



ISSN 2251-7480

بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی و شاخص‌های رشد دو رقم گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa Willd.*)

صابر جمالی^۱، حسین شریفان^{۲*}، ابوطالب هزارجریبی^۳ و نیازعلی سپهوند^۴

- ۱) دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی؛ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ گرگان؛ ایران
- ۲*) دانشیار؛ گروه مهندسی آب؛ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ گرگان؛ ایران
نویسنده مسئول مکاتبات: h_sharifan47@yahoo.com
- ۳) دانشیار؛ گروه مهندسی آب؛ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ گرگان؛ ایران
- ۴) استادیار پژوهش؛ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر؛ کرج؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۲۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر خصوصیات جوانه زنی بذور گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa Willd.*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی با استفاده از عامل های تنش شوری در پنج سطح (۵۰/۰، ۴/۳۱، ۸/۰۱، ۱۱/۷۸ و ۱۵/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر) و ارقام گیاه کینوا (رقم Sajama و رقم Titicaca) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه آبیاری و زهکشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه اندازه‌گیری و شاخص بینه گیاهچه محاسبه شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده اثر معنی‌دار سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه ($P < 0.01$)، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه ($P < 0.05$) بود. از طرفی اثر نوع رقم بر متوسط زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، شاخص بینه و وزن تر گیاهچه معنی‌دار گردید ($P < 0.01$)، همچنین اثر متقابل شوری و رقم بر سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه ($P < 0.05$) و طول ریشه‌چه و شاخص بینه گیاهچه ($P < 0.01$) معنی‌دار بود. بر اساس نتایج به دست آمده استنباط می‌شود که گیاه کینوا به سطوح بالای شوری در مرحله جوانه‌زنی مقاوم بوده و می‌توان نتیجه گرفت که با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه، استقرار این گیاه را در شرایط وجود آب و خاک شور تضمین نمود.

کلید واژه‌ها: آب دریا؛ جوانه‌زنی؛ شوری؛ کینوا؛ Sajama؛ Titicaca

مقدمه

محسوب می‌گردد، امکان استفاده از آب‌های شور و نامتعارف بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. خانواده اسفناجیان (*Chenopodiaceae*) با ۳۲۱ گونه و بیشترین جنس از جمله خانواده‌هایی است که نسبت به شوری تحمل دارند، بطوری که گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa Willd.*) که گیاهی یک ساله

باتوجه به رشد روزافزون جمعیت در کشور، نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی امری بدیهی است. همچنین بدلیل محدودیت منابع آبی با کیفیت در کشور و با توجه به اینکه بخش عمده مساحت ایران از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک

2003). در تحقیقی دیگر به منظور بررسی جوانه زنی بذر کینوا با استفاده از شوری‌های حاصل از حل کردن نمک‌های مختلف مانند NaCl، CaCl₂، MgCl₂ و KCl در آب، به صورت مجزا برای هر یک از نمک‌ها آزمایشی انجام شد و نتایج حاصل نشان داد که سرعت جوانه زنی در غلظت‌های پایین تمام نمک‌ها نسبت به آب شاهد افزایش یافته است (Panuccio et al., 2014).

در تحقیقی به منظور بررسی به منظور بررسی تأثیر دما بر جوانه زنی گیاه کینوا رقم Titicaca تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل با هفت سطح دما (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و چهار سطح شوری (۰، ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌مول بر لیتر) انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد با افزایش سطوح شوری (به جز سطح ۱۲ میلی‌مول بر لیتر) درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند، ولی در صفت سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (مامدی و همکاران، ۱۳۹۴).

طالب نژاد و سپاسخواه، گیاه کینوا رقم (cv. Titicaca, no 5206) را در گلخانه بخش مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز کشت کردند. حداکثر محصول دانه گزارش شده در پژوهش آنها در لایسمتر، ۳.۱۱ مگاگرم بر هکتار بوده است که به مقادیر محصول دانه در مناطق بومی کینوا نزدیک است. آنها نشان دادند که کینوا در شوری آب ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر نیز می‌تواند مراحل رشد فنولوژی خود را طی کرده و محصول دانه ای را برابر ۰.۳۵ مگا گرم بر هکتار تولید کند که از ویژگی‌های منحصر به فرد این گیاه است (Talebnejad, et al., 2015).

و بومی مناطق آمریکای جنوبی و ارتفاعات آند می‌باشد، از گیاهان زیرخانواده اسفناج و چغندر قند بوده و با وجود ارزش غذایی بالایی که دارد، در شرایطی که اراضی دارای حاصل‌خیزی کم و یا دارای محدودیت هستند به خوبی قابل کشت بوده و محصول مناسب تولید می‌کند. کینوا گیاهی با ارزش غذایی مطلوب و پتانسیل بالای رشد و تولید در شرایط نامساعد محیطی است. ایران دارای تنوع اقلیمی متنوعی است به عنوان مثال کشت کینوا از نظر تولید بخصوص در مناطق جنوبی موجب ایجاد تنوع در محصولات زراعی، تولید پایدار و ایجاد افزایش درآمد کشاورزان و امنیت غذایی خواهد شد. کینوا از آنجا که گیاهی دارویی و هم‌چنین بدون گلوتن است غذایی ارزشمند بوده و به سلامت جامعه نیز کمک خواهد نمود.

