تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences

مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی
جلد هفتم، شماره اول، نیمه اول ۹۳
۶۳-۵۳

# ارزیابی تاثیر سلنیوم در کاهش اثرات منفی شوری و اندوخته کم بذر در جوانه‌زنی برنج

احسان ربیعیان[۱]، مجید جیریایی[۲*]، امیر آینه‌بند[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید چمران اهواز؛
۲. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اراک، ایران؛
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز.

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۰۴

**چکیده**

**سلنیوم به دلیل دارا بودن خواص ضد اکسیدکنندگی و ضد سرطانی از جمله عناصر کم مصرفی است که علاوه بر نقش موثری کـه در افزایش تحمل گیاهانی همچون برنج به اثرات نامطلوب محیطی دارد، در حفظ سلامتی انسان نیز نقـش بـه سـزایی دارد. بـه منظـور ارزیابی تاثیر سلنیوم در میزان کاهش اثرات منفی شوری و اندوخته کم بذر در جوانه‌زنی برنج رقم شفق آزمایشـی در سـال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه شهید چمران اهواز به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سـه تکـرار انجـام شـد. عوامل آزمایش شامل پیش تیمار بذور با سلنیوم در دو سطح صفر و ۱۶ میلی‌گرم در لیتر، شوری در سه سـطح صـفر، ۶ و ۱۲ دسـی-زیمنس بر متر و وزن بذر در سه سطح وزن هزار دانه ۲۲، ۲۴ و ۲۶ گرم بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که تنش شوری باعث ایجاد خسارت شدید و معنی‌داری در ویژگی‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده برنج به میزان ۳۲ تا ۵۹ درصد در شاخص‌های جوانه‌زنی و ۳۰ تا ۶۰ درصد در خصوصیات جوانه‌زنی شده است. پرایمینگ سلنیوم به شکل معنی‌داری خسارات ناشی از شوری (یک تـا ۲۳ درصـد) و وزن هزار دانه کم (۳۲ تا ۴۷ درصد) را جبران کرد، به نحوی که درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد با تیمارهـای کـاربرد سـلنیوم و وزن هزار دانه ۲۴ گرم و نیز پرایم برنج با سلنیوم و شوری ۶ دسی زیمنس در یک گروه آماری دسته‌بندی شدند. بـر ایـن اسـاس میـزان شوری و وزن بذر کم تاثیر منفی شدیدی بر کلیه صفات اندازه گیری شده داشتند، ولی پیش تیمار با سلنیوم احتمالاً از طریق افزایش سنتز آنزیم‌های آنتی اکسیدان به طور معنی‌داری خسارات منفی بر جوانه‌زنی را کاهش داد.**

***واژه‌های کلیدی***: **پرایمینگ، تنش، رقم شفق، شاخص‌های جوانه‌زنی.**

## مقدمه

بذر به عنوان اندام تکثیر گیاهان و یکی از مهمترین نهاده‌های تولید محصولات زراعی از اهمیت ویژه‌ای در رشد و عملکرد مطلوب گیاهان زراعی در مزرعه برخوردار است که تحت تأثیر عوامل مختلفی می‌باشد که مهم‌ترین آن‌ها قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌باشد (Ekiz and Yilmaz, 2003). بذر باید حاوی مواد غذایی ذخیره‌ای کافی برای تأمین گیاهچه در حال رشد داشته باشد. یکی از معیارهای قدرت بذر مقدار ماده خشک آن می‌باشد. جوانه زدن و ظهور گیاهچه به انرژی زیادی احتیاج دارد که از طریق اکسیداسیون مواد غذایی ذخیره‌ای بذر تامین می‌شود (Mozafar and Goodin, 2000). وزن هزاردانه بالا موجب می‌شود تا درصد جوانه‌زنی و سبز شدن افزایش یافته و تعداد بوته‌های بیشتری به همراه سنبله تا زمان برداشت حفظ گردند که در نتیجه بر عملکرد نیز موثر است (Abdulzadeh and Safari, 2002).

سلنیوم یکی از عناصر کم مصرف ضروری برای سلامت انسان و حیوانات با خاصیت ضد اکسیدکنندگی و ضد سرطان می‌باشد (Graham et al., 2004). تحقیقات نشان داده که سلنیوم یکی از اجزاء ضروری برای فعالیت سیستم آنزیم‌های ضداکسیدانت است. به اعتقاد تیموتی (Timothy, 2001) تأثیر سلنیوم این است که در زمان استرس و تشکیل رادیکال‌های آزاد که منجر به صدمات و نابودی سلول

* نگارنده پاسخگو: مجید جیریایی. آدرس: اهواز- دانشگاه شهید چمران اهواز. پست الکترونیک: majidupdate@gmail.com

می‌شوند، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت را افزایش می‌دهد. بدون سلنیوم این آنزیم‌ها نمی توانند به اندازه کافی تشکیل شوند و سیستم آنتی‌اکسیدانتی را فعال کند. ساجدی و همکاران (Sajedi et al., 2008) گزارش کردند استفاده از سلنیوم به طور قابل قبولی اثرات ناشی از خسارت تنش را به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، کاهش و باعث پایداری عملکرد می‌شود. پرایمینگ کلزا با سلنیوم تحمل به انواع تنش‌های غیر زنده را بالا می‌برد (Feng et al., 2013). افزایش میزان سلنیوم در خاک باعث تغییرات فزاینده در سیستم دفاعی برنج در برابر تنش خشکی شد (Dhillon, 2002). کلینگ و همکاران (Keling et al., 2013) در بررسی نقش سلنیوم در مواجهه خربزه با تنش شوری اظهار داشتند که تیمار بذور خربزه با سلنیوم به طور مستقیم با تاثیر بر افزایش سنتز آنزیم‌های آنتی اکسیدان (سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و پروکسیداز) در گیاه موجب افزایش عملکرد ماده خشک گیاهچه و نهایتاً عملکرد می‌شود. پرینس (Prins, 2011) در آزمایشی در کلرادو عنوان داشت کاربرد سلنیوم در زراعت اسفناج منجر به افزایش خصوصیاتی همچون جوانه‌زنی، عملکرد دانه، وزن بذر، عمر دانه گرده و وزن خشک بوته می‌شود.

برنج از مهمترین غلات جهان بوده و از نظر میزان تولید و سطح کشت در جهان بعد از ذرت در مرتبه دوم قرار دارد (FAO, 2012). گیاه برنج سطح آستانه تحمل به شوری برابر با ۳ دسی زیمنس بر متر دارد که از این لحاظ گونه‌ای حساس محسوب می‌شود. البته سطح تحمل به شوری در ارقام مختلف، و مراحل رشدی، متفاوت است (Sabouri et al., 2008). بیشترین حساسیت برنج به شوری در مرحله گیاهچه‌ای است (Rayama et al., 2001). بر طبق نتایج آزمایش اسدی و همکاران (Asadi et al., 2009) رقم شفق دارای آستانه تحمل به شوری ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر است و در شوری ۸ دسی‌زیمنس، افت عملکرد بیش از ۵۰ درصد را نشان می‌دهد. همچنین حساسیت این رقم به شوری در مراحل ابتدایی رشد بیش از سایر مراحل است (Sabouri et al., 2008). بنابراین اگر چه رقم شفق از جدیدترین ارقام پرمحصول کشور است (Nasiri et al., 2004)، ولی به دلیل آستانه تحمل به شوری پایین موفقیت قابل قبولی در مزارع مواجه با شوری ندارد.

