بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) تحت تنش شوری

سید اسماعیل موسوی[۱]، حشمت امیدی[۲*]

[۱]کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[۲]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۲۸

چکیده

به منظور ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی ژنوتیپ‌های کینوا تحت تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه شاهد اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو ژنوتیپ (تی‌تی‌کاکا و ردکارینا) و چهار سطح شوری (صفر، ۳، ٦ و ۹ دسی‌زیمنس برمتر سدیم‌کلرید) بودند. افزایش شوری تا ۳ دسی‌زیمنس برمتر، درصد جوانه‌زنی را به میزان ۱۷ درصد افزایش داد و با بالارفتن غلظت شوری، این شاخص کاهش یافت. شوری باعث افزایش مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی ۹۰ درصد بذرها، کاهش طول گیاهچه و کاهش تعداد گیاهچه نرمال گردید. اثر ژنوتیپ نیز بر میزان تغییرات این شاخص‌ها متفاوت بود، به‌طوری که میانگین مربوط به درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه در ژنوتیپ تی‌تی کاکا نسبت به ردکارینا بالاتر بود و زمان لازم برای جوانه‌زنی ۲۵، ۵۰ و ۹۰ درصد بذرها نیز در ژنوتیپ تی‌تی کاکا پایین‌تر از ژنوتیپ ردکارینا بود که نشان دهنده کم بودن زمان جوانه‌زنی در ژنوتیپ تی‌تی کاکا بود. اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی معنی‌دار بود و در بالاترین سطح شوری میانگین این شاخص در ژنوتیپ ردکارینا نسبت به ژنوتیپ تی‌تی کاکا ۳۱ درصد افزایش نشان داد که نشان از دیر جوانه‌زدن ژنوتیپ ردکارینا نسبت به تی‌تی کاکا در تنش شوری بوده است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت ژنوتیپ ردکارینا در این آزمایش نسبت به ژنوتیپ تی‌تی کاکا ضعیف‌تر عمل نموده و نسبت به شوری حساس‌تر است.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، جوانه‌زنی، ردکارینا، شوری.

مقدمه

کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* Willd. گیاهی یک ساله و از خانواده اسفناجیان می‌باشد. این گیاه بومی آمریکای جنوبی بوده که در قرن بیستم به اروپا، آمریکای شمالی، آفریقا و آسیا معرفی گردید (Oyoo et al., 2010). دانه‌های این گیاه دارای ارزش غذایی بالایی مانند محتوای بالای پروتئین با ترکیبات آمینواسیدی متعادل شده، انواع زیادی از ویتامین‌ها، عناصر معدنی و فلاونوئیدهای متنوع می‌باشد (Yao et al., 2014). این گیاه نسبت به تنش‌های محیطی مقاوم بوده و می‌تواند یک عامل مهمی برای توسعه پایدار اکوسیستم کشاورزی باشد (Gonzalez et al., 2009). دانه‌ها به‌صورت مسطح و گاهی بیضی شکل هستند که رنگ آن‌ها زرد کم‌رنگ بوده و تغییرات رنگ می‌تواند در دانه صورتی، سیاه و سفید نیز باشد. ارزش این گیاه آنقدر مهم هست که سازمان خواروبار جهانی سال ۲۰۱۳ را

*نویسنده مسئول: omidi@shahed.ac.ir

به‌عنوان سال کینوا نامگذاری کرده بود. این گیاه به‌عنوان یک گیاه جدید در کشورهای مختلفی مانند اروپا، آمریکای شمالی، آفریقا، پاکستان، چین و هند با موفقیت کشت شده است (FAO, 2014).

