نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 4، جلد 10، مهر - آبان 1395، ص. 498-489

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 10, Sept.-Oct. 2016, p. 489-498

تحلیل اثرات تقویم کشت بر نیاز آبی گندم در استان سیستان و بلوچستان در شرایط تغییر اقلیم

محمد جهانتیغ[1]، فاطمه کاراندیش[2*]، معصومه دلبری[3]

تاریخ دریافت: 1395/3/31 تاریخ پذیرش: 1395/8/5

چکیده

افزایش گرمایش جهانی یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی در جهان امروز است که با تاثیر بر فیزیولوژی گیاه، توازن آب خاک و تامین نیاز آبی از آبِ سبز و آبی می‌تواند عملکرد گیاه را متأثر سازد. تحت چنین شرایطی، دست‌یابی به امنیت آب و غذا نیازمند استفاده‌ی بهینه از منابع آب موجود و حفظ عملکرد گیاه در دوره‌های آتی می‌باشد. از آن‌جایی که گندم و فرآورده‌های آن مهم‌ترین سهم را در رژیم غذایی مردم جهان دارد، در این پژوهش تاثیر تغییر اقلیم بر تقویم کشت گندم و نیاز آبی آن در استان سیستان و بلوچستان مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین تاثیر مدیریت در تاریخ کاشت بر کاهش اثرات منفی این پدیده‌ی جهانی بررسی شد. پس از واسنجی و صحت‌سنجی مدل LARS-WG، مولفه‌های اقلیمی شش ایستگاه هواشناسی زابل، زاهدان، ایرانشهر، سراوان، خاش و چابهار تحت سه سناریوی A1B، A2 و B1 در مدل HADCM3 تا سال 2100 ریزمقیاس شدند. با تعیین بازه‌های مناسب برای کاشت وطول دوره‌های رشد اولیه، سریع، میانی و انتهایی با استفاده دماهای کاردینال و ضریب درجه-روز رشد، نیاز آبی گیاه بدست آمد. تغییر اقلیم به دلیل افزایش معنی‌دار دما، طول دوره‌ی رشد در مراحل مختلف را بین یک تا 20 روز کاهش می‌دهد که این مساله باعث کاهش نیاز آبی گندم بین 0/03-42/7 درصد خواهد شد. اگرچه به تعویق انداختن زمان کاشت در شرایطِ تغییراقلیم، طول فصل کشت را بین 12 تا 25 روز کاهش می‌دهد، اما نیاز آبی را بین 1/27 تا 778 مترمکعب در هکتار افزایش خواهد داد. براساس نتایج، مدیریت تقویم کشت گندم راه‌کاری موثر برای دستیابی به کشاورزی پایدار در اقلیم آینده استان سیستان و بلوچستان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تقویم کشت، کشاورزی پایدار، گرمایش جهانی، گندم، مدل LARS-WG، مدل HADCM3

مقدمه

در حد فاصل سال‌های 1880 تا 2012، دمای کره‌ی زمین 0/65 تا 1/06 درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش یافت (IPCC, 2014). افزایش گرمایش جهانی می‌تواند به واسطه افزایش دما اثرات منفی بر رشد گیاه و توسعه‌ی آن داشته باشد زیرا دما یکی از مولفه‌های مهم و اساسی در زندگی گیاه می‌باشد (Luo, 2011). دما بر طول دوره‌ی رشد، میزان عملکرد محصول و کیفیت آن موثر است.نیاز آبی گیاه نیز می‌تواند از یک سو، به دلیل تغییر مولفه‌های اقلیمی و از سوی دیگر به دلیل متاثر بودن آن از طول دوره‌ی رشد و عملکرد محصول، در نتیجه تغییر اقلیم افزایش و یا کاهش داشته باشد. به عنوان مثال، افزایش شرایط خشکی در نتیجه‌ی افزایش دما و تغییر طول دوره‌ی رشد گیاه در نتیجه‌ی تغییرات زمانی و مکانی بارش از جمله عوامل اقلیمی موثر بر تغییر نیاز آبی گیاه می‌باشند (Tao et al., 2003; Zhang et al., 2013).

نیاز آبی گیاه نقشی مهم و اساسی در برنامه‌ریزی مصرف آب در بخش کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده دارد. سهم بالای نیاز آبی گیاه در چرخه هیدرولوژیکی آب باعث می‌شود تا تغییراقلیم تهدیدی برای تشدید بحران جهانیِ آب محسوب شود. از سویی دیگر، وجود یک ارتباط مستقیم بین میزان عملکرد محصول و نیاز آبی گیاه (Karandish et al., 2016)، تهدید امنیت غذایی را نیز در شرایط تغییر مولفه‌های اقلیمی به همراه خواهد داشت. این در حالی است که افزایش جمعیت جهان به مرز 9/2 میلیاردنفر در سال 2050 (Chapagain and Tickner 2012) و تشدید نیاز به مصرف آب بیش‌تر جهت تولید غذای مورد نیاز این جمعیت رو به رشد، لزوم اخذ تدابیری در راستای کاهش اثرات منفی این پدیده‌ی طبیعی بر امنیت غذایی و کاهش بحران جهانی آب را مشهودتر می‌سازد. مرور تحقیقات انجام شده، نشان‌دهنده اثرات متفاوت تغییر اقلیم بر نیاز آب آبیاری محصولات و مناطق مختلف می‌باشد. افزایشِ 20-15 درصد در نیاز آبیاری فصلی در اسپانیا (Rodriguez Diaz et al. 2007) و

1- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل
2- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل
3- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: (Email: F.Karandish@uoz.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

حوزه رودخانه آرکانزاس (Elgaali et al., 2007) و افزایش نیاز آبیاری گندم به علت کاهش بارندگی درترکیه (Yano et al. 2007) شواهدی بر این مدعا هستند.بررسی تغییرات نیاز آبی اراضی شالیزاری در اثر تغییر اقلیم در سریلانکا نشان‌دهنده 13 تا 23 افزایش نیاز آب آبیاری در سناریوهای مختلف اقلیمی می‌باشد (de-Silva et al. 2007). با این وجود، گزارش شد در اثر تغییر اقلیم در منطقه‌ای در میانمار، نیاز آبی برنج تحت سناریوی مختلف اقلیمی کاهش خواهد یافت (Shrestha, 2014). عزیزی و روشنی (1388) به بررسی تغییر اقلیم روی دما و تقویم زراعی برنج در گیلان پرداختند و نشان دادند که دما در حال افزایش است و این افزایش دما موجب جابجایی فصلی و تقویم زراعی می‌شود. برخی محققان دیگر نیز تغییر معنی‌دار تقویم کشت و نیاز آبی گندم، کاساوا، نخودفرنگی، برنج، ذرت و سورگوم را در نتیجه‌ی وقوع تغییراقلیم گزارش کردند (Waha et al., 2013; Yegbemey et al., 2013; Tingem et al., 2008).

