نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۷۳۴-۷۲۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2013, p. 726-734

بررسی توانایی تحمل، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم به شوری آب آبیاری در مراحل حساس رشد

بیژن سعادتیان[1*]- فاطمه سلیمانی[2]- گودرز احمدوند[3]- سمیه وجدانی آرام[4]

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۲۳
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۷

چکیده

این آزمایش بمنظور بررسی توانایی تحمل عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم نسبت به شوری آب آبیاری در مراحل حساس رشد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل ارقام گندم الوند، توس، سایسون، نوید و شوری آب آبیاری حاصل از نمک کلرید سدیم در پنج سطح ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری، درصد و سرعت سبز شدن، ارتفاع، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در گلدان، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه ارقام گندم کاهش یافت. رقم نوید در کلیه سطوح تنش، درصد سبز بالاتری داشت. در شرایط عدم تنش و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر، رقم الوند و در سطوح بالاتر تنش، رقم توس از ارتفاع بیشتری در مرحله زایشی برخوردار بودند. در سطوح شاهد و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر، رقم سایسون و در سطوح ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، رقم توس در اکثر صفات عملکرد و اجزاء عملکرد نسبت به سایر ارقام برتری معنی داری نشان داد. شاخص تحمل به تنش رقم سایسون در شوری ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر، بیشتر از دیگر ارقام بود، اما در دو سطح ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، بالاترین مقادیر این شاخص به رقم توس تعلق داشت. رقم الوند نیز در کلیه سطوح شوری، کمترین شاخص تحمل به تنش را دارا بود. تعداد سنبله در گلدان بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط تنش دارا بود. همچنین اثر غیر مستقیم عملکرد بیولوژیک از طریق تعداد سنبله در گلدان نسبت به سایر اثرات غیر مستقیم آن، بیشترین سهم را در عملکرد گندم داشت.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، تجزیه مسیر، تنش شوری، درصد سبزشدن

مقدمه

شوری خاک یا آب آبیاری از جمله عوامل تنش‌زای محیطی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود که علاوه بر اختلال در جذب و کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه (۱۵، ۲۰ و ۲۴)، با اثرات زیانبار یون‌های حاصل از شوری، گیاهان را از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می‌نماید (۴، ۵، ۱۵، ۲۰ و ۲۴) و از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهنده رشد و عملکرد گیاهان زراعی در سراسر جهان محسوب می‌گردد (۱۱، ۱۵، ۱۶، ۲۰، ۲۲، ۲۷ و ۲۸).

تاکنون مطالعات بسیاری در مورد اثرات تنش شوری در مراحل مختلف رشد گیاهان زراعی صورت گرفته است. شمس الدین و همکاران (۴) عنوان داشتند که اختلال در واکنش‌های بیوشیمیایی همچون کاتابولیسم و آنابولیسم مواد ذخیره‌ای بذر در طی فرایند رشد اولیه، بر مولفه‌های جوانه‌زنی گیاه در شرایط شوری تأثیر بسزایی دارد. نتایج بررسی رحمان و همکاران (۲۳) بر جوانه‌زنی و رشد گیاه ذرت نیز، اثرات مخرب تنش شوری را در مراحل مختلف رشد تأیید می‌کند. وحید و همکاران (۲۸) شوری را عامل بسیار مهمی در کاهش توانایی استقرار بوته‌های گیاهان زراعی دانستند. به اعتقاد شانون (۲۶)، تنش شوری در مراحل اولیه رشد از طریق برهم زدن تعادل اسمزی سبب جلوگیری از جذب آب توسط گیاهان و ایجاد تنش اسمزی می‌شود که این امر باعث تاثیر منفی بر استقرار گیاه و در نتیجه کاهش محصول نهایی می‌گردد. همچنین پاریدا و همکاران (۲۲) عنوان داشتند که غلظت‌های بالای شوری در تمام مراحل رشد، می‌تواند موجب مرگ گیاه گردد. تحت تنش شوری، برخی از عناصر غذایی سبب اختلال در

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب کارشناس ارشد زراعت، کارشناس ارشد زراعت، دانشیار گروه زراعت و دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه بوعلی سینا همدان
(*- نویسنده مسئول: (Email: b.saadatian@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

جذب سایر عناصر نیز می‌شوند (۵).

تحقیقات انجام شده از وجود رابطه مثبت بین درصد و سرعت سبزشدن بذر با رشد و عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تنش حکایت دارد (۱۳ و ۲۱). همچنین پاسخ گیاهان به تنش شوری با توجه به مرحله رشد (۴، ۹ ، ۱۷ و ۱۹) و رقم متفاوت است (۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۷، ۱۸ و ۲۵).

