تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد پانزدهم، شماره سوم، پائیز ۱۴۰۱

http://dx.doi.org/10.22077/escs.2021.3968.1946

مقاله پژوهشی

ارزیابی جوانه‌زنی و شاخص‌های ریخت‌شناسی سه رقم کینوا (*Chenopodiom quinoa* Willd.) تحت تنش شوری

فاطمه شاکری[۱]، سمیه رستگار[۲*]، حامد حسن‌زاده خانکهدانی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
۳. محقق بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

مشخصات مقاله

واژه‌های کلیدی:
آب دریا
سرعت جوانه‌زنی
صفات رویشی
عملکرد دانه

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۹/۲۱

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۱۱/۲۵

تاریخ انتشار:
پائیز ۱۴۰۱

۷۶۳-۷۵۱ :(۳)۱۵

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر غلظت‌های رقیق‌شده آب دریا بر صفات جوانه‌زنی و برخی شاخص‌های ریخت‌شناسی سه رقم کینوا شامل ردکارینا، Q26 و Q29 در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل و با ۶ تکرار در پتری‌دیش و گلدان انجام شد. سطوح مختلف شوری موردبررسی در این پژوهش شامل ۱/۵ (شاهد)، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد با افزایش شوری از ۹ به ۱۲ و ۱۵ دسی‌زیمنس، کاهش غیرمعنی‌داری نسبت به شاهد در سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد. با افزایش شوری تا ۱۵ دسی‌زیمنس صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ، طول برگ و سطح برگ کاهش یافت و بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم Q26 بود. رقم Q26 در مقایسه با دو رقم دیگر حساسیت کمتری در شرایط شوری در صفات مختلف مانند اندازه و تعداد برگ، تعداد شاخه جانبی، ارتفاع قبل و بعد از گلدهی گیاه نشان داد. درمجموع می‌توان گفت، شوری اثر نامطلوبی بر سرعت جوانه‌زنی بذر کینوا نداشته و در مواردی جوانه‌زنی را تسریع نموده است؛ اما در سطح شوری بالا برخی صفات رویشی مانند خصوصیات برگ و شاخه و طول گل‌آذین را تحت تأثیر قرار داد. به نظر می‌رسد بتوان با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه، استقرار و رشد این گیاه را در سطوحی از شوری تضمین نمود.

مقدمه

گیاه کینوا با نام علمی *Chenopodiom quinoa* Willd.، گیاهی یک‌ساله و بومی مناطق آمریکای جنوبی و ارتفاعات آند است. از گیاهان خانواده اسفناج و چغندرقند بوده و باوجود ارزش غذایی بالایی که دارد، در شرایطی که اراضی دارای حاصلخیزی کم و یا دارای محدودیت هستند، به‌خوبی قابل‌کشت بوده و محصول مناسبی تولید می‌کند (Hariadi et al., 2010). در حال حاضر به دلیل پتانسیل تولید بالای گیاه کینوا در شرایط سخت، در بیشتر مناطق جهان مورد کشت و کار قرار گرفته است (Gomez-Pando and Eguiluz., 2013). با توجه به تنوع ژنتیکی و تعداد جنس‌های مختلف گیاه کینوا، این گیاه قابلیت کشت در مناطق شور را دارد (Bazile et al., 2015).

جوانه‌زنی یکی از اساسی‌ترین و حیاتی‌ترین مرحله از چرخه‌ی رشدی گیاه است که میزان عملکرد را تعیین می‌کند. شوری بر جوانه‌زنی تأثیر فراوانی دارد و باعث تغییر فعالیت آنزیم‌های متابولیسمی و همچنین میزان جذب آب توسط دانه که ناشی از پایین آمدن پتانسیل اسمزی است، می‌شود (Läuchli and Grattan, 2007; Parihar et al., 2015).

* نگارنده پاسخگو: سمیه رستگار. پست الکترونیک: rastegarhort@gmail.com

در یک پژوهش افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در سرعت جوانه‌زنی در غلظت‌های پایین نمک‌ها نسبت به آب مقطر در گیاه کینوا مشاهده شد (Panuccio et al., 2014). کشت گیاهان متحمل به شوری جهت دستیابی به عملکرد قابل‌قبول اقتصادی، ضروری است.