گیاه کینوا از هزاران سال قبل کشت می‌شده و دانه‌های آن بعنوان یک منبع غذایی مهم مورد استفاده قرار می‌گرفته است. دانه‌های آن مسطح و گاهی بیضی شکل می‌باشد که معمولاً رنگ آن‌ها زرد کم-رنگ بوده و دامنه تغییرات رنگ‌های آن می‌تواند رنگ‌های صورتی، سیاه و سفید نیز باشد. از طرفی گیاه کینوا بیشتر در کشورهای آمریکای جنوبی کشت می‌شود، با این وجود در کشورهایی مانند آمریکا (کلرادو و کالیفرنیا)، چین، کشورهای اروپایی، کانادا و هند نیز کشت می‌شود (Koyro and Eisa, 2008; Jacobsen et al., 2009; Hariadi et al., 2011).

در تحقیقی دیگر اثر شوری بر عملکرد دانه در دو رقم گیاه کینوا مورد مطالعه قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی و تأثیر توام بین ارقام و سطوح شوری مشاهده شد (Jacobsen et al., 2011).

مراحل اولیه رشد گیاه از جمله جوانه زنی بذور، از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه است که به مقدار زیادی تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. به عبارتی دیگر، مراحل جوانه زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه از جمله مراحل بحرانی برای استقرار گیاه در شرایط تنش شوری است (Misra et al., 2004; Vicente et al., 2004). از طرفی شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که تولید محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در تمام مناطقی که آبیاری برای تولید محصولات زراعی ضروری است، شورشیدن خاک نیز امری غیر قابل اجتناب می‌باشد (Flowers et al., 2005)، بطوری‌که این پدیده به تدریج به یک مشکل عمده در مناطق خشک و نیمه خشک ایران تبدیل شده است. تنش شوری تأثیرات زیادی بر روی رشد گیاه، کیفیت بذر و عملکرد دانه حتی در گیاهان شورزی^۱ مانند گیاه کینوا دارد. رشد گیاه، عملکرد کل دانه، تعداد دانه، وزن تر و خشک دانه در اثر شوری کاهش می‌یابد، اما با افزایش شوری میزان پروتئین دانه‌ها افزایش می‌یابد (Koyro and Eisa, 2008).

اگرچه افزایش شوری منجر به کاهش و یا تأخیر در جوانه زنی هر دو نوع بذرهای هالوفیت و گلیکوفیت می‌شود (Clarke et al., 1969; katembe et al., 1998; ajmalkhan et al., 2001; khan et al., 2001; Huang et al., 2003; katembe et al., 2004) با این وجود هالوفیت‌ها با توانایی تحمل شرایط شور، خود از گلیکوفیت‌ها متمایز می‌شوند. اغلب هالوفیت‌ها تحت شرایط غیرشور بهتر جوانه می‌زنند (Huang et al., 2003)، ولی محدود شدن آن‌ها

در تحقیقی دیگر که به منظور بررسی جوانه زنی چغندر قند تحت آبیاری با آب دریای خزر انجام شد، نتایج نشان داد که ویژگی‌های جوانه زنی از جمله درصد جوانه زنی چغندر قند تا تیمار ۵۰ درصد اختلاط آب دریا با آب شاهد معنی‌دار نبود (صدوقی و همکاران، ۱۳۹۰). از سوی دیگر شاهمرادی و شریفان (۱۳۹۰) نتایج نشان داد که ویژگی‌های جوانه زنی از جمله درصد جوانه زنی گندم تا تیمار ۴۰ درصد اختلاط آب دریا با آب شاهد معنی‌دار نبود. در تحقیقی دیگر نیز ویژگی‌های جوانه زنی پنبه از جمله سرعت و درصد جوانه زنی با درصدهای مختلف اختلاط آب دریا با آب شرب بررسی شد و نتایج نشان داد که با افزایش درصد اختلاط درصد جوانه زنی (به جزء ده درصد) کاهش می‌یابد که اختلاف جوانه زنی تیمار شاهد با تیمار ۱۰۰ درصد به میزان ۸۷ درصد بود. همچنین اختلاف معنی‌داری از لحاظ درصد جوانه زنی بین تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (مردوخی و شریفان، ۱۳۹۰)

جهانی و همکاران (۱۳۹۰)، طی آزمایشی گلدانی اثر متقابل سطوح کلرید سدیم و کلرید کلسیم را بر جوانه زنی و بیوماس گیاه جو بررسی کرده و بیان کردند درصد و سرعت جوانه زنی و وزن تر و خشک ساقه با افزایش شوری، کاهش و با افزایش غلظت کلسیم، افزایش پیدا کرده است. از طرفی خاک‌های شور، خاک‌هایی هستند که میزان نمک‌های محلول در آن‌ها به حدی است که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بیشترین نمک‌ها را کاتیون‌های سدیم، کلسیم، منیزیم همراه با آنیون‌های کلرید، سولفات و بی‌کربنات تشکیل می‌دهند (Kafi et al.,

2009)

^۱ halophytic

اسمزی و شوری بر فاکتورهای جوانه زنی گیاه دارویی مریم گلی (Salvia sclarea) ملاحظه شد که با افزایش تنش شوری، تمامی مؤلفه‌های جوانه زنی کاهش معنی‌داری پیدا کرد (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۷).

