تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۰
۴۷۵-۴۸۵
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2926.1753

مقاله پژوهشی

ارزیابی ارقام کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در شرایط شور به کمک شاخص‌های جوانه‌زنی در محیط کنترل‌شده

سجاد انصاری اردلی[۱]، مجید نبی‌پور[۲*]، حبیب‌الله روشنفکر[۳]، محمود باقری[۴]
۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲. استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی
۳. دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی
۴. عضو هیئت‌علمی موسسه تولید نهال و بذر کرج

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۲۸

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی واکنش ارقام کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) به تنش شوری در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. در این آزمایش واکنش سه رقم کینوا (Titicaca, Giz, Q26) و شش سطح شوری (صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ dS/m^{-1}) در محیط کشت پتری دیش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط کنترل‌شده (دستگاه ژرمیناتور) اجرا گردید. تجزیه داده‌ها نشان داد، خصوصیات جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر توأم رقم و تنش شوری قرار گرفتند ($P<0.01$). حداکثر جوانه‌زنی، بهترین یکنواختی جوانه‌زنی، بیشترین بنیه بذر، بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط بدون تنش (شاهد) و کمترین مقادیر در تیمار شوری ۵۰ (dS/m^{-1}) مشاهده شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده، رقم Tititcaca بیشترین (۹۵/۳۳) و کمترین درصد جوانه‌زنی (۱۰) را به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار شوری ۵۰ (dS/m-1) نشان داد. همچنین همین رقم بهترین عملکرد ازنظر زمان رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی را در تیمار شاهد داشت درحالی‌که رقم Giz بدترین عملکرد را در این صفات نشان داد. رقم Titicaca در تیمار شاهد بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را به ترتیب با میانگین ۵/۵۳ و ۵/۵۷ سانتی‌متر نشان داد این در حالی است که در تیمار شوری ۵۰ (dS/m^{-1}) با میانگین ۰/۴ و ۰/۳ سانتی‌متر کمترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را داشت. همچنین بهترین یکنواختی در جوانه‌زنی با ۲۰/۲ ساعت در رقم Titicaca در تیمار شاهد مشاهده شد. به نظر می‌رسد علیرغم تأثیرپذیری معنی‌دار هر سه رقم موردپژوهش و کاهش چشمگیر شاخص‌های جوانه‌زنی در سطوح بالای شوری، رقم Titicaca نسبت به دو رقم دیگر، آستانه تحمل بالاتری داشت که نشان‌دهنده تنوع ارقام در پاسخ فرایندهای فیزیولوژیک به تنش شوری است. همچنین این امکان وجود دارد در صورت لزوم و با تحقیقات بیشتر بتوان در برنامه‌های به‌نژادی سایر ارقام حساس کینوا از این رقم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: **تنش شوری، یکنواختی جوانه‌زنی، بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی**

مقدمه

کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) گیاهی بومی منطقه آند در آمریکای جنوبی است که از ۵۰۰۰ تا ۷۰۰۰ سال پیش در این منطقه کشت‌شده است. با توجه به سازگاری بالای کینوا، این گیاه در عرض‌های جغرافیایی بالاتر نیز به‌عنوان گیاه جدید کشت می‌شود. سازمان غذا و کشاورزی (FAO, 2002) کینوا را به‌عنوان یکی از محصولات مهم برای تأمین امنیت غذایی جمعیت جهان در قرن اخیر تعیین نمود.

افزایش نمک‌های قابل‌حل در آب آبیاری و در محلول خاک، از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده است که بر عملکرد گیاهان زراعی و توزیع گونه‌های گیاهی در محیط‌های طبیعی

* نگارنده پاسخگو: مجید نبی پور. پست الکترونیک: m.nabipour@scu.ac.ir

اثر می‌گذارد. علت اصلی شوری در طبیعت غلظت زیاد کاتیون‌های سدیم، کلسیم، منیزیم و آنیون‌های کلر، سولفات و نیترات است (Postini and Bieker, 1994). این در حالی است که از اراضی کشاورزی کشور در حدود ۶/۸ میلیون هکتار دارای درجات مختلف شوری هستند که ۴/۳ میلیون هکتار فقط محدودیت شوری دارند و ۵۷۰ هزار هکتار از اراضی شور در کشور دارای آب زیرزمینی محدوده رشد ریشه هستند (Momeni, 2010). جوانه‌زنی گیاهان هالوفیت در شرایط شور به دلایلی ازجمله ممانعت از جوانه‌زنی در شوری بالای حد تحمل گونه‌ها، تأخیر در جوانه‌زنی، از بین رفتن قوه نامیه بذور به دلیل دما و شوری بالا و عدم تعادل هورمون‌های داخل جنین که مانع جوانه‌زنی می‌گردد (Barrett Lennard et al., 2016). عدم تشکیل گیاهچه بعد از جوانه‌زنی بذور در شرایط شور به دلیل عدم توانایی انتقال مواد و اسیمیلاسیون مواد جدید برای گیاهچه در حال رشد است Malcolm et al., 2003) (. نتایج بررسی واکنش ۸ گونه هالوفیت به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی نشان داد که هالوفیت‌ها در مراحل اولیه به تنش شوری حساس هستند (Xianzhao et al., 2013). در شرایط پتری دیش آستانه تحمل به تنش شوری کینوا رقم NSRCQ1 28 دسی زیمنس و ۵۰ درصد جوانه‌زنی آن در شوری ۳۶ دسی زیمنس بر متر گزارش شد (Maleki et al., 2016). یک ژنوتیپ خاص در یک مرحله از رشد خود، شاید عکس‌العملی مشابه گیاه متحمل و همین ژنوتیپ در مرحله دیگر عکس‌العملی مشابه گیاه حساس از خود بروز دهد (Boero et al., 2000). تنش شوری با اثرگذاری بر فرایندهایی مانند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پایداری کلروفیل و کارایی سیستم فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های حیاتی نظیر آلفا آمیلاز بر جوانه‌زنی و رشد گیاهان مؤثر است (Ashraf and Ali, 2008). تنش شوری نیز می‌تواند علاوه بر کاهش پتانسیل آب، از طریق بر هم زدن تعادل یونی و بروز سمیت یونی (Hu and Schmidhalter, 2005; Baisakh et al., 2008) به‌وسیله تنش‌های ثانویه‌ای چون اختلال تغذیه‌ای (Bartels and Sunkar, 2005)، تخریب غشای سلولی (Sreenivasulu et al., 2000)، سمیت متابولیک و جلوگیری از فعالیت فتوسنتزی بر مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه تأثیرگذار باشد.