برخی محققان بر این باورند که سازگاری یکی از سیاست‌های کارآمد در مواجهه با چنین پدیده‌های طبیعی بوده (Adger et al., 2003; Kurukulasuriya, 2006) و عدم تطابق با شرایط اقلیمی جدید ضررهای اقتصادی بی‌شماری را برای زارعان به همراه خواهد داشت (Mendelsohn et al., 1994). تغییر در تاریخ اعمال مدیریت‌های زراعی مانند تاریخ کاشت و برداشت یکی از معمول‌ترین راهکارهایی است که در چنین شرایطی پیشنهاد می‌شود (Gnangle et al., 2012; Yegbemey et al., 2013). با این وجود، اطمینان از کارآمد بودن چنین روش‌هایی نیازمند تحلیل دقیق اثرات احتمالی آن‌ها بر نیاز آبی و عملکرد گیاه در شرایط تغییر مولفه‌های اقلیمی می‌باشد. به همین منظور در این پژوهش، به بررسی تاثیر تغییراقلیم و مدیریت کشت گندم با تغییر تاریخ کاشت بر طول دوره‌ی رشد و نیاز آبی گیاه گندم در استان سیستان و بلوچستان، به عنوان پهناورترین استان ایران، پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه و داده‌های مورد نیاز

این پژوهش در استان سیستان و بلوچستان صورت گرفت. این استان در محدوده جغرافیایی 25 درجه و 3 دقیقه تا 31 درجه و 9 دقیقه عرض شمالی و 58 درجه و 49 دقیقه تا 63 درجه و 20 دقیقه طول شرقی قرار داشته و باوسعتی معادل181785کیلومترمربع، پهناورترین استان کشور می‌باشد. میانگین 50 ساله بارش، حداقل و حداکثر دمای استان به ترتیب برابر با 50 میلی‌متر، 12 و 40 درجه سانتی‌گراد بوده و اقلیم حاکم بر استان از نظر طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، بیابانی می‌باشد. آمار 30 ساله‌ی داده‌های هواشناسی در دوره‌ی پایه (1981-2010) در شش ایستگاه سینوپتیک در شهرستان‌های زابل، زاهدان، چابهار، ایرانشهر، خاش و سراوان جمع‌آور شد و پس از بررسی همگنی و نرمال‌بودن آن‌ها، در تحلیل اثرات تغییراقلیم بر کشت گندم استفاده شد.

تولید داده‌های هواشناسی تا سال 2100

به منظور ریزمقیاس‌نمایی داده‌های بزرگ مقیاس در خروجی مدل‌های گردش عمومی جوGCM، از مدل LARS-WGاستفاده شد(Reddy et al., 2014). فرآیند تولید داده‌ها در مدل مذکور شامل سه بخش واسنجی، صحت‌سنجی و شبیه‌سازی می‌باشد. برای انجام دو مرحله‌ی اول، آمار 30 ساله تابش، دمای حداقل، دمای حداکثر و بارش در ایستگاه‌های منتخب وارد مدل شده و با مقایسه‌ی مقادیر مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده بر اساس معیارهای ارزیابی، صحت مدل در ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. بعد از آن، با استفاده از مدل HadCM3و تحت سناریوهای A1B، A2 و B1، شبیه‌سازی مولفه‌های اقلیمی دما و بارش طی سه دوره سی ساله 2040-2011، 2070-2041 و 2100-2071 انجام شد.

تعیین تقویم کشت

بر اساس محدوده دمایی مناسب برای کشت گندم، بازه‌ی زمانی مشترک برای کاشت در دوره‌ی پایه و سه دوره‌ی زمانی در آینده در سناریوهای منتخب تعیین شد. سپس، در هر ایستگاه، تاریخ‌های کاشت هر 14 روز یک‌بار از ابتدای بازه‌ی مشترک در نظر گرفته شد. در نهایت، طول دوره‌ی رشد گیاه بر اساس مجموع درجه-روز(GDD) لازم برای رسیدن به مرحله‌ی رسیدگی فیزیولوژیکی محاسبه شد(Sandhu et al., 2013). بدین منظور، دمای آستانه و دمای حداکثر برای گیاه گندم به‌ترتیب 4 و 26 درجه‌ی سانتی‌گراد درنظر گرفته شد (رضایی و همکاران، 1387).

برآورد نیاز آبی گیاه

تبخیر-تعرق واقعی گیاه از حاصل‌ضرب نیاز آبی پتانسیل در ضرایب گیاهی برای هر یک از مراحل چهارگانه‌ی رشد در طول فصل کشت گندم محاسبه شد. طول مراحل مختلف رشد بر اساس نسبت-های بدست آمده از مقادیر پیشنهادی در گزارش شماره‌ی 56 فائو تعیین ضرایب گیاهی برای مرحله‌ی رشد اولیه و میانی و در انتهای فصل رشد به ترتیب برابر با 0/3، 1/15 و 0/4 در نظر گرفته شد (Allen et al., 1998). میزان تبخیر-تعرق پتانسیل در طول دوره‌ی پایه بر اساس رابطه‌ی فائو پنمن-مانتیث برآورد شد. از آنجایی‌که امکان برآورد تمام متغیرهای مورد نیاز در این معادله هم‌چون، فشار بخار اشباع و واقعی، رطوبت نسبی و باد تا سال 2100 با استفاده از مدل LARS-WG وجود ندارد، بنابراین قابلیت مدل‌های هارگریوز-

Archive of SID

www.SID.ir

سامانی (Hargreaves and Samani., 1985)، رگرسیون خطی و سیستم استنتاج عصبی-فازی(ANFIS) برای تخمین تبخیر-تعرق پتانسیل در مقایسه با رابطه‌ی فائو پنمن-مانتیث ارزیابی شد. پس از تعیین روشی با دقت بالاتر، ابتدا مقادیر تبخیر-تعرق پتانسیل روزانه و سپس، مقادیر نیاز آبی گیاه برای هر دوره در سناریوهای منتخب، محاسبه شد.

معیارهای ارزیابی

کارآیی مدل LARS-WG در شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی و قابلیت معادلات تجربی و سیستم استنتاج عصبی-فازی در تخمین تبخیر-تعرق پتانسیل بر اساس آماره‌های مجموع مجذور مربعات خطا (SSE) (Reddy et al., 2014)، ضریب کارآییِ مدل(EF) (Nash and Sautcliffe, 1970) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) (Wang et al., 2006) ارزیابی شد.