محققین نشان دادند که با افزایش غلظت آب دریا، جوانه‌زنی بذر استبرق بیش از ۱۲ درصد کاهش یافت. ایشان اظهار داشتند که در غلظت بیش از ۲۵ درصد آب دریای خلیج‌فارس، سطح ویژه برگ، فتوسنتز و محتوای نسبی برگ استبرق به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Bahmani Jafarlou et al., 2020). شوری از طریق سمیت یونی، کمبود عناصر موردنیاز، کمبود آب و تنش اسمزی، تخریب غشای سلولی و کاهش تقسیم سلولی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Yadav et al., 2019). تنش شوری مانند بسیاری از تنش‌های غیرزیستی، رشد گیاه را کاهش می‌دهد. کاهش رشد، یک روش سازگاری برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است (Flowers et al., 1977). حساس‌ترین صفات کینوا به تنش شوری، ارتفاع گیاه، هدایت روزنه‌ای و اندازه پانیکول گزارش شده است و بیان شده است که ارقام پابلند در شرایط شوری تحمل بالاتری دارند. در این تحقیق حداکثر عملکرد دانه و بیوماس کینوا در شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (Jacobsen et al., 2003). در پژوهشی دیگر، با افزایش شوری صفات ریخت‌شناسی قطر ساقه، طول سنبله، وزن خشک دانه، وزن خشک اندام هوایی و سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش شوری، کلروفیل افزایش و تعداد برگ در بوته کاهش یافت (Panuccio et al., 2014).

گیاه کینوا به‌عنوان یک گیاه جدید بوده که در ایران پژوهش‌های زیادی روی آن گزارش نشده است. ازاین‌رو با توجه به تحمل بالای کینوا به تنش شوری، این گیاه برای کشت با منابع آب نامتعارف انتخاب شد. با عنایت به کمبود آب متعارف در ایران، مخصوصاً در مناطق جنوبی، استفاده از آب‌های نامتعارف و شناسایی گیاهان متحمل با قابلیت رشد در شرایط شوری اهمیت دارد. بر این اساس با توجه به محدودیت آب شیرین، استفاده از آب دریا در نواحی ساحلی و اراضی کم‌بازده می‌تواند رونق کشاورزی در این نواحی را به دنبال داشته باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر غلظت‌های رقیق‌شده آب دریا بر خصوصیات جوانه‌زنی و برخی از شاخص‌های رویشی سه رقم کینوا (ردکارینا، Q26 و Q29) به‌صورت کشت گلدانی در فضای باز در منطقه میناب واقع در عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۶ دقیقه و ۲۷ ثانیه و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۵ دقیقه و ۳۱ ثانیه و ارتفاع ۲۹ متر از سطح دریا اجرا شد. سطوح مختلف شوری (۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) از اختلاط آب دریای خلیج‌فارس با آب شهری به‌دقت آمد. از آب شهری با شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌عنوان شاهد استفاده شد.

جهت بررسی جوانه‌زنی، ابتدا پتری دیش‌ها با الکل ضدعفونی شدند. در هر پتری دیش ۲۵ عدد بذر کینوا قرار داده شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر از سطوح مختلف شوری اضافه و پتری دیش‌ها به مدت یک هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و تعداد بذرهای جوانه‌زده به‌صورت روزانه یادداشت شد. خروج ریشه‌چه معیار جوانه‌زنی بود. بعد از اتمام دوره، صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ارزش حداکثر و ارزش جوانه‌زنی ثبت شد. با شمارش روزانه تعداد بذر جوانه‌زده و درنهایت بر اساس فرمول (۱) درصد نهایی جوانه‌زنی محاسبه شد:

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده}}{\text{تعداد کل بذر کشت شده}} \times 100 \qquad [۱]$$

سرعت جوانه‌زنی که بر مبنای تعداد بذر جوانه‌زده در طول واحد زمان برآورد می‌شود، از طریق فرمول (۲) محاسبه شد:

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \sum \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده در هر روز}}{\text{شماره روز}} \qquad [۲]$$

ارزش حداکثر (Peak value, PV) که عبارت از درصد تجمعی جوانه‌زنی در بالاترین نقطه حداکثر جوانه‌زنی تقسیم‌بر تعداد روز تا رسیدن به این نقطه است، از طریق فرمول (۳) محاسبه شد:

$$\text{ارزش‌حداکثر} = \frac{\text{درصد تجمعی جوانه زنی در نقطه حداکثر}}{\text{تعداد روز تا رسیدن به نقطه حداکثر}} \qquad [۳]$$

میانگین جوانه‌زنی روزانه (Mean daily germination, MDG) از تقسیم تعداد بذر جوانه‌زده بر تعداد روزهای آزمایش به دست آمد.

