فصلنامه علمی - پژوهشی خشک بوم
جلد 1، شماره 2، زمستان 1389

اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی، رشد رویشی و مقادیر یونی سیاه دانه (*Nigella Sativa* L.)

1- اصغر رحیمی، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان
rahimiasg@gmail.com
2- محدثه شمس‌الدین سعید، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان
3- فریدا اعتمادی، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه ولی عصر رفسنجان

دریافت: 1389/7/20
پذیرش: 1389/12/18

چکیده

به منظور ارزیابی واکنش اجزای جوانه‌زنی و رشد رویشی سیاه‌دانه به تنش شوری دو آزمایش جداگانه انجام گردید. آزمایش جوانه‌زنی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح شوری 4، 8، 12 و 16 دسی زیمنس بر متر نمک کلرید سدیم و آب مقطر به عنوان شاهد انجام شد. در آزمایش گلدانی دو فاکتور روش اعمال شوری در دو سطح (شامل شوری آب و شوری خاک) و غلظت نمک در پنج سطح (شامل 0، 4، 8، 12 و 16 دسی‌زیمنس بر متر) و در چهار تکرار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی گردید. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری را بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، طول ساقه، تعداد برگ، وزن خشک، کلروفیل، غلظت یون‌های سدیم، پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم دارد. با افزایش شوری تمام صفات مذکور (به استثنای غلظت سدیم و پتاسیم) در آزمایش جوانه زنی کاهش یافتند به گونه‌ای که بالاترین مقدار هر یک از صفات مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن متعلق به تیمار 16 دسی‌زیمنس بر متر بود و تنها غلظت یون سدیم با اضافه شدن شوری افزایش یافت. همچنین در آزمایش جوانه‌زنی، یون پتاسیم تا شوری 8 دسی‌زیمنس بر متر افزایش و سپس کاهش یافت. در آزمایش دوم، در همه صفات اندازه‌گیری شده اثر مخرب آب شور بیشتر از خاک شور بود. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد گیاه سیاه‌دانه در مرحله جوانه‌زنی تا شوری 12 دسی زیمنس را تحمل می‌نماید که علت احتمالی آن وجود مکانیسم تجمع یون‌های پتاسیم در اندام گیاهی می‌باشد، اما در مرحله رشد رویشی این آستانه به 4 دسی‌زیمنس بر متر شوری می‌رسد که بیانگر لزوم بررسی پاسخ گیاهان به شوری در هر دو مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی هنگام اصلاح گیاهان برای مقاومت به شوری می‌باشد.

واژگان کلیدی: جوانه‌زنی، رشد رویشی، سیاه دانه، شوری.

مقدمه

شوری در بسیاری از مناطق کشاورزی دنیا از عوامل محدود کننده تولید کشاورزی به شمار می‌آید. حدود 50-30% از اراضی فاریاب دنیا تحت تأثیر شوری قرار دارد و در ایران حدود 50% از زمین‌های زیر کشت با مشکل شوری روبرو می‌باشند (صفرنژاد و همکاران، 2007). در محیط‌های شور به دلیل شرایط خاص شیمیایی و بالا بودن غلظت برخی عناصر مانند سدیم و کلر، قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از مهمترین آثار شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه، ایجاد مسمومیت توسط برخی یون‌های سمی، فعالیت اندک عناصر غذایی ضروری، نسبت زیاد Na/K، Na/Ca، Mg/Ca و Cl/NO_3 در گیاه، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای، کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود (پوستینی و سی و سه مرده، 2004). بیشتر گزارش‌ها نشان دهندهٔ این است که شوری سبب کاهش

رشد و تولید ماده خشک گیاهان می‌شود (مانس و تستر، 2008؛ صفرنژاد و حمیدی، 2007).

قدرت یک بذر در جوانه‌زنی و تولید گیاهچه در شرایط شور نشانگر این است که آن بذر دارای ظرفیت ژنتیکی لازم برای تحمل شوری بوده ولی این امر به این مفهوم نیست که گیاهچه‌ای که در شرایط شور شروع به رشد کرده است، رشد خود را در همان شرایط ادامه خواهد داد و گیاه تولیدی در تمام مراحل زندگی از چنین تحملی برخوردار خواهد بود. برای مثال برنج و ذرت گیاهانی هستند که در جوانه‌زنی به شوری مقاوم هستند ولی در مراحل گیاهچه‌ای و گل‌دهی به شوری حساس هستند. چغندرقند وآفتابگردان برعکس، در مراحل بعدی رشد خود متحمل شوری هستند، اما در مرحله جوانه‌زنی به شوری حساس هستند. همچنین میزان حساسیت به شوری در ارقام مختلف گیاهان نیز متفاوت می‌باشد (تدین و امام، 2007).

به طورکلی شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (شهباز و محقق‌دوست، 1996؛ مانس و تستر، 2008). در مرحله رشد رویشی نیز شوری باعث ایجاد اختلال در رشد گیاه و پیری زودرس می‌شود (لین و کائو، 1995؛ کومار و همکاران، 2003). شوری سبب کاهش وزن خشک، تعداد برگ، سطح برگ و طول ساقه در ذرت (سیسک و کاکرلار، 2002؛ صفرنژاد و حمیدی، 2007)، گندم (شهباز و محقق‌دوست، 1996؛ پوسینی و سی و سه مرده، 2001)، جو (تدین و امام، 2007)، برنج (لوتس و همکاران، 1996؛ زنگ و همکاران، 2001)، سورگوم (لاسردا و همکاران، 2001) و کنجد (ماس، 1986) می‌شود. یکی دیگر از اثرات مضر افزایش شوری، افزایش سرعت پیری برگ می‌باشد. پیری برگ در نتیجه کاهش محتوای کلروفیل به علت تنش شوری است (کومار و همکاران، 2003). کایا و همکاران (2002) دریافتند که شوری غلظت کلروفیل را کاهش می‌دهد. لاتز (1996) در آزمایشی روی بوته‌های برنج دریافت که کاهش غلظت کلروفیل در اثر شوری در برگ‌های پیر بیشتر می‌باشد. کومار و همکاران (2003) نیز گزارش کرد که در ارقام مقاوم‌تر، کلروفیل کمتر تجزیه می‌گردد.