پاسخ گیاهان به تنش شوری پیچیده است و بستگی به عوامل گوناگونی نظیر نوع و غلظت املاح، مرحله رشد گیاه، پتانسیل ژنتیکی گیاه و عوامل محیطی دارد. شوری با اختلال در فرایندهای فیزیولوژیک و به‌ویژه فتوسنتز باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود که شدت این تأثیر به میزان شوری و مدت‌زمان اعمال آن بستگی دارد (Chaves et al., 2009). محققان گزارش دادند که تنش شوری سبب تأخیر در ظهور گیاهچه، کاهش درصد جوانه‌زنی، کاهش رشد گیاهچه در گیاهان شد (Farhoudi et al., 2007). در حال حاضر استفاده از ارقام متحمل به شوری یکی از مهم‌ترین روش‌های مؤثر در بهره‌برداری و افزایش عملکرد در زمین‌های شور و کم شور نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود (Ekiz and Yilmaz, 2003).

اگرچه تنش شوری روی همه خصوصیات رشدی و فیزیولوژی گیاه اثر می‌گذارد بااین‌حال گیاهان کینوا می‌توانند در این شرایط زنده بمانند و دوره رشدی خود را به اتمام برسانند (Jacobsen, 1999). بیشتر رقم‌های کینوا قابلیت رشد در شوری با غلظت ۴۰ (dS/m^{-1}) و حتی بیشتر را هم دارند. این میزان شوری برای بیشتر گیاهان زراعی بیش‌ازحد آستانه است (Jacobsen et al., 2001). جوانه‌زنی از مراحل رشدی گیاه است که می‌تواند تحت تأثیر تنش‌های محیطی مثل شوری و دما قرار گیرد. غلظت نمک بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌مولار NaCl در جوانه‌زنی اغلب ارقام کینوا تأثیرگذار نیست اما بااین‌حال باعث تأخیر در فرایند جوانه‌زنی می‌شود (Gonzalez and Prado, 1992). بااین‌حال برای بهبود مقاومت به شوری در گیاهان زراعی از طریق برنامه‌های به نژادی، بررسی بیشتر مکانیسم‌های دفاع در برابر شوری در ارقام حساس و مقاوم و مقایسه آن‌ها با یکدیگر لازم است (Cha-um et al., 2009). لذا هدف از این تحقیق، ارزیابی تأثیر شوری ناشی از استفاده آب‌های باکیفیت نامناسب بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی ارقام مختلف کینوا است. درنتیجه می‌توان با بررسی رفتار گیاهان نسبت به تغییرات شوری در محیط، از آن به‌عنوان شاخصی جهت تعیین آستانه تحمل به شوری در این گیاهان بکار برد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در محیط کنترل‌شده (دستگاه ژرمیناتور) گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی واقع در دانشگاه شهید چمران اهواز به‌منظور بررسی واکنش ارقام و ژنوتیپ‌های گیاه کینوا به شرایط تنش شوری انجام شد. در این آزمایش که در شرایط آزمایشگاهی و داخل دستگاه ژرمیناتور (مدل GC-400

شرکت کروک) اجرا گردید، تیمارهای آزمایشی شامل سه رقم و ژنوتیپ کینوا (Giz, Titicaca, Q26) به‌عنوان فاکتور اول و تنش شوری با غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (NaCl) در شش سطح (شاهد (آب مقطر)، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ دسی زیمنس بر متر) به‌عنوان فاکتور دوم به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. ضدعفونی بذور با استفاده از محلول ۱۰ درصد هیپوکلرایت سدیم به مدت سه دقیقه انجام گرفت و پس‌ازآن شستشو بذور با آب مقطر در چند مرحله انجام گردید. قبل از شروع آزمایش، پتری دیش‌ها و بستر (کاغذ صافی واتمن) در اتو کلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت استریل شدند. تعداد ۵۰ عدد بذر به داخل پتری دیش‌هایی به قطر ۹ و عمق ۱/۶ سانتی‌متر که حاوی کاغذ صافی بودند، قرار داده شد. دمای دستگاه ژرمیناتور ۲۵ درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شب در نظر گرفته شد. در هر پتری دیش میزان ۵ میلی‌لیتر از هر محلول شوری آماده‌شده، تزریق شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده ۲۴ ساعت پس از انتقال آن‌ها به ژرمیناتور شروع و تا ۱۰ روز ادامه داشت. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به‌اندازه دو میلی‌متر یا بیشتر بود (Soltani et al., 2001). در پایان روز دهم از هر پتری دیش تعداد ۱۰ گیاه‌چه جهت اندازه‌گیری طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه مورد ارزیابی قرار گرفت. در پایان با استفاده از تعداد بذرهای جوانه‌زده و با استفاده از روابط، درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص ویگور بذر، میانگین زمان جوانه‌زنی، زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی، زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی طبق روابط زیر محاسبه شد (Ellis and Roberts, 1980;Soltani et al., 2001). محاسبات آماری به‌وسیله نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن و همچنین نرم‌افزار Germin انجام شد.

$$GP=n/N\times100 \quad [۱]$$

$$MGT=\Sigma[(ni\times di)/n] \quad [۲]$$

D10، D50 و D90 عبارت است از مدت‌زمان برحسب روز یا ساعت از کاشت تا زمانی که درصد جوانه‌زنی تجمعی به ترتیب به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد حداکثر خود برسد.

$$R50=1/D50 \quad [۳]$$

$$SVI=GP\times MSH/100 \quad [۴]$$

در این روابط GP: درصد جوانه‌زنی، n: تعداد نهایی بذرهای جوانه‌زده; ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز; di: تعداد روز پس از کاشت; N: تعداد بذرهای مورداستفاده; MSH: میانگین مجموع طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، MGT: متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی، و SVI: شاخص بنیه گیاهچه هستند.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی و سایر شاخص‌های جوانه‌زنی داشت (جدول ۱).

