸	۹	۸	۸	۸	۷	۹	۹
گندم دیم	۲۴	با تاثیر مثبت	۲	۱	۱	۶	۲	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		با تاثیر منفی	۱	۱	۴	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		دفعات بدون تاثیر	۲۱	۲۲	۱۹	۱۷	۲۲	۲۰	۲۴	۲۳	۲۱	۲۱	۱۹	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳
جو آبی	۸	با تاثیر مثبت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		با تاثیر منفی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		دفعات بدون تاثیر	۸	۷	۸	۵	۶	۷	۶	۸	۶	۷	۵	۸	۸	۸	۸
جو دیم	۲۲	با تاثیر مثبت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		با تاثیر منفی	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		دفعات بدون تاثیر	۲۱	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۲	۱۴	۲۰	۲۱	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱

بررسی بر روی روابط به دست آمده برای محصول جو مشخص می‌شود که، باز هم ماه‌های ابتدایی و ماه آخر از دوره رویش بیشترین اثر را بر عملکرد این محصول داشته است. نکته قابل توجه این است که فراوانی ماه‌های با اثر مثبت بارندگی بر روی عملکرد محصولات، به صورت قابل توجهی بیشتر از ماه‌های با اثر منفی می‌باشد و این مقدار باز هم در ماه‌های اولیه دوره رویش نسبت به ماه‌های میانی بیشتر است. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت بارندگی‌ها در این مقاطع از دوره رویش در افزایش عملکرد محصولات مورد مطالعه می‌باشد. همچنین با توجه به مراحل رشد جو که ابتدای آن، اواخر آبان و اوایل آذرماه می‌باشد، اثر افزایش بارندگی در این دوره بر روی کاهش عملکرد جو قابل توجه است، که بیان‌کننده وجود عوامل دیگری از قبیل دما بر روی عملکرد محصول در این دوره از رشد می‌باشد. قابل ذکر است که جو در دوره جوانه‌زنی به دماهای پایین بسیار حساس بوده و کاهش دما در این ماه نیز می‌تواند بسیار اثرگذار بر عملکرد محصول باشد.

با توجه به نتایج حاصل از مدل‌های رگرسیونی معمولی و گام به گام، بارندگی‌های ماهانه به خصوص در طول دوره رویش محصولات مورد بررسی بیشترین اثر را بر روی عملکرد آن‌ها داشته است. از این رو رابطه بارندگی‌های ماهانه در طول دوره رویش با عملکرد محصولات، مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که به طور متوسط دوره مراحل مختلف رویش گندم و جو در دو حالت آبی و دیم از اواخر آبان‌ماه تا اواخر خردادماه ادامه دارد، از این رو بارندگی ماه‌های آبان تا خرداد هر سال آبی به عنوان متغیرهای مستقل در مقابل عملکرد محصولات، مورد بررسی قرار گرفتند. پس از ایجاد مدل رگرسیون خطی میان بارندگی این ماه‌ها با عملکرد محصولات مورد بررسی، متغیرهایی (ماه‌هایی) که بیشترین اثر (تاثیر زیاد) را داشته‌اند (به صورت رتبه اول تا سوم) انتخاب گردیدند. نتایج حاصل از این بررسی به صورت خلاصه در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، در مورد گندم آبی مشخص می‌شود که بارندگی خردادماه و ماه‌های آبان و آذر بیشترین اثر را روی عملکرد داشته است. در



جدول ۴- تعداد دفعات تاثیر زیاد بارندگی های هر ماه (در طول دوره رویش) در رابطه رگرسیونی عملکرد گندم با بارندگی.