در ایران در سال‌های اخیر کشت گیاهان دارویی از جمله سیاه دانه (*Nigella Sativa L.*) مورد توجه قرار گرفته است. سیاه دانه در ایران حدود 8 گونه علفی یک-ساله و چند ساله دارد (امامی و مجنون حسینی، 2007، صفرنژاد و همکاران، 2007). سیاه دانه گیاهی است که به طور طبیعی در نقاط مختلف ایران به ویژه در مراتع و مناطق خشک کشور رشد می‌کند و می‌توان از آن به عنوان گیاهی با ارزش جهت کشت در مناطق خشک کشور یاد کرد. دانه‌های سیاه دانه در طب سنتی ایران از گذشته‌های دور استفاده می‌شده و برای این دانه‌ها خواصی مانند شیرآور، ضد نفخ، مسهل و ضد انگل قایل بوده‌اند (امامی و مجنون حسینی، 2007). گیاه سیاه دانه به کمبود آهن و خاک‌های ضعیف و شور حساس می‌باشد (امامی و مجنون حسینی، 2007).

با توجه به وجود مشکل شوری آب، شوری خاک و یا هر دو در بیشتر مزارع مناطق خشک کشور، این تحقیق با هدف بررسی اثرات تنش شوری آب و شوری خاک به صورت جداگانه و مقایسه آنها بر روی جوانه‌زنی، رشد رویشی و تجمع برخی از عناصر معدنی سیاه دانه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش جوانه‌زنی

به منظور ارزیابی واکنش اجزای جوانه‌زنی (سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک و تجمع یون‌های معدنی) سیاه دانه به تنش شوری، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در سال 1387 در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان اجرا گردید. سطوح شوری به کار برده شده شامل 0، 4، 8، 12 و 16 دسی زیمنس بر متر نمک کلرید سدیم بودند. پس از انتخاب بذرهای هم اندازه، آنها با هیپوکلریت سدیم 10% به مدت 5 تا 10 دقیقه ضدعفونی شده و سپس 3 تا 5 بار با آب مقطر شسته شدند (لین و کائو، 1995). تعداد 50 عدد از این بذرها به هر یک از پتری دیش‌های استریل با قطر 9 سانتی‌متر که حاوی کاغذ واتمن بودند، منتقل گردید. به هر پتری دیش 10 میلی‌لیتر آب مقطر یا محلول کلرید سدیم با هدایت

الکتریکی 4، 8، 12 و 16 دسی‌زیمنس بر متر، بسته به تیمار افزوده شد. پتری‌ها در اتاقک کشت و در دمای 20 درجه سانتی‌گراد به مدت 13 روز قرار داده شدند و تعداد بذور جوانه زده هر روز تا روز سیزدهم مورد شمارش قرار گرفتند. بذرهایی جوانه زده به حساب می‌آیند که طول ریشه‌چه آنها دو میلی‌متر یا بیشتر بود. روز سیزدهم 5 عدد از بذرهای جوانه زده را از ظرف خارج کرده و ساقه‌چه و ریشه‌چه جهت سنجش پارامترهای مورفولوژیکی از یکدیگر جدا شدند.

طول ساقه‌چه از یقه تا جوانه انتهایی و طول ریشه‌چه از یقه تا نوک ریشه اصلی بر حسب سانتی‌متر با خط‌کش اندازه‌گیری می‌شود. وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه بعد از خشک شدن نمونه ها در آون در دمای 70 درجه سانتی-گراد به مدت 48 ساعت، با استفاده از ترازوی دیجیتال دقیق اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک، کل گیاهچه‌های درون هر پتری دیش مورد استفاده قرار گرفتند.

جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر معدنی سدیم و پتاسیم، نمونه‌ها پس از سوزاندن خشک در اسید کلریدریک هضم و سپس با آب مقطر به حجم 100میلی لیتر رسانده شدند و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم اندازه گیری شد (پوسینی و سی و سه مرده، 2001).

درصد جوانه‌زنی از رابطه 1 محاسبه گردید:

$$G = \left(\frac{n}{N}\right) \times 100 \qquad (1)$$

(شهباز و محققدوست، 1996)

که در آن G درصد جوانه‌زنی، n تعداد نهایی بذرهای جوانه‌زده و N تعداد بذرهای کشت شده می‌باشد.

سرعت جوانه‌زنی بر حسب جوانه‌زنی نسبی در روز از رابطه 2 محاسبه گردید:

$$GR = \frac{x_1}{y_1} + \frac{(x_2 - x_1)}{y_2} + \mathbf{K} + \frac{x_n - x_{n-1}}{y_n} \qquad (2)$$

(محمودی و همکاران، 2003)

که در آن GR سرعت جوانه‌زنی، x_1 تا x_n درصد بذرهای جوانه‌زده در شمارش یکم تا n ام و y_n زمان از ابتدای کاشت تا شمارش n ام بر حسب روز است.