گیاهان از زمان قرار گرفتن بذر آن‌ها در خاک تا اتمام همه مراحل رشدی خود با تنش‌های محیطی مختلفی مواجه هستند که تولید را با محدودیت مواجه می‌سازد، یکی از این تنش‌ها، تنش شوری می‌باشد. شوری خاک یا آب از عمده تنش‌های محیطی می‌باشد و در مناطق خشک و نیمه‌خشک بیشتر شایع است. همچنین درزمین‌های آبی نیز شور شدن رخ می‌دهد و دلایل این رخداد نیز می‌تواند مدیریت نامناسب آبیاری و زهکشی، بارش کم، تبخیر زیاد و آبیاری با آب شور باشد (Munns and Tester, 2008). جوانه‌زنی و رشد گیاه دو مرحله‌ی بحرانی برای استقرار گیاه می‌باشند (Hubbard et al., 2012) و این مراحل حساسیت زیادی به تنش‌های غیرزنده دارند (Kader and Jutzi, 2004)، زیرا این مرحله برای تعیین تراکم بوته در واحد سطح اهمیت زیادی دارد وتراکم کافی در مزرعه زمانی‌حاصل می‌گردد که بذرهای کشت‌شده به‌طور کامل و یکنواخت و سریع‌تر جوانه بزنند، بنابراین مرحله جوانه‌زنی بذر، مرحله حساس و مهمی است که با استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در فرآیند تولید نقش مهمی را دارد. اگرچه تنش شوری در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند رخ دهد اما با توجه به این که استقرار اولیه گیاه در عملکرد نهایی تاثیر زیادی دارد، تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای برای گیاه می‌تواند بسیار مضر باشد (Rauf et al., 2007). تنش شوری با تاثیر بر چند مکانیسم مهم گیاهی مانند فتوسنتز، تنظیم فشار اسمزی و فعالیت آنزیم‌ها، رشد گیاه را کاهش می‌دهد (Ashraf, 2001). کینوا در برابر تنش‌های غیرزنده‌ای مانند سرما، شوری و خشکی مقاومت زیادی دارد و در خاک‌های حاشیه‌ای به‌خوبی رشد می‌کند (Jacobsen et al., 2009). تنوع بالای کینوا به تنش شوری و خشکی موجب شده است که این گیاه سازگاری وسیعی به شرایط مختلف اقلیمی داشته باشد (Bhargava et al., 2007). طالب‌نژاد و سپاس‌خواه (Talebnejad et al., 2015) در گزارشی بیان نمودند که کینوا در شوری آب ٤٠ دسی زیمنس بر متر نیز می‌تواند مراحل رشد فنولوژی خود را طی کرده و محصول دانه‌ای را برابر ۰/۳۵ مگاگرم بر هکتار تولید کند که از ویژگی‌های منحصر به‌فرد این گیاه است. در آزمایشی که اثر شوری بر روی کینوا رقم Titicaca انجام شده بود، گزارش شد که این رقم به خوبی با شرایط تنش شوری سازگار شده است (Jacobsen et al., 2010).

از آنجایی که شوری رشد گیاه به‌خصوص مرحله جوانه‌زنی را با محدودیت مواجه می‌کند و اثر شوری در گیاهان مختلف و همچنین ارقام مختلف یک گیاه نیز می‌تواند متفاوت باشد، این آزمایش با هدف بررسی اثر ژنوتیپ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاه کینوا تحت تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاه کینوا تحت تنش شوری، آزمایشی در سال ۱۳۹۷ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دانشگاه شاهد اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو ژنوتیپ (تی‌تی‌کاکا و ردکارینا) و چهار سطح شوری (صفر، ۳، ٦ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر سدیم‌کلرید) بودند. ژنوتیپ‌ها از موسسه اصلاح نهال و بذر تهیه و چون تحمل به تنش این دو ژنوتیپ نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر بالا هست، انتخاب شدند. بذرها ابتدا با هیپوکلریت‌سدیم ۰/۵ درصد به مدت چهار دقیقه ضدعفونی شدند. پس از انجام این فرآیند، بذرها به تعداد ۵۰ عدد در پتری‌دیش روی کاغذ صافی قرار داده شدند. تنش شوری با چهار غلظت شوری به میزان ۵ سی‌سی در هر پتری دیش اعمال شد. پتری‌دیش‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و در

پایان هر ۲٤ ساعت بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند. با ثابت شدن جوانه‌زنی، صفات مورد مطالعه اندازه‌گیری شدند. بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها از ۲ میلی‌متر بیشتر بود. پس از اتمام شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده، تعداد گیاهچه‌های نرمال شمارش و از هر پتری‌دیش بیست عدد گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه با استفاده از خط‌کش مدرج اندازه‌گیری شد. شاخص‌های جوانه‌زنی براساس روابط زیر محاسبه گردید.

درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (Liopa-Tsakalidi et al., 2012).

$$GP = (N \times 100) / M$$ رابطه ۱

در این رابطه N مجموع کل بذرهای جوانه‌زده در پایان آزمایش، M تعداد کل بذرهای کاشته شده.

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید (Ellis and Roberts, 1981).

$$MGT= \sum (ni \times di)/ \sum ni$$ رابطه ۲

MGT میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش، di تعداد روز تا شمارش.

بنیه طولی بذر با استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید (ISTA, 2010).

بنیه طولی = درصد جوانه‌زنی × طول گیاهچه رابطه ۳

محاسبه زمان‌های تا ۲۵ (T25)، ۵۰ (T50) و ۹۰ (T90) درصد سبز شدن بذرها با استفاده از نرم‌افزار Germin انجام شد (Soltani and Maddah, 2010).

در نهایت تجزیه‌ی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه‌ی میانگین صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر شوری و ژنوتیپ بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه سطوح مختلف شوری، با افزایش غلظت شوری تا ۳ دسی‌زیمنس درصد جوانه‌زنی افزایش و با افزایش بیشتر از آن، از درصد جوانه‌زنی کاسته شد (جدول ۳). در بین دو ژنوتیپ بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۱/۲۵) مربوط به ژنوتیپ تی‌تی کاکا بود (جدول ٤). با افزایش غلظت نمک جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. مختل شدن آنزیم‌های مؤثر در متابولیسم به دلیل اتصال یون‌ها به ساختمان مولکولی آن‌ها عامل اصلی این کاهش باشد (Yazdani Biouki et al., 2010). تورهان و ایاز گزارش کردند افزایش سطح شوری با اثر بر تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه، جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و همچنین دریافتند که اثر بازدارندگی کلرید سدیم بر جوانه‌زنی آفتابگردان به جذب یون‌های کلرید و سدیم توسط هیپوکوتیل بستگی دارد (Turhan and Ayaz, 2004). در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی اثر آب خالص به‌عنوان شاهد و شوری با نمک‌های مختلف به‌صورت مجزا بر جوانه‌زنی کینوا انجام شد، نتایج نشان داد که جوانه‌زنی در غلظت‌های پایین تمام نمک‌ها نسبت به آب (شاهد) افزایش یافته است (Panuccio et al., 2014) که تا حدودی با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر شوری، ژنوتیپ و برهمکنش این دو عامل بر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش سطح شوری به‌خصوص در بالاترین سطح شوری، این شاخص افزایش یافت اما میزان افزایش در دو ژنوتیپ متفاوت بود،

به‌طوری‌که میزان این شاخص در ژنوتیپ ردکارینا و بالاترین سطح شوری، بیشترین میزان (۱٤/۵۰ روز) را دارا بود و نسبت به ژنوتیپ تی‌تی کاکا ۳۲ درصد افزایش نشان داد. این نتیجه نشان می‌دهد حساسیت ژنوتیپ ردکارنیا به افزایش شوری نسبت به ژنوتیپ تی‌تی کاکا بیشتر و شوری باعث شد بذر ژنوتیپ ردکارینا در مدت زمان زیادی جوانه بزند. در شرایط تنش جذب آب توسط بذر دچار اختلال شده و یا جذب به‌کندی صورت می‌گیرد. در چنین حالتی فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به‌آرامی انجام می‌شود و درنتیجه مدت‌زمان لازم برای جوانه‌زنی افزایش می‌یابد (De and Kar, 1995).

