نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 6، شماره 4، زمستان 1393، ص. 700-689

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 4, Winter 2015, p. 689-700

اثرات نحوه تغذیه نیتروژنی گیاه مادری و تلقیح باکتریایی بذور حاصله بر بهبود تحمل به شوری گندم در مرحله جوانه‌زنی

حمیدرضا فلاحی[1]، پرویز رضوانی مقدم[2*]، محمد بهزاد امیری[3]، مهسا اقحوانی شجری[4]و رستم یزدانی بیوکی[5]

تاریخ دریافت: 1389/10/18
تاریخ پذیرش: 1391/02/17

چکیده

تنش شوری یکی از عوامل مهم کاهش رشد و عملکرد محصولات زراعی در ایران می‌باشد، از این رو شناخت راهکارهای مناسب جهت کاهش اثرات منفی آن دارای اهمیت است. در این راستا آزمایشی به منظور مطالعه اثرات تغذیه نیتروژنی گیاه پایه مادری و تلقیح باکتریایی بذور حاصله توسط کودهای زیستی، بر بهبود مقاومت به شوری گندم (*Triticum aestivum* L.cv sayonz) در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال 1388 به صورت فاکتوریل بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سطوح مختلف نیتروژن مصرفی بر روی گیاه مادری در مزرعه (شامل سطوح صفر، 55، 110 و 165 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)، تلقیح بذور حاصله توسط کودهای زیستی (نیتراژین، بیوفسفر و عدم تلقیح) و سطوح مختلف تنش شوری (صفر، 0/4-، 0/8- و 1/2- مگاپاسکال) بودند. نتایج نشان داد که تلقیح بذر توسط کودهای زیستی اثرات مثبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشت، به طوری‌که بیشترین تعداد ریشه در گیاهچه (2/39 عدد)، طول ریشه‌چه (5/34 سانتی‌متر) و طول ساقه‌چه (3/56 سانتی‌متر) در تیمار تلقیح بذر توسط کود زیستی نیتراژین و کمترین مقدار این صفات در شاهد مشاهده گردید. همچنین کمترین مقدار متوسط زمان جوانه‌زنی در تیمار تلقیح بذر توسط بیوفسفر (2/89 روز) و بیشترین مقدار آن در شاهد (3/42 روز) به دست آمد. در بین سطوح نیتروژن مصرفی حداکثر مقدار فاکتورهای جوانه‌زنی در تیمارهای 55 و 110 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد، به طوری‌که بیشترین سرعت جوانه‌زنی (2/59 بر روز)، تعداد ریشه‌چه در هر گیاهچه (2/34 عدد)، طول ریشه‌چه (5/75 سانتی‌متر) و متوسط وزن ریشه‌چه (0/0022 گرم) در بذور حاصل از تیمار کاربرد 55 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر روی گیاه مادری به دست آمد. همچنین با افزایش شدت تنش شوری تمامی فاکتورهای مربوط به جوانه زنی و رشد گیاهچه کاهش پیدا کرد. به طور کلی، نتایج این بررسی نشان داد که مصرف 55 تا 110 کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با تلقیح باکتریایی بذور حاصله توسط کودهای زیستی نیتراژین و بیوفسفر می‌تواند باعث بهبود فاکتورهای جوانه‌زنی گندم تحت شرایط تنش شوری گردد.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، ریشه‌چه، ساقه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، کود زیستی

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان مورد استفاده در رژیم غذایی بسیاری از مردم جهان بوده و در ایران به عنوان منبع عمده تأمین کالری و پروتئین مطرح می‌باشد، به طوری‌که 75 درصد پروتئین مصرفی و 65 درصد کالری دریافتی روزانه هر فرد از آن تأمین می‌شود (Komayli et al., 2006; Tuna et al., 2008). افزایش جمعیت جهان همراه با کاهش منابع آب شیرین و شور شدن زمین‌های زراعی ایجاب می‌کند تا در مورد روش‌های مقاومت گیاهان به شرایط نامناسب محیطی مطالعات بیشتری صورت گیرد. شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده است که رشد و توسعه گیاه را محدود کرده و باعث کاهش عملکرد بسیاری از محصولات زراعی در سراسر جهان شده است (Lutts et al., 2004; Yagmur & Kaydan, 2008; Fallahi et al., 2009). بر طبق گزارش‌ها بیش از 800 میلیون هکتار از اراضی، در سراسر جهان تحت تأثیر تنش شوری می‌باشند که با توجه به نیاز روز افزون به مواد

1، 2، 3، 4 و 5- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی گناباد، دانشجوی دکترای بوم‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و دانش‌آموخته دکتری بوم‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir

غذایی، بهره برداری از این اراضی اخیراً بیشتر مورد توجه قرار گرفته و در بسیاری از کشورها مانند پاکستان، استرالیا، خاورمیانه و شمال آفریقا علاقه‌مندی به استفاده از اراضی شور افزایش یافته است (Song et al., 2008; Bennett et al., 2009). در ایران نیز بیش از 24 میلیون هکتار از اراضی کشاورزی تحت تأثیر تنش شوری قرار داشته و تحقیقاتی در زمینه بهره‌برداری از اراضی شور در حال اجرا می‌باشد (Amini et al., 2010).

جوانه‌زنی مرحله‌ای بحرانی در چرخه زندگی گیاهان است و تحمل به شوری در طی این مرحله برای استقرار گیاهان مهم می‌باشد، چرا که جوانه‌زنی ضعیف و کاهش رشد گیاهچه منجر به استقرار ضعیف و گاهی نابودی محصول می‌شود (Ungar, 1995; El-Keblawy & Al-Rawai, 2005; Soltani et al., 2006). تحقیقات متعددی نشان می‌دهد که جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گندم مانند بسیاری از محصولات زراعی از تنش شوری اثر منفی می‌پذیرد (Hampson & Simpson, 1990; Iqbal et al., 1998; Almansouri et al., 2001; Amiri et al., 2010b). بر طبق برخی تحقیقات، کاربرد کودهای زیستی می‌تواند اثرات مثبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در بعضی گیاهان داشته باشد (Yazdani et al., 2010). گزارش شده است که استفاده از باکتری‌های *آزوسپریلوم*، *ازتوباکتر*، باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفات باعث افزایش فاکتورهای جوانه‌زنی در گیاهان (*Withania somniferum*) و (*Ocimum sanctum* L.) شد (Krishna et al., 2008). گزارشات دیگری نیز حاکی است که تلقیح بذر گندم توسط باکتری‌های جنس *ازتوباکتر*، *آزوسپریلوم* و *سودوموناس* باعث بهبود شاخص‌های رشد گیاهچه و مقاومت گیاه به تنش‌های خشکی و شوری گردید (Amiri et al., 2010 a,b,c). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه سبب بهبود شاخص‌های رشد گیاهچه‌ای ارقام مختلف گندم می‌شود (Fallahi et al., 2011b). گزارش‌های دیگری نیز حاکی است که تلقیح بذر توسط کود زیستی نیتراژین باعث افزایش مقاومت به خشکی گندم در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای می‌شود (Fallahi et al., 2011a).

