Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سال ٢٤، پیـاپی ٥٢، شـماره ٤، زمسـتان ١٣٩٢

بررسی نقش پارامترهای اقلیمی بر عملکرد دانه گندم در مناطق دیم کوهدشت و پلدختر استان لرستان

علیرضـــا تـــوکلی: استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی استان سـمنان، شـاهرود، ایـران *
عبدالمجیـد لیاقـت: اســـتاد مهندســـی آبیـــاری و آبـــادانی، دانشـــگاه تهـــران، تهـــران، ایـــران
زینـــب اکبـــری: کارشـــناس ســـازمان هواشناســـی اســـتان لرســـتان، خـــرم آبـــاد، ایـــران

وصـول: ١٣٩٠/٦/٣٠ پـذیرش: ١٣٩١/٣/٢٠، صص ١٤-١

چکیده

تغییرات پارامترهای اقلیمی، رشد و نمو محصولات و تولید آنها در شرایط دیم را تحت تـاثیر قـرار مـی‌دهـد بنـابراین، شناخت پارامترهای موثر مدیریت آنها، منجر به بهبود شرایط تولید و پیش‌بینی تولید خواهد شد. بـر ایـن اسـاس ٢٥ پـارامتر آمار هواشناسی دسته‌بندی شده همراه با آمار زراعی عملکرد گندم دیم در شهرستان‌های کوهدشت و پلدختر به عنـوان نمونـه مناطق گرم استان لرستان برای سال‌های زراعی ٨٥-١٣٧٧ برای تخمین توابع تولید اقلیمی مورد ارزیابی قرار گرفت. رابطه هر یک از عوامل آب و هوایی به عنوان متغیر مستقل با عملکرد دانه گندم دیم به عنوان تابع از طریق رگرسیون‌های خطی و غیـر خطی تعیین و در تخمین تابع تولید اقلیمی استفاده گردید. تجزیه علیت، ضریب همبستگی را به دو بخـش اثـرات مسـتقیم و غیر مستقیم تفکیک کرد. نتایج نشان داد که آنچه که در توابع تولید شهرستان‌های مناطق گرم استان و هم در مدل جـامع قابـل دریافت است نقش ساعات آفتابی است. مدل‌های محلی نیاز به داده‌های ورودی کم‌تری دارنـد ولـی مـدل منطقـه‌ای نیازمنـد داده‌های اقلیمـی بیشـتری اسـت (T_{min}, n, P_{Wimter}, P_{Start}, P_{End}, $T_{min\text{-}abs}$, P_{Aban}, P_{Azar}, P_{Day}, $P_{Far.}$, $P_{Ord.}$, $T_{max\text{-}far}$) و دقت برآورد آن نیز بیشتر است. با تعیین میزان شاخص بهره‌وری بارش در این شهرستان‌ها طی ٨ سال زراعی مشخص شده است که بیش‌ترین، کم‌ترین و میانگین بهره‌وری بارش به ترتیب ٠/٤١١، ٠/١٤٢ و ٠/٢٦٩ کیلوگرم بر متر مکعب بـارش است که میانگین آن حدود ٨ درصد از میانگین کشوری (٠/٢٩٢ کیلوگرم بر متر مکعب بارش) کم‌تر است. نتایج نشان داد که توابع تولید اقلیمی ابزار مناسبی برای پیش‌بینی عملکـرد گنـدم دیـم بـوده و مـی‌توانـد بـه مـدیران و کشـاورزی در فرآینـد تصمیم‌گیری برای انجام فعالیت‌های زراعی دیم تحت شرایط تغییر پارامترهای اقلیمی کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری بارش، مدل اقلیمی، تجزیه علیت، ساعات آفتابی، پارامترهای اقلیمی

مقدمه

طبق اطلاعات سـیمای کشـاورزی، اسـتان لرسـتان بـا تولید ٠/٢٧ میلیون تن گندم دیم از سطح ٠/٢٢ میلیون هکتار با متوسط عملکـرد ١٢٢٣ کیلـوگرم در هکتـار، سـهم ٥/٧ و ٥/٥ درصـدی را در تولیـد و سـطح زیرکشت گندم دیم کشور دارا اسـت. مطـابق بـا آمـار سال زراعی ٨٦-١٣٨٥ وزارت جهادکشاورزی، از کـل سطح زیر کشت گندم (حدود ٧/٢٢٢ میلیـون هکتـار) ٦١/٥٪ دیم و ٣٨/٥٪ آبی، و از کـل تولیـد آن (حـدود

*نویسنده مسؤول: E-mail: art.tavakoli@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

۱۵/۸۸۷ میلیون تن در سال) حدود ٦٦/٦٪ از زراعت آبی و بقیه از دیم است.

آسیب‌پذیری محصولات دیم در اثر تغییرات تمام یا برخی از عوامل آب و هوایی (به ویژه گروه دمایی و بارش‌ها) از جمله عواملی هستند که همواره در میزان تولید غلات در بسیاری از مناطق مؤثر بوده است. این خطرپذیری در یک تعریف کلی شامل کلیه علایم مربوط به عوامل اقلیمی است که از وضعیت ایده‌آل خود انحراف پیدا می‌کند. در عمل برای عوامل اقلیمی دامنه‌هایی (حد بالا و پائین) تعیین می‌شود که عوامل مختلف اقلیمی در آن قابل تغییر می‌باشند. محدودیت‌های دامنه اکولوژیک همان نقاط بحرانی هستند که برای محصولات زراعی قابل قبول می‌باشند. منظور از خطرپذیری آب و هوایی، آن دسته از عوامل اقلیمی هستند که مقدار آنها خارج از دامنه اکولوژیک قرار گرفته و کمیت و کیفیت فرایند رشد و نمو را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کافی و همکاران، ۱۳۷۹: ۳۱).

غلات مهم‌ترین گروه مواد غذایی است که در دنیا کشت و کار می‌شود. زراعت گندم از سایر غلات اهمیت بیشتری داشته و نزدیک به ۳۰ درصد از سطح زیرکشت و کل تولید غلات را در جهان به خود اختصاص داده است. ۵۸ درصد صادرات گندم جهان در انحصار چهار کشور امریکا، آرژانتین، کانادا و استرالیا و ٦۹ درصد صادرات ذرت جهان در انحصار سه کشور امریکا، آرژانتین و کانادا است (الدایا و همکاران[1]، ۲۰۱۰: ۸۸۷). گندم از جمله معدود نباتاتی است که کشت آن در شرایط اقلیمی بسیار متنوع و گسترده امکان‌پذیر است. معمولاً گندم به هوای خنک و مرطوب در اوایل فصل رویش و گرم و خشک در مراحل آخر رشد، به ویژه در خلال دانه بستن نیاز دارد. در چنین شرایط که غالباً خاص نواحی خشک با زمستان‌های ملایم است، گندم در شروع فصل مرطوب و خنک، کشت شده و دانه بستن و رسیدن محصول با آغاز فصل خشک انجام می‌گیرد. به هر حال، در اغلب موارد شرایط اقلیمی فصل زراعی با شرایط مطلوب رشد گندم فاصله بسیار زیادی دارد (سجادی، ۱۳٦۱: ۳۳).

زراعت دیم در مقابل تغییرات آب و هوایی آسیب‌پذیر بوده و تولید آن علاوه بر میزان نیتروژن خاک به تغییرات عوامل اقلیمی بستگی دارد. برای توسعه سامانه زراعت دیم، سیاست دولت و برنامه‌های آن در این مناطق اندیشیدن راهکارهایی است تا فشارهای ناشی از تنش‌های آب و هوایی را در این دشت‌ها و یا در هرجای دیگر به حداقل رسانده و یا کاهش دهد. مشاهدات نشان می‌دهد که دشت‌های وسیع آمریکا به‌ویژه در قسمت‌های شمالی که از لحاظ اقتصادی نقش بسیار مهمی در تولیدات زراعت دیم دارد، بسیار حساس به نوسانات آب و هوایی بوده و از این طریق شدیداً زراعت دیم را در این مناطق تحت تأثیر قرار می‌دهد (ورستر[2]، ۱۹۷۹، پوپر و پوپر[3]، ۱۹۸۷: ۱۳۱۸). اگر چه اغلب مدل‌های مورد استفاده در تغییرات پارامترهای اقلیمی، مدعی هستند که کره زمین در حال گرم شدن بوده و در اثر فرآیند جهانی گرم شدن، خشکی اتفاق می‌افتد که اگر چنین باشد، بررسی این موضوع تأکید بیشتری بر فشارهای جدید بالقوه بر

[1]- Aldaya et al., 2010

[2]- Worster, 1979

[3]- Popper & Popper, 1987

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

زراعت دیم در اغلب نقاط دنیا دارد (روزنزویگ و ریب‌سیم[1]، ۱۹۸۹: ۳۵۳).