ماه دوره رویش	گندم آبی						گندم دیم					
	رتبه اول	رتبه دوم	رتبه سوم	مجموع	تعداد اثر مثبت	تعداد اثر منفی	رتبه اول	رتبه دوم	رتبه سوم	مجموع	تعداد اثر مثبت	تعداد اثر منفی
آبان	۴	۳	۰	۷	۷	۰	۲	۳	۷	۱۲	۱۲	۰
آذر	۱	۲	۶	۹	۷	۲	۱	۳	۷	۱۱	۱۰	۱
دی	۴	۲	۱	۷	۳	۴	۰	۱	۱	۲	۲	۰
بهمن	۲	۰	۱	۳	۱	۲	۱	۵	۳	۹	۵	۴
اسفند	۰	۴	۱	۵	۲	۳	۰	۷	۳	۱۰	۵	۵
فروردین	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۷	۶	۶	۱۹	۱۷	۲
اردیبهشت	۱	۲	۳	۶	۳	۳	۰	۲	۲	۴	۲	۲
خرداد	۴	۲	۴	۱۰	۷	۳	۱۹	۳	۱	۲۳	۱۷	۶

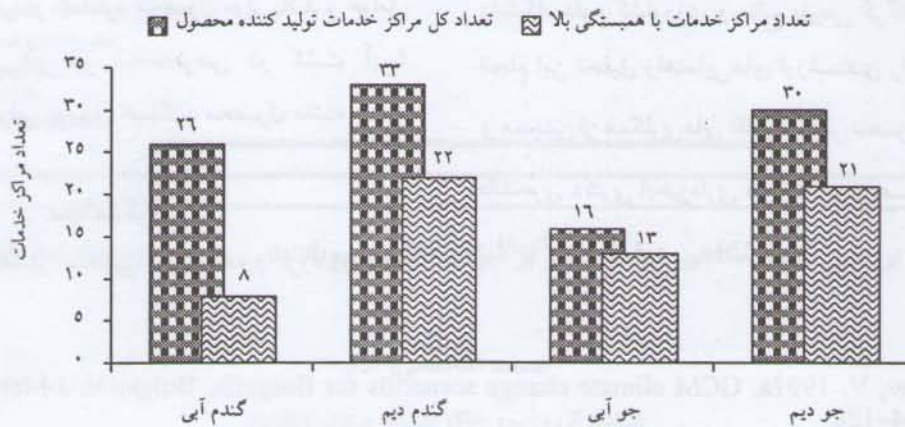
جدول ۵- تعداد دفعات تاثیر زیاد بارندگی های هر ماه (در طول دوره رویش) در رابطه رگرسیونی عملکرد جو با بارندگی.

ماه دوره رویش	جو آبی						جو دیم					
	رتبه اول	رتبه دوم	رتبه سوم	مجموع	تعداد اثر مثبت	تعداد اثر منفی	رتبه اول	رتبه دوم	رتبه سوم	مجموع	تعداد اثر مثبت	تعداد اثر منفی
آبان	۱	۵	۹	۱۵	۱۵	۰	۹	۶	۴	۱۹	۱۷	۲
آذر	۶	۶	۱	۱۳	۰	۱۳	۱	۳	۵	۹	۱	۸
دی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۶	۴	۱۲	۱۱	۱
بهمن	۲	۳	۱	۶	۶	۰	۴	۶	۹	۱۹	۱۸	۱
اسفند	۳	۵	۳	۱۱	۷	۴	۱	۳	۳	۷	۴	۳
فروردین	۳	۱	۲	۶	۳	۳	۰	۳	۲	۵	۳	۲
اردیبهشت	۰	۳	۳	۶	۳	۳	۹	۶	۴	۱۹	۱۷	۲
خرداد	۱۰	۲	۶	۱۸	۱۲	۶	۱	۳	۵	۹	۱	۸



است) نشان می دهد. تاثیر افزایش یا کاهش بارندگی سالیانه بر عملکرد محصولات: همان گونه که بیان شد، به منظور تعیین اثر سال های پرباران و کم باران بر عملکرد محصولات مورد نظر، مقدار عملکرد هریک از محصولات در دو وضعیت سال های پرباران و سال های کم باران تعیین و مورد مقایسه آماری قرار گرفت. شکل ۴ خلاصه نتایج حاصل از این بررسی را برای هریک از محصولات نشان می دهد. همچنین متوسط و انحراف معیار این تغییرات نیز در سطح این مراکز محاسبه گردید (جدول ۶).