آزمایش گلدانی

بذرهای مورد استفاده در این آزمایش پس از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم 10% به مدت 5 تا 10 دقیقه، 3 تا 5 بار با آب مقطر شسته و درون گلدان‌های پلاستیکی که حاوی 2/7 کیلوگرم خاک خشک بودند، در اردیبهشت ماه سال 1387 در گلخانه و در عمق 1/5 سانتی‌متری کشت گردیدند. خاک مورد استفاده لوم شنی با pH معادل 7/4 بود. قبل از کشت، کود سوپر فسفات تریپل به میزان 40 کیلوگرم در هکتار در عمق 15-10 سانتی‌متری با خاک مخلوط گردید. برای تأمین نیتروژن مورد نیاز، کود اوره در دو نوبت، زمان کاشت و گلدهی به نسبت یک دوم و به میزان 80 کیلوگرم در هکتار از طریق آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه شد. تمام ترکیب‌های تیماری حاصل از دو فاکتور روش اعمال شوری در دو سطح (شامل شوری آب و شوری خاک) و غلظت نمک در پنج سطح (شامل 0، 4، 8، 12 و 16 دسی‌زیمنس بر متر (نمک کلرید سدیم و کلسیم با نسبت 5:1)، در مجموع به تعداد 10 تیمار در چهار تکرار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی توزیع شدند. دو نوع شوری آب و شوری خاک به منظور بررسی و مقایسه محدودیت‌های رشدی ناشی از شوری هم‌پتانسیل آب و خاک روی سیاه‌دانه و تعیین دامنهٔ تحمل شوری این گیاه در زمین‌های شور که آب شیرین در اختیار دارند و در مناطق با خاک شیرین با محدودیت دسترسی به آب شیرین بوده است. به منظور جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها دو سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در ته آنها، به عنوان زهکش تعبیه و در کف هر گلدان به ارتفاع 5 سانتی‌متر ماسه ریخته شد. اندازه‌گیری EC آب زهکش برای سنجش میزان شوری تجمع یافته درون خاک گلدان در طی زمان انجام گردید. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، 5 بوته در هر گلدان حفظ و بقیه حذف شدند. اعمال تیمار شوری از طریق آبیاری و با استفاده ازمحلول‌های دارای EC های معین و در مرحله چهار برگی صورت گرفت. در آزمایش شوری خاک بعد از رسیدن به EC مورد نظر، گلدان‌ها تا پایان دوره با آب معمولی آبیاری شدند و در آزمایش شوری آب، در هر آبیاری از محلول‌های با EC معین جهت هر تیمار استفاده گردید. در مرحله گرده افشانی میزان کلروفیل برگ با

استفاده از دستگاه اسپد (Spad) و در پایان دوره رشد طول ساقه از محل طوقه تا زیر گل آذین با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. بعد از برداشت، گیاهان در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت خشک شدند و با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن شدند. جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر معدنی سدیم و پتاسیم نمونه‌ها پس از روش ذکر شده در آزمایش اول استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از نرم افزار MSTATC و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح 5% انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش جوانه‌زنی

از آنجا که جوانه‌زنی غیر همزمان و در مدت طولانی‌تر، احتمال حمله بیماری‌های خاک‌زی به بذر و گیاهچه را افزایش و بنابراین سبب کاهش استقرار کامل گیاهچه می‌گردد، می‌بایست افزون بر درصد جوانه‌زنی، به سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نیز توجه ویژه‌ای نمود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سرعت جوانه‌زنی و درصد نهایی جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت نمک قرار گرفتند (جدول 1) و با افزایش شوری هر دو صفت روند کاهشی را نشان دادند (جدول 2).

کمترین کاهش سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار 4 دسی‌زیمنس بر متر بود که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین مقدار کاهش سرعت جوانه‌زنی به تیمار 16 دسی‌زیمنس بر متر تعلق داشت که نسبت به شاهد 77/2% کاهش نشان داد (جدول 2). کاهش درصد نهایی جوانه‌زنی (38% نسبت به شاهد) تنها در غلظت 16 دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار بوده و هیچ تفاوتی بین چهار غلظت دیگر مشاهده نشد (جدول 2). بنابراین بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان چنین استنباط نمود که درصد نهایی جوانه‌زنی یکی از مقاوم‌ترین و سرعت جوانه‌زنی یکی از حساس‌ترین اجزای جوانه‌زنی گیاه سیاه‌دانه در شرایط تنش شوری می‌باشد. یکی از مکانیسم‌های اثر شوری بر جوانه‌زنی، سمیت یون‌هایی همچون سدیم و کلر و بر هم زدن تعادل یونی از جمله نسبت پتاسیم به سدیم می‌باشد (تدین و امام، 2007).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد غلظت یون‌های معدنی پتاسیم، سدیم و نسبت پتاسیم به سدیم نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت نمک قرار گرفتند (جدول 1). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت نمک به سطح 4 دسی‌زیمنس بر متر غلظت یون پتاسیم به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش می‌یابد. اگر چه با افزایش غلظت نمک به 8 دسی‌زیمنس بر متر، کاهش در غلظت یون پتاسیم مشاهده شد اما این غلظت یونی باز هم بیشتراز تیمار شاهد بود (جدول 2). با افزایش تنش شوری به غلظت‌های بالاتر (12 و 16 دسی‌زیمنس بر متر) کاهش معنی‌داری در غلظت یون پتاسیم مشاهده گردید. به عبارتی این گیاه سعی نموده است با افزایش تجمع پتاسیم در برابر اثرات مضر تنش شوری مقاومت کند. اما با افزایش بیشتر غلظت نمک در محیط نتوانسته این مکانیسم را حفظ نماید.