گندم یکی از مهم‌ترین محصولات مناطق خشک و نیمه خشک ایران به شمار می‌رود، در این مناطق شوری خاک و منابع آب مشکل اساسی است (۱۰). به اعتقاد بسیاری از محققین، انتخاب ارقام گندم مقاوم می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای تولید موفق در شرایط شوری محسوب گردد (۱، ۶، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۸، ۲۵ و ۲۶). در راستای این هدف، پوستینی (۱) با اعمال تنش شوری حاصل از کلرید سدیم تا حد ۱۶ دسی زیمنس بر متر بر روی ۳۰ رقم گندم ایرانی و خارجی، سه رقم نیک نژاد، کارچیا-۶۶ و الوند را به عنوان ارقام دارای تحمل نسبی بالا و دو رقم اترک و قدس را حساس‌ترین ارقام از این نظر معرفی کرد. همچنین وی میزان سوختگی برگ را به عنوان یک شاخص مشاهده‌ای سریع در تعیین میزان تحمل ارقام دانست. بررسی‌های گلخانه‌ای گودرزی و پاک نیت (۱۴) بر روی پانزده رقم گندم در سه سطح شوری ۱/۲۶ ، ۶/۸ و ۱۳/۸ دسی زیمنس بر متر نیز حاکی از اثرات منفی تنش شوری بر وزن هزار دانه، تعداد کل پنجه، تعداد پنجه بارور، طول سنبله، عملکرد بیولوژیک و دانه گندم بود و بین ارقام گندم ایرانی مقاوم همچون کویر و مرودشت نسبت به رقم حساس قدس از نظر صفات یادشده برتری معنی‌داری وجود داشت. همچنین شاخص تحمل به تنش در رقم کویر نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی بیشتر بود. در مقابل شاخص مورد نظر در ارقام حساس قدس و بیات کمترین مقدار را دارا بود. در پژوهشی دیگر، اثر سه سطح شوری آب آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر روی ۶ رقم گندم پیشتاز، شیراز، مهدوی، مرودشت، کویر و روشن طی دو سال بررسی گردید که نتایج آن مبین کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد سنبله در واحد سطح، ارتفاع گیاه، طول دوره رسیدگی و پرشدن دانه با افزایش شوری آب آبیاری بود و رقم روشن متحمل‌ترین و پایدارترین رقم در دامنه سطوح شوری آب آبیاری معرفی شد (۱۰). کاترجی و همکاران (۱۸) نیز با مطالعه دو رقم گندم دریافتند که در شرایط عدم تنش، رقم مقاوم به شوری و خشکی از نظر عملکرد دانه، راندمان مصرف آب و وزن هزار دانه نسبت به رقم حساس برتری داشت. با افزایش تنش شوری از ۰/۹ به ۷ دسی زیمنس بر متر، عملکرد دانه رقم حساس به شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که در بالاترین سطح شوری میزان کاهش به ۲۰ درصد رسید، اما رقم مقاوم به تنش تنها کاهشی ۱۰ درصدی نشان داد. در تحقیقی دیگر سطح شوری ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم نسبت به تیمار شاهد عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه ارقام گندم را به ترتیب ۸۶، ۸۹، ۳۲، ۸۵، ۵۲ و ۵۲ درصد کاهش داد (۸).

داداشی و همکاران (۲) با تجزیه علیت صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد پنجه بارور بر روی عملکرد دانه جو در شرایط غیر شور و شور، به ترتیب تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله را مهمترین اجزاء موثر بر عملکرد دانه تشخیص دادند.

باتوجه به نتایج محققین و نیاز مبرم به شناخت تحمل ارقام گندم در ایران به خصوص ارقام پر محصول ایرانی و خارجی، آزمایشی به منظور بررسی شوری آب آبیاری در مراحل حساس رشد، بر صفاتی همچون سبزشدن، عملکرد و اجزاء عملکرد چند رقم گندم زمستانه در شرایط گلخانه‌ای با تأکید بر شناخت واکنش رقم خارجی سایسون نسبت به دیگر ارقام گندم نسبتاً مقاوم ایرانی، انجام شد.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ارقام گندم الوند، توس، نوید، سایسون و شوری آب آبیاری حاصل از نمک کلرید سدیم در پنج سطح ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر بود. قطر دهانه و ارتفاع گلدان‌های استفاده شده در این آزمایش به ترتیب ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر بود. در تاریخ ۱۰ دیماه سال ۱۳۸۷ بذر ضدعفونی شده گندم با توجه به تیمارهای آزمایشی به تعداد ۳۰ عدد در عمق ۲ سانتی‌متری در خاک گلدان‌ها به صورت یکنواخت کشت شد. خاک مورد استفاده مخلوطی از خاک زراعی با بافت لومی (شوری ۰/۲ دسی زیمنس بر متر) و ماسه نرم به نسبت ۲:۱ بود. وزن تقریبی خاک هر گلدان ۴/۹ گیلوگرم بود. شمارش روزانه بذور سبزشده در زمان معین تا تکمیل آن صورت گرفت. درصد و سرعت سبزشدگی بذر گندم به کمک معادله‌های ۱و ۲ به دست آمد.

$$EP = \frac{S}{T} \times 100 \qquad (۱)$$

$$RE = \sum_{i=1}^{n} \frac{E_i}{N_i} \qquad (۲)$$

در این معادله‌ها، EP[1] درصد سبزشدن، S تعداد بذر سبزشده در روز پایانی شمارش، T تعداد بذر کشت شده داخل هر گلدان، RE[2] سرعت سبزشدن (بذر در روز)، E_i تعداد بذر سبزشده در روز iام و N_i تعداد روز تا شمارش iام می‌باشند.

1- Emergence percentage

2- Rate of emergence

Archive of SID

www.SID.ir

پس از تثبیت سبزشدن گندم، بوته‌های هر گلدان به تعداد ۱۰ عدد تنک گردید. یک ماه بعد از کاشت، به تدریج دمای گلخانه را کاهش داده و پس از خوگیری بوته‌ها، گلدان‌ها جهت رفع نیاز سرمایی به مدت هشت هفته به خارج گلخانه و هوای آزاد انتقال داده شدند و پس از طی این دوران برای تکمیل مراحل رشد به گلخانه بازگردانده شدند. تیمارهای شوری مورد نظر در مراحل سبزشدن، اوایل ساقه-دهی، سنبله‌دهی، گلدهی و دانه‌بندی گندم به حجم ۵۰۰ میلی لیتر در هر گلدان، اعمال شد. آبیاری گلدان‌ها در سایر مراحل رشد با آب معمولی انجام گرفت. در هر مرحله، یک هفته بعد از اعمال تیمارهای شوری آب آبیاری، ارتفاع بوته گلدان‌ها اندازه‌گیری شد.

برای تأمین نیاز غذایی گندم، اوره در مراحل کاشت و پس از رفع نیاز سرمای و سوپر فسفات تریپل در زمان کاشت به میزان ۱ گرم به ازاء هر گلدان همراه با آب آبیاری استفاده شد.

در بیست و هشتم تیرماه، بوته‌های رسیده گندم برداشت و صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبله در گلدان، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه در گلدان و شاخص برداشت گندم اندازه-گیری شد. داده‌های درصدی قبل از تجزیه آماری، تبدیل زاویه‌ای شدند. شاخص تحمل به تنش ارقام گندم نیز در هر سطح شوری با استفاده از معادله ۳ به دست آمد (۵ و ۱۰).

$$STI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\overline{Y}p)} \qquad (۳)$$

در این معادله STI[1]: شاخص تحمل به تنش، Y_p: عملکرد هر رقم در محیط بدون تنش، Y_s: عملکرد هر رقم در شرایط تنش و $\overline{Y}p$ میانگین عملکرد ارقام در محیط بدون تنش است.