تغییرات دمای هوا و بارش (مقدار و پراکنش) دو عامل بسیار مهم آب و هوایی هستند که با تحت تأثیر قرار دادن میزان رطوبت و دمای خاک می‌توانند در تولید عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم بسیار مؤثر واقع شوند (توکلی و همکاران[2]، ۲۰۱۰: ۱۲۳). این دو عامل به غیر از تحت تأثیر قرار دادن اندام‌های رویشی و زایشی گندم، بر رشد و نمو ریشه این گیاه و میزان جذب آب و مواد غذایی نیز مؤثر می‌باشند (کرویزانت و همکاران[3]، ۱۹۹۸: ۵۱۶). قابلیت و میزان دسترسی به آب باران، عامل مهمی در تعیین میزان عملکرد گندم دیم در اکثر نقاط جهان از جمله دیم‌زارهای ایران به شمار می‌رود. هنگامی که تقاضای تبخیری اتمسفر بالای برگ‌ها (تبخیر و تعرق بالقوه) از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای استخراج آب از خاک تجاوز نموده و فراتر رود، پدیده تنش رطوبتی بروز می‌کند. هر چند که ارقام گندم دیم سازگاری نسبتاً خوبی نسبت به شراطط اقلیمی نشان می‌دهد، لیکن برودت زیاد و خشکی فیزیولوژیک به بافت‌های گندم پائیزه صدمه می‌زند. نتایج پژوهش‌های انجام گرفته، نشان می‌دهد که در دامنه‌های بهینه با افزایش میزان بارندگی و دما میزان عملکرد گندم دیم نیز افزایش نشان می‌دهد (سجادی، ۱۳۶۱: ۳۳، کافی و همکاران، ۱۳۷۹: ۳۱). با شناخت اجزای عملکرد در یک محصول خاص، می‌توان از روش‌های جبران کننده کاهش اجزای عملکرد، به منظور حذف بخشی از اثرات نامطلوب آب و هوا و حصول سطح بهتری از پتانسیل عملکرد استفاده کرد (کافی و همکاران، ۱۳۷۹: ۳۱).

از آن جایی که عوامل اقلیمی یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تولید گندم دیم است، بنابراین، شناسایی و معرفی عوامل مؤثر اقلیمی بر عملکرد دانه و بهره‌وری بارش گندم دیم، به منظور انجام مطالعات در جهت کاهش صدمات ناشی از این عوامل بر تولید گندم دیم در استان لرستان از جمله اهداف این بررسی است.

روش‌شناسی تحقیق

به منظور مطالعه اثرات عوامل و پارامترهای اقلیمی بر عملکرد دانه گندم دیم در مناطق گرم استان لرستان، آمار هواشناسی شهرستان‌های کوهدشت و پلدختر برای سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۷۷ به همراه آمار عملکرد گندم دیم طی این سال‌ها جمع‌آوری شد. در این بررسی ۲۵ پارامتر آمار هواشناسی دسته‌بندی شدند که عبارت بودند از: x_1: درجه حرارت حداکثر (Tmax)، x_2: درجه حرارت حداقل (Tmin)، x_3: درجه حرارت متوسط (Tmean)، x_4: رطوبت نسبی متوسط (RHmean)، x_5: ساعات واقعی آفتابی (n)، x_6: کل بارش سال زراعی (Prec)، x_7: مجموع بارش پاییزه (Pautumn)، x_8: مجموع بارش زمستانه (Pwinter)، x_9: مجموع بارش بهاره (Pspring)، x_{10}: شماره روز از اول مهر ماه تا اولین بارش ۱۰ میلی‌متری (Start rain)، x_{11}: شماره روز از اول مهر ماه تا آخرین بارش ۱۰ میلی‌متری (End rain)، x_{12}: درجه حرارت حداقل مطلق (Tmin-abs)، x_{13}: درجه حرارت حداکثر مطلق (Tmax-abs)، x_{14}: بارش آبان ماه (Paban)، x_{15}: بارش آذر ماه (Pazar)، x_{16}: بارش دی ماه (Pday)، x_{17}: بارش فروردین ماه (Pfarvardin)، x_{18}: بارش

[1]- Rosenzweig & Reibsame, 1989
[2]- Tavakoli et al., 2010
[3]- Croissant et al., 1998

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

اردیبهشت ماه (Pordibehesht)، x_{19}: درجه حرارت حداکثر آبان (Tmax-aban)، x_{20}: درجه حرارت حداکثر آذر (Tmax-azar)، x_{21}: درجه حرارت حداکثر فروردین (Tmax-farvardin)، x_{22}: درجه حرارت حداکثر اردیبهشت (Tmax-ordibehesht)، x_{23}: درجه حرارت حداکثر خرداد (Tmax-khordad)، x_{24}: کمبود فشار بخار سال زراعی (VPD)، x_{25}: کمبود فشار بخار دوره رشد محصول (اول آبان تا آخر تیر) (VPD-crop season).

برای تخمین تابع تولید اقلیمی برای هر منطقه به طور مجزا و نیز برای هر دو منطقه به صورت توامان، از نرم‌افزار SPSS استفاده شد که حاوی مدل‌های مختلفی است. رابطه هرکدام از عوامل آب و هوایی به عنوان متغیر مستقل با عملکرد دانه گندم دیم به عنوان تابع از طریق رگرسیون‌های گام به گام خطی و غیر خطی و با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Curve expert مورد مطالعه قرار گرفت. در مدل Backward پس از وارد کردن تمام پارامترها، به تدریج و در گام‌های مختلف، اقدام به حذف پارامترهای فاقد اثر معنی‌دار شد و نهایتاً مدلی برازش داده شد که دارای بیشترین کارایی بوده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها، با استفاده از تجزیه علیت[1]، ضریب همبستگی[2] به دو بخش اثرات مستقیم و غیر مستقیم تفکیک شد که اثر مستقیم نشان‌دهنده اثر مستقیم عامل آب و هوایی مورد مطالعه و اثر غیر مستقیم نشان‌دهنده اثرات غیر مستقیم سایر عوامل آب و هوایی از طریق عامل آب و هوایی مورد نظر بر روی عملکرد بوده است (فیضی‌اصل و ولیزاده، ١٣٨٣: ٢٢٣). برای انجام تجزیه علیت نیز از دو نرم‌افزار SPSS و Excel استفاده شد. از روش تحلیل حساسیت، برای تعیین میزان حساسیت پارمترهای ورودی و از مشخصه‌های آماره‌ای مختلف برای ارزیابی و صحت‌سنجی کارایی مدل‌های محلی و مدل جامع استفاده شد. با استفاده از رابطه زیر ضریب حساسیت پارامترها محاسبه شد.

$$\overline{S}_{\alpha}^{F} = \frac{\%\ Change\ in\ F}{\%\ Change\ in\ \alpha} = \frac{\Delta F / F}{\Delta \alpha / \alpha} \quad (١)$$

$\overline{S}_{\alpha}^{F}$: ضریب حساسیت ناشی از تغییرات پارامتر خروجی ناشی از تغییر یکی از پارامترهای ورودی، ΔF: اختلاف مقدار پارامتر خروجی قبل و بعد از تغییر پارامتر ورودی، F: متوسط پارامتر خروجی قبل و بعد از تغییر پارامتر ورودی، $\Delta\alpha$: اختلاف مقادیر ورودی پارامتر ورودی و α: متوسط مقادیر ورودی یک پارامتر به مدل می‌باشند.

هم‌چنین بر اساس داده‌های موجود، روابط بین آب مصرفی- عملکرد و آب مصرفی – بهره‌وری بارش برآورد گردید.

بحث اصلی

در جدول ١ مقادیر میانگین و انحراف استاندارد پارامترهای به کار رفته در برآورد تابع تولید اقلیمی نشان داده شده است. مطابق با این جدول، میانگین عملکرد گندم در دو شهرستان طی ٨ سال منتهی به ٨٥-١٣٨٤ برابر ١٠٣٢ کیلوگرم در هکتار است. متوسط دمای سالانه ١٩/٤ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارش ٣٨١/٥ میلی‌متر است. سهم بارش پاییزه، زمستانه و بهاره به ترتیب ٣٢/٦، ٤٦/١ و ٢١/٣ درصد است. اولین بارش پاییزه عموماً در دهه دوم ماه دوم پاییز (حدود ٤٥ پس روز پس از شروع سال زراعی)

[1]- Path analysis
[2]- Correlation coefficient

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

اتفاق می‌افتد. سهم بارش آبان و آذر ماه از کل بارش پاییزه به ترتیب برابر ۳۸ و ۵۶/۵ درصد، سهم بارش دی ماه از کل بارش زمستانه برابر ۳۴/۷ درصد و سهم بارش فروردین و اردیبهشت از کل بارش بهاره به ترتیب برابر ۷۱/۱ و ۲۷/۵ درصد بوده است. شناخت این پارامترها و مقادیر انحراف معیار هر یک تحلیل معادلات مربوط به توابع تولید اقلیمی را آسان خواهد کرد.