افزایش غلظت NaCl در محلول غذایی و به دنبال آن بالا رفتن پتانسیل اسمزی، جذب یون‌های Na^+ و Cl^- در طول جوانه‌زنی بذر سبب آسیب رساندن به سلول و درنهایت مهار و یا کاهش جوانه‌زنی می‌شود (Taiz and Zieger, 2002). کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی موردمطالعه را می‌توان به کاهش میزان سرعت جذب اولیه آب و همچنین تأثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم و سمیت یون‌ها بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک و آنابولیک جوانه‌زنی نسبت داد (Mostafavi et al., 2011).

خصوصیات رشدی ریشه‌چه و ساقه‌چه

اثر متقابل رقم و تنش شوری روی صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار ($P<0.01$) بود (جدول ۱). ریشه‌چه اولین قسمتی از بذر است که با شروع فرایند جوانه‌زنی می‌توان آن را مشاهده نمود. در بین سایر ارقام رقم Titicaca در شرایط بدون تنش شوری بیشترین طول ریشه‌چه با مقدار ۵/۵۳ سانتی‌متر را پس از گذشت دوره مشخص داشته است هرچند ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری با سطح ۱۰ دسی زیمنس بر متر نشان نداد (جدول ۲). کمترین طول ریشه‌چه در شوری ۵۰ دسی زیمنس بر متر در رقم Q26 با میانگین ۰/۲ سانتی‌متر مشاهده گردید. با افزایش سطوح تنش طول ریشه‌چه در همه ارقام روند نزولی نشان دادند. اگرچه دو رقم Titicaca و Giz تا شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند اما رقم Q26 با این سطح از شوری تحت تأثیر قرار گرفت و کاهش پیدا نمود که نشان‌دهنده تحمل کمتر این رقم نسبت به تنش شوری است. شاید بدون تغییر ماندن و یا در بعضی مواقع افزایش طول ریشه‌چه در تنش‌های با شدت کم به این دلیل است که اولین تغییرات جهت مقابله با تنش، افزایش رشد ریشه‌چه است که

به‌منظور جذب حداکثر رطوبت صورت می‌گیرد (Masoumi et al., 2011). ریشه به دلیل ارتباط مستقیم با شوری بیشتر از سایر اندام‌ها در معرض آن بوده و به‌عنوان یک فیلتر عبور یون‌ها را کنترل می‌کند؛ بنابراین سمیت یون‌ها به‌ویژه یون سدیم در غلظت‌های زیاد دلیل اصلی کاهش رشد ریشه در شرایط اعمال شوری است. در این رابطه گزارش‌شده است که افزایش غلظت سدیم و کلر برجذب رقابتی بسیاری از عناصر ضروری و انتخاب پذیری یونی غشا در گیاهان هالوفیت اثر کرده و منجر به کاهش طول و وزن خشک‌ریشه و سایر اندام-های این گیاهان می‌گردد (Jacobsen et al., 2001).

همان‌طور که مشاهده می‌شود با اعمال تنش‌های ۴۰ و ۵۰ دسی زیمنس بر متر، رشد ریشه‌چه متوقف گردید و تفاوتی ازنظر آماری مشاهده نگردید. طول ساقه‌چه نیز در شوری‌های مختلف موردمطالعه باهم اختلاف آماری داشتند. دو رقم Titicaca و Giz در سطح ۱۰ دسی زیمنس بر متر نسبت به شرایط بدون تنش تفاوت آماری معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۲). همانند طول ریشه‌چه، حداکثر طول ساقه‌چه با میانگین ۵،۷۳ سانتی‌متر در رقم Titicaca در تیمار شاهد و کمترین طول ساقه‌چه (۰/۱۲ سانتی‌متر) در همین رقم و در شوری ۵۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید.

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی کینوا

Table1. Analysis of variance for germination traits of Quinoa.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Shoot length	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time
Repeat	تکرار	2	0.042^{ns}	0.044^{ns}	9.62^{ns}	4.01^{ns}	0.05^{ns}	0.06^{ns}
Cultivar(C)	رقم	2	0.88**	0.59**	2.56**	1.8**	6.34**	0.72**
Salinity (S)	شوری	5	41.01**	49.3**	3.51**	9.12**	153.13**	58**
S × C	شوری×رقم	10	0.31**	0.1**	1.32**	4.6**	1.3**	0.15^{ns}
Error	خطا	53	0.026	0.016	4.21	2.7	0.04	0.1
Cv%	ضریب تغییرات		*6.4*	*5.11*	*5.6*	*3.66*	*5.6*	*6.9*

Table 1. Continued

جدول ۱. ادامه

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (R_{50})	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	D_{10}	D_{50}	D_{90}
Repeat	تکرار	2	9.4^{ns}	0.00005^{ns}	72.6^{ns}	16.7^{ns}	67.6^{ns}	22.2^{ns}
Cultivar(C)	رقم	2	420**	0.00008*	84^{ns}	228.4**	471.7**	362.2*
Salinity (S)	شوری	5	9838.5**	0.007**	5780.7**	33426**	35189.8**	36977.8**
S × C	شوری×رقم	10	24.6*	0.00003^{ns}	299**	101.2**	139.2*	167.6^{ns}
Error	خطا	53	9.9	0.00002	90.5	26.8	65	110.5
Cv%	ضریب تغییرات		*6.5*	*13.2*	*14.75*	*11.23*	*11.5*	*9.5*

*، ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

ns and **: Non – significant and significant at 1% level of probability, respectively

پژوهشگران علت کاهش میانگین و درصد جوانه‌زنی و کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را ناشی از بروز اختلالات رشدی و کوچک شدن غیرطبیعی سطح برگچه‌ها در مرحله جوانه‌زنی حاصل از تنش شوری عنوان کردند (Ghanbari et al., 2016). با اعمال سطوح بیشتر شوری در محیط کشت، شیب نزولی کاهش طول ساقه‌چه به‌وضوح مشاهده گردید.

