مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱) ۴ (۱۳۹۳) ۸۵- ۷۲

ارزیابی تأثیر تغییر عامل‌های آب و هوایی بر عملکرد گندم، جو و سیب زمینی در استان همدان

محمدرضا نادی، جعفر کامبوزیا*، سعید صوفی‌زاده و عبدالمجید مهدوی دامغانی

گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: j_kambouzia@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۰

نادی، م. ر.، ج. کامبوزیا، س. صوفی‌زاده و ع. مهدوی دامغانی. ۱۳۹۳. ارزیابی تأثیر تغییر عامل‌های آب و هوایی بر عملکرد گندم، جو و سیب زمینی در استان همدان. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۴ (۱): ۸۵- ۷۲.

چکیده

بررسی تأثیر تغییر عامل‌های آب و هوایی بر عملکرد گیاهان زراعی، امکان درک بهتری از این اثرگذاری‌ها را بر محصولات کشاورزی فراهم می‌سازد. در این تحقیق، همبستگی میان دمای محیط و بارندگی با عملکرد گندم(*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در شرایط کشت آبی آنها در استان همدان مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور آمار مربوط به عملکرد و تاریخ‌های کاشت و برداشت هر سه محصول و همچنین اطلاعات هواشناسی شامل بارندگی و دماهای کمینه، بیشینه و میانگین روزانه از سازمان‌های جهاد کشاورزی، علوم و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی و هواشناسی استان همدان برای دوره زمانی۲۰ ساله ۱۳۷۰ الی ۱۳۸۹ گردآوری شد. سپس به‌منظور بررسی رابطه بین عملکرد گندم، جو و سیب‌زمینی با متغیرهای آب و هوایی در طول دوره یادشده از ضریب همبستگی و رگرسیون خطی ساده استفاده شد. بنابر نتایج این تحقیق ، همبستگی‌ها در مقیاس زمانی دوره رشد گیاهان زراعی در مناطق مختلف در منطقه مورد بررسی متفاوت بودند. در شهرستان‌های رزن و بهار همبستگی میان دمای محیط و بارندگی دوره رشد با عملکرد محصولات زراعی موردنظر معنی‌دار نبود، در حالی که در دیگر مناطق مورد بررسی همبستگی معنی‌داری میان عملکرد محصولات زراعی با دمای کمینه، میانگین و بارندگی دوره رشد وجود داشت. در شهرستان کبودرآهنگ عملکرد گندم و جو و در شهرستان ملایر عملکرد گندم همبستگی منفی با دمای بیشینه در طی دوره رشد داشت و عملکرد این محصولات در این شهرستان‌ها با افزایش دمای بیشینه روند کاهشی داشته است. در همه‌ی مناطق مورد بررسی، همبستگی معنی‌داری میان عملکرد سیب‌زمینی و بارندگی دوره رشد وجود نداشت، هرچند که همبستگی معنی‌دار و مثبتی میان عملکرد جو با بارندگی در شهرستان‌های همدان، نهاوند، و تویسرکان و عملکرد گندم با بارندگی در شهرستان‌های ملایر، نهاوند و تویسرکان وجود داشت. نتایج همبستگی‌های میان عملکرد محصولات زراعی و عامل‌های آب و هوایی در مقیاس ماهانه، بیانگر همبستگی بالا و معنی‌دار (مثبت یا منفی) دماهای اسفند ماه و بارندگی فروردین ماه با عملکرد گیاهان زراعی در هر یک از شهرستان‌های یاد شده در استان همدان بوده است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات آب و هوایی، عملکرد گیاهان زراعی، دمای محیط، بارندگی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

اثرگذاری‌های تغییر عامل‌های آب و هوایی بر محصولات کشاورزی در ایران وابسته به تغییرات عامل‌هایی همچون دمای محیط و بارندگی می‌باشد. عامل‌های آب و هوایی مانند دمای محیط و بارندگی بر میانگین و واریانس عملکرد گیاهان زراعی اثر می‌گذارند، به طوری که میانگین عملکرد گیاهان زراعی با بارندگی بیشتر افزایش و با دماهای بالاتر کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، افزایش بارندگی باعث کاهش تغییرپذیری ولی افزایش دمای محیط باعث افزایش تغییرپذیری عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند (Adams *et al.*, 2000). دمای محیط وابسته به تشعشع رسیده به جو بوده، اما بارندگی در ارتباط با ثبات و دمای توده‌های هوا است (Holden *et al.*, 2003). در بررسی‌های مختلف اثرگذاری‌های متغیرهای آب و هوایی بر محصولات کشاورزی گزارش شده است (Phillips *et al.*, 1999; Andresen *et al.*, 2001; Reilly, 2002). در اروپا در سال ۲۰۰۳، تغییرات ناگهانی دما در تابستان موجب آسیب رساندن به محصولات کشاورزی شد (و بیش از ۵۰۰۰۰ نفر کشته شدند)، به طوری که در ایتالیا و فرانسه، این پدیده سبب کاهش بیش از ۳۰٪ تولید ذرت شد (Ciais *et al.*, 2005; Battisti and Naylor, 2009). Norwood (2000) گزارش کرد، در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا بارندگی نسبت به دیگر عامل‌های آب و هوایی بیشترین تاثیر را در طول مراحل رشد گندم داشته است. Sharma *et al.* (2006) تأثیر دمای بالا بر رشد دانه در رقم‌های مختلف گندم را بررسی کردند. بر پایه نتایج تحقیق آنان، کاشت دیرهنگام گندم (اوایل دی) می‌تواند محصول گندم را ۳۰ تا۴۰٪ در مقایسه با کاشت در ماه آذر کاهش دهد. کاشت دیر هنگام بر مراحل فنولوژی پیش از گرده افشانی که مشخص کننده عملکرد محصول هستند اثر می‌گذارد، که این تاثیر به دوره پر شدن دانه انتقال یافته و رشد و عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. درک بهتری از ارتباط میان عامل‌های آب و هوایی و عملکرد محصولات زراعی، دستیابی به بهبود عملکرد بالقوه محصولات زراعی و کاهش اثرگذاری‌های ناشی از تغییرات عامل‌های آب و هوایی بر تولیدات کشاورزی را امکان پذیر خواهد ساخت.

ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته و دارای اقلیم متغیری می‌باشد. عملکرد محصولات زراعی در ایران از سالی به سال دیگر متفاوت بوده و دلیل اصلی آن شرایط آب و هوایی بسیار متغیر آن است که نشان دهنده وابستگی بسیار بالای عملکرد محصولات زراعی به عامل‌های آب و هوایی در این کشور است (Bannayan *et al.*, 2011). در همین زمینه در ایران بررسی‌های پرشماری به منظور بررسی پاسخ عملکرد گیاهان زراعی به تغییرات اقلیمی صورت پذیرفته است. Nassiri *et al.* (2006) میانگین داده‌های هواشناسی را از سال ۱۹۶۸ تا ۲۰۰۰ برای دوازده منطقه عمده تولید کننده گندم در شمال غربی و غرب ایران را به منظور بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر تولید گندم دیم در سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ با استفاده از مدل اقلیمی تجزیه و تحلیل کردند. مدل مورد استفاده افزایش دمای هوا بین ۲/۷ تا ۴/۷ ^{o}C کاهش معنی‌داری در عملکرد گندم دیم برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ پیش‌بینی کرد. کاهش عملکرد با کمبود بارندگی (۸/۳ تا ۱۷/۷٪) و کوتاه شدن دوره رشد گندم (۸ تا ۳۶ روز) ناشی از افزایش دمای محیط رابطه داشت. اثرگذاری‌های دمای محیط و بارندگی بر عملکرد گندم دیم در استان کرمانشاه توسط Talliee and Bahramy (2003) مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق نشان داد که بارندگی در مقایسه با دمای محیط اثرات قوی‌تری بر عملکرد گندم در این منطقه دارد. آنان همچنین به این نتیجه رسیدند، که افزایش بارش در اواخر دوره رشد نسبت به اوایل این دوره برای افزایش عملکرد موثرتر می‌باشد و افزایش دمای محیط در پایان فصل رشد سبب کاهش عملکرد می‌شود. Mosaedi and Kahe (2008) اثرگذاری‌های بارندگی و تغییرات آن را بر عملکرد گندم و جو در استان گلستان مورد بررسی قرار دادند. این تحقیق نشان داد که، نوسان‌های ماهانه و سالانه بارندگی عملکرد جو دیم را در مقایسه با گندم دیم به میزان بیشتری تحت تاثیر قرار می‌دهد، در حالی که این همبستگی در مورد گندم ناچیز بود.