در آزمایشی با بررسی اثر سطوح مختلف شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم روی گیاهان دارویی مریم گلی (Salvia officinalis)، سننای هندسی (Cassia aculata) و شاه‌دانه (Sisymbrium Sophia) ملاحظه شد که با افزایش غلظت شوری، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک، بنیه بذرو نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه کاهش معنی‌داری یافت. نتایج این آزمایش نشان داد که بین گیاهان دارویی از نظر تمامی صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. وزن خشک و بنیه بذر بیشترین ضریب تغییرات، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه و درصد جوانه زنی کمترین ضریب تغییرات را دارا بودند (مهدیخانی، ۱۳۸۶). نتایج حاصل از تحقیق انجام شده روی گیاه دارویی وارنگ بو یا فرنجمشک (Melissa officinalis L.) نشان داد که این گیاه دارای پتانسیل بالایی برای گسترش کشت در شوری بالاتر از ۱۰۰ دسی‌زیمنس برمتر (در ناحیه رشد ریشه) و کمبود آبی ۲۵ درصد برخوردار است و این گیاه دارویی نسبت به ذرت، چغندر قند، کلم، گوجه فرنگی، سیب زمینی و اسفناج به شوری مقاوم‌تر است (Ozturk et al., 2004).

بنابراین با توجه به اهمیت کینوا به عنوان یک گیاه زراعی مقاوم به شوری و همچنین وسعت رو به افزایش زمین‌های شور و با توجه به اهمیت آب

به محیط‌های شور نشانگر نیاز آن‌ها به غلظت‌های نسبتاً بالای نمک، تحمل سطوح بیش از حد نمک، و یا کاهش رقابت دیگر گیاهان در مقایسه با محیط‌های با تنش کمتر می‌باشد (Ungar, 1991).

مهدیخانی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه علف‌های هرز سلمه تیره (Chenopodium album L.)، علف جارو (Kochia scoparia L.)، جو دره (Hordeum spontaneum L.) و سوروف (Echinochloa crus-galli L.) مشاهده کردند که سطوح مختلف تنش شوری (شامل غلظت‌های ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار) بر روی صفاتی مانند درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) نسبت به تیمار شاهد ایجاد کرد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش شوری، همه صفات اندازه‌گیری شده در تمامی گونه‌ها کاهش یافتند ولی روند کاهش در گونه‌های مورد مطالعه، متفاوت بود. با افزایش مقدار شوری، علف جارو کمترین و جودره بیشترین کاهش را برای جوانه زنی و مولفه‌های رشد گیاهچه نشان دادند. در شوری ۵۰۰ میلی‌مولار، جوانه زنی هیچ یک از علف‌های هرز متوقف نشد.

در آزمایشی به منظور بررسی اثر تنش شوری بر روی مولفه‌های جوانه زنی دو رقم گیاه گل‌گندم مشاهده شد که در بین ارقام مختلف گل‌گندم تفاوت‌های معنی‌داری در واکنش به تنش شوری وجود دارد (عبادی و همکاران، ۱۳۸۹). از سوی دیگر در آزمایشی با هدف بررسی اثر تنش‌های

زنی بررسی کرده‌اند و هیچ داده منتشر شده‌ای در مورد اثر تأثیر شوری آب دریا بر روی جوانه زنی بذر گیاه کینوا وجود ندارد. بنابراین هدف این آزمایش، بررسی امکان استفاده از آب‌های نامتعارف از جمله آب دریا در کشاورزی و مطالعه اثر سطوح مختلف شوری آب دریای خزر بر روی خصوصیات جوانه زنی بذر گیاه کینوا بوده است.

مواد و روش‌ها

جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه اندازه‌گیری شد. بعد از آن به منظور اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و مقایسه آن‌ها با شاهد، از هر تیمار به صورت تصادفی ۴ بذر جوانه زده انتخاب شده و به وسیله خط کش اندازه‌گیری و یادداشت شد. در این تحقیق برای محاسبه درصد جوانه زنی از رابطه ۱ و جهت تعیین سرعت جوانه زنی از رابطه ۲ و شاخص بنیه از رابطه ۳ و متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی از رابطه ۴ استفاده شد.

برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزار SAS (Version 9) استفاده شده و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. نمودار صفات نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید.

$$G_p = 100 \times \frac{NG}{NT} \quad (1)$$

که در آن G_p درصد جوانه زنی، NG تعداد بذرهای جوانه زده و NT تعداد کل بذرهای می‌باشد.

$$R_s = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{D_i} \quad (2)$$

که در آن R_s سرعت جوانه زنی، S_i تعداد بذر جوانه زده در هر روز و D_i تعداد روز تا شماره n می‌باشد.