جدول ۲. واکنش متقابل تیمارهای رقم و شوری روی صفات اندازه‌گیری شده در کینوا

Table 2. Interaction effects of variete and salinity on measured traits in quinoa.

Treatment تیمار					
شوری Salinity ($ds.m^{-1}$)	واریته Cultivar	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Shoot length	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight
		centimeter	centimeter	gr.seeding	gr.seeding
0	Titicaca	5.53[a]	5.73[a]	0.00067[a]	0.00086[b]
	Giz	4.8[b]	5.13[bc]	0.00064[a]	0.0009[a]
	Q_{26}	4.8[b]	5.26[b]	0.00057[b]	0.00078[d]
10	Titicaca	5.5[a]	5.67[a]	0.00058[b]	0.00075[d]
	Giz	4.7[b]	5.1[bc]	0.00056[b]	0.00082[c]
	Q_{26}	4.1[c]	4.93[c]	0.00055[b]	0.00075[d]
20	Titicaca	3.27[e]	3.13[d]	0.0004[c]	0.00053[e]
	Giz	2.93[f]	2.67[e]	0.0004[c]	0.00054[e]
	Q_{26}	3.57[d]	2.23[f]	0.00041[c]	0.00039[f]
30	Titicaca	1.93[g]	1.4[g]	0.00024[d]	0.00041[f]
	Giz	1.5[h]	1.4[g]	0.00023[de]	0.00036[g]
	Q_{26}	1.43[h]	1.3[g]	0.00025[d]	0.00034[g]
40	Titicaca	0.37[i]	0.27[h]	0.00023[de]	0.00012[h]
	Giz	0.37[i]	0.27[h]	0.00023[de]	0.00012[h]
	Q_{26}	0.4[i]	0.3[h]	0.0002[e]	0.000013[h]
50	Titicaca	0.23[i]	0.13[h]	0.00014[f]	0.00008[i]
	Giz	0.2[i]	0.2[h]	0.00013[f]	0.00008[i]

Table 2. Continued **جدول ۲. ادامه**

Treatment تیمار		شاخص بنیه بذر Seed vigor index	حداکثر جوانه‌زنی Germination%	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	D_{10}	D_{90}
شوری Salinity ($ds.m^{-1}$)	واریته Cultivar					
		percentage	percetage	hours	hours	hours
0	Titicaca	10.74[a]	95.33[a]	20.2[f]	2.52[f]	12.62[g]
	Giz	8.34[d]	84[cd]	29.12[ef]	2.77[f]	13.75[g]
	Q_{26}	9.09[c]	90[b]	24[ef]	2.68[f]	13.4[g]
10	Titicaca	9.82[b]	88[bc]	59.45[d]	3.14[f]	15.072[g]
	Giz	7.12[e]	72.67[e]	71.24[bcd]	3.8[f]	19[g]
	Q_{26}	7.25[e]	80[d]	68.77[cd]	3.16[f]	15.83[g]
20	Titicaca	4.27[f]	66.67[f]	79.3[abc]	4.67[ef]	25.5[fg]
	Giz	3.1[g]	55.33[g]	81.19[abc]	5.45[ef]	34.43[f]
	Q_{26}	3.17[g]	54.67[g]	86.13[ab]	5.46[ef]	32.8[f]
30	Titicaca	1.15[h]	34.67[h]	82.2[abc]	20.8[d]	63.06[de]
	Giz	0.82[h]	28.67[i]	93.67[a]	12.93[de]	59.67[e]
	Q_{26}	0.97[h]	35.33[h]	90.4[a]	21.2[d]	76[d]
40	Titicaca	0.16[i]	25.33[ij]	69.27[cd]	103.53[c]	133.67[c]
	Giz	0.09[i]	14.67[k]	92.67[a]	100.93[c]	122[c]
	Q_{26}	0.14[i]	20.67[j]	81.47[abc]	119.6[b]	151[b]
50	Titicaca	0.04[i]	10[kl]	63.06[ef]	126.33[b]	149.33[b]
	Giz	0.03[i]	6.67[l]	31.67[d]	140.53[a]	156.67[ab]

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون Fisheri در سطح احتمال ۵ درصد است

Similar letters in each column indicate that there is no significant difference based on the Fisher at the 5% probability level

هرچند که نتایج نشان داد که رقم Q26 بیشتر تحت شرایط تنش قرارگرفته و روند کاهشی آن شدیدتر است. با اعمال تنش ۳۰ دسی زیمنس بر متر هر سه رقم ازنظر آماری اختلاف معنی‌دار نشان ندادند اما روند کاهشی با شیب ملایم‌تری نسبت به سطوح قبلی ادامه یافت. این روند تا شوری ۴۰ دسی زیمنس بر متر ادامه دارد و پس‌ازآن رشد ساقه‌چه متوقف می‌شود و هر سه رقم موردبررسی در دو سطح تنش ۴۰ و ۵۰ دسی زیمنس بر متر اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند. بااین‌حال نتایج این پژوهش با یافته‌های محققان دیگر که بیان نمودند شوری سبب کاهش رشد گیاه‌چه و کاهش وزن گیاهچه‌ها گردید، مطابقت داشت (Panuccio et al., 2014). اثرات متقابل رقم و شوری روی وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه نیز معنی‌دار بود ($P<0.01$) (جدول ۱).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، روند تغییرات وزن خشک‌ریشه با افزایش سطوح تنش شوری، نزولی است (جدول ۲). رقم Titicaca با میانگین ۰/۰۰۰۶۷ گرم در شرایط بدون تنش بیشترین و رقم Giz با میانگین ۰/۰۰۰۱۳ گرم در شوری ۵۰ دسی زیمنس بر متر به‌عنوان کمترین مقادیر طول وزن خشک‌ریشه چه می‌باشند؛ اما آن چیزی که شاید موردتوجه قرار بگیرد، این است که در تمام سطوح شوری بکار رفته، ارقام موردبررسی ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری نسبت به همدیگر نشان ندادند. درواقع آهنگ تغییرات برای سه رقم و در سطوح مشخصی از شوری اعمال‌شده، تقریباً مشابه است. ازاین‌رو ماهیت نوع رقم در این صفت تأثیرپذیری به‌مراتب کمتری داشت. از طرف دیگر سطوح شوری به‌شدت روند تغییرات ارقام را تحت کنترل خوددارند. در صفت وزن ساقه‌چه نیز تغییرات متفاوت‌تری چه در نوع رقم و چه در سطوح شوری نشان داد. نتایج حاکی از آن است که رقم Giz با ۰/۰۰۰۹ گرم در تیمار شاهد بیشترین وزن خشک را داشت. همین رقم در تیمار ۱۰ دسی زیمنس بر متر مقدار بیشتری نسبت به رقم Q26 در شرایط بدون تنش به دست آورد که نشان‌دهنده تأثیرپذیری متفاوت هر رقم در این صفت است. گزارش‌ها نشان داد که به دلیل تجمع بیش‌ازحد املاح در بافت ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط تنش شوری، جذب آب توسط ریشه‌چه افزایش‌یافته و موجب کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (khalesro and Aghaalikhani, 2007). همچنین با افزایش اعمال تنش شوری روند نزولی در هر سه رقم با شیب‌های متفاوت مشاهده گردید. در شوری ۴۰ دسی زیمنس بر متر کمترین مقدار با میانگین ۰/۰۰۰۰۱ گرم در رقم Q26 مشاهده شد. بااین‌حال رقم Giz تحمل بهتری نسبت به اعمال سطوح مختلف شوری نشان داد.

