

تأثیر تنش آبی دوره‌ای و شوری ناشی از آب دریای خزر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

رقیه افشاری^۱، مهدی ذاکری نیا^{۲*}، حسین شریفان^۳، محمد هادی پهلوانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۷

چکیده

آب‌های شور، از جمله آب‌دریا در زمان‌های گذشته به عنوان آب غیرقابل استفاده به حساب می‌آمد ولی پژوهش‌های جدید در دو دهه اخیر نشان داده است که برنامه‌ریزی‌های آبیاری، بر پایه استفاده از آب‌های شور قابل اجرا می‌باشد. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر توأم تنش آبی دوره‌ای و شوری ناشی از آب‌دریا بر عملکرد گندم می‌باشد. در این پژوهش آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مشتمل بر ۲۰ تیمار و ۳ تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی گرگان در پاییز ۱۳۹۰ انجام شد. تنش آبی دوره‌ای در چهار سطح شامل I1 تنش مرحله اولیه، I2 تنش مرحله توسعه I3 تنش مرحله میانی و I4 تنش مرحله نهایی و تنش شوری در ۵ سطح S1، S2، S3، S4 و S5 به ترتیب اختلاط ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب دریای خزر با آب معمولی با شوری ۰/۷، ۱/۱، ۱۱/۴، ۱۸/۱ و ۲۵/۴ اعمال شد و نتایج نشان داد تنش آبی دوره‌ای و شوری ناشی از آب دریای خزر بر تعداد سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن صد دانه و شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بعد از تیمار شاهد بیش‌ترین عملکرد در شوری ۲۵٪ آب‌دریا و بدون تنش آبی مشاهده شد و در شوری ۷۵٪ و ۱۰۰٪ آب‌دریا و تنش دوره توسعه عملکرد دانه به صفر رسید، همچنین بکاربردن آب دریا در تیمارهای مختلف، بیشترین افزایش شوری خاک را در تیمارهای شوری در دوره توسعه (۹۷ درصد افزایش نسبت به شاهد) باعث شد. با توجه به مشکل شوری و کمبود منابع آبی در اکثر نقاط کشور اعمال تنش آبی در مرحله نهایی و نسبت ۲۵ درصد آب دریا برای آبیاری گیاه گندم در سواحل دریای خزر مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دریای خزر، تنش خشکی، عملکرد دانه، وزن صد دانه، شوری

مقدمه

با وجود این که اکثر خاک‌های شور در مناطق بیابانی قرار گرفته اند اما خاک‌های شور در مناطق مرطوب کنار دریا نیز وجود دارند (هاشمی نیا و همکاران، ۱۳۷۸). با گذر زمان، جهان با مشکلات کم آبی و عدم دسترسی به ذخایر مطمئن روبرو می‌شود، در چنین وضعیتی ارائه روش‌هایی جهت بهره‌برداری از آب دریا و مقاوم سازی گیاهان در برابر شوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گندم، در بین گیاهان زراعی با داشتن بیش‌ترین سطح زیر کشت و تولید، به عنوان مهم‌ترین محصول تأمین کننده نیاز غذایی جهان محسوب می‌شود. با توجه به این که این محصول عمده‌ترین غذای دنیاست، لذا بهبود مقاومت به شوری در آن شایان توجه بیش‌تری است (امام، ۱۳۸۶). خسارت شوری در گیاهان از طریق اثر اسمزی است که معادل کاهش میزان آب، اثر سمیت ویژه یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی می‌باشد (شبالا و همکاران، ۲۰۰۰ (shabala et al., 2000)).

تحت تنش شوری پارامترهای رشدی مثل وزن تر و خشک گیاه کاهش می‌یابد (جلیل و همکاران، ۲۰۰۷ (jaleel et al., 2007)). ماس و همکاران (۱۹۸۶) (Mass et al., 1986) آب شور را برای مراحل مختلف رشد شامل سبزینه‌ای، میوه‌دهی و رسیدن فیزیولوژی

با توجه به محدودیت منابع آب در ایران، اعمال تنش آبی یا کم آبیاری بر روی محصولات زراعی امری اجتناب پذیر است (شایان نژاد و محرری، ۱۳۸۹). آب بی شک یکی از عوامل موثر در تولید هر محصولی است و کاهش مصرف آن باعث کاهش عملکرد می‌شود میزان کاهش عملکرد ناشی از تنش آب متفاوت است، اما کاهش عملکرد در اثر تنش آب امری اجتناب ناپذیر است. کم آبیاری یکی از روش‌های مدیریتی آبیاری می‌باشد و آن عبارت است از یک تکنیک فنی و مهندسی جهت تأمین بخشی از آب مورد نیاز گیاهان (شایان نژاد و محرری، ۱۳۸۹). توزیع و پراکندگی اراضی شور در سطح جهان یکنواخت نیست.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲ و ۳ - استادیار و دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- دانشیار گروه اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*) - نویسنده مسئول: (Email: a_zakerinia@yahoo.com)

