تأثیر آبیاری با پساب کارخانه قند و تنش خشکی بر ارتفاع گیاه، طول ریشه و پروتئین دانه جو رقم یوسف

یحیی چوپان، عباس خاشعی سیوکی* و علی شهیدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۴)

چکیده

محدودیت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، یکی از مهم‌ترین معضلات موجود در بخش کشاورزی است. از اینرو استفاده از منابع آبی غیر متعارف از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود. به این دلیل، تحقیقی جهت بررسی اثر آبیاری با پساب کارخانه قند به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی به‌صورت آزمایشات مزرعه‌ای برروی گیاه جو انجام شد. تیمارهای این تحقیق عبارتند از آب چاه I1، پساب کارخانه قند I2 ، ترکیب آب چاه و پساب I3 (نسبت هفت به یک عرف منطقه) می‌باشد که در دو سطح آبیاری کامل S1 و اعمال ۷۵٪ تنش کم آبی S2 انجام شد و تیمار I1S1، به‌عنوان شاهد درنظر گرفته شد. نتایج نشان دادند تغییرات تنش در سطح ۱٪ بر ارتفاع گیاه، عملکرد دانه و طول ریشه تأثیر معنی‌داری آماری داشت. همچنین تغییرات نوع آب آبیاری در سطح ۱٪ بر ارتفاع گیاه ، پروتئین دانه عملکرد دانه و طول ریشه تأثیر معنی‌داری آماری داشت. بیشترین عملکرد دانه در تیمار I1S1 با وزن ۴۰۳۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در تیمار I2S2 با مقدار ۱۵۶۴ کیلوگرم در هکتار بودند. کمترین و بیشترین مقدار درصد پروتئین دانه به‌ترتیب در تیمار I1S1 به میزان ۱۲/۳۷ درصد و تیمار I2S2 با مقدار ۱۳/۴۷ درصد مشاهده شد. ارتفاع گیاه در تیمار شاهد بیشترین مقدار با ارتفاع ۸۲/۸۷ سانتی‌متر مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، تنش خشکی، پروتئین دانه، پساب، طول ریشه

۱. گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: abbaskhashei@birjand.ac.ir

مقدمه

با توجه به ارزش بالای آب شیرین سالم، استفاده مجدد از پساب یک گزینه کارآمد برای مدیریت مصرف آب محسوب می‌شود. در این تحقیق به‌علت اینکه پساب مورد استفاده از شوری بالایی برخوردار بوده و همچنین تنش خشکی اعمال شده است، بررسی منابع را در سه زمینه اثرات تنش شوری، تنش خشکی و پساب‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان مورد بررسی قرار داده شده است. چنانچه غلظت برخی عناصر موجود در پساب از حد استاندارد بیشتر شوند، این عناصر به تدریج در خاک تجمع کرده و در بلند مدت با تغییر خصوصیات شیمیایی خاک باعث کاهش حاصل‌خیزی این اراضی و تجمع فلزات سنگین در پروفیل خاک مناطق تحت آبیاری می‌شود (۱۴). در این رابطه پسکاد در سال ۱۹۹۲ بیان می‌کند که بهترین شیوه دفع فاضلاب پس از انجام مراحل قراردادی تصفیه، کاربرد آن در کشاورزی است (۳۳).

آزمایشی برای تعیین تأثیر پساب کارخانه قند بر درصد عناصر اندام هوایی، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم انجام داده و این تحقیق در دوسال زراعی صورت گرفته که در دو سطح آبیاری با آب چاه (شاهد) و آبیاری با پساب کارخانه قند بود و نتیجه شد در هر دو سال زراعی برای هر دو رقم گندم کمترین تعداد پنجه، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در تیمار پساب و کاهش عناصر غذایی دانه گندم شد (۴). محققان با بررسی اثر آبیاری با پساب بر گیاهان علوفه‌ای در اردن به مدت ۲، ۵ و ۱۰ سال دریافتند که وزن گیاه جو با کاربرد پساب افزایش یافته و پساب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را نیز فراهم نموده است (۳۱). گروهی از محققین آزمایشی به‌منظور بررسی اثر پساب شهری تصفیه شده برعملکرد گندم، جو و تریتیکاله در مشهد انجام دادند. نتایج به‌دست آمده از آزمایش نشان داد که در گونه‌های مورد بررسی، با افزایش فاضلاب تا سطح ۵۰ درصد عملکرد نیز در هر سه گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد (۱۲). براساس مطالعات انجام شده، بین عوامل مختلف تنش‌زا مانند بیماری، آفت، علف‌های هرز، تنش خشکی، غرقابی، شوری، سرما، عامل تنش خشکی به تنهایی سبب ۴۵ درصد کاهش عملکرد بوده است (۳۱ و ۳). مهم‌ترین روش تعیین تحمل به تنش خشکی در برنامه‌های به نژادی گندم و جو، ارزیابی عملکرد دانه و اجزاء آن و سایر ویژگی‌های مرتبط در شرایط آبیاری و تنش است (۳۵). تنش خشکی همواره زیان‌آور نیست و در همین راستا گزارشاتی نیز ارائه شده است. به‌عنوان نمونه نتایج یک تحقیق نشان داد، که میزان پروتئین دانه‌های گندم در طول زمان رسیدن و با افزایش تنش خشکی، بیشتر می‌شود (۹). محققان گزارش کردند تنش خشکی در جو طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در گیاه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. همین محققان تفاوت معنی‌دار ارتفاع بوته در بین ارقام مختلف را نیز گزارش کردند (۲). در تحقیق دیگری نیز نشان داده شد که تنش خشکی صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (۱۱).