بنابراین با توجه به اثرگذاری‌های تغییرات عامل‌های آب و هوایی بر عملکرد محصولات زراعی، بررسی روند تغییرات بلند مدت این اثرگذاری‌ها بر عملکرد گیاهان زراعی می‌تواند راهکار مناسبی برای تعیین سهم عامل‌های آب و هوایی بر نوسان‌های عملکرد باشد. از آن جا که روند تغییرات عملکرد گیاهان زراعی در مقیاس منطقه‌ای و ملی در بسیاری از نقاط جهان ارزیابی شده است بنابراین، انجام

Archive of SID

www.SID.ir

این‌گونه بررسی‌ها در ایران نیز ضروری می‌باشد. بدین منظور و با توجه به اهمیت اقتصادی و اجتماعی گندم، جو و سیب‌زمینی در استان همدان و نیز کشور، اقدام به ارزیابی رابطه بین عملکرد این گیاهان زراعی در دوره زمانی ۲۰ سال اخیر با تغییرات عامل‌های آب و هوایی در استان همدان شد.

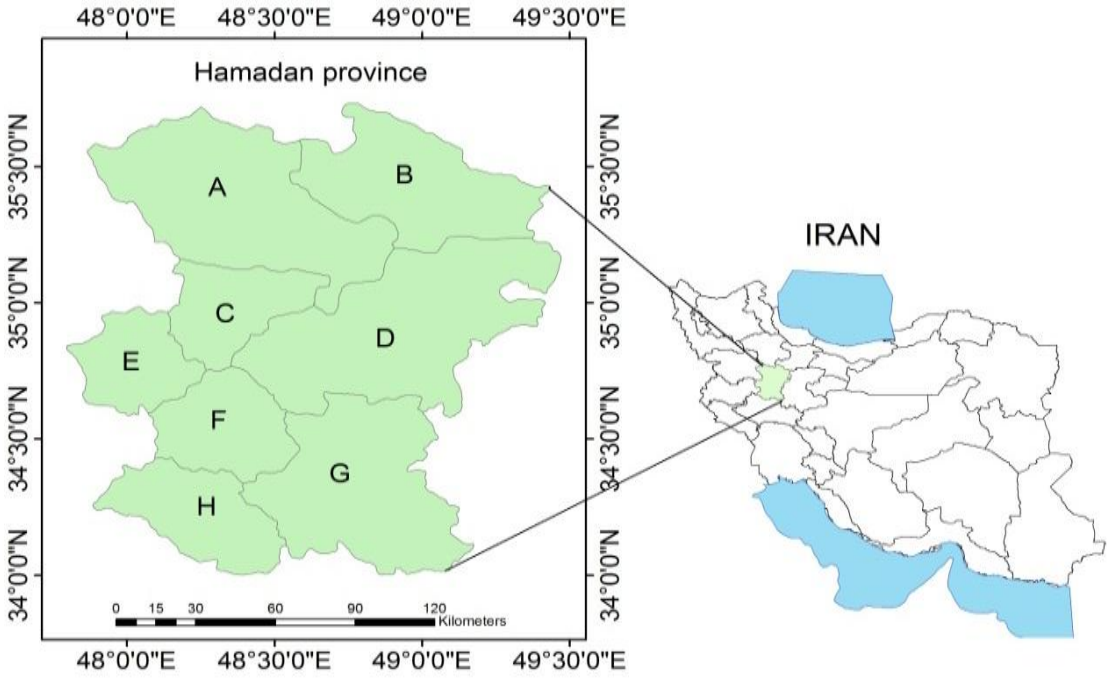
مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای آزمایش

استان همدان در گستره‌ای به مساحت ۱۹۴۹۳کیلومتر مربع، در غرب ایران بین ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). اقلیم این استان نیمه‌خشک بوده و میانگین بارش‌های جوی سالانه آن ۳۱۷ میلی‌متر برآورد شده است که حدود ۲۶٪ از میانگین کشور بیشتر است. بررسی توزیع فصلی بارندگی در سطح استان نیز نشان می‌دهد که ۳۸/۹٪ بارندگی در فصل زمستان، ۳۳٪ در فصل پاییز، ۲۷/۸٪ در فصل بهار و تنها ۰/۳٪ در فصل تابستان صورت می‌گیرد. محصولات زراعی غالب این منطقه شامل گندم، جو و سیب‌زمینی می‌باشند. سطح زیر کشت هر یک از این محصولات در شرایط آبی در این استان به ترتیب ۸۶۵۰۹، ۴۵۵۷۰ و ۲۳۷۴۶ هکتار می‌باشد (Anonymous, 2010). استان همدان دارای هشت شهرستان (همدان، تویسرکان، اسدآباد، ملایر، نهاوند، رزن، بهار و کبودرآهنگ) می‌باشد که اطلاعات جغرافیایی و اقلیمی مربوط به هر یک از آنها در جدول یک ارائه شده است (جدول ۱).

گردآوری داده‌های آب و هوایی و عملکرد

آمار مربوط به عملکرد کشت آبی و تاریخ‌های متعارف کاشت و برداشت محصولات زراعی این استان برای دوره زمانی ۲۰ ساله ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹ از سازمان جهاد کشاورزی و سازمان علوم و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان تهیه شدند. همچنین اطلاعات هواشناسی برای دوره مشابه مشتمل بر بارندگی روزانه و دماهای میانگین، کمینه و بیشینه شهرستان‌های مختلف استان از سازمان هواشناسی استان همدان گردآوری شد. سپس اطلاعات هواشناسی و زراعی گردآوری شده در نرم افزار EXCEL وارد شده تا بتوان مراحل بعدی تجزیه و تحلیل را با آسانگری بیشتر پیش برد.



شکل ۱- نقشه جغرافیایی استان همدان و شهرستان‌های مربوطه در کشور ایران (A: کبودرآهنگ، B: رزن، C: بهار، D: همدان، E: اسدآباد، F: تویسرکان، G: ملایر و H: نهاوند).

www.SID.ir

جدول ۱- طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع و میانگین سالانه متغیرهای آب و هوایی برای شهرستان‌های استان همدان.