۵ عدد بذر گندم رقم کوه‌دشت (رقم رایج منطقه) در لایسیمترهایی به قطر ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر کشت شد. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری با آب معمولی (بدون تنش آبی) در مرحله اولیه رشد گندم یعنی از زمان کاشت تا هنگامی که گیاه ۱۰٪ سطح زمین را بپوشاند (I۱)، تنش آبی در مرحله توسعه رشد گندم یعنی از انتهای مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه به حداکثر رشد رسیده و حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح زمین را در برگیرد (I۲)، تنش آبی در مرحله میانی رشد گندم یعنی از انتهای مرحله توسعه تا زمانی که گیاه در حال کامل شدن می‌باشد (I۳)، تنش آبی در مرحله نهایی رشد گندم یعنی از انتهای مرحله میانی تا مرحله برداشت گندم (I۴) می‌باشند. تیمارهای شوری شامل (S۱) شوری ۰٪ (آبیاری با آب معمولی به عنوان شاهد)، اختلاط ۲۵٪ آب دریا با آب معمولی (S۲) با شوری ۴/۱ دسی‌زیمنس بر متر، اختلاط ۵۰٪ آب دریا با آب معمولی (S۳) با شوری ۱۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر، اختلاط ۷۵٪ آب دریا با آب معمولی (S۴) با شوری ۱۸/۱ دسی‌زیمنس بر متر، ۱۰۰٪ آب دریا (S۵) با شوری ۲۵/۴ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشند. تجزیه آب دریای خزر نشان از وجود ۷۵ درصد نمک کلرید سدیم بوده است (جدول ۳).

در این پژوهش از تشت تبخیر کلاس A برای اندازه‌گیری تبخیر روزانه و برآورد نیاز آبی گیاه استفاده شد. در آبیاری تیمارها ۵۰٪ آب-شویی اعمال گردید. جدول ۱ ضریب گیاهی گندم و مراحل رشد آن را نشان می‌دهد که در محاسبه نیاز آبی استفاده شد. مقدار تبخیر تعرق پتانسیل ETO نیز از حاصلضرب مقدار تبخیر از تشت در ضریب محاسبه شد.

$$ET_C = K_C \times ETO \quad (1)$$

در این رابطه K_C ضریب گیاهی است که از نشریه فائو ۵۶ با اعمال تعدیل برای گندم استخراج شد، ET_C تبخیر تعرق گیاه، ETO تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع می‌باشد.

جدول زیر هدایت الکتریکی آب آبیاری را نشان می‌دهد.

املاح Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، HCO_3^- ، Cl^- موجود در آب دریا با عمل تیتراسیون و املاح Na^+ ، K^+ با دستگاه فلیم-فتومتر و ترکیب SO_4^{2-} با استفاده از دستگاه سانتیفریوز اندازه‌گیری شد که در جدول ۳ ارائه شده است.

گیاه به کار بردند نتایج مطالعه آنها نشان‌دهنده حساسیت زیاد گیاه نسبت به شوری در مراحل اولیه رشد و مقاومت آن در مراحل رسیدن فیزیولوژیکی است. قدسی و همکاران (۱۹۹۸) (Ghodsi et al., 1998) نشان دادند کاهش آبیاری باعث کاهش اجزای عملکرد در گندم گردید. (میری و شالیهوت، ۱۹۷۳ (Meiri and Shalhevet 1973))، سپاسخواه و بورسما، ۱۹۷۹ (Sepaskhah and. Boersma 1979)، پارا و رومر، ۱۹۸۰ و جنسون ۱۹۸۲ (Jensen. 1982) اثر دو عامل کم‌آبی و شوری را روی تغییرات عملکرد محصولات زراعی مطالعه کردند در این مطالعات مشخص شد که تنش آبی در کاهش رشد و عملکرد گیاه نسبت به تنش شوری از تأثیر نسبی بیشتری برخوردار بوده است. همزمانی تنش شوری و خشکی ماندگاری گیاه را تا ۷۱٪ نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌دهد (براون و همکاران، ۲۰۰۶) (Brown and et al. 2006). براون و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که اثر متقابل شوری و خشکی خاک بر جذب عناصر و تولید بیومس جمع‌پذیر نیست ولی به مشخصی بر وزن خشک ساقه و ریشه اثر دارد.

با توجه به اهمیت مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی به عنوان مصرف‌کننده عمده منابع آبی کشور و نیز با توجه به وقوع خشکسالی-های اخیر در کشور، استفاده از منابع آب جدید نظیر آب دریا در مناطقی که با بحران کم‌آبی مواجه‌اند با در نظر گرفتن نکات پیشگیرانه جهت مبارزه با شوری اراضی و با توجه به این که در منطقه شمال کشور وجود دریای خزر منبع مطمئن آب شور می‌باشد، و تحقیقات اندکی در زمینه استفاده از آب دریای خزر برای محصولات کشاورزی انجام شده است، لذا این پژوهش، با هدف بررسی تأثیر توأم تنش آبی دوره‌ای و شوری ناشی از آب دریای خزر بر عملکرد گندم به عنوان یک گیاه مهم و استراتژیک انجام گردید.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل مشتمل بر ۲۰ تیمار در سه تکرار در پاییز سال ۱۳۹۰ انجام شد. با توجه به این که در استان گلستان احتمال وقوع بارش همواره وجود دارد لذا برای جلوگیری از اختلال در اعمال تنش آبی دوره‌ای از سرپناه استفاده شد.