به‌طور کلی شوری سبب کاهش بازده گیاهان زراعی شده است که این امر در مقیاس وسیع به کشاورزان و اقتصاد کشور صدمه وارد می‌کند (۵). با افزایش شوری ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد که علت آن تأثیر شوری بر سطح برگ و کاهش فتوسنتز به خصوص در اواخر رشد رویشی همزمان با ورود گیاه به مرحله گلدهی و ریزش برگ‌ها از پایین بوته می‌باشد (۱۷). علاوه بر این می‌توان گفت که با خروج آب از سلول، رشد سلول کاهش می‌یابد. بنابراین، اندازه اندام محدود شده و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی ناشی از شوری برروی گیاهان را می‌توان از روی کاهش اندازه اندام‌ها تشخیص داد (۲۰). گروهی از محققین نیز نتایج مشابهی به‌ترتیب در گیاهان سورگوم، جو و پنبه گزارش کردند (۱، ۶ و ۸). تنش شوری در بسیاری از گونه‌ها علاوه بر کاهش کل ماده خشک و

ارتفاع گیاه، سبب کاهش سطح برگ گیاه نیز می‌شود (۳۳). در اثر تنش شوری، گسترش سطح برگ و ارتفاع گیاه خیلی سریع‌تر از سایر پارامترهای فنولوژیکی کاهش می‌یابد، زیرا تجمع ماده خشک توسط گیاه، حاصل میزان فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتز کننده است. گیاهان قرار گرفته در معرض شوری معمولاً سطح برگ کاهش یافته دارند. تنش شوری سرعت رشد برگ را با کوتاه کردن محدوده طویل شدن برگ کاهش می‌دهد (۲۸).

بررسی‌ها نشان دادند تاکنون تحقیقی در مورد تأثیر پساب کارخانه قند و تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه جو رقم یوسف در شهرستان تربت حیدریه انجام نشده است. هدف این تحقیق کاربرد پساب صنعتی و تأثیر همزمان پساب و تنش کم آبی در کشاورزی جهت کشت گیاه جو در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق درسال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در اراضی کشاورزی تربت حیدریه، در زمینی با خاک لومی شنی با اسیدیته ۷/۵، درصد مواد آلی ۰/۶ درصد، شوری ۴/۴ دسی زیمنس بر متر و درصد آهک ۱۸/۲۵ انجام شد. این تحقیق به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و چهار تکرار (R) انجام شد. تیمارهای تحقیق عبارتند از آب چاه I1، پساب کارخانه قند I2 ، ترکیب آب چاه و پساب I3 (نسبت هفت به یک عرف منطقه) می‌باشد که با دو سطح آبیاری کامل (تیمار S1) و اعمال ۷۵٪ تنش کم آبی(تیمار S2) انجام شدکه تیمار I1S1 به‌عنوان تیمار شاهد درنظر گرفته شده است. زمین مورد استفاده در سال‌های قبل به‌صورت آیش بوده و بعد از مراحل آماده‌سازی زمین (شخم عمقی و شخم سطحی) و براساس آزمایش خاک، طبق پیشنهاد سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان‌رضوی و بررسی خاک مزرعه، مقدار ۳۰ تن کود حیوانی، ۱۸۰ کیلوگرم کود اوره، ۲۵۰ کیلوگرم کود فسفر و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم برای یک هکتار کشت جو توصیه شد. روش کاشت به‌صورت دستی در تاریخ ۱۰ آبان ماه ۱۳۹۲ انجام شده و آبیاری به‌روش کرتی بوده است. آنالیز شیمیایی آب، پساب کارخانه قند و ترکیب آب و پساب در جدول (۱) آمده است. مقدار بذر توصیه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی برای یک هکتار کشت جو، ۲۵۰ کیلوگرم می‌باشد که برای کرت‌های این تحقیق که اندازه ۴ متر مربعی (۲ × ۲) داشتند، مقدار ۱۰۰ گرم بذر استفاده شده است. فاصله کرت‌ها یک متر و فاصله بلوک‌ها دو متر از یکدیگر درنظر گرفته شدند. نیاز آبی جو با استفاده از نرم‌افزار NETWAT و با توجه به داده‌های هواشناسی ایستگاه تربت حیدریه و به‌روش فاپو پنمن مانتیث به‌دست آمده و با دور ثابت ۷ روز آبیاری انجام شد و برای تیمارهای با اعمال تنش، براساس ۷۵٪ نیاز آبی محاسبه و به‌وسیله کنتور حجمی با دقت لیتر به کرت‌ها تحویل داده شدند. رقم مورد استفاده در این تحقیق رقم یوسف می‌باشد که مشخصات ژنوتیپی آن در جدول (۲) آمده است (۳۷). پس از رسیدن کامل بوته‌ها، برداشت در تاریخ ۱۵ خرداد ماه ۱۳۹۳ انجام شد. به‌دلیل حذف اثر حاشیه‌ای از یک مترمربعی مرکز هر کرت، بوته‌ها از سطح خاک برداشت شد و صفات ارتفاع گیاه، طول ریشه، عملکرد دانه و پروتئین دانه (به‌روش کلجدال) اندازه‌گیری شد. (طول ریشه با جداکردن خاک و ریشه و شستشو آن اندازه‌گیری شد) تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و EXCEL انجام شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. در شکل (۱) مکان ماهواره‌ای انجام تحقیق نشان داده شده است. در شکل (۲) شمای طرح تحقیق نمایش داده شده است.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

