علوم و تحقیقات بذر ایران
سال پنجم/ شماره اول/ ۱۳۹۷ (۱۰ - ۱)

DOI: 10.22124/jms.2018.2896

ارزیابی اثر خیسانیدن بذر با نانو کودها بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم در شرایط تنش شوری

میترا کمالی بانیانی[۱]، علیرضا سوهانی دربان*[۲]، محسن نبوی کلات[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۹

چکیده

جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برای استقرار گیاهان تحت تنش شوری اهمیت دارد. از این رو شناخت ارقامی از گیاهان که جوانه‌زنی سریع و یکنواختی در شرایط شور دارند می‌تواند به استقرار اولیه و رشد گیاهچه کمک نماید. به‌منظور ارزیابی اثر خیسانیدن بذر با نانو کودها بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم در شرایط تنش شوری آزمایشی به‌صورت طرح فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با چهار رقم گندم (چمران۲، سیوند، پیشتاز و پارسی) در چهار سطح تنش شوری با نمک کلرید سدیم (NaCl) مرک آلمان در غلظت‌های مختلف (۴، ۶، ۸ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و سه نوع کود نانو (فسفر، پتاس و نانو کود ریزمغذی‌ها) در شرایط کنترل شده انجام گرفت، نتایج نشان داد واکنش چهار رقم گندم نسبت به اعمال سطوح مختلف تنش شوری و انواع نانو کودها برای صفات مورد مطالعه (سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر) معنی‌دار بود به‌نحوی‌که اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی حاکی از برتری رقم پارسی و نانو کود فسفر در تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. این در حالی است که برهمکنش رقم چمران ۲، نانو کود پتاس در تنش شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر نیز کمترین مقدار را در بین تیمارها داشت. به‌نظر می‌رسد در غلظت‌های بالاتر نمک و با افزایش تنش شوری، حتی پرایمینگ انواع مختلف نانوکود نتوانسته صفات مورد بررسی را بهبود بخشد اما در غلظت‌های کمتر نمک، تیمارهای نانو کودی تا حدودی اثر منفی نمک را تعدیل نموده است.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، تنش شوری، گندم، نانو کود

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: souhanidarban@gmail.com

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی با بیشترین سطح زیر کشت در دنیا است که نقش مهمی در تأمین نیاز غذائی بشر دارد (Ghorbani *et al*., 2008). براساس اطلاعات منتشر شدهٔ سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (فائو) سطح زیر کشت گندم جهان ۲۱۶/۶ میلیون هکتار و مقدار تولید آن ۶۷۴/۸ میلیون تن با میانگین عملکرد ۳۱۱۵ کیلوگرم در هکتار است. از کل گندم تولیدی سالانهٔ جهان، حدود ۷۵ درصد آن برای تهیهٔ نان مصرف می شود، ۱۵ درصد مصارف صنعتی دارد و ۱۰ درصد به عنوان بذر برای کاشت به کار می‌رود (FAO, 2013).

به‌منظور افزایش تولید گیاهان زراعی در واحد سطح راه‌های مختلفی وجود دارد که از جمله آن‌ها استفاده از بذر با کیفیت بالاست. پرایمینگ بذر روشی ساده و کم هزینه برای افزایش کیفیت بذر است که در صورت انجام صحیح آن به افزایش عملکرد منجر می‌شود. پرایمینگ بذر به اعمال هر نوع تیماری قبل از کاشت به‌منظور ارتقاء خصوصیاتی چون جوانه‌زنی، استقرار اولیه و غیره اطلاق می‌شود. بذر به‌واسطه پرایمینگ و پیش از قرار گرفتن در بستر خود به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دچار تغییر می‌شود که تبعات آن‌ها در گیاه حاصل از آن نیز دیده می‌شود. به‌طور کلی این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاهچه، بهره‌برداری بهتر از نهاده-های محیطی، مقاومت بیشتر در برابر شرایط نامساعد محیطی، رقابت بهتر با علف‌های هرز، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد. با وجود فواید این روش بزرگ‌ترین عیب بذرهای پرایم شده این است که نمی‌توان آن‌ها را انبار کرد و بایستی هرچه زودتر بعد از پرایمینگ کشت شوند. یادآوری می‌شود پارامترهایی نظیر پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ، مدت زمان پرایمینگ، دمای پرایمینگ، تهویه محلول پرایمینگ، کنترل عوامل بیماری‌زا در حین پرایمینگ و نحوه خشک کردن بذر پس از پرایمینگ بر میزان تأثیر این تکنیک مؤثرند. استفاده از نانوکودها منجر بـه افـزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، کاهش سمیت خاک، به حداقل رساندن اثرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کود و کـاهش تعـداد دفعـات کاربرد کود می‌شود. با بکارگیری نانوکودها، زمان و سرعت رهاسـازی عناصر با نیاز غذایی گیاه مطابق و هماهنگ می‌شود، لذا گیاه قادر بـه جذب بیشترین مقدار مـواد غـذایی بـوده و در نتیجـه ضـمن کـاهش آبشویی عناصر، عملکرد محصول نیز افـزایش مـی‌یابـد (Derosa *et al*., 2002).

تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی برای استقرار گیاهان مهم می‌باشد، زیرا که جوانه‌زنی ضعیف و کاهش رشد گیاهچه منجر به استقرار ضعیف و گاهی نابودی محصول می‌گردد (Soltani *et al*., 2008). در مناطق خشک و نیمه خشک که اغلب با تنش شوری نیز مواجه هستند، جوانه‌زنی بذر با مشکل مواجه می‌شود (Ashraf and Foolad, 2005)، این تنش‌ها با محدود کردن جذب آب، کاهش تجزیه مواد ذخیره‌ای بذر و اختلال در سنتز پروتئین‌های ذخیره‌ای موجب کاهش جوانه‌زنی بذرها می-شوند (Voigt *et al*., 2009). علاوه بر این سمیت ناشی از یون‌های سدیم و کلر در تنش شوری نقش مهمی در کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذرها دارند (Hanslin and Eggen, 2005).

شوری حاصل از غلظت بالای کلرید سدیم موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی، در گیاه روناس و دو گونه گراس دائمی و سه رقم سویا شد. شوری حاصل از غلظت بالای کلرید سدیم موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی، کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و کاهش نسبت طولی ساقه‌چه به ریشه‌چه در روناس شد (Abbasi *et al*., 2009). تنش شوری تأثیر بسیار معنی‌دار بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم داشت و افزایش شوری سبب کاهش درصد و سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی شد (Ghorbani and Porfarid, 2008). در آزمایشی که روی ۴۰ رقم گندم بهاره انجام شد، مشخص گردید ارقامی که در زمان جوانه‌زنی بیشترین ریشه جنینی را داشتند، بیشترین عملکرد را نیز در شرایط تنش و عدم تنش خشکی و شوری دارا بودند (Gregory, 1988). به طورکلی، ارقام مقاوم به خشکی و شوری، نسبت به ارقام حساس، از ریشه‌های حجیم‌تر، طویل‌تر و نسبت بالاتر ریشه به اندام هوایی (R/S) برخوردار می‌باشند (Wittenmayer and Merbach, 2005). در حال حاضر فناوری نانو بتدریج در حال گذار از مرحله آزمایشگاهی به‌مرحله عملیاتی و کاربردی است و این امر منجر به‌حضور محسوس‌تر این فناوری در بخش کشاورزی خواهد شد. از سوی دیگر با توجه به اهمیت

کنترل شوری در مرحله رشد رویشی و بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم در واکنش به تنش شوری، این آزمایش با هدف بررسی و مطالعه تأثیر کودهای مکمل نانو بر چند رقم گندم تحت تنش شوری در شرایط کنترل شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم با خیسانیدن بذر با نانو کودها در شرایط تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل ۳ عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار در شرایط کنترل شده انجام شد. در شرایط آزمایشگاهی فاکتورها شامل: فاکتور اول چهار رقم گندم (سیوند، پارسی، پیشتاز و چمران۲)، فاکتور دوم سه نوع کود مکمل نانو (نانو کود فسفر، نانو کود پتاس و نانو کود میکروالمنت‌ها یا ریزمغذی‌ها)، فاکتور سوم شامل تنش شوری در چهار سطح با نمک کلرید سدیم (NaCl) مرک آلمان در غلظت‌های مختلف (۴، ۶، ۸ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر یا ۱- EC=4 dS/m، ۲- EC=6 dS/m، ۳- EC=8 dS/m و ۴- EC=10 dS/m)، در یک لیتر آب مقطر حل شد.

بخش آزمایشگاهی: در ابتدا بذرها با سوسپانسیون یا محلول۱۰ درصد وایتکس (هیپوکلرید سدیم) به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی سطحی گردید، و با جریان سریع آب، بذرها شستشو گردید. سپس با آب مقطر، استریل شد و با هوا خشک گردید. برای پرایم کردن ۲۰ عدد بذر ضد-عفونی شده از ۴ رقم گندم (سیوند، پارسی، پیشتاز و چمران ۲) به مدت ۲۴ ساعت با ۳ نوع کود مکمل نانو از نانو کودهای تولیدی شرکت دانش‌بنیان فن‌آور سپهر پارمیس (نانو کود فسفر ۱۸ درصد، نانو کود پتاس ۲۳ درصد و نانو کود میکروالمنت‌ها یا ریزمغذی‌ها با عناصر روی۵٪، منگنز۲٪، مس۱٪، مولیبدن۰/۴٪، بور۰/۶٪، آهن۴٪) (جدول ۱) در ۳ تکرار در حالی‌که درب پتری-دیش‌ها برای جلوگیری از تبخیر محلول‌ها گذاشته شد، تیمار گردید. بعد از اتمام زمان پرایمینگ موردنظر، بذرها جداگانه چندین نوبت با آب مقطر شستشو شده و تمامی بذور تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک شد تا رطوبت اضافی بذور پرایم شده گرفته شد. در مرحله بعد ۲۰ عدد بذرهای پرایم شده هوا خشک بر اساس تیمارهای مورد آزمایش در درون پتری‌دیش‌های استریل شده با قطر ۸ سانتی‌متر و بر روی کاغذ صافی وایتمن قرار گرفت و تنش‌های شوری بر اساس تیمارهای آزمایش به پتری‌دیش‌ها اعمال گردید. سپس پتری‌دیش‌ها در تاریکی برای جوانه‌زنی نگهداری شد. هر تیمار سه تکرار داشت. شمارش بذور جوانه‌دار شده در هر روز انجام و این عمل به مدت ده روز و تا زمانی‌که تغییری در تعداد بذور جوانه‌زده دیده نشد، ادامه یافت. بذوری به‌عنوان جوانه‌زده در نظر گرفته شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها حدود دو میلی‌متر بود (Ghajari and Zeynali, 2003). بعد از گذشت ۱۰ روز و اتمام شمارش جوانه‌ها، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه آن‌ها اندازه‌گیری شدند. به این منظور تعداد ۵ عدد گیاهچه بطور تصادفی از میان گیاهچه‌های هر پتری دیش انتخاب و با استفاده از خط کش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه آن‌ها به‌دقت اندازه‌گیری گردید. وزن تازه و خشک گیاهچه به‌وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید.