جدول ۱- مراحل رشد گندم و ضریب گیاهی هر دوره

مراحل رشد گندم	زمان رشد	طول هر دوره (روز)	ضریب گیاهی (K_C)
دوره اولیه (Initial Stage)	۰ - ۲۵	۲۵	۰/۳
دوره توسعه (Development s)	۱۴۰ - ۲۵	۱۱۵	میانگین خطی دو دوره اولیه و میانی
دوره میانی (Midseasons)	۲۰۰ - ۱۴۰	۶۰	۱/۱۵
دوره نهایی (Finals)	۲۴۰ - ۲۰۰	۴۰	۰/۲۵

جدول ۲- ECهای آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)

تیمار	S۱	S۲	S۳	S۴	S۵
شوری	۰/۵	۴/۱	۱۱/۱	۱۸/۱۱	۲۵/۴

جدول ۳- متوسط ترکیبات شیمیایی آب آبیاری

نوع آب آبیاری	SAR	Cl ⁻ (meq/L)	Na ⁺ (meq/L)	K ⁺ (meq/L)	Ca ²⁺ (meq/L)	Mg ²⁺ (meq/L)	SO ₄ ²⁻ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	EC ₂₅ (ds/m)	PH
شاهد	۰/۱۴	۱	۰/۲۷	۰/۴۸	۴/۴	۲/۸	۰/۷	۷	۰/۵	۷
دریای خزر	۳۶	۲۲۱	۲۳۷/۹	۸/۲۱	۲۵/۲	۶۱/۷۱	۲۴/۵	۳۱/۵	۲۵/۴	۸

جدول ۴- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

θ _s (%)	θ _{fc} (%)	θ _{pwp} (%)	Bd (g/cm ³)	Ece (dS/m)	pH	بافت
۴۵	۳۶	۱۷	۱/۳۵	۱/۱۶	۷/۳۸	Si-Cl

این نتایج حاکی از آن است که شوری بر ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته، عملکرد دانه، وزن صد دانه، شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. تأثیر تنش آبی بر ارتفاع بوته، عملکرد دانه، تعداد سنبله در بوته، ارتفاع بوته، وزن صد دانه، شاخص برداشت در سطح یک درصد و بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد نیز معنی‌دار شد. اثر متقابل تنش آبی و شوری بر ارتفاع بوته در سطح پنج درصد و بر تعداد سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن صد دانه و شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول ۵ نشان می‌دهد که شوری ناشی از آب‌دريا بر ارتفاع بوته تأثیر گذاشته است. آزمون LSD نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته در S₁، (تیمار آبیاری با آب معمولی) و کم‌ترین ارتفاع در تیمار S₅ مشاهده شد (جدول ۶) که در حدود ۱۴٪ نسبت به S₁ تغییر ارتفاع داشت.

یافت خاک مورد استفاده در لایسیمترها رسی سیلتی بود که خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول زیر آمده است:

θ_{fc} و θ_{pwp}: رطوبت وزنی خاک در ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائمی، Bd: وزن مخصوص ظاهری، Ece: هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، θ_s: رطوبت خاک در حالت اشباع و Si-Cl: رسی-سیلتی.

پس از برداشت گندم پارامترهای ارتفاع بوته، تعداد سنبله، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در بوته، شاخص برداشت، وزن صد دانه و شوری خاک در عمق‌های ۱۰- و ۲۰-۳۰ سانتی‌متری خاک اندازه-گیری شد.

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD با نرم‌افزار SAS_{9.1} انجام شد و برای رسم نمودارها از Excel 2010 استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس پارامترهای رشدی گندم رقم کوه‌دشت

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن صد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۳۱/۱۵ ^{ns}	۰/۴۵ ^{ns}	۰/۸ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۰۸۶ ^{ns}	۰/۰۴۹ ^{ns}
شوری	۴	۸۲/۵۰*	۱۱/۴۴**	۱۶۶/۱۴**	۰/۲۴ ^{ns}	۲۴/۵۴**	۵۵۹/۸۶**
تنش آبی	۳	۸۸/۴۷**	۸/۲۸**	۱۱۶/۹۹**	۰/۴۲*	۱۵/۱۷**	۳۷۸/۲۰**
تنش آبی*شوری	۱۲	۱۸/۴۶*	۴/۰۷**	۲۲/۵۸**	۰/۸۴**	۲/۶۸**	۷۱/۰۵**
خطا	۳۸	۱۴/۳۸**	۰/۵۹**	۰/۵۴**	۰/۱۱**	۰/۰۳۱**	۰/۳۸**
ضریب تغییرات		۸/۷۶	۱۱/۹۱	۱۸/۵۴	۱۲/۶۸	۱۱/۶۸	۸/۶۵

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ^{ns} معنی‌دار نیست.