و کمبود منابع آبی در کشور، استفاده از منابع موجود به صورت صحیح و کاربرد آب‌های نامتعارف یکی از مهمترین اهداف در بخش کشاورزی می‌باشد. از طرفی شوری یکی از مشکلاتی است که در مقیاس جهانی در حال افزایش است، بطوری‌که باعث کاهش عملکرد گونه‌های زراعی مختلفی می‌شود. از سوی دیگر تحقیقات بسیاری بر روی تعیین مقاومت گیاهان زراعی به تنش شوری انجام شده است که اکثر این مطالعات تنها اثر یک نمک را بر روی جوانه به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه زنی بذر گیاه کینوا، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. عامل اول شامل دو رقم گیاه کینوا به نام‌های *Titicaca* و *Sajama* بود که از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شدند. عامل دوم شوری شامل پنج سطح (۰/۵۰، ۴/۳۱، ۸/۰۱، ۱۱/۷۸ و ۱۵/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر) که سطوح مختلف شوری حاصل اختلاط آب دریای خزر با آب شهری بوده در نظر گرفته شدند. ابتدا پتری دیش‌ها برای جلوگیری از آلودگی بوسیله پنبه آغشته به الکل ضد عفونی گردیدند، بعد از برچسب زنی پتری دیش‌ها، در هر پتری دیش ۹ سانتی‌متری دارای کاغذ صافی استریل شده، ۷ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده اضافه گردید و در هر پتری دیش ۳۰ عدد بذر (که از قبل به مدت ۷ دقیقه در هیپوکلرید سدیم استریلیزه شده و پس از آن با آب مقطر شسته شدند) قرار داده شد. پتری‌دیش‌ها به مدت یک هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. در طول مدت آزمایش تعداد بذرهای جوانه‌زده بطور روزانه ثبت گردید. معیار جوانه‌زنی بذر، خروج ریشه‌چه به مقدار حداقل ۳ میلی‌متر بود. در پایان روز هفتم درصد جوانه زنی، سرعت

ازسوی دیگر خصوصیات آب شاهد و خصوصیات آب شور دریای خزر مطابق جدول شماره ۱ نشان داده شده و جدول شماره ۲ نیز مقادیر شوری آب آبیاری حاصل از ترکیبات مختلف آب دریا با آب شهری رانشان می‌دهد.

که در آن V_i شاخص بنیه، L_s میانگین طول گیاهچه‌ها (مجموع میانگین طول ریشه و ساقه) و GP درصد جوانه زنی بذرها می‌باشد.

$$V_i = \frac{L_s \times G_p}{100} \quad (3)$$

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی تیمارهای آب شاهد و آب دریا مورد استفاده

کیفیت آب	ترکیبات شیمیایی									
	pH	EC25 (dS/m)	بی‌کربنات (meq/L)	سولفات (meq/L)	منیزیم (meq/L)	کلسیم (meq/L)	پتاسیم (meq/L)	سدیم (meq/L)	کلر (meq/L)	SAR
آب شاهد	۷	۰/۵	۷	۰/۷	۲/۸	۴/۴	۰/۴۸	۰/۲۷	۱	۰/۱۴
آب شور	۸	۲۵/۴	۳۱/۵	۲۴/۵	۶۱/۷۱	۲۵/۲	۸/۲۱	۲۳۷/۹	۲۲۱	۳۶

جدول ۲. مقادیر شوری آب آبیاری حاصل از ترکیبات مختلف آب دریا با آب شهری (dS/m)

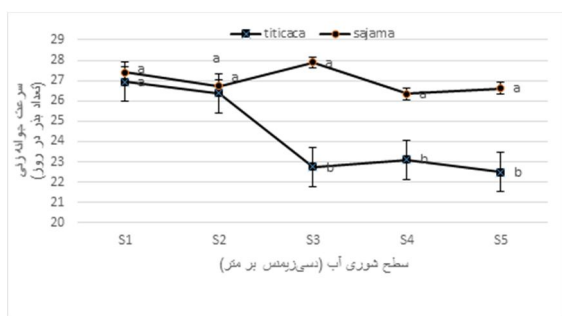
درصد ترکیب آب دریای خزر با آب شهری	۰ درصد	۱۵ درصد	۳۰ درصد	۴۵ درصد	۶۰ درصد
شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)	۰/۵۰	۴/۳۱	۸/۰۱	۱۱/۷۸	۱۵/۵۲
سطح شوری آب آبیاری	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5

روی رشد جنین باشد. محققان دریافته‌اند که طولی شدن محور جنینی شدیداً بواسطه‌ی سطح بالای کلرید سدیم موجود در محلول آبیاری بازداشته می‌شود از طرف دیگر کلرید سدیم به دلیل اثر بازدارندگی در جذب آب به وسیله‌ی بذر، تعداد بذور جوانه زده را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

سرعت جوانه زنی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، برهمکنش سطوح مختلف مورد آزمایش در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (جدول ۳). مطابق شکل ۱ بیشترین سرعت جوانه زنی مربوط به تیمار شوری حاصل از اختلاط ۳۰ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Sajama* با ۲۷/۸۸ بذر در روز و کمترین مقدار با ۲۲/۴۹ بذر در روز در تیمار شوری حاصل از اختلاط ۶۰ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Titicaca* مشاهده شد. نتایج حاصل از تحقیق جهانی و همکاران (۱۳۸۴) نشان داد که درصد و سرعت جوانه زنی و وزن تر و خشک ساقه با افزایش

نتایج و بحث

درصد جوانه زنی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (جدول ۳). مطابق جدول ۴ بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد با ۱۰۰ درصد و کمترین مقدار با ۹۰ درصد در تیمار با شوری ۱۵/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر (که حاصل اختلاط ۶۰ درصد آب شور دریای خزر و آب معمولی بود) مشاهده شد. از طرفی بر اساس نتایج تجزیه واریانس، برهمکنش سطوح مختلف مورد آزمایش در هیچ یک از سطوح احتمال دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبود (جدول ۳). نتایج این بررسی با یافته‌های محمد و همکاران (۲۰۰۲) روی آفتابگردان، کایا و ایپک (۲۰۰۳) روی گلرنگ و یافته‌های شهید و همکاران (۲۰۱۱) روی نخود فرنگی در مورد درصد جوانه‌زنی مطابقت داشت. نتایج آنها نیز نشان داد که درصد جوانه‌زنی با افزایش تنش شوری کاهش می‌یابد. اثرات بازدارندگی کلرید سدیم بر روی جوانه زنی بذر می‌تواند به دلیل تأثیر مستقیم آن بر