طبق نتایج به‌دست آمده با اعمال تنش کم آبی بر میزان عملکرد دانه تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده شد، به‌طوری که تیمارهای بدون تنش کم آبی (I1S1، I2S1، I3S1) تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد نداشتند ولی تیمارهای تحت تنش کم آبی

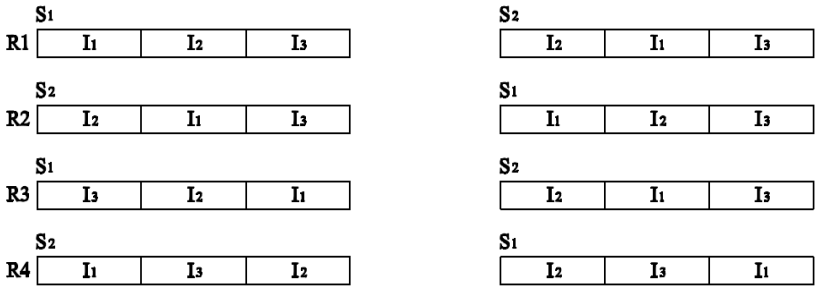
جدول ۱. آنالیز شیمیایی آب، پساب و ترکیب آب و پساب

نوع آزمایش	واحد اندازه‌گیری	آب معمولی	ترکیب آب و پساب	پساب خالص
هدایت الکتریکی	dS/m	۲/۵	۵	۲۰
اسیدیته	-	۶/۸	۱۰/۷	۱۲/۱
نسبت جذب سدیم	-	۱۳/۰۴	۹/۹۷	۸/۴۲
جمع کلسیم و منیزیم	meq/lit	۴	۱۳/۴	۱۲۰
کلسیم	meq/lit	۱/۲	۱۰	۵۸
منیزیم	meq/lit	۲/۸	۳/۴	۶۲
سدیم	meq/lit	۱۸/۴	۲۵/۷۴	۶۵/۲
مجموع کاتیون	meq/lit	۲۲/۴	۳۹/۱۴	۱۸۵/۲
کربنات	meq/lit	ندارد	۱/۳	۱/۵
بی کربنات	meq/lit	۳/۴	۳/۴	۸/۵
کلر	meq/lit	۱۰/۵	۳۰/۵	۵۷
سولفات	meq/lit	۱۰/۸	۷/۸۳	۱۲۰/۴
مجموع آنیون	meq/lit	۲۴/۷	۴۱/۷۳	۱۸۷/۴

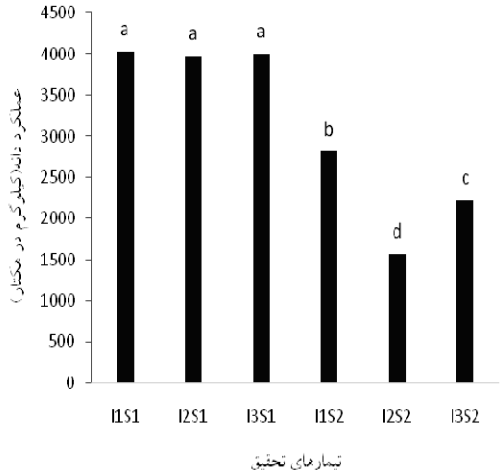
جدول ۲. مشخصات ژنوتیپی گیاه جو رقم یوسف (۳۷)

مشخصات زراعی	عملکرد دانه با تنش خشکی	عملکرد دانه بدون تنش خشکی	ارتفاع بوته	تاریخ کاشت
رقم یوسف	۵/۱۹۸ تن در هکتار	۶/۱۶ تن در هکتار	۹۰ سانتی‌متر	نیمه اول آبان