جدول ۶- مقایسه میانگین سطوح تنش آبی و شوری در ارتفاع بوته (سانتی‌متر)

تنش آبی	ارتفاع بوته (cm)	شوری	ارتفاع بوته (cm)
I۱	۴۷/۸۳ ^a	S۱	۴۶/۸۱ ^a
I۲	۳۱/۷۵ ^b	S۲	۴۴/۴۷ ^{ab}
I۳	۴۶/۸۲ ^a	S۳	۴۳/۲۸ ^b
I۴	۴۳/۶۹ ^a	S۴	۴۱/۹۵ ^{bc}
		S۵	۳۹/۸۴ ^c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

جدول ۷- مقایسه میانگین تعداد سنبله در بوته در هر یک از دوره‌های تنش آبی

تنش آبی	شوری				
	S۱	S۲	S۳	S۴	S۵
I۱	۳/۰۰ a(a)	۱/۰۰ b(b)	۱/۰۰ a(b)	۱/۰۰ b(b)	۰/۶۶ a(b)
I۲	۰/۳۳ b(b)	۱/۰۰ b(a)	۱/۰۰ a(a)	۰/۰۰ c(b)	۰/۰۰ b(b)
I۳	۲/۰۰ a(a)	۲/۰۰ a(a)	۱/۳۳ a(a)	۱/۰۰ b(a)	۱/۰۰ a(a)
I۴	۳/۰۰ a(a)	۱/۰۰ b(b)	۱/۳۳ a(bc)	۱/۶۶ a(b)	۱/۰۰ a(a)

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (حروف خارج پرانتز).

نهایی بود. به منظور نتیجه‌گیری بهتر اثر متقابل، مقایسه میانگین سطح تنش شوری در هر یک از سطوح تنش آبی به صورت جداگانه صورت گرفت که در جدول ۸ ارائه شده است. در سطح I۱ بیش‌ترین عملکرد دانه در شوری S۱ و کم‌ترین مقدار آن در شوری S۴ و S۵ مشاهده شد. در سطح I۲ فقط در شوری S۱ عملکرد دانه به مقدار خیلی کم وجود داشت در بقیه سطوح شوری عملکرد به صفر رسید. تنش آبی در مرحله توسعه رشد گندم به دلیل طولانی بودن این دوره تأثیر بیش‌تری در کاهش عملکرد نسبت به دوره‌های دیگر داشت. در سطح I۳ بیش‌ترین عملکرد در سطح S۱ و کم‌ترین مقدار عملکرد در S۴ و S۵ بدست آمد. در سطح I۴ بیش‌ترین عملکرد در شوری S۱ و کم‌ترین مقدار آن در S۵ اتفاق افتاد. در کل بیش‌ترین عملکرد در S۱ (۱۱) بدست آمد و در سطح شوری S۴ و S۵ عملکرد به صفر رسید و با افزایش شوری عملکرد دانه روند نزولی داشت تا به صفر رسید. همچنین در تنش دوره توسعه به دلیل طولانی بودن این دوره در سطح شوری S۲، S۳، S۴ و S۵ عملکرد به صفر رسید در نتیجه با افزایش شوری عملکرد گندم کاهش یافت. و در تنش دوره توسعه به دلیل طولانی بودن این دوره کاهش عملکرد شدیدتر بود. زمانی همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند اثر افزایش شوری آب آبیاری در سطوح مختلف شوری بر افزایش پروتئین دانه، کاهش عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت کاهش تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بوده است (مشابه این پژوهش). با افزایش شوری عملکرد دانه در بوته کاهش می‌یابد به طوری که در ۷۵٪ و ۱۰۰٪ آب‌دریا عملکرد به صفر می‌رسد. با اعمال تنش آبی دوره توسعه عملکرد دانه برای کلیه تیمارها به دلیل

تنش آبی دوره‌ای نیز باعث کاهش ارتفاع بوته شد و بیش‌ترین ارتفاع بوته در I۱ و کم‌ترین ارتفاع در I۲ (تنش دوره توسعه) به دلیل طولانی بودن این دوره از تنش بدست آمد که ۳۳٪ تغییر ارتفاع وجود داشت. در کل کم‌ترین ارتفاع بوته در تنش آبی I۲ که مقدار آن ۳۱/۷۵ سانتی‌متر و بالاترین ارتفاع در I۱ که مقدار آن ۴۷/۸۳ سانتی‌متر بود. در سطح شوری S۱ بیش‌ترین ارتفاع و در سطح شوری S۵ کم‌ترین ارتفاع اتفاق افتاد.

تعداد سنبله در بوته

به منظور نتیجه‌گیری بهتر اثر متقابل، مقایسه سطح تنش شوری در هر یک از سطوح تنش آبی به صورت جداگانه صورت گرفت جدول ۷ نشان می‌دهد در سطح I۱ بیش‌ترین تعداد سنبله در شوری S۱ و کم‌ترین مقدار آن در سطح شوری S۵ اتفاق افتاد. در سطح I۲ بیش‌ترین تعداد سنبله در شوری S۲ و S۳ و کمترین در سطح شوری S۴ و S۵ بود. در سطح I۳ بیشترین تعداد سنبله در شوری S۱ و S۲ و کم‌ترین مقدار آن در شوری S۴ و S۵ مشاهده شد. در سطح I۴ بیش‌ترین تعداد سنبله در S۱ و کم‌ترین مقدار آن در S۵ بود. به طور کلی با افزایش شوری و تنش آبی تعداد سنبله کاهش یافت.