به طور کلی مناطق زیادی از اراضی مطلوب شالی‌کاری به دلایل گوناگون از جمله همجواری با دریا از معضل شوری خاک و آب رنج می‌برند، این در حالی است که هرگونه شوری آب و یا خاک باعث توقف جوانه زنی، کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شده (Kiani et al., 2006) و در نتیجه آن کشاورزان متحمل ضرر زیادی می‌شوند. همچنان که آمار وزارت جهاد کشاورزی (Nameless, 2006) حکایت از آن دارد که ۳۰ هزار هکتار از اراضی مازندران و ۶۵ هزار هکتار از اراضی شالیزاری کشور تحت تأثیر تنش شوری‌اند. اصولاً گفته می‌شود که هر گیاهی بتواند مقاومت بیشتری در مرحله جوانه‌زنی نشان دهد، خواهد توانست تمام دوره اول رویش (فاز رویشی) را با موفقیت پشت سر بگذارد (Kingosbury and Epestein, 1986). تنش شوری باعث تجمع انواع اکسیژن فعال در سلول و آسیب رساندن به لیپیدهای غشا، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شود (Soltani et al., 2001). نهایتاً نشت الکترولیت‌ها و آب از سلول منجر به مرگ سلول و بافت گیاهی می‌شود.

در نهایت با توجه به تهدیدهای جدی که برای شور شدن شالی‌زارهای کشور وجود دارد و عدم توجه اغلب کشاورزان در استفاده از بذور گواهی شده، نقش سلنیوم مهم به نظر می‌رسد، چرا که با توجه به موارد اشاره شده سلنیوم در افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های غیرزیستی (همچون شوری و اندوخته بذری پایین) نقش بسزایی دارد. بنابراین هدف از انجام این آزمایش ارزیابی تاثیر سلنیوم در کاهش اثرات منفی شوری و اندوخته کم بذر در جوانه زنی برنج رقم شفق و قابلیت کاربرد آن در کاهش اثرات تنش شوری بود.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه دانشگاه شهید چمران اهواز به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد آزمایش شامل سه عامل (۱) پیش تیمار بذور با سلنیوم در دو سطح شامل صفر و ۱۶ میلی‌گرم در لیتر؛ (۲) میزان شوری در سه سطح صفر، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر (هر ۶۴۰ میلی‌گرم نمک در یک لیتر آب برابر با یک دسی‌زیمنس بر متر است)؛ و (۳) وزن بذر در سه سطح وزن هزار دانه ۲۲، ۲۴ و ۲۶ گرم بودند. بذور برنج رقم شفق از مرکز تحقیقات شهرستان اهواز تهیه شد. این رقم از جدیدترین ارقام پر محصول اصلاح شده برنج در کشور بوده که متوسط عملکرد ۷/۵ تن در هکتار را داشته و از نظر کیفیت نیز جزء ارقام با کیفیت پخت خوب محسوب می‌شود (Tavassoli et al., 2004).

بذور پس از ضد عفونی با هیپوکلرید سدیم بمدت ۵ دقیقه و اتانول ۹۶ درصد بمدت ۳۰ ثانیه، بخوبی با آب مقطر شسته شدند. جهت اجرای آزمایش ابتدا محلول ۱۶ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم تهیه شد سپس بذور به مدت ۲۴ ساعت در محلول قرار گرفت (Nawaz et al., 2013) و جهت ایجاد تنش شوری نیز از کلرید سدیم آزمایشگاهی استفاده شد که پس از تهیه محلول در غلظت‌های مورد نظر، به میزان ۱۰ میلی‌لیتر محلول به هر پتری‌دیش اضافه شد. نهایتاً بذور در آزمون جوانه‌زنی استاندارد مطابق با معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر[1] (Hampton and Tekrony, 1995) قرار گرفتند. بدین منظور ۳۰ عدد بذر به پتری‌دیش‌های استریل حاوی کاغذ صافی انتقال داده شدند. سپس درب پتری‌دیش‌ها با پارافیلم کاملاً بسته و در ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در این آزمایش بدین جهت که مشخص شود آیا سلنیوم در افزایش توان مقابله گیاه زراعی با تنش شوری و اندوخته پایین بذری در مراحل ابتدایی رشد و جوانه‌زنی نقشی دارد، خصوصیات جوانه‌زنی همچون درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص‌های جوانه‌زنی همچون یکنواختی، شاخص بنیه بذر و میانگین زمان جوانه‌زنی مورد ارزیابی قرار گرفتند، چرا که شوری و وزن بذر کم تغییرات ظاهری و فیزیولوژیکی در جوانه‌زنی گیاهان ایجاد می‌کنند. اما شمارش بذور جوانه زده هر ۱۲ ساعت یکبار و به مدت ۵ روز انجام گرفت و درصد جوانه‌زنی از نسبت درصد تعداد بذور جوانه زده پس از ۵ روز به تعداد کل بذور بدست آمد (Gharineh et al., 2004). یکنواختی جوانه‌زنی نیز از تفاضل زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی و زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی محاسبه شد (Soltani et al., 2001). طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با دقت یک میلی‌متر ثبت شد. جهت برآورد وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز اندام گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند پس از آن توزین با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱گرم صورت گرفت. جهت محاسبه سرعت جوانه‌زنی (Salehzade et al., 2009)، شاخص جوانه‌زنی (Salehzade et al., 2009)، میانگین زمان جوانه‌زنی (Salehzade et al., 2009) و شاخص بنیه بذر (Sarmadnia, 1996) نیز به ترتیب از معادلات شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ استفاده گردید.

$$RS=\sum_{i=1}^{n}\frac{Si}{Di} \qquad [۱]$$

که در آن RS، سرعت جوانه‌زنی؛ Si، تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش؛ n، تعداد دفعات شمارش؛ و Di، تعداد روز تا شمارش n ام، می باشند.

شاخص جوانه‌زنی= (تعداد بذرهای جوانه زده/ روز اول شمارش) +. . .+ (تعداد بذرهای جوانه زده/ روز آخر شمارش) [۲]

$$MGT=\sum Dn/\sum n \qquad [۳]$$

که در آن MGT، میانگین زمان جوانه‌زنی؛ D، تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی؛ و n تعداد بذوری که در روز D جوانه زده‌اند می‌باشد.