شکل ۱. تأثیر توأم رقم‌های مختلف و سطوح مختلف شوری آب بر روی سرعت جوانه‌زنی

شوری، کاهش می‌یابد، بطوری‌که نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج تحقیق فوق مطابقت داشت. حسین و همکاران بیان داشتند که تحمل تنش شوری با کاهش جذب یون سدیم ارتباط دارد (Hussain et al., 2008). تورهان و ایاز دریافتند که افزایش سطوح شوری با اثر بر روی تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه جوانه‌زنی گیاهچه را کاهش داد. آنها همچنین دریافتند که اثر بازدارندگی کلرید سدیم بر جوانه زنی بذر آفتابگردان به جذب یون‌های کلر و سدیم توسط هیپوکوتیل بستگی دارد (Turhan and Ayaz, 2004).

جدول ۳. جدول تجزیه واریانس شاخص‌های رشد

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن خشک گیاهچه	وزن تر گیاهچه	شاخص بنبه	طول ریشه چه	طول ساقه چه	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی		
۰/۰۰۰۰۰۰۳ns	۰/۰۰۰۳۸**	۱۳۸/۲۷**	۱۶۲/۵۱**	۰/۰۲ns	۴۴/۷۹**	۵/۹۲ns	۱	رقم
۰/۰۰۰۰۰۰۵ns	۰/۰۰۰۰۴*	۱/۵۴ns	۱/۷۳ns	۰/۶۶**	۱۱/۷۸**	۱۰/۴۸**	۴	شوری
۰/۰۰۰۰۰۱*	۰/۰۰۰۰۲ns	۸/۴۳*	۷/۵۴**	۰/۱۵*	۵/۳۸*	۲/۲۲ns	۴	شوری × رقم
۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱	۲/۰۹	۰/۹۱	۰/۰۵	۱/۵۶	۵/۵۵	۲۰	خطا
۱۹/۳۷	۳۱/۵۸	۱۳/۳۱	۱۵/۸۹	۳/۰۵	۴/۹۵	۲/۵۶		ضریب تغییرات CV%

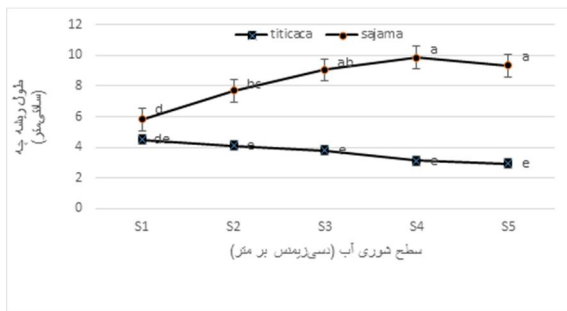
** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns غیر معنی‌دار

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر ساده رقم و سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه زنی گیاه کینوا

وزن خشک گیاهچه (گرم)	وزن تر گیاهچه (گرم)	شاخص بنبه	طول ریشه چه (سانتی متر)	طول ساقه چه (سانتی متر)	سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)	درصد جوانه زنی	ترکیبات آماری
۰/۰۰۷۰ a	۰/۰۲۷ b	۱۱/۳۵ a	۵/۱۶ b	۷/۸۷ a	۲۷/۱۳ a	۱۰۰ a	شاهد
۰/۰۰۶۱ a	۰/۰۲۸ b	۱۱/۱۱ a	۵/۹۰ ab	۷/۶۰ a	۲۶/۳۳ ab	۹۹/۶۶ b	۱۵ درصد اختلاط آب دریا
۰/۰۰۸۵ a	۰/۰۴۰ ab	۱۱/۰۵ a	۶/۴۳ a	۷/۷۱ a	۲۴/۸۹ bc	۹۳/۳۳ c	۳۰ درصد اختلاط آب دریا
۰/۰۰۷۸ a	۰/۰۴۷ a	۱۰/۷۷ a	۶/۴۸ a	۷/۲۸ b	۲۴/۲۸ c	۹۱/۱۱ cd	۴۵ درصد اختلاط آب دریا
۰/۰۰۷۰ a	۰/۰۳۹ ab	۱۰/۰۳ a	۶/۱۳ ab	۷/۰۵ b	۲۳/۸۰ c	۹۰/۰۰ d	۶۰ درصد اختلاط آب دریا
۰/۰۰۷۲ a	۰/۰۴۷ a	۱۳/۰۱ a	۳/۶۹ b	۷/۴۸ a	۲۴/۰۶ b	۹۳/۷۷ a	رقم Titicaca
۰/۰۰۷۴ a	۰/۰۲۵ b	۸/۷۱ b	۸/۳۴ a	۷/۵۳ a	۲۶/۵۱ a	۹۴/۶۶ a	رقم Sajama