عملکرد دانه

شوری ناشی از آب‌دریا بر عملکرد دانه تأثیر گذاشت و با افزایش شوری عملکرد دانه کاهش پیدا کرد (جدول ۸). تنش آبی دوره‌ای نیز باعث کاهش عملکرد دانه شد. تأثیر تنش دوره توسعه به دلیل طولانی بودن این دوره در عملکرد دانه بیشتر از تنش دوره‌های میانی و

نشان می‌دهد که با افزایش شوری و تنش آبی دوره‌ای عملکرد دانه کاهش یافت به نحوی که در شوری ۱۸/۲ و ۲۵/۵ دسی زیمنس بر متر عملکرد به صفر رسید چون این مقدار شوری از آستانه تحمل گندم بالاتر بود و با افزایش شوری پتانسیل اسمزی کاهش در نتیجه عملکرد دانه کاهش یافت.

عملکرد بیولوژیک

تنش آبی بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. جدول ۹ نتیجه‌گیری بهتر اثر متقابل، مقایسه میانگین سطح تنش شوری در هر یک از سطوح تنش آبی به صورت جداگانه با آزمون LSD را نشان می‌دهد بیش‌ترین عملکرد در تیمار I۱S۱ مشاهده شد و در I۲S۵ کم‌ترین عملکرد وجود داشت که در حدود ۵۰٪ کاهش عملکرد بیولوژیک را داشت که این به علت طولانی‌بودن تنش دوره توسعه رشد گیاه بود. در سطوح مختلف تنش آبی بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک را در شوری S۱ و کم‌ترین مقدار در S۵ اتفاق افتاد، که با افزایش شوری عملکرد بیولوژیک گندم کاهش می‌یابد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد اعمال تنش آبی دوره‌ای باعث کاهش عملکرد بیولوژیک به دلیل پایین بودن وزن خشک دانه می‌شود. شوری و تنش آبی باعث کاهش وزن صد دانه در گندم شده است.

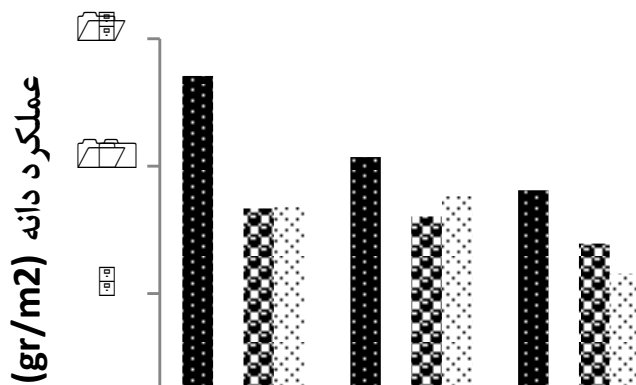
طولانی بودن این دوره تقریباً به صفر می‌رسد. اعمال تنش آبی دوره-ای بر گندم به دلیل دوره رشد طولانی آن باعث کاهش عملکرد می‌شود که مؤید نتایج استوارت و موسیک (۱۹۸۲) که نتیجه گرفته بودند گیاهانی برای کم آبیاری مناسب هستند که فصل رشد آنها کوتاه بوده و خشکی را تحمل می‌کنند می‌باشد (and Musick Stewart 1982). با افزایش شوری یا خشکی خاک، جذب همه عناصر در گیاه کاهش می‌یابد. استفاده از آب‌دریا باعث کاهش عملکرد گندم شده و در سطوح اختلاط ۷۵٪ و ۱۰۰٪ آب‌دریا با آب معمولی باعث زردشدگی اندام هوایی گیاه می‌شود که شریفان و شاهرادی (۱۳۹۰) نیز اعلام کردند جوانه‌زنی گندم نسبت به شوری تقریباً مقاوم و به تدریج با افزایش غلظت آب دریا رشد گیاه گندم روند مناسبی را طی نمود. لیکن در غلظت‌های بالا خصوصاً در غلظت ۸۰، ۹۰، ۱۰۰، درصد گندم رشد نزولی داشته و آثار توقف رشد، رنگ-پریدگی و زردشدگی گندم به خوبی مشهود بوده است. نتایج آزمایشات میلانی و همکاران (۱۳۸۸) درباره تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد گندم در استان قم نشان دادند که عموماً تا سطح شوری ۶ ds/m عملکرد تقریباً رضایت بخشی عاید شده و بعد از آن با افزایش شوری آب آبیاری (بیش‌تر از شوری آستانه) از مقدار عملکرد کاسته شد در این پژوهش نیز در اختلاط ۲۵٪ آب دریا عملکرد در حد رضایت بخش بود.