شهرستان	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)	ارتفاع (متر از سطح دریا)	میانگین‌دمای کمینه (درجه سلسیوس)	میانگین دمای بیشینه (درجه سلسیوس)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)	دوره اقلیمی و زراعی مورد بررسی
همدان	۳۴° ۴۸′	۴۸° ۳۰′	۱۸۱۱	۳/۴	۱۹/۳	۳۱۲/۴	۱۳۷۰-۱۳۸۹
تویسرکان	۳۴° ۳۳′	۴۸° ۲۶′	۱۸۳۸	۷/۲	۱۹/۸	۴۱۹/۳	۱۳۷۰-۱۳۸۹
اسدآباد	۳۴° ۴۷′	۴۸° ۰۷′	۱۵۸۳	۲/۵	۲۰/۲	۳۸۷/۷	۱۳۷۰-۱۳۸۹
ملایر	۳۴° ۱۷′	۴۸° ۴۹′	۱۷۴۲	۶/۱	۲۰/۳	۳۱۴/۶	۱۳۷۰-۱۳۸۹
نهاوند	۳۴° ۱۱′	۴۸° ۲۲′	۱۶۸۴	۶/۵	۲۱	۳۹۴/۸	۱۳۷۰-۱۳۸۹
رزن	۳۵° ۲۳′	۴۹° ۰۲′	۱۸۴۳	۷/۲	۱۹/۴	۳۸۴/۶	۱۳۷۳-۱۳۸۹
بهار	۳۴° ۵۴′	۴۸° ۲۶′	۱۷۲۰	۳/۴	۱۹/۳	۳۶۲/۵	۱۳۷۳-۱۳۸۹
کبودرآهنگ	۳۵° ۱۲′	۴۸° ۴۳′	۱۷۷۱	۲/۵	۱۹/۲	۳۰۷/۴	۱۳۷۰-۱۳۸۹

تجزیه‌های آماری

همبستگی‌های میان متغیرهای آب و هوایی (در مقیاس دوره رشد و ماهانه) با عملکرد محصولات زراعی مورد محاسبه قرار گرفت. در آغاز با توجه به تاریخ‌های متعارفکاشت و برداشت، طول دوره رشد هر یک از گیاهان زراعی در هر شهرستان تعیین شد و سپس میانگین‌های دوره رشد و ماهانه متغیرهای آب و هوایی یادشده برای هر گیاه محاسبه شدند. در مرحله بعد با استفاده از شاخص همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی ساده، رابطه بین عملکردهای گندم، جو و سیب‌زمینی با متغیرهای آب و هوایی برای دوره زمانی ۲۰ ساله در شرایط آبی محاسبه شد. همچنین نوسان‌های هریک از شاخص‌های آب و هوایی در مقیاس زمانی دوره رشد نسبت به میانگین ۲۰ ساله محاسبه شد. برای برازش رگرسیون از نرم افزار EXCEL و برای محاسبه ضریب همبستگی از رویه CORR در نرم افزار SAS استفاده شد. به منظور حذف تأثیر بهبود ژنتیکی و مدیریت زراعی در افزایش عملکرد سه محصول در طی دوره مورد بررسی از روش هموارسازی نمایی دوگانه[1] استفاده شد (شکل ۲). با استفاده از روش هموارسازی نمایی دوگانه (Joseph and LaViola, 2003) و حذف نقش اثرگذاری‌های مثبت ژنتیکی و مدیریتی در تغییرات دیده شده در عملکرد بلندمدت گیاهان زراعی، این تغییرات را می‌توان به تاثیر تغییرات عامل آب و هوایی نسبت داد. لازم به یادآوری است که روش هموارسازی نمایی دوگانه به دقت نمی‌تواند این اثرگذاری‌ها را حذف کند ولی نسبت به روش‌های دیگر بهترین راه ممکن برای رسیدن به این هدف می‌باشد (Bannayan *et al.*, 2010).

[1] Double exponential smoothing

نتایج و بحث

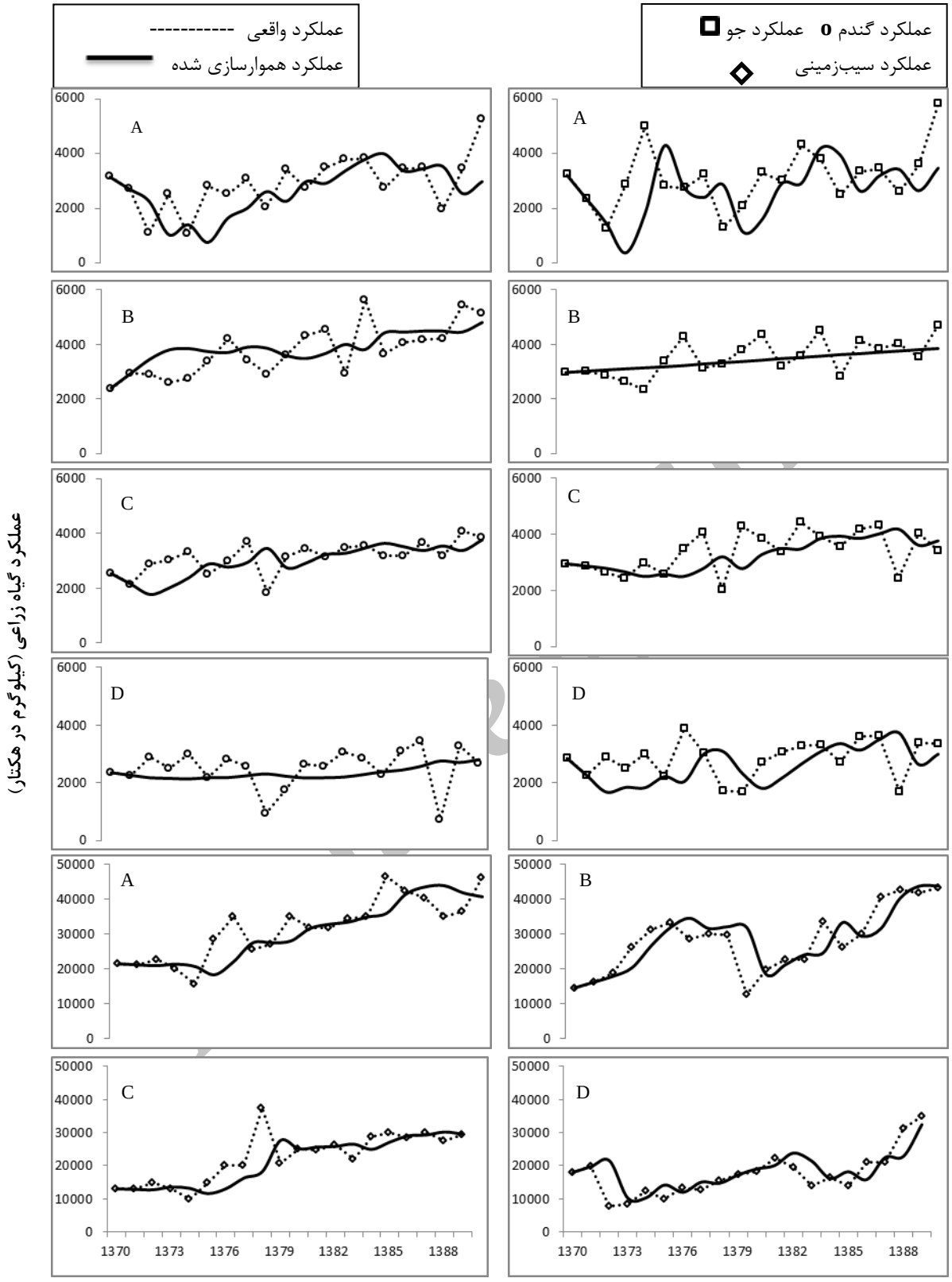
رابطه میان دمای محیط و عملکرد گیاهان زراعی

عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر سطوح مختلف سوپرجاذب قرار گرفت، به‌طوری‌که با افزایش میزان همبستگی‌های میان عملکرد محصولات زراعی مختلف با متغیرهای آب و هوایی در مناطق مورد بررسی متفاوت بود (جدول ۲). همبستگی میان عملکرد گندم در شهرستان تویسرکان و عملکرد جو در شهرستان‌های نهاوند و تویسرکان و اسدآباد با دمای میانگین در مقیاس زمانی دوره رشد از نظر آماری معنی‌دار بود. در شهرستان‌های همدان و نهاوند، همبستگی بالایی و مثبتی میان عملکرد سیب‌زمینی با دمای میانگین در طی دوره رشد دیده شد (جدول ۲). در این مناطق رابطه میان دمای میانگین دوره رشد با عملکرد گیاهان زراعی مثبت بوده و افزایش دمای میانگین سبب افزایش عملکرد محصولات زراعی شده است (شکل ۳).