تجزیه واریانس و تجزیه مسیر اجزای مؤثر در عملکرد اقتصادی گندم با نرم افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم شکل‌ها با نرم افزار Excel صورت گرفت. مطابق با نظر سلطانی (۳)، برای صحت استدلال آماری، از برش‌دهی فیزیکی برای سطوح تنش آب آبیاری استفاده و مقایسه ارقام گندم با یکدیگر در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در هر سطح شوری انجام شد.

نتایج و بحث

درصد سبزشدن

با افزایش سطح شوری آب آبیاری تا ۸ دسی زیمنس بر متر، درصد سبزشدن بذر همه ارقام گندم به تدریج کاهش یافت، اما در تیمارهای ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، در رقم سایسون صفت مزبور افت بیشتری نسبت به ارقام دیگر نشان داد و به ترتیب به ۸۱ و ۷۴ درصد رسید (شکل۱). رقم نوید نسبت به سایر ارقام در کلیه سطوح تنش از پایداری بیشتری در صفت درصد سبزشدن برخوردار بود (شکل۱).

سرعت سبزشدن

سرعت سبز شدن گندم تحت تأثیر افزایش شوری آب آبیاری قرار گرفت، به طوری که در شرایط عدم تنش این صفت برای ارقام الوند، سایسون، نوید و توس به ترتیب ۱۷، ۱۳/۴، ۱۴ و ۱۶ عدد بذر در روز بود، اما در بالاترین سطح شوری در ارقام فوق الذکر به ترتیب به ۴/۲، ۳/۴، ۵/۱ و ۵/۷ بذر در روز برای هر گلدان کاهش یافت (شکل۲). بین چهار رقم گندم مورد مطالعه از نظر سرعت سبزشدن اختلاف آماری در سطوح عدم تنش و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر وجود نداشت. در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر، سرعت سبزشدن رقم توس نسبت به سایر ارقام برتری معنی‌داری نشان داد، اما بین سایر ارقام از این نظر اختلافی مشاهده نشد (شکل۲). سرعت سبزشدن بذور رقم سایسون در دو سطح ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، به طور معنی-داری نسبت به ارقام نوید و توس کمتر بود، اما با رقم الوند از این نظر اختلاف آماری نداشت.

حسینی و همکاران (۱۵) عنوان داشتند که شوری علاوه بر ایجاد سمیت ناشی از یون‌های سدیم و پتاسیم، موجب تنش اسمزی و ممانعت از جذب آب توسط بذر شده و در نهایت مانع جوانه‌زنی آن می‌گردد. میر و همکاران (۲۰) نیز دریافتند که شوری باعث تجمع یون سدیم و اختلال در بالانس یونی، تقسیم سلولی و متابولیسم‌های رشد در مرحله جوانه‌زنی شد. قربانی و همکاران (۶) شوری را عامل موثری در افزایش معنی‌دار مدت زمان سبزشدن گندم برشمردند. در مطالعه‌ای دیگر گزارشات حاکی از واکنش متفاوت ارقام به غلظت‌های مختلف شوری در صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی بود (۴) و افزایش تنش شوری موجب کاهش صفات یادشده گردید (۴ و ۲۳) که با نتایج این بررسی مطابقت داشت.

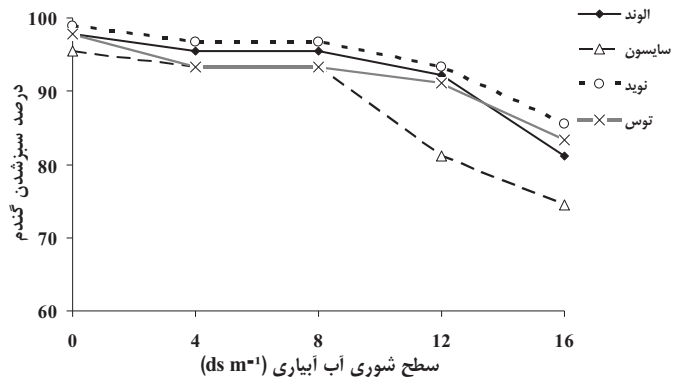
ارتفاع بوته

بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته ارقام در طول دوره رشد نشان داد که در مرحله سبزشدن به علت حالت روزت گندم، بین سطوح شوری در هر رقم، تفاوت آشکاری وجود نداشت. با ادامه رشد گیاه، از اوایل مرحله ساقه‌دهی اختلاف بین تیمارهای تنش نمایان شد و در مرحله زایشی به خصوص مراحل سنبله‌دهی، گل‌دهی و دانه بندی به حداکثر مقدار خود رسید (شکل۳). در تیمار شاهد و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر، رقم الوند نسبت به سایر ارقام گندم از ارتفاع بالاتری در مراحل رشد زایشی برخوردار بود (شکل۳، الف)، اما با افزایش سطح تنش شوری، رقم توس از این نظر بر ارقام دیگر برتری داشت (شکل۳، د).

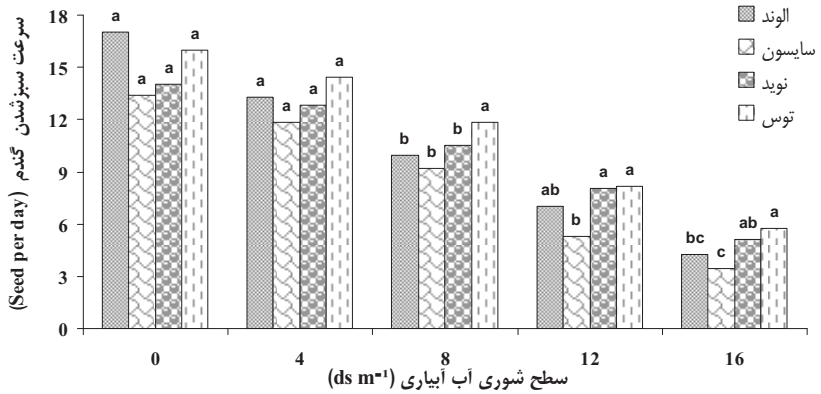
1- Stress Tolerance Index

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تغییرات درصد سبزشدن بذر ارقام گندم زمستانه در سطوح مختلف شوری آب آبیاری



شکل۲- مقایسه میانگین سرعت سبزشدن ارقام گندم زمستانه در هر سطح شوری آب آبیاری

(میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر سطح شوری، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند).