شکل ۱ عملکرد دانه را در سطوح مختلف آبیاری در سه تکرار

جدول ۸- مقایسه میانگین عملکرد دانه بر حسب گرم در هر لایسیمتر در هر یک از دوره‌های تنش آبی

	شوری				
	S۱	S۲	S۳	S۴	S۵
I۱	۱۳/۵۵ a(a)	۱۰/۳۶ b(a)	۹/۰۶ c(a)	۰/۰۰ d(a)	۰/۰۰ d(a)
I۲	۰/۳۴ a(d)	۰/۰۰ a(c)	۰/۰۰ b(c)	۰/۰۰ c(a)	۰/۰۰ d(a)
I۳	۱۰/۳۵ a(b)	۸/۰۴ ab(b)	۶/۹۷ b(b)	۰/۰۰ c(a)	۰/۰۰ c(a)
I۴	۶/۴۱ b(c)	۸/۸۴ a(b)	۵/۷۹ b(b)	۰/۰۰ c(a)	۰/۰۰ c(a)

در هر ردیف، میانگین‌ها دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (حروف خارج پرانتز).



شکل ۱- بر هم کنش تنش شوری و تنش آبی بر میزان عملکرد دانه گندم

جدول ۹- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک بر حسب گرم در هر یک از دوره‌های تنش آبی به طور جداگانه

شوری					تنش آبی
S۱	S۲	S۳	S۴	S۵	
۳/۴۸ a(a)	۲/۹۹ ab(a)	۲/۷ bc(a)	۲/۵۳ d(a)	۲/۲۳ d(a)	I۱
۳/۱۱ a(a)	۲/۷۴ ab(ab)	۲/۲۸ abc(c)	۱/۹۹ bc(c)	۱/۷۳ c(c)	I۲
۳/۰۱۶ a(a)	۳/۰۴ a(a)	۲/۶۲ ab(a)	۲/۳۹ ab(b)	۲/۱۰ b(b)	I۳
۳/۲۷ a(a)	۲/۹۷ b(a)	۲/۵۸ bc(b)	۲/۴۳ cd(b)	۲/۰۶ d(b)	I۴

در هر ستون، میانگین دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (حروف داخل پرانتز).

برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). به منظور نتیجه‌گیری بهتر اثر متقابل، مقایسه میانگین سطح تنش شوری در هر یک از سطوح تنش آبی به صورت جداگانه صورت گرفت (جدول ۱۱) که نشان می‌دهد در سطوح مختلف تنش آبی بیش‌ترین شاخص برداشت در شوری S۱ و کم‌ترین مقدار آن در S۴ و S۵ اتفاق افتاد. بیش‌ترین شاخص برداشت در تیمار I۱S۱ بود و در سطوح شوری S۴ و S۵ به صفر رسید. بنابراین با افزایش شوری شاخص برداشت کاهش می‌یابد و در تنش دوره توسعه نیز به دلیل طولانی بودن این دوره از رشد شاخص برداشت به صفر رسید.

شوری خاک

برای نتیجه‌گیری بهتر اثر متقابل، مقایسه میانگین سطح با آزمون LSD نشان داد در سطوح مختلف شوری بیش‌ترین شوری سطح خاک در شوری S۵ بدست آمد. تنش آبی نیز باعث افزایش شوری شد. این افزایش در دوره توسعه به دلیل طولانی بودن این دوره بیشتر بود. شکل ۳ پروفیل شوری خاک پس از اتمام آزمایش‌ها را نشان می‌دهد.

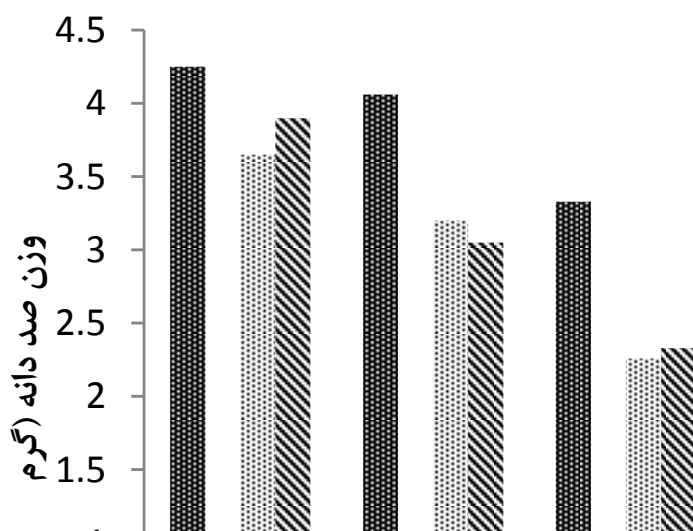
این یافته با نتایج آبخضر و قهرمان ۱۳ که گزارش کرده بودند که مرحله خوشه‌دهی گندم حساس‌ترین مرحله رشد به کم‌آبی می‌باشد و تنش در مراحل خوشه‌دهی، پنجه‌زنی و ساقه‌دهی بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد دارد، همخوانی دارد.

وزن صد دانه

اثر متقابل تنش خشکی و شوری بر روی وزن صد دانه در شکل ۲ ارائه شده است در کلیه سطوح تنش آبی بیش‌ترین وزن صد دانه در شوری S۱ و کم‌ترین مقدار آن در S۴ و S۵ اتفاق افتاد. به طور کلی با افزایش شوری وزن صد دانه گندم کاهش یافت. بیش‌ترین وزن صد دانه در I۱S۱ بدست آمد و وزن صد دانه در I۱S۲ نیز رضایت بخش بود.