T_{25}، T_{50} و T_{90}: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر ژنوتیپ بر T_{25} و T_{50} و اثر شوری و ژنوتیپ بر T_{90} معنی‌دار بود (جدول ۱). این شاخص‌ها نشان دهنده زمان لازم جهت جوانه‌زنی ۲۵، ۵۰ و ۹۰ درصد بذرها می‌باشند. بر اساس نتایج مقایسه ارقام، بیشترین مقدار مربوط به T_{25} (۸/۷۱)، T_{50} (۹/٤۷) و T_{90} (۱۰/٦۹) در ژنوتیپ ردکارینا حاصل شدند و هر سه شاخص در ژنوتیپ ردکارینا نسبت به ژنوتیپ تی‌تی کاکا ۱٦ درصد افزایش نشان دادند که نشان دهنده بالا بودن زمان جوانه‌زنی در ژنوتیپ ردکارینا بوده است (جدول ٤). با افزایش سطح شوری، زمان لازم برای جوانه‌زنی ۹۰ درصد بذرها افزایش یافت و به‌طوریکه بالاترین زمان لازم (۱۰/۰۱ روز) در بالاترین سطح شوری به‌دست آمد (جدول ۳).

تعداد گیاهچه نرمال: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر شوری و ژنوتیپ بر تعداد گیاهچه نرمال معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه سطوح مختلف شوری، با افزایش سططح شوری تا ۳ دسی‌زیمنس برمتر تعداد گیاهچه نرمال افزایش (۲۱/۵۰ عدد) و با افزایش بیشتر سطح شوری، از تعداد گیاهچه نرمال کاسته شد (جدول ۳). در مقایسه ژنوتیپ‌ها نیز مشاهده گردید که بیشترین تعداد گیاهچه نرمال (۱٦/۲۵ عدد) در ژنوتیپ تی‌تی کاکا حاصل گردید (جدول ٤).

طول گیاهچه: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر شوری بر طول گیاهچه معنی‌دار است (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه سطوح مختلف شوری، بالاترین طول گیاهچه (۸۵/٦۹ میلی‌متر) در شوری ۳ دسی‌زیمنس برمتر حاصل و با میانگین‌های به‌دست آمده در سطوح شوری قبل و بعد خود در یک سطح آماری قرار داشتند و کمترین میزان مربوط به طول گیاهچه (٥٤/۸۵ میلی‌متر) نیز در بالاترین سطح شوری حاصل گردید (جدول ۳). Ehteshamnia و همکاران (2006) با مطالعه بر روی ۱۰ گیاه دارویی گزارش کردند تنش شوری بر طول گیاهچه اثر منفی دارد.

نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر شوری و ژنوتیپ بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه سطوح مختلف شوری نشان داد بالاترین میانگین مربوط به این شاخص (۱/۳۸) در بالاترین سطح شوری حاصل شد که با بقیه سطوح شوری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳). در مقایسه ژنوتیپ‌ها نیز مشاهده شد بالاترین سطح این شاخص (۱/۲۵) در ژنوتیپ تی‌تی کاکا به‌دست آمد (جدول ٤). در تنش شوری و محدودیت‌های محیطی رشد ریشه می‌تواند عامل مهمی برای موفقیت گیاه جهت استفاده از منابع دردسترس برای رشد بیشتر خود باشد و در این آزمایش رشد ریشه در ژنوتیپ تی‌تی کاکا نسبت به ردکارینا رشد بیشتری داشته و می‌توان بیان نمود که حساسیت ریشه در ژنوتیپ ردکارینا نسبت به تی‌تی کاکا بیشتر بوده است. در پژوهشی روی خرفه، با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم طول اندام هوایی کاهش یافت (Yazici et al., 2007). Fallahi و همکاران (2009) در بررسی خود بر روی مریم‌گلی گزارش کردند که با افزایش سطح شوری از صفر به ٤-بار، طول گیاهچه افزایش یافت آن‌ها دلیل این امر را افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش نسبت دادند. زیرا در

شرایط تنش اسمزی بسیاری از گیاهان بخش زمینی را گسترش داده و نسبت ساقه بـه ریشـه را کـاهش مـی‌دهنـد تـا بتوانند آب موردنیاز گیاه را تأمین کرده و تنش کمتری به اندام هوایی وارد کنند.