جدول ۱- مقادیر میانگین و انحراف استاندارد پارامترها در برآورد مدل تولید گندم در مناطق گرم لرستان

پارامتر	میانگین	انحراف معیار (SD)	پارامتر	میانگین	انحراف معیار (SD)
Yield	۱۰۳۲	۳۸۴/۹	$T_{max\text{-}abs}$	۴۴/۵	۲/۵۴
T_{max}	۲۶/۹	۲/۲۷	P_{Aban}	۴۷/۳	۲۵/۴
T_{min}	۱۱/۸	۵	P_{Azar}	۷۰/۲	۴۳/۵
T_{mean}	۱۹/۴	۳/۶۳	P_{Day}	۶۱/۱	۲۵/۷
Rh_{mean}	۴۳/۲	۶/۹	$P_{Far.}$	۵۷/۲	۲۸/۶
n	۲۶۸/۶	۸/۳	$P_{Ord.}$	۲۲/۱	۱۹/۹
Preci.	۳۸۱/۵	۹۰/۵	$T_{max\text{-}Aban}$	۲۲/۸	۲/۳۲
P_{Autumn}	۱۲۴/۲	۵۷/۲	$T_{max\text{-}Azar}$	۱۶/۲	۳/۵۷
P_{Winter}	۱۷۵/۹	۴۵/۴	$T_{max\text{-}Far.}$	۲۲/۴	۲/۹
P_{Spring}	۸۰/۵	۳۷/۶	$T_{max\text{-}Ord.}$	۲۹/۱	۳/۱۵
P_{Start}	۴۴/۶	۱۲/۱	$T_{max\text{-}Khor.}$	۳۶/۷	۲/۹
P_{End}	۲۰۲/۷	۲۳/۹	VPD	۲	۰/۵۴
$T_{min\text{-}abs}$	-۳/۱۹	۴	VPDcs (crop season)	۱/۵۳	۰/۴۳

برای تعیین میزان ارتباط واقعی بین عوامل ۲۵ گانه آب و هوایی فوق و عملکرد گندم دیم در دو شهرستان و ۸ سال داده (جمعاً ۱۶) از نرم‌افزار SPSS و رگرسیون چند متغیره استفاده شد. جدول ۲ نشان‌دهنده نتیجه تجزیه واریانس رگرسیون چند متغیره مدل Backward است که حاکی از معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد است.

جدول ۲- تجزیه واریانس رگرسیون چند متغیره برای مدل تولید گندم در مناطق گرم لرستان

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
رگرسیون	۲۲۱۷۱۹۳/۷	۱۲	۱۸۴۷۶۶/۱	**۱۲۴/۸
باقیمانده	۴۴۴۱/۳	۳	۱۴۸۰/۴	
کل	۲۲۲۱۶۳۵	۱۵		
R2= ۰/۹۹ R2adj= ۰/۹۹			: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد**	

پارامترهای اقلیمی موثر در تخمین عملکرد گندم دیم در شهرستان‌های پلدختر و کوهدشت در معادلات ۳ و ۴ نشان داده شده است.

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

$$(۳)\ Y_{Poldokhtar} = 10508.1 - 26.7X_5 + 6X_{16} - 111.4X_{21} \qquad R^2 = 0.92 \qquad R^2_{adj} = 0.85$$

برای شهرستان پلدختر، ضریب تبیین تصحیح شده معادله رگرسیونی، نشان می‌دهد که تغییرات پارامترهای هواشناسی موجود در معادله می‌تواند ۸۵ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه نمایند که از لحاظ آماری کاملاً معنی‌دار است. با بررسی ضریب ثابت معادله رگرسیونی و ضرایب پارامترهای هواشناسی از طریق آزمون آماری t، نتایج نشان داد که ضریب ثابت معادله رگرسیونی و ضریب متغیر مستقل تعداد ساعات آفتابی در سطح احتمال یک درصد و ضرایب متغیرهای مستقل بارش دی ماه و دمای حداکثر فروردین ماه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. بر اساس مقادیر ضرایب همبستگی، بین آخرین بارش مؤثر (۰/۸۷۱**) با عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌دار و بین تعداد ساعات آفتابی (۰/۷۱۵-*) و دمای ماکزیمم اردیبهشت (۰/۷۹۹-*) با عملکرد دانه، رابطه منفی و معنی‌دار وجود دارد. بین بقیه عوامل مورد بررسی با عملکرد دانه رابطه معنی‌داری مشاهده نشد.

$$(٤)\ Y_{Kohdasht} = 121262 - 42.5X_5 + 7.7X_{17} \qquad R^2 = 0.88 \qquad R^2_{adj} = 0.83$$

برای شرایط شهرستان کوهدشت، ضریب تبیین تصحیح شده معادله رگرسیونی نشان می‌دهد که تغییرات پارامترهای هواشناسی موجود در معادله می‌تواند ۸۳ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه نمایند که از لحاظ آماری کاملاً معنی‌دار است. با بررسی ضریب ثابت معادله رگرسیونی و ضرایب پارامترهای هواشناسی از طریق آزمون آماری t، نتایج نشان داد که ضریب ثابت معادله رگرسیونی و ضرایب متغیرهای مستقل تعداد ساعات آفتابی و بارش فروردین ماه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. با توجه به مقادیر ضرایب همبستگی، بین متوسط رطوبت نسبی هوا (۰/۷٤٤**) با عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌دار و بین دمای حداکثر (۰/۷۱۹-*)، دمای ماکزیمم اردیبهشت (۰/۸۵۷-**)، کمبود فشار بخار (۰/۷۹-*) و کمبود فشار بخار دوره رشد محصول (۰/۸۱۹-*) با عملکرد دانه، رابطه منفی و معنی‌دار وجود دارد. بین بقیه عوامل مورد بررسی با عملکرد دانه رابطه معنی‌داری مشاهده نشد.

آنچه که از توابع تولید این مناطق برمی‌آید این است که ساعات آفتابی دارای نقش موثری است که با اثر منفی و معنی‌دار، خودنمایی می‌کند. نتیجه افزایش ساعات آفتابی، افزایش دما و افزایش تبخیر است. در شرایط تامین رطوبت کافی ممکن است این شرایط، قابل تعدیل باشد اما در شرایط دیم، سبب فشار بر محصول و در نتیجه کاهش کمبود فشار بخار و عملکرد محصول و به تبع آن افت بهره‌وری آب می‌شود.

ضرایب تابع اقلیمی تولید، تحلیل معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی فاکتورها، سهم اثر مستقیم پارامترهای مدخل در توابع تولید (Beta) و نیز نتیجه آزمون آماری t برای تعیین سطح معنی‌دار بودن پارامترهای موثر در تابع تولید اقلیمی جامع مناطق گرم در جدول ۳ نشان داده شده است.

مطابق با جدول ۳ ضرایب همبستگی بین پارامترهای اقلیمی و عملکرد نشان می‌دهد که بین کل بارش سال زراعی (۰/۵٤۵*)، بارش بهاره (۰/۵۹۳*)، روز تا

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

آخـرین بـارش مـؤثر (**۰/۶۳۹) و بـارش فـروردین (*۰/۵۳۵) با عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌دار و بین تعداد ساعات آفتابی (*۰/۶۱۳-) با عملکرد دانه، رابطه منفی و معنی‌دار وجـود دارد. بـین بقیـه عوامـل مـورد بررسی با عملکرد دانه رابطه معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۳- ضرایب تابع اقلیمی تولید گندم، همبستگی و اثر مستقیم و آزمون آماری t برای مناطق گرم لرستان