نتایج و بحث

واسنجی و صحت‌سنجی مدل ریزمقیاس‌ساز

نتایج ارزیابی مدل LARS-WG در جدول 1 ارایه شد. نتایج آزمون t حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بین داده‌های مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده‌ی بارش و دما در شش ایستگاه سینوپتیک منتخب در سطح پنج درصد می‌باشد. همچنین، محدوده‌ی تغییرات RMSE(1/96-5/35mm برای بارش، 0/15-0/34°C برای دمای حداقل و 0/21-0/39°C برای دمای حداکثر) و ضریب کارآیی نزدیک به یک، کارآمد بودن این مدل را در تولید داده‌ها اقلیمی نشان می‌دهد که این یافته با نتایج پژوهش‌های پیشین مطابقت دارد (Reddy et al., 2014; Zhang et al., 2013).

جدول 1- نتایج ارزیابی مدل LARSWG در تولید مولفه‌های اقلیمی در استان سیستان و بلوچستان

نام ایستگاه‌ها	بارش			دمای حداقل			دمای حداکثر		
	EF	RMSE	SSE	EF	RMSE	SSE	EF	RMSE	SSE
ایرانشهر	62/48	5/19	295/87	99/88	0/28	0/87	99/87	0/30	0/99
چابهار	75/16	5/35	314/82	99/89	0/15	0/26	99/57	0/21	0/52
خاش	87/99	4/99	274/44	99/87	0/25	0/72	99/89	0/27	0/81
سراوان	85/91	2/45	65/75	99/90	0/23	0/62	99/88	0/27	0/81
زابل	88/57	1/96	42/11	99/94	0/22	0/53	99/83	0/39	1/75
زاهدان	86/44	2/15	51/09	99/76	0/34	1/28	99/89	0/27	0/80

نتایجِ ارزیابی مدل‌های منتخب در برآورد تبخیر-تعرق پتانسیل در جدول 2 نشان می‌دهد که مدل رگرسیون با استفاده از داده‌های دمای میانگین به عنوان ورودی، با مقادیر RMSE برابر با 0/76-0/34 میلی‌مترو ضریب کارایی مدل 0/95-0/67، بیش‌ترین دقت را در برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع در دوره‌ی پایه (1981-2010) داشت. بنابراین از این روش برای تخمین تبخیر-تعرق مرجع تا سال 2100 استفاده شد.

جدول 2- ارزیابی روش‌های برآورد تبخیر-تعرق مرجع در دوره‌ی پایه (1981-2010)

نام ایستگاه	هارگریوز-سامانی		پرستلی-تیلور		ANFIS				رگرسیون					
					آموزش		آزمون		دمای میانگین		دمای حداکثر		دمای حداقل	
	EF	RMSE	EF	RMSE	EF	RMSE	EF	RMSE	EF	RMSE	EF	RMSE	EF	RMSE
چابهار	0/26	4/28	0/69	1/61	0/29	1/18	0/32	1/14	0/67	0/34	0/66	0/34	0/65	0/35
خاش	0/66	9/04	0/55	1/96	0/68	2/10	0/67	2/11	0/92	0/76	0/92	0/78	0/92	0/76
ایرانشهرر	0/59	6/00	0/51	2/42	0/59	2/83	0/59	2/84	0/94	0/72	0/94	0/77	0/95	0/71
زابل	0/65	4/70	0/47	8/00	0/88	2/61	0/87	2/59	0/93	0/69	0/91	2/02	0/96	1/38
زاهدان	0/66	5/34	0/56	3/15	0/78	1/66	0/76	1/70	0/95	0/64	0/90	0/88	0/98	0/44
سراوان	0/82	5/32	0/71	1/64	0/83	1/13	0/82	1/15	0/94	0/59	0/94	0/59	0/93	0/62