تحقیقات نشان می‌دهد که شرایط گیاه مادری، از قبیل قابلیت دسترسی به مواد غذایی در طی رشد گیاه و رسیدگی دانه، کیفیت بذر و قدرت جوانه‌زنی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bai et al., 2003)، طوری که کاربرد نیتروژن کافی برای گیاه مادری باعث افزایش قوه نامیه گیاه گردیده و بذور حاصل از این گیاهان، دارای ذخایر غذایی بیشتری بوده و به هنگام بروز تنش نسبت به سایر بذور موفق‌تر عمل می‌نمایند (Hara & Toriyama, 1998; Yazdani et al., 2010). در مطالعه‌ای گزارش شد که مصرف 240 کیلوگرم کود اوره روی گیاه پایه مادری باعث افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذور حاصله و بهبود مقاومت به خشکی گندم در مرحله آغازین رشد می‌شود (Fallahi et al., 2011a).

با توجه به وسعت اراضی شور در ایران و ضرورت شناخت عوامل کاهش‌دهنده اثر تنش شوری و با عنایت به این که تاکنون مطالعات، کافی در مورد اثرات تغذیه‌ای گیاه مادری و نیز تلقیح بذر توسط کودهای زیستی در شرایط تنش شوری صورت نگرفته است، هدف از این تحقیق مطالعه نحوه تغذیه نیتروژنی گیاه مادری و تلقیح باکتریایی بذور حاصله در بهبود مقاومت به شوری گندم در آغازین مرحله رشد بود.

مواد و روش‌ها

به منظور تهیه بذر، آزمایشی مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی 87-1386 اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف کود نیتروژن (صفر، 55، 110 و 165 کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار) بودند که در دو مرحله پنجه‌زنی و گل‌دهی مورد استفاده قرار گرفتند (جدول 1). در مرحله رسیدگی گندم رقم سایونز، از تیمارهای ذکر شده عمل تهیه بذر صورت پذیرفت و جهت انجام آزمایشات بعدی در شرایط آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول 1- تیمارهای نیتروژن اعمال شده بر گیاه پایه مادری گندم در مزرعه و مقدار مصرف نیتروژن در هر تاریخ مصرف

Table 1- Applied nitrogen treatments on wheat mother plant in the field and used nitrogen rates at each date of application

تیمارهای نیتروژن بر اساس نیتروژن خالص(کیلوگرم در هکتار) Nitrogen treatments ($kg.ha^{-1}$)	نیتروژن مصرفی بر اساس اوره (کیلوگرم در هکتار) Used urea ($kg.ha^{-1}$)	اولین بار مصرف کود (کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) First fertilizer application ($kg.ha^{-1}$)	دومین بار مصرف کود (کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) Second fertilizer application ($kg.ha^{-1}$)
0	0	0	0
55.2	120	36.8	18.4
110.4	240	73.6	36.8
165.6	360	110.4	55.2

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال 1388 به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش عبارت از مقدار نیتروژن مصرفی در گیاه پایه مادری (شامل سطوح صفر، 55، 110 و 165 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)، تلقیح بذر توسط کودهای زیستی (نیتراژین، بیوفسفر و شاهد) و سطوح مختلف تنش شوری (صفر، 0/4-، 0/8- و 1/2- مگا پاسکال) بودند.

برای انجام تلقیح باکتریایی، بذور گندم حاصل از گیاهان تیمار شده با مقادیر متفاوت کود نیتروژن در مزرعه، به مدت 12 ساعت در کودهای زیستی مورد آزمایش خیسانده شدند (Krishna et al., 2008). همچنین برای شاهد (عدم تلقیح با کود زیستی) از آب مقطر استفاده گردید. عمل تلقیح در سایه و در شرایط معمولی آزمایشگاه صورت پذیرفت و پس از آن بذور تلقیح شده به مدت دو ساعت در سایه و در دمای معمولی آزمایشگاه خشک شدند. کود زیستی نیتراژین به صورت مایع و دارای 10^8 سلول زنده در هر میلی‌لیتر از هر یک از باکتری‌های *ازتوباکتر*، *آزوسپریلوم* و *سودوموناس* و کود زیستی بیوفسفر نیز به صورت مایع و حاوی 10^7 سلول زنده در هر میلی‌لیتر از باکتری‌های جنس *باسیلوس* و *سودوموناس* بودند. بذور تلقیح شده توسط کودهای زیستی، جهت انجام آزمایش پاسخ به شوری مورد استفاده قرار گرفتند. در این آزمایش برای اعمال تنش شوری از NaCl خالص ساخت شرکت مرک استفاده گردید. به منظور ایجاد سطوح تنش شوری صفر، 0/4-، 0/8- و 1/2- مگاپاسکال به ترتیب از صفر، 6/56، 13/12 و 19/68 گرم کلرید سدیم در یک لیتر آب مقطر استفاده شد.

به منظور مطالعه شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم 20 بذر در هر پتری‌دیش مورد استفاده قرار گرفت و سپس جهت اعمال تیمارهای مختلف تنش شوری مقدار 2/5 میلی‌لیتر محلول نمک به هر پتری دیش اضافه و سپس پتری‌دیش‌ها دردمای 25 درجه سانتی‌گراد در شرایط آزمایشگاه قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه زده هر 12 ساعت یک بار، به مدت هشت روز صورت گرفت. ملاک جوانه‌زنی بذرها، دارا بودن طول ریشه‌چه حدود دو میلی‌متر در نظر گرفته شد. در پایان روز هشتم صفات درصد جوانه‌زنی (GP^1)، تعداد ریشه‌چه در هر گیاهچه (RN^2)، طول ریشه‌چه (RL^3) و طول ساقه‌چه (PL^4) اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن خشک، ریشه‌چه و ساقه‌چه‌های جداسازی شده به مدت 48 ساعت در آون و در دمای 72 درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت 0/0001 گرم توزین گردیدند. به منظور محاسبه میانگین سرعت جوانه‌زنی (GR^5) از معادله ماگویر (Maguire, 1962) و جهت تعیین متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT^6) و شاخص جوانه‌زنی (GI^7) از فرمول صالحزاده و همکاران (Salehzade et al., 2009) استفاده گردید.

آنالیز آماری داده‌های حاصله به کمک نرم افزار SAS version 9.1 صورت پذیرفت و جهت انجام مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

1- درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تمامی فاکتورهای مورد مطالعه بر درصد جوانه زنی معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی در بذور حاصل از مصرف 55 و 110 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (روی گیاه مادری) و کمترین آن با مصرف 165 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول 4). همچنین بیشترین مقدار درصد جوانه‌زنی در تیمار عدم اعمال تنش شوری (جدول 2) و تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین مشاهده شد (جدول 5). نتایج اثر متقابل نشان داد که کاربرد نیتراژین و مصرف 55 تا 110 کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث بهبود درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری گردید (شکل‌های 1 و 2 و جدول 6).

اثر سطوح تنش شوری و کاربرد نیتروژن بر صفت سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود. با افزایش سطح شوری مقدار سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول 2)، ضمن این که حداکثر سرعت جوانه‌زنی با مصرف 55 کیلوگرم نیتروژن و حداقل آن با مصرف 165 کیلوگرم نیتروژن به دست آمد (جدول 4). نتایج اثر متقابل نشان داد که در تمامی سطوح تنش شوری مصرف مقادیر 55 و 110 کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید (شکل 3).