Correlations R^2	Sig.	t	Standardized Coefficients	Unstandardized Coefficients		
			Beta	Std. Error	B	
	۰/۰۹۸	۲/٤	–	۸۰۰/۲٤	۱۸۹٦/٦	(Constant)
ns-۰/۱۱۹	۰/۰۰٦	٦/۸	۲/۰۷	۲۳/۱۳	۱۵۸/۲	T_{min}
*-۰/٦۱۳	۰/۰۱٦	-٤/۹	-۰/۲٤	۲/۳	-۱۱/٤	n
ns۰/٤۵۹	۰/۰۰۷	٦/۵	۰/٤	۰/۵۳	۳/٤	P_{Winter}
ns۰/۱٦٦	۰/۰۰۳	۸/۵	۰/۵۹	۲/۲	۱۸/۸	P_{First}
**۰/٦۳۹	۰/۰۵۲	-۳/۱	-۰/۲۳	۱/۱٦	-۳/٦	P_{Late}
ns-۰/۱٦۳	۰/۰۰۸	-٦/۳	-۱/٤٦	۲۲/۱۵	-۱٤۰/۲	$T_{min-abs}$
ns۰/۲۸۵	۰/۰۰۲	۱۰/۱	۰/٦۷	۰/۹۹	۱۰/۱	P_{Aban}
ns۰/۱۲۳	۰/۰۲۱	٤/۵	۰/۲۸	۰/۵۵	۲/۵	P_{Azar}
ns۰/۳۰۲	۰/۰۱۸	-٤/۷	-۰/۳٦	۱/۱٤	-۵/٤	P_{Day}
*۰/۳۵۵	۰/۰۰۳	۸/۸	۰/٤۲	۰/٦۵	۵/۷	$P_{Far.}$
ns۰/۳۱٦	۰/۰۰۹	٦	۰/۵۵	۱/۷٦	۱۰/٦	$P_{Ord.}$
ns-۰/۳۵٦	۰/۰۰۷	-٦/٦	-۰/۵۷	۱۱/٦٤	-۷٦/۵	$T_{max-far.}$

مطابق با جدول ۳، شکل ریاضی تابع تولید حاکم بر این منطقه به صورت زیر است:

$$Y_{Warm-area} = 1896.6 + 158.2X_2 - 11.4X_5 + 3.3X_8 + 18.8X_{10} - 3.6X_{11} - 140.2X_{12} + 10.1X_{14} + 2.5X_{15} - 5.4X_{16} + 5.7X_{17} + 10.6X_{18} - 76.5X_{21} \qquad R^2 = 0.99 \qquad R^2_{adj} = 0.99 \quad (۵)$$

با توجه بـه ضـرایب پارامترهـای هواشناسـی در تـابع تولیـد، مقـدار ضـریب تبیـین تصـحیح شـده[1] معادلـه رگرسیونی به دست آمده نشان مـی‌دهـد کـه تغییـرات پارامترهای هواشناسی موجود در معادله مـی‌توانـد ۹۹ درصد تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه نمایند که از لحاظ آماری کاملاً معنی‌دار است.

با بررسی ضریب ثابت معادلـه رگرسـیونی و ضـرایب پارامترهای هواشناسی از طریق آزمون آمـاری t، نتـایج نشان داد کـه ضـریب ثابـت معادلـه رگرسـیونی غیـر معنی‌دار و ضرایب متغیرهـای مسـتقل دمـای حـداقل، بـارش زمسـتانه، روز تـا اولـین بـارش مـؤثر، دمـای حداکثر مطلق، بارش آبان مـاه، بـارش فـروردین مـاه، بارش اردیبهشت و دمای حداکثر فـروردین در سـطح احتمال یک درصد و ضرایب متغیرهای مستقل تعـداد ساعات آفتابی، روز تا پایان آخرین بارش مؤثر، بارش آذر ماه و بارش دی ماه در سطح احتمال پـنج درصـد معنی‌دار است.

در رگرسیون گام به گام، عوامل تأثیرگذار بـه صـورت مستقیم در عملکرد دانه لحاظ گردیده است، در حـالی که در تجزیه علیت عوامل تأثیرگذار، هـم بـه صـورت

[1]- adjusted coefficient of determination

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

مستقیم و هم از طریق سایر عوامل بر روی عملکرد دانه شناسایی و معرفی می‌گردد.

از طریق ضرایب همبستگی خطی می‌توان تأثیر عوامل محدود کننده آب و هوایی را در تغییر عملکرد دانه از طریق تغییر عمومی این عوامل مورد مطالعه و شناسایی قرار داد (بلک[1]، ۱۹۹۳، کومار داس[2]، ۱۹۹۷). در مناطق خشک و نیمه خشک و از جمله در زراعت دیم، آب (بارش) به عنوان مهم‌ترین و اثرگذارترین عامل محدود کننده رشد محصولات کشاورزی به شمار می‌رود (توکلی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۱۲، سارادون و گیانیبلی[3]، ۱۹۹۲: ۷۹). از نتایج به دست آمده از طریق رگرسیون گام به گام، می‌توان چنین استنباط نمود که از بین عوامل اقلیمی مورد مطالعه در این بررسی، بارش و اجزای آن جزو مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد دانه گندم دیم به شمار می‌رود. وجود گزارشات مبنی بر اثر مثبت میزان بارندگی در افزایش عملکرد دانه گندم دیم در دامنه‌های بهینه، نتیجه این تحقیق را تائید می‌کند (سجادی، ۱۳٦۱: ۳۳، کافی و همکاران،۱۳۷۹: ۳۱، کرویسانت و همکاران[4]، ۱۹۹۸: ۵۱٦).

هم‌چنین رن و همکاران روند تابع تولید گندم با عوامل اقلیمی را برای منطقه شان دونگ چین تخمین زدند و تابع تولید اقلیمی برای گندم زمستانه به دست آوردند که تابعی از متوسط درجه حرارت هوا، کل بارش سال زراعی و ساعات آفتابی، برای دوره زمانی فروردین تا خرداد بوده است (رن و همکاران۵، ۲۰۰۸: ٤۰۳). در بررسی فاکتورهای مختلف بر عملکرد گندم نشان داده شد که پارامترهای رطوبت خاک در زمان کاشت، تبخیر و تعرق فصلی، بارش ماه می و بارش ماه ژوئن دارای اثر معنی‌داری بر عملکرد بوده‌اند (هوآنگ و همکاران٦، ۲۰۰٤: ٤۷). هم‌چنین بر اساس داده‌های بارش ماه‌های آوریل، مه و ژوئن و بیلان آب (رطوبت خاک قابل دسترس ناشی از آیش تابستانه)، مشخص شد که برای هر سانتی‌متر آب افزوده شده از طریق بیلان آب (معادل ۱ متر مکعب) ۱۷٦ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش یافت (اسچلینگر و همکاران[7]، ۲۰۰۸: ٤۵).

بارندگی از طریق تحت تأثیر قرار دادن میزان رطوبت و دمای خاک می‌تواند در تولید عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم بسیار مؤثر واقع شود (کرویسانت و همکاران، ۱۹۹۸: ۵۱٦). نتایج پژوهش‌های انجام گرفته بر روی محصولات مختلف در روسیه نشان می‌دهد که عواملی نظیر بارندگی و هم‌چنین درجه حرارت‌های بالاتر از حد بهینه از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تشکیل سطح برگ و عملکرد گیاهان از جمله ارقام مختلف گندم بوده است (کافی و همکاران، ۱۳۷۹: ۳۱) و با افزایش میزان بارندگی و دما، میزان عملکرد گندم دیم نیز افزایش نشان خواهد داد (سجادی، ۱۳٦۱: ۳۳، کافی و همکاران، ۱۳۷۹: ۳۱). طلیعی (۱۳۷۸: ۷۰) به نقش بارش و درجه حرارت در شرایط دیم کرمانشاه و تاثیر آن بر عملکرد محصولات دیم با توجه به الگوی احتمال وقوع بارش پرداخت. مقادیر بارش و ارتفاع از شاخص‌های مؤثر در فرایند کشت گندم دیم محسوب می‌شوند. با انجام عملیات میدانی نشان داده شد که کشت گندم دیم تا ارتفاع ۲۲۰۰

[1]- Black, 1993
[2]- Kumar Das, 1997
[3]- Saradon $ Gianbelli, 1992
[4]- Croissant et al., 1998
[5]- Ren et al., 2008
[6]- Huang et al., 2004
7- Schillinger et al., 2008

Arrive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

متری استان اردبیل امکان‌پذیر می‌باشد و مناسب‌ترین محدوده کشت دیم، در ارتفاع ۱۵۰۰ الی ۱۷۰۰ متری می‌باشد (رسولی و همکاران، ۱۳۸٤: ۱۸۳).

تحلیل حساسیت مدل جامع

تحلیل حساسیت مدل بیانگر تاثیر تغییرات داده‌های ورودی بر داده‌های خروجی است. برای تعیین میزان حساسیت خروجی‌های مدل نسبت به داده‌های ورودی در سه حالت تغییر داده‌های ورودی به میزان ۱۰±، ۱۵± و ۲۵± و ثابت نگه‌داشتن بقیه پارامترها، میزان پارامتر خروجی (عملکرد) برآورد شد.