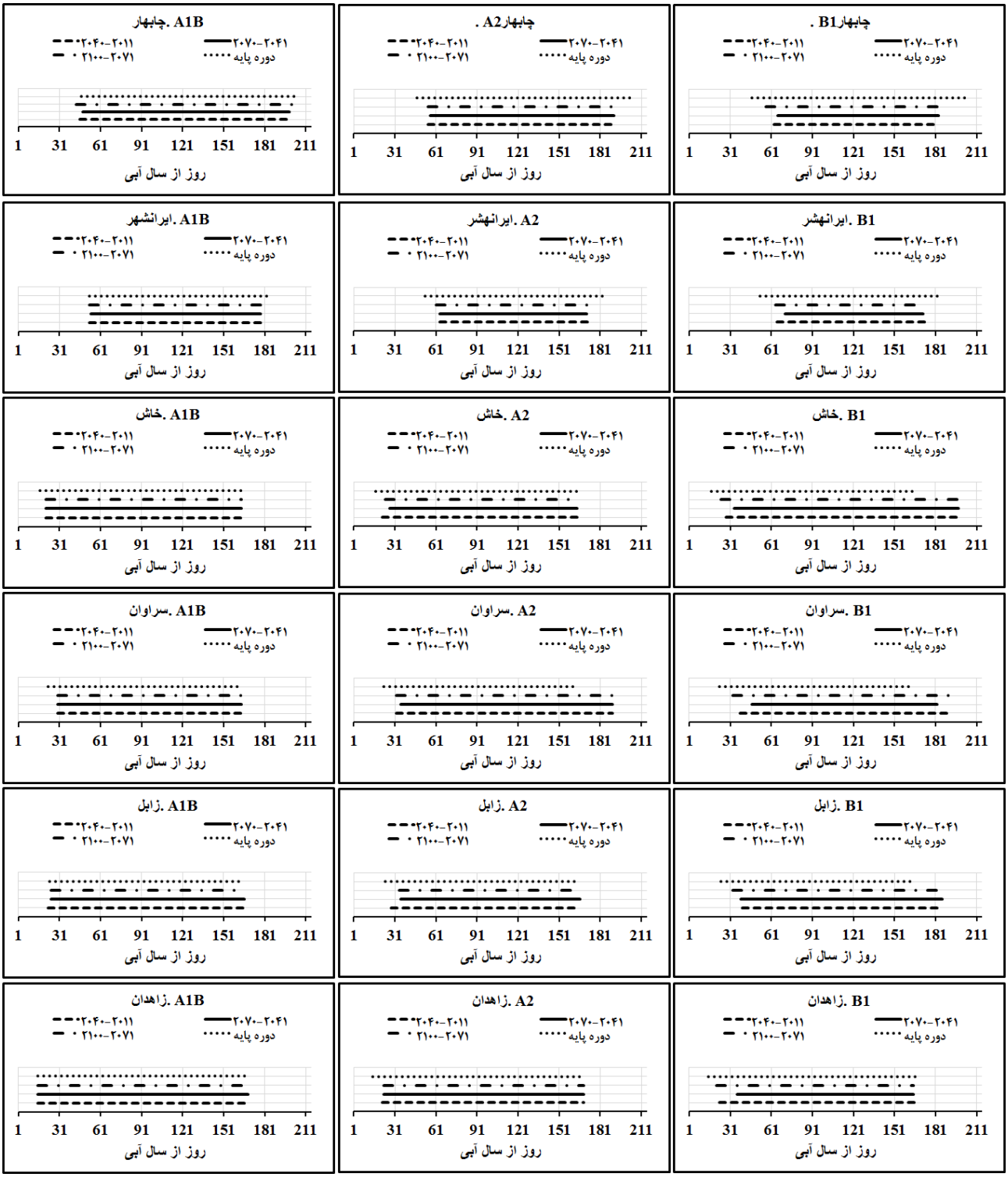
تغییر تقویم کشت تحت تغییراقلیم

شکل 1 نشان می‌دهد که بر اساس دماهای آستانه‌ی 4 و 26 درجه‌ی سانتی‌گراد، افزایش گرمایش جهانی با نرخ افزایش دما معادل 0/017 تا 0/039 درجه‌ی سانتی‌گراد در سال در منطقه‌ی مطالعاتی، بازه‌ی مناسب برای کشت را بین 21-16 روز به سمت فصل‌های سرد سال جابجا نموده که این جابجایی در ایستگاه‌های زابل و زاهدان به

Archive of SID

www.SID.ir

ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار را داشت. علاوه بـر آن، بـه در جـز ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار، افزایش گرمایش جهانی طـول دوره‌ی مناسب برای کاشـت گنـدم در دیگـر ایسـتگاه‌هـای واقـع در اسـتان سیستان و بلوچستان را نیز افزایش خواهد داد.



شکل 1- بازه‌ی زمانی مناسب برای کاشت گندم در استان سیستان و بلوچستان در بازه‌ی زمانی 2100-1981

اما این بازه برای دو ایسـتگاه ایرانشـهر و چابهـار بـین 5-40 روز کاهش می‌یابد که دلیل آن را می‌تـوان در خـرداقلیم‌هـای حـاکم بـر

www.SID.ir

استان جستجو نمود.زمان کاشت از جمله مهم‌ترین تاریخ‌ها در تقویم زراعی یک گیاه است، زیرا سایر فعالیت‌های کشاورزی متناسب با آن تعیین می‌شود. کشت زود و یا دیرهنگام با بـه همـراه داشـتن اثراتـی همچون افزایش خطر سرمازدگی، شیوع آفات و بیمـاری‌هـا، افـزایش طول دوره‌ی رشد گیاه و کاهش فرصت لازم برای آماده‌سـازی زمـین در کشت‌های نوبت دوم می‌تواند خسارت‌هـای اقتصـادی بسـیاری را برای گیاهان به همراه داشته باشد (Yegbemey et al., 2013).