در کلیه تیمارهای تنش، ارتفاع رقم سایسون در مرحله زایشی نسبت به سایر ارقام کمتر بود (شکل۳، ب). همچنین کاهش ارتفاع رقم مزبور بین دو سطح عدم تنش و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی بیشتر بود. به طوری که بین تیمارهای یاد شده در مراحل سنبله‌دهی، گل‌دهی، دانه‌بندی به ترتیب ۸، ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر اختلاف وجود داشت (شکل۳، ب). اما مقادیر حاصل از اندازه گیری ارتفاع بوته‌های رقم سایسون در مراحل مختلف رشد حاکی از آن بود که بین تیمارهای ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر از این نظر اختلافی وجود نداشت و منحنی‌های رسم شده برهم منطبق گردید. ارتفاع نهایی ارقام الوند، سایسون، نوید و توس در بالاترین سطح شوری به ترتیب ۴۳، ۳۰، ۴۶ و ۵۹ سانتی‌متر رسید که نسبت به شرایط عدم تنش ۴۹، ۴۲، ۴۰ و ۲۵ درصد کاهش نشان داد (شکل۳).

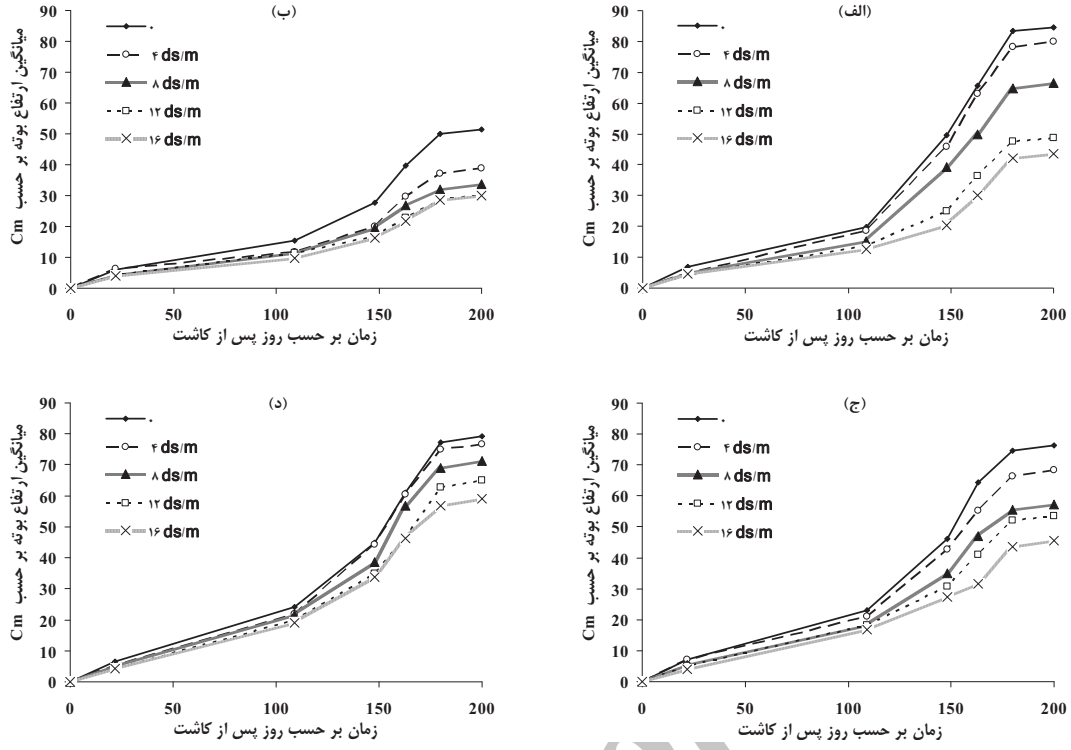
نتایج بررسی‌های سقیب و همکاران (۲۵) نیز مبین کاهش ارتفاع ارقام گندم تحت تاثیر تنش شوری نسبت به شرایط مطلوب بود به طوری که این صفت در دو رقم مقاوم و حساس مورد بررسی، به ترتیب از ۷۶ و ۷۴ سانتی متر به ۶۷ و ۶۲ سانتی متر در شوری ۱۵ دسی زیمنس رسید. اثر منفی تنش شوری بر تکثیر سلولی و مدت تجمع ماده خشک می‌تواند از علل کوتاه شدن میان‌گره‌ها و ارتفاع بوته باشد (۸). کاهش ارتفاع گیاهان زراعی در شرایط شور توسط محققین بسیاری گزارش شده است (۲، ۴ و ۹).

تعداد دانه در سنبله

در تیمار عدم تنش، تعداد دانه در سنبله رقم توس نسبت به سایر ارقام به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p\leq ۰/۰۵$). همچنین ارقام الوند و نوید از نظر صفت یاد شده کمترین مقدار را دارا بودند. در شوری ۴ دسی زیمنس بر متر، تعداد دانه در سنبله رقم سایسون با رقم توس در یک گروه آماری قرار گرفت و نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد (جدول۱). علی رغم اثر منفی تنش شوری آب آبیاری بر صفت تعداد دانه در سنبله گندم، نتایج به دست آمده در هر یک از سطوح ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر حاکی از برتری معنی‌دار رقم توس نسبت به دیگر ارقام بود و رقم سایسون به جز در بالاترین سطح شوری که با رقم الوند هم گروه شد، در دو تیمار شوری دیگر از این نظر کمترین مقدار را در بین ارقام مورد بررسی به خود اختصاص داد (جدول۱).