با مقایسه تعداد دفعات تاثیر مثبت بارندگی هر یک از ماه ها در عملکرد محصولات مورد بررسی (جدول ۴ و ۵)، مشاهده می شود که جو دیم به شدت تحت تاثیر مقادیر بارندگی ماهیانه می باشد. به عنوان مثال بارندگی ماهانه به طور متوسط در هر ماه در ۱۰ مرکز خدمات کشاورزی در عملکرد جو دیم تاثیر مثبت داشته است در حالی که در مورد گندم آبی این تعداد به طور متوسط به کمتر از ۴ مرکز می رسد. نتایج حاصل از بررسی های مشابهی که توسط الکساندرف و هوگنوم (۲۰۰۱) روی ۵ محصول گندم، ذرت، سویا، بادام زمینی و پنبه انجام شد ناچیز بودن اثر بارندگی بر عملکرد گندم را در مقایسه با دیگر محصولات (که بارندگی در آنها به عنوان مهم ترین عامل معرفی شده



شکل ۴- هیستوگرام تعداد مراکز خدماتی که در آنها تفاوت عملکرد در سال‌های پرباران و کم‌باران در سطوح اعتماد متفاوت وجود دارد.

جدول ۶- نتایج حاصل از بررسی تاثیر افزایش یا کاهش بارندگی بر افزایش یا کاهش عملکرد محصول در مراکز خدمات کشاورزی.

نام محصول	گندم آبی	گندم دیم	جو آبی	جو دیم
وضعیت رطوبتی	سال کم‌باران / سال پرباران	سال کم‌باران / سال پرباران	سال کم‌باران / سال پرباران	سال کم‌باران / سال پرباران
تعداد مراکز*	۱۶ / ۱۷	۲۶ / ۲۸	۲۶ / ۱۱	۲۶ / ۲۲
میانگین تغییر در عملکرد**	-۱۱/۹۰٪ / ۱۱/۵۰٪	-۱۴/۰۰٪ / ۱۴/۵۰٪	-۱۸/۷۰٪ / ۱۷/۰۰٪	-۲۰/۴۰٪ / ۳۲/۷۰٪
انحراف معیار تغییر در عملکرد**	۰/۰۷۸ / ۰/۱۰۳	۰/۰۸۶ / ۰/۱۲۰	۰/۱۰۹ / ۰/۱۵۳	۰/۰۹۷ / ۰/۱۸۴

*تعداد مراکزی که در هر یک از سال‌های پرباران و یا کم‌باران متوسط عملکرد آنها نسبت به متوسط عملکرد در سال‌های نرمال به ترتیب افزایش و کاهش داشته‌اند. ** میانگین و انحراف معیار افزایش و کاهش عملکرد در سطح استان.

متوسط تغییرات نسبی عملکرد محصول جو (هر دو وضعیت آبی و دیم) در اثر افزایش و یا کاهش بارندگی، به‌طور قابل توجهی بیشتر بوده که بیانگر تاثیرپذیری بیشتر جو در مقایسه با گندم نسبت به نوسانات بارندگی در سطح منطقه می‌باشد. رحمانی و همکاران (۲۰۰۷) نیز ضریب بارندگی استاندارد و ضریب نوسانات بارندگی را به‌عنوان مهم‌ترین پارامترها در پیش‌بینی عملکرد جو در آذربایجان معرفی می‌کنند. این موضوع هم موید تاثیرپذیری شدید جو از نوسانات بارندگی می‌باشد.