شاخص بنیه بذر = (میانگین طول ریشه چه و ساقه چه × درصد جوانه زنی) / ۱۰۰ [۴]

در این مطالعه تبدیل‌های زاویه‌ای برای درصد جوانه‌زنی و ریشه دوم (جذری) برای سرعت جوانه‌زنی انجام شد. آزمون نرمال بودن توزیع داده‌های آزمایشی برای صفات مختلف توسط نرم‌افزار SPSS (2012) انجام شد، سپس تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (2004) انجام و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

### خصوصیات جوانه‌زنی، گیاهچه‌ای

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس میانگین صفات نشان داد که اثرات ساده شوری و وزن بذر کلیه خصوصیات جوانه‌زنی برآورد شده را به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). همچنین تاثیر سلنیوم بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. پرایمینگ سلنیوم تاثیر معنی‌داری بر صفات طول و وزن خشک ساقه‌چه نداشت و در مورد اثرات سه‌گانه نیز هیچ یک از اثرات سه‌گانه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبودند (جدول ۱). احتمالاً روند تغییرات یکسان در بین سطوح شوری و وزن بذر در اثر کاربرد سلنیوم، که نشان دهنده

1. ISTA: International Seed Testing Association

وجود یک قاعده‌ی خاص است، موجبات عدم معنی‌داری اثرات سه‌گانه را فراهم کرده باشد.

نتایج همچنین حاکی از آن بود که با افزایش غلظت نمک و وزن پایین بذر، میزان درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافته است که این کاهش در مقایسه تیمار بدون شوری و شوری شدید و نیز وزن بذر ۲۶ گرم با ۲۲ گرم به ترتیب بیش از ۳۰٪ و ۴۰٪ بود (شکل ۱). اما نکته جالب در این مطالعه جبران اثرات منفی اندوخته پایین بذر از طریق پرایمینگ بذور برنج با سلنیوم بود، به طوری که از مقایسه میانگین‌ها آنها مشخص شد که درصد و سرعت جوانه‌زنی برای سه تیمار وزن بذر (۲۶، ۲۴ و ۲۲ گرم) که با سلنیوم پیش تیمار شده بودند، در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۲). در ارتباط با شوری نیز بذور تیمار شده با سلنیوم در تیمار شوری ۶ دسی زیمنس بر متر کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی‌داری را نشان ندادند و در شوری شدید نیز کاربرد سلنیوم به ترتیب ۱۰ و ۹ درصد صفات مذکور را بهبود بخشید (جدول ۳). نتایج این تحقیق در خصوص افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی با افزایش وزن بذر تحت تنش شوری با نتایج جیریایی و همکاران (Jiriaie et al., 2012) مطابقت دارد.

چنانچه جذب آب در بذور دچار اختلال شود یا به کندی صورت پذیرد، فعالیت‌های داخل بذر نیز به کندی صورت گرفته و مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و به عبارتی سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. بنابراین با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محلول در شرایط شور جذب آب دچار مشکل شده و سرعت جوانه‌زنی بذور نسبت به شاهد کاهش یافته است. سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2001) در مورد نخود به نتایج مشابهی دست یافتند. به نظر می‌رسد در غلظت‌های متوسط و کم نمک، کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدود کننده جوانه‌زنی است، لیکن در غلظت‌های بالا سمیت یونی دلیل اصلی کاهش در سرعت و درصد جوانه‌زنی باشد، چرا که در پی سمیت یونی در اثر افزایش جذب یون‌ها به خصوص کلرور سدیم، عدم تعادل بین عناصر غذایی (Al-Ansari, 2003) و همچنین تشکیل رادیکال‌های آزاد (Timothy, 2001) منجر به صدمه و نابودی سلول‌های مریستمی شده و از این طریق باعث کاهش در جوانه‌زنی و رشد می‌شوند. اما سلنیوم فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت (گلوتاتیون پراکسیداز) را افزایش داده و از این طریق از ورود صدمات به گیاهچه جلوگیری می‌کند. بدون سلنیوم آنزیم پراکسیداز نمی تواند به اندازه کافی تشکیل شود و سیستم آنتی اکسیدانی را فعال کند (Timothy, 2001). همچنان که دادنیا (Dadnia, 2004) نیز اظهار داشت بدون سلنیوم آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نمی‌توانند به اندازه کافی تشکیل شوند و سیستم آنتی‌اکسیدانتی را فعال کند.

در این مطالعه همچنین افزایش غلظت نمک، طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه را دچار کاهش شدیدی کرد (جدول ۲)، که این کاهش برای طول و وزن خشک ریشه‌چه روند شدیدتری را نشان داد. همچنین کاهش وزن بذر منجر به کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بیش از ۴۰٪ و وزن خشک ساقه‌چه (۵۰٪) و ریشه‌چه (۶۶٪) شد (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین طول و وزن خشک ساقه‌چه از تیمار بدون تنش شوری با بیشترین وزن بذر و پیش تیمار با سلنیوم حاصل شد. اگر چه در ارتباط با این صفات اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار کاربرد و عدم کاربرد سلنیوم برای حصول بیشترین طول و وزن خشک ساقه مشاهده نشد، ولی به نظر می‌رسد تحریک گیاه در سنتز مضاعف آنزیم‌ها در شرایط نرمال نیز موجب افزایش توان رشد و بقای گیاه باشد. ساجدی و همکاران (Sajedi et al., 2008) نیز در گیاه ذرت، به برتری بوته‌های تیمار شده با سلنیوم در شرایط بدون تنش نیز اشاره داشتند. در مورد طول و وزن خشک ریشه‌چه نیز روند مشابهی مشاهده شد.

اما نکته قابل توجه در مورد صفات مذکور این بود که پرایم بذور با سلنیوم در تیمار شوری ۶ دسی زیمنس برمتر به طور معنی‌داری توانست از کاهش طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه جلوگیری کند و همچنین از مقایسه تیمارهایی که در همین سطح شوری و با وزن بذرهای مختلف بودند مشاهده شد در هر سه وزن پیش تیمار با سلنیوم توانست طول ریشه‌چه را به ترتیب (۵٪، ۲۵٪ و ۳۸٪) برای وزن هزار دانه ۲۲، ۲۴ و ۲۶ گرم افزایش دهد (شکل ۲). به علاوه در مورد وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه مشاهده شد شدت افت وزن، برای ریشه‌چه شدیدتر بود (جدول ۲) حساسیت رشدی بیشتر ریشه‌چه برنج رقم شفق به شوری حکایت از حساسیت بالای این رقم به شوری در مرحله جوانه‌زنی دارد. مظفر و گودین (Mozafar and Goodin, 2000) نیز طی پژوهشی به افت شدیدتر وزن و طول ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه در ارقام گندم حساس به شوری و خشکی اشاره داشتند. اما به نظر می‌رسد در شرایط

نامساعد (مثل شوری و اندوخته پایین بذر) استفاده از سلنیوم به عنوان یک عامل ضد اکسیدانت، توانسته به طور قابل قبولی اثرات ناشی از خسارت تنش را کاهش دهد. همچنان که رحمان (Rahman, 2004) اظهار داشت محلول‌پاشی سلنیوم تاثیر معنی‌داری در افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش دارد، به طوری‌که کاربرد سلنیوم تحت شرایط تنش سطح فعالیت لیپید پراکسیداز و دو شاخص مالون دی آلدئید و دی تیروزین را افزایش می‌دهد که نتیجه افزایش میزان فعالیت این آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی است.