Archive

www.SID.ir



شکل۳- روند تغییرات ارتفاع ارقام گندم الوند (الف) سایسون (ب) نوید (ج) و توس (د) در طی دوره رشد در سطوح مختلف شوری آب آبیاری

نتایج ماشی و همکاران (۷) نیز حاکی از کاهش معنی‌دار صفت تعداد دانه در سنبله جو و اختلاف آماری بین ارقام از این نظر بود. ماس و پوس (۱۹) تسریع نمو جوانه انتهایی در شرایط شور را از دلایل کاهش تعداد دانه در سنبله دانستند. همچنین محمدی و همکاران (۸) عنوان داشتند که تنش شوری با افزایش اسید آبسیزیک در دوره لقاح باعث کاهش تعداد تخمدان بارور و عقیمی دانه‌های گرده و در نهایت کاهش تعداد دانه در سنبله می‌گردد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه رقم سایسون در شرایط عدم تنش نسبت به ارقام الوند و توس به طور معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) بیشتر بود، اما با رقم نوید از نظر صفت مزبور اختلافی نشان نداد. در شرایط تنش شوری آب آبیاری، رقم نوید در همه سطوح مورد بررسی وزن هزار دانه بالاتری نسبت به دیگر ارقام داشت و به جز شوری ۴ دسی زیمنس بر متر که با رقم سایسون در یک گروه آماری قرار گرفت، در دیگر تیمارهای شوری برترین رقم از لحاظ آماری بود (جدول۱). تفاوت واکنش ارقام به تنش و اثر منفی شوری در مطالعات انجام گرفته بر روی ارقام گندم و جو (۷، ۸، ۱۴ و ۲۵) با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. در شرایط تنش، رابطه جبرانی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله غلات به اثبات رسیده است و کاهش وزن هزار دانه در این شرایط بیشتر مربوط به تسریع رسیدگی و کاهش طول دوره پر شدن دانه است (۱۲).

تعداد سنبله در گلدان

در تیمار شاهد، صفت تعداد سنبله در گلدان رقم سایسون نسبت به توس برتری معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) نشان داد، در حالی که دو رقم یادشده با ارقام الوند و نوید از نظر این صفت اختلاف آماری نداشتند (جدول۱). تنش شوری تعداد سنبله در واحدهای آزمایشی گندم را کاهش داد، اما بین ارقام در سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش شدت تنش از ۴ به ۱۲ دسی زیمنس بر متر، به تدریج اختلاف بین ارقام نمایان گردید و رقم توس بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح را به خود اختصاص داد و بین دیگر ارقام مورد بررسی در تیمارهای شوری مورد نظر اختلاف آماری وجود نداشت. در بالاترین سطح شوری آب آبیاری، رقم سایسون نسبت به سایر ارقام به طور معنی‌داری کمترین تعداد سنبله در گلدان را داشت (جدول۱). به نظر می‌رسد که علاوه بر کاهش توان زایشی گیاه تحت تنش، اثرات غیر مستقیم سازوکارهای فیزیولوژیکی تحمل به شوری نیز موجب کاهش تعداد سنبله شده است؛ به عبارت

Archive of SID

www.SID.ir

دیگر، تغییر در تخصیص مواد فتوسنتزی به ریشه بـه منظـور افـزایش نسبت ریشه به اندام هوایی و جذب بهتر آب و مواد غذایی در شـرایط تنش از دیگر دلایل محتمل کاهش تعداد سنبله به شمار می رود (۷). همچنین فرانکوئیز و همکاران (۱۲) از صـفت تعـداد سـنبله بـارور بـه عنوان مهم‌ترین عامل تعیین کننده عملکـرد نهـایی و حـساس تـرین جزء عملکرد نهایی گندم تحت تنش شوری نام بردند.

عملکرد دانه

عملکرد دانه رقم سایسون در تیمار شاهد نسبت به سه رقم دیگـر به طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) بیشتر بود، در حالی که با اعمال شـوری ۴ دسی زیمنس بر متر، رقم توس نیـز بـا رقـم مزبـور از نظـر صـفت یادشده در یک گروه آماری قرار گرفت. افزایش تنش شوری از سـطح فوق الذکر، تولید دانه در ارقام گندم را به شدت کاهش داد. به طـوری که عملکرد دانه ارقام الوند، سایسون، نوید و توس در شوری ۸ دسـی زیمنس بر متر نسبت به شاهد خود به ترتیب ۴۲، ۵۸، ۳۷ و ۳۳ درصد افت داشت و در بالاترین تیمـار شـوری آب آبیـاری، بیـشترین مقـدار کاهش آن به ترتیب به ۶۷، ۷۷، ۵۸ و ۵۵ درصد در ارقـام ذکـر شـده رسید. این نتایج حاکی از آن است که دو رقم توس و سایسون عـلاوه بر آنکه به ترتیب کمترین و بیشترین درصد افـت عملکـرد را در بـین ارقام مورد آزمایش به خود اختصاص دادند، از نظر آمـاری نیـز در هـر یک از سطوح ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام بودند (شکل۱).

در بررسی‌های افیـونی و همکـاران (۱۰) بـا افـزایش شـوری آب آبیاری، میانگین عملکرد دانه ارقام گندم کاهش نـشان داد. همچنـین آنان ارقام روشن و شیراز را به ترتیـب بـا ۴۲۳۷ و ۳۹۷۲ کیلـوگرم در هکتار مقاوم‌ترین ارقام به شوری نسبت به سایر ارقـام مـورد آزمـایش معرفی کردند. اختلاف ارقام در واکـنش بـه سـطوح شـوری در سـایر مطالعات نیز به اثبات رسیده است (۱، ۲، ۷، ۸، ۱۴ و ۲۵).