ارزش جوانه‌زنی (Germination value, GV) از حاصل‌ضرب میانگین جوانه‌زنی روزانه در ارزش حداکثر به دست می‌آید و از طریق فرمول (۴) محاسبه شد:

$$\text{ارزش جوانه‌زنی} = PV \times MDG \qquad [۴]$$

جهت بررسی تأثیر شوری بر خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه کینوا، بذرها در گلدان‌های (با دهانه ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر) حاوی خاک مزرعه (بافت لومی-شنی و هدایت الکتریکی ۲/۵۳ دسی‌زیمنس بر متر) و کود حیوانی پوسیده در عمق ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متری در تاریخ ۲۰ آذر کشت شدند. آبیاری با توجه به نیاز آبی گیاه انجام شد. بعد از کشت بذور در گلدان‌ها تا مرحله جوانه‌زنی آبیاری با آب شهری انجام شد. پس از اطمینان از استقرار گیاهان (در مرحله ۴ برگی) تیمارهای شوری اعمال شد. در هر گلدان ۵ بوته در نظر گرفته شد. سپس صفات مختلف مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد برگ، طول و عرض و سطح برگ، طول گل‌آذین و وزن بذر اندازه‌گیری شد. پژوهش حاضر، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل (سه تکرار در بررسی جوانه‌زنی و ۶ تکرار در آزمایش گلدانی) انجام و داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد انجام و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین ارقام موردمطالعه در سطح یک درصد تفاوت قابل‌توجهی ازنظر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی وجود داشت اما شوری اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت. همچنین نتایج نشان داد اثر متقابل معنی‌داری بین شوری و رقم در صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی و نیز ارزش حداکثر مشاهده نشد اما اثر متقابل شوری و رقم بر میانگین جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات شوری و رقم بر خصوصیات مختلف ریخت‌شناسی اندازه‌گیری شده و عملکرد دانه در بوته در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند اما برهمکنش رقم و شوری فقط بر طول و عرض و سطح برگ و عملکرد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱).

خصوصیات جوانه‌زنی

نتایج مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی (شکل ۱الف) و سرعت جوانه‌زنی (شکل ۱ب) نشان داد که دو رقم ردکارینا و Q26 در مقایسه با رقم Q29 به‌طور معنی‌داری از درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بودند. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در سطح شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین سرعت جوانه‌زنی در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. بر این اساس، با افزایش مقدار شوری از ۱/۵ به ۳ دسی‌زیمنس بر متر سرعت جوانه‌زنی افزایش و پس‌ازآن اگرچه با افزایش مقدار شوری تا ۹ دسی‌زیمنس بر متر مقدار سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با سطح ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر شد ولی تفاوت آن با شاهد (سطح ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) معنی‌دار نبود (شکل ۱ج). نتایج همچنین نشان داد که با افزایش شوری از ۹ به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با سطح ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر کمتر شد که این تغییرات نیز قابل‌توجه نبود. از طرفی افزایش شوری از ۱/۵ به ۹ دسی‌زیمنس منجر به افزایش غیر معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی شد. لذا می‌توان گفت اگرچه با افزایش شوری تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای در سرعت جوانه‌زنی ایجاد نشد ولی مقدار عددی آن کاهش یافت بنابراین به نظر می‌رسد که در سطوح شوری پایین‌تر (۳ دسی‌زیمنس بر متر) حداکثر سرعت جوانه‌زنی ایجاد خواهد شد (شکل ۱ج).

ارزش حداکثر

بیشترین ارزش حداکثر از تیمار شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر (۷۹/۱۱) و کمترین ارزش حداکثر از سطح شوری ۱۵ دسی-زیمنس بر متر (۶۵/۷۷) حاصل شد. بر این اساس، ارزش حداکثر تا شوری ۹ دسی‌زیمنس اختلاف معنی‌داری با شاهد (۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) نداشت. پس‌ازآن، با افزایش شوری از ۹ به ۱۲ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد در ارزش حداکثر مشاهده شد (شکل ۱د). ارزش حداکثر در رقم‌های ردکارینا، Q29،Q26 به ترتیب ۸۰/۹، ۷۶/۲ و ۶۵/۳ بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند (شکل نشان داده نشده است).