در بررسی همبستگی میان دمای میانگین و عملکرد گیاهان زراعی در مقیاس ماهیانه در مناطق یاد شده، دمای میانگین اسفند ماه، همبستگی بالا و معنی‌داری نسبت به دیگر ماه‌ها با عملکرد گیاهان زراعی در مناطق یاد شده دارا بود (جدول ۳). در همین زمینه، بنابر نتایج برخی از بررسی‌های انجام شده، دمای میانگین در طی ماه‌های اردیبهشت، مرداد و شهریور همبستگی بالایی با عملکرد چغندرقند دارا بوده است (Freckleton *et al.*, 1999).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- دوره زمانی عملکرد گندم، جو و سیب‌زمینی (کیلوگرم در هکتار) (واقعی و هموارسازی شده) به نمایندگی از (A: همدان(مشرق)، B: اسدآباد (مغرب)، C: کبودرآهنگ (شمال)، D: ملایر (جنوب) در استان همدان.

www.SID.ir

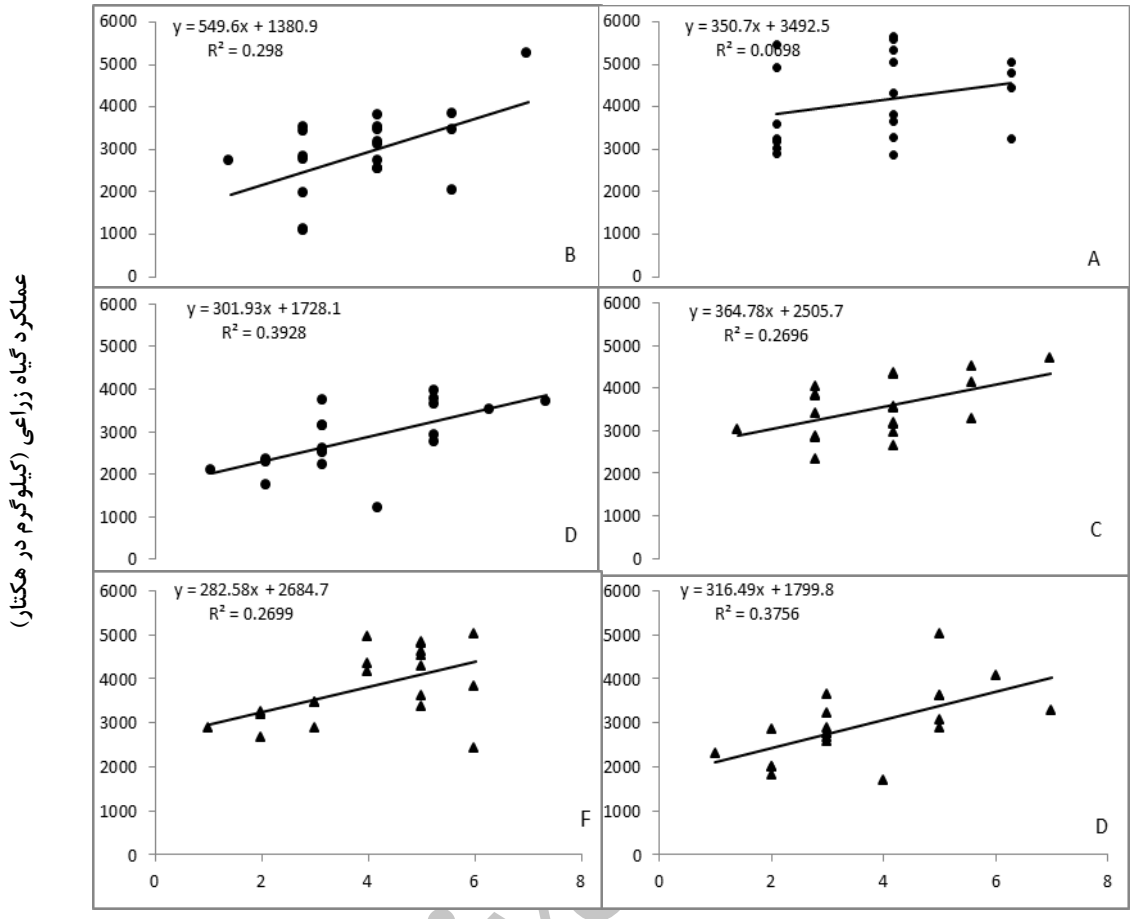
جدول ۲- همبستگی میان عملکرد گیاهان زراعی در مترمربع با دمای کمینه، بیشینه و میانگین دوره رشد و بارندگی در طول دوره رشد گیاهان زراعی.

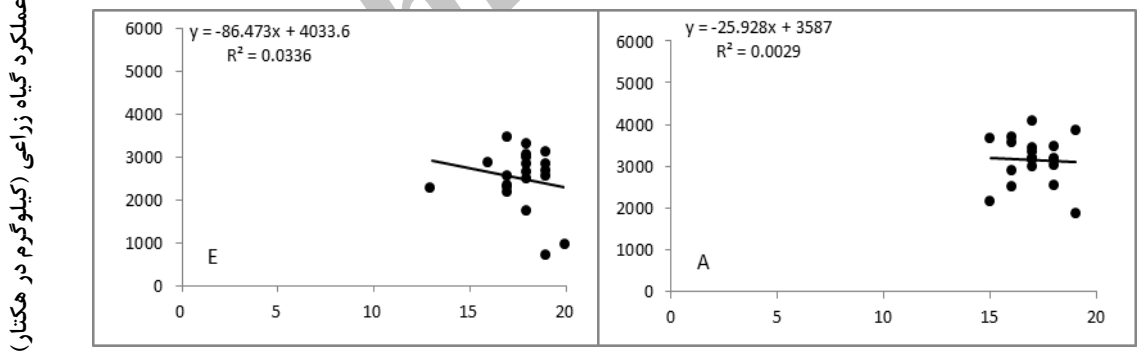
ایستگاه	گیاه	دمای میانگین (درجه	دمای بیشینه (درجه	دمای کمینه (درجه	بارندگی
همدان	گندم	۰/۳۹	۰/۲۴	۰/۵۴ *	۰/۱۸
	جو	۰/۳۱	۰/۲۰	۰/۴۱	۰/۶۶ **
	سیب‌زمینی	۰/۴۹*	۰/۴۳	۰/۳۹	۰/۰۳
تویسرکان	گندم	۰/۴۵ *	۰/۲۴	۰/۶۹ **	۰/۶۵ **
	جو	۰/۴۴*	۰/۱۲	۰/۶۱ **	۰/۶۵ **
	سیب‌زمینی	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۴۰	۰/۰۷
اسدآباد	گندم	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۴۳	۰/۱۶
	جو	۰/۴۴*	۰/۴۳	۰/۵۱*	۰/۰۰۲
	سیب‌زمینی	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۱۶	۰/۲۸
ملایر	گندم	۰/۰۶	-۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۶۴ **
	جو	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۲۹	۰/۴۱
	سیب‌زمینی	۰/۴۱	۰/۳۳	۰/۲۹	۰/۰۰۲
نهاوند	گندم	۰/۴۱	۰/۴۰	۰/۴۱	۰/۵۳ *
	جو	۰/۵۰ *	۰/۴۱	۰/۵۱ *	۰/۴۸ *
	سیب‌زمینی	۰/۵۰ *	۰/۳۵	۰/۴۳	۰/۱۳
رزن	گندم	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۳۹
	جو	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۳۰	۰/۳۸
	سیب‌زمینی	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۱۱	۰/۰۷
بهار	گندم	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۳۸
	جو	۰/۰۷	۰/۲۳	۰/۱۲	۰/۳۲
	سیب‌زمینی	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۷
کبودرآهنگ	گندم	۰/۲۰	-۰/۰۵	۰/۴۶ *	۰/۴۱
	جو	۰/۰۵	-۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۲۳
	سیب‌زمینی	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۲۱