به بیان دیگر، تاثیر افزایش و یا کاهش بارندگی روی عملکرد جو در مقایسه با گندم در سطح استان گلستان به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است. از نتایج مشابه در این زمینه می‌توان به نتایج بدست آمده توسط حسین و مدرس (۲۰۰۷) اشاره کرد. ایشان نیز افزایش عملکرد گندم در برابر افزایش بارندگی در پاکستان را بسیار ناچیز بیان نموده‌اند. در پایان نیز یادآوری می‌شود که همیشه بارندگی

با توجه به شکل ۴ اثر کلی نوسانات بارندگی (افزایش و یا کاهش بارندگی نسبت به نرمال) در عملکرد محصولات دیم به‌طور کاملاً مشخصی بیشتر از محصولات آبی می‌باشد. به‌عبارت دیگر درصد تعداد مراکزی که عملکرد در آنها در سال‌های پرباران و کم‌باران متفاوت است، در مورد محصولات دیم بیشتر از محصولات آبی می‌باشد.

با توجه به جدول ۶ مشخص می‌شود که اثر نوسانات بارندگی در افزایش و کاهش نسبی عملکرد در محصولات دیم به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از محصولات آبی است. در مورد محصول جو دیم اثر افزایش بارندگی بسیار بیشتر از کاهش بارندگی می‌باشد (۳۲/۷۰ درصد در مقابل ۲۰/۴۰ درصد). در مورد سایر محصولات مقدار تاثیر افزایش یا کاهش بارندگی نسبت به شرایط نرمال بر افزایش یا کاهش عملکرد تقریباً یکسان می‌باشد (جدول ۶ ضمیمه سوم، میانگین تغییر در عملکرد).



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که در طول انجام این تحقیق راهنمایی‌های ارزشمندی را ارائه نمودند و همچنین از همکاری‌های آقای مهندس محسن حسینی‌زاده دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه تهران، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

نمی‌تواند به تنهایی بر عملکرد محصول موثر باشد و عوامل دیگری از قبیل دما نیز (به‌خصوص در کشت آبی) می‌توانند اثر به‌سزایی بر روی عملکرد محصول داشته باشند.