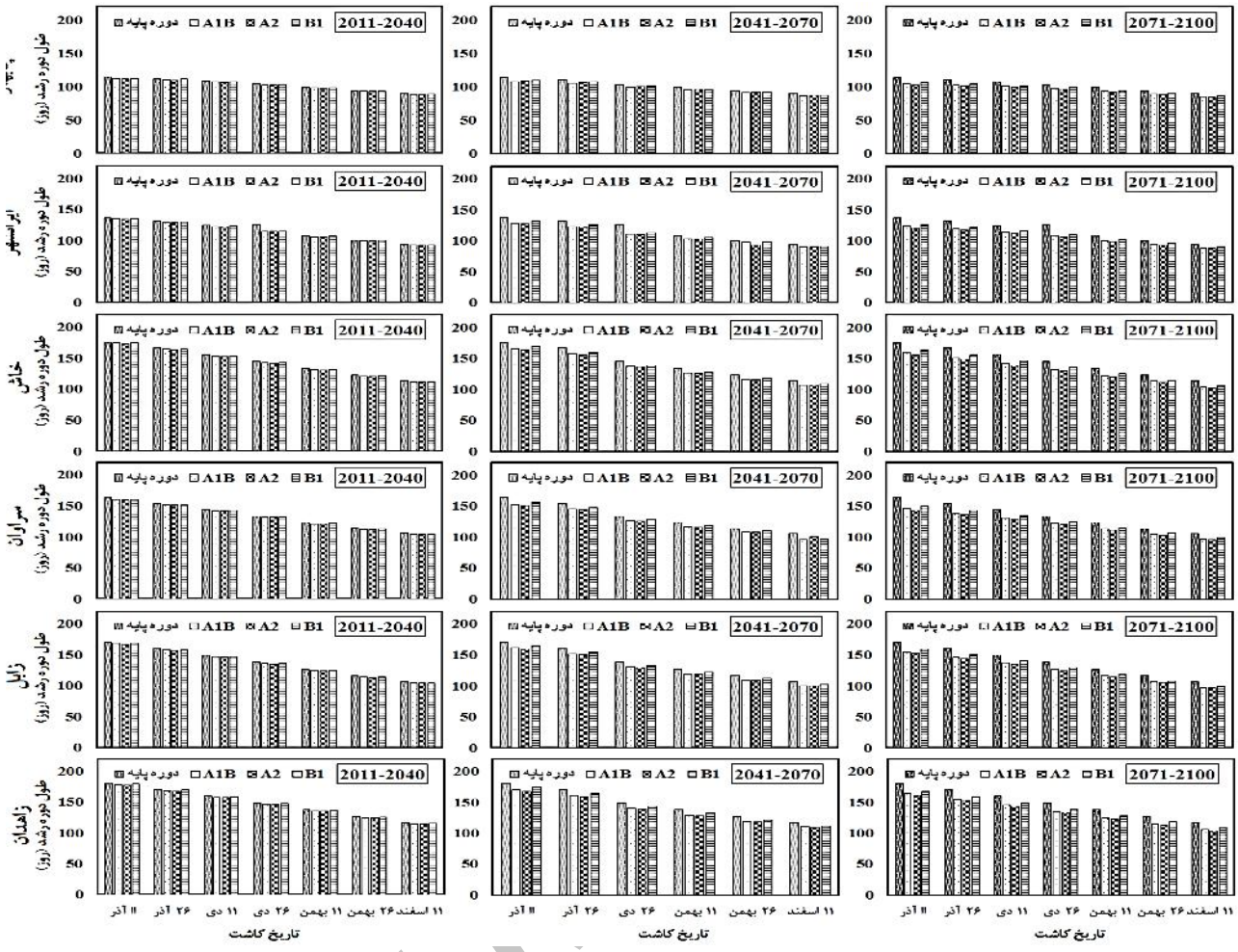
بر اساس تاریخ‌های مشترک بین تمـام سـناریوها در حـد فاصـل سـال‌هـای 2100-1981، روزهـای 11 و 26 آذر، 11 و 26 دی، 11 و 26 بهمن و 11 و 26 اسـفند مـاه بـه عنـوان تـاریخ کاشـت در تمـام ایستگاه‌ها در نظر گرفته شد. شکل 2 مدت زمـان لازم بـرای تکمیـل شدن چهار دوره‌ی رشد ابتدایی، سریع، میانی و انتهایی را نشان مـی-دهد. افزایش دما تعداد روزهای لازم برای رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه را بین یک تا 20 روز کاهش داد. همچنین، به تعویـق انـداختن زمـان کاشت، اثر تغییراقلیم را شدت بخشیده و طول فصل کشت را بـین 12 تا 25 روز کاهش می‌دهد. بیش‌ترین کاهش تعداد روزهای لازم بـرای رسیدگی گیاه در بازه‌ی زمانی 2100-2071 و تحت سناریوی A2 بـه دلیل افزایشِ بیش‌ترِ دمـا مشـاهده شـد. تغییـرات اقلیمـی در اسـتان سیستان و بلوچستان طول دوره‌ی رشـد رویشـی را بـیش‌تـر از طـول دوره‌ی رشد زایشی تغییر داد. وجود یک همبستگی مثبت و معنی‌دار با ضریب همبستگی بالا بین دمای اتمسفر و روزهای لازم برای تکمیل دوره‌های اولیه و سریع رشد (دوره‌ی رشد رویشی) و کاهش مقدار این ضریب در دوره‌های رشد میـانی و انتهـایی (دوره‌ی رشـد زایشـی) در شکل 3 نیز موید ایـن نتیجـه اسـت. کـاهش طـول دوره‌ی رشـد در مرحله‌ی رشد رویشی می‌تواند به دلیل افزایش درجه‌ی حرارت محیط و متعاقب آن، دمای خاک باشد. زیرا در این مرحله، رشـد و توسـعه‌ی هر دو اندام هـوایی و ریشـه بـه شـدت متـاثر از دمـای خـاک اسـت (Keane, 2002; Crowley, 2005; Hund et al., 2008). با ایـن وجود، تاثیر دما در کاهش روزهای لازم بـرای تکمیـل طـول دوره‌ی رشد زایشی کم‌تر از اثر ویژگی‌های گیاهی است، زیـرا بخـش هـوایی گیاه به رشد کامل خود رسیده است.اگرچه کاهش طـول دوره‌ی رشـد گیاه می‌تواند منافعی را همچون آماده‌سـازی زودهنگـام زمـین بـرای کشت دوم فرآهم آورد، لکن توجه به بالاتر بودن دمـا در تـاریخ‌هـای دیرتر و تاثیر معنی‌دار آن بر میزان عملکرد محصـول (Peng et al., 2004) تصمیم‌گیری در این زمینه را با دشواری‌هایی همراه می‌سـازد. نتایج پژوهشی در استرالیا نشان می‌دهد که تنش گرمایی در مرحله‌ی پر شدن دانه‌های گندم مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد محصول می-باشد (Luo., 2011). حتی وجـود یـک دوری کوتـاه حـرارت بـالا در اوایل مرحله‌ی پر شدن دانه‌ها می‌تواند عکس‌العمل مثبت گندم را بـه خنک شدن هوا کاهش داده و باعث کاهش معنـی‌دار محصـول شـود (Stone et al., 1995). اگرچه اعمال تـنش‌هـای گرمـایی در اوایـل پرشدن دانه‌ها می‌تواند بر وزن هر دانـه اثـر منفـی بگـذارد، لکـن بـا گذشت زمان این تـاثیر کـاهش مـی‌یابـد (Stone and Nocolas., 1995a). چنان‌چه تنش‌های گرمایی با نرخ بالا به یکباره در مرحله پر شدن دانه‌ها اتفاق بیفتد، عملکرد دانـه را کـاهش خواهـد داد، ایـن در حالی است که افزایش تدریجی آن در ایـن مرحلـه مـی‌توانـد شـرایط سازگاری با تنش را فرآهم آورده و از اثرات منفی حرارت‌های بـالا بـر عملکرد محصـول بکاهـد (Stone and Nicolas., 1995b). نتـایج برخی پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهد که اثرات منفی درجه حرارت-های بالا در روزهای نزدیک به مرحله‌ی گـل‌دهـی مـی‌توانـد بسـیار بیش‌تر از این مضرات پس از گل‌دهی باشد (Luo., 2011). یک دور-ه‌ی بسیار کوتاه تنش حرارتی با درجه‌ی حرارت بالاتر از 35 درجـه‌ی سانتی‌گراد، میزان محصول گندم را به شدت کاهش می‌دهد (Porter and Semenov., 2005). 46 درصد کاهش در میزان عملکرد دانه‌ی گیاه در نتیجه‌ی اعمال درجه حـرارت‌هـای فراتـر از تحمـل گیـاه در مرحله‌ی طویل شدن ساقه‌ها در گیاهـان گنـدم و جـو مشـاهده شـد (Ugarte et al., 2007). به این ترتیب، کشت گندم باید بـه نحـوی صورت بگیرد که از یک‌سو، از هم‌زمان شدن مراحل حساس رشـد بـا دماهای بسیار زیاد ممانعت به عمل آورد و از سـویی دیگـر، از تلفـات محصول به دلیل تنش‌های محیطی بکاهد. این امـر، مسـتلزم انجـام تحقیقات مزرعه‌ای دقیق با بررسی تمام محدودیت‌های رشد بـه ازای تاریخ‌های مختلف کاشت خواهد بود.