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

Archive of SID

www.SID.ir

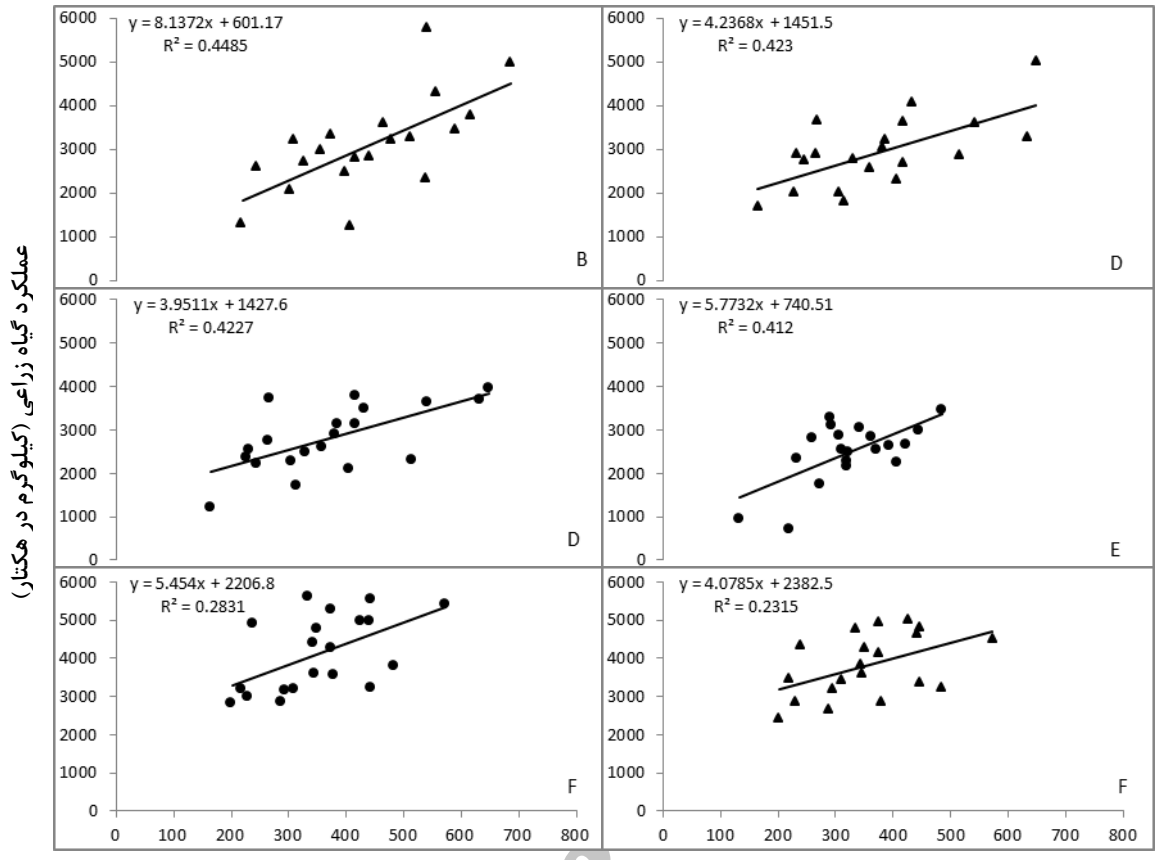


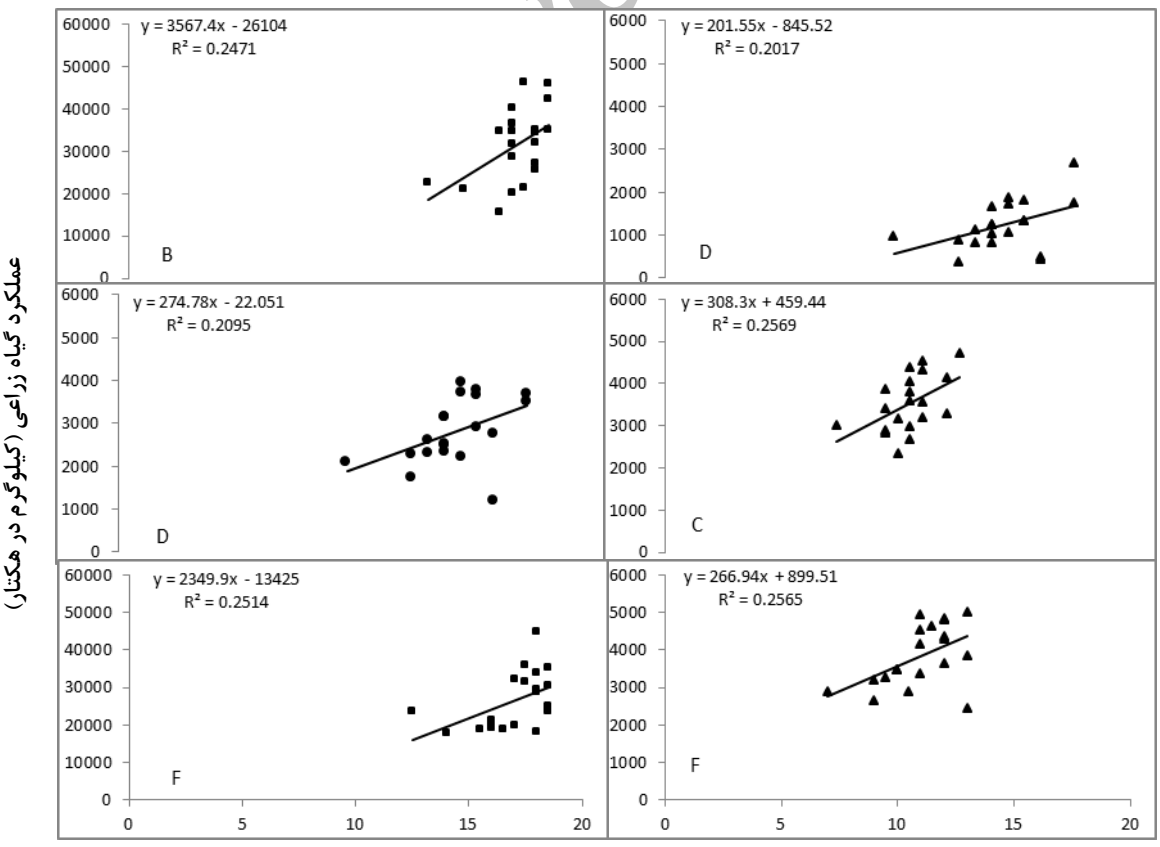


شکل ۳- رابطه بین عملکرد گندم (●)، جو (▲) و سیب‌زمینی (■) در هکتار با میانگین دماهای کمینه، بیشینه و میانگین دوره رشد و بارندگی در طی دوره رشد در استان همدان، (A: کبودرآهنگ، B: همدان ، C: اسدآباد، D: تویسرکان، E: ملایر ، F: و نهاوند).

www.SID.ir

ادامه شکل ۳.





www.SID.ir

جدول ۳- همبستگی میان عملکرد گیاهان زراعی در مترمربع با دمای کمینه، بیشینه و میانگین اسفندماه و بارندگی فروردین ماه در طول دوره رشد گیاهان زراعی.