جدول ۱- انواع و ترکیبات عنصری نانو کودهای استفاده شده در پژوهش

Table 1. Element combinations and types of Nano fertilizers used in research

نوع کود Fertilizer type	ترکیبات Combinations
نانو کود کلات میکرو المنت (ریزمغذی) Microelement chelated Nano fertilizer	روی۵٪، منگنز۲٪، مس۱٪، مولیبدن۰/۴٪، بور۰/۶٪، آهن۴٪ Zinc 5%, manganese 2%, copper 1%, of molybdenum 0.4%, boron 0.6%, iron 4%
نانو کود کلات فسفر Phosphorus chelated Nano fertilizer	فسفر ۱۸ ٪ Phosphorus 18%
نانو کود کلات پتاسیم Potassium chelated Nano fertilizer	پتاسیم ۲۳٪ Potassium 23%

صفات مورد مطالعه: پارامترهای رشد، بر حسب وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه (گیاهچه)، ارتفاع بوته و طول ریشه‌چه پس از جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد. خصوصیات درصد جوانه‌زنی[1]، سرعت جوانه‌زنی[2] و شاخص بنیه[3] و غیره با استفاده از فرمول‌های ذیل محاسبه شد:

الف: درصد جوانه‌زنی (Ellis and Roberts, 1981)

$$\text{درصد جوانه‌زنی } GP = \frac{\text{تعداد بذر سبز شده}}{\text{تعداد بذر کل}} \times ۱۰۰$$

ب: سرعت جوانه‌زنی (Ellis and Roberts, 1981)

$$\text{سرعت جوانه‌زنی } GR = \sum \frac{Ni}{Ti}$$

N_i: تعداد بذر جوانه زده در روز iام

T_i: تعداد روز پس از شروع آزمایش

ج: شاخص بنیه: شاخص بنیه مطابق با روش آگراول (Agrawal, 2003) محاسبه گردید:

شاخص بنیه = (طول ریشه‌چه+ طول ساقه‌چه) × درصد جوانه‌زنی نهایی

تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS 9.1، و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

سرعت جوانه‌زنی

برهمکنش رقم، کود نانو و تنش شوری بر روی صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به رقم پیشتاز، نانوکود فسفر و سطح تنش شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بود (جدول ۴). جونوسکی و کام (Chojnowski and Come, 1997) بیان داشتند که پرایمینگ بذر به‌مدت ۳ الی ۵ روز باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاهچه می‌شود. علت این افزایش را در فعالیت‌های تنفس، تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین‌سازی در بذور پرایم شده بیان نمودند. نتایج این پژوهش نیز نشان داد با وجود اینکه غلظت نمک افزایش یافته اما سرعت جوانه‌زنی افزایش داشته است. در این راستا از نتایج این آزمایش به‌نظر می رسد نانو کود فسفر نسبت به بقیه تیمارهای کودی اثرات مطلوب‌تری را از خود نشان داده و در بهبود سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش مؤثرتر واقع شده است. احتمالاً استفاده از نانوکود به‌علت بهبود کارایی جذب، افزایش راندمان به‌واسطه سرعت جذب بالاتر و جذب کامل کود توسط گیاه به‌دلیل رها سازی عناصر غذایی با سرعت مطلوب تأثیرگذار بوده است. یکی از عوامل دست‌یابی به عملکرد بالا در واحد سطح، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها و استقرار گیاهچه‌های حاصل از بذور کشت شده می‌باشد. به‌طور طبیعی هر چه سرعت جوانه‌زنی و درصد بذور جوانه زده در مزرعه بیشتر باشد، استفاده از منابع رشد نظیر نور، آب و عناصر غذائی بهتر خواهد بود (Foti *et al*., 2002). و از آنجا که سرعت جوانه‌زنی شاخص مناسبی برای موفقیت دانهال‌ها در مراحل بعدی جوانه‌زنی به‌شمار می‌رود که در شرایط مطلوب می‌تواند استقرار سریع‌تر دانهال‌ها را فراهم سازد (Fenando *et al*., 2000; Farboodi *et al*., 2001).