شکل ۱. تصویر ماهواره‌ای از منطقه مورد مطالعه



شکل ۲. شمای طرح وضعیت جانیمایی تیمارها و تکرارها



شکل ۳. عملکرد دانه در تیمارهای تحقیق

جدول ۳. میانگین مربعات صفات مورد بررسی گیاه جو

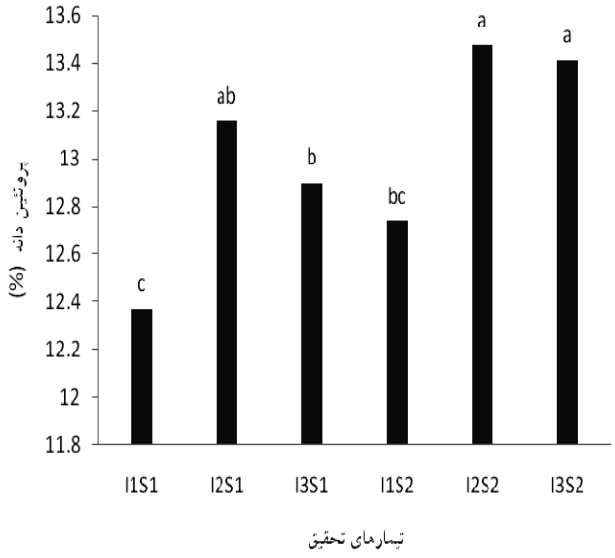
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد کل	ارتفاع گیاه	پروتئین دانه	طول ریشه
تکرار	۳	۱۷۶۶۸/۸۴ ns	۱۳/۸۱ ns	۰/۰۶۵۶ ns	۶۷/۴۴ *
تنش کم آبی	۱	۴۴۲۲۷۳۳/۳**	۲۸۸/۰۸ **	۰/۹۵۶ *	۷۶۳۲/۶۶**
نوع آب	۲	۱۹۰۵۶۱/۳**	۱۶۲/۲۹ **	۱/۲ **	۳۲۰/۶۶ **
تنش کم آبی* نوع آب	۲	۱۶۰۰۲۷/۱**	۱۱۷/۷۲ **	۰/۲۵ns	۳۳/۱۶ ns
خطا	۱۵	۶۴۰۱/۲۸	۱۱/۷۸	۰/۱۱۹۶	۱۶/۸۴
ضریب تغییرات (cv)		۵/۴۳	۴/۹۰	۲/۶۶	۲/۷۰

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **ns** فاقد تفاوت معنی‌دار

(I1S2 I3S2,I2S2،) در سطح آماری ۵ درصد با هم تفاوت معنی‌دار آماری داشتند، پس پساب بر عملکرد دانه در تیمارهای بدون تنش که میزان آب وراده به کرت برابر نیاز آبی گیاه بوده تأثیری نداشته است و این به‌دلیل وجود نسبت جذب سدیم بالا و همچنین میزان بالای عناصر کلسیم و منیزیم در پساب بوده است. کاهش عملکرد دانه محصول در این تحقیق بر اثر دو عامل شوری پساب و تنش کم آبی می‌باشد، به‌طوری که تیمار شاهد I1S1 بیشترین عملکرد دانه را با ۴۰۳۴ کیلوگرم در هکتار و تیمار I2S2 (تیماری که تنش کم آبی و بیشترین مقدار شوری بر آن تأثیر داشته است)، کمترین عملکرد دانه را با ۱۵۶۴ کیلوگرم در هکتار را داشتند. شکل (۳) عملکرد دانه را در تیمارهای تحقیق نشان می‌دهد. براساس نتایج جدول (۳)، میانگین مربعات عملکرد دانه بر تنش کم آبی ، نوع آب آبیاری و ترکیب این دو عامل بر عملکرد دانه محصول در سطح ۵ درصدتفاوت معنی‌دار آماری نشان داده اند. نتایج به دست آمده با تحقیقات محققان همخوانی و مطابقت دارد (۲، ۴، ۱۱ و ۱۲).

پروتئین دانه

نتایج میانگین مربعات نشان می‌دهد تنش کم آبی در سطح احتمال ۵ درصد و نوع آب آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر درصد پروتئین دانه اثر معنی‌دار آماری داشته ولی تأثیر