**جدول ۱. تجزیه واریانس اثرات سلنیوم، وزن بذر و شوری بر برخی خصوصیات و شاخص‌های جوانه‌زنی در برنج**

**Table 1. Variance analysis of selenium, seed weight and salinity on some of germination characteristics in rice.**

| | | | Germination indexes | | شاخص‌های جوانه‌زنی | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درجه آزادی | شاخص بنیه بذر | میانگین زمان جوانه‌زنی | شاخص جوانه‌زنی | یکنواختی جوانه‌زنی |
| S.O.V | منابع تغییرات | df | Seedling vigor Index | The mean time of Germination | Germination Index | Germination uniformity |
| Se | سلنیوم | 1 | 23.84$^{**}$ | 0.21$^{*}$ | $^{*}$13.80$^{*}$ | 73.50$^{*}$ |
| Wk | وزن بذر | 2 | 234.99$^{**}$ | 2.90$^{**}$ | 193.62$^{**}$ | 485.68$^{**}$ |
| S | شوری | 2 | 216.5$^{**}$ | 2.87$^{**}$ | 123.01$^{**}$ | 241.7$^{**}$ |
| Wk×Se | وزن بذر×سلنیوم | 2 | 3.23$^{ns}$ | 0.02$^{ns}$ | 2.23$^{ns}$ | 22.38$^{ns}$ |
| S×Se | سلنیوم ×شوری | 2 | 1.14$^{ns}$ | 0.02$^{ns}$ | 0.44$^{ns}$ | 8.16$^{ns}$ |
| S×Wk | وزن بذر×شوری | 4 | 12.76$^{ns}$ | 0.28* | $^{*}$17.31$^{*}$ | 66.93$^{*}$ |
| S×Wk×Se | سلنیوم×وزن بذر×شوری | 4 | 3.62$^{ns}$ | 0.02$^{ns}$ | 1.29$^{ns}$ | 4.97$^{ns}$ |
| Error | خطا | 36 | 1.98 | 0.02 | 0.968 | 11.61 |
| *C.V* | ضریب تغییرات | | *16.04* | *8.08* | *10.03* | *8.00* |

**جدول ۱. ادامه**

**Table 1. Continued**

| | | | Germination and seedling characteristics | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درجه آزادی | وزن ساقه‌چه | وزن ریشه‌چه | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | سرعت جوانه‌زنی | درصد جوانه‌زنی |
| S.O.V | منابع تغییرات | Df | Sootlet Weight | Rootlet Weight | Rootlet Length | Sootlet Length | Germination Rate | Germination Percent |
| Se | سلنیوم | 1 | 0.003$^{ns}$ | 11.50$^{**}$ | 35.85$^{**}$ | 1.5$^{ns}$ | 0.01$^{**}$ | 266.66$^{**}$ |
| Wk | وزن بذر | 2 | 0.018$^{**}$ | 78.90$^{**}$ | 93.46$^{**}$ | 78.90$^{**}$ | 0.19$^{**}$ | 4401.6$^{**}$ |
| S | شوری | 2 | 0.02$^{**}$ | 60.5$^{**}$ | 165.6$^{**}$ | 60.5$^{**}$ | 0.14$^{**}$ | 3449.8$^{**}$ |
| Wk×Se | سلنیوم×وزن بذر | 2 | 0.0007$^{ns}$ | 9.50$^{*}$ | 8.12$^{ns}$ | 1.50$^{ns}$ | 0.002$^{ns}$ | 37.72 |
| S×Se | سلنیوم×شوری | 2 | 0.0006$^{ns}$ | 12.05$^{**}$ | 6.01$^{ns}$ | 2.05$^{ns}$ | 0.001$^{ns}$ | 14.88 |
| S×Wk | وزن بذر×شوری | 4 | 0.0016$^{ns}$ | 11.40$^{**}$ | 17.49$^{ns}$ | 1.40$^{ns}$ | 0.017$^{ns}$ | 519.51 |
| S×Wk×Se | سلنیوم×وزن بذر×شوری | 4 | 0.0004$^{ns}$ | 2.22$^{ns}$ | 4.87$^{ns}$ | 2.22$^{ns}$ | 0.001$^{ns}$ | 43.94 |
| Error | خطا | 36 | 0.00003 | 1.18 | 3.03 | 1.18 | 0.001 | 32.98 |
| C.V | ضریب تغییرات | | 14.11 | 13.27 | 12.71 | 13.27 | 9.55 | 7.34 |

*،** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار هستند

*, ** significant at the 5% and 1% probability levels respectively and ns, are non-significant.

Se = selenium, Wk = seed weight, S = Salt stress.

**جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات سلنیوم، وزن بذر و شوری بر برخی خصوصیات و شاخص‌های جوانه‌زنی در برنج.**

**Table 2. Comparison the main effects of Se, seed Weight and salt on some of germination characteristics and indexes in Rice.**

| | شاخص‌های جوانه‌زنی germination indexes | | | | خصوصیات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای germination characteristics and seedling | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تیمارها | شاخص بنیه بذر | میانگین زمان (روز) | شاخص | یکنواختی (ساعت) | وزن ساقه‌چه(گرم) | وزن ریشه‌چه(گرم) | طول ریشه‌چه (میلیمتر) | طول ساقه‌چه (میلیمتر) | سرعت (در۲۴ ساعت) | درصد جوانه‌زنی (٪) |
| **Treats** | **Seedling vigor Index** | **The mean of Germination time** (Day) | **Germination Index** | **Germination uniformity** (hour) | **Sootlet Weight** (g) | **Rootlet Weight** (g) | **Length Rootlet** (mm) | **Length Soot let** (mm) | **Germination Rate** (in24h) | **Germination Percent** (%) |
| **سلنیوم** | | | | | | | | | | |
| **Se1†** | 8.12 | 2.15 | 9.30 | -43.74 | 0.02 | 0.036 | 11.88 | 8.03 | 0.32 | 75.96 |
| **Se2** | 9.45 | 2.02 | 10.31 | -41.40 | 0.02 | 0.041 | 13.51 | 8.37 | 0.35 | 80.40 |
| **LSD** | 0.56 | 0.12 | 2.54 | 0.60 | 0.001 | 0.002 | 0.78 | 0.49 | 0.02 | 4.65 |
| **وزن‌بذر** | | | | | | | | | | |
| **Wk1** | 12.53 | 1.63 | 13.36 | -32.55 | 0.03 | 0.04 | 15.94 | 10.16 | 0.45 | 95.38 |
| **Wk2** | 8.49 | 2.22 | 9.15 | -44.88 | 0.02 | 0.03 | 12.77 | 8.44 | 0.31 | 74.33 |
| **Wk3** | 5.33 | 2.40 | 6.90 | -50.27 | 0.01 | 0.02 | 9.38 | 6.00 | 0.24 | 64.83 |
| **LSD** | 0.69 | 0.16 | 3.11 | 0.78 | 0.001 | 0.002 | 0.98 | 0.60 | 0.02 | 5.59 |
| **شوری** | | | | | | | | | | |
| **S1** | 12.36 | 1.68 | 12.49 | -34.22 | 0.03 | 0.05 | 16.38 | 10.0 | 0.43 | 92.33 |
| **S2** | 8.57 | 2.10 | 9.66 | -42.66 | 0.02 | 0.04 | 13.00 | 8.27 | 0.32 | 77.55 |
| **S3** | 5.43 | 2.48 | 7.27 | -50.83 | 0.01 | 0.02 | 8.72 | 6.33 | 0.25 | 64.66 |
| **LSD** | 0.68 | 0.15 | 3.19 | 0.74 | 0.001 | 0.002 | 0.95 | 0.61 | 0.02 | 5.70 |

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی‌داردر سطح احتمال ۵٪ بین میانگین‌هاست (بر اساس آزمون LSD).