درصد جوانه‌زنی

برهمکنش ارقام، سطوح کودی و سطوح تنش شوری برای صفت درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به برهمکنش ارقام پیشتاز و پارسی و تیمار کودی نانو فسفر و سطوح تنش شوری ۴ و ۶ دسی‌زیمنس می‌باشد، و کمترین درصد جوانه‌زنی در رقم چمران۲، نانوکود پتاس و سطح تنش شوری ۴ دسی زیمنس مشاهده شد (جدول ۴). در مجموع در اکثر غلظت‌های نمک، تیمارهای پرایمینگ تا حدودی اثر منفی نمک را تعدیل نموده است اما پرایمینگ با نانو کودها در غلظت‌های بالاتر نتوانسته اثر منفی نمک را کاهش دهد و باعث افزایش درصد جوانه‌زنی گردد. اثر شوری به سرعت جوانه‌زنی بیش از درصد جوانه-زنی حساس بوده و درصد جوانه‌زنی تنها توسط غلظت بالای نمک تأثیر می‌پذیرد. طول ساقه با افزایش شوری در تمامی ارقام گندم کاهش می‌یابد. کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در اثر شوری در گندم توسط دیگر محققان گزارش شده است. کاهش جوانه‌زنی بذرهای سه گونه شبدر با افزایش شوری مشاهده شد که به نظر می‌رسد علت آن افزایش پتانسیل اسمزی محلول و کاهش قدرت جذب آب توسط بذر و همچنین ایجاد سمیت برای بذرها باشد. افزایش درصد جوانه‌های غیرعادی و کاهش درصد جوانه‌های عادی در اثر تنش شوری ممکن است بیشتر به دلیل اثر سمیت ناشی از یون‌ها باشد. کلرید سدیم اثر

سمی بر جنین و غشای سلولی آندوسپرم دارد (Abdi, 2006).

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه

برهمکنش رقم، کود نانو و تنش شوری بر روی صفت طول ساقه‌چه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به رقم سیوند، نانوکود فسفر و سطح تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بود و کمترین طول ساقه‌چه در رقم چمران ۲، نانوکود کامل و سطح تنش شوری ۱۰ دسی‌زیمنس مشاهده شد (جدول ۴). در پژوهش حاضر با افزایش غلظت نمک سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. یکی از دلایل کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌تواند مختل شدن آنزیم‌های مؤثر در متابولیسم به‌دلیل اتصال یون‌ها به ساختمان ملکولی آن‌هاست که می‌تواند عامل اصلی این کاهش باشد (Yazdani-Biuki *et al.*, 2010). افزایش جذب نمک و سمیت یونی، سبب اختلال در کارکرد سلولی و آسیب رساندن به فرآیندهای فیزیولوژیک، از قبیل فتوسنتز و تنفس می‌شود. شوری با ایجاد تغییرات مضر در تعادل یون‌ها، وضعیت آب، عناصر غذایی، عملکرد روزنه و کارآیی فتوسنتز موجب کاهش فرآیندهای رشد و نموی گیاه نظیر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و در نهایت، کاهش میزان تولید محصول در گیاه می‌شود (Munns, 2002). برهمکنش رقم، کود نانو و تنش شوری بر روی صفت طول ریشه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین طول ریشه‌چه مربوط به رقم پارسی، نانوکود کامل و سطح تنش شوری ۶ دسی‌زیمنس بود (جدول۴). شمس‌الدین سعید و همکاران (Shamsaddin Saied *et al*., 2007) نشان دادند که با افزایش تنش شوری، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش معنی‌داری یافت. پرایمینگ با نانوکودها موجب بهبود توانایی بذر در جذب و اســتفاده از آب و کود گردیـد، اما نتایج این پژوهش نشان داد در سطوح بالاتر تنش شوری، پرایمینگ انواع تیمار نانوکودها نتوانسته طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را بهبود بخشد.

وزن خشک گیاهچه (ساقه‌چه و ریشه‌چه)

تجزیه واریانس نشان داد برهمکنش رقم و کود نانو بر روی صفت وزن خشک گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به رقم پیشتاز، تیمار نانو کود پتاس و تنش شوری ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بود (جدول ۳). کاهش رشد رویشی و وزن خشک به‌دلیل کاهش آماس سلول‌ها در شرایط شور، متأثر از فرآیندهای اسمزی است (Etesami and Galeshi, 2008). از علل دیگر کاهش رشد و عملکرد گیاه در اثر شوری، بالا رفتن مصرف انرژی در گیاه برای خروج یون‌های سدیم مهاجم که در محیط به مقدار وفور وجود دارند و در نتیجه مصرف مقدار زیادی از انرژی سلولی برای سازش و مقابله با تنش شوری است که به این ترتیب رشد و عملکرد گیاه در نهایت کاهش نشان می‌دهد (Kazemzadeh Haghighi, 2010). دولت آبادیان و همکاران (Dolatabadian *et al*., 2008) نشان دادند با افزایش شوری و غلظت نمک، وزن خشک ریشه و اندام-های هوایی کاهش می‌یابد. در شرایط شوری غلظت نمک-ها در درون سلول افزایش پیدا کرده که این امر موجب کاهش پتانسیل آب سلول شده و بر جذب آب و فرآیندهای متابولیکی اثر می‌گذارد و سبب کاهش جوانه-زنی می‌شود.