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

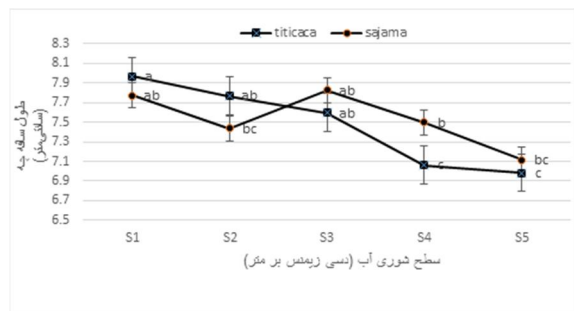
بیشتری نسبت به طول ساقه‌چه داشت و نتیجه گرفتند که طول ریشه‌چه حساس‌ترین قسمت گیاه نسبت به این تنش است. آنها همچنین دریافتند که تحت تنش شوری عملکرد هورمون سیتوکینین در ریشه‌چه متوقف می‌شود بنابراین طول ریشه‌چه معیار مناسبی برای اندازه‌گیری تحمل به تنش شوری در گیاهان مختلف است (Noor *et al.*, 2001)



شکل ۳. تأثیر توأم رقم‌های مختلف و سطوح مختلف شوری آب بر روی طول ریشه‌چه

شاخص بنیه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر برهمکنش سطوح مختلف مورد آزمایش بر شاخص بنیه در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (جدول ۳). مطابق شکل ۴ بیشترین شاخص بنیه مربوط به تیمار شوری حاصل از اختلاط ۴۵ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Sajama* با ۱۵/۴۳ و کمترین مقدار با ۷/۵۳ در تیمار تیمار شوری حاصل از اختلاط ۶۰ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Titicaca* مشاهده شد. مهدیخانی (۱۳۸۶) در آزمایش خود بر روی (مریم گلی، سنای هندی و شاهدانه) به این نتیجه رسید که با افزایش غلظت شوری، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک، بنیه بذر و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه کاهش یافت، بطوری‌که نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج حاصل از آزمایش فوق مطابقت نداشت.

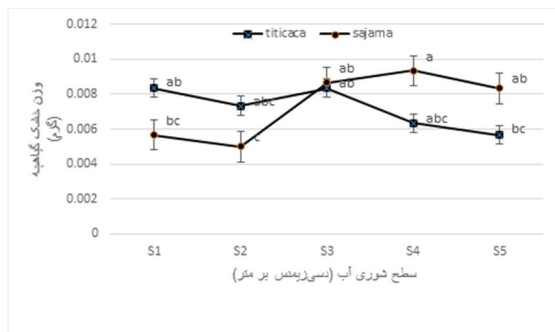
طول ساقه‌چه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر برهمکنش سطوح مختلف مورد آزمایش بر طول ساقه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (جدول ۳). مطابق شکل ۲ بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار آب معمولی و در رقم *Titicaca* با ۷/۹۶ سانتی‌متر و کمترین مقدار با ۶/۹۸ سانتی‌متر در تیمار شوری حاصل از اختلاط ۶۰ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Titicaca* مشاهده شد. نتایج حاصل از تحقیق مهدیخانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که با افزایش تنش شوری، صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه در تمامی گونه‌ها (سلمه تره، علف جارو، جو دره و سوروف) کاهش یافتند، بطوری‌که نتایج این تحقیق با نتایج فوق مطابقت داشت.



شکل ۴. تأثیر توأم رقم‌های مختلف و سطوح مختلف شوری آب بر روی طول ساقه‌چه

طول ریشه‌چه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر برهمکنش سطوح مختلف مورد آزمایش بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (جدول ۳). مطابق شکل ۳ بیشترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمار شوری حاصل از اختلاط ۴۵ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Sajama* با ۹/۸۵ سانتی‌متر و کمترین مقدار با ۲/۹۳ سانتی‌متر در تیمار شوری حاصل از اختلاط ۶۰ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Titicaca* مشاهده شد. نور و همکاران در بررسی اثر تنش شوری بر طول ریشه‌چه یازده رقم پنبه نشان دادند که این صفت تاثیرپذیری

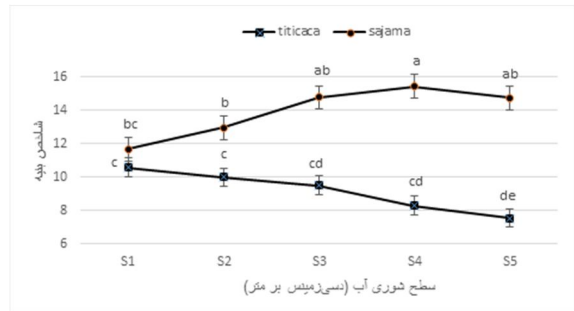
حاصل از اختلاط ۴۵ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Sajama* با ۰/۰۰۹ گرم و کمترین مقدار با ۰/۰۰۵ گرم در تیمار شوری حاصل از اختلاط ۱۵ درصد آب دریای خزر با آب معمولی و در رقم *Sajama* مشاهده شد. نتایج این بررسی با یافته‌های کریمی و همکاران (۲۰۱۱) در کاهش وزن خشک گیاهچه در اثر تنش شوری مطابقت داشت. از طرفی نتایج حاصل از تحقیق جهانی و همکاران (۱۳۸۴) نشان داد که درصد و سرعت جوانه زنی و وزن تر و خشک ساقه با افزایش شوری، کاهش می‌یابد، بطوری‌که نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج تحقیق فوق مطابقت نداشت. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق فلاحی و همکاران (۱۳۸۷) باهم مطابقت نداشت.