جدول۱- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم زمستانه، در هر یک از سطوح شوری آب آبیاری

سطح شوری ($dS\ m^{-1}$)	رقم	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (g)	تعداد سنبله در گلدان	عملکرد دانه در گلدان (g)	عملکرد بیولوژیک در گلدان (g)	شاخص برداشت (٪)
۰	الوند	۱۷/۶^{c}	۳۷/۶^{bc}	۲۳^{ab}	۱۵/۰^{b}	۳۲/۲^{b}	۴۶/۷^{a}
	سایسون	۱۹/۷^{b}	۳۹/۴^{a}	۲۵^{a}	۱۹/۲^{a}	۳۹/۹^{a}	۴۸/۲^{a}
	نوید	۱۷/۲^{c}	۳۸/۳^{ab}	۲۲/۳^{ab}	۱۴/۷^{b}	۳۲/۸^{b}	۴۴/۹^{a}
	توس	۲۰/۷^{a}	۳۶/۱^{c}	۲۰/۳^{b}	۱۵/۱^{b}	۳۳/۸^{b}	۴۴/۸^{a}
۴	الوند	۱۶/۵^{b}	۳۴/۹^{c}	۱۹/۷^{a}	۱۱/۶^{c}	۲۷/۸^{b}	۴۱/۷^{a}
	سایسون	۱۸/۵^{a}	۳۶/۲^{ab}	۲۱/۳^{a}	۱۴/۱^{a}	۳۵/۰^{a}	۴۰/۴^{a}
	نوید	۱۶/۶^{b}	۳۷/۱^{a}	۱۹/۷^{a}	۱۲/۲^{bc}	۲۹/۹^{b}	۴۰/۸^{a}
	توس	۱۸/۴^{a}	۳۵/۰^{bc}	۲۰/۷^{a}	۱۳/۱^{ab}	۳۱/۷^{ab}	۴۱/۴^{a}
۸	الوند	۱۵/۵^{b}	۳۲/۹^{c}	۱۷/۰^{ab}	۸/۷^{c}	۲۲/۵^{c}	۳۸/۵^{a}
	سایسون	۱۴/۷^{c}	۳۴/۱^{b}	۱۵/۷^{b}	۸/۰^{d}	۲۰/۱^{d}	۳۹/۹^{a}
	نوید	۱۵/۴^{b}	۳۵/۶^{a}	۱۷/۰^{ab}	۹/۲^{b}	۲۳/۸^{b}	۳۸/۸^{a}
	توس	۱۷/۱^{a}	۳۳/۲^{bc}	۱۸/۰^{a}	۱۰/۱^{a}	۲۸/۳^{a}	۳۵/۷^{b}
۱۲	الوند	۱۴/۰^{b}	۳۰/۲^{c}	۱۵/۳^{b}	۶/۴^{c}	۱۹/۳^{c}	۳۳/۲^{b}
	سایسون	۱۲/۴^{c}	۳۱/۴^{b}	۱۴/۷^{b}	۵/۸^{d}	۱۲/۷^{d}	۴۵/۶^{a}
	نوید	۱۴/۶^{b}	۳۳/۹^{a}	۱۵/۰^{b}	۷/۵^{b}	۲۲/۱^{b}	۳۴/۰^{b}
	توس	۱۶/۱^{a}	۳۱/۳^{b}	۱۶/۳^{a}	۸/۲^{a}	۲۵/۸^{a}	۳۱/۸^{b}
۱۶	الوند	۱۲/۱^{c}	۲۷/۵^{b}	۱۵/۰^{a}	۵/۰^{c}	۱۵/۲^{b}	۳۳/۴^{b}
	سایسون	۱۲/۰^{c}	۲۸/۰^{b}	۱۳/۰^{b}	۴/۴^{d}	۹/۴^{c}	۴۶/۸^{a}
	نوید	۱۲/۷^{b}	۳۰/۵^{a}	۱۶/۰^{a}	۶/۲^{b}	۱۷/۸^{ab}	۳۵/۲^{b}
	توس	۱۵/۱^{a}	۲۸/۰^{b}	۱۶/۰^{a}	۶/۸^{a}	۱۹/۹^{a}	۳۴/۳^{b}

سطوح شوری آب آبیاری برش دهی فیزیکی شد و مقایسه آماری صفات ارقام گندم در هر سطح به صورت مجزا انجام گرفت (در هر صفت، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در هر سطح تنش، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند).

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک رقم سایسون نیز مانند اکثر صفات مورد بررسی در جدول ۱، در شرایط بدون تنش نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی برتری معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) نشان داد. اختلاف آماری بین رقم مزبور و دو رقم الوند و نوید در سطح شوری ۴ دسی زیمنس حفظ شد. اما در همین سطح شوری، عملکرد بیولوژیک رقم توس با سایسون تفاوت معنی‌داری نداشت. در تیمارهای ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، از نظر آماری بالاترین و پایین‌ترین عملکرد بیولوژیک گندم به ترتیب متعلق به ارقام توس و سایسون بود (جدول۱). به اعتقاد محققین برتری عملکرد بیولوژیک ارقام در شرایط تنش نشان، دهنده مقاومت بیشتر آنها و توان بالا در بهره برداری از خاک و آب می‌باشد (۲، ۸، ۹ و ۱۴).

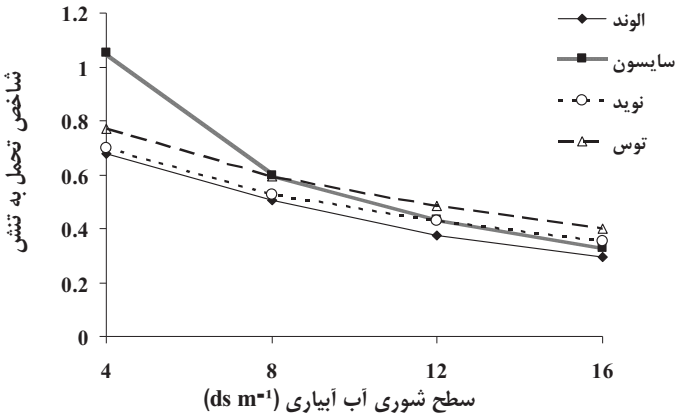
شاخص برداشت

بین ارقام گندم مورد آزمایش در تیمارهای شاهد و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر، در صفت شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اما با افزایش تنش به خصوص در سطوح ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، رقم سایسون نسبت به دیگر ارقام برتری آماری ($p\leq$۰/۰۵) نشان داد. با توجه به نتایج به دست آمده از صفات دیگر می‌توان بیان داشت که علی رغم اثر منفی تنش بر عملکرد اقتصادی، رقم سایسون نسبت به سایر ارقام در شرایط تنش ارتفاع بوته و قسمت‌های رویش خود از جمله وزن ساقه و تعداد ساقه غیر بارور را کاهش داده و در نتیجه در شوری‌های بالا، شاخص برداشت آن بیشتر از دیگر ارقام گندم بوده است. شاخص برداشت میزان راندمان گیاه در تولید محصول اقتصادی را نشان می‌دهد و اختلاف بین ارقام و سطوح شوری به توان تخصیص مواد مرتبط می‌گردد که خود تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط می‌باشد (۲ و ۷). لذا می‌توان گفت که شاخص برداشت به تنهایی شاخصی از مقاومت به شوری نیست.