نیاز آبیاری گندم در استان سیستان و بلوچستان

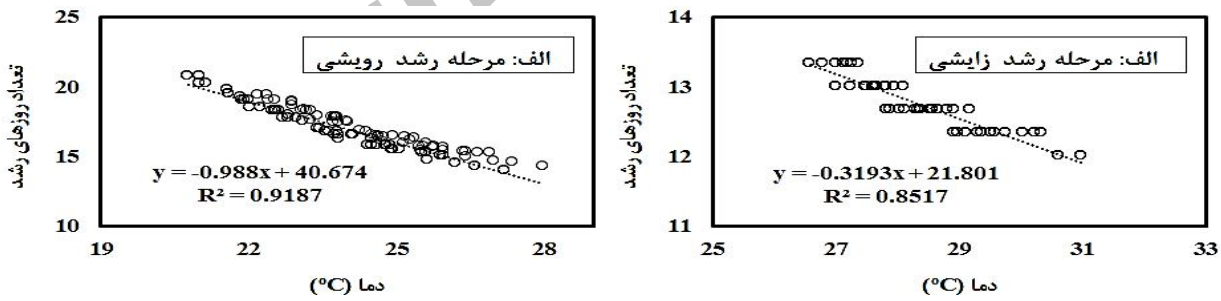
تعیین نیاز دقیق آبیاری اهمیت بسیاری در مدیریت مصرف منـابع آبی محدود در شرایط وقوع تغییراقلیم در بخش کشاورزی بـه عنـوان بزرگ‌ترین مصـرف‌کننـده‌ی آب شـیرین دارد (Karandish et al., 2016). از یک‌سو، آبیاری باید تامین کننده نیاز آبی گیـاه باشـد تـا از کاهش معنی‌دار عملکرد اقتصادی آن جلوگیری کند و از سویی دیگر، باید به گونه‌ای باشد که از تلفات منابع ارزشمند و محدود آبـی بکاهـد (SAI, 2010). محاسبه‌ی نیاز آبی گیاه گندم در اقلیم آینده‌ی اسـتان سیستان و بلوچستان حاکی از کاهش نیاز آبی گندم مـی‌باشـد (شـکل 4). این کاهش در مراحل رشد اولیه، سریع، میانی و انتهایی به ترتیـب 0/03-42/7، 0/084-38/2، 0/12-41/6 و 0/11-32/2 درصد مـی-باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که تاثیر کم‌تر شدن تعداد روزهای لازم برای تکمیل هر دوره بر نیاز آبی، بیش‌تـر از تـاثیر افـزایش دمـا بـود. بنابراین برنامه‌ریزی بر اسـاس وضـع موجـود در دوره‌ی پایـه، میـزان مصرف آب در دوره‌ی رشد اولیه، سریع، میانی و پایه را بـه ترتیـب تـا 52/4، 390، 1250 و 520 مترمکعب در هـر هکتـار سـطح زیرکشـت گندم افزایش خواهد داد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2- تعداد روزهای لازم برای تکمیل دوره‌ی رشد در بازه‌ی زمانی 2100-1981

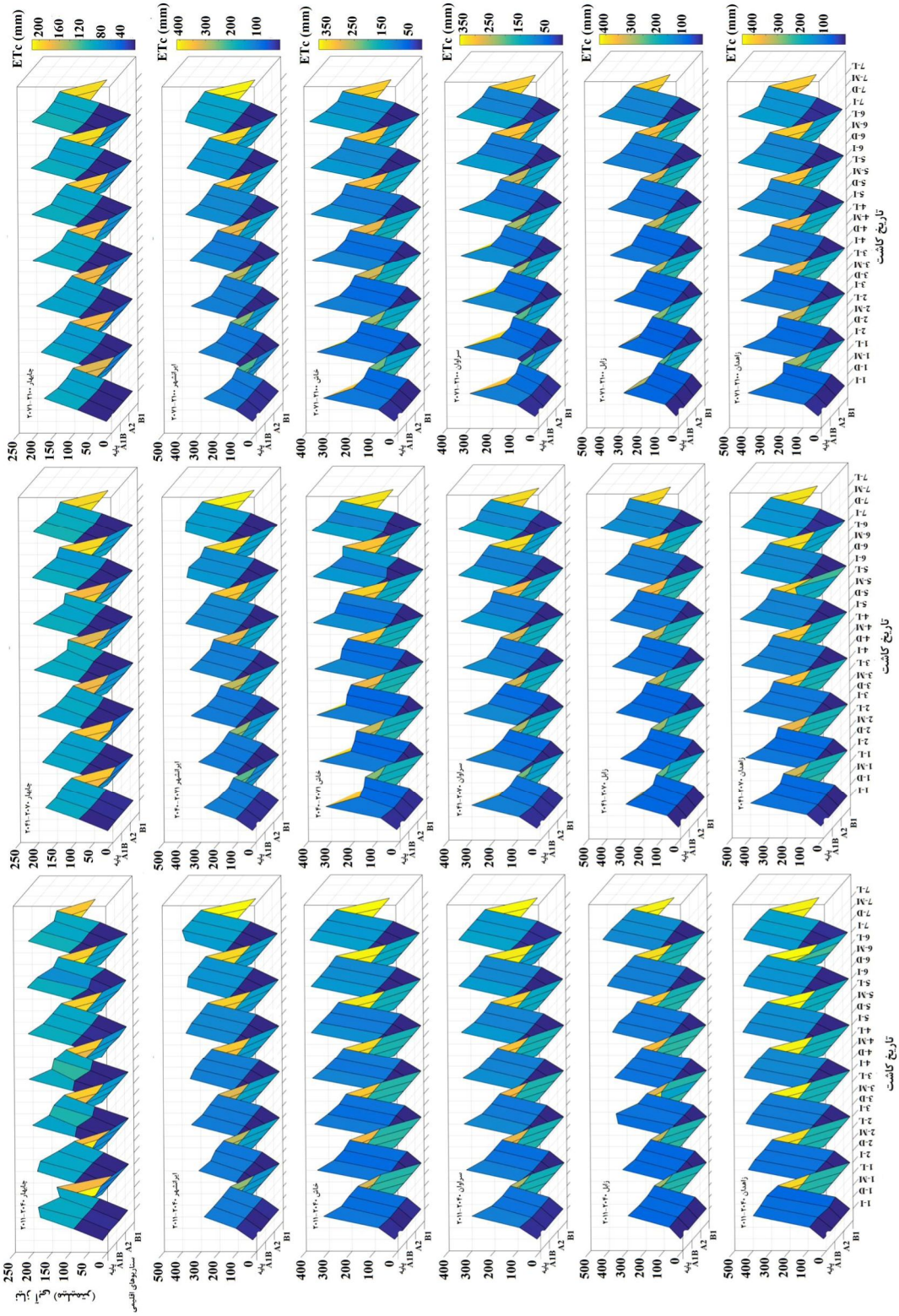


شکل 3- همبستگی بین دمای اتمسفر و روزهای لازم برای تکمیل دوره‌های مختلف رشد

به طور کلی و صرف‌نظر از ایستگاه‌های مورد بررسی، اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی در بازه‌ی زمانی 2100-2071 و سناریوی B1 بیش‌تر بود. اگرچه تغییراقلیم نیاز آبی گندم را کاهش می‌دهد، لکن تعویق کشت می‌تواند اثرات منفی را به همراه داشته باشد. شکل 5 نشان می‌دهد که مدیریت تاریخ کاشت گندم در شرایط تغییراقلیم تاثیر قابل توجهی در حجم آب اختصاص یافته به کشت این محصول در استان سیستان و بلوچستان خواهد داشت. علی‌رغم کوتاه‌تر شدن طول دوره‌ی رشد، تغییر تاریخ کشت به فصل‌های گرم‌تر باعث افزایش 53/3-0/08 درصدی نیاز آبی گندم در بازه‌ی زمانی 2100-2011 خواهد شد. تاثیر اعمال مدیریت در تاریخ کشت بر افزایش نیاز آبی گندم در ایستگاه‌های ایرانشهر (53/4-5/6 درصد)، زابل (45/5-2 درصد) و سراوان (45/6-4/4 درصد) بیش‌تر از ایستگاه‌های دیگر بود. این