مقایسه میانگین غلظت سدیم در سطوح مختلف شوری حاکی از افزایش معنی‌دار 7/7 برابری یون سدیم در گیاهچه‌های تحت تنش شوری 16 دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد بود (جدول 2). همچنین مقایسه میانگین نسبت یون پتاسیم به سدیم نشان داد با افزایش غلظت نمک این نسبت در گیاهچه‌ها کاهش یافت و حتی در تیمارهای 4 و 8 دسی‌زیمنس بر متر افزایش غلظت پتاسیم نتوانست افزایش غلظت سدیم در این تیمارها را جبران نماید و این نسبت در همه تیمارها کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول 2). به عبارت دیگر بیشترین مقدار این نسبت در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار 16 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. علت این امر کاهش جذب پتاسیم در اثر رقابت با یون سدیم در محیط و افزایش غلظت یون سدیم در گیاه به دنبال افزایش غلظت این یون در محیط می‌باشد. یک اثر مهم افزایش شوری کاهش رشد رویشی می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که طول ساقه چه به طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت نمک قرار دارد ($p<0/01$). مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که با افزایش شوری به بالاترین سطح (16دسی‌زیمنس بر متر) کاهش معنی‌دار 52/2% در طول ساقه چه نسبت به تیمار شاهد مشاهده

می‌شود. همچنین نتایج حاکی از معنی‌دار بودن اثر غلظت نمک بر طول ریشه چه است.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش شوری به 8 دسی‌زیمنس بر متر طول ریشه‌چه به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که با افزایش غلظت نمک تا سطح 16 دسی‌زیمنس بر متر طول ریشه چه کاهش 50% را در مقایسه با شاهد نشان داد. از آن جا که شوری به روش افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش جذب آب و همچنین از طریق اثرات سمی یون‌هایی همچون سدیم و کلر جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کاهش شاخص-های جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش میزان و سرعت جذب اولیه آب و همچنین تأثیر منفی پتاسیل‌های اسمزی کم و سمیت یون‌ها بر فرایندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک (هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذر) و آنابولیک (ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرلیز شده) و یا اختلال در جذب یون‌های مفید و یا هر سه در مرحله اول جوانه‌زنی نسبت داد (تدین و امام، 2007؛ صفرنژاد و حمیدی، 2007). جهت تشخیص تأثیر احتمالی تنش اسمزی ناشی از شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی لازم است آزمایش جوانه‌زنی با تیمارهای هم پتانسیل شوری بر این گیاه انجام شود. وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفتند (جدول 1).

با افزایش شوری از 0 به 4 و 8 دسی‌زیمنس بر متر وزن خشک ساقه چه (مشابه طول ساقه چه) به طور غیر معنی‌داری افزایش پیدا کرد (جدول 2)، این امر می‌تواند به علت افزایش غلظت یون پتاسیم در گیاهچه و در نتیجه افزایش طول ساقه‌چه که همراه با افزایش وزن خشک ساقه‌چه است، باشد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن خشک و طول ساقه‌چه با پتاسیم می‌تواند تأییدی بر این مطلب باشد (جدول 3). اما وزن خشک ریشه‌چه با افزایش شوری به 4 دسی‌زیمنس بر متر به طور معنی‌داری کاهش یافت که نشان دهنده حساسیت بیشتر ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه در برابر افزایش شوری می‌باشد. وجود همبستگی منفی و معنی‌دار وزن خشک ریشه‌چه با غلظت یون سدیم می‌تواند نشان دهنده اثرات منفی تجمع یون سدیم بر وزن خشک ریشه چه در گیاهچه باشد (جدول 3).

جدول 1. تجزیه واریانس صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، غلظت سدیم، غلظت پتاسیم، نسبت پتاسیم به سدیم، طول ساقه‌چه (میلی‌متر)، طول ریشه‌چه (mm)، وزن خشک ساقه‌چه (gr) و وزن خشک ریشه‌چه (gr)

	میانگین مربعات								
	درصدنهایی جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	غلظت سدیم	غلظت پتاسیم	نسبت پتاسیم به سدیم	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن‌خشک ساقه‌چه	وزن‌خشک ریشه‌چه
غلظت‌نمک	1/10**	12/84**	8/59**	0/48**	2/07**	356/7**	13/1**	6/58**	5/06**
خطا	0/20	0/21	0/40	0/005	0/0001	31/43	2/57	0/35	0/35

*معنی‌دار در سطح 5% ، ** معنی‌دار در سطح 1% و ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول 2. مقایسه میانگین صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، غلظت سدیم (%)، غلظت پتاسیم(%)، نسبت پتاسیم به سدیم، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه (mm)، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه (gr)

غلظت‌نمک (dS/m)	درصدنهایی جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	غلظت سدیم	غلظت پتاسیم	نسبت‌پتاسیم به‌سدیم	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن‌خشک ساقه‌چه	وزن‌خشک ریشه‌چه
0	0/88a	5/93a	0/64d	1/35b	2/13a	29/70a	10/10a	2/78a	3/49a
4	0/86a	5/35a	3/18c	1/54a	0/48b	32/36a	8/1ab	3/60a	2/17b
8	0/84a	4/35b	4/17b	1/46ab	0/35c	37/92a	7/32bc	2/84a	1/95b
12	0/78a	3/55c	4/45b	1/03c	0/23d	35/05a	7/29bc	1/37b	1/24bc
16	0/50b	1/35d	4/84a	0/57d	0/12e	14/20b	5/05c	0/42c	0/48c

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

جدول3. ضرایب همبستگی بین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، غلظت سدیم، غلظت پتاسیم، نسبت پتاسیم به سدیم، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه در شوری‌های مختلف