ایستگاه	گیاه زراعی	دمای متوسط (درجه سلسیوس)	دمای بیشینه (درجه سلسیوس)	دمای کمینه (درجه سلسیوس)	بارندگی (میلی‌متر)
همدان	گندم	۰/۴۱	۰/۳۰	۰/۵۱*	۰/۴۴
	جو	۰/۳۵	۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۴۶ *
	سیب‌زمینی	۰/۵۹**	۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۴۱
تویسرکان	گندم	۰/۵۶ **	۰/۳۴	۰/۵۸ **	۰/۶۰ **
	جو	۰/۴۴*	۰/۳۵	۰/۴۴ *	۰/۷۱ **
	سیب‌زمینی	۰/۴۲	۰/۰۴	۰/۴۱	۰/۳۷
اسدآباد	گندم	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۲۲	۰/۴۱
	جو	۰/۴۴*	۰/۴۲	۰/۵۲*	۰/۴۱
	سیب‌زمینی	۰/۴۰	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۲۵
ملایر	گندم	۰/۰۴	-۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۴۵ *
	جو	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۶	۰/۴۳
	سیب‌زمینی	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۱۳
نهاوند	گندم	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۳۸	۰/۴۹ *
	جو	۰/۶۸ **	۰/۴۳	۰/۷۱ **	۰/۴۵ *
	سیب‌زمینی	۰/۵۹ **	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۰۹
رزن	گندم	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۱۲
	جو	۰/۴۶	۰/۳۳	۰/۴۸	۰/۴۴
	سیب‌زمینی	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۱۲
بهار	گندم	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۱۱
	جو	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۴۳	۰/۳۳
	سیب‌زمینی	۰/۲۸	۰/۱۲	۰/۴۲	۰/۳۷
کبودرآهنگ	گندم	۰/۲۲	-۰/۰۹	۰/۴۹ *	۰/۲۲
	جو	۰/۱۸	-۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۳۸
	سیب‌زمینی	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۱۱

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

در شهرستان‌های بهار و رزن همبستگی‌های میان عملکرد محصولات زراعی با هیچ یک از عامل‌های آب و هوایی معنی دار نبود (جدول ۲). در شهرستان کبودرآهنگ عملکرد گندم و جو و در شهرستان ملایر عملکرد گندم رابطه منفی با دمای بیشینه داشتند، به طوری که عملکرد این محصول در این شهرستان‌ها با افزایش دمای بیشینه کاهش یافته است (شکل ۳). افزایش دمای هوا سبب اعمال تنش بر محصولات زراعی می‌شود، همچنین مشخص شده است که در این شرایط طول دوره رشد غلات و گیاهان دانه‌ای کوتاه‌تر خواهد شد (Parry *et al.*, 2004). با توجه به این که رسیدن به عملکرد مطلوب وابسته به تجمع ماده خشک در طول فصل رویش و وجود زمان کافی برای انتقال مواد به دانه می‌باشد، افزایش دمای محیط سبب کوتاه‌تر شدن طول دورن پر شدن دانه در غلات شده و در نتیجه عملکرد این محصولات کاهش می‌یابد (Challinor *et al.*, 2005).

در شهرستان‌های اسدآباد، تویسرکان و نهاوند عملکرد جو و در شهرستان‌های همدان، تویسرکان، نهاوند و کبودرآهنگ عملکرد گندم همبستگی معنی‌دار و مثبتی با دمای کمینه دارا بوده است (جدول ۲). در این شهرستان‌ها عملکرد این محصولات با افزایش دمای کمینه افزایش یافته است (شکل ۳). همانند همبستگی میان دمای میانگین و عملکرد گیاهان زراعی، همبستگی میان دمای کمینه اسفند ماه و عملکرد محصولات زراعی نیز در مناطق یاد شده معنی‌دار و مثبت بود (جدول ۳). افزایش میانگین ماهانه دماهای اسفند سبب تحریک رشد گیاه و

Archive of SID

www.SID.ir

درنتیجه همزمان شدن دوره رشد سریع با زمان رخداد بارندگی‌های احتمالی بهاره می‌شود، که این مسئله سبب تقویت دوره پر شدن دانه و درنتیجه افزایش عملکرد غلات در این شهرستان شده است. بنابر نتایج برخی از بررسی‌ها، عملکرد نخود نیز در شهرستان ملایر استان همدان همبستگی بالا و مثبتی با دمای کمینه داشته و عملکرد این این گیاه را تحت تاثیر قرار داده است (Nadi *et al.*, 2012).