درصد جوانه‌زنی

مطالعات نشان داده است که تحمل کینوا در مرحله جوانه‌زنی نسبت به شرایط تنش شوری بالا است (Jamali et al., 2016). اثرات متقابل تنش شوری و رقم معنی‌دار بود ($P<0.01$). اثرات ساده رقم و شوری نیز تفاوت آماری معنی‌داری داشتند ($P<0.01$) (جدول ۱). نتایج به‌دست‌آمده از جدول نشان می‌دهد که حداکثر جوانه‌زنی به ترتیب در رقم Titicaca با ۹۵/۳۳ درصد، رقم Q26 با ۹۰ درصد و رقم Giz با ۸۴ درصد در تیمار بدون تنش در محیط کنترل‌شده (دستگاه ژرمیناتور) حاصل شد (جدول ۲). رقم Titicaca در تمامی سطوح تنش شوری بیشترین مقادیر این صفت را به همراه داشت. اگرچه با افزایش میزان شوری در محیط کشت، شرایط برای جوانه‌زنی نامساعد می‌شود بااین‌حال رقم Titicaca نسبت به دو رقم دیگر موردبررسی تحمل بالاتری نشان داد به‌گونه‌ای که در شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر نیز درصد جوانه‌زنی بالاتری نسبت به رقم Giz در محیط بدون تنش داشت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول، با اعمال شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر، رقم Titicaca و ژنوتیپ Q26 نسبت به تیمار شاهد به ترتیب با ۸ و ۱۲ درصد کاهش، ۸۸ و ۸۰ درصد جوانه‌زنی داشتند (جدول ۲). این در حالی است که رقم Giz در این سطح از شوری نسبت به شرایط بدون تنش ۵ درصد افزایش جوانه‌زنی نشان داد. این رقم همانند دیگر ارقام (Titicaca, (Giz در سطوح بالاتر تنش اگرچه روند کاهشی نشان داد اما میزان تأثیرپذیری کمتری نسبت به تنش شوری داشت. برخی محققان معتقدند شوری سبب محدود شدن ذخایر قندهای محلول و درنتیجه اختلال در متابولیسم تنفسی رشد جنین می‌شود که یکی از حساس‌ترین مراحل گیاه به تنش‌های شوری، مرحله تندش و رشد گیاه‌چه است (Koyro and Eisa, 2008). در پژوهشی دیگر که به‌منظور بررسی تأثیر دما بر جوانه‌زنی گیاه کینوا رقم Titicaca تحت تنش شوری صورت گرفت، چهار سطح شوری (۰، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح شوری (به جزء سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر) درصد جوانه‌زنی تفاوت

معنی‌داری با شاهد نداشتند (Mamedi et al., 2015). تنش شوری از طریق نفوذ یون‌های خارجی و نشت محلول‌های سیتوسولی و مواد الکترولیت از سلول‌های گیاهی بر کارایی دیواره و غشای سلولی و همچنین پایداری غشای پلاسمایی اثر منفی داشته و به این نحو موجب کاهش میانگین و درصد جوانه‌زنی در بذور می‌شود (Eisavand and Madah Arefi, 2007). ازجمله تأثیرات شوری بر روی گیاه هالوفیت کینوا می‌توان به روند کاهشی درصد جوانه‌زنی بذر، رشد گیاه، عملکرد دانه، کیفیت دانه، تعداد کل دانه‌های کینوا، وزن‌تر و خشک گیاه‌چه در اثر افزایش شوری اشاره کرد (Koyro and Eisa, 2008).

شاخص بنیه بذر

اثرات متقابل رقم و شوری به‌شدت معنی‌دار بوده است ($P<0.01$). طبق نتایج به‌دست‌آمده، شاخص بنیه بذر با افزایش سطوح شوری روند نزولی داشته است (جدول ۲). در شرایط بدون تنش (شاهد)، بیشترین مقدار به میزان ۱۰/۷۴ در رقم Titicaca مشاهده گردید. در شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر نیز بیشترین مقدار (۹/۸۲) در همین رقم با ۹ درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده شد به‌گونه‌ای که این مقدار از مقادیر دو رقم دیگر در شرایط بدون تنش نیز بیشتر بوده است که نشان از توان بذری مناسب‌تر و انطباق‌پذیری بهتر این رقم است. بنا بر مطالعات مختلف تنش‌های محیطی می‌توانند از طریق کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بر بنیه بذر و سبز شدن گیاه‌چه تأثیر منفی بگذارند، در این رابطه بذور باقدرت جوانه‌زنی بالاتر می‌توانند کارکرد بهتری در سبز شدن تحت تأثیر تنش‌های محیطی همچون شوری داشته باشند (Repo- Carrasco et al., 2003). تا سطح تنش ۱۰ دسی زیمنس بر متر، در ژنوتیپ Q26 نسبت به بالاترین مقدار همین ژنوتیپ نسبت به شاهد، ۲۱ درصد کاهش نشان داد؛ اما از شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر تا آخرین سطح (۵۰ دسی زیمنس بر متر)، روند نزولی شاخص بنیه بذر در هر ۳ رقم موردپژوهش مشاهده گردید.