†Se1= بدون پیش تیمار سلنیوم، Se2= با پیش تیمار سلنیوم، Wk1= وزن هزار دانه ۲۶ گرم، Wk2= وزن هزار دانه ۲۴ گرم، Wk3= وزن هزار دانه ۲۲ گرم S1= صفر دسی زیمنس بر متر، S2 = ۶ دسی زیمنس بر متر ، S3 = ۱۲ دسی زیمنس بر متر.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (LSD)

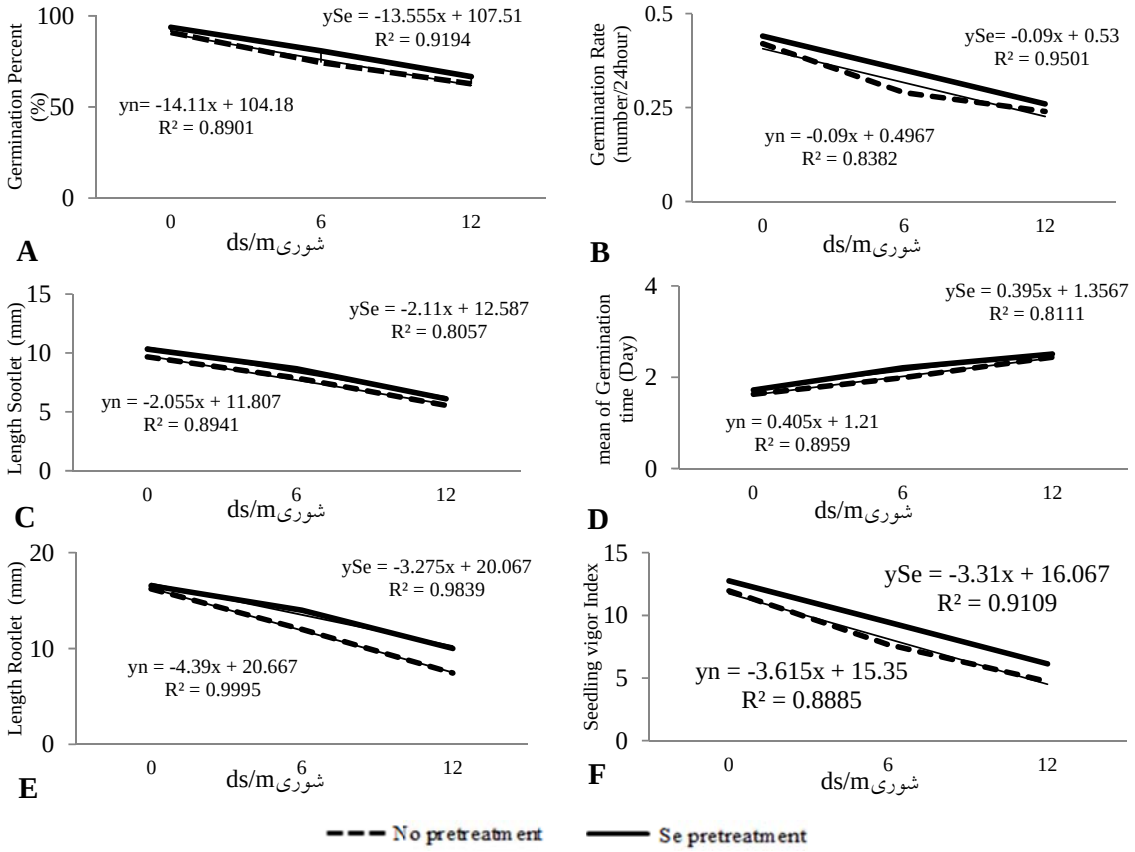
† Se1 = no pretreatment selenium, Se2 = pre-treatment with selenium, Wk1 = seed weight 26 g, Wk2 = seed weight 24 g, Wk3 = seed weight 22 g, S1 = 0 dS $m^{-1}$, S2 = 6 dS $m^{-1}$, S3 = 12 dS $m^{-1}$.

**شاخص‌های جوانه‌زنی**

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس نشان داد تمامی شاخص‌های جوانه‌زنی برآورد شده در این آزمایش به شکل معنی‌داری تحت تاثیر شوری، وزن بذر و سلنیوم قرار گرفتند (جدول ۱). براین اساس اثر ساده وزن بذر و شوری بر صفات شاخص جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین اثر ساده سلنیوم نیز بر صفات شاخص جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در سطح احتمال ۱٪ و بر صفات یکنواختی جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. اما اثر متقابل سه‌گانه بر هیچ یک از شاخص‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده معنی‌دار نشد (جدول۳). با افزایش غلظت نمک شاخص جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی کاهش یافت، این کاهش در مقایسه تیمار شاهد و تنش شدید به ترتیب بیش از ۴۰٪ و ۳۰٪ بود. همچنین افزایش وزن بذر سبب افزایش شاخص جوانه‌زنی (بیش از ۴۰٪) و یکنواختی جوانه‌زنی (تا ۳۰٪) شد (جدول۱). به نظر می‌رسد با کاهش پتانسیل اسمزی و جذب آب در شرایط شور و در نتیجه کاهش سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی نیز کاهش یافته است (Rafie, 1999).

با افزایش غلظت نمک و کاهش وزن بذر، میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. این افزایش در مقایسه تیمار بدون شوری و شوری شدید و نیز وزن هزار دانه ۲۶ گرم با ۲۲ گرم بیش از ۳۰٪ بود. کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمارهای بدون تنش شوری و وزن بذر بالا حاصل شد

(جدول ۱). همچنین در مورد تیمار بذور با سلنیوم نیز دیده شد که سلنیوم می‌تواند تا حدی اثرات سوء ناشی از شوری و اندوخته پایین بذر را جبران کند و منجر به افزایش شاخص و یکنواختی جوانه‌زنی شود، به نحوی که شاخص و یکنواختی جوانه‌زنی در مقایسه تیمار با شوری ۶ دسی زیمنس و پرایمینگ شده با سلنیوم با تیمار کنترل و همچنین تیمار با وزن بذر حداقل و پرایمینگ شده با سلنیوم با تیمار وزن بذر حداکثر و عدم پرایمینگ در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). بیشترین شاخص جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی از تیمار اثر متقابل پرایمینگ سلنیوم، حداکثر وزن بذر و بدون تنش شوری و به تبع کمترین مقدار این دو صفت نیز از تیمار تنش شدید و کمترین وزن بذر حاصل شد و در مورد تاثیر سلنیوم بر میانگین زمان جوانه‌زنی نیز نتایج نشان داد پرایم بذور با سلنیوم در شرایط شوری (شکل ۱) و همچنین استفاده از بذور با اندوخته آندوسپرمی پایین (شکل ۲) می‌تواند به شکل معنی‌داری میانگین زمان جوانه‌زنی را کاهش (۷ تا ۱۰ درصد) دهد. به نظر می‌رسد سمیت یونی ایجاد شده در اثر جذب سدیم و کلر موجب تحلیل رفتن قدرت نفوذ انتخابی سلول‌های گیاهچه شده و باعث افزایش میزان نشت الکترولیت و آب از دیواره سلولی و نهایتاً تخریب سلول شده باشد کاربرد سلنیوم می‌تواند به عنوان یک عنصر واسطه باعث کاهش نشت الکترولیت و آب از دیواره سلولی تحت شرایط تنش گردد.