شاخص بنیه بذر

برهمکنش ارقام، سطوح کودی و سطوح تنش شوری برای صفت بنیه بذر در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲)، که بیشترین بنیه بذر مربوط به رقم سیوند، تیمار نانوکود فسفر و سطح تنش شوری ۴ و ۶ دسی-زیمنس بود، و کمترین بنیه بذر در رقم چمران ۲، تیمار کودی نانوکود کامل و سطح تنش شوری ۱۰ دسی‌زیمنس مشاهده شد (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد سطوح بالاتر شوری باعث کاهش معنی‌دار شاخص بنیه شدند و هر چه غلظت نمک افزایش یافته شاخص بنیه بذر کاهش می‌یابد. پرایمینگ بذور باعث بهبود در سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی و کاهش حساسیت بذور به عوامل محیطی می‌گردد، استقرار سریع‌تر، بنیه‌ی بالاتر، توسعه سریع‌تر، گلدهی زودتر و عملکرد بالاتر از پیامدهای پرایمینگ بذور می‌باشد (Hafeez *et al*., 2007). مطالعات آزمایشگاهی این پژوهش نشان می‌دهد که صفت درصد جوانه‌زنی با سرعت و قدرت جوانه‌زنی مثبت و کاملاً معنی‌دار می‌باشد، به عبارت دیگر افزایش هر یک از آن‌ها موجب افزایش صفات دیگر می‌شود. در کل پیش‌تیمار بذور با نانو کودها باعث بهبود قدرت جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و افزایش شاخص بنیه بذر فقط در غلظت‌های پائین‌تر گردیده است و در غلظت‌های بالاتر نمک مؤثر نبوده است، هرچند استقرار سریع‌تر، بنیه‌ی بالاتر، توسعه

جدول۲ –تجزیه واریانس تأثیر خیسانیدن بذر با نانو کودها تحت تنش شوری برصفات مورد مطالعه در ارقام گندم

Table 2. Variance analysis the effect seed soaking with nano-fertilizers under salinity stress condition on studied characteristics in wheat cultivars

منابع تغییر Source of variance (S.O.V)	درجه آزادی df	شاخص بنیه بذر Vigour Index	درصد جوانه زنی Germination percentage	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
رقم Cultivar	3	39465.2**	1112.2**	0.01**	7.61**	11**	335.7**
کود نانو Nano fertilizer	2	860265.3**	260.5**	0.0*	17.8**	15**	89.5**
تنش شوری Salinity stress	3	842524.4**	103.9**	0.85 ns	21.2**	33.9**	6.98 ns
رقم × کود نانو N×C	6	117421.8**	240.4**	3.93**	5.89**	2.69**	39.9**
رقم × تنش شوری S×C	9	129094.8**	35.2 ns	0.0 ns	3.12**	3.73**	6.06 ns
کود نانو × تنش شوری S×N	6	34484 ns	52.7*	0.0 ns	1.29 ns	2.54**	5.34 ns
رقم × کود نانو × تنش شوری S×N×C	18	70049.8**	47.9**	0.0 ns	1.92**	1.67*	8.39*
خطا Error	96	28261	20.1	0.0	0.73	0.78	4.08
ضریب تغییرات Coefficient of variation	-	21.4	4.97	15.38	19.45	20.60	7.28

ns ,*,** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns,* and **, non-significant, significant at 5% and 1% levels, respectively

جدول۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه گندم

Table 3. Means comparison of studied characteristics in wheat

تیمار Treatment	شاخص بنیه بذر Vigour Index	درصد جوانه‌زنی Germination ٪	وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight	طول ریشه‌چه (cm) Radicle length	طول ساقه‌چه (cm) Plumule length	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
ارقام گندم Wheat cultivars						
چمران Chamran 2	678.4 b	84.8 d	0.08 d	4.57 a	3.52 b	23.5c*
پیشتاز Pishtaz	716.1 b	90.5 b	0.13 a	3.74 b	4.31 a	28.5 b
سیوند Sivand	845.8 a	88.0c	0.09 c	4.80 a	4.73 a	27.7 b
پارسی Parsi	899.8 a	97.9 a	0.11 b	4.53 a	4.64 a	31.1 a
انواع کود نانو Nano fertilizer types						
نانو کود کامل Nano complete fertilizer	831 a	89.2 b	0.10 b	4.82 a	4.36 b	26.7 b
نانو کود پتاس Nano potassium fertilizer	634 b	88.7 b	0.10 a	3.71 b	3.72 c	27.1 b
نانو کود فسفر Nano phosphorus fertilizer	890 a	93 a	0.10 a	4.70 a	4.83a	29.3 a
سطوح تنش شوری Salinity stress levels						
4 dS/m	907 a	89.4 b	0.10 a	4.98 a	5.44 a	77.3 a
6 dS/m	912 a	92.6 a	0.10 a	5.11 a	4.66 b	28.3 a
8 dS/m	723 b	90.5 a b	0.10 a	4.03 b	3.95 c	27.8 a
10 dS/m	597 c	88.75 b	0.10 a	3.51 c	3.16 d	27.4 a

*: برای هر عامل و در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند

*: For each factor and in each column means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر اثرات متقابل ارقام مختلف گندم، انواع مختلف کود نانو و سطوح تنش شوری در گیاه گندم