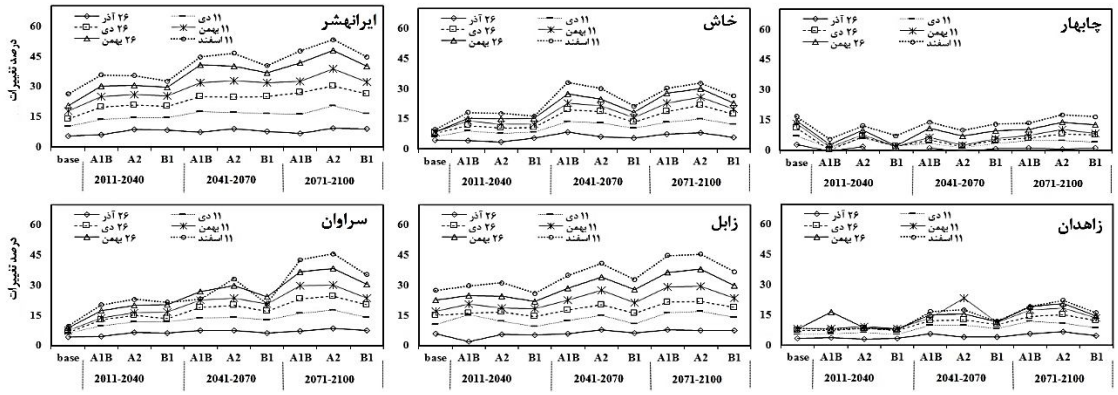
www.SID.ir

مدیریت کم‌ترین تاثیر را بر نیاز آبـی در ایسـتگاه چابهـار (0/1-17/7 درصد) داشت که دلیل این تفاوت‌ها می‌تواند به دلیل حاکم بودن خرد اقلیم‌های متفاوت دراین شهرستان‌ها باشد.



شکل ٤- نیاز آبی گیاه گندم در مراحل رشد اولیه (I)، سریع (D)، میانی (M) و انتهایی (L) در تقویم‌های کشت ۱۱ آذر (۱)، ۲۶ آذر (۲)، ۱۱ دی (۳)، ۲۶ دی (٤)، ۱۱ بهمن (٥)، ۲۶ بهمن (٦) و ۱۱ اسفند (۷)

www.SID.ir



شکل 5- درصد تغییرات نیاز آبی در کل فصل رشد در نتیجه‌ی جابجایی تاریخ کاشتنتیجه‌گیری

به این ترتیب جابجایی فصل کشت به زمان‌های دیرتر، افزایشی معادل 1/27 تا 778 مترمکعب در هکتار برای آب آبی مورد نیاز در کشت گندم در محدوده‌ی سال‌های 2011-2100 به همراه خواهد داشت. این مساله نشان می‌دهد که با وجود کوتاه‌تر شدن طول دوره‌ی کشت در کشت‌های دیرهنگام، اثرات منفی بالا رفتن دما، باعث افزایش نیاز آبیاری خواهد شد.

در این پژوهش، اثرات احتمالی تغییراقلیم بر کشت گندم در پهناورترین استان ایران بررسی شد. افزایش دما در تمام سناریوهای مورد بررسی در حد فاصل سال‌های 2011-2100 طول دوره‌ی رشد گیاه را به دلیل وابستگی خطی آن با دماهای کاردینال کاهش می‌دهد. این کاهش تا به حدی است که علی‌رغم افزایش گرما، نیاز آبی گیاه نیز در تمام دوره‌های رشد اولیه، سریع، میانی و انتهایی کاهش حداکثر تا 520-52/4 مترمکعب در هکتار کاهش می‌یابد. همچنین بررسی تقویم‌های کشت مختلف نشان می‌دهد که سامان‌دهی زمان کاشت می‌تواند آثار منفی تغییراقلیم را تا حدی کاهش دهد به نحوی که کشت زودهنگام باعث 1/27 تا 778 مترمکعب در هکتار صرفه‌جویی در مصرف آب در کشت گندم خواهد شد. به‌این‌ترتیب، مدیریت زمان کشت گندم می‌تواند به‌عنوان راهکاری برای تطابق با تغییر اقلیم و افزایش بهره‌وری بارندگی در اقلیم آینده‌ی استان سیستان و بلوچستان محسوب شود.

منابع

عزیزی،ق و روشنی،م. 1388. تحلیلی بر مفاهیم و اثرات تغییر اقلیم روی دما و تقویم زراعی برنج در گیلان، فصلنامه فضای جغرافیایی. 4. 8: 155-143.

Adger,W.N., Huq,S., Brown,K., Conway,D., Hulme M. 2003. Adaptation to climate change in the developing world Program in Development Studies. 3: 179–195.

Allen,R.G., Pereira,L.S., Raes,D., Smith,M. 1998. Crop evapotranspiration guideline for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. p.300.

Crowley,J.G. 2005. Effect of variety, sowing date and photo-degradable plastic cover on the yield and quality of maize silage // Irish Agriculture and Food Development Authority.

de-Silva,C.S., Weatherhead,E.K., Knox,J.W. 2007. Predicting the impacts of climate change: a case study on paddy irrigation water requirements in Sri Lanka. Agricultural Water Management. 93.1-2: 19-29.

Elgaali,E., Garcia,L.A., Ojima,D.S. 2007. High resolution modeling of the regional impacts of climate change on irrigation water demand. Climatic Change. 84:441–461.

Gnanglè,P.C., Yabi,J.A., Yegbemey,N.R., Glèlè-Kakaï,L.R., Sokpon,N. 2012. Rentabilité économique des systèmes de production des parcs à Karitédans le contexte de l'adaptation au changementclimatique du Nord-Bénin. African Crop Science Journal. 20.2: 589–602.

Hargreaves,G.H., Samani,Z.A. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Trans ASAE. 1:96–99.

Hund,A., Fracheboud,Y., Soldati,A., Stamp,P. 2008. Cold tolerance of maize seedlings as determined by root morphology and photosynthetic traits. European Journal of Agronomy. 28: 178–185

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2000. Summary of policymakers: Emissions scenarios. Pp: 21.

IPCC. 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Archive of SID

www.SID.ir

stress during grain filling on two wheat varieties differing in heat tolerance. I. Grain Growth. Aust J Plant Physiol 22:927–934.