میانگین جوانه‌زنی روزانه (MDG)

شکل ۲الف روند تغییرات میانگین جوانه‌زنی روزانه بذر در ارقام کینوا (ردکارینا، Q29 و Q26) با افزایش شوری آب آبیاری را نشان می‌دهد که بر اساس آن، بیشترین میانگین جوانه‌زنی روزانه بذر مربوط به رقم Q26 در شوری ۳ دسی-زیمنس بر متر (۱۲ بذر) و کمترین آن مربوط به رقم Q29 و Q26 در شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۵/۸ بذر) بود. درمجموع می‌توان گفت، رقم Q29در سطوح شوری بالا

نسبت به ارقام Q26 و ردکارینا میانگین جوانه‌زنی روزانه کمتری دارد (شکل ۲الف).

ارزش جوانه‌زنی

مطابق شکل ۲ب بیشترین ارزش جوانه‌زنی در رقم ردکارینا و شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر (۱۰۷۸) و کمترین ارزش جوانه-زنی در رقم Q29 و شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۳۸۸) مشاهده شد. روند تغییرات ارزش جوانه‌زنی در رقم Q29 بدین ترتیب بود که ارزش جوانه‌زنی از سطح شوری ۱/۵ دسی-زیمنس تا شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر روند افزایشی و اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت. از سطح شوری ۶ تا ۹ دسی‌زیمنس بر متر روند تقریباً کاهشی و با افزایش شوری از سطح ۹ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر روند افزایشی سپس مجدداً کاهش ارزش جوانه‌زنی در رقم Q29 ملاحظه شد. این تغییرات در رقم Q26 از شاهد (۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) تا سطح ۳ روند افزایشی و اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت. سپس با افزایش شوری از ۳ تا ۹ دسی‌زیمنس ارزش جوانه‌زنی روند افزایشی و معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد و از سطح ۹ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر روند کاهشی و با افزایش شوری از ۱۲ تا ۱۵ دسی‌زیمنس ارزش جوانه‌زنی روند افزایشی و

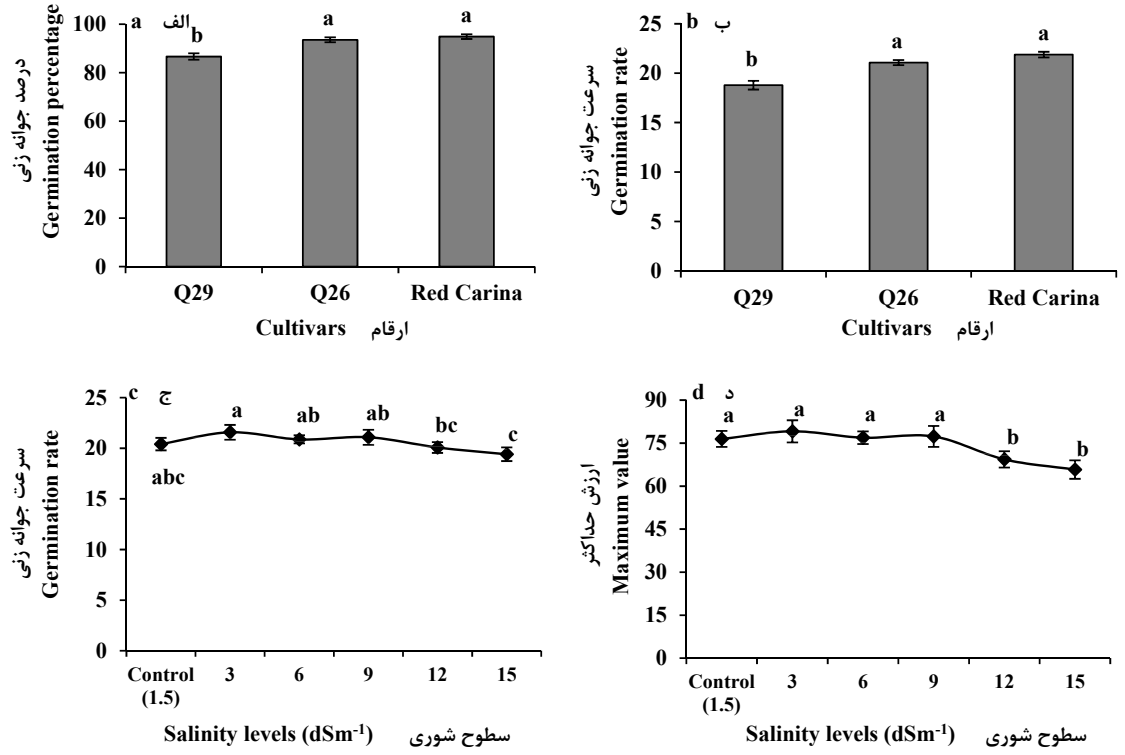
جدول ۱. تجزیه واریانس اثرات سطوح مختلف شوری و ارقام کینوا بر صفات مختلف بررسی‌شده