Table 4. Means comparison of studied characteristics affected by intraction effects of salinity stress levels, nano fertilizer different types and wheat different cultivars in wheat

رقم گندم Wheat cultivar	انواع مختلف کود نانو Nano fertilizer different types	سطوح تنش شوری Salinity stress levels	شاخص بنیه بذر Vigour Index	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight	طول ریشه‌چه (cm) Radicle length	طول ساقه‌چه (cm) Plumule length	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
چمران۲ Chamran 2	نانو کود کامل Nano complete fertilizer	4 dS/m	754 fo	86.6 dg	0.076 pr	4.77 dj	3.94 ir	22.7 om*
		6 dS/m	782 eo	91.6 be	0.076 pr	4.94 ci	2.94 pv	23.5 om
		8 dS/m	701 go	91.6 be	0.08 or	4.38 ek	3.22 ou	24.3 om
		10 dS/m	298 r	78.3 hi	0.09 mr	2.05 op	1.72 v	21.9 on
پیشتاز Pishtaz	نانو کود کامل Nano complete fertilizer	4 dS/m	844 dk	90.0 cf	0.12 ch	4.33 ek	5.05 dj	26.8 fg
		6 dS/m	675 hp	91.6 gh	0.12 ch	4.05 jk	4.22 hp	24.5 om
		8 dS/m	741 fo	85.0 eh	0.11 gm	3.89 hl	4.72 en	26.2 fg
		10 dS/m	633ip	86.7 dg	0.13 cg	3.50 jn	3.83 js	24.7 lm
سیوند Sivand	نانو کود کامل Nano complete fertilizer	4 dS/m	1110 ad	83.3 fh	0.12 dj	7.22 a	6.16 ad	26.2 fg
		6 dS/m	980 bf	86.6 dg	0.09 kq	5.55 bf	5.77 ag	27.4 fg
		8 dS/m	944 bh	85.0 eh	0.10 jp	5.61 bf	5.50 bh	26.8 fg
		10 dS/m	516 nr	81.6 gh	0.09 mr	3.72 hm	2.61 rv	25.3 lg
پارسی Parsi	نانو کود کامل Nano complete fertilizer	4 dS/m	1105 ad	100 a	0.10 hn	5.72 be	5.33 bi	31.8 b*
		6 dS/m	1261 a	100 a	0.09 lq	7.39 a	5.22 cj	31.8 b
		8 dS/m	971 bg	100 a	0.11 ek	5 ci	4.72 en	31.8 b
		10 dS/m	983 bf	100 a	0.11 ek	5 ci	4.83 dm	31.8 b
چمران۲ Chamran 2	نانو کود پتاس Nano potassium fertilizer	4 dS/m	559 lr	73.3 i	0.07 r	4.49 ek	5.22 cj	20.7 o
		6 dS/m	582 jq	81.6 gh	0.08 nr	4.22 fk	2.94 pv	22.6 om
		8 dS/m	651 ip	81.6 gh	0.07 qr	4.55 ek	3.49 lu	22.5 om
		10 dS/m	580 kq	85 eh	0.07 qr	4.44 ek	2.44 sv	23.8 om
پیشتاز Pishtaz	نانو کود پتاس Nano potassium fertilizer	4 dS/m	559 lr	86.7 dg	0.15 a	3.50 jn	4.89 dl	27.1 fg
		6 dS/m	854 dj	95.0 ac	0.15 a	4.66 dk	4.48 fo	29.9 fd
		8 dS/m	555 mr	96.6 ac	0.14 ac	2.27 np	3.44 mu	29.4 fg
		10 dS/m	516 nr	85.0 eh	0.14 ac	3.33 ko	2.83 pv	26.5 fg
سیوند Sivand	نانو کود پتاس Nano potassium fertilizer	4 dS/m	951 bg	83.3 fh	0.10 jp	5.61 bf	5.89 af	26.1 fg
		6 dS/m	786 en	86.6 dg	0.09 mr	4.66 dk	4.44 go	27.6 fg
		8 dS/m	414 pr	85.0 eh	0.10 jp	2.55 lp	2.33 tv	26.3 fg
		10 dS/m	322 qr	81.6 gh	0.10 jp	1.83 o	2.11 uv	25.7 lg
پارسی Parsi	نانو کود پتاس Nano potassium fertilizer	4 dS/m	1038 ae	100 a	0.13 ae	4.55 ek	5.83 ag	31.8 b
		6 dS/m	705go	100 a	0.11 ek	3.66 in	3.38 nu	31.8 b
		8 dS/m	566 lr	100 a	0.11 ek	2.55 lp	3.11 ov	31.8 b
		10 dS/m	513 or	98.3 ab	0.12 ci	2.50lp	2.72 qv	30.5 cd
چمران۲ Chamran 2	نانو کود فسفر Nano phosphorus fertilizer	4 dS/m	740 fo	81.6 gh	0.08 nr	5.00 ci	4.11 hq	23.3 om
		6 dS/m	1036 ae	90 cf	0.09 kq	6.49 ab	5.22 cj	26.7 fg
		8 dS/m	738 fo	86.6 dg	0.10 qr	4.94 ci	3.55 kt	26.3 fg
		10 dS/m	721 fo	90 cf	0.10 io	4.55 ek	3.44 mu	23.9 om
پیشتاز Pishtaz	نانو کود فسفر Nano phosphorus fertilizer	4 dS/m	830 el	91.6 gh	0.13 ad	3.88 hl	5.22 cj	29.2 fg
		6 dS/m	1161 ab	100 a	0.13 ad	5.11 bh	6.50 ac	30.6 cd
		8 dS/m	813 em	95.0 ac	0.11 ek	4.05 gk	4.50 fo	30.2 cd
		10 dS/m	422 pr	93.3 ad	0.13 ad	2.39 np	2.16 tv	36.8 a
سیوند Sivand	نانو کود فسفر Nano phosphorus fertilizer	4 dS/m	1266 a	96.6 ac	0.09 lq	6.00 ad	7.11 a	30.6 cd
		6 dS/m	1269 a	98.3 ab	0.08 nr	6.22 ac	6.66 ab	31.3 cb
		8 dS/m	960 bg	93.3 ad	0.11 fl	5.33 bg	4.94 dk	29.7 fg
		10 dS/m	633 ip	95.0 ac	0.10 gm	3.33 ko	3.33 nu	29.7 fg
پارسی Parsi	نانو کود فسفر Nano phosphorus fertilizer	4 dS/m	1132ac	100 a	0.12 ci	4.77 gj	6.55 ac	31.8 b
		6 dS/m	860 ci	100 a	0.11 ek	4.44ek	4.16 hp	31.8 b
		8 dS/m	623 ip	86.6 dg	0.12 ci	3.27 ko	3.94 ir	27.8 fg
		10 dS/m	1040 ae	90 cf	0.10 hn	5.55 bf	6 ae	28.5 fg