D10 و D50

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، اثرات متقابل رقم و شوری در این صفات ازنظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). در تیمار بدون تنش شوری رقم Titicaca با ۲,۵۲ ساعت، رقم Q26 با ۲/۶۸ ساعت و رقم Giz با ۲/۷۷ ساعت زمان جهت رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی، بهترین عملکرد و رقم Q26 در شوری ۵۰ دسی زیمنس بر متر با ۱۴۸/۶۷ ساعت بدترین عملکرد را در این صفت داشت (جدول ۲). این در حالی است که مدت‌زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی رقم Titicaca با ۱۲/۶۲ ساعت بهترین عملکرد و رقم Q26 در شوری ۵۰ دسی زیمنس بر متر بدترین عملکرد را نشان داد. درواقع افزایش غلظت شوری باعث تأخیر در جوانه‌زنی بذور می‌شود. جهت رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی تفاوت آماری معنی‌داری بین سه رقم تا سطح شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده نگردید هرچند که این روند تا سطح دوم شوری (۲۰ دسی زیمنس بر متر) با اختلاف بسیار کمی ادامه پیدا کرد. با نگاه به جدول مشاهده می‌شود که در هر دو صفت، ارقام مورد آزمایش در سطوح اول و دوم شوری (صفر و ۱۰ دسی زیمنس بر متر) باهم اختلاف آماری نداشتند که فرضیه محرک بودن سطوح پایین شوری بر فرایند جوانه‌زنی را تداعی می‌کند. با توجه به مقادیر D10 و D50 به‌دست‌آمده از نتایج، کمترین مقادیر را در تیمار شاهد نشان دادند. درنتیجه می‌توان بیان نمود که هر چه مقادیر D10 و D50 کمتر باشند، نشان‌دهنده شرایط ایده‌ال محیطی و بذری است.

یکنواختی جوانه‌زنی

یکنواختی جوانه‌زنی از کسر زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی و ۹۰ درصد جوانه‌زنی به دست می‌آید. هر چه این عدد کمتر باشد، درواقع مدت‌زمان بین ۱۰ درصد و ۹۰ درصد جوانه‌زنی کمتر و درنتیجه یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر است. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه داده‌ها نشان داد که اثرات تنش شوری و ارقام معنی‌دار بود ($P<0.01$). نتایج حاکی از آن است که رقم Titicaca در این صفت در تیمار بدون تنش شوری با ۲۰/۲ ساعت بیشترین و رقم Giz در شوری ۳۰ دسی زیمنس بر متر کمترین یکنواختی در جوانه‌زنی را با میانگین ۹۳/۶۷ ساعت نشان داد. در ابتدا و در شرایطی که محیط فاقد عوامل تنش‌زاست، ارقام موردبررسی بیشترین یکنواختی را در جوانه‌زنی دارند. با افزایش شرایط تنش‌زا (تنش شوری) یکنواختی جوانه‌زنی سیر صعودی پیدا می‌کند و تا سطح شوری ۳۰ دسی زیمنس بر متر این روند ادامه داشت. رقم Q26 نیز در همین سطح از شوری باکمی اختلاف اما بدون تفاوت معنی‌دار آماری قرار دارد. زمانی اختلاف‌های ژنتیکی ناشی از اعمال شوری در بین بذور در داخل گونه‌های یک گیاه و حتی توده‌هایی از جمعیت یک‌گونه و همچنین کند

شدن جذب اولیه آب و تأثیر منفی سطوح شوری و سمیت یون‌ها بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک (هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذر) و آنابولیک (ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده در مرحله قبل) منجر به عدم یکنواختی در جوانه‌زنی بذور می‌گردد و اگر یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر باشد، بذور در بازه زمانی کمتری جوانه‌زده و سبز می‌شوند (Zeinali et al., 2002). با افزایش تنش شوری به ۴۰ دسی زیمنس بر متر، ارقام Titicaca و Q26 روند کاهشی پیدا می‌کنند درحالی‌که رقم Giz ثابت می‌ماند. در شوری ۵۰ دسی زیمنس بر متر، روند نزولی در همه ارقام مشاهده گردید.

اثرات ساده

میانگین زمان جوانه‌زنی

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل تنش شوری و رقم روی این صفت تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۱). کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی با میانگین ۲/۱۲ ساعت در شرایط بدون تنش و بیشترین آن با ۸ ساعت در شوری ۵۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید (جدول ۳). هرچقدر شرایط محیطی نامناسب شود و از شرایط مطلوب فاصله بگیرد، جوانه‌زنی با تأخیر انجام می‌گیرد و چون جوانه‌زنی به‌صورت تجمعی است، درنتیجه زمان رسیدن به جوانه‌زنی نهایی دیرتر خواهد بود. نتایج نشان داد اثر متقابل شوری و رقم بر سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی، طول ساقه و... معنی‌دار بود. بر این اساس این‌طور استنباط می‌شود که گیاه کینوا به سطوح بالای شوری در مرحله جوانه‌زنی مقاوم بوده و با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه، استقرار این گیاه را در شرایط شور تضمین می‌نماید (Jamali et al., 2016). همچنین تنش شوری از طریق نفوذ یون‌های خارجی و نشت محلول‌های سیتوسولی و مواد الکترولیت از سلول‌های گیاهی بر کارایی دیواره و غشای سلولی و همچنین پایداری غشای پلاسمایی اثر منفی داشته و به این نحو موجب کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی در بذور می‌شود (Baisakh et al., 2008).