اثرات کود نیتروژن مصرفی روی گیاه پایه مادری و سطوح تنش شوری بر شاخص جوانه‌زنی معنی دار ($p\leq0/01$) بود. در مورد این صفت نیز تنش شوری اثر بازدارنده داشت (جدول 2) و مصرف سطوح میانی کود نیتروژن باعث حداکثر مقدار شاخص جوانه‌زنی شد (جدول 4).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود نیتروژن مصرفی روی گیاه مادری و تلقیح بذور حاصله توسط کودهای زیستی ($p\leq0/05$) و

1- Germination percentage
1- Radicle number
2- Radicle length
3- Plumle length

4- Germination rate
5- Mean germination time
6- Germination index

نیز اثر تنش شوری ($p\leq0/01$) بر میانگین زمان جوانه‌زنی معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی بذر در اثر تنش شوری (جدول 2) و کاهش آن در اثر کاربرد نیتروژن (جدول 4) و کودهای زیستی (جدول 5) بود. نتایج اثر متقابل نشان داد که مصرف کود نیتروژن روی گیاه مادری باعث کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی بذور حاصله در سطوح مختلف تنش شوری گردید (شکل 4).

مطالعه اثرات سه‌گانه نشان داد که بیشترین مقدار درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار کاربرد 110 کیلوگرم نیتروژن در هکتار + استفاده از کود زیستی نیتراژین و شوری صفر مگا پاسکال و کمترین مقدار این صفات در تیمار کاربرد 165 کیلوگرم نیتروژن در هکتار + عدم تلقیح باکتریایی و شوری 1/2- مگاپاسکال به دست آمد (جدول 3). نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که بذور گندم حاصل از گیاهان مادری تغذیه شده با نیتروژن کافی، به علت دارا بودن مقدار پروتئین بیشتر و در نتیجه کیفیت و قوه نامیه بالاتر، درصد و سرعت جوانه‌زنی بیشتر و متوسط زمان جوانه‌زنی کمتری را در مقایسه با بذور حاصل از تیمار عدم کاربرد نیتروژن دارا بودند (Warraich et al., 2002; Amiri et al., 2009; Yazdani et al., 2010). برای آغاز جوانه‌زنی بذر گندم و سایر تک‌لپه‌ای‌ها، اسید جیبرلیک بعد از سنتز در لپه[1] به لایه آلورون منتقل شده و در آنجا باعث تولید آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند آمیلاز، ریبونوکلئاز، پروتئاز، فسفاتاز و 1، 3- گلوکونانز می‌شود که مسئول هیدرولیز مواد ذخیره‌ای بذر شامل کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و ترکیبات فسفردار هستند. این ترکیبات هیدرولیز شده در تولید بافت‌های گیاهچه‌ای در مرحله جوانه‌زنی بذر مورد استفاده واقع می‌شوند (Soltani et al., 2006). از آنجا که عنصر نیتروژن در ساختار این آنزیم‌ها نقش مهمی به عهده دارد، لذا مصرف نیتروژن کافی بر روی گیاه مادری باعث افزایش مقدار این عنصر در بذور حاصله و در نتیجه افزایش فاکتورهای جوانه‌زنی گندم می‌شود (Yazdani et al., 2010). نتایج مطالعات دیگری نشان داد که تلقیح بذر با باکتری‌های *آزوسپریلوم* و *ازتوباکتر* موجب افزایش سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه حاصله می‌شود (Dalla Santa et al., 2004; Amiri et al., 2010 a; Yazdani et al., 2010). گزارش شده است که دلیل احتمالی این موضوع با تولید هورمون‌هایی مانند جیبرلین و اکسین که محرک جوانه‌زنی و رشد هستند، توسط باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپریلوم* در ارتباط است (Yazdani et al., 2010).

اعمال تنش شوری باعث کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی گندم گردید. گزارش شده است که تنش شوری با محدود کردن جذب آب، کاهش تجزیه مواد ذخیره ای بذر و اختلال در سنتز پروتئین‌های ذخیره‌ای موجب کاهش جوانه‌زنی می‌شود (Ramagopal, 1990; Voigt et al., 2009). علاوه بر این سمیت ناشی از یون‌های سدیم و کلر، نقش مهمی در کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر دارد (Lynch & Lauchli, 1988; Hanslin & Eggen, 2005).

تعداد ریشه‌چه در هر گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تمامی فاکتورهای مورد مطالعه بر تعداد ریشه‌چه در گیاهچه گندم معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح تنش شوری تعداد ریشه‌چه به ازای هر گیاهچه کاهش یافت (جدول 2). همچنین بیشترین تعداد ریشه‌چه در گیاهچه با کاربرد 55 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر گیاه مادری و کمترین آن با کاربرد 165 کیلوگرم نیتروژن به دست آمد (جدول 4)، ضمن این‌که تلقیح بذور حاصله از گیاهان مادری با کود زیستی نیتراژین باعث افزایش تعداد ریشه‌چه در گیاهچه گردید (جدول 5). نتایج اثر متقابل بیانگر افزایش تعداد ریشه‌چه موجود در هر گیاهچه با کاربرد کود زیستی نیتراژین در سطوح مختلف تنش شوری بود (جدول 6).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح نیتروژن مصرفی روی گیاه مادری و اثر سطوح تنش شوری ($p\leq0/01$) و نیز تلقیح بذور حاصله از پایه‌های مادری توسط کودهای زیستی ($p\leq0/05$) بر صفت طول ریشه‌چه معنی‌دار بود. بر طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین با افزایش شدت تنش شوری طول ریشه‌چه کاهش یافت (جدول 2)، در حالی‌که با مصرف مقدار 55 کیلوگرم نیتروژن روی گیاهان مادری و تلقیح بذور توسط کودهای زیستی نیتراژین و بیوفسفر طول ریشه‌چه افزایش پیدا کرد (جدول‌های 4 و 5). بر طبق نتایج حاصل از اثرات متقابل، استفاده از کودهای زیستی به طور نسبی باعث بهبود طول ریشه‌چه در سطوح مختلف تنش شوری گردید (جدول 6).

نتایج تجزیه واریانس بیانگر اثر معنی‌دار شوری بر طول ساقه‌چه بود ($p\leq0/01$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح تنش شوری طول ساقه‌چه کاهش یافت (جدول 2) و کودهای زیستی باعث بهبود طول ساقه‌چه گردیدند (جدول 5). نتایج اثر متقابل نشان داد که تلقیح بذر توسط کود زیستی نیتراژین باعث افزایش طول ساقه‌چه به خصوص در سطوح پایین تنش شوری گردید (جدول 6).

تنش شوری بر صفت نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه اثر معنی‌داری ($p\leq0/01$) گذاشت. همچنین اثر کاربرد نیتروژن روی گیاه مادری بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در بذور حاصله معنی‌دار ($p\leq0/05$) بود. بیشترین مقدار این صفت در تیمار اعمال تنش 0/8- مگا پاسکال (جدول 2) و کاربرد مقادیر 55 و 110 کیلوگرم نیتروژن

1- Cotyledon

بر روی گیاه مادری (جدول 4) مشاهده شد.