*: برای هر عامل و در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند

*: For each factor and in each column means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

سریع‌تر، گلدهی زودتر و عملکرد بالاتر از پیامدهای پرایمینگ بذور می‌باشد اما در این پژوهش این نتیجه فقط در غلظت‌های پائین‌تر شوری مشاهده شده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که واکنش چهار رقم گندم نسبت به اعمال سطوح مختلف تنش شوری و انواع نانو کودها برای صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود به‌نحوی‌که برهمکنش تیمارهای آزمایشی حاکی از برتری رقم پارسی و نانو کود فسفر در تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. بنابراین به‌نظر می‌رسد در غلظت‌های بالاتر نمک و با افزایش تنش شوری، حتی پرایمینگ انواع مختلف نانوکود نتوانسته صفات مورد بررسی را بهبود بخشد و در مجموع در غلظت‌های کمتر نمک، تیمارهای نانو کودی تا حدودی اثر منفی شوری را تعدیل نموده است اما در غلظت‌های بالاتر این تأثیر را نداشته است.

منابع

Abbassi, F., Koocheki, A. and Jafari, A. 2009. Evaluation of germination and vegetative growth of modder (*Rubia tinctorum* L.) under different levels of NaCl. Iranian Journal of Field Crops Research, 2 (7): 517-525. (In Persian)**(Journal)**

Abdi, N. 2006. The effects of salinity on germination of three clover species (*Trifolium* spp.). New Findings in Agriculture, 1: 45-54. (In Persian)**(Journal)**

Agrawal, R. 2003. Seed technology. Pub. Co. PVT. LTD. New Delhi. India. **(Book)**

Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2005. Pre-sowing seed treatment shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Advance Agronomy, 88: 223-271. **(Journal)**

Chojnowski, F. C. and Come, D. 1997. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. Seed Science and Research, 7: 323-331. **(Journal)**

Derosa, M. R., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R. and Sultan, Y. 2010. Nanotechnology in fertilizers. Nature Nano Technology, 5: 91-95. **(Journal)**

Doulatabadian, A., Modarres Sanavi, S. A. and Etemadi, F. 2008. Effects of salicylic acid priming on wheat seed germination under saline conditions. Iranian Journal of Biology, 4(21): 692-702. (In Persian)**(Journal)**

Ellis, R. A. and Roberts, E. H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 373-409. **(Journal)**

Etesami, M. and Galeshi, S. 2008. An evaluation reaction of ten genotype of barley in salinity on germination and seedling growth (*Hordeum vulgar* L.). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 5 (15): 39-46. (In Persian)**(Journal)**

FAO. 2013. FAOSTAT | © FAO Statistics Division. **(Website)**

Farboodi, M., Siadat, H., Abedi, M. J. and Khavari-Nejad, R. 2001. Effect of different NaCl and $CaCl_2$ concentration on germination and growth of 14 wheat and one triticale genotype. Journal of Agricultural Science, 9 (2): 85-103. (In Persian)**(Journal)**

Fenando, E. P., Boero, C., Gallardo, M. and Gonzalez, J. A. 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in chenopodium quinoa Seeds. Journal of Botany Bulletin, 41: 27-34. **(Journal)**

Foti, S., Cosentino, S. L., Patane, C. and Agosta, G. M. D. 2002. Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench under low temperatures. Seed Science and Technology, 30: 521-533. **(Journal)**

Ghajari, A. M. and Zeynali, E. 2003. Effect of salinity and drought stresses on germination and seedling growth of two cotton cultivars. Seed and Plant Improvement, 18: 506-509. (In Persian)**(Journal)**