R50 و D90

طبق نتایج به‌دست‌آمده اثرات متقابل شوری و رقم روی این دو صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). وقتی شرایط مساعد جهت جوانه‌زنی وجود داشته باشد، مدت‌زمان لازم جهت جوانه‌زنی بذور کاهش می‌یابد، درنتیجه در مدت‌زمان کمتری شاهد درصد بالایی از بذرهای جوانه‌زده هستیم. درنتیجه این امر سرعت جوانه‌زنی نیز افزایش می‌یابد؛ اما با افزایش تنش شوری که عاملی مهم در فرایندی رشدی گیاه است، سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. در پژوهشی که به‌منظور بررسی جوانه‌زنی بذر کینوا با استفاده از شوری‌های حاصل از حل کردن نمک‌های مختلف مانند $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ و KCl در آب، به‌صورت مجزا برای هر یک از نمک‌های آزمایشی انجام گفت که نتایج حاصل نشان داد که سرعت جوانه‌زنی در غلظت‌های پایین تمام نمک‌ها نسبت به آب شاهد افزایش‌یافته است (Panuccio et al., 2014).

جدول ۳. واکنش اثرات ساده رقم و شوری روی صفات جوانه‌زنی کینوا

Table 3. Reaction of simple effects of cultivar and salinity on germination traits of Quinoa

تیمار Treatment		میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time	R_{50} Germination rate (R_{50})	D_{90}
شوری Salinity (ds/m^{-1})				
0	۰	2.12^{f}	0.075^{a}	27.10^{e}
10	۱۰	2.60^{e}	0.060^{b}	69.85^{d}
20	۲۰	3.20^{d}	0.034^{c}	87.40^{c}
30	۳۰	4.14^{c}	0.015^{d}	107.10^{b}
40	۴۰	7.45^{b}	0.007^{e}	189.16^{a}
50	۵۰	8.00^{a}	0.006^{e}	182.60^{a}
Cultivar	رقم			
Titicaca		4.82^{a}	0.036^{a}	114.80^{a}
Giz		4.50^{b}	0.032^{b}	110.95^{ab}
Q_{26}		4.45^{b}	0.032^{b}	105.84^{b}

حروف مشابه در هر ستون برای هر تیمار بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون Fisheri در سطح احتمال ۵ درصد است

Similar letters in each column indicate that there is no significant difference based on the Fisher at the 5% probability level.

بیشترین سرعت جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش با میانگین ۰/۰۷۵ و کمترین میزان در شرایط تنش شوری ۵۰ دسی زیمنس بر متر با میانگین ۰/۰۰۶ مشاهده گردید. رقم Titicaca، 12 درصد سرعت جوانه‌زنی بیشتر نسبت به دو رقم دیگر داشت. در اسفناج زمانی که رقم و تنش شوری در

۵ سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار) موردبررسی قرار گرفت، نتایج نشان دادند که با افزایش سطح شوری از ۰ به ۲۰۰ میلی مولار، درصد جوانه‌زنی ۳۵ درصد کاهش پیداکرده است. همچنین ارقام مختلف مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند. سرعت جوانه‌زنی نیز با افزایش سطح شوری، کاهش معنی‌داری نشان داده است. ازنظر تأثیر رقم بر میزان جوانه‌زنی نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. زمان جوانه‌زنی با افزایش سطوح شوری از شاهد به ۲۰ دسی زیمنس بر متر، افزایش معنی‌داری نشان داد به‌طوری‌که طولانی‌ترین زمان جوانه‌زنی ۷/۱۱ روز بوده است (Turhan et al., 2011). این در حالی بود که بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار بین ارقام مورد آزمایش اختلاف آماری مشاهده نگردید.

D90 نیز مؤلفه‌ای است که مستقیماً در ارتباط با جوانه‌زنی است و تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. هرچقدر شرایط محیط مطلوب‌تر باشد مدت‌زمان جوانه‌زنی کمتر شده درنتیجه D90 کاهش پیدا می‌کند. به همین خاطر است که کمترین مقادیر D90 در شرایط بدون تنش و بیشترین مقادیر در شرایط شوری زیاد (۵۰ دسی زیمنس بر متر) مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به سطح وسیع اراضی شور در کشور و افزایش تدریجی این اراضی، لزوم به‌کارگیری گیاهان با انطباق‌پذیری بالا در محیط‌هایی با آب‌وخاک شور بیش‌ازپیش ضروری است. مشاهده نتایج حاصل از این پژوهش مشخص گردید با افزایش سطوح شوری، هر سه رقم مورد آزمایش تحت تأثیر قرار گرفتند و با کاهش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی مواجه شدند. میزان اثرپذیری این ارقام متفاوت بوده است به‌گونه‌ای که رقم Titicaca نسبت به دو رقم دیگر موردبررسی در این تحقیق، پایداری بیشتری نسبت به شوری نشان داد. لذا با توجه به هدف این طرح مبنی بر رفتارشناسی ارقام موردبررسی کینوا و تعیین آستانه تحمل آن‌ها به سطوح شوری، می‌توان به‌عنوان یک راهکار در برنامه‌های به‌نژادی سایر ارقام حساس کینوا بکار برد. به نظر می‌رسد با بررسی بیشتر سایر ارقام کینوا در شرایط شور و مشخص نمودن آستانه تحمل، در شرایطی که عمده گیاهان زراعی قادر به رشد و جوانه‌زنی در چنین محیط‌هایی ازنظر شوری نمی‌باشند، بتوان با تحقیقات بیشتر و با در نظر گرفتن دیگر شرایط محیطی، در برنامه‌های تناوب زراعی در مناطقی که محدودیت ازنظر شوری آب‌وخاک وجود دارد، قرار بگیرد.

منابع

Ashraf, M., Ali, Q., 2008. Relative membrane permeability and activities of some. Antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany. 63, 266–273.

Baisakh, N., Subudhi, P.K., Bhardwaj, P., 2008. Primary responses to salt stress in a halophyte, smooth cordgrass (*Spartina alterniflora* Loisel). Functional and Integrative Genomics. 8, 287-300.