	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن‌خشک ساقه‌چه	وزن‌خشک ریشه‌چه	پتاسیم	سدیم
سرعت‌جوانه‌زنی	0/85**							
طول ساقه‌چه	0/85**	0/71**						
طول ریشه چه	0/25	0/47*	0/11					
وزن خشک‌ساقه‌چه	0/66**	0/84**	0/67**	0/33				
وزن خشک‌ریشه‌چه	0/65**	0/87**	0/43	0/56**	0/75**			
پتاسیم	0/81**	0/89**	0/81**	0/39	0/89**	0/65**		
سدیم	-0/47	-0/76**	-0/22	-0/67*	-0/52*	-0/84**	-0/49	
پتاسیم/ سدیم	0/42	0/67**	0/14	0/65**	0/36	0/81**	0/37	-0/9*

*معنی‌دار در سطح 5% ، ** معنی‌دار در سطح 1%

در نهایت با افزایش شوری به 16 دسی‌زیمنس بر متر هر دو صفت وزن خشک ساقه چه و ریشه چه به ترتیب 88/3% و 86/2% نسبت به تیمار شاهد کاهش یافتند. با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن خشک ساقه چه با طول ساقه چه و وزن خشک ریشه چه با طول ریشه چه، می‌توان کاهش وزن خشک را به کاهش رشد و تقسیم سلولی در گیاهچه تحت شرایط تنش نسبت داد.

آزمایش گلدانی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که طول ساقه به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع شوری و سطوح شوری قرار دارد (جدول 4). اما اثر متقابل نوع شوری وسطوح شوری این صفت را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار نداد (جدول 4). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد اثر شوری آب بر طول ساقه بیشتر از اثر شوری خاک بود و میانگین طول ساقه کمتری در این تیمار حاصل شد (جدول 5). با توجه به ضریب آبشویی در خاک‌های لومی (0/33) در صورت بالا بودن EC آب آبیاری میزان شوری خاک 1/5 برابر EC آب آبیاری خواهد شد (پوسینی و سی و سه مرده، 2001). بنابراین اثرات آب شور مخرب‌تر از خاک شور خواهد بود. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش شوری به 4 دسی‌زیمنس برمتر، کاهش معنی‌داری در طول ساقه مشاهده شد. این کاهش با افزایش شوری روند صعودی طی نمود و در سطح 16 دسی زیمنس بر متر کاهش 44/77% در طول ساقه نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول 6). کاهش طول ساقه در اثر شوری در گیاهان مختلفی مانند ذرت (سیسک و کاکرلار، 2002)، سورگوم (لاسردا و همکاران، 2001)، جو (تدین و امام، 2007) و گندم (پوسینی و سی و سه مرده، 2001) گزارش شده است. شوری از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک منجر به کاهش جذب آب و در نتیجه کاهش تقسیم، طویل شدن و تمایز سلولی و در نتیجه کاهش طول ساقه می‌گردد (کومار و همکاران، 2003). اما اثر متقابل نوع شوری وسطوح شوری بر تعداد برگ معنی‌دار بود. به گونه‌ای که در هر دو نوع شوری، با افزایش سطح شوری تعداد برگ کاهش یافت. اما اثر تخریبی آب شور در کلیه سطوح شوری بیشتر از اثر خاک شور بود. با افزایش شوری به 16 دسی‌زیمنس بر متر، خاک شور 59/5% و آب شور 66/2% کاهش نسبت به تیمار شاهد را نشان دادند (جدول 7).

وزن خشک به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف شوری آب و خاک قرار گرفت (جدول 4). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اولین کاهش معنی‌دار در وزن خشک با افزایش شوری به 12 دسی‌زیمنس بر متر صورت گرفته است و این کاهش همچنان با افزایش شوری ادامه داشت. به طوری که با افزایش شوری به 16 دسی‌زیمنس بر متر 48/27% کاهش در ماده خشک مشاهده گردید (جدول 3). کاهش وزن خشک اندام هوایی با افزایش شوری در اسفناج (کایا و همکاران، 2001)، توت فرنگی (کایا و همکاران، 2002) نیز گزارش شده است. با

توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن خشک با تعداد برگ و طول ساقه (جدول8) و کاهش این صفات با افزایش شوری، به نظر می‌رسد کاهش وزن خشک امری طبیعی باشد.

یکی از دلایل کاهش تجمع ماده خشک در گیاه تحت تنش شوری، کاهش غلظت کلروفیل و در نتیجه کاهش ساخت مواد فتوسنتزی لازم جهت رشد می‌باشد. نتایج نشان داد که کلروفیل به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع شوری و سطوح شوری قرار دارد (جدول 4). اثر تخریبی آب شور بر کلروفیل بیشتر از اثر تخریبی خاک شور بود (جدول 5) و با افزایش شوری به 4 دسی‌زیمنس بر متر اولین کاهش معنی‌دار در میزان کلروفیل مشاهده گردید. این روند نزولی میزان کلروفیل تا افزایش شوری به 16 دسی‌زیمنس بر متر ادامه یافت و در این تیمار 46/14% کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول 6). اما اثر متقابل نوع شوری وسطوح شوری بر میزان کلروفیل برگ معنی‌دار بود. به گونه‌ای که در هر دو نوع شوری، با افزایش سطح شوری تعداد برگ کاهش یافت. اما اثر تخریبی آب شور در تمامی سطوح شوری بیشتر از اثر خاک شور بود و با افزایش شوری به 16 دسی زیمنس بر متر خاک شور سبب 34/02% و آب شور سبب 58/3% کاهش نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول 7).