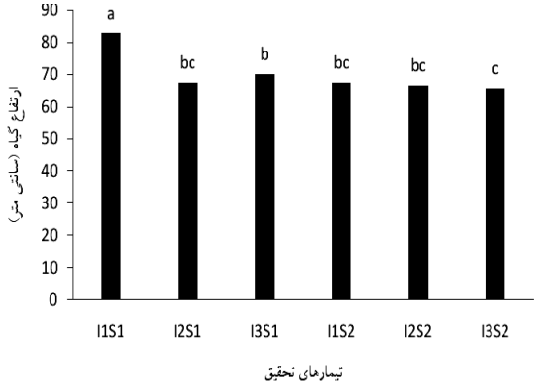


شکل ۴. پروتئین دانه در تیمارهای تحقیق

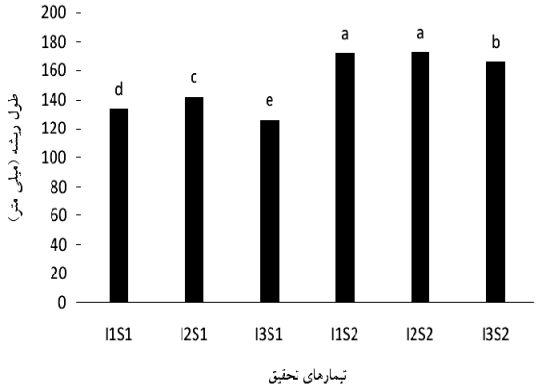
همزمان تنش کم آبی و نوع آب آبیاری بدون اثر معنی‌دار آماری می‌باشد (جدول ۳). نتایج نشان دادند تیمارهای تحقیق برای پروتئین دانه در گروه های مختلف آماری از a تا c قرار گرفته‌اند. در شکل (۴)، درصد پروتئین دانه در تیمارهای تحقیق آورده شده است. براساس نتایج، تنش کم آبی و شوری پساب باعث افزایش درصد پروتئین دانه در جو شده است. تیمارهای I2S1، I3S2 و I2S2 دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه با مقدار ۱۳/۱۵، ۱۳/۴۱ و ۱۳/۴۷ درصد و افزایش ۶/۳۶، ۸/۴ و ۸/۹ درصدی را نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد، که تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد نداشتند. کمترین مقدار پروتئین دانه در تیمار شاهد I1S1 به میزان ۱۲/۳۷ درصد مشاهده شد. بین تیمارهای I1S2، I3S1 و I2S1 تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد مشاهده نشد (شکل ۴). گیاه با تجمع پرولین، پلی آمین، ترهالوز، افزایش فعالیت آنزیمی نیترات ردوکتاز، افزایش ذخیره‌سازی کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌سازی می‌تواند در برابر تنش ایجاد شده مقاومت کند (۲۷). تحت شرایط شوری انباشتگی این پروتئین‌ها به‌عنوان ذخایری از نیتروژن ممکن است در تنظیم اسمزی نقش داشته باشند (۳۵). محتوای بالای پروتئین های محلول در ارقام متحمل به شوری جو، آفتابگردان و برنج مشاهده شده است (۱۹). سازگاری اسمزی، تجمع ترکیبات اسمزی، مدیریت تنش اکسیداتیو، القای پروتئین‌های تنش و سازش‌های فیزیولوژیکی دیگر مانند تغییر در رشد ریشه و بخش‌های هوایی و نیز تعرق حاکی از سنتز مجدد پروتئین‌ها تحت تنش شوری است (۲۱). گزارش‌های متعددی حکایت از تجمع کربوهیدرات‌های محلول در سلول های گیاهان تحت تنش شوری وجود دارد که ازجمله می‌توان به گزارش‌های (۲۶) بر روی گندم و (۲۹) برروی جو اشاره کرد. تنش شوری با کاهش جذب یون‌های نیترات یا آمونیوم، سبب کاهش ازت و درنهایت کاهش پروتئین‌ها در گیاه می‌شود (۳۰). گزارش‌های متعددی مبنی بر کاهش مقدار پروتئین در گیاهانی که تحت تنش شوری قرار داشتند، وجود دارد که ازجمله می‌توان به گزارش‌های دولت آبادیان و همکاران (۲۲) برروی کلزا و خسروی نژاد و همکاران (۲۹) برروی جو اشاره کرد.

ارتفاع گیاه

نتایج میانگین مربعات نشان می‌دهد که تنش کم آبی، نوع آب آبیاری و تأثیر همزمان تنش کم آبی و نوع آب آبیاری در سطح



شکل ۵. ارتفاع گیاه در تیمارهای تحقیق



شکل ۶. طول ریشه در تیمارهای تحقیق

احتمال یک درصد بر ارتفاع گیاه اثر معنی‌دار آماری داشته است (جدول ۳). براساس نتایج ارتفاع گیاه در تیمار شاهد بیشترین بوده ۸۲/۸۷ سانتی‌متر شده و شوری و تنش کم آبی باعث کاهش ارتفاع در جو شده است. ارتفاع گیاه در تیمارهای تحقیق در سه گروه آماری از a تا c قرار گرفتند. ارتفاع گیاه در تیمارهای تحقیق در شکل (۵) آمده است. به‌طوری که تیمارهای I3S1 و I2S1 با کاهش ارتفاع ۱۵/۶ و ۱۲/۸ سانتی‌متر نسبت به تیمار شاهد قرار دارند. تنش کم آبی در تیمار I1S2 نسبت به تیمار شاهد کاهش ۱۵/۵ سانتی‌متر داشت ولی بین تیمارهای تحت تنش کم آبی تفاوت معنی‌دار آماری درسطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشده است. کمترین ارتفاع در تیمارهای بدون تنش کم آبی به تیمار I2S1 با ارتفاع ۶۷/۲۷ سانتی‌متری مشاهده شد. پس تنش کم آبی کمتر از نوع آب آبیاری در این تحقیق بر ارتفاع گیاه اثر مخرب داشته است. نتایج حاصله با تحقیقات مطابقت دارد (۲۵). تحقیقات نشان داده است با کاهش آبیاری در مراحل مختلف رشد، ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (۱۳ و ۱۶). محققان نشان دادند که با افزایش سطوح شوری ارتفاع گیاه، قطر ساقه، میزان ماده خشک و به‌طور کلی رشد رویشی ساقه گیاه کنف کاهش می‌یابد. یکی از اثرات مشهود شوری کاهش رشد رویشی و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه است (۲۳). علت آن تأثیر شوری بر سطح برگ و کاهش فتوسنتز به خصوص در اواخر رشد رویشی همزمان با ورود گیاه به مرحله گلدهی و ریزش برگ‌ها از پایین بوته می‌باشد (۱۷). نتایج مشابهی به‌ترتیب در گیاهان سورگوم، جو و پنبه گزارش کردند (۸).