بنیه طولی بذر: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر شوری و ژنوتیپ بر بنیه طولی بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه سطوح مختلف شوری نشان داد بالاترین میانگین مربوط به بنیه طولی بذر (٤١/٦٥) در سـطح شـوری ۹ دسی‌زیمنس برمتر حاصل و با میانگین‌های به‌دست آمده در سطوح شوری قبل از خـود در یـک سـطح آمـاری قـرار داشتند و کمترین میزان مربوط به این شاخص (۷/۲۵) نیز در بالاترین سطح شـوری حاصـل گردیـد (جـدول ۳). در مقایسه ژنوتیپ‌ها نیز مشاهده گردید که بیشترین بنیه طولی بذر (٤٠/٩٥) در ژنوتیپ تی‌تی کاکا حاصل گردید (جدول ٤). شاخص بنیه طولی بذر، حاصل طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی می‌باشد و هر عاملی که بر این شاخص اثر گذارد می‌تواند بنیه طولی بذر را نیز تحت تاثیر قرار دهد.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و شوری بر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی کینوا

ژنوتیپ	شوری	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (روز)
	۰	۹ c
تی‌تی کاکا	۳	۱۰ bc
	٦	۱۰ bc
	۹	۱۱ b
	۰	۱۱ b
ردکارینا	۳	۱۱ b
	٦	۱۱ b
	۹	١٤/٥٠ a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد با روش LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی کینوا تحت تنش شوری

		میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	میانگین مدت‌زمان جوانه‌زنی	T25	T50	T90	تعداد گیاهچه نرمال	طول گیاهچه	بنیه طولی بذر	نسبت‌طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
شوری	۳	٨٢١٦/٦٦**	۱۲/۱۲**	۱/۰۱^{ns}	۰/٤٥^{ns}	۰/۰۱*	۳۲۸/٦٦**	۱٥٥۲/۱۸**	۱۹٦۱/۱۰**	۰/۱۸**
ژنوتیپ	۱	۸۰۰*	۲۸/۱۲**	۱۱/۸۸**	۱٤/۰۹**	۱۷/۹٤**	۳۲*	۰/۰۸^{ns}	۳٥۷۷/٥۲**	/۰۸**
شوری × ژنوتیپ	۳	۰/۰۰۰٥^{ns}	۲/۷۹*	۰/۰۰٦^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰٥^{ns}	۰/۰۰۰٥^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۱۹۷/٦٥^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}
خطا	۲٤	١٥٤/١٦	۰/۷۹	۰/۳٤	۰/۱٥	۰/۰۰٦	٦/١٦	۳٦/۷٥	۳۲۹/۸۰	۰/۰۰٦
ضریب تغییرات	–	۱۳/۲۸	۸/۱۳	۷/۲۱	٤/٤۲	۰/۷۷	۱۰/۲۸	۸/۰٤	۱۱/۸۰	٦/٥۰

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

جدول ۳: مقایسه تاثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی کینوا

سطوح شوری	درصد جوانه‌زنی (درصد)	T_{90} (روز)	تعداد گیاهچه نرمال (عدد)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	بنیه طولی بذر	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
۰	۸۵ b	۹/۹۲ b	۱۸ b	۷۹/۸۳ a	۳٤/۷۵ a	۱/۰۲ d
۳	۱۰۰ a	۹/۹۰ b	۲۱/۵۰ a	۸۵/٦۹ a	۳۷/۷۹ a	۱/۱٦ c
٦	۷۵ c	۹/۹٤ ab	۱۵ c	۸۱/۲۳ a	٤۱/٦۵ a	۱/۲٦ b
۹	۳۲/۵۰ d	۱۰/۰۱ a	٦/۵۰ d	۵٤/۸۵ b	۷/۲۵ b	۱/۳۸ a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد با روش LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ٤: مقایسه تاثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی کینوا

ژنوتیپ	درصد جوانه‌زنی (درصد)	T_{25}	T_{50}	T_{90}	تعداد گیاهچه نرمال (عدد)	بنیه طولی بذر	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
تی‌تی کاکا	۸۱/۲۵ a	۷/٤۹ b	۸/۱٤ b	۹/۱۹ b	۱٦/۲۵ a	٤۰/۹٤a	۱/۲۵ a
ردکارینا	۷۱/۲۵ b	۸/۷۱ a	۹/٤۷ a	۱۰/٦۹ a	۱٤/۲۵ b	۱۹/۷۹ b	۱/۱۵ b