Barrett-Lennard, E.G., Norman, H. C., Dixon, K., 2016. Improving salt land revegetation through understanding the "recruitment niche": potential lessons for ecological restoration in extreme environments. Restoration Ecology. 24, 91-97.

Bartels, D., Sunkar, R., 2005. Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Science. 24, 23-58.

Boero, F.E., Gallardo, C., Gonzalez, J.A., 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 41, 27–34.

Chaves, M.M., Flexas, J. Pinheiro, C., 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany. 103, 551-560

Cha-Um, S., Kirdmanee, CH., 2009. Effect of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars. Pakistan Journal of Botany. 41, 87-98.

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.

Ellis, R.H., Roberts, E.H., 1980. Improved equations for prediction of seed longevity. Annals of Botany. 45, 13-30.

Eisavand, H.R., Madah Arefi, H., Tavakol Afshari, R., 2007. Effects of various treatments on breaking seed dormancy of *Astragalus siliquosus*. Seed Science and Technology. 34, 747-752. [In Persain with English summary].

FAO, 2002. Crops and Drops, Making the Best Use of Water for Agriculture. FAO, Rome.

Farhoudi, R., Sharifzadeh, F., Poustini, K., Makkizadeh, M.T., Kochak pour, M., 2007. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus*) seedlings grown under saline conditions. Seed Science and Technology. 35, 754-759. [In Persain with English summary].

Ghanbari, E., Nejati, V., Khazaei, M., 2016. Antioxidant and protective effects of Royal jelly on histopathological changes in testis of diabetic rats. International Journal of Reproductive BioMedicine. 14, 519-526 .

Gonzalez, J.A., Prado, F.E., 1992. Germination in relation to salinity and temperature in (*Chenopodium quinoa* Willd.). Agrochimica (Italy) 36, 101–107.

Hu, Y., Schmidhalter, U., 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutriention and Soil Science. 168, 541–549.

Jacobsen, S., 1999. Evaluación de Accesiones de Quinua para la Tolerancia a Salinidad. Primer Taller Internacional Sobre Quinua: RECURSOS ENERGÉTICOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN. Lima, Peru, 10 – 14 de mayo, 1999. In: CD, Cultivos Andinos, FAO 2001.

Jacobsen, S.-E., Quispe, H., Mujica, A., 2001. Quinoa: an alternative crop for saline soil in the Andes. In: Scientist and Farmer-Partners in Research for the 21st Century. Program Report 1999–2000, pp. 403–408. CIP: Lima Peru.

Jamali, s., Sharifan, H., Hezarjaribi, A., Sepahvand, N.A., 2016. The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two cultivars of Quinoa. Journal of Water and Soil Conservation. 6(1), 87-98. [In Persain with English summary].

Khalesro, Sh., M. Aghaalikhani., 2007. Effect of salinity and water deficit stress on seed germination of forage sorghum and pearl millet. Pajouhesh and Sazandegi. 77, 153-163 [In Persain with English summary].

Koyro, H.W., Eisa, S.S., 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of Chenopodium quinoa Willd. Plant and Soil. 302, 79–90.

Malcolm, C., Lindley, V., O'leary, J., Runciman, H., Barrett-Lennard, E., 2003. Halophyte and glycophyte salt tolerance at germination and the establishment of halophyte shrubs in saline environments. Plant and Soil. 253, 171-185.

Maleki, P., Bahrami, H.A., Saadat, S., Sharifi, F., Dehghany, F., 2016. Germination of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Salinity Stress. Quinoa for Future Food and Nutrition Security in Marginal Environments. ICBA, Dubai.

Mamedi A., Tavakkol Afshari R., Sepahvand, N.A., 2015. Quantifying seed germination response of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under temperature and drought stress regimes. Iranian Journal of Field Crop Science. 48(3), 615-623. [In Persain with English summary].

Masoumi, A., Darvish, F., Daneshian, J., 2011. Chemical and biochemical responses of soybean (*Glycine max* L.) cultivars to water deficit stress. Australian Journal of Crop Science. 5, 214-221.

Momeni, A., 2010. Geoghephical distrbiotion and salinity level of Iranian soils. Irannian Journal of Siol Reseach. 24, 1-5. [In Persain with English summary].

Mostafavi, K., Sadeghi Geive, H., Dadresan, M. Zarabi, M., 2011. Effects of drought stress on germination indices of corn hybrids (*Zea mays* L.). International Journal of Agricultur Science. 1, 10-18.

Okcu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 29, 237-242.

Panuccio, M.R., Jacobsen, S.E., Akhtar, S.S., Muscolo, A., 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. Annals of Botany Plants 6: plu047; doi:10.1093/aobpla/plu047

Postini, K., Bieker, A., 1994. The photosynthesis reaction of two wheat varieties related to salt stress. Journal of Agricultral Science of Iran. 26. [In Persain with English summary].

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S. E., 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International, 19, 179-189.

Sreenivasulu, N., Butarado, V. M., Gopal, M., Cuevas, R., Anacleto, R., Kavi Kishor, P., 2014. Designing climate-resilient rice with ideal grain quality suited for high-temperature stress. Journal of Experimental Botany. 66(7), 1737–1748

Soltani, A., Zeinali. E., Galeshi, S., Latifi, N., 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. Seed Science and Technology. 29, 653-662.

Taiz L. Zieger E., 2002. Plant Physiology. 3 rd Ed., Sunderland, Sinauer Associates, Inc.

Turhan A., Ozmen N., Serbeci M.S., Seniz V., 2011. Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. Horticultural Science. (Prague), 38, 142–149.

Xianzhao, L., Chunzhi, W., Qing, S., 2013. Screening for Salt Tolerance in Eight Halophyte Species from Yellow River Delta at the Two Initial Growth Stages. Hindawi Publishing Corporation. 2013. Pp 8.

Zeinali, E., Soltani, A., Galeshi, S., 2002. Response of germination components to salinity stress in Oilseed rape (*Brasica napus* L.). Iranian Journal Agriculture Science. 33, 137-145. [In Persian with English summary].