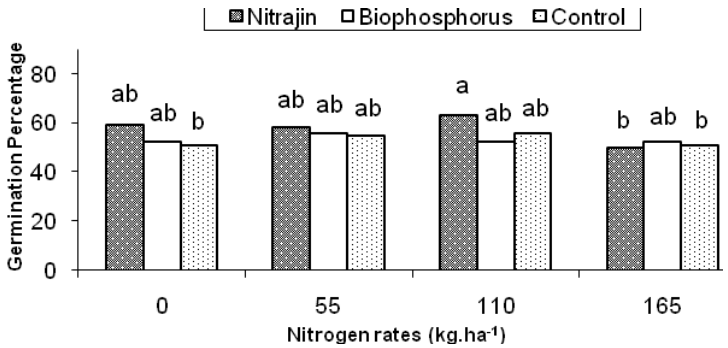
جدول 2- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی گندم تحت سطوح متفاوت تنش شوری

Table 2- Mean comparison for germination indices under different salinity levels

سطوح تنش شوری (مگاپاسکال) Salinity levels (MPa)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (درصد در روز) (%. Germination rate day^{-1})	شاخص جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination index (seed.day^{-1})	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)
0	67.77^{a}*	2.81^{b}	32.30^{b}	2.74^{b}
-0.4	50.00^{b}	3.34^{a}	39.44^{a}	2.48^{b}
-0.8	50.00^{b}	1.21^{c}	22.91^{c}	3.44^{a}
-1.2	46.00^{b}	0.39^{d}	9.57^{d}	3.63^{a}
	تعداد ریشه‌چه Radicle number	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) (mm) Radicle length	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm)	طول ریشه‌چه/ طول ساقه‌چه Radicle length/ Plumule length
0	3.23^{a}	14.37^{a}	9.09^{a}	1.61^{b}
-0.4	3.27^{a}	5.07^{b}	3.84^{b}	1.43^{b}
-0.8	1.31^{b}	0.53^{c}	0.15^{c}	2.97^{a}
-1.2	0.83^{c}	0.17^{c}	0.08^{c}	1.63^{b}
	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle dry weights (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule dry weights (g)	وزن خشک کل (گرم) Total dry weight (g)	وزن خشک ریشه‌چه/ وزن خشک ساقه‌چه Radicle dry weights/Plumule dry weights
0	0.0048^{a}	0.0077^{a}	0.0126^{a}	0.63^{a}
-0.4	0.0028^{b}	0.0037^{b}	0.0065^{b}	0.71^{a}
-0.8	0.0001^{c}	0.0002^{c}	0.0003^{c}	0.15^{b}
-1.2	0^{c}	0^{c}	0^{c}	0^{b}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نیستند.

* Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability.

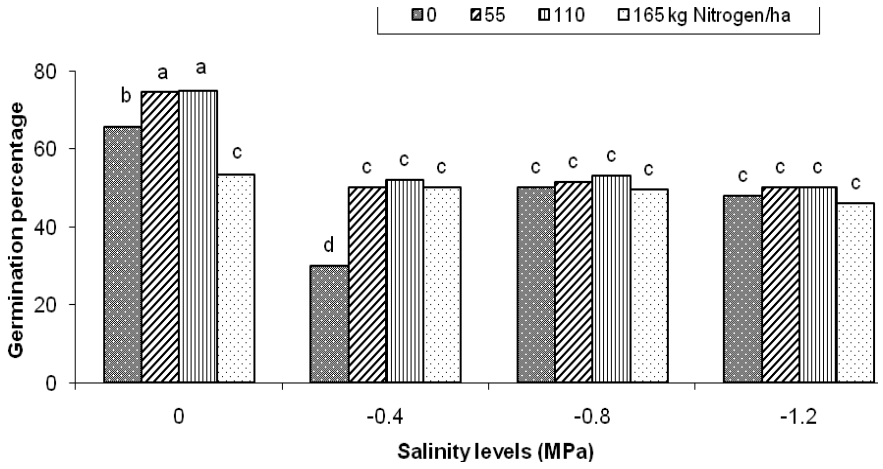


شکل 1- اثر متقابل تیمارهای نیتروژن و کودهای زیستی بر درصد جوانه‌زنی گندم رقم سایونز

Fig. 1- Interaction effects of nitrogen and biofertilizers on germination percentage of wheat cv. Sayonz

میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different at the 5% level of probability.

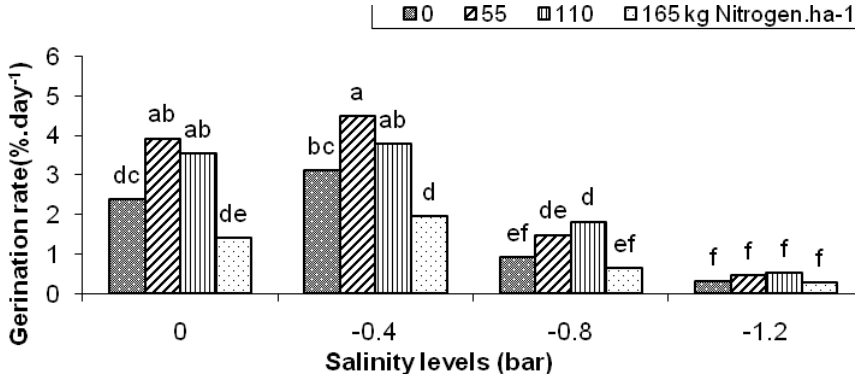


شکل 2- اثر متقابل تیمارهای نیتروژن و شوری بر درصد جوانه‌زنی گندم رقم سایونز

Fig. 2- Interaction effects of nitrogen and salinity on germination percentage of wheat cv. Sayonz

میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری برای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different at the 5% level of probability.



شکل 3- اثر متقابل مقادیر نیتروژن و شوری بر سرعت جوانه‌زنی گندم رقم سایونز

Fig. 3- Interaction effects of nitrogen rates and salinity on germination rate of wheat cv. Sayonz

میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different at the 5% level of probability.

گزارش شده است که هورمون‌های گیاهی که متأثر از مقدار نیتروژن مصرفی هستند، پاسخ گیاهان به محیطهای شور را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Mansour, 2000) و لذا اثرات مثبت نیتروژن بر بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را می‌توان با این موضوع مرتبط دانست.

در حالی‌که سطوح 55 و 110 کیلوگرم نیتروژن باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاهچه گردیدند، سطح 165 کیلوگرم دارای اثرات منفی بر این پارامترها بود که علت آن را می‌توان به بروز اثرات سمیت نیتروژن در مقادیر بالای مصرف نسبت داد که احتمالاً موجب عدم تعادل بین هورمون‌های جوانه‌زنی بذر شده است (Yazdani et al., 2010)، به طوری‌که نتایج تحقیق مشابهی حاکی از آن است که افزایش نیتروژن مصرفی روی گیاه مادری تا سطح 160 کیلوگرم در هکتار باعث بهبود مقاومت بذور حاصله به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گردید، ولی افزایش بیشتر سطح نیتروژن مصرفی اثر منفی داشت (Amiri et al., 2010b).