شاخص تحمل به تنش (STI)

در تیمار شوری ۴ دسی زیمنس بر متر آب آبیاری، شاخص تحمل به تنش ارقام الوند، سایسون، نوید و توس به ترتیب ۰/۶۸، ۱/۰۵، ۰/۷۰ و ۰/۷۷ بود. با افزایش سطح شوری به ۸ دسی زیمنس بر متر این شاخص در رقم سایسون به شدت کاهش یافت و به ۰/۶۰ رسید. اما همچنان رقم مزبور به همراه رقم توس بیشترین مقادیر شاخص تحمل به تنش را دارا بودند (شکل۴). در دو سطح شوری ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، رقم توس متحمل‌ترین رقم به شوری بود و پس از آن ارقام نوید و سایسون قرار داشتند. رقم الوند در تمامی تیمارهای تنش کمترین مقادیر تحمل به تنش را دارا بود (شکل۴).

نتایج مطالعات پوستینی (۱) نشان داد که شاخص تحمل به تنش شوری در بین ارقام مختلف گندم متفاوت بود و دو رقم نیک نژاد و کارچیا-۶۶ در صفت عملکرد دانه بیشترین مقدار این شاخص را دارا بودند. در عملکرد بیولوژیک نیز ارقام ماهوتی و نیک نژاد بالاترین شاخص تحمل به تنش در بین ارقام مورد بررسی را به خود اختصاص دادند. اما در صفات یاد شده به ترتیب دو رقم حساس قدس و فلات کمترین تحمل به شوری را از خود نشان دادند. چون شاخص تحمل به تنش به عواملی همچون عملکرد متوسط همه ارقام مورد بررسی بستگی دارد، بنابراین مقادیر به دست آمده برای هر رقم یک پارامتر نسبی تلقی شده و در آزمایش‌های مختلف با ارقام متفاوت تغییر می‌کند.



شکل٤- روند تغییرات شاخص تحمل به تنش ارقام مورد بررسی در سطوح شوری آب آبیاری

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه مسیر

اثر مستقیم عملکرد بیولوژیک بر تولید دانه در شرایط تنش، برای رقم الوند با ۰/۲۵۴ بیشترین مقدار در بین ارقام مورد بررسی بود. اثر غیر مستقیم عملکرد بیولوژیک از طریق تعداد دانه در سنبله سهم بالایی در تولید دانه ارقام سایسون، نوید و توس داشت. همچنین اثر غیر مستقیم این صفت از طریق تعداد سنبله در گلدان نسبت به سایر اثرات غیر مستقیم آن، بیشترین سهم را در عملکرد ارقام مورد بررسی داشت (جدول۲). کمترین و بیشترین اثر مستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد دانه تحت تنش شوری در بین ارقام مورد بررسی به ترتیب مربوط به دو رقم سایسون و الوند بود. اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه رقم الوند بسیار کمتر از دیگر ارقام بود. در بین همه اجزای مؤثر در تولید دانه گندم، صفت تعداد سنبله در گلدان بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد هر چهار رقم گندم مورد آزمایش در شرایط تنش دارا بود (جدول۲).

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی در ارقام گندم تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفت. در هر یک از سطوح تنش، واکنش ارقام گندم نسبت به یکدیگر متفاوت بود و در اکثر موارد اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. درصد سبزشدن گندم نسبت به سرعت آن کمتر تحت تاثیر تیمارهای تنش شوری قرار گرفت. از نتایج این آزمایش می‌توان دریافت که رقم غیر بومی، پاکوتاه و پر محصول سایسون که به تازگی کشت آن در مناطق سردسیر ایران رواج یافته، تا شوری ۴ دسی زیمنس بر متر که شرایط تقریبا نرمال از لحاظ تنش شوری محسوب می‌شود، شاخص تحمل به تنش و عملکرد بالاتری در بین سایر ارقام رایج مورد بررسی داشت. اما در تنش‌های شدید این رقم در مقایسه با ارقام اصلاح شده و سازگار ایرانی واکنش مطلوبی از نظر عملکرد و سایر صفات مؤثر بر آن نشان نداد. همچنین ضریب تخصیص مواد به بخش زایشی در رقم سایسون نسبت به سایر ارقام در سطوح تنش شوری بیشتر بود.

جدول۲- تجزیه مسیر اجزای مؤثر بر عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط تنش شوری حاصل از آب آبیاری

صفت	مسیر	رقم			
		الوند	سایسون	نوید	توس
عملکرد بیولوژیک	مستقیم	۰/۲۵۴	۰/۱۳۸	۰/۰۹۱	۰/۰۰۲
	غیر مستقیم از طریق وزن هزار دانه	۰/۳۰۲	۰/۰۴۶	۰/۱۳۶	۰/۲۰۹
	غیر مستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	۰/۰۰۷	۰/۳۳۹	۰/۳۶۹	۰/۲۴۴
	غیر مستقیم از طریق تعداد سنبله در گلدان	۰/۴۱۵	۰/۴۶۷	۰/۳۶	۰/۴۵۷
وزن هزار دانه	مستقیم	۰/۳۲۳	۰/۰۵۲	۰/۱۴۸	۰/۲۱۶
	غیر مستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	۰/۰۰۷	۰/۲۹۹	۰/۳۸۶	۰/۲۴۴
	غیر مستقیم از طریق تعداد سنبله در گلدان	۰/۳۵۳	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۴۷۷
	غیر مستقیم از طریق عملکرد بیولوژیک	۰/۲۳۷	۰/۱۲۱	۰/۰۸۳	۰/۰۰۲
تعداد دانه در سنبله	مستقیم	۰/۰۰۷	۰/۳۴۴	۰/۴	۰/۲۵۹
	غیر مستقیم از طریق وزن هزار دانه	۰/۳۰۵	۰/۰۴۶	۰/۱۴۳	۰/۲۰۴
	غیر مستقیم از طریق تعداد سنبله در گلدان	۰/۳۹۳	۰/۴۶	۰/۲۹۹	۰/۵۰۹
	غیر مستقیم از طریق عملکرد بیولوژیک	۰/۲۴۶	۰/۱۳۶	۰/۰۸۴	۰/۰۰۲
تعداد سنبله در گلدان	مستقیم	۰/۴۶۵	۰/۴۷۸	۰/۴۵۱	۰/۵۴۹
	غیر مستقیم از طریق وزن هزار دانه	۰/۲۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۹۵	۰/۱۸۸
	غیر مستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	۰/۰۰۶	۰/۳۳	۰/۲۶۵	۰/۲۴
	غیر مستقیم از طریق عملکرد بیولوژیک	۰/۲۲۶	۰/۱۳۵	۰/۰۷۲	۰/۰۰۱