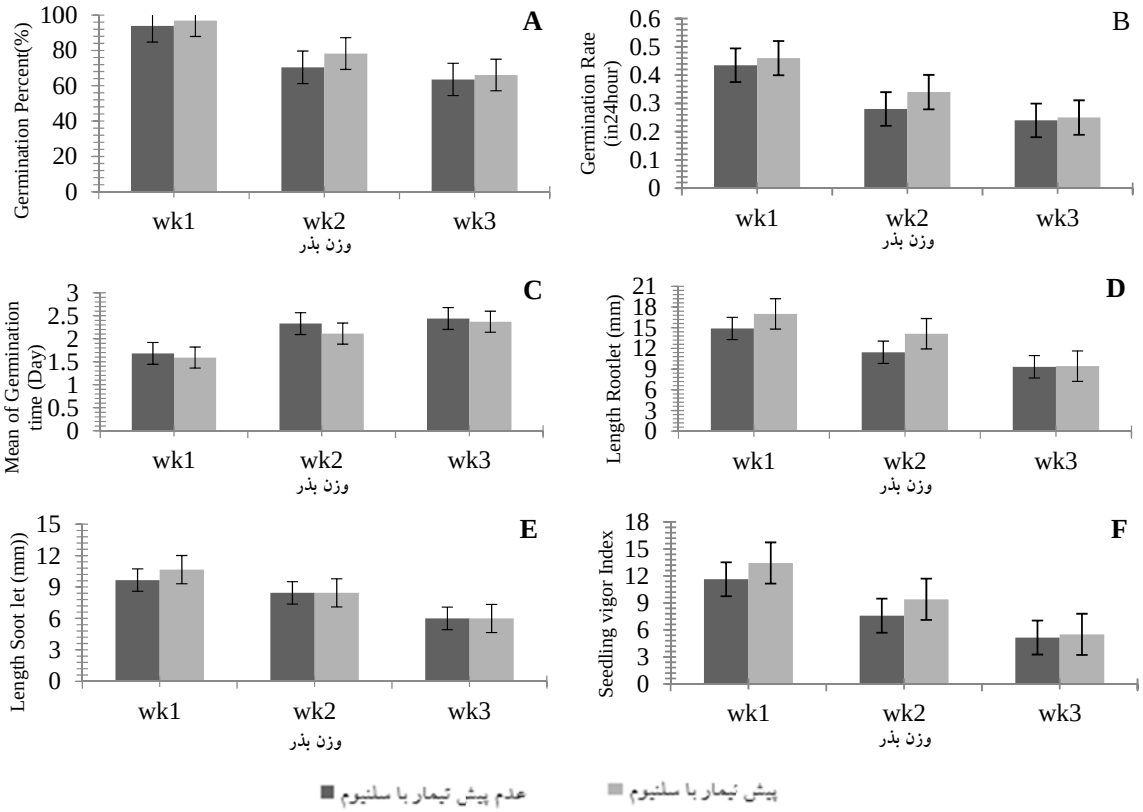



**شکل ۱. تاثیر سطوح شوری بر برخی پارامترهای جوانه‌زنی در شرایط پیش تیمار و عدم پیش تیمار بذور با سلنیوم. A: درصد جوانه‌زنی؛ B: سرعت جوانه‌زنی؛ C: طول ساقه‌چه؛ D: میانگین زمان جوانه‌زنی؛ E: طول ریشه‌چه؛ F: شاخص بنیه بذر؛ yn: عدم پیش تیمار؛ yse: پیش تیمار با سلنیوم.**

**Fig. 1. Effect of salinity on some parameters of germination in terms of pre-treatment and non-pre-treatment seeds with selenium A: Germination Percent, B: Germination Rate, C: Length of Shoot, D: Mean Germination Time, E: Length of Root, F: Seed Vigor Index, yn: no pretreatment yse: Pretreatment with selenium.**

به اعتقاد دادنیا (Dadnia et al., 2008) افزایش سنتز و فعالیت مارکرهای فیزیولوژیک تحت تاثیر کاربرد سلنیوم موجب جلوگیری از تخریب و از بین رفتن سلول در برابر تنش می‌شود.

مقایسه بنیه بذر برای تیمار شوری شدید و عدم شوری و همچنین وزن بذر حداقل و وزن بذر حداکثر نشان داد کاهش وزن بذر و افزایش شوری تا ۶۰٪ شاخص بنیه بذور برنج را کاهش می‌دهد (جدول۱). بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل سلنیوم و شوری و همچنین سلنیوم و وزن بذر نشان داد پرایمینگ سلنیوم به شکل معنی‌داری از کاهش بنیه بذر در زمان وجود بذور با اندوخته آندوسپرمی پایین (شکل ۲) و تنش شوری (شکل ۱) جلوگیری می‌کند به نحوی که پرایم سلنیوم با بذور در تنش شوری و اندوخته اندوسپرمی پایین بین ۱۰ تا ۱۵ درصد شاخص بنیه بذر را بهبود بخشید. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد شاخص بنیه بذر در تیمارهای پرایم بذور برنج شفق با سلنیوم در شرایط شوری متوسط (۶ دسی‌زیمنس بر متر) و نیز پیش تیمار سلنیومی بذور با وزن هزار دانه ۲۴ گرم با تیمار شاهد در یگ گروه آماری قرار گرفتند. نهایتاً کمترین شاخص بنیه بذر نیز در تیمار تنش شوری شدید، کمترین وزن بذر دیده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش پتانسیل اسمزی در شرایط شوری از سویی باعث کاهش توان بذر در جذب آب شده و کاهش اندوخته بذور نیز به نوبه خود از سویی دیگر باعث عدم توانایی بذر در تغذیه گیاهچه‌ها شد که در نهایت جمع شدن این دو عامل خسارت‌زا منجر به کاهش ۸۰ درصدی شاخص بنیه بذر شده است.