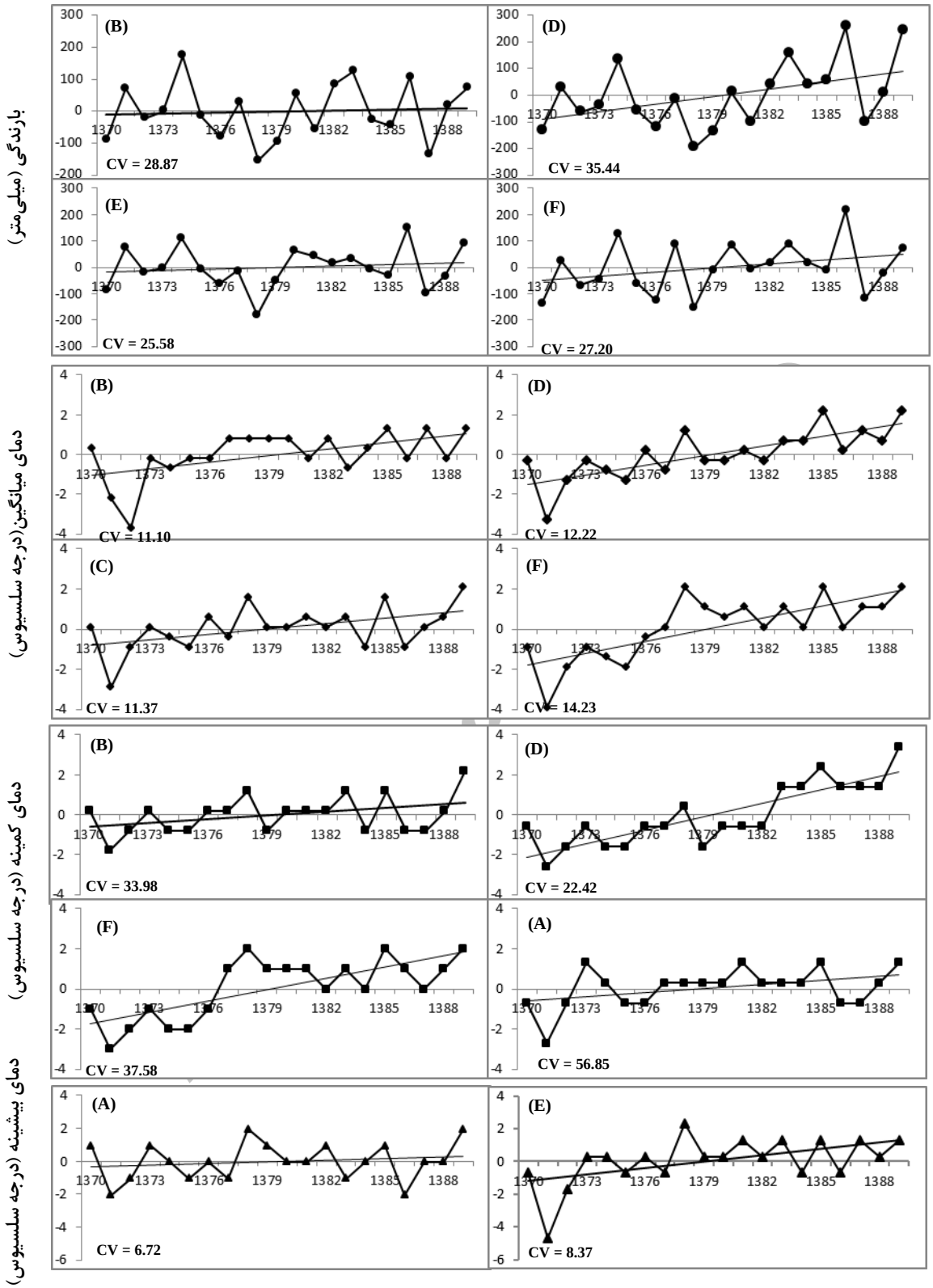
رابطه بین بارندگی و عملکرد گیاهان زراعی

در میان عامل‌های آب و هوایی، تغییرات بارندگی با توجه به تامین کردن آب قابل دسترس برای محصولات زراعی یکی از عامل‌های مهم اثرگذار بر تولیدات کشاورزی است. هرچند که هر سه محصول مورد بررسی در این تحقیق در شرایط کشت آبی مورد بررسی قرارگرفتند، ولی به دلیل قرار گرفتن استان همدان در کمربند نیمه‌خشک کشور (Zare Abianeh and Mahboobi, 2004) و توجه به این موضوع که، بروز هرگونه تغییر در میزان و پراکنش بارندگی و درپی آن تغییر در میزان تبخیر و تعرق در این منطقه ممکن است عملکرد محصولات زراعی را تحت تاثیر قرار دهد، بنابراین بررسی رابطه میان بارندگی و عملکرد محصولات زراعی در این منطقه مطلوب می‌باشد. در بررسی همبستگی میان عملکرد سیب‌زمینی و بارندگی در طی دوره رشد، در همه‌ی مناطق مورد بررسی همبستگی معنی‌داری وجود نداشت، هرچند که همبستگی معنی‌دار و مثبتی میان عملکرد جو با بارندگی دوره رشد در شهرستان‌های همدان، نهاوند، و تویسرکان و عملکرد گندم با بارندگی در طی دوره رشد در شهرستان‌های ملایر، نهاوند و تویسرکان وجود داشت (جدول ۲). در این مناطق با افزایش بارندگی در طی دوره رشد عملکرد گیاهان زراعی افزایش یافته است (شکل ۳). این نتایج همسان با برخی از بررسی‌هایی است که اظهار داشتند، بارندگی موثرترین عامل در میزان عملکرد محصولات زراعی در مناطقی با بارش میانگین و کم می‌باشد، به‌طوری که میانگین عملکرد گیاهان زراعی در این مناطق با بارندگی بیشتر افزایش می‌یابد (Luo *et al.*, 2005; Ludwig *et al.*, 2009). همبستگی میان بارندگی و عملکرد گیاهان زراعی در مقیاس ماهانه، بیانگر همبستگی معنی‌دار و مثبت میان عملکرد محصولات زراعی و بارندگی فروردین ماه در مناطق یاد شده بود (جدول ۳). تأثیر بارندگی (مثبت یا منفی) بر عملکرد برخی محصولات زراعی در برخی از مناطق ممکن است تابع زمان رخداد بارش‌ها باشد که سبب تغییراتی در عملکرد محصولات زراعی می‌شود (Bannayan and Sanjani, 2011). بنابر اظهارنظر McKeown *et al.* (2006) محصولات زراعی حساسیت زیادی به شرایط محیطی دارند و در مراحل خاصی از رشد و نمو نیازمند به رطوبت بیشتری هستند، به شکلی که در طول دوره رشد عملکرد محصولات زراعی همبستگی بیشتری با زمان بارش نسبت به میزان آن دارند. Talliee and Bahramy (2003) اثرگذاری‌های بارندگی بر عملکرد گندم را در بخش غربی ایران مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که افزایش بارندگی در بهار نسبت به رخداد بارندگی بیشتر در ماه‌های اولیه رشد گندم، عملکرد محصول را به شکل موثرتری تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین Karimi (1999) گزارش کرد که بارشی که در اوایل بهار در طول دوره رشد دوباره گندم و جو رخ می‌دهد، به‌شکل قابل توجهی عملکرد نهایی دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

شکل ۴ همچنین نشان می‌دهد که دماهای کمینه، بیشینه و میانگین و بارندگی تجمعی در طی دوره رشد در شهرستان‌های که همبستگی میان عامل‌های آب و هوایی با عملکرد محصولات زراعی (گندم، جو وسیب‌زمینی) معنی‌دار بوده است، تغییر پذیری زیادی را نسبت به میانگین بلندمدت آن‌ها داشته‌اند، که با نتایج مورد اشاره همخوانی دارد (شکل ۳). در بررسی تغییرپذیری میانگین دماها و بارندگی در طی دوره رشد نسبت به میانگین‌های بلند مدت بیست ساله آنها در استان همدان، دمای بیشینه نسبت به دماهای کمینه و میانگین دارای تغییرات کمتری بوده است (شکل ۴)، که ممکن است به همین دلیل باشد که، تنها در دو شهرستان (کبودرآهنگ و ملایر) دمای بیشینه بر عملکرد محصولات زراعی (گندم و جو) اثرگذار بوده است. با افزایش تغییر پذیری میانگین دماها و بارندگی در طی دوره رشد نسبت به میانگین بلند مدت آنها (شکل ۴) همبستگی میان دمای محیط و بارندگی (مثبت یا منفی) و عملکرد محصولات زراعی افزایش یافته است (جدول ۲) که این موضوع ممکن است بیانگر وابستگی بالای عملکرد گیاهان زراعی به تغییرات بلند مدت عامل‌های آب و هوایی در استان همدان باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- تغییرپذیری میانگین دماهای کمینه، بیشینه و میانگین دوره رشد و بارندگی در طی دوره رشد نسبت به میانگین‌های بلند مدت بیست ساله آن‌ها در استان همدان، (A: کبودرآهنگ، B: همدان ، C: اسدآباد، D: تویسرکان، E: ملایر و F: نهاوند).

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

بنابر یافته‌های این تحقیق، عملکرد گندم، جو و سیب‌زمینی در استان همدان در طی ۲۰ سال گذشته تحت تاثیر عامل‌های آب و هوایی (دمای محیط و بارندگی) قرار گرفته است، به طوری که در شهرستان‌های مختلف این استان بخشی از تغییرات عملکرد محصولات گندم، جو و سیب‌زمینی را می‌توان به تغییرات عامل‌های آب و هوایی یاد شده نسبت داد. در این تحقیق از بین عامل‌های آب و هوایی مورد بررسی، تاثیر دمای بیشینه در مقایسه با دیگر عامل‌های آب و هوایی مورد بحث کمتر بوده است و نتایج نشان داده است که دمای بیشینه در طی دوره رشد تنها در دو شهرستان (کبودرآهنگ و ملایر) بر عملکرد محصولات زراعی (گندم و جو) اثرگذار بوده و سبب کاهش عملکرد آنها شده است، در حالی که دماهای کمینه و میانگین و بارندگی در دوره رشد در بیشتر شهرستان‌های استان همدان بر عملکرد محصولات زراعی اثرگذار بوده و سبب افزایش عملکرد آنها در این مناطق شده است. در این میان نتیجه‌گیری شد که دمای ماهیانه اسفند و بارندگی فروردین بیشترین همبستگی را با عملکرد محصولات زراعی در مناطق مورد بررسی داشته است. وجود همبستگی منفی میان دمای بیشینه با عملکرد گندم و جو در شهرستان کبودرآهنگ و عملکرد گندم در شهرستان ملایر در طی ۲۰ سال گذشته ممکن است بیان‌گر تداوم این شرایط در آینده باشد، لذا پیشنهاد می‌شود برای رویارویی با این روند می‌بایستی از روش‌های مناسب مدیریتی و زراعی استفاده شود. در دیگر مناطق با توجه به وجود رابطه مثبت میان عملکرد محصولات زراعی با دمای کمینه، میانگین و بارندگی دوره رشد در طی دوره مورد بررسی، به نظر می‌رسد با تداوم تغییرات عامل‌های آب و هوایی عملکرد محصولات زراعی در مناطق مورد بررسی در سال‌های آینده روند افزایشی خود را ادامه خواهند داد.

منابع

Adams, R.M., Chen, C.C., McCarl, B.A. and Schimmelpfenning, D.E., 2001. Climate variability and climate change. In: Hall, D. and Howarth, R. (Eds.), Advances in the Economics of Environmental Resources. JAI Press, London, pp. 115-148.

Andresen, J.A., Alagarswamy, G., Rotz, C.A., Ritchie, J.T. and LeBaron, A.W., 2001. Weather impacts on maize, soybean and alfalfa production in the Great Lakes region, 1895–1996. Agronomy Journal. 93, 1059–1070.

Anonymous, 2010. Statistics of Agricultural products in Hamadan province. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran.

Battisti, D.S. and Naylor, R.L., 2009. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. Science. 323, 240–244.

Bannayan, M., Sadeghi Lotfabadi, S., Sanjani, S., Mohammadian, A. and Aghaalikhani, M., 2011. Effects of precipitation and temperature on cereal yield variability in northeast of Iran. International Journal of Biometeorology. 55, 387–401.