منابع

۱- پوستینی، ک. ۱۳۸۱. ارزیابی ۳۰ رقم گندم از نظر واکنش به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۳(۱): ۶۴-۵۷.

۲- داداشی، م.، ا. مجیدی هروان، ا سلطانی، و ع. نوری نیا. ۱۳۸۶. ارزیابی واکنش لاین های مختلف جو به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی ۱۳(۱): ۱۹۱-۱۸۱.

۳- سلطانی، ا. ۱۳۸۵. تجدید نظر در کاربرد روش های آماری در تحقیقات کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۴ صفحه.

۴- شمس الدین سعید، م.، ح. فرح بخش، و ع. مقصودی مود. ۱۳۸۶. اثرات شوری بر جوانه زنی، رشد رویشی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام

Archive of SID

www.SID.ir

کلزای پائیزه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۱: ۲۰۲-۱۹۱.
۵- کافی، م.، ا. برزوئی، م. صالحی، ع. کمندی، ع. معصومی، و ج. نباتی. ۱۳۸۸ . فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۲ صفحه.
۶- قربانی، م.، ا. زینلی، ا. سلطانی، و س. گالشی. ۱۳۸۲. تأثیر تنش شوری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰ (۴): ۵-۱۳.
۷- ماشی، ا.، س. گالشی، ا. زینلی، و ع. نوری نیا. ۱۳۸۶. اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چهار ژنوتیپ جو بدون پوشینه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات) ۱۴(۵): ۹۸-۸۶
۸- محمدی، س.، ن. خوش خلق سیما، ا. مجیدی هروان، ق. نور محمدی، و ع. سعیدی.۱۳۸۷. ارزیابی تحمل شوری کلرید سدیم در ده ژنوتیپ گندم نان. مجله دانش کشاورزی ۱۸(۱): ۱۳۱-۱۱۹.
۹- یدلرلو، ل. و مجیدی هروان ا. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر شوری بر صفات مورفوفیزیولوژیک چند رقم گندم متحمل به شوری. مجله پژوهشهای زراعی ایران ۶ (۱): ۲۱۵-۲۰۵.
10-Afiuni, D., A. Marjowi, and M. Rezaei. 2006. Response of six bread wheat *(Triticum aestivum* L.) cultivars to saline irrigation water. Asian Journal of Plant Sciences, 5(6): 1057-1060.
11-Allakhverdiev, S. I., A. Sakamoto, Y. Nishiyama, M. Inaba, and N. Murata. 2000. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced in activation of photo systems I and II in Synechococcus sp. Plant Physiology, 123: 1047–1056.
12- Francois, L. E., C. M. Grieve, E. V. Maas, and S. M. Leseh. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. . Agronomy Journal. 86: 100-107.
13- Ghoulam, C, and K. Fares. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology, 29: 357-364.
14- Goudarzi, M, and H. Pakniyat. 2008. Evaluation of wheat cultivars under salinity stress based on some agronomic and physiological traits. Journal of Agriculture and Social Science, 4(1): 35-38.
15- Hosseini, M. K., A. A. Powell, and I. J. Bingham. 2003: The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soyabeen seeds. Seed Science Technology. 31:715–725.
16- Jafar, M. Z., M. Farooq, M. A.Cheema, I. Afzal, S. M. A. Basra, M. A. Wahid, T. Aziz, and M. Shahid. 2011. Improving the performance of wheat by seed priming under saline conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 196(3): 150- 158.
17- Kafi, M, and D. A. Stwart. 1998. Effect of salinity on growth and yield of nine types of wheat. Agronomy food Science, 12(1): 77-85.
18- Katerji, N., J. W. Van hoorn, C. Fares, A. Hamdy, M. Mastrorilli, and T. Oweis. 2005. Salinity effect on grain quality of two durum wheat varieties differing in salt tolerance. Agricultural Water Management, 75: 85–91.
19- Mass, E. V., and J. A. Poss. 1989. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. Irrigation Sciences, 10(1): 29-40.
20- Mer, R. K., P. K. Prajith, D. H. Pandya, and A. N. Pandey. 2000. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. Journal of Agronomy and Crop Science, 185(4):209-217**.**
21- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment . 25: 239-250.
22-Parida, A. K, and A. B. Das. 2004. Salt tolerance and salinity effect on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safely, 60: 324–49.
23- Rahman, M., S. A. Kayani, and S. Gul. 2000. Combined effects of temperature and salinity stress on corn cv. Sunahry. Pakestan. Journal of Biological Science, 3(9): 1459-1463.
24- Sairam, R. K., K. V. Roa, and G. C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat cultivar genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science, 163: 1037–48.
25- Saqib, M., J. Akhtar, and R. H. Qureshi. 2004. Pot study on wheat growth in saline and waterlogged compacted soil I. Grain yield and yield components. Soil and Tillage Research, 77: 169–177.
26- Shannon. M. C. 1986. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In**:** Salinity tolerance in Plants. (eds:R. C. Staples. and G. H. Toenniessn). John Wiley and Sons, 231-252.
27- Tester, M, and R. Davenport. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annual of Botany, 91: 503–52.
28- Wahid, A., M. Farooq, E. S. Rasul, M. A. Basra, and K. H. M. Siddique. 2010. Germination of seeds and porpagules under salt stress. In: M. Pessarakli. (ed.) Handbook of Plant and Crop Stress. Taylor and Francis, Boca Raton, FL.

Archive of SID

www.SID.ir