مقادیر ضریب حساسیت محاسبه شده برای تعدادی از پارامترهای ورودی مدل تابع تولید اقلیمی مناطق گرم استان لرستان در تولید گندم دیم، در جدول ٤ ارائه شده است.

جدول ٤- میزان ضریب حساسیت پارامترهای ورودی

	+٪۱۰	-٪۱۰	+٪۱۵	-٪۱۵	+٪۲۵	-٪۲۵
T_{min}	۱/۷٤	۱/۸۹	۰/۷۱	۱/۹٤	۱/٦٦	۲/۰۵
n	۰/۳۵	-۰/۲٦	۰/۵۷	-۰/۳٦	۱/۱۷	-۰/۵٤
P_{Winter}	-۰/۰٦	۰/۰٦	-۰/۰۸	۰/۰۹	-۰/۱٤	۰/۱٦
P_{First}	-۰/۰۸	۰/۰۸	-۰/۱۱	۰/۱۳	-۰/۱۸	۰/۲۳
P_{Late}	۰/۰۷	-۰/۰۷	۰/۱۱	-۰/۱	۰/۲	-۰/۱٦
$T_{min-abs}$	-۰/۰٤	۰/۰٤	-۰/۰٦	۰/۰۷	-۰/۱	۰/۱۱
P_{Aban}	-۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۰۷	-۰/۱۱	۰/۱۲
P_{Azar}	-۰/۰۲	۰/۰۲	-۰/۰۲	۰/۰۳	-۰/۰٤	۰/۰٤
P_{Day}	۰/۰۳	-۰/۰۳	۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۰۸	-۰/۰۸
$P_{Far.}$	-۰/۰۳	۰/۰۳	-۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۰۸	۰/۰۸
$P_{Ord.}$	-۰/۰۲	۰/۰۲	-۰/۰۳	۰/۰۳	-۰/۰٦	۰/۰٦
$T_{max-far.}$	۰/۱۸	-۰/۱۵	۰/۲۹	-۰/۲۲	۰/۵۳	-۰/۳٤

دامنه تغییرات ضریب حساسیت بدین صورت است که معادل صفر نشان دهنده عدم حساسیت، بین صفر و ۰/۳ حساسیت کم، بین ۰/۳ و ۱/۵ حساسیت متوسط و بیشتر از ۱/۵ حساسیت زیاد را بیان می‌کند (لیو و همکاران[1]، ۲۰۰۷: ۳۵٦۷). بنابراین، با توجه به جدول ٤، نتایج نشان می‌دهد که حساس‌ترین پارامتر اقلیمی درجه حرارت حداقل است و پارامترهای ساعات آفتابی و دمای حداکثر فروردین دارای حساسیت متوسط هستند و بقیه پارامترها دارای حساسیت کم هستند.

کارآیی مدل تابع تولید اقلیمی

برای بررسی کارآیی توابع تولید محلی و منطقه‌ای (اقلیمی) نتیجه عملکرد واقعی و عملکرد پیش‌بینی شده با مدل‌ها، میزان و درصد اختلاف مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی در جدول ۵ نشان داده شده است.

هر دو سری مدل‌ها از قابلیت بالایی در تخمین عملکرد برخوردار بوده و می‌توانند به کار گرفته شوند، اما کارایی و پیش‌بینی عملکرد مدل جامع به مراتب بیشتر و به واقعیت نزدیک‌تر است. مدل‌های محلی نیاز به داده‌های ورودی کم‌تری داشته ولی مدل منطقه‌ای نیازمند داده‌های اقلیمی بیشتری است. خط ۱:۱ برای مقادیر واقعی عملکرد و مقادیر برآورد شده با مدل اقلیمی تابع تولید در شکل ۱ نشان داده شده است.

[1]- Liu et al., 2007

Arhive of SID

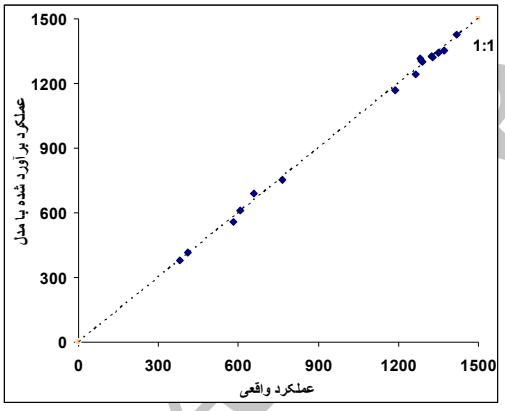
www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

جدول ۵- نتیجه کاربرد مدل محلی و مدل جامع تولید گندم برای شهرستان‌های مناطق گرم لرستان

سال زراعی	شهرستان	بارش (میلی‌متر)	عملکرد واقعی (kg/ha)	بهره‌وری بارش (kg/m3)	بر مبنای مدل محلی			بر مبنای مدل مناطق گرم استان		
					عملکرد برآورد شده (kg/ha)	اختلاف عملکرد برآورد شده از واقعی (kg/ha)	درصد خطای نسبی	عملکرد برآورد شده (kg/ha)	اختلاف عملکرد برآورد شده از واقعی (kg/ha)	درصد خطای نسبی
۱۳۷۷-۷۸	کوهدشت	۲۵۵	٤۱۰	۰/۱٦	٤٦۸	-۵۸	-۱٤	٤۱۸	-۸	-۱/۹
۱۳۷۸-۷۹	کوهدشت	۲٦۵	٦۰۵	۰/۲۳	٦۲۲	-۱۷	-۳	٦۱۰	-۵	-۰/۸
۱۳۷۸-۸۰	کوهدشت	۵۳٦	۷٦۵	۰/۱٤	۸۸۵	-۱۲۰	-۱٦	۷۵۲	۱۳	۱/۷
۱۳۸۰-۸۱	کوهدشت	۳۹۳	۱۲۸۵	۰/۳۳	۱۲۸۰	۵	۰	۱۳۰۵	-۲۰	-۱/٦
۱۳۸۱-۸۲	کوهدشت	۳۳٤	۱۳۷۰	۰/٤۱	۱۵۳۸	-۱٦۸	-۱۲	۱۳۵٤	۱٦	۱/۱
۱۳۸۲-۸۳	کوهدشت	٤۷۲	۱۳۳۰	۰/۲۸	۱۰۷۹	۲۵۱	۱۹	۱۳۲۰	۱۰	۰/۸
۱۳۸۳-۸٤	کوهدشت	٤۵۹	۱٤۲۰	۰/۳۱	۱۲۵٤	۱٦٦	۱۲	۱٤۲۹	-۹	-۰/٦
۱۳۸٤-۸۵	کوهدشت	٤٤۵	۱۳۵۰	۰/۳۰	۱٤۰۹	-۵۹	-٤	۱۳٤۲	۸	۰/٦
۱۳۷۷-۷۸	پلدختر	۲۳۳	۳۸۰	۰/۱٦	٤۰۱	-۲۱	-۵/٤	۳۷۹	۱	۰/٤
۱۳۷۸-۷۹	پلدختر	۲٦۸	۵۸۰	۰/۲۲	٦۹۵	-۱۱۵	-۱۹/۸	۵٦۰	۲۰	۳/٤
۱۳۷۸-۸۰	پلدختر	٤٦۵	٦٦۰	۰/۱٤	٦٤۱	۱۹	۲/۹	٦۸۷	-۲۷	-۱/٤
۱۳۸۰-۸۱	پلدختر	٤۱٤	۱۱۹۰	۰/۲۹	۱۲۷۳	-۸۳	-۷	۱۱۷۰	۲۰	۱/۷
۱۳۸۱-۸۲	پلدختر	۳٤٦	۱۲۸۲	۰/۳۷	۱۲۹۲	-۱۰	-۰/۸	۱۳۱۵	-۳۳	-۲/٦
۱۳۸۲-۸۳	پلدختر	٤٤۹	۱۲۹۲	۰/۲۹	۱۲۸۳	۹	۰/۷	۱۳۰۲	-۱۰	-۰/۸
۱۳۸۳-۸٤	پلدختر	۳۹۵	۱۳۲٤	۰/۳٤	۱۳۷۷	-۵۳	-٤	۱۳۲۵	-۱	-۰/۱
۱۳۸٤-۸۵	پلدختر	۳۷٦	۱۲٦۵	۰/۳٤	۱۰۱۲	۲۵۳	۲۰	۱۲٤۰	۲۵	۲

نکته قابل تاملی که در جدول ۵ وجود دارد میزان بهره‌وری بارش در این شهرستان‌ها طی ۸ سال زراعی است. بالاترین، کم‌ترین و میانگین بهره‌وری بارش به ترتیب ۰/٤۱۱، ۰/۱٤۲ و ۰/۲٦۹ کیلوگرم بر متر مکعب بارش است که میانگین آن حدود ۸ درصد از میانگین کشوری (۰/۲۹۲ کیلوگرم بر متر مکعب بارش) کم‌تر است. حداکثر، حداقل و میانگین عملکرد گندم به ترتیب ۱٤۲۰، ۳۸۰ و ۱۰۳۲ کیلوگرم در هکتار و بیشترین، کم‌ترین و متوسط بارش در این مدت و در این مناطق به ترتیب برابر ۵۳٦، ۲۳۳ و ۳۸۱ میلی متر گزارش گردید.