یکی از اثرات مهم افزایش شوری افزایش سرعت پیری برگ می‌باشد و عامل اصلی که باعث پیری برگ می‌شود، کاهش محتوای کلروفیل تحت تنش شوری است، که احتمالاً به دلیل سست شدن اتصال کلروفیل با پروتئین‌های کلروپلاستی در اثر افزایش غلظت یون‌های سمی سدیم و کلر تحت تنش شوری می‌باشد. وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین یون سدیم با میزان کلروفیل برگ تأییدی بر این مطلب می‌باشد (جدول 8).

سایر پژوهشگران تغییر متابولیسم نیتروژن در ساخت ترکیب‌هایی نظیر پرولین (ماس و همکاران، 1990) که برای تنظیم اسمزی به کار می‌رود و همچنین کاهش ضخامت غشای تیلاکوئید، تخریب کلروپلاست‌ها، تورم گراناها و تیغه‌های گرانایی را علت کاهش کلروفیل می‌دانند (ماس، 1986). کاهش غلظت کلروفیل که از عوامل مهم تأثیرگذار در ظرفیت فتوسنتزی می‌باشد، با افزایش درجه شوری موجب ناکارآمدی برگ‌ها در انجام فتوسنتز و شدید شدن آسیب‌های تنش شد. بنابراین شوری نه تنها از طریق کاهش تعداد برگ سبب کاهش ظرفیت کل فتوسنتزی در گیاهان گردید بلکه از طریق کاهش میزان کلروفیل در برگ‌ها سبب اختلال در ساخت مواد فتوسنتزی جهت رشد گیاه گردید و وزن خشک گیاه تحت تأثیر شوری همراه با کاهش تعداد برگ و میزان کلروفیل برگ‌ها کاهش یافت. همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن خشک با میزان کلروفیل نیز نشان می‌دهد شاخص ماده خشک و غلظت کلروفیل در ارتباط با یکدیگر می‌باشند. در واقع با کاهش غلظت کلروفیل قدرت گیاه برای تولید ماده خشک کاهش می‌یابد. یکی از دلایل تخریب کلروفیل و کاهش رشد رویشی، تجمع یون‌های سمی سدیم و کلر در گیاه می‌باشد. نتایج نشان داد سدیم برگ و خاک تحت تأثیر نوع شوری و سطوح شوری قرار دارند (جدول 4).

جدول 4. تجزیه واریانس صفات طول ساقه، تعداد برگ، وزن خشک، کلروفیل، سدیم برگ، پتاسیم برگ، سدیم خاک،پتاسیم به سدیم برگ

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		طول ساقه	تعداد برگ	ماده خشک	کلروفیل	سدیم برگ	پتاسیم برگ	سدیم خاک	پتاسیم به سدیم برگ
نوع شوری	1	6/28**	17/2 **	0/0002ns	126/27**	0/002**	0/00004ns	13/57**	0/31**
شوری	4	139/34**	88/8 **	0/005*	170/6**	0/0026**	0/002**	5/13**	2/98**
نوع شوری و شوری	4	0/93ns	2/30*	0/000002ns	18/17**	0/0002 ns	0/0001ns	1/5**	0/09*
خطا	30	0/5	0/75	0/0009	4/32	0/0001	0/00009	0/09	0/03

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح 5%، معنی‌دار در سطح 1% و غیر معنی‌دار

جدول 5. مقایسه میانگین صفات طول ساقه (cm)، تعداد برگ، وزن خشک (gr)، کلروفیل، سدیم برگ (%)، پتاسیم برگ (%)، سدیم خاک (%)،پتاسیم به سدیم برگ در انواع شوری

نوع شوری	میانگین صفات							
	طول ساقه	تعداد برگ	وزن خشک	کلروفیل	سدیم برگ	پتاسیم برگ	سدیم خاک	نسبت پتاسیم به سدیم
شوری خاک	19/53a	10/10a	0/095a	20/73a	0/06b	0/06a	0/8 b	1/26a
شوری آب	18/73b	8/7b	0/096a	17/1b	0/08a	0/07a	1/97a	1/06b

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

جدول6. مقایسه میانگین صفات طول ساقه (cm)،تعداد برگ، وزن خشک (gr)، شاخص کلروفیل (Spad)، سدیم برگ (%)، پتاسیم برگ (%)، سدیم خاک (%)، پتاسیم به سدیم برگ و خاک در سطوح مختلف شوری

سطوح شوری (dS/m)	میانگین صفات							
	پتاسیم به سدیم برگ	سدیم خاک	پتاسیم برگ	سدیم برگ	کلروفیل	وزن خشک	تعداد برگ	طول ساقه
0	25/06a	14/06a	0/12a	25/66a	0/04c	0/096a	0/43e	2/29a
4	20/41b	10/88b	0/12a	21/01b	0/06b	0/074b	0/77d	1/33b
8	19/42c	9/41c	0/10a	18/41c	0/07b	0/067bc	1/42c	1/02c
12	16/92d	7/66 d	0/08b	15/88d	0/08a	0/058cd	1/99b	0/69d
16	13/84e	5/22 e	0/06c	13/82d	0/09a	0/048d	2/34a	0/49d

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

تجمع سدیم در برگ سیاه دانه و خاک تحت تأثیر آب شور بیشتر از میزان تجمع آن در شرایط خاک شور است (جدول5).