شاخص برداشت

شاخص برداشت به نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی گفته می‌شود. شوری ناشی از آب‌دریا و تنش آبی دوره‌ای بر شاخص



شکل ۲- اثر متقابل تنش شوری و آبی در وزن صد دانه بر حسب گرم

جدول ۱۱- مقایسه میانگین شاخص برداشت در هر یک از دوره‌های تنش آبی (بر حسب %) به طور جداگانه

شوری					تنش آبی
S۱	S۲	S۳	S۴	S۵	
۲۲/۷۲ ^{a(a)}	۲۲/۲۰ ^{a(a)}	۱۳/۶۹ ^{b(a)}	۰/۰۰ ^{c(a)}	۰/۰۰ ^{c(a)}	I۱
۰/۴۳ ^{a(d)}	۰/۰۰ ^{a(d)}	۰/۰۰ ^{a(c)}	۰/۰۰ ^{a(a)}	۰/۰۰ ^{a(a)}	I۲
۱۸/۶۹ ^{a(b)}	۱۶/۷۷ ^{b(b)}	۱۱/۱۸ ^{c(b)}	۰/۰۰ ^{d(a)}	۰/۰۰ ^{d(a)}	I۳
۱۵/۱۹ ^{a(c)}	۱۲/۴۵ ^{b(c)}	۹/۵۴ ^{b(b)}	۰/۰۰ ^{d(a)}	۰/۰۰ ^{d(a)}	I۴

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (حروف خارج پرانتز).



شکل ۳- پروفیل شوری خاک لایسیمترها تحت تنش‌های مختلف شوری آب دریای خزر و تنش آبی پس از اتمام آزمایش‌ها (EC2 شوری عمق ۱۰-۰ و EC1 شوری عمق ۳۰-۲۰ سانتی متری خاک)

از سطح گیاه و تبخیر از سطح خاک انجام می‌گیرد و به همین دلیل نمک در خاک تجمع می‌یابد منسوری و مصطفی زاده (۱۳۸۵) که همه با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد عملکرد تیمار ۲۵٪ آب دریا نسبت به عملکرد تیمار ۰٪ آب دریا در حد رضایت بخش بود. بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش اعمال تنش آبی در دوره نهایی رشد گندم و اختلاط ۲۵٪ آب دریا با آب معمولی می‌تواند جایگزین آبیاری کامل با آب معمولی گردد که با توجه به کمبود منابع آبی موجود، استفاده از منابع آب جدید نظیر آب دریای خزر در استان‌های شمالی در مناطقی که با بحران کم‌آبی مواجه‌اند، گزینه مناسبی می‌باشد.

منابع

آبخضر، ح.ر. و قهرمان، ب. ۱۳۸۲. تعیین ضرایب حساسیت گندم

همان‌طور که از شکل مشخص است با افزایش شوری آب آبیاری و تنش خشکی شوری عصاره اشباع خاک نیز افزایش داشته است. عمق ۱۰-۰ سانتی متری خاک بیش‌ترین شوری را داشت که دلیل آن تبخیر از سطح خاک، کفایت میزان آب آبیاری برای آبشویی و باقیماندن نمک در لایه سطحی خاک است. بنابراین، شستن خاک با آب با کیفیت مناسب و خارج کردن نمک از ناحیه ریشه‌ها از الزامات استفاده از آب دریای خزر می‌باشد. وقتی رطوبت خاک خیلی کم می‌شود، غلظت نمک در ناحیه ریشه و خاک به طور شگرفی افزایش می‌یابد. وقتی این دو تنش همزمان اتفاق می‌افتد شاید اثر تنش شوری روی گیاه تشدید می‌شود (براون و همکاران، ۲۰۰۶ (Brown and et al., 2006)). در شرایط شوری‌های زیاد و تنش خشکی، کاهش جذب کلسیم توسط گیاه مشاهده شده است (براون و همکاران، ۲۰۰۶). آب آبیاری اگر کیفیت بالایی هم داشته باشد مقداری املاح به خاک منتقل می‌کند. اما مشکل اصلی شور شدن خاک در اثر مدیریت نادرست آبیاری بوجود می‌آید. آب آبیاری همواره مقداری نمک به صورت حل شده به همراه دارد. پس از آبیاری، تعرق