شکل ۵. تأثیر توأم رقم‌های مختلف و سطوح مختلف شوری آب بر روی وزن خشک گیاهچه

نتیجه‌گیری

از نتایج فوق استنباط می‌شود که گیاه کینوا تحمل و مقاومت نسبتاً مطلوبی به سطوح بالای شوری در مرحله جوانه زنی داشته و به نظر می‌رسد بتوان با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه، استقرار این گیاه را در شرایط وجود آب و خاک شور تضمین نمود. برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر لازم است به منظور تعیین تغییرات بیوشیمیایی موجود در بذر و همچنین صدمات وارده به غشاء سلولی در تعیین هدایت الکتریکی آزمایشاتی انجام گردد. بطور کلی از آنجایی که جوانه‌زنی و سبز شدن، فرایندهایی متأثر از شرایط مختلف اقلیمی و خاکی هستند، از این-رو انجام مطالعات مزرعه‌ای و آزمایشگاه بیشتری در این راستا در مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود.



شکل ۴. تأثیر توأم رقم‌های مختلف و سطوح مختلف شوری آب بر روی شاخص بنیه

وزن تر گیاهچه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس،

اثر شوری بر وزن تر گیاهچه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (جدول ۳). مطابق جدول ۴ بیشترین وزن تر گیاهچه مربوط به مربوط به تیمار شوری حاصل از اختلاط ۴۵ درصد آب دریای خزر با آب معمولی با ۰/۰۴۷ گرم و کمترین مقدار با ۰/۰۲۷ گرم در تیمار آب معمولی مشاهده شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر رقم‌های مختلف بر وزن تر گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (جدول ۳). مطابق جدول ۴ بیشترین وزن تر گیاهچه مربوط به رقم *Titicaca* با ۰/۰۴۷ گرم و کمترین مقدار با ۰/۰۲۵ گرم در رقم *Sajama* مشاهده شد. مصطفوی و حیدریان (۱۳۹۱) در تحقیقی به منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف شوری بر روی صفات مرتبط با جوانه‌زنی چهار رقم آفتابگردان تمامی صفات مورد بررسی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و بنیه بذر با افزایش شوری در تمام ارقام کاهش یافت، بطوری‌که نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیق فوق مطابقت نداشت.

وزن خشک گیاهچه: بر اساس نتایج تجزیه

واریانس، اثر برهمکنش سطوح مختلف مورد آزمایش بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (جدول ۳). مطابق شکل ۵ بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار شوری

فهرست منابع

- جهانی، ص.، لاهوتی، م.، عباسی، ف. بررسی تاثیر متقابل سدیم - کلسیم بر روی جوانه زنی و بیومس گیاه جو به منظور کاهش اثرات مضر تنش شوری. اولین کنگره ملی علوم و فناوری های نوین کشاورزی، دانشگاه زنجان، ۱۹ الی ۲۱ شهریور. ۱۳۹۰.
- شاهمرادی، ع.، شریفان، ح. ۱۳۹۰. مطالعه تأثیر آب دریا بر روی پارامترهای مختلف جوانه زنی گندم. کنفرانس ملی بهره‌برداری از آب دریا. ص ۲۱۲-۲۰۵.
- صدوقی، م.، شریفان، ح.، پسرکلی، م.، موحدی نائینی، ع.، حسام، م. و یوسف آبادی، ی. ۱۳۹۰. بررسی جوانه زنی چغندر قند تحت آبیاری با آب دریای خزر. کنفرانس ملی بهره‌برداری از آب دریا. ص ۱۹۱-۱۸۰.
- فلاحی، ج.، عبادی، م. ت. و قربانی، ر. ۱۳۸۷. اثر تنش‌های اسمزی و شوری بر خصوصیات جوانه زنی مریم گلی کبیر (*Salvia sclarea*). تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. ۱(۱): ۵۷-۶۷.
- مامدی، آ.، توکل افشاری، ر.، سپهوند، ن. ع.، اویسی، م. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر دما بر جوانه زنی بذر گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa Willd*) تحت تنش شوری. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۶(۴): ۵۸۳-۵۸۹ ص.
- مردوخو تودار، ا. و شریفان، ح. ۱۳۹۰. اثر آبیاری با آب دریای خزر بر روی درصد و سرعت جوانه زنی بذر پنبه در شرایط گلخانه‌ای. کنفرانس ملی بهره‌برداری از آب دریا. ص ۱۶۵-۱۵۴.
- مصطفوی، خ. و حیدریان، ع. ر. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر تنش شوری بر جوان هزنی و شاخص های آن در چهار رقم گیاه آفتابگردان. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۸(۴): ۱۲۳-۱۳۱ ص.
- مهديخانی، ه. ۱۳۸۶. اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی گیاهان دارویی. سومین همایش گیاهان دارویی. تهران، دانشگاه شاهد. آبان ماه. ص. ۱۴۴.
- مهديخانی، ه.، ایزدی دربندی، ا.، راستگو، م. و کافی، م. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر تنش شوری بر خصوصیات جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه برخی علف های هرز، سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران.
- Ajmal Khan, M., B. Gul, and D. J. Weber. 2001. Influence of salinity and temperature on germination of *Kochia scoparia*. *Wetlands Ecology. Management*. 9:483-489.
- Clarke, L. D., & West, N. E. 1969. Germination of *Kochia americana* in relation to salinity. *Journal of Range Management Archives*, 22(4), 286-287.
- Flowers, T. J. and S. A. Flowers. 2005. Why does salinity pose such a different problem for plant breeders *Agric. Water Management*. 78: 15-24.
- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S. E., & Shabala, S. 2011. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) plants grown at various salinity levels. *Journal of Experimental Botany*, 62(1), 185-193.
- Hussain, S. A., Akhtar, J., Haq, M. A., Riaz, M. A., & Saqib, Z. A. 2008. Ionic concentration and growth response of sunflower (*Helianthus annuus L.*) genotypes under saline and/or sodic water application. *Soil Environ*, 27(2), 177-184.
- Huang, Z., Zhang, X., Zheng, G., & Gutterman, Y. 2003. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. *Journal of Arid Environments*, 55(3), 453-464.
- Jacobsen, S.-E., Mujica, A., Jensen, C.R. 2003. *Food Rev. Int.* 19: 99-109.
- Jacobsen, S.-E., Liu, F., Jensen, C.R., 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Sci. Hortic.* 122, 281_287.
- Kader, M. A., and S. C. Jutzi. 2004. Effects of thermal and salt treatments during imbibition on germination and seedling growth of sorghum at 42/19°C. *J. Agron. Crop Sci.* 190: 35-38.
- Kafi, M., Borzoei, A., Salehi, M., Kamand, A., Masoomi, A., and Nabati, J. 2009. Environmental stress physiology in plants. *Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad, Iran.* 502. (In Persian).
- Katembé, W. J., I. A. Ungar, and J. P. Mitchell. 1998. Effect of salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex* species (*Chenopodiaceae*). *Ann. Bot.* 82: 167-175.
- Kaya M, Ipek D.A. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius L.*) *Turkish Journal of Agriculture & Forestry* 27: 221-227.
- Khan, M. A., and I. A. Ungar. 2001. Seed germination of *Triglochin maritima* as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. *Biol. Plant.* 44: 301-303.