Bannayan, M., Sanjani, S., Alizadeh, A., Sadeghi Lotfabadi, S. and Mohamadian, A., 2010. Association between climate indices, aridity index, and rainfed crop yield in northeast of Iran. Field Crops Research. 118, 105-114.

Bannayan, M. and Sanjani, S., 2011. Weather conditions associated with irrigated crops in an arid and semi-arid environment. Agricultural and Forest Meteorology. 151, 1589-1598.

Challinor, A.J., Wheeler, T.R. and Slingo, J.M., 2005. Simulation of the impact of high temperature stress on the yield of an annual crop. Agricultural and Forest Meteorology. 135, 180–189.

Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogee, J., Allard, V., Aubinet, M., Buchmann, N., Bernhofer, C. and Carrara, A., 2005. Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. Nature. 437, 529–533.

Freckleton, R.P., Watkinson, A.R., Webb, D.J. and Thomas, T.H., 1999. Yield of sugar beet in relation to weather and nutrients. Agricultural and Forest Meteorology. 93, 39–51.

Holden, N.M., Brereton, A.J., Fealy, R. and Sweeney, J., 2003. Possible change in Irish climate and its impact on barley and potato yields. Agricultural and Forest Meteorology. 116, 181–196.

Joseph, J. and LaViola Jr., 2003. An experiment comparing double exponential smoothing and Kalman Filter-Based predictive tracking algorithms. In Proceedings the IEEE Virtual Reality Conference, 22th-26th March, USA. p. 283.

Karimi, M., 1999. Drought during growing season of 1997–1998 and its effects on wheat

Archive of SID

www.SID.ir

production in Iran. Sonbloe Journal. 30, 1–7. (In Persian with English abstract).

Ludwig, F., Milroy, S.P. and Asseng S., 2009. Impacts of recent climate change on wheat production systems in Western Australia. Climatic Change. 92, 495–517.

Luo Q., Bellotti W., Williams M. and Bryan B., 2005. Potential impact of climate change on wheat yield in South Australia. Agricultural and Forest Meteorology. 132, 273–285.

McKeown, A.W., Warland, J. and McDonald, M.R., 2006. Long-term climate and weather patterns in relation to crop yield, a minireview. Canadian Journal of Botany. 84, 1031–1036.

Nadi, M.R., Asgari, A., Soufizadeh, S., Kambouzia, J. and Mahdavi Damghani, A., 2012. The effects of temperature and rainfall variability on chickpea (*Cicer arientinum* L.) yield in Malayer of Hamedan province. In Proceedings 4th Iranian Pulse Crops Symposium, Agricultural and Natural Resources Engineering Organization, 8th -9th February, Arak, Iran. p.121.

Nassiri, M., Koocheki, A., Kamali, G.A. and Shahandeh, H., 2006. Potential impact of climate change on rainfed wheat production in Iran. Archives of Agronomy and Soil Science. 52(1), 113-124.

Norwood, A., 2000. Dry land winter wheat as affected by previous crops. Agronomy Journal. 92, 121-127.

Parry, M., Rosenzweig, C., Inglesias, A., Livermore, M. and Gischer, G., 2004. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. Global Environmental Change. 14, 53–67.

Phillips, J.G., Rajagopalan, B., Cane, M.A. and Rosenzweig, C., 1999. The role of ENSO in determining climate and maize yield variability in the US Cornbelt. International Journal of Climatology. 19, 877–888.

Reilly, J.M., 2002. Agriculture: The Potential Consequences of Climate Variability and Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Sharma, P., Sumesh K.V., Lohot Vaibhav, D. and Ghildiyal, M.C., 2006. High temperature effect on grain growth in wheat cultivars: An evaluation of responses. Indian Journal of Plant Physiology. 11, 239-245.

Talliee, A.A. and Bahramy, N., 2003. The effects of rainfall and temperature on the yield of dryland wheat in Kermanshah province. Soil and Water Journal. 17, 111–114.

Zare Abianeh, H. and Mahboobi, A.A., 2004. Evaluation of drought situation and its process in Hamadan region on the basis of drought statistical indexes. Pajouhesh and Sazandegi. 64, 2-7. (In Persian with English abstract).

Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S. and Dursun, A., 2005. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humi acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Journal of Biological Sciences. 5, 565-574.

Verlinden, G., Pycke, B., Mertens, J., Debersaques, F., Verheyen, K., Baert, G., Bries, J. and Haesaert, G., 2009. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition. 32, 1407-1426.

Wang, W. and Wang, A., 2010. Nanocomposite of carboxymethyl cellulose and attapulgite as a novel pH-sensitive superabsorbent: Synthesis, characterization and properties. Carbohydrate Polymers. 82, 83-91.

Wani, I.A., Sogi, D.S., Wani, A.A. and Gill, B.S., 2013. Physico-chemical and functional properties of flours from Indian kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. LWT-Food Science and Technology. 53, 278-284.

Xie, L., Liu, M., Ni, B., Zhang, X. and Wang, Y., 2011. Slow-release nitrogen and boron fertilizer from a functional superabsorbent formulation based on wheat straw and attapulgite. Chemical Engineering Journal. 167, 342-348.

Yazdani, F., Allahdadi, I. and Akbari, G.A., 2012. Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.) under drought stress condition. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10, 4190-4196.

Zheng, T., Liang, Y.H., Ye, S.H. and He, Z.Y., 2009. Superabsorbent hydrogels as carriers for the controlled-release of urea: Experiments and a mathematical model describing the release rate. Biosystems Engineering. 102, 44-50.

Zhong, K., Zheng, X.L., Mao, X.Y., Lin, Z.T. and Jiang, G.B., 2012. Sugarcane bagasse derivative-based superabsorbent containing phosphate rock with water-fertilizer integration. Carbohydrate Polymers. 90, 820-826.

Zhong, K., Lin, Z.T., Zheng, X.L., Jiang, G.B., Fang, Y.S., Mao, X.Y. and Liao, Z.W., 2013. Starch derivative-based superabsorbent with integration of water-retaining and controlled-release fertilizers. Carbohydrate Polymers. 92, 1367-1376.

Archive of SID

www.SID.ir

Weather variability in Hamadan province and its impact on wheat, barley and potato yields

Mohammad Reza Nadi, Jafar Kambouzia,* Saeid Soufizadeh and Abdolmajid Mahdavi Damghani
Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

*Corresponding author: j_kambouzia@sbu.ac.ir

Abstract

Exploring weather variability and its effects on crop yield may help to provide a better understanding of its effects on agricultural production. In this study, the relationship between weather descriptors and wheat (*Triticum aestivum* L.), barley (*Hordeum vulgare* L.) and potato (*Solanum tuberosum* L.) yields were assessed under irrigated farming conditions in Hamadan Province. Long term data (1990 to 2010) of yield and weather variables (rainfall and temperature) were collected from the Agricultural and Meteorological Organizations of Hamadan Province. The relationships between crop yields and climatic variables were studied using correlation and simple linear regression analysis. Results indicated that the association between various crop yield and descriptors varied in different study locations. In Razan and Bahar, yields of the crops studied did not correlate with weather indicators whereas, in other regions, the relationship between rainfall and temperature with crop yields was strong. In Kabodar Ahang, the correlation between wheat and barley yields and Malayer wheat yield with the growing season maximum was negative and decreased with an increasing maximum temperature during the growing season. In all study areas, potato yield did not correlate with rainfall. However, was a significant and positive correlation between barley yield with rainfall in Hamedan, Toyserkan and Nahavand and wheat yield with rainfall in Malayer, Nahavand and Toyserkan. The association of results between various crop yields on a monthly scale, indicate a high and significant correlation (positive or negative) between temperatures in March and April rainfall with crop yield in each part of Hamedan Province.

Keywords: Weather variability, Rainfall, Temperature, Yield.

Archive of SID

www.SID.ir