شکل ۱- خط ۱:۱ عملکرد واقعی گندم و عملکرد پیش‌بینی شده با مدل جامع مناطق گرم لرستان

برای این مشخص شود که آیا مدل برای دوره آماری خارج از دوره آماری استفاده شده برای استخراج تابع نیز قادر به برآورد مطلوب عملکرد است یا خیر؟ از داده‌های آماری سال زراعی ۸٦-۸۵ استفاده شد، نتیجه نشان داد که عملکرد برآورد شده با مدل به ترتیب ۱۲۵۵ و ۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، در

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

حالی که عملکرد واقعی در کوهدشت و پلدختر در این سال زراعی به ترتیب ۱۲۸۰ و ۱۳۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده بود، که اختلافی در حد ۲ تا ۷ درصد را نشان می‌دهد.

صحت‌سنجی کارایی مدل‌های محلی و مدل جامع

برای ارزیابی و صحت‌سنجی کارایی مدل‌های محلی و مدل مناطق گرم استان از مشخصه‌های آماره‌ای مختلفی استفاده شد. مشخصه‌های آماره‌ای به کار رفته برای برازش مدل با مقادیر واقعی عبارت بود از: میانگین خطای مطلق[1]، حداکثر خطای مطلق[2]، ریشه دوم خطای میانگین مربعات[3]، شاخص ویل‌موت[4] یا شاخص سازگاری (ویل‌موت[5]، ۱۹۸۲: ۱۳۰۹) و کارایی مدل[6] (لوآگو و گرین[7]، ۱۹۹۱).

$$EF = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \overline{O})^2 - \sum_{i=1}^{n}(O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \overline{O})^2} \qquad (٦)$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|O_i - P_i| \qquad (٧)$$

$$MAXE = MAX\left(|O_i - P_i|\right)_{i=1}^{n} \qquad (٨)$$

$$RMSE\ (\%) = \left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - P_i)^2}{n}}\right) * 100 \ / \overline{O} \qquad (٩)$$

$$D = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(|O_i - \overline{O}| + |P_i - \overline{O}|\right)^2} \qquad (١٠)$$

مشخصه RMSE مقادیر کلی یا میانگین انحراف مقادیر شبیه‌سازی شده از مقادیر اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد که نشان دهنده عدم اطمینان مطلق مدل می‌باشد. هرچه RMSE به صفر نزدیک‌تر باشد، عملکرد شبیه‌سازی مدل بهتر است. مشخصه d یک پارامتر توصیفی است که مقدار آن از ∞- تا ۱+ تغییر می‌کند (ایتزینگر و همکاران[8]، ۲۰۰٤: ۲۲۳، سینگ و همکاران[9]، ۲۰۰۸: ۷۷٦). مقدار زیاد MAXE نشانگر بدترین حالت کارکرد مدل است. آنالیز شاخص‌های آماری در جدول ٦ ارائه شده است. مقدار شاخص سازگاری (d) نزدیک ۱ است که نشان از سازگاری مدل در عملکرد پیش‌بینی شده با عملکرد واقعی دارد. ماکزیمم خطا (MAXE) نشان می‌دهد که مدل‌های جامع از قابلیت بالایی در برآورد عملکرد دارد و با توجه به مقدار RMSE، حاکی از سازگاری بالای تابع تولید ایجاد شده است. در حالی که ماکزیمم خطا در تابع تولید تولید شده برای کوهدشت و پلدختر به ترتیب ۲۵۱ و ۲۵۳ کیلوگرم در هکتار است، ماکزیمم خطا در تابع تولید تولید شده برای مناطق گرم فقط ۳۳ کیلوگرم است و میزان خطای آن فقط در حد ۱/٦ درصد است که برآورد بسیار مناسب به شما می‌رود.

رابطه حاصل از رابطه بارش- عملکرد گندم و بارش – بهره‌وری بارش در مناطق گرم استان لرستان غیرخطی است و نشان‌دهنده این واقعیت است که با افزایش بارش، عملکرد تا حدی افزایش خواهد یافت و با افزایش بارش با کاهش عملکرد و به تبع آن کاهش بهره‌وری بارش مواجه خواهد شد (شکل ۲). نکته‌ای که در این تحلیل وجود دارد این است که مقدار بارش به پراکنش آن نیز مرتبط خواهد بود و ممکن است وقوع بارش در زمان رشد کامل سبزینه‌ای منجر به ورس (خوابیدگی) محصول و در نتیجه افت عملکرد شود. بارش زیاد هم‌چنین ممکن است با شستشوی مواد مغذی سبب فقر غذایی و مواد کودی

[1]- Mean absolute error=MAE
[2]- Maximum absolute error=MAXE
[3]- Root mean square error=RMSE
[4]- Index of agreement=d
[5]- Willmot, 1982
[6]- Efficiency=EF
[7]- Loague & Green, 1991
[8]- Eitzinger et al., 2004
[9]- Singh et al., 2008

Arhive of SID

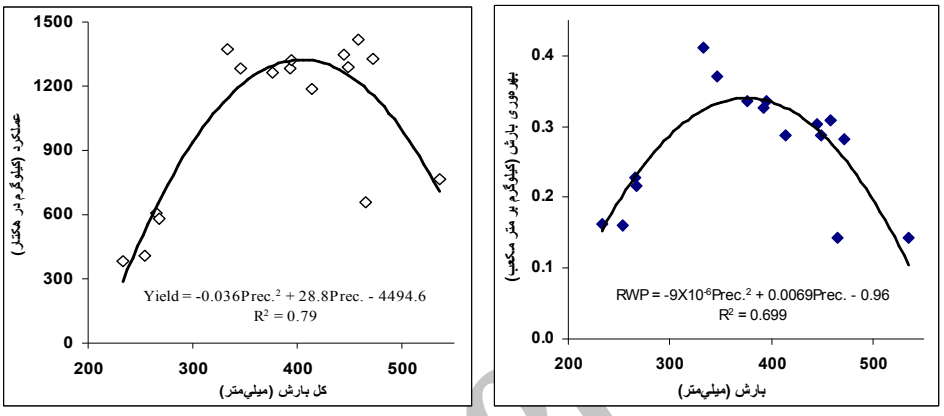
www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

در خاک شده و رشد گیاه را علیرغم مهیا بودن رطوبت محدود کند. بنابراین، توجه به مقدار و پراکنش بارش به صورت توامان و تنظیم مدیریت زراعی متناسب با آن می‌تواند در بهبود عملکرد موثر باشد.

جدول ٦-مقدار شاخص‌های آماری برای تعیین درجه اعتماد مدل‌های محلی و مدل مناطق گرم استان

سال	D	EF	MAE	MAXE	RMSE (%)
کوهدشت	۰/۹٦٦	۰/۸٦۱	۱۰۵/٤	۲۵۱	۱۲/٤
پلدختر	۰/۹۷۸	۰/۹۰۹	۷۰/٤	۲۵۳	۱۰/۵
مدل جامع	۰/۹۹۹	۰/۹۹۸	۱٤	۳۳	۱/٦



شکل ۲- رابطه بین بارش سالیانه با عملکرد بهره‌وری بارش گندم دیم در مناطق گرم استان لرستان

در توابع محلی تولید اقلیمی گندم دیم مناطق گرم، پارامتر ساعات آفتابی با اثر منفی و معنی‌دار خودنمایی می‌کند که حائز اهمیت و توجه است. با توجه به مقادیر بهره‌وری بارش در مناطق گرم نشان داده می‌شود که در این مناطق، بهره‌وری بارش از متوسط کشوری کم‌تر است علت آن ضعف مدیریت بارش است که سبب شده تولید متناسب با بارش صورت نپذیرد. وجود رابطه درجه دوم غیر خطی بین بهره‌وری بارش – بارش در تولید گندم دیم مناطق سرد و نیمه سرد استان لرستان نیز مشاهده شد (توکلی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۱۲).