- Koyro, H. and Eisa, S. 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa* Willd. *Plant Soil* 302: 79-90.
- Misra, N. and Dwivedi, U.N. 2004. genotypic difference in salinity tolerance of greengram cultivars. *Plant Sci*, No, 166. pp: 1135-1142.
- Mohammed EIM, Benbel M, Talouizete A. 2002. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L). Seed germination. 37:51-58.
- Noor, E., F. M. Azhar., A. L. Khan. 2001. Differences in responses of *Gossypium hirsutum* L. varieties to NaCl salinity at seedling stage. *Int J Agri Biol* 3 (4): 345-347.
- Ozturk, A., Unlukara, A., Ipek, A. and Gurbuz. B. 2004. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of lemon balm (*Mellisa officinalis* L.). *Pakistan Journal of Botany*. 36(4): 787-792.
- Panuccio MR, Jacobsen SE, Akhtar SS, Muscolo A. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. *AoB PLANTS* 6: plu047; doi:10.1093/aobpla/plu047.
- Shahid M, Pervez MA, Ashraf MY. 2011. Characterization of salt tolerant and salt sensitive pea (*Pisum sativum* L.) genotypes under saline regime. *Pakistan journal of Life and Social Science*, 9: 201-208
- Talebnejad, R., Sepaskhah, A. R. 2015. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. *Agric. Water. Manage.* 148: 177-188
- Turhan, H., & Ayaz, C. 2004. Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *International Journal of Agricultural Biological*, 6: 149-152.
- Vicente, O. Boscaiu, M. Naranjo, M.A. Estrelles, E. Belles, J.M. and Soriano, P. 2004. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (*Plantaginaceae*). *Journal of Arid Environments*, 58: 463-481.



ISSN 2251-7480

The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two cultivars of Quinoa

Saber jamali¹, Hossein sharifan^{2*}, Aboutaleb hezarjaribi³ and Niaz Ali sepahvand⁴

1) M.Sc. student, Department of water engineering, Faculty of soil and water engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2*) Associate Professor, Department of water engineering, Faculty of soil and water engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

* Corresponding author: h_sharifan47@yahoo.com

3) Associate Professor, Department of water engineering, Faculty of soil and water engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4) Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

Received: 13-04-2016

Accepted: 15-06-2016

Abstract

In the present study, the effect of different levels of salinity on germination and growth indices Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in two types of cultivars Sajama and Titicaca under 5 salinity levels (0, 15, 30, 45 and 60 percent of the mixing sea water and tap water). This experiment laboratory was conducted as a factorial experiment in the basis of randomize complete design with 3 replications with two factors at department of irrigation, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources in 2016. Measured characteristics were germination velocity, vigor index, radicle and plumule length, seedling growth fresh and dry weight and mean germination time. According to the results, different levels of salt stress had significant effects on germination velocity, radicle length ($p \leq 0.01$) and plumule length, seedling growth fresh weight ($p \leq 0.05$) while the effect of cultivar type was significant on vigor index, radicle length, seedling growth fresh weight and mean germination time ($p \leq 0.01$). The interaction between salinity and cultivar type had significant effect on germination velocity, mean germination time, plumule length, seedling growth dry weight ($p \leq 0.05$) and vigor index, radicle length ($p \leq 0.01$). The results showed that with increase in salinity level, all measured characteristics were significantly decreased. According to the results, the germination stage of Quinoa has a good tolerance to elevated levels of salinity and it seems that a good stand establishment in saline soils and water conditions could be insured, if proper management is exerted in farms.

Keywords: germination, quinoa, Sajama; salinity, sea water, Titicaca