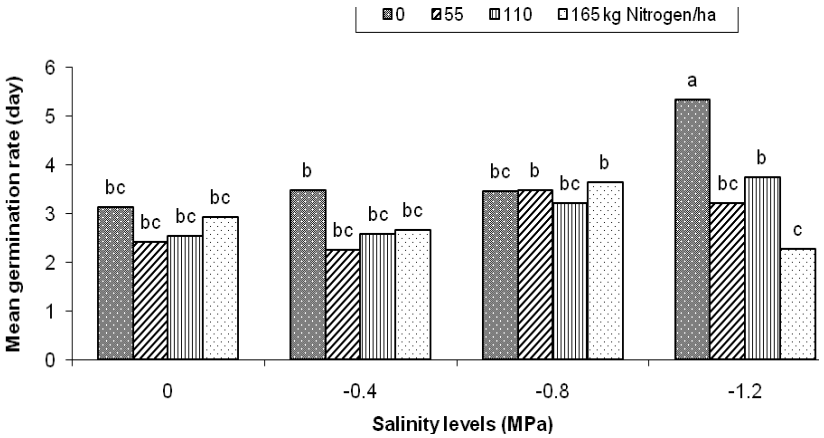
برخی میکروارگانیسم‌ها به خصوص باکتری‌ها و قارچ‌های مفید، باعث بهبود واکنش‌های گیاه تحت شرایط تنش می‌شوند (Kapoor et al., 2008). کود بیولوژیک نیتراژین دارای باکتری‌های جنس

ازتوباکتر، *آزوسپریلوم* و *سودوموناس* است و تحقیقات نشان می‌دهد که تلقیح بذر غلات از جمله گندم با باکتری‌های *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر* باعث افزایش سیستم ریشه‌ای و تعداد تار کشنده گیاه و در نتیجه جذب بهتر آب و مواد غذایی و در نهایت افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و زمینی می‌شود (Dalla Santa et al., 2004; Kizilkaya, 2008). برخی مطالعات دیگر نیز نشان داده است که *ازتوباکتر* در تولید هورمون‌های رشد گیاهی مؤثر است (Remus et al., 2000; Kizilkaya, 2008) به نظر می‌رسد که بهبود خصوصیات رشد گیاهچه با افزایش تولید این هورمون‌ها توسط ریزجانداران موجود در کودهای زیستی در ارتباط باشد (Yazdani et al., 2010). نتایج تحقیقات مشابهی نیز نشان داده است که کاربرد کود زیستی نیتراژین باعث بهبود مقاومت گندم نسبت به تنش خشکی و شوری در مرحله رشد گیاهچه‌ای در مقایسه با شاهد گردید (Amiri et al., 2010 b,c). بر طبق نتایج آزمایش با افزایش سطح تنش شوری نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه روندی افزایشی در پیش گرفت (جدول2) از آنجا که تنش شوری باعث اعمال خشکی فیزیولوژیک می‌گردد، لذا به نظر می‌رسد که این عمل جهت مقابله با شرایط کمبود آب صورت گرفته باشد، چرا که بسیاری از گیاهان در موقع مواجهه با تنش اسمزی اقدام به گسترش اندام‌های زیرزمینی خود کرده و نسبت اندام هوایی به اندام زیرزمینی را کاهش می‌دهند تا بتوانند با رویکرد تأمین آب توسط بخش وسیع‌تری از اندام زیرزمینی برای بخش کمتری از اندام هوایی تنش خشکی را تحمل کنند (Fallahi et al., 2009).

وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات مقادیر نیتروژن مصرفی روی گیاه مادری و سطوح تنش شوری اعمال شده بر بذور حاصله، بر صفت وزن خشک ریشه‌چه معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از کاهش وزن خشک ریشه‌چه با افزایش شدت تنش شوری بود (جدول 2). بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه‌چه به ترتیب در تیمار مصرف 55 و 165 کیلوگرم نیتروژن روی گیاه مادری به دست آمد (جدول 4). نتایج اثر متقابل نشان‌دهنده بهبود نسبی وزن خشک ریشه‌چه حاصل از گیاهان مادری تغذیه شده با 110 کیلوگرم نیتروژن در سطوح مختلف تنش شوری بود (شکل 5). نتایج مشابهی برای اثر متقابل کود زیستی و تنش شوری مشاهده شد، طوری که کودهای زیستی به طور نسبی در افزایش وزن خشک ریشه چه در سطوح پایین تنش شوری موفق عمل نمودند (جدول 6).

اثر سطوح مختلف تنش شوری بر وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود و با افزایش سطح تنش مقدار آن روندی کاهشی در پیش گرفت (جدول 2). همچنین اثر سطوح نیتروژن مصرف شده بر گیاه مادری ($p\leq0/05$) و تنش شوری ($p\leq0/01$) بر صفت وزن خشک کل گیاهچه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شوری بر این صفت دارای اثر منفی بود (جدول 2) و بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب در تیمارهای مصرف 55 و 165 کیلوگرم نیتروژن روی گیاه مادری مشاهده شد (جدول 4).



شکل 4- اثر متقابل مقادیر نیتروژن و شوری بر میانگین سرعت جوانه‌زنی گندم رقم سایونز

Fig. 4- Interaction effects of nitrogen rates and salinity on mean germination rate of wheat cv. Sayonz

میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different at the 5% level of probability.

جدول 3- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی گندم تحت تأثیر اثر متقابل سطوح متفاوت نیتروژن، تنش شوری و کود زیستی

Table 3- Mean comparison for wheat germination indices under interaction of different levels of nitrogen, biofertilizer and salinity levels