کمبود یا تنش رطوبتی برای گیاه زمانی اتفاق می‌افتد که تبخیر تعرق واقعی از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای استخراج آب از خاک بیشتر شود و این عامل باعث کاهش رشد اندام‌های هوایی و ریشه گندم و در نهایت افت عملکرد دانه آن خواهد شد (کافی و همکاران، ۱۳۷۹: ۳۱). اثرات تلفیقی هم‌سو و اثرات تلفیقی ناهم‌سو تعدادی از عوامل آب و هوایی از طریق یکدیگر بر روی عملکرد دانه مشخص گردیده است. در غلات دو عامل تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه، تعیین کننده عملکرد اقتصادی است که واکنش آنها نسبت به شرایط مختلف آب و هوایی بسیار سریع و حساس است (کافی و همکاران، ۱۳۷۹: ۳۱).

خاک‌های با ظرفیت نگهداری آب بیشتر، در کاهش اثرات خشکی و حفظ سطح مطلوب عملکرد محصولات، مفیدتر و مؤثرتر خواهند بود. با افزایش دمای هوا و تغییرات بارش، آب قابل دسترس و

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

عملکـرد محصـول کـاهش خواهنـد یافـت (کنـگ و همکـاران[1]، ۲۰۰۹: ۱۰۵). فیضـی‌اصـل و همکـاران (۱۳۸۹: ۱) نشان دادند که در رگرسیون سـاده، از بـین کل عوامل مورد مطالعـه تنهـا بـین دو عامـل متوسـط رطوبت نسبی هوا و مجموع بارندگی سـال زراعـی بـا عملکرد دانه رابطه معنی‌دار از لحاظ آمـاری در سـطح احتمـال ۱ درصـد وجـود داشـت. بارنـدگی و درجـه حرارت از جمله دو عامـل بسـیار مهـم آب و هـوایی هستند که به طور مسـتقیم یـا غیـر مسـتقیم، از طریـق تحت تأثیر قـرار دادن میـزان رطوبـت و دمـای خـاک می‌توانند در تولید عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم بسیار مؤثر واقع شوند. بنابراین، این دو عامل به غیر از تحت تأثیر قرار دادن اندام‌های رویشی و زایشی گندم، بر رشد و نمو ریشه این گیاه، میزان جذب آب و مواد غذایی و در نهایت عملکرد دانه گندم دیم مـؤثر واقـع می‌شوند (کرویزانت و همکاران[2]، ۱۹۹۸: ۵۱۶).

نتیجه‌گیری

در توابع تولید ایجاد شده نقش سـاعات آفتـابی حـائز اهمیت است. اگرچه مدل‌های محلی نیاز بـه داده‌هـای ورودی کم‌تری دارند و مدل منطقه‌ای نیازمند داده‌های اقلیمی بیشـتری اسـت (T_{min}, n, P_{Wimter}, P_{Start}, P_{End}, $T_{min-abs}$, P_{Aban}, P_{Azar}, P_{Day}, $P_{Far.}$, $P_{Ord.}$, $T_{max-far}$) امـا دقت برآورد مـدل اخیـر بـیش‌تـر اسـت. بـیش‌تـرین، کم‌ترین و میانگین بهره‌وری بارش بـه ترتیـب ۰/۴۱۱، ۰/۱۴۲ و ۰/۲۶۹ کیلوگرم بـر متـر مکعـب بـارش بـه دست آمد که میانگین آن حدود ۸ درصـد از میـانگین کشوری (۰/۲۹۲ کیلوگرم بر متر مکعب بارش) کم‌تـر است. نتایج نشـان داد کـه توابـع تولیـد اقلیمـی ابـزار مناسبی برای پـیش‌بینـی عملکـرد گنـدم دیـم بـوده و می‌تواند به مدیران و کشاورزی در فرآیند تصمیم‌گیری برای انجام فعالیت‌های زراعی دیم تحت شرایط تغییـر پارامترهای اقلیمی کمک نماید.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتـایج پـروژه تحقیقـاتی شـماره ۸۹۰۰۶-۱۵-۴۹-۴ است که بـا اعتبـارات و امکانـات موسسه تحقیقات کشـاورزی دیـم و مرکـز تحقیقـات کشاورزی استان سمنان (شاهرود) اجرا گردیـد، بـدین وسیله تشکر و قدردانی می شود.

منابع

توکلی، علیرضـا، لیاقـت، عبدالمجیـد، علیـزاده، امـین، اویس، طیب، پارسی‌نژاد، مسعود، (۱۳۸۹)، "بهبود بهره‌وری آب با بکارگیری مدیریت تلفیقی آبیـاری محدود و عملیات زراعی برتر در زراعـت غـلات دیـم"، رسـاله دکتـری گـروه مهندسـی آبیـاری و آبادانی دانشگاه تهران، ۲۱۲ص.

رسولی، علی‌اکبر.، قاسـمی‌گلعـذانی، کـاظم، سـبحانی، بهروز، (۱۳۸۴)، "نقش بارش و ارتفـاع در تعیـین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم بـا اسـتفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی مـورد مطالعـه: اسـتان اردبیل". مجله جغرافیا و توسعه: ۲۰۰-۱۸۳.

سجادی, اشرف‌السادات، (۱۳۶۱)، "فیزیولوژی رشـد و نمو گندم"، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشـریه شماره ۶۲۲. ۳۳ ص.

طلیعی، علی‌اشرف، (۱۳۷۸)، "گـزارش نهـایی الگـو و احتمالات ریزش بارندگی و تأثیر آن بـر عملکـرد دیمزارها"، انتشارات مرکـز تحقیقـات کشـاورزی کرمانشاه، ۷۰ص.

فیضی اصل، ولی، و ولیزاده، غلامرضـا، (۱۳۸۳)، "اثـر کاربرد توأم فسفر و روی در غلظت عناصر غذایی و عملکرد گندم دیـم رقـم سـرداری، Triticum"

[1]- Kang et al., 2009
[2] - Croissant et al., 1998

Arrive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

aestivum L، مجله علوم زراعی. جلد ٦، شماره ۳. (۲۳۸-۲۲۳).

فیضی‌اصل، ولی، جعفرزاده، جعفر، عبدالرحمنی، بهمن، موسوی، سید بهمن، کریمی، اسماعیل، (۱۳۸۹)، "مطالعه اثرات عوامل اقلیمی بر روی عملکرد گندم دیم رقم سرداری در منطقه مراغه": پژوهش‌های زراعی ایران، ۸(۱): (۱۱-۱).

کافی، محمد، گنجعلی، علی، نظامی، احمد، شریعتمداری، فرهاد، (۱۳۷۹)، "آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۱ صفحه.

Aldaya, MM, Allan, JA. and Hoekstr, AY. (2010), Strategic importance of green water in international crop trade. Ecological Economics, 69: 887–894.

Black, CA. (1993), Soil fertility evaluation and control. Lewis Publishers. USA.

Croissant, R.L., Peterson, GA., and Westfall, DG. 1998. Dryland Cropping Systems. Colorado State University, Cooperative Extension. Bulletin No. 0.516

Eitzinger, J. Trnka, M. Hösch, J. Žalud, Z. and of Dubrovský. M. (2004), Comparison CERES, WOFOST and SWAP models in water content during simulating soil growing season under diff erent soil Ecol. Modell. 171:223–246. conditions.

Huang, M. Gallichand, J. and Zhong, L. (2004), Water–yield relationships and optimal water management for winter wheat in the Loess Plateau of China. Irrig Sci, 23: 47–54

Kang, Y, Khan, Sh, and Ma, X. (2009), Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. Progress in Natural Science, 19: 1665–1674

Kumar Das, D. 1997. Introductory Soil Science. Kalyani Publishers, India.

Liu HF, Genard, M. Guichard, S. and Bertin, N. (2007), Model-assisted analysis of tomato fruit growth in relation to carbon and water fluxes. Journal of Experimental Botany 58(13): 3567-3580.

Loague, K. and Green, RE. (1991), Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. J. Contam.

Popper, D. E. and Popper, F. J. (1987), The Great Plains: from dust to dust. Planning (December): 1318.

Ren, J. Chen, Z. Zhou, Q. and Tang, H. (2008), Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong, China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 10: 403–413

Rosenzweig, C. and Reibsame, WE. (1989), Great Plains. p. 353-370. In: Lawson, M. P. and M. E. Baker (Eds.). The Great Plains: Perspectives and Prospects. Lincoln: University of Nebraska Press.