همچنین با افزایش شوری به 4 دسی‌زیمنس بر متر افزایش معنی‌داری در میزان تجمع یون سدیم مشاهده گردید (جدول 6). در تیمار 16 دسی‌زیمنس بر متر، میزان سدیم برگ و خاک به ترتیب 2/2 و 2/01 برابر تیمار شاهد بود. همبستگی منفی و معنی‌دار میزان یون سدیم با طول ساقه، تعداد برگ، وزن خشک و میزان کلروفیل نشان می‌دهد علت کاهش این صفات تحت تنش شوری افزایش غلظت یون سدیم در محیط ریشه و پیرو آن در اندام هوایی می‌باشد. میزان پتاسیم برگ تنها تحت تأثیر سطوح شوری قرار گرفت و با افزایش شوری به 4 دسی‌زیمنس بر متر میزان پتاسیم برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت و با افزایش به 16 دسی‌زیمنس بر متر ، 50% کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید. همچنین نتایج نشان داد نسبت یون پتاسیم به سدیم به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع شوری، سطوح شوری و اثر متقابل نوع شوری و سطوح شوری قرار دارد. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد با افزایش شوری در هر دو نوع شوری این نسبت کاهش می‌یابد ولی در تمامی سطوح شوری، کمترین مقدار این نسبت به تیمار آب شور تعلق داشت.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده می توان اظهار داشت که گیاه سیاه دانه در مرحله جوانه‌زنی می‌تواند تا شوری 12 دسی‌زیمنس را بدون کاهش در درصد جوانه‌زنی تحمل نماید، اگرچه با تأخیر در جوانه‌زنی روبرو خواهد شد. از نظر رشد نیز مقاومت ساقه‌چه بیشتر بوده و به ترتیب تا غلظت‌های 8 و 12 دسی‌زیمنس کاهش معنی-داری در وزن خشک و طول ساقه‌چه نشان نخواهد داد. علت این امر احتمالاً وجود مکانیسم تجمع یون‌های پتاسیم در اندام گیاهی می‌باشد. اما در مرحله رشد رویشی با توجه به کاهش بیشتر صفات رویشی با افزایش میزان شوری به 4 دسی‌زیمنس بر متر، نشان دهندهٔ این است که گیاه سیاه‌دانه در زمره گیاهان حساس به شوری می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد اثرات آب شور نسبت به خاک شور بسیار مخرب‌تر می‌باشد. با توجه به ضریب آبشویی در خاک‌های لومی (0/33) در صورت بالا بودن EC آب آبیاری میزان شوری خاک 1/5 برابر EC آب آبیاری خواهد شد (پوسینی و سی و سه مرده، 2001؛ پریدا و داس، 2005) و بنابراین اثرات آب شور مخرب‌تر از خاک شور خواهد بود.

تشکر و قدردانی

هزینه اجرای این پژوهش از محل پژوهانه نویسنده و از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان تأمین شده و نویسنده بدین وسیله سپاس و قدردانی خود را اعلام می‌دارد.

جدول 7. مقایسه میانگین صفات طول ساقه (cm)، تعداد برگ، وزن خشک (gr)، شاخص کلروفیل (Spad)، سدیم برگ(%)، پتاسیم برگ(%)، سدیم خاک (%)، پتاسیم به سدیم برگ و خاک در انواع و سطوح مختلف شوری

سطوح شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	روش شوری	میانگین صفات				
		تعداد برگ	کلروفیل	سدیم خاک	پتاسیم خاک	پتاسیم به سدیم برگ
0	خاک	14a	25/6a	۰/۴۳f	۰/۰۵۴e	۲/۲a
	آب	13/9a	25/6a	۰/۴۳f	۰/۰۵۴e	۲/۲a
4	خاک	11/4b	21/4b	۰/۴۹f	۰/۰۶۱e	۱/۵۶b
	آب	11/3b	20 b	۱/۰۴de	۰/۰۷de	۱/۱c
8	خاک	10/8b	20/4b	۰/۷۶ef	۰/۰۷de	۱/۲۵c
	آب	7/9cd	16/3c	۲/۰۷c	۰/۱۰bc	۰/۷۸d
12	خاک	8/4c	19/1bc	۱/۰۵de	۰/۰۹cd	۰/۷۶de
	آب	6/7de	12/6d	۲/۹۲b	۰/۱۲ab	۰/۶۲def
16	خاک	5/6ef	16/9c	۱/۲۹d	۰/۰۸cd	۰/۴۷f
	آب	4/7f	10/7d	۳/۴۰a	۰/۱۳a	۰/۵۲ef

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

جدول8. همبستگی صفات طول ساقه (سانتی‌متر)، تعداد برگ، وزن خشک (گرم)، کلروفیل، سدیم برگ (%)، پتاسیم برگ (%)، سدیم خاک (%)، پتاسیم به سدیم برگ

	طول ساقه	تعداد برگ	وزن خشک	کلروفیل	سدیم برگ	پتاسیم برگ	سدیم خاک	پتاسیم خاک	پتاسیم به سدیم برگ
تعداد برگ	0/94**								
وزن خشک	0/57**	0/59**							
کلروفیل	0/82**	0/86**	0/44*						
سدیم برگ	-0/84**	-0/86**	-0/47**	-0/90**					
پتاسیم برگ	0/86**	0/85**	0/39*	0/66*	-0/55*				
سدیم خاک	-0/73**	-0/78**	-0/41**	-0/87**	0/81**	-0/53**			
پتاسیم خاک	-0/77**	-0/81**	-0/43**	-0/85**	0/81**	-0/65**	0/94**		
پتاسیم به سدیم برگ	0/93**	0/94**	0/47**	0/85**	0/84	0/86**	-0/68**	-0/76**	
پتاسیم به‌سدیم خاک	0/76**	0/78**	0/23	0/84**	-0/81*	0/62**	-0/87**	-0/82**	0/76**

*معنی‌دار در سطح 5% و ** معنی‌دار در سطح 1%

References

Cicek, N. & Cakirlar, H., 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars, Journal of Plant Physiology, 28: 66-74.