نتیجه‌گیری کلی

شوری یکی از مهمترین عواملی است که جوانه‌زنی و رشد گیاه را با محدویت مواجه می‌کند. اثر شوری بر گیاهان در مراحل مختلف رشدی و حتی بر ارقام مختلف یک گونه گیاهی می‌تواند متفاوت باشد. در این آزمایش مشخص شد وجود مقدار کمی تنش شوری می‌تواند تاثیر مثبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی از جمله درصد جوانه‌زنی، T_{90}، طول گیاهچه و بنیه طولی بذر داشته باشد. این گیاه تا حدودی به شوری مقاومت دارد و می‌توان با اعمال مدیریت در مزرعه، استقرار این گیاه را در آب و خاک شور تضمین نمود. با مقایسه ژنوتیپ‌ها مشخص گردید ژنوتیپ تی‌تی کاکا نسبت به ژنوتیپ ردکارینا در ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی موفق‌تر عمل نموده است و توصیه می‌شود برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر، آزمایشات دیگری با این ارقام انجام گیرد.

References

Ashraf, M. 2001. Regulation between grown and gas change characteristics in some salt tolerance amphidiploid *Brassica* species relation to their diploid parents. Environmental and Experimental Botany, 45: 155-163.

Bhargava, A., Shukla, S., Rajan, S. and Ohri, D. 2007. Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm. Genetic Resources and crop Evolution, 54: 167-173.

De, R. and Kar, R.K. 1995. Seed germination and seedling growth of mung been (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Science and Technology, 23: 301-308.

Ehteshamnia, A. 2006. Effect of salinity on seedling growth indices of 10 medical plants. 3th Medicinal Plant Sympsium. Shahid Beheshti University. (In Persian)

Fallahi, J., Ebadi, M.T. and Ghorbani, R. 2009. The effect of salinity and drought stresses on germination and seedling growth of clary, 1(1): 57-67. (In Persian)

FAO, 2014. GIEWS (global information and early warning system on food and agriculture) country briefs.

Gonzalez, J.A., Gallardo, M. and Hilal, M. 2009. Physiological respons of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tibet's Science and Technology, 73: 13-17.

Hubbard, M., Germida, J. and Vujanovic, V. 2012. Fungal endophytes improve wheat seed germination under heat and drought stress. Botany, 90: 137-149.

ISTA, 2010. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA).

Jacobsen, S.E., Liu, F. and Jensen, C.R. 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Scientia Horticulture, 122(2): 281-287.

Jacobsen, S.E., Christiansen, J.L. and Rasmussen, J. 2010. Weed harrowing and inter-row hoeing in organic qrown quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Outlook on Agriculture, 39(3): 223-227.

Kader, M.A. and Jutzi, S.C. 2004. Effect of thermal and salt treatment during imbibition on germination seedling growth of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) at 42/19. Journal of Agronomy and Crop Science, 190 (1): 35-38.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651-681.

Oyoo, M.E., Githiri, S.M. and Ayiecho, P.O. 2010. Performance of some quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) genotypes in Kenya. South African Journal of Plant and Soil, 27: 187-190.

Rauf, M., Munir, M., Hassan, M.U., Ahmad, M. and Afzal, M. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. African Journal of Biotechnology, 6(8): 971-975.

Soltani, A. and Maddah, V. 2010. Simple applied programs for education and research in agronomy. Issa Press. Iran. 80p.

Talebnejad, R. and Sepaskhah, A.R. 2015. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. Agriculture and Water Management, 148: 177-188.

Turhan, H. and Ayaz, C. 2004. Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. International Journal of Agriculture Biological, 6: 149-152.

Yao, Y., Shi, Z.X. and Ren, G.X. 2014. Antioxidant and immunoregulatory activity of polysaccharides from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). International Journal of Molecular Sciences, 15: 19307-19318.

Yazdani Biouki, R., Rezvani Moghaddam, P., Khazaei, H.R., Ghorbani, R. and Astaraei, A.R. 2010. Effects of salinity and drought stresses on germination indices of milk thistle (*Silibum marianum* L.). Iranian Journal of Agricultural Research, 8(1): 12-19. (In Persian)

Yazici, I., Turkan, I., Sekman, A.H. and Demiral, T. 2007. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achived by enhanced antioxidative system lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. Environmental and Experimental Botany, 61(1): 49-57.