Saradon, SJ. and Gianibelli, MC. (1992), Effect of foliar spraying of urea during or after anthesis on dry matter and nitrogen accumulation in the grain of two wheat cultivars of T. aestivum L. Fer. Res. 31: 79-84

Schillinger, WF, Schofstoll, SE, and Alldredge, JR. (2008), Available water and wheat grain yield relations in a Mediterranean climate. Field Crops Research, 109: 45–49

Singh, AK. Tripathy, R. and Chopra, UK. and Wheat (2008), Evaluation of CERES CropSyst models for water—Nitrogen crop. Agric. Water interactions in wheat Manage. 95:776–786.

Tavakoli, AR. Oweis, T. Ashrafi, Sh. Asadi, H. Siadat, H. and Liaghat, A. (2010), Improving rainwater productivity with supplemental irrigation in upper Karkheh river basin of Iran. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, 123pp.

Willmott, CJ. (1982), Some comments on the evaluation of model performance. Bull. Meteorol. Soc. 63:1309–1313.

Worster, D. (1979), Dust Bowl: The Southern Great Plains in the 1930. New York: Oxford University Press.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

Geography and Environmental Planning Journal
24th Year, Vol. 52, No.4, Winter 2014
ISSN (Online): 2252-0848
ISSN (Print): 2008-5354
http://uijs.ui.ac.ir/gep

The role of Climate Parameters on Wheat Yield at Rainfed Regions of Kohdasht and Poldokhtar of Lorestan Province

A.R., Tavakoli, A., Liaghat, Z., Akbari
Received: September 21, 2011/ Accepted: June 9, 2012, 1-4 P

Arrive of SID

Extended Abstract

1- Introduction

Crop growth and production at rainfed systems is related to climate parameters changes. Climate parameters changes influenced Crop growth and its production at rainfed systems. Assessing the effective parameters and planning for their managing and or arranging agronomic activity with those trend changes, which result to improving production baseline and prediction for future. Precipitation and temperature are more important climate factors, which influence crop growth and production. Assessment the components of these factors, lead to improving grain yield and rain water productivity.

Author(s)

A.R. Tavakoli (✉)
Assistant professor of Agricultural Engineering Research section, Agricultural Research Center of Semnan Province (Shahrood), Shahrood, Iran, Corresponding author. E-mail address: art.tavakoli@gmail.com
A. Liaghat
Professor of Irrigation and Reclamation Engineering Department, University of Tehran, Karaj, Iran
Z. Akbari
Meteorological Organization in Lorestan Province, Khoram Abad, Lorestan, Iran

2- Methodology

In order to estimation of climate-yield production functions, analyzed eight crop seasons data (1998-2006) of 25 climate parameters and rainfed wheat grain yields of two warm regions of Lorestan province including Kohdasht and Poldokhtar. By path analysis method separated correlation coefficient to direct and indirect effects. Statistical indicators such as mean absolute error, maximum absolute error, root mean square error, index of agreement and efficiency were used for evaluation climate models. Relationship between precipitation – yield and precipitation – water productivity, determined for this area.

3– Discussion

Results showed that in local and common models of production functions, the role of sunshine is very important. Sunshine influenced relative humidity and air temperature, and then affected on yield and rain water productivity. The local models

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

necessary small input data but common model need more input data (T_{min}, n, P_{Wimter}, P_{Start}, P_{End}, $T_{min-abs}$, P_{Aban}, P_{Azar}, P_{Day}, P_{Far}, P_{Ord}, $T_{max-far.}$). Statistical indicators amounts, showed that, the climate models were suitable to yield predict at these regions. Rain water productivity of all regions determined for eight crop seasons, and amounts of maximum, minimum and average of rain water productivity were 0.411, 0.142 and 0.269 kg per cubic precipitation, which its average was 8 percent lower than national average (0.292 $kg.m^{-3}$).

4– Conclusion

We conducted the climate-yield models are useful tools to predict rainfed wheat yield and so to assist managers and farmers for making decisions in rainfed agronomic activity under climate parameters changes.

Key words: Rain water productivity, climate model, Path analysis, sunshine, Climate parameters

References

Aldaya, MM, Allan, JA, and Hoekstr, AY. (2010), Strategic importance of green water in international crop trade. Ecological Economics, 69: 887–894.

Black, CA. (1993), Soil fertility evaluation and control. Lewis Publishers. USA.

Croissant, RL, Peterson, GA, and Westfall, DG. 1998. Dryland Cropping Systems. Colorado State University, Cooperative Extension. Bulletin No. 0.516

Eitzinger, J, Trnka, M, Hösch, J, Žalud, Z, and Dubrovský, M. (2004), Comparison of CERES, WOFOST and SWAP models in simulating soil water content during growing season under diff erent soil conditions. Ecol. Modell. 171:223–246.

Feiziasl, V, and Valizadeh, Gh. (2004), Effects of phosphorous and zinc fertilizer application on nutrient concentrations in plant and grain yield in CV. Sardari "Triticum Aestivum" under dryland conditions. Iranian J. of Crop Sciences, 6(3): 223-238. (in Farsi)

Feiziasl, V, Jafarzadeh, J, Abdolrahmani, B, Mousavi, SB, and Karimi, E. (2010), Study effects of climate parameters on grain yield of rainfed wheat (Sardari cultivar) at Maragheh region. Iranian J. of Field Crops Research, 8(1): 1-11. (in Farsi)

Huang, M, Gallichand, J, and Zhong, L. (2004), Water–yield relationships and optimal water management for winter wheat in the Loess Plateau of China. Irrig Sci, 23: 47–54

Kafi, M, Ganj-Ali, A, Nezami, A, and Shariatmadari, F, (2000), Climate and crop yield. Jahad e Daneshgahi Mashhad press, 31pp. (in Farsi)

Kang, Y, Khan, Sh, and Ma, X. (2009), Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. Progress in Natural Science, 19: 1665–1674

Kumar Das, D. (1997), Introductory Soil Science. Kalyani Publishers, India.

Liu HF, Genard, M. Guichard, S. and Bertin, N. (2007), Model-assisted analysis of tomato fruit growth in relation to carbon and water fluxes. Journal of Experimental Botany 58(13): 3567-3580.

Loague, K, and Green, RE. (1991), Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. J. Contam.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

Popper, DE, and Popper, FJ. (1987), The Great Plains: from dust to dust. Planning (December): 1318.

Rasouli, AA, Ghasemi Golozani, K, and Sobhani, B. (2005), The role of rainfall and elevation on determining suitable areas for rainfed wheat using Geographic Information Systems, case study: Ardabil province. Joghrafi va Tosee, 3(5): 183-199. (in Farsi)

Ren, J, Chen, Z, Zhou, Q, and Tang, H. (2008), Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong, China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 10: 403–413

Rosenzweig, C, and Reibsame, WE. (1989), Great Plains. p. 353-370. In: Lawson, M. P. and M. E. Baker (Eds.). The Great Plains: Perspectives and Prospects. Lincoln: University of Nebraska Press.

Sajadi, A. (1982), Growth physiologic of wheat. Soil and Water Research Institute, paper No 622, 33p. (in Farsi)

Saradon, SJ. and Gianibelli, MC. (1992), Effect of foliar spraying of urea during or after anthesis on dry matter and nitrogen accumulation in the grain of two wheat cultivars of T. aestivum L. Fer .Res. 31: 79-84

Schillinger, WF, Schofstoll, SE, and Alldredge, JR. (2008), Available water and wheat grain yield relations in a Mediterranean climate. Field Crops Research, 109: 45–49

Singh, AK. Tripathy, R. and Chopra, UK. (2008), Evaluation of CERES Wheat and CropSyst models for water—Nitrogen interactions in wheat crop. Agric. Water Manage. 95:776–786.

Taliei, AA. (1999), Final report of pattern and probability of rainfall and its effects on rainfed crops yields. Kermanshah Agricultural Research Center, 70p. (in Farsi)

Tavakoli, AR, Liaghat, A, Alizadeh, A, Oweis, T, and Parsinejad, M. (2010), Improvement of Water Productivity by Conjunctive Management of limited Irrigation and Advanced Agronomic Practices in Rainfed Cereals Farming Areas. PhD thesis, Irrigation and Reclamation Engineering Department, University of Tehran, 212pp. (in Farsi)

Tavakoli, AR. Oweis, T, Ashrafi, Sh. Asadi, H, Siadat, H, and Liaghat, A. (2010), Improving rainwater productivity with supplemental irrigation in upper Karkheh river basin of Iran. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, 123pp.

Willmott, CJ. (1982), Some comments on the evaluation of model performance. Bull. Meteorol. Soc. 63:1309–1313.

Worster, D. (1979), Dust Bowl: The Southern Great Plains in the 1930. New York: Oxford University Press.

Archive of SID

www.SID.ir