**شکل ۲: تاثیر وزن بذر بر برخی پارامترهای جوانه زنی در شرایط پیش تیمار وعدم پیش تیمار بذور با سلنیوم. . A: درصد جوانه‌زنی؛ B: سرعت جوانه‌زنی؛ C: طول ساقه‌چه؛ D: میانگین زمان جوانه‌زنی؛ E: طول ریشه‌چه؛ F: شاخص بنیه بذر؛ yn: عدم پیش تیمار؛ yse: پیش تیمار با سلنیوم.**

**Figure 2: Effect of seed weight on some parameters of germination in terms of pre-treatment and non-pre-treatment seeds with selenium. A: Germination Percent, B: Germination Rate, C: Length of Shoot, D: Mean Germination Time, E: Length of Root, F: Seed Vigor Index, yn: no pretreatment yse: Pretreatment with selenium. Wk1 = seed weight 26 g, Wk2 = seed weight 24 g, Wk3 = seed weight 22 g.**

## نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج این آزمایش اثر معنی‌دار کاهش وزن هزار دانه و افزایش تنش شوری بر کاهش تمام صفات مورد ارزیابی در مورد جوانه‌زنی را نشان داد، آن چنان که با افزایش شوری (۳۰ تا ۶۰ درصد) و کاهش وزن بذر (۳۰-۵۸ درصد) اثرات منفی بر جوانه‌زنی افزایش یافت. بذوری که از وزن بذر بیشتری برخوردار بودند هنگام بروز تنش شوری نسبت به سایر تیمارها وضعیت مناسب‌تری نشان دادند، به طوری که در مورد اکثر صفات مورد آزمایش مشاهده شد بذور دارای وزن بذر حداکثر تحت اعمال بالاترین سطح تنش شوری با بذور دارای کمترین وزن هزار دانه و بدون تنش شوری کمترین اختلاف ممکن را داشتند و یا بعضاً در یک گروه آماری قرار داشتند. از جایی که در مورد بسیاری از گیاهان زراعی از جمله برنج پس از عبور از مرحله جوانه‌زنی مقاومت گیاه به شوری افزایش می‌یابد، استفاده از بذور گواهی شده با اندوخته آندوسپرمی بالا بسیار مهم بوده و در دستیابی به عملکرد قابل قبول بسیار موثر است. پیش تیمار بذور با سلنیوم با غلظت ۱۶ میلی-گرم در لیتر به طور معنی‌داری توانست خسارات ناشی از تنش شوری و اندوخته کم بذر را کاهش دهد. به نظر می‌رسد سلنیوم در حذف اثرات مخرب تجمع رادیکال‌های آزاد موثر بوده و آنتی‌اکسیدانت‌های سنتز شده به واسطه حضور سلنیوم بعنوان یک منبع عکس‌العمل به گونه‌های اکسیژن عمل کرده و موجب کاهش خسارت تنش شوری و اندوخته کم بذر در این آزمایش شده باشند. هرچند در این پژوهش تغییرات بیوشیمایی گیاهچه مورد ارزیابی قرار نگرفت، نتیجتاً جهت تعیین دقیق محل تاثیر سلنیوم نیاز به مطالعه تغییرات آنزیمی و هورمونی ضروری است.

**جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات متقابل سلنیوم، وزن بذر و شوری بر برخی خصوصیات و شاخص‌های جوانه‌زنی در برنج.**

**Table 3. Comparison interaction effects of Se, seed Weight and salt on some of germination characteristics and indexes in Rice.**

| تیمارها (وزن بذر × شوری× سلنیوم) Treatments | Germination indexes | | شاخص‌های جوانه‌زنی | |
|---|---|---|---|---|
| | یکنواختی (ساعت) Germination uniformity (hour) | شاخص جوانه‌زنی Germination Index | میانگین زمان (روز) The Germination mean time (Day) | شاخص بنیه بذر Seedling vigor Index |
| WK1× S1 ×Se1 | 14.56 | -29.33 | 1.39 | 14.78 |
| WK2× S1 ×Se1 | 13.26 | -34.00 | 1.78 | 11.65 |
| WK3× S1 ×Se1 | 11.26 | -36.33 | 1.87 | 8.47 |
| WK1× S2 ×Se1 | 13.06 | -32.33 | 1.73 | 12.99 |
| WK2× S2 ×Se1 | 7.43 | -49.66 | 2.40 | 6.60 |
| WK3× S2 ×Se1 | 4.23 | -60.0 | 2.86 | 3.15 |
| WK1× S3 ×Se1 | 8.86 | -42.33 | 2.05 | 8.11 |
| WK2× S3 ×Se1 | 6.40 | -49.66 | 2.46 | 4.77 |
| WK3× S3 ×Se1 | 4.63 | -60.0 | 2.81 | 2.58 |
| WK1× S1 ×Se2 | 14.16 | -30.33 | 1.48 | 14.86 |
| WK2× S1 ×Se2 | 13.73 | -32.00 | 1.58 | 13.27 |
| WK3× S1 ×Se2 | 13.20 | -33.33 | 1.71 | 12.19 |
| WK1 ×S2×Se2 | 14.53 | -31.66 | 1.47 | 14.35 |
| WK2 ×S2×Se2 | 9.86 | -40.66 | 2.06 | 9.97 |
| WK3×S2 ×Se2 | 5.80 | -55.0 | 2.80 | 3.90 |
| WK1×S3 ×Se2 | 9.76 | -39.33 | 1.95 | 9.05 |
| WK2×S3 ×Se2 | 7.26 | -50.0 | 2.34 | 5.16 |
| WK3×S3 ×Se2 | 4.50 | -60.33 | 2.82 | 2.30 |
| LSD | *1.82* | *7.64* | *0.37* | *1.70* |

**جدول ۳. ادامه**

**Table 3. Continued**

| تیمارها (وزن بذر × شوری× سلنیوم) Treatments | خصوصیات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای Germination characteristics and seedling | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | درصد جوانه‌زنی (٪) Germination Percent (%) | سرعت (در ۲۴ ساعت) Germination Rate (in 24h) | طول ساقه‌چه (میلیمتر) Sootlet Length (mm) | طول ریشه‌چه (میلیمتر) Rootlet Length (mm) | وزن ریشه‌چه (گرم) Weight Rootlet (g) | وزن ساقه‌چه (گرم) Sootlet Weight (g) |
| WK1× S1 ×Se1 | 99.66 | 0.48 | 11.00 | 18.33 | 0.05 | 0.03 |
| WK2× S1 ×Se1 | 93.0 | 0.42 | 10.00 | 15.00 | 0.04 | 0.03 |
| WK3× S1 ×Se1 | 89.0 | 0.39 | 8.00 | 11.00 | 0.03 | 0.02 |
| WK1× S2 ×Se1 | 96.0 | 0.44 | 10.00 | 17.0 | 0.05 | 0.03 |
| WK2× S2 ×Se1 | 67.00 | 0.25 | 7.66 | 12.00 | 0.03 | 0.02 |
| WK3× S2 ×Se1 | 48.33 | 0.14 | 7.66 | 5.33 | 0.01 | 0.02 |
| WK1× S3 ×Se1 | 77.00 | 0.33 | 8.00 | 13.00 | 0.04 | 0.02 |
| WK2× S3 ×Se1 | 63.00 | 0.21 | 6.00 | 9.00 | 0.02 | 0.01 |
| WK3× S3 ×Se1 | 48.33 | 0.18 | 4.00 | 6.00 | 0.01 | 0.01 |
| WK1× S1 ×Se2 | 99.0 | 0.49 | 11.66 | 18.66 | 0.05 | 0.03 |
| WK2× S1 ×Se2 | 97.0 | 0.46 | 11.00 | 16.33 | 0.05 | 0.03 |
| WK3× S1 ×Se2 | 94.6 | 0.44 | 9.33 | 16.33 | 0.05 | 0.02 |
| WK1 ×S2×Se2 | 97.6 | 0.47 | 11.00 | 18.33 | 0.05 | 0.03 |
| WK2 ×S2×Se2 | 80.0 | 0.34 | 9.00 | 16.00 | 0.04 | 0.02 |
| WK3×S2 ×Se2 | 57.00 | 0.20 | 5.33 | 8.00 | 0.02 | 0.01 |
| WK1×S3 ×Se2 | 84.66 | 0.36 | 8.33 | 13.00 | 0.04 | 0.02 |
| WK2×S3 ×Se2 | 65.33 | 0.24 | 6.00 | 9.66 | 0.03 | 0.01 |
| WK3×S3 ×Se2 | 50.66 | 0.16 | 3.66 | 5.66 | 0.01 | 0.01 |
| LSD | *13.97* | *0.06* | *1.48* | *2.34* | *0.006* | *0.008* |