تیمار Treatment	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه‌زنی (در روز) Germination rate (%.day^{-1})	شاخص جوانه‌زنی Germination index (seed.day^{-1})	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination time (day)
N_0 $NITS_0$	83.33^{b}*	3.71^{abc}	42.82^{a-f}	2.79^{c-i}
N_0 $NITS_{-0.4}$	50.00^{de}	2.14^{c-i}	17.04^{c-l}	3.05^{b-i}
N_0 $NITS_{-0.8}$	50.00^{de}	0.96^{f-k}	13.52^{l-q}	1.41^{ghi}
N_0 $NITS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.25^{lm}	11.26^{i-q}	6.33^{a}
N_0 BPS_0	60.00^{cd}	1.83^{c-k}	27.04^{d-l}	3.61^{a-g}
N_0 $BPS_{-0.4}$	50.00^{de}	2.18^{c-f}	31.55^{a-j}	2.75^{c-i}
$N_0BPS_{-0.8}$	50.00^{de}	1.23^{e-m}	27.04^{e-m}	3.93^{a-f}
$N_0BPS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.41^{klm}	9.01^{m-q}	4.00^{a-f}
N_0CONS_0	53.33^{de}	1.62^{d-l}	22.53^{g-m}	2.97^{b-i}
$N_0CONS_{-0.4}$	50.00^{de}	5.05^{a}	40.56^{a-g}	1.59^{d-i}
N_0CON $S_{-0.8}$	50.00^{de}	0.52^{i-m}	15.77^{i-o}	5.02^{abc}
$N_0CONS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.26^{lm}	9.01^{n-q}	5.66^{ab}
$N55NITS_0$	80.00^{b}	3.68^{abc}	40.56^{a-g}	2.36^{c-i}
$N55NITS_{-0.4}$	50.00^{de}	5.41^{a}	56.34^{a}	1.61^{d-i}
$N55NITS_{-0.8}$	50.00^{de}	1.34^{e-m}	22.53^{g-n}	3.43^{a-h}
$N55NITS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.56^{h-m}	11.26^{m-q}	2.11^{d-i}
$N55BPS_0$	73.33^{b}	4.31^{ab}	36.06^{a-i}	1.53^{e-i}
$N55BPS_{-0.4}$	50.00^{de}	3.53^{abc}	51.83^{abc}	2.88^{b-i}
$N55BPS_{-0.8}$	50.00^{de}	1.18^{e-m}	22.53^{g-n}	3.41^{a-h}
$N55BPS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.55^{g-m}	13.52^{j-p}	3.52^{a-h}
$N55CONS_0$	70.00^{bc}	3.77^{b-e}	33.80^{a-i}	3.34^{b-h}
$N55CONS_{-0.4}$	50.00^{de}	4.52^{ab}	47.33^{a-e}	2.23^{d-i}
$N55CON$ $S_{-0.8}$	50.00^{de}	1.91^{c-j}	38.31^{a-h}	3.54^{a-g}
$N55CONS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.27^{lm}	6.76^{opq}	4.00^{a-f}
$N110NITS_0$	100.00^{a}	5.53^{a}	54.09^{ab}	2.16^{d-i}
$N110NITS_{-0.4}$	50.00^{de}	4.17^{ab}	51.83^{ab}	2.22^{d-i}
$N110NITS_{-0.8}$	50.00^{de}	2.16^{c-g}	36.06^{a-i}	2.99^{b-h}
$N110NITS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.43^{klm}	9.01^{n-q}	3.22^{c-i}
$N110BPS_0$	70.00^{cd}	2.16^{c-f}	27.04^{d-l}	2.22^{d-i}
$N110BPS_{-0.4}$	50.00^{de}	4.98^{ab}	49.58^{a-d}	1.93^{d-i}
$N110BPS_{-0.8}$	50.00^{de}	2.01^{c-j}	29.30^{b-j}	3.41^{a-h}
$N110BPS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.59^{g-m}	13.52^{j-p}	3.88^{a-f}
$N110CONS_0$	73.33^{b}	2.90^{b-e}	36.06^{a-i}	3.19^{b-h}
$N110CONS_{-0.4}$	50.00^{de}	2.21^{c-f}	38.31^{a-g}	3.54^{a-g}
$N110CONS_{-0.8}$	50.00^{de}	1.29^{e-m}	27.04^{d-l}	3.97^{a-f}
$N110$ $CONS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.51^{i-m}	11.26^{k-q}	4.08^{a-e}
$N165$ $NITS_0$	46.66^{e}	1.13^{f-m}	18.03^{h-o}	2.47^{c-i}
$N165NITS_{-0.4}$	50.00^{de}	1.41^{e-l}	20.28^{g-o}	2.41^{c-i}
$N165NITS_{-0.8}$	50.00^{de}	0.83^{f-m}	20.28^{f-o}	3.94^{a-f}
$N165NITS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.49^{j-m}	13.52^{j-p}	4.05^{a-d}
$N165BPS_0$	60.00^{cd}	2.10^{c-h}	27.04^{d-l}	2.51^{c-i}
$N165BPS_{-0.4}$	50.00^{de}	2.17^{c-f}	29.30^{b-j}	2.95^{b-i}
$N165BPS_{-0.8}$	50.00^{de}	0.58^{g-m}	11.26^{k-q}	3.41^{a-h}
$N165BPS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.28^{lm}	4.50^{pq}	1.08^{i}
$N165CONS_0$	53.33^{de}	0.99^{f-m}	22.53^{f-m}	3.75^{a-f}
$N165CONS_{-0.4}$	50.00^{de}	2.28^{c-f}	29.30^{b-k}	2.61^{c-i}
$N165CONS_{-0.8}$	50.00^{de}	0.55^{h-m}	11.26^{k-q}	3.58^{a-g}
$N165CONS_{-1.2}$	50.00^{de}	0.06^{m}	2.25^{q}	1.66^{hi}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

N= مقادیر نیتروژن، NIT= نیتراژین، S= شوری، BP = بیوفسفر، CON= شاهد

Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability by using Duncan. * Control Biophosphorus, CON= Salinity, BP= Nitragine, S= Nitrogen rates, NIT= N=

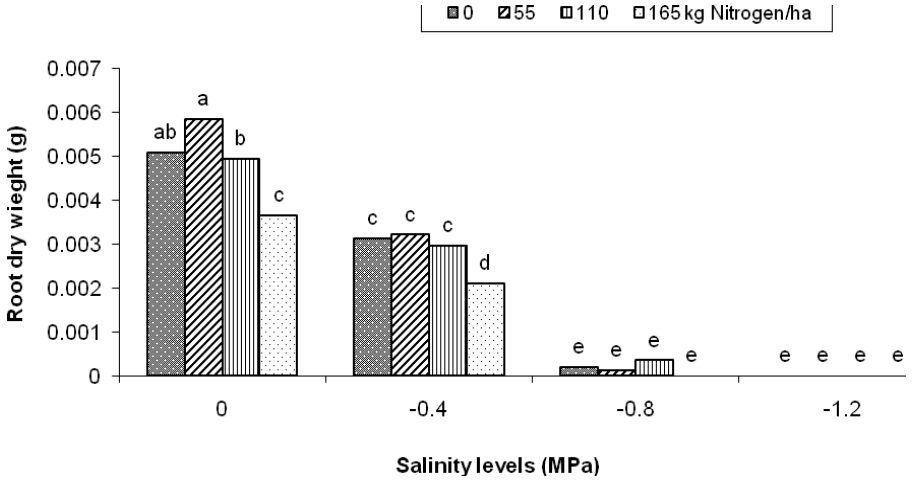
جدول 4- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی گندم تحت تأثیر سطوح متفاوت نیتروژن مصرفی روی گیاه مادری

Table 4- Mean comparison for wheat germination indices under different levels of nitrogen used on mother plant

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen levels ($kg.ha^{-1}$)	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه‌زنی (درصد در روز) Germination rate (%.day^{-1})	شاخص جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination index (seed.day^{-1})	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination time (day)	تعداد ریشه‌چه Radicle number	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	طول ریشه‌چه/ طول ساقه‌چه Radicle length/ Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle dry weights (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule dry weights (g)
0	53.9^{a*}	1.68^{b}	23.10^{b}	3.59^{a}	2.32^{a}	4.93^{a}	1.72^{ab}	0.0020^{a}	0.0051^{a}
55	56.1^{a}	2.59^{a}	31.74^{a}	3.00^{ab}	2.34^{a}	5.76^{a}	2.03^{ab}	0.0022^{a}	0.0052^{a}
110	56.9^{a}	2.41^{a}	31.92^{a}	2.87^{b}	2.17^{a}	5.26^{a}	2.34^{a}	0.0020^{a}	0.0052^{a}
165	50.8^{b}	1.07^{c}	17.46^{c}	2.83^{b}	1.82^{b}	4.19^{b}	1.56^{b}	0.0014^{b}	0.0039^{b}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری برای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

.Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability *



شکل5- اثر متقابل مقادیر نیتروژن و سطوح شوری بر وزن خشک ریشه‌چه گندم رقم سایونز

Fig. 5- Interaction effects of nitrogen rates and salinity levels on radicle dry weight of wheat cv. Sayonz

میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different at the 5% level of probability.