Stone,P.J., Nicolas,M.E. 1995b. Comparison of sudden heat stress with gradual exposure to high temperature during grain filling in two wheat varieties differing in heat tolerance. I. GrainGrowth. Australian Journal Plant Physiology. 22:935–944.

Stone,P.J., Savin,R., Wardlaw,I.F., Nicolas,M.E. 1995. The influence of recovery temperature on the effects of a brief heat shock on wheat. I. Grain Growth. Australian Journal Plant Physiology. 22:945–954.

Tao,F., Yokozawa,M., Hayashi,Y., Lin,E. 2003. Changes in soil moisture in China over the last half-century and their effects on agricultural production. Agriculture and Forest Meteorology. 118: 251–261.

Tingem,M., Mike,R., Gianni,B., Sayed,A.A., Jeremy,C. 2008. Comparative assessment of crop cultivar and sowing dates as adaptation choice for crop production in response to climate change in Cameroon. The African Journal of Plant Science and Biotechnology 2: 10-17.

Ugarte,C., Calderini,D.F., Slafer,G.A. 2007. Grain weight and grain number responsiveness to prean thesis temperature in wheat, barley and triticale. Field Crops Res 100:240–248.

Waha,K., Müller,C., Bondeau,A., Dietrich,J.P., Kurukulasuriya,P., Heinke,J., Lotze-Campen,H. 2013. Adaptation to climate change through the choice of cropping system and sowing date in sub-Saharan Africa. Global Environmental Change 23: 130-143.

Wang,X., Mosley,C.T., Frankenberger.J.R and Kladivko,E.J. 2006. Subsurface drain flow and crop yield predictions for different drain spacings using DRAINMOD. Agricultural Water Management, 79: 113–136.

Yano,T., Aydin,M., Haraguchi,T. 2007. Impact of Climate Change on Irrigation Demand and Crop Growth in a Mediterranean Environment of Turkey. Sensors 7: 2297-2315.

Yegbemey,R.N., Yabi,J.A., Tovignan,D.S., Gantoli,G., Kokoye,S.E.H. 2013. Farmers' decisions to adapt to climate change under various property rights: acase study of maize farming in Northern Benin (West Africa). Land Use Policy. 34:168–175.

Zhang,D., Xiaomang,L., Haoyuan,H. 2013. Assessing the effect of climate change on reference evapotranspiration in China. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 27: 1871-1881.

Keane,G.P. 2002. Agronomic factors affecting the yield and quality of forage maize in Ireland: effect of sowing date and plastic film treatment. Grass and Forage Science. 578: 3–10.

Kurukulasuriya,P., Mendelsohn,R. 2006. A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland. CEEPA Discussion Paper No. 8. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa University of Pretoria.

Luo,Q. 2011. Temperature thresholds and crop production: a review. Climatic Change. 109: 583-598.

Mendelsohn,R., Nordhaus,W., Shaw,D. 1994. The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis American Economic Review. 84: 753–771.

Nash,J.E and Sutcliffe,J.V. 1970. River flow forecasting through conceptual models. A discussion of principles. Journal of Hydrology. 10: 282-290.

Peng,S.B., Huang,J.L., Sheehy,J.E., Laza,R.C., Visperas,R.M., Zhong, X.H., Centeno,G.S., Khush,G.S and Cassman,K.G. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. Proceeding of the National Academic Sciences. U.S.A. 101, 9971–9975.

Porter,J.R., Semenov,M.A. 2005. Crop responses to climatic variation. Philos Trans R Soc B: Biological Sciences 360:2021–2035.

Reddy,K.S., Kumar,M., Maruthi,V., Vijayalaxmi,B.U., Nageswar-Rao,C.V.K. 2014. Climate change analysis in southern Telangana region, Andhra Pradesh using LARS-WG model. Current science. 107.54: 54-62.

Rodriguez Diaz,J.A., Weatherhead,E.K., Knox,J.W. 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. Regional Environmental Change. 2007. 7:149–159.

SAI Platform Water Working Group. 2010. Principles & Practices for the Sustainable Water Management.

Sandhu,S.S., Prabhjyot-Kaur and Gill,K.K. 2013. Weather Based Agro Indices and Grain Yield of Rice Cultivars Transplanted on Different Dates in Punjab. International Journal of Agriculture and Food Science Technology. 4: 10: 1019-1026.

Shrestha,S. 2014. Climate Change Impacts and Adaptation in Water Resources and Water Use Sectors, Springer Water, Springer International Publishing Switzerland.

Stone,P.J., Nicolas,M.E. 1995a. Effect of timing of heat

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 10, Sept.-Oct. 2016, p. 489-498

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 4، جلد 10، مهر - آبان 1395، ص. 498-489

Analyzing the Influences of Cropping Calendar on Wheat Water Requirement in Sistan and Baluchestan Province under Climate Change

M. Jahantigh[1], F. Karandish[2*], M. Delbari[3]
Recived: Jun.20, 2016 Accepted: Oct.26, 2016

Abstract

Global warming is a one of the most important natural hazard in the current world which could affect crop yields through affecting plant physiology, soil water balance and crop water requirement via green and blue water. Under such circumstances, achieving water and food security through an optimal usage of water resources and maintaining crop yield level requires measures for adapting with this major environmental challenge in the future periods. Since wheat and its produces has a the most important share in peoples' food diet, the climate change effect on wheat cropping calendar and its water requirement in Sistan and Baluchestan province was investigated in this research. Also, the influence of managing sowing date on diminishing the negative effects of this global event was assessed. After calibrating and validating LARS-WG, the climatic variables in six synoptic stations of Zabol, Zahedan, Iranshahr, Saravan, Khash and Chabahar were downscaled under three scenarios of A1B, A2 and B1 of HADCAM3 model up to 2100. Crop water requirement was calculated by determining suitable crop cultivation periods based on cardinal temperature and determining the length of initial, developing, mid-season and late-season stages based of growth degree day coefficient. Climate change decrease the length of different growth stages by 1-20 days due to significant temperature increase which led to 0.03-42.7 percentage decrease in wheat water requirement. Although delaying wheat cultivation will intensify the climate change effects and shorten the growing period by 12-25 days, water requirement will increase by 1.27-778 M^3 ha^{-1}. Based on the results, the management ofwheat cultivation calendar can be effective way to achieve sustainable agriculture under future climate condition of the Sistan and Baluchestan province.

Keywords: Cropping calendar, Global warming, HADCM3, LARS-WG model, Sustainable agriculture

Archive of SID

1- MSc Student, Water Engineering Department, University of Zabol
2- Assistant Professor, Water Engineering Department, University of Zabol
3- Associate Professor, Water Engineering Department, University of Zabol
(*- Corresponding Author Email: F.Karandish@uoz.ac.ir)

www.SID.ir