Se1= عدم پیش تیمار با سلنیوم، Se2= پیش تیمار با سلنیوم، Wk1= وزن بذر ۲۶ گرم، Wk2= وزن بذر ۲۴ گرم، Wk3= وزن بذر ۲۲ گرم S1= صفر دسی زیمنس بر متر S2= شش دسی زیمنس بر متر S3=دوازده دسی زیمنس بر متر.

Se1 = no pretreatment selenium, Se2 = pre-treatment with selenium, Wk1 = seed weight 26 g, Wk2 = seed weight 24 g, Wk3 = seed weight 22 g, S1 = 0 dS $m^{-1}$, S2 = 6 dS $m^{-1}$, S3 = 12 dS $m^{-1}$

## منابع


Abdulzadeh, A., Safari, N., 2002. Effects of salinity on vegetative growth in eleven wheat cultivars based on the accumulation of ions. Journal of Science and Natural Resource. 9(2), 103-95. [In Persian with English Summary].

Al-Ansari, F.M., 2003. Salinity tolerance during germination of two arid-land varieties of wheat. Seed Science and Technology. 31, 597-603.

Asadi, R., Rezaei, M., Amiri, E., 2009. The Effects of Salinity on Yield and Yield Components of Improved Rice Cultivars. Journal of Crop Breeding. 1(3), 24-37. [In Persian with English Summary].

Dad Nia, M.R., Habibi, D., Ardakani, M.R., Nour Mohammadi, G.H. 2008. Antioxidative response of Sunflower (*Helianthus annus. L*) varieties under water deficit and selenium foliar application. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 4(2), 67-78. [In Persian with English Summary].

Dhillon, K.S., 2002. Selenium enrichment of the soil plant system for a seleniferous region of northwest India. Advances in Agronomy. 272, 120-130.

Ekiz, H., Yilmaz, A., 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 27, 253-260.

FAO., 2003. Quarterly Bulletin of Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome, Italy.

Feng, R., Weic, C., Tu, S., 2013. The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. Environmental and Experimental Botany. 87, 58– 68.

Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A., Ghasemi-Golezani, K., 2004. Vigor and seed germination of wheat cultivar in Khuzestan environmental condition. The Journal of Agricultural Science. 27, 65-76. Quarterly Bulletin of Statistics.

Graham, H.L., Lewis, J., Lormer, M.F., Holloway, R.E., 2004. High- Selenium wheat: agronomic bio fortification strategies to prove human nutrition. Journal of Food, Agriculture and Environment. 2(1), 171-178.

Hampton, J.G., Tekrony, D.M., 1995. Handbook of Vigor Test Methods (3rd Ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland.

Jiriaie, M., Sajedi, N.A., Shahbazi, S.H., Jashni, R., 2012. Effect of salinity levels and seed weight on germination of wheat cultivars. Advances in Environmental Biology. 6(11), 2917-2921.

Kiani, R., Homaei, M., Latifi, M., 2006. Evaluation of water yield decrease in simultaneous condition of salinity and water scarcity. Journal of Water and Soil Science. 20(1), 73-83. [In Persian with English Summary].

Kingosbury, RW., Epestein, E., 1986. Salt sensitivity in wheat. Plant Physiology. 80, 651-654.

Mozafar, A., Goodin, J.R., 1996. Salt tolerance of tow differently drought tolerant wheat genotypes during germination and early seedling growth. Plant and Soil. 96, 303-316.

Nameless. 2006. Agronomic and horticultural production. Jehad- e- Agticuliture, Deputy of Planning and Economic. Statistic and Technology. 1(9). [In Persian].

Nasiri, M., Bahrami, M., Hoseini, S., Eshraghi, S., Pirdashti, A., Nouri, H.A., Soroush, M.Z., Tavassoli, H., Larijani, F., Oskoo, T., Amini, R., Azami, GH., Salehi, S., 2004. Introduction of new race cultivar, Shafagh. Seed and Plant Improvement Journal. 20(4), 529-535. [In Persian with English Summary].

Nawaz, F., Ashraf, M.Y., Ahmad, R., Waraich, E.A., 2013. Selenium (Se) seed priming induced growth and biochemical changes in wheat under water deficit conditions. Biological Trace Element Research. 151(2), 284-293.

Rafie, M., 1999. Effect of salinity on seed germination of sugar beet. 6th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Babulsar. pp275. [In Persian].

Rahman, S.M., Mackay, L., Quebedeaux, B., 2004. Superoxide dis-mutes and stress tolerance of four tomato cultivars. Plant Physiology. 110, 125 136.

Rayama, M., Leversley, A., Roebner, R.M., Flowers, T.J., Yeo, A.R., 2001. Quantity trait loci for component physiological traits determining salt tolerance in rice. Plant Physiology. 125, 406-422.

Sabouri, H., Rezaei, A.M., Moemeni, A., Kavousi, M., Shokri, H., Allahgholipour, M., Jafarian, H., 2009. Evaluation of relationship between some traits of Iranian rice (*Oryza sativa. L.*) seedlings under saline conditions. Electronic Journal of Crop Production. 2(4), 1-22. [In Persian with English Summary].

Sajidi, N.A., Ardakani, M.R., Naderi, A., Madani, H., Mashhadi Akbarbujar, M., 2008. Effect of nutrition elements application on agronomical characters of maize hybrid (KSC.704) under water deficit stress at different growth stages. Agronomy and Plant Breeding. 4 (1): 85-98. [In Persian with English Summary].

Salehzade, H., Izadkhah, M., Chiyasi, M., 2009. Effect of seed priming on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Biological Sciences. 4(5), 629-631.

Sarmadnia, G.H., 1996. Seed Technology. Ferdowsi Mashhad University Press. 288p. [In Persian].

SAS Institute Inc. 1997. SAS User's Guide. Statistical Analysis Instituite Inc. V.

Soltani, A., Galeshi, S. Zeinali, E., Latifi, N., 2001. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology. 30, 51-60.

SPSS. 2012. Proprietary Software 20.0.1 Copyright (c) 2012. IBM Corporation., USA.

Timothy, P., 2001. Glutathione-related enzymes and selenium status: implications for oxidative stress. Biochemical Pharmacology. 62, 237-281.