Emami, S. & Majnon Hoseini, N., 2007. Cultivation and production of certain herbs and species, University of Tehran press, (in Farsi).

Kamkar, B., Kafi, M. & Nassiri Mahallati, M., 2004. Determination of the most sensitive developmental period of wheat (*Triticum aestivum*) to salt stress to optimize saline water utilization. 4th International Crop Science Congress (1-6), (in Farsi).

Kaya, C., Higges, D. & Kirnak, H., 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach, Journal of Plant Physiology, 27(3-4): 47-59.

Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D. & Satali, K., 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high salinity (NaCl). Scientia Horticulturae, 93: 65-74.

Kummar, S., Matta Reddy G. & Sudhakar C., 2003. NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genitypes of mulberry with contrasting salt tolerance, Plant Science, 165: 1245-1251.

Lacerda, C. F. D., Cambraia, J., Oliva M., Ruiz, H. A. & Prisco, J. T., 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress, Environmental and Experimental Botany, 49:107-120.

Lin, C. & Kao, C. H., 1995. NaCl stress in rice seedlings: Starch mobilization and the influence of gibberllic acid on seedling growth, Botanical Bulletin Academia Sinica, 36: 169-173.

Lutts, S., Kinet, J. M. & Bouharmont, J., 1996. NaCl induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa*) cultivars differing in salinity resistance, Annals of Botany, 78:389-398.

Mahmood, S., Iram, S. & Athar, H. R., 2003. Intra- specific variability in sesame (*sesamum indicum*) for various quantitive and qualitive attributes under differential salt regimes. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan, 14(2): 177-186, (in Farsi).

Mass, E. V., 1986. Crop tolerance to saline soil and water, US Pak Biosaline Research Workshop, Karachi, Pakistan.

Mass, E. V. & Grive, E. M., 1990. Spike and leaf development in salt stressed corn, Crop Science, 30: 1309-1313.

Munns, R. & Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance, Annuls Reviews in Plant Biology, 59: 651-681.

Parida, A. K. & Das, A. B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review, Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.

Poustini, K. & Ciocemardeh, A., 2001. Na^+/ K^+ Ratio and ion selectivity in response to salt stress in wheat. Iranian Journal of Aric. Science, 32 (3): 525-532, (in Farsi).

Safarnezhad, A., Sadr, S. V. & Hamidi, H., 2007. Effect of salinity stress on morphological characters of *Nigella sativa*, Jurnal of Rangeland and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15(27): 75-84, (in Farsi).

Safarnezhad, A. & Hamidi, H., 2008. Study of morphological characters of *Foeniculum vulgar* under salt stress, Jurnal of Rangeland and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16(31): 125-140, (in Farsi).

Shahbazi, M. & Mohagheghdost, Z., (1996). Effect of NaCl on growth accumulates of organic and mineral composition in Wheat. Iranian Journal of Agriculture Sciences, 27 (4): 70-78, (in Farsi).

Tadaiion, M. & Emam, Y., 2007. Physiological and morphological response of two barley varieties to salinity stress, Journal of Agriculture Science and Natural Resources, 15 (1): 253-262, (in Farsi).

Zeng, L., Shannon, M. C. & Lesch, S. M., 2001. Timing of salinity stress affects rice growth and yield components. Agricultural Water Management, 48: 191-206.

Arid Biom Scientific and Research Journal
Vol. 1 No. 2 2011

Effects of salt stress on germination, growth and ion contents of Cumin (*Nigella sativa* L.)

1- A. Rahimi, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural College, Rafsanjan Vali-e-Asr University, Rafsanjan, I. R. Iran
rahimiasg@gmail.com
2- M. Shamsodin Saeed, MSc. in Agronomy, Shahid Bahonar University of Kerman, I. R. Iran
3- F. Etemadi, MSc. in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural College, Rafsanjan Vali-e-Asr University, Rafsanjan, I. R. Iran

Received: 12 Oct 2010
Accepted: 9 Mar 2011

Abstract

The general responses of black cumin (*Nigella sativa*) in germination and growth stages to salt stress have been investigated in two-separated experiment. Laboratory experiment was conducted in Random Completely Design (RCD) with four replications. Laboratory experiment was investigated response of black cumin to different salinity levels during germination. Germinating seeds treated with aqueous solutions of 4, 8, 12 and 16 $ds.m^{-1}$ NaCl with distilled water as control. In greenhouse experiment, treatments completely randomized in factorial experiments with three replications. The treatments were two kinds of salinity stress supply (water base and soil base salinity) and five levels of salinity including 4, 8, 12 and 16 $ds.m^{-1}$ NaCl with distilled water as control. Results show that germination percentage, germination rate, root and shoot length, root and shoot weight, total dry weight, chlorophyll content and K^+ and Na^+ concentration were significantly affected by salinity stress. Except K^+ and Na^+ concentration in germination experiment, all of mentioned traits were significantly decreased with increasing salinity. The highest salt concentrations caused a decrease in all traits compared with control except Na^+ concentration in all treatment. The rate of germination was decreased with increasing salt concentration and all treatments of NaCl were inhibitory to root and shoot elongation of seedlings in compare to the distilled water controls. In greenhouse experiment, salinity by water was more destroyer than soil salinity. It seems that black cumin can be tolerated salinity up to 12 $ds.m^{-1}$, probably because of K^+ accumulation in shoot at germination stage, while in growth stage cannot tolerate salinity over four $ds.m^{-1}$. It seems that black cumin is relatively more tolerant in germination stage to salinity compared to growth stage. It is therefore important to consider salinity response of black cumin at different stages of its growth when selecting for crop tolerance.

Keywords: Black cumin, Germination, Growth stages, Salinity.