جدول 5- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی گندم تحت تأثیر کودهای زیستی

Table 5- Mean comparison for wheat germination indices under different biofertilizers

کود زیستی Biofertilizer	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination Time (day)	تعداد ریشه‌چه Radicle number	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)
نیتراژین Nitrajin	56.87^{a*}	2.91^{b}	2.39^{a}	5.34^{a}	3.56^{a}
بیوفسفر Biophosphorous	53.33^{b}	2.89^{b}	2.02^{b}	5.22^{ab}	3.29^{ab}
شاهد Control	53.12^{b}	3.42^{a}	2.07^{b}	4.55^{b}	3.01^{b}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
.* Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability

جدول 6- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی گندم تحت تأثیر سطوح مختلف شوری و کودهای زیستی

Table 6- Mean comparison for wheat germination indices under different levels of salinity and biofertilizers

سطوح تنش شوری (مگاپاسکال) Salinity levels (MPa)	کود زیستی Biofertilizer	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	تعداد ریشه چه Radicle number	طول ریشه‌چه (سانتی-متر) Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle dry weights (g)
0	نیتراژین Nitrajin	77.5[a]*	3.5[b]	14.7[a]	9.4[a]	0.0046[b]
	بیوفسفر Biophosphorus	72[b]	3.2[b]	16[a]	9.8[a]	0.0054[a]
	شاهد Control	62[b]	3.1[b]	12.5[b]	8[b]	0.0045[b]
-0.4	نیتراژین Nitrajin	52[c]	4[a]	5.9[c]	4.6[c]	0.0032[c]
	بیوفسفر Biophosphorus	50[c]	2.8[b]	4.2[cd]	3.1[d]	0.0023[d]
	شاهد Control	49[c]	3[b]	5[cd]	3.7[cd]	0.0029[cd]
-0.8	نیتراژین Nitrajin	52[c]	1.4[c]	0.7[e]	0.2[e]	0.00021[e]
	بیوفسفر Biophosphorus	50[c]	1.2[cd]	0.4[e]	0.1[e]	0.00009[e]
	شاهد Control	49[c]	1.2[cd]	0.4[e]	0.1[e]	0.00013[e]
-1.2	نیتراژین Nitrajin	47[c]	0.9[d]	0.1[e]	0.08[e]	0[e]
	بیوفسفر Biophosphorus	46[c]	0.8[d]	0.2[e]	0.09[e]	0[e]
	شاهد Control	42[c]	0.8[d]	0.1[e]	0.08[e]	0[e]

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability. *

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار ($p\leq0/01$) تنش شوری بر نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه بود و بیشترین مقدار این صفت در تنش شوری 0/4- مگا پاسکال به دست آمد (جدول 2). اثر بازدارندگی تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر به علت اثر اسمزی و یا سمیت یونی است؛ این موضوع برای هالوفیت‌ها تنها به علت اثرات اسمزی بوده، اما در گیاهان غیرهالوفیت سمیت یونی نقش بیشتری دارا می‌باشد (Song et al., 2008). از طرفی اثرات یون‌های مضر موجود در محیط شور باعث ایجاد اختلال در متابولیسم سایر عناصر می‌گردد (Gorham, 1996). بر طبق نتایج آزمایش، تنش شوری بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گندم اثر منفی اعمال نمود (جدول 2). گزارش شده است که گیاهان برای تحمل شوری نیاز به تنظیم اسمزی دارند و این مسئله در مرحله رشد گیاهچه‌ای نیز مشاهده شده است؛ یکی از راه‌های تنظیم اسمزی ساخت مواد آلی مانند سوربیتول، پرولین و گلایسین در بافت‌ها بوده و ساخت این مواد برای گیاهان با صرف انرژی همراه است، بنابراین انرژی مصرفی جهت تنظیم اسمزی باعث کاهش رشد گیاه می‌گردد (Penuelas et al., 1997; Karimi et al., 2004; Fallahi et al., 2009). نتایج تحقیقی مشابهی حاکی از آن است که کاربرد کودهای زیستی نیتراژین و بیوفسفر باعث افزایش طول و وزن خشک ریشه و اندام هوایی گندم در مرحله رشد گیاهچه‌ای گردید (Amiri et al., 2010). دلیل این مشاهده به تولید هورمون‌های رشد و ترکیبات فعال بیولوژیکی و در نتیجه تحریک تقسیم سلولی گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های افزاینده رشد نسبت داده شده است (Kader et al., 2002; Zaied et al., 2003; Ravikumar., 2004; Amiri et al., 2010a). لذا به نظر می‌رسد

که کاربرد ریزجاندارانی مانند باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد کود نیتروژن بر روی گیاه مادری تا سطح 110 کیلوگرم در هکتار باعث بهبود مقاومت به شوری بذور حاصله به خصوص در سطوح پایین تنش شوری می‌شود. علاوه بر این کاربرد کودهای زیستی می‌تواند اثرات منفی تنش شوری را تخفیف داده و باعث بهبود وضعیت رشدی گیاهچه و در نتیجه استقرار مناسب‌تر گیاه گردد. در بین کودهای زیستی مورد مطالعه نیتراژین اثرات مثبت بیشتری بر جوانه‌زنی گندم داشت؛ به نحوی که در شرایط انجام تلقیح با این کود زیستی اکثر شاخص‌های جوانه‌زنی گندم حدود 15 درصد در مقایسه با شاهد افزایش نشان دادند.

منابع

1- Almansouri, M., Kinet, J.M., and Lutt, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf). Plant and Soil 231: 243-254.

2- Amini, A., Vahhabzadeh, M., Majidi, E., Afiyouni, D., Tabatabaei, M.T., Saberi, M.H., Lotfali, G.A., and Ravari, Z. 2010. Grain yield stability and adaptability of bread wheat genotypes using different stability indices under salinity stress conditions. Seedling and Seed Breeding Journal 26(3): 397-411. (In Persian with English Summery)

3- Amiri, M.B., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R., Fallahi, J., and Fallah-Poor, F. 2010a. Effects of biofertilizers on seedling growth of different cultivars of wheat. The First National Symposium on Agriculture and Sustainable Development. Islamic Azad University, 3-4 April, Shiraz p. 1302-1314. (In Persian)

4- Amiri, M.B., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, J., and Yazdani, R. 2010b. Effects of different levels of applied nitrogen on mother plant, drought stress and seed priming with bacteria on germination indexes in wheat cv. Sayonz. The First National of Environmental Stresses in Agricultural Sciences, 27-28 February Birjand p. 149. (In Persian)

5- Amiri, M.B., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, J., and Yazdani, R. 2010c. Effects of mother plant nutritional management and biofertilizers on salinity resistance in wheat cv. sayonz. The First National of Environmental Stresses in Agricultural Sciences 27-28 February Birjand p. 150. (In Persian)

6- Bai, Y., Tischler, C.R., Booth, D.T., and Taylor, E.M. 2003. Variations in germination and grain quality within a rust resistant common wheat germplasm as affected by parental CO_2 conditions. Environmental and Experimental Botany 50: 159-168.