طول ریشه

نتایج جدول میانگین مربعات نشان می‌دهد تنش کم آبی و نوع آب آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر طول ریشه اثر معنی‌دار آماری داشته ولی تأثیر همزمان تنش کم آبی و نوع آب آبیاری بر طول ریشه معنی‌دار نبوده است (جدول ۳). شکل (۶) طول ریشه را در تیمارهای تحقیق نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که طول ریشه با نوع آب آبیاری در تیمارها تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد داشته، به‌طوری که تیمارها در گروه‌های مختلف آماری قرار گرفتند. تنش کم آبی باعث افزایش طول ریشه در تیمارها شده است. بیشترین طول ریشه، ۱۷۳ میلی‌متر در تیمار I2S2 و کمترین طول ریشه، ۱۲۶/۲۵ میلی‌متر در تیمار I3S1 مشاهده شد. تیمار I1S1 نسبت به تیمار I1S2 کاهش طول ۲۲/۳۵٪ داشته و نسبت به تیمارهای I2S1 و I3S1 به‌ترتیب کاهش ۵/۸٪ و افزایش ۵/۹۴٪ داشته است (شکل ۶). تیمارهای I1S2 و I2S2 با طول ریشه ۱۷۲/۲۵ و ۱۷۳ میلی‌متر در یک گروه آماری قرار گرفتند. عمق ریشه و توانایی جذب مداوم آب، از مهم‌ترین صفات برای شرایط دیم می‌باشد (۲۴) و گیاهانی که ریشه عمیق دارند، قادرند آب را از اعماق زیاد جذب کنند (۱۰). تحقیقات انجام شده برروی جوانه زنی بذور گیاهان زراعی مختلف بیانگر

این واقعیت است که با افزایش تنش شوری و خشکی طول ریشه چه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش می‌یابد (۳۰). در این ارتباط نتایج مشابهی از نظر کاهش طول ریشه چه با کاهش پتانسیل‌های شوری و خشکی برروی گیاهان زراعی نظیر گندم، سورگوم علوفه‌ای و ارزن گزارش شده است، که نشان می‌دهند، تنش شوری نسبت به تنش خشکی اثرات بیشتری بر طول ریشه چه داشت (۷)، که در آبیاری با پساب خالص مغایر با نتایج این آزمایش است به نظر می‌رسد اثر اسمزی نقش مهم‌تری در بازدارندگی جوانه زنی نسبت به شرایط شور دارا می‌باشد، به‌طوری که این مسئله می‌تواند ناشی از جذب یون‌های سدیم و کلر توسط پوسته بذر باشد که از طریق کاهش دادن پتانسیل اسمزی باعث جذب سریع‌تر آب از محیط اطراف به داخل بذر شده و افزایش سرعت جوانه زنی و متعاقب آن افزایش طول ریشه چه را باعث می‌شود (۱۸).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان دادند پساب و تنش کم آبی باعث افزایش درصد پروتئین دانه جو شده است ولی ارتفاع گیاه جو بر اثر تنش کم آبی و استفاده از پساب کارخانه قند کاهش معنی‌دار آماری داشته است. طول ریشه نیز بر اثر اعمال تنش کم آبی افزایش معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد داشته است. عملکرد دانه در گیاه جو در تیمارهای تحت تأثیر شوری و تنش کم آبی کاهش داشته‌اند به‌طوری که تیمار پساب با اعمال تنش کمترین میزان عملکرد دانه را داشته است. پس پساب کارخانه قند اگرچه باعث کاهش ارتفاع گیاه شده ولی بر درصد پروتین دانه، عملکرد دانه و طول ریشه اثر مخربی نداشته است ولی تنش کم آبی باعث کاهش شدید عملکرد دانه در تیمارهای تحت تنش شده است.

منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلی، ا. م.، و. همایی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۴. اثرات متقابل شوری و کودهای ازتی بر رشد و ترکیب شیمیایی سورگوم. مجله علوم خاک و آب ۱۹(۱): ۱۴۳-۱۲۶.

۲. باقری، ع. ر. و ح. حیدری شریف‌آباد. ۱۳۸۶. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوا یون‌ها در گیاه جو بدون پوشینه. مجله دانش نوین کشاورزی ۳(۷): ۱۵-۱.

۳. پزشکپور، پ. و ک. خادمی. ۱۳۸۳. مدیریت زراعی و ژنتیکی برای مقاومت به خشکی در نخود. شماره ۱۱. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان.

۴. تدین، م. ۱۳۸۵. تأثیر پساب کارخانه قند بر درصد اندام هوایی، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم. مجله‌ی علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۱۲(۴۵): ۴۹۸-۴۸۹.

۵. حاج رسولی‌ها، ش. ۱۳۸۲. *کیفیت آب برای کشاورزی* (ترجمه). مرکز انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۶. داداشی، م.، ر. مجیدی هروان، ا. سلطانی و ع. نوری نیا. ۱۳۸۶. ارزیابی واکنش لاین‌های مختلف جو به تنش شوری. مجله علمی تحقیقی علوم کشاورزی ۱۳(۱): ۱۹۳-۱۸۲.

۷. رجبی، ر.، ک. پوستینی، پ. جهانی پور و ع. احمدی. ۱۳۸۵. اثرات شوری بر کاهش عملکرد برخی از صفات فیزیولوژیکی ۳۰ رقم گندم. مجله علمی تحقیقی علوم کشاورزی ۱۶۳-۱۵۳.

۸. سالاری نژاد، ح. ق.، ر. طاهری، ا. رمضانی مقدم، و. جعفرنژاد و غ. قانعی مطلق. ۱۳۸۸. بررسی مقادیر و منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کمی پنبه رقم ورامین تحت شرایط تنش شوری در بردسکن. اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. دانشگاه بیرجند. ۱۴ بهمن تا ۱۵ بهمن ۱۳۸۸.

۹. علیزاده، ا. ۱۳۸۷. *رابطه آب و خاک و گیاه*. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد.

۱۰. علیزاده، ا. ۱۳۸۸. *رابطه آب و خاک و گیاه*. ویرایش نهم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۱۱. فتح باهری، س.، ع. جوانشیر، ح. ا. کاظمی و هریزاده، س. ۱۳۸۴. اثرات آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیک بر روی برخی از صفات ژنوتیپ های جو بهاره. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۱): ۱۷۶-۱۶۹.

۱۲. فیضی، ح و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۷. استفاده از پساب شهری تصفیه شده به منظور تولید گندم، جو و تریتیکاله. سومین کنگره بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان. ۲۴ اردیبهشت تا ۲۶ اردیبهشت ۱۳۸۷.

۱۳. قدسی، م.، م. ر. جلال کمالی، م. ر. چائی‌چی و د. مظاهری . ۱۳۸۲. تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ارقام گندم تحت تنش رطوبت در مراحل قبل و بعد از گرده افشانی در شرایط مزرعه‌ای. مجله تحقیق‌های زراعی ایران ۱(۲): ۲۱۶-۲۰۵.

۱۴. لیلی م.، م. ر. سمائی و س. دهستانی. ۱۳۸۹. مدیریت فاضلاب شهری در کشورهای در حال توسعه. چاپ اول، انتشارات اندیشه رفیع، تهران.

۱۵. ملکوتی، م. ج.، ع. ا. شهابی و ک. بازرگان. ۱۳۸۴. *پتاسیم در کشاورزی ایران*. چاپ اول، انتشارات سنا، تهران.

۱۶. نبی پور، ع. ر.، ب. یزدی صمدی، ع. ع. زالی و ک. پوستینی. ۱۳۸۱. بررسی اثر خشکی روی برخی صفات مورفولوژیکی و ارتباط این صفات با شاخص حساسیت به تنش در چند ژنوتیپ گندم. مجله بیابان ۷(۱): ۴۹-۳۱.

۱۷. نبی زاده مرودست، م. ر.، م. کافی و م. ح. راشد محصل. ۱۳۸۲. اثرات شوری بر رشد، عملکرد، تجمع املاح و درصد اسانس زیره سبز. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۱(۱): ۶۰-۵۳.