سپاسگزاری

از آقای دکتر افشین سلطانی، استاد محترم گروه زراعت

منابع

1. Alexandrov, V. 1997a. GCM climate change scenarios for Bulgaria. *Bulgarian J Meteorol Hydrol*, 8:3-4. 104-120.
2. Alexandrov, V. 1997b. A decision support system for agro-technology transfer (DSSAT) as an approach for irrigation planning and management of maize crop in Bulgaria. In: Refsgaard J, Karalis E (eds) *Operational water management*. Balkema, Rotterdam, 237-244.
3. Alexandrov, V. 1997c. Vulnerability of agronomic systems in Bulgaria. *Clim Change*. 36: 135-149.
4. Alexandrov, V. 1998. GCM climate change scenarios—warning for Bulgarian agriculture. *Proc Natl Conf Disasters*. Sofia. 5-12.
5. Alexandrov, V. 1999. Vulnerability and adaptation of agronomic systems in Bulgaria, *Climate Research*, *Clim Res*. 12: 161-173.
6. Alexandrov, V., and Hoogenboom, A.G. 2001. Climate variation and crop production in Georgia, USA, during the twentieth century. *Climate Research*. *Clim Res*. 17: 33-43.
7. Asiaei, M. 2006. Drought indices. Mashhad. Sokhangostar press. 430p. (In Persian)
8. Freckleton, R.P., Watkinson, A.R., Webb, D.J., and Thomas, T.H. 1999. Yield of sugar beet in relation to weather and nutrients. *Agric For Meteorol*. 93:1. 39-51.
9. Gadgil, S., Rao, P.R.S., and Sridhar, S. 1999. Modeling impact of climate variability on rainfed groundnut. *Curr Sci* 76:4. 557-569.
10. Houghton, J., Meira, Filho, L., Callander, B., Harris, N., Kattenberg, A., and Maskell, K. 1996. *Climate change 1995—the science of climate change*. Contribution of WG I to the second assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge.
11. Hussain, S.S., and Mudasser, M. 2007. Prospects for wheat production under changing climate in mountain areas of Pakistan – An econometric analysis. *Agricultural Systems*. 94: 494-501.
12. Kokic, Nelson. R., Potgieter, A., and Carter, J. 2004. An Enhanced ABARE System for Predicting Farm Performance. *ABARE eReport* 04:6.
13. Kokic, P., Heaney, A., Pechey, L., Crimp, S., and Fisher, Brian. S. 2005. Predicting the impacts on agriculture: a case study. *Australian commodities*, *Climate change* 12:1
14. Laughlin, G., and Clark, A. 2000. Drought science and drought policy in Australia: a risk management perspective in Wilhite, A., Sivakumar, M.V.K. and Wood, D.A. (eds), *Early Warning Systems for Drought Preparedness and Drought Management*. Proceedings of an expert group meeting. Lisbon.
15. Linsley, K., and Franzini, J. 1987. *Water Resource Eng*. Mc Grow Hill Publication. 716p.
16. Mosaedi, A., Sharifan, H., and Shahabi, N. 2007. Risk management via knowing micro climates in Golestan province, Report of Iran hydro meteorology Organization. 171p. (In Persian)
17. Rahmani, E., Liaghat, A., and Khalili, A. 2007. The quantitative survey of drought effects on the barley yield in Azerbaijan (The comparison between classical manners and Artificial Neural Network). *Second International Conference on Earth System Modelling (ICESM)*. Humburg. 1.
18. Rotter, R.P., Diepen, C.A., and Wal, T. 1998. Relations between climate variability and crop yield variability in the Rhie Area. In: Dalezios NR (ed) *International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology*. European Community. Luxembourg. 45-52.
19. Sun L., Li H. and Ward M.N. 2007. Climate Variability and Corn Yields in Semiarid Ceará, Brazil, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 46:2. 226-240.
20. Westcott, N., Hollinger, S.E., and Kunkel, K.E. 2005. Use of Real-Time Multisensor Data to Assess the Relationship of Normalized Corn Yield with Monthly Rainfall and Heat Stress across the Central United States. *Journal of Applied Meteorology*. 44:11. 1667-1676.



Precipitation Effects on Yield Productions of Wheat and Barley in Golestan Province

*A. Mosaedi¹, M. Kahe²

¹Associate professor, Dept of Water Eng. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

²Ph.D. student of water structures engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz

Abstract

Climate condition is one of the most important factors which affect agricultural productions. Amongst climatic parameter, precipitation variability is one of the most crucial factors which has important role on agricultural productions because of its effect on available water for plants. Therefore, agriculture is sensitive and vulnerable to precipitation. This study investigates the effects of precipitation and its variability on yield productions of two important crops includes wheat and barley in Golestan province. In this order, the production yield of wheat and barely in 33 rural service centers during 20 years was inspected. After getting requested data (such as, monthly precipitation and crops yield in two conditions of irrigated and dry-land farming for a period of 20 years), some statistical tests (e.g., outlier data test) was applied, then the trends of yield production through the time for each corps was determined. For determining of the effects of precipitation time with respect to crops yield, linear regression analysis via two methods (e.g. Enter and Stepwise methods), was implemented. Finally, the effect of yearly precipitation changes on crops yield was specified. The results shown that the production yield of wheat during the study period has more correlation with time, in comparison with barley. In addition, fluctuations of monthly and yearly precipitation can influence on barley production (esp., dry-land farming). Influence of wheat production yield in term of precipitation fluctuation is very low. It revealed that June, November and December rainfall have more effect on wheat yield. On the other hand primal and last months of planting duration have more effect on barely yield production.

Keyword: precipitation, yield production, wheat, barley, Golestan Province