7- Bennett, S.J., Barrett-Lennard, E.G., and Colmer, T.D. 2009. Salinity and water logging as constraints to salt land pasture production: a review. Agriculture, Ecosystems and Environment 129: 349-360.

8- Dalla Santa, O.R., Hernandez, R.F., Alvarez, G.L.M., and Junior, P.R. 2004. *Azospirillum* sp. inoculation in wheat, barley and oats seeds greenhouse experiments. Brazilian Archives of Biology and Technology 47(6): 843-850.

9- El-Keblawy, A., and Al-Rawai, A. 2005. Effects of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. Journal of Arid Environments 61: 555-565.

10- Fallahi, J., Ebadi, M.T., and Ghorbani, R. 2009. The effects of salinity and drought stresses on germination and seedling growth of clary (*Salvia sclarea*). Environmental Stresses in Agricultural Sciences 1(1): 57-67. (In Persian with English Summery)

11- Fallahi, J., Rezvani Moghaddam, P., Khajeh Hosseini, M., Amiri, M.B., and Yazdani Biuki, R. 2011a. Effects of seed nourished by different levels of nitrogen, different biofertilizers and drought stress on germination indices and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum*) cv. Sayonz. 10th Conference of the International Society for Seed Science, 10-15 April Brazil p. 205.

12- Fallahi, J., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R., Amiri, M.B., and Fallah Pour, F. 2011b. Effects of seed priming by biofertilizers on the growth characteristics of three wheat cultivars at the germination period under greenhouse condition. 10th Conference of the International Society for Seed Science, 10-15April Brazil p. 286.

13- Gorham, J. 1996. Mechanisms of salt tolerance of halophytes. In: Halophytes Ecologic Agriculture (eds: Allah, R.C., Nalcolm, C.V. and Aamdy, A.). p. 30-35. Marcel Dekker. Inc.

14- Hampson, C.R., and Simpson, G.M. 1990. Effects of temperature, salt and osmotic pressure on early growth of wheat (*Triticum aestivum*). I. Germination. Canadian Journal of Botany 68: 524-528.

15- Hanslin, H.M., and Eggen, T. 2005. Salinity tolerance during germination of seashore halophytes and salt-tolerant grass cultivars. Seed Science Research 15: 43-50.

16- Hara, Y., and Toriyama, K. 1998. Seed nitrogen accelerates the rates of germination, emergence, and establishment of rice plants. Soil Science and Plant Nutrition 44(3): 395-366.

17- Iqbal, N., Ashraf, H.Y., Javed, F., Iqbal, Z., and Shah, G.H. 1998. Effect of salinity on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 3(1): 226-227.

18- Janick, 2001. New Crops for 21st Century. In: Crop Science: Progress and Prospects. (Eds. J. Norsbarger, H.H. Giger, and P.C. Struik). p. 307-327. CABI. Publication, Wallingford, UK.
19- Kader, M.A., Main, M.H., and Hoque, M.S. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2: 259-261.
20- Kapoor, R., Sharma, S., and Bhatnagar, A.K. 2008. Arbuscular mycorrhizae in micropropagation systems and their potential applications. Scientia Horticulturae 116: 227-239.
21- Karimi, G., Haydari-Sharifabad, H., and Asareh, M.H. 2004. Effects of salinity on germination, seedling establishment and proline content in pasture species of *Atriplex verrucifera*. Iranian Journal of Rangelands Forests Plant Breeding and Genetic Research 12(4): 419-433. (In Persian with English Summery)
22- Kızılkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering 33: 150-156.
23- Komayli, H.R., Rashed Mohassel, M.H., Ghodsi, M., and Zare Fayzabadi, A. 2006. Evaluation of drought tolerance of new wheat genotypes under water stress conditions. Iranian Journal of Field crop Research 4(2): 301-314. (In Persian with English Summery)
24- Krishna, A., Patil, C.R., Raghavendra, S.M., and Jakati, M.D. 2008. Effect of bio-fertilizers on seed germination and seedling quality of medicinal plants. Karnataka Journal of Agriculture and Science 21(4): 588-590.
25- Lutts, S., Almansouri, M., and Kinet, J.M. 2004. Salinity and water stress have contrasting effects on the relationship between growth and cell viability during and after stress exposure in durum wheat callus. Plant Science 167: 9-18.
26- Lynch, J., and Lauchli, A. 1988. Salinity affects intercellular calcium in corn root protoplasts. Plant Physiology 87: 351-356.
27- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 2: 176-177.
28- Mansour, M.M.F. 2000. Nitrogen containing compound and adaptation of plants to salinity stress. Plant Biology 43: 491-500.
29- Penuelas, J., Isla, R., Filella, I., and Araus, J.L. 1997. Visible and near-infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. Crop Science 37: 198-202.
30- Ramagopal, S. 1990. Inhibition of seed germination by salt and its subsequent effect on embryonic protein synthesis in barley. Journal of Plant Physiology 136: 621-625.
31- Remus, R., Ruppel, S., Jacob, H.J., Hecht-Buchholz, C., and Merbach, W. 2000.Colonization behavior of two enter bacterial strains on cereals. Biology and Fertility of Soils 30(5-6): 550-557.
32- Ravikumar, S., Kathiresan, K., Ignatiammal, S.T.M., Selvam, M.B., and Shanthy, S. 2004. Nitrogen-fixation Azotobacters from mangrove habitat and their utility as marine biofertilizers. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 15: 157-160.
33- Salehzade, H., Izadkhah Shishvan, M., Ggiyasi, M., Forouzani, F., and Abbasi Siyahjani, A. 2009.Effects of seed priming on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Research Journal of Biological Sciences 4(5): 629-631.
34- Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany 55: 195-200.
35- Song, J., Fan, H., Zhao, Y., Jia, Y., Du, X., and Wang, B. 2008. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an intertidal zone and on saline inland. Aquatic Botany 88: 331-337.
36- Tuna, A.L., Kaya, C., Higgs, D., Murillo-Amador, B., Aydemir, A.S., and Girgin, R. 2008. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. Environmental and Experimental Botany 62: 10-16.
37- Ungar, I.A. 1995. Seed Germination and Seed-bank Ecology of Halophytes. In: Kigel, J., Galili, G. (Eds.), Seed Development and Germination. Marcel Dekker Inc., New York, p. 599-629.
38- Voigt, E.L., Almeida, T.D., Chagas, R.M., Ponte, L.F.A., Viégas, R.A., and Silveira, J.A.G. 2009. Source–sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. Journal of Plant Physiology 166: 80-89.
39- Warraich, E.A., Basra, S.M.A., Ahmad, N., Ahmed, R., and Aftab, M. 2002. Effect of nitrogen on grain quality and vigor in wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Agriculture and Biology 4(4): 517-520.
40- Yagmur, M., and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology 7(13): 2156-2162.
41- Yazdani, R., Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Amiri, M.B., Fallahi, J., and Dayhimfar, R. 2010. Effects of seed nourished by different levels of nitrogen, different biofertilizers and drought stress on germination indices and seedling growth of wheat (*Tritium aestivum*) cv. Sayonz. Agroecology 2(1): 266-276. (In Persian with English Summery)
42- Zaied, K.A., Abd El-Hady, A.H., Afify, Aida, H., and Nassef, M.A. 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. Pakistan Journal of Biological Sciences

6(4): 344-358.