18. Alebrahim, M. T., N. Sabaghnia, A. Ebadi and M. Mohebodini. 2004. Investigation the effect of salt and drought stress: on seed germination of thyme medicinal plant (Thymus vulgaris). J. Res. Agri. Sci. 1: 13-20.
19. Ashraf, M. and P. J. C. Harris. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Sci. 166 (1): 3-16.
20. Gutierrez Boem, H. G., J. D. Scheiner and R. S. Lavado. 1994. Some Effects of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (Brassica napus L.). J. Agro Crop Sci. 172 (3): 182-187.
21. Chinnusamy, V., J. Zhu and J. K. Zhu. 2006. Salt stress signaling and mechanisms of plant salt tolerance. Genet Eng (N Y). 27: 141-177.
22. Dolatabadian, A., S. A. M. M. Sanavy and N. A. Chashmi. 2008. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and proline accumulation of canola (Brassica napus L.) under conditions of salt stress. J. Agro Crop Sci. 194(3): 206-213.
23. Francois, L. E., C. M. Grieve, E. V. Maas and S. M. Lesch. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agronomy J. 86(1): 100-107.
24. Gregory, P. J. 1988. Root growth of chickpea, faba bean, lentil, and pea and effects of water and salt stresses. PP. 857-867. Summerfield, R. J. Kluwer. (Ed.), World Crops: Cool Season Food Legumes. Dep. of Soil Science, Academic Publishers, Reading Univ. (UK).
25. Hamdy, A., S. Abdel- Dayam and M. Abu- Zeid. 1993. Saline water management for optimum crop production. Agricultural water management. 24(3):189-203.
26. Heidari, M. and F. Mesri. 2008. Salinity effects on compatible solutes, antioxidants enzymes and ion content in three wheat cultivars. Pak J. Biol Sci. 11(10): 1385-1389.
27. Hong, Z., K. Lakkineni, Z. Zhang and D. P. Verma. 2000. Removal of feedback inhibition of delta (1) pyrroline-5-carboxylate synthetase resalts in increased prolin accumulation and protection of plants from osmotic stress. Plant Physiol. 122(4): 1129-1136.
28. Jamil, M., S. U. Rehman, K. J. Lee, J. M. Kim, H. S. Kim and E. S. Rha. 2007. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. Sci. Agri. (Piracicaba, Braz) 64(2): 111-118.
29. Khosravinejad, F., R. Heydari and T. Farboodnia. 2009. Effect of salinity on organic solutes contents in barley. Pak J. Biol. Sci. 12(12): 158-162.
30. Judy, M., H. Dehghani, M. Jan-Mohammadi and A. Ebadi. 2004. Effect of drought and salinity stress on Anise (Pimpinella anisum) germination. Collection of conference abstracts of medicinal plants. February, Tehran.

31. Malhotra, R. S. and M. C. Saxena. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea. ICARDA. 17: 20-23.
32. Munir, J., M. Rusan, S. Hinnawi and L. Rousan. 2007. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. Desalination 215(1-3): 143-152.
33. Pscode, M. B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. Food and Agriculture Organization the United Nations. 2-125. Rome, Italy.
34. Rascio, A., M. Rsso, L. Mazzucco and D. F. Natale. 2001. Enhanced osmotolerance of wheat mutant selected for potassium accumulation. Plant Sci. 160(3): 441-448.
35. Singh, N. K., C. A. Bracken, P. M. Hasegawa, A. K. Handa, S. Buckel, M. A. Hermodson, F. Pfankoch, F. E. Regnier and R. A. Bressan. 1987. Characterization of osmotin: a thaumatin-like protein associated with osmotic adaptation in plant cells. Plant Physiol. 85(2): 529-536.
36. Winter, S. R., J. T. Musick and K. B. Porter. 1988. Evaluation of screening techniques for breeding drought resistant winter wheat. Crop Sci. 28(3): 512-516.
37. http://areo.ir/

J. Water and Soil Sci (Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour.)
Vol. 21, No. 4, Winter 2018, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.

The Effect of Irrigation with Sugar Plant Wastewater and Water Stress on Plant Height, Root Length and Barley Grain Protein (Yusef Variety)

Y. Choopan, A. Khashei Siuki* and A. Shahidi[1]

(Received: April 26-2016 ; Accepted: Jan. 23-2017)

Abstract

Limited water resource in arid and semi-arid areas is one of the most important problems in the agricultural sector. Therefore, the use of non-conventional water resources becomes more important. For this reason, a study was conducted on barley to evaluate the effect of irrigation with sugar plant wastewater as a factorial randomized complete block design field experiment. Treatments include water well I1, wastewater I2, combined water and wastewater I3 (the ratio of seven to one, according to local practice) in two levels of without water stress S1 and %75 water stress S2 and treatment I1S1 was considered as control. The results showed changes in surface tension of %1 had a statistically significant effect on plant height, grain yield and root length. As well changes of irrigation water in the level of %1 had a statistically significant effect on plant height, grain protein yield and root length. Maximum grain yield was obtained in treatment I1S1 with the weight of 4034 kg per hectare and lowest grain yield was obtained in treatment I2S2 with the weight of 1564 kg per hectare. The lowest and highest percentages of protein content were observed in treatment I1S1 for 12.37% and treatment I2S2 for 13.47%, respectively. The plant height showed the highest amount in control treatment, i.e. 82.87 Cm.

Keywords: Grain protein, Plant height, Root length, Water stress, Wastewater.

1. Dept. of Water Eng. Faculyt of Agric., Birjand Univ., Birjand, Iran.
*: Corresponding Author, Email: abbaskhashei@birjand.ac.ir