Ghavami, F., Malboobi, M. A., Ghannadha, M. R., Yazdi Samadi, B., Mozaffari, J. and Jafar Aghaei, M. 2004. An evaluation of salt tolerance in Iranian wheat cultivars at germination and seedling stages. Iranian Journal of Agricultural Science, 2(35): 453-464. (In Persian)**(Journal)**

Ghorbani, M., Soltani, A. and Amiri, S. 2008. The effect of salinity and seed size on response of wheat germination and seedling growth. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 14(6): 56-60. (In Persian)**(Journal)**

Ghorbani, M. H. and Porfarid, A. 2008. The effect of salinity and sowing depth on wheat seed emergence. Journal of Agriculrural Sciences and Natural Resources, 5(14): 134-149. (In Persian)**(Journal)**

Gregory, P. J. 1988. Root growth of chick pea, faba bean, lentil and pea and effect of water and salt stresses. PP. 857-867. In: Summerfield, R.J. (Ed.), World Crops: Cool-Season Food Legumes, Kluwer Academic Publisher. P: 857-867. **(Book)**

Hafeez, U. R., Faroog, M. and Afzal, I. 2007. Late sowing of wheat seed priming. Available in www.DAWN.com. **(Website)**

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

Kazemzadeh Haghighi, A. 2010. Evaluation of salinity tolerance in relation to seed germination, in nine forage sorghum varieties *sorghum bicolor* (L.) mohench. Journal on Plant Science Researches, 3: 15-23. (In Persian)**(Journal)**

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant cell Environment, 25: 239-250. **(Journal)**

Shamsaddin Saied, M., Farahbakhsh, H. and Maghsoodi Mude, A. A. 2007. Effects of salt stress on germination, vegetative growth and some physiological characteristics of canola. Journal of Water and Soil Science, 11(41): 191-203. (In Persian)**(Journal)**

Soltani, A., Kamkar, B., Galesh, S. and Akram Ghaderi, F. 2008. The effect of seed deterioration on seed reserves depletion and heterotrophic seedling growth of wheat. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 15 (1): 193-196. (In Persian)**(Journal)**

Voigt, E. L., Almeida, T. D., Chagas, R. M. and Ponte, L. F. A. 2009. Source–sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during *Cashew Anacardium* salinity. Journal of Plant Physiology, 166: 80-89. **(Journal)**

Wittenmayer, L. and Merbach, W. 2005. Plant responses to drought and phosphorus deficiency: Contribution of phyto-hormones in root-related processes. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168(4): 531-540. **(Journal)**

Yazdani Biuki, R., Rezvani Moghaddam, P., Khazaie, H.R., Ghorbani, R. and Astaraei, A. R. 2010. Effects of salinity and drought stresses on germination characteristics of Milk Thistle (*Silybum marianum*). Iranian Journal of Field Crops Research, 1(8): 12-19. (In Persian)**(Journal)**

Evaluation of seed soaking effect in nano-fertilizers on germination charactristics and seedling growth of wheat cultivars under salinity stress condition

Mitra Kamali Baniani, AliReza Sohani Darban*[2], Mohsen Nabavi Kalat[2]

Received: June 25, 2016 Accepted: December 19, 2016

Abstract

Germination and seedling growth under salt stress is important for establishment of plant. Hence recognition varieties of plants that have rapid and uniform germination under saline conditions can help to the early establishment and seedling growth. In order to evaluate seed soaking effect in nano-fertilizers on germination charactristics and seedling growth of wheat cultivars under salt stress with nano-fertilizers was performed experiment in 3-factor factorial in a randomized complete design in three replications with four wheat cultivars (Sivand, Parsi, Pishtaz and Chamran2), salinity stress with Nacl (Merck, Germany) in different concentrations (4, 6, 8 and 10 ds/m) and three types of supplement nano-fertilizers (nano-phosphorus, nano-potassium and nano-microelements), under controlled conditions, The results showed that four wheat cultivars reaction compare to apply of salinity levels and types of nano fertilizers was significant for studied characteristics (rate and percentage of germination, seedling length, dry weight and vigor index). So that treatments interaction Parsi cultivar, nano-phosphorus fertilizer and salinity stress 4 ds/m was highest, while interaction in Chamran2, nano-potassium fertilizer in salinity of 10 ds/m among treatments was lowest. So it seems the higher concentration of salt and with increasing salinity levels, even priming different types of nano-fertilizers couldn't be able to improve studied characteristics, generally, at lower concentrations of salt, Nano-fertilizer treatments has moderated somewhat negative effect of salt, but in higher concentrations it has no effect, Except germination rate parameter that even in conditions of salinity up to 10 ds/m could also be effective and increase the germination rate.

Key words: Nanofertilizer; Priming; Salinity Stress; Wheat

How to cite this article

Kamali Baniani, M., Sohani Darban, A. R. and Nabavi Kalat, M. 2018. Evaluation of seed soaking effect in nano-fertilizers on germination charactristics and seedling growth of wheat cultivars under salinity stress condition. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(1): 1-10. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2018.2896

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. M.Sc Student of Seed Science and Technology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

*Corresponding author: souhanidarban@gmail.com