- 58: 140-148.
- FAO. UNESco. 1973. Irrigation, drainage and salinity. An international sourcebook. Paris. UNESCO and CO. INC N.Y. 412p.
- Ghods, M., M. Nuzeri and A. Zarea-Fizabady. 1998. The reaction of new cultivars and Alite lines on spring wheat into drought stress, Collection of abstract articles of 5th Iranian agronomy and plant breeding conference, Karaj, Iran. 252p.
- Jaleel, C. A., P. Manivannan, B. Sankar, A. Kishorekumar, R. Gopi, R. Somasundaram and R. Panneereselvam. 2007. Pseudomonas fluorescens enhances biomass yield and ajmalicine production in Catharanthus under water deficit stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 60: 7-11.
- Jensen, C.R. 1982. Effect of soil water osmotic potential on growth and water relationship of barley during soil water depletion, *Irrigation Science*, 3: 111-121.
- Maas, E.V., J. A. Poss and G.J. Hoffman 1986, Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages, *Irrigation Science*, 7: 1-11.
- Meiri, A. and J. Shalhevet 1973. Pepper plant response to irrigation water quality and timing and leaching, *Ecological Studies*, Vol. IV, Springer-Verlag, Berlin, pp. 421-429.
- Parra, M.A. and G.C. Romero (1980), On the dependence of salt tolerance of beans on soil water matric potential, *Plant and Soil*, 56:3-16.
- Sepaskhah, A.R. and L. Boersma 1979. Shoot and root growth exposed to several levels of matric potential and NaCl induced osmotic potential of soil water, *Agronomy Journal*, 71: 746-752.
- Shabala, A.J. and S.K. Al-Azawi. 2000. Occurrence of phosphate-solubilizing bacteria in some Iraqi Soils. *Plant and Soil*. 117;135-141.
- Stewart, B.A. and Musick, J.T. 1982. Conjunctive use of irrigation and fall in semi arid regions. *Advances in Agronomy*. 1:1-23
- زمستانه به تنش رطوبتی آب و هوایی مشهد، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، شماره اول، صص ۱۲-۳
- امام، ی. ۱۳۸۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۰ صفحه.
- زمانی، غ. کشکولی، ح. شهیدی، ع. و قریشی غ. ۱۳۸۵. اثرات شوری و رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه در ارقام مختلف گندم. اولین همایش سازگاری با کم آبی.
- شایان نژاد، م. و محرری، ع. ۱۳۸۹. تأثیر تنش آبی بر خصوصیات کیفی گندم و سیب زمینی در شهرکرد. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. شماره اول، صص ۶۶-۷۰.
- شریفان، ح. شاهمرادی، ع. ۱۳۹۰. مطالعه تأثیر بکارگیری آب دریا بر پارامترهای مختلف جوانه‌زنی گندم. کنفرانس ملی بهره‌برداری از آب دریا مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳ و ۱۴ دی ۱۳۹۰.
- میلانی، پ. وکیل، ر. و سعادت، س. ۱۳۷۸. تغذیه گندم در شرایط شوری استان قم. نشریه علمی پژوهشی آب و خاک. شماره ششم، صص ۱۹۶-۱۸۷.
- هاشمی‌نیا، س. م. حق‌نیا، غ. ح. ۱۳۸۷. عناصر غذایی گیاهان در محیط‌های بیابانی و خشک. انتشارات فردوسی مشهد. ۱۶۰ صفحه.
- منصوری، ح. مصطفی‌زاده، ب. ۱۳۸۵. راهنمای نصب و اجرای مدل swap، اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده‌رود- شهرکرد- دانشگاه ۱۴ و ۱۵ شهریور.
- Brown, c. Pezeshkis. R. and Delaune R.D. 2006. The effects of salinity and soil drying on nutrient uptake and growth of *spartina alterniflora* in a simulated tidal system. *Environmental and Experimental Botany*

Effect of periodic water Stress and salinity of Caspian Sea water on wheat yield and Yield components

R. Afshari¹, M. Zakeriniya^{2*}, H. Sharifan³, M.H. Pahlavani⁴

Received: Nov.17, 2013

Accepted: May.07, 2014

Abstract

Saline waters such as sea water in earlier years was considered as unusable, but new researches in two past decades have shown that irrigation scheduling based on using saline waters is applicable. The purpose of this study is investigation of simultaneous effect of periodic water stress and salinity of sea water on wheat yield. The research is based on factorial experiment in completely design (CRD) including 20 treatments and 3 replication in Gorgan University of Agriculture on autumn 2011. Periodic water stress in four stages (Initial, development, midseason and final stage) and salinity stress of sea water at 5 levels (0% 25%, 50%, 75% and 100% of Caspian sea water mixture into ordinary water) with Salinity of 0.7, 4.1, 11.1, 18.11, 25.1 (dS/m) respectively were applied. Result showed that periodic water stress and salinity of sea water on number of ears of plant, seed yield, Biological yield, seed weight and harvest index were significant at 1% level. The highest yield was observed in control treatment and then was for 25% sea water level without water stress. In 75% and 100% sea water and in development stage stress, the seed yield was reached to zero. Thus final stage water stress and 25% sea water salinity rate might be used for wheat cultivation near Caspian Sea lands. The using of sea water in different treatment cause to increasing soil salinity in salinity treatments during development stage (97% increase compared to control) led. Due to the problems same as salinity and water shortage in most parts of the country, use of Caspian Sea water (25% mixture with ordinary water) at final stages for wheat cultivation is applicable.

Key words: Caspian Sea, Stress water, Seed yield, Seed weight, Salinity

1- M.Sc student, Department of water Engineering, University of Agriculture Science and Natural Resources of Gorgan,

2 - Assistant Professor, University of Agriculture science and Natural Resources of Gorgan

3- Associated Professor, University of Agriculture science And Natural Resources of Gorgan

۴ - Associated Professor, University of Agriculture science And Natural Resources of Gorgan

(* - Corresponding Author Email a_zakerinia@yahoo.com)