Table 1. Analysis of variance of the effects of different salinity levels and quinoa cultivars on different traits.

صفت Traits	منابع تغییر (میانگین مربعات Means of square)				ضریب تغییرات CV.%
	شوری Salinity D.F=5	رقم Cultivar D.F=2	شوری × رقم Salinity × Cultivar D.F=10	خطا Error D.F=36	
درصد جوانه‌زنی Germination percentage	28.2^{ns}	350.5**	13.4^{ns}	24.3	5.4
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	5.38*	46.13**	1.34^{ns}	1.79	6.5
میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	21.69**	39.40**	7.22**	0.59	8.2
ارزش حداکثر Peak value	253.4**	1147.0**	37.6^{ns}	44.2	9.0
ارزش جوانه‌زنی Germination value	175256.8**	589930.6**	46899.9**	8226.1	12.8
تعداد برگ Leaf number	9.60**	38.13**	1.56^{ns}	1.29	7.9
طول برگ Leaf length	3.83**	0.62**	0.29**	0.06	5.5
عرض برگ Leaf width	4.05**	1.10**	0.24**	0.06	6.8
سطح برگ Leaf area	263.9**	68.2**	19.8**	4.1	11.8
تعداد شاخه جانبی Number of lateral branches	7.56**	34.45**	2.08^{ns}	1.05	9.0
ارتفاع بوته قبل از گلدهی Plant height before flowering	99.07**	52.04**	2.91^{ns}	2.76	10.4
ارتفاع بوته در زمان گلدهی Plant height at the time of flowering	316.4**	206.2**	16.0^{ns}	14.7	11.9
ارتفاع بوته بعد از گلدهی Plant height after flowering	1485.8**	1080.1**	50.0^{ns}	40.7	9.4
طول گل‌آذین Inflorescence length	80.78**	73.60**	2.98^{ns}	2.83	12.0
عملکرد دانه در بوته Seed yield per plant	44.98**	14.14**	2.00**	0.51	14.7

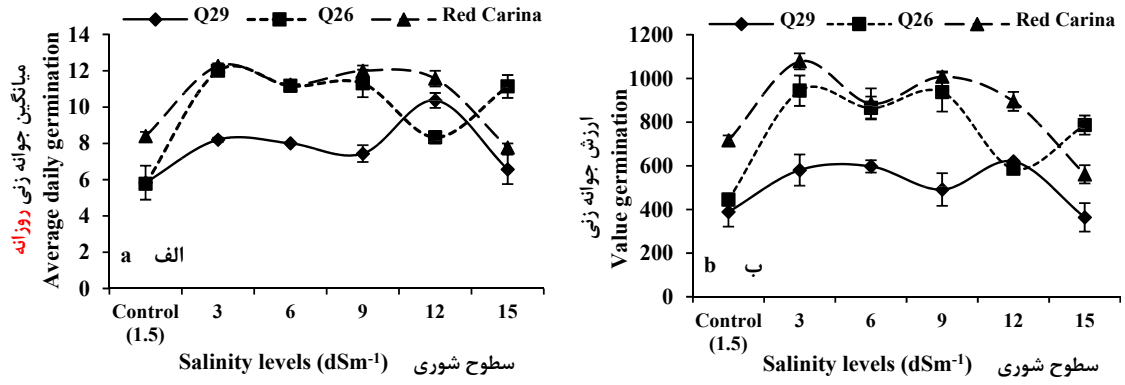
^{ns} و * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

^{ns}, *, ** non-significant and significant at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively



شکل ۱. مقایسه ارقام مختلف کینوا ازنظر درصد جوانه‌زنی (الف) و سرعت جوانه‌زنی (ب) و تأثیر سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه‌زنی (ج) و ارزش حداکثر (د).

Fig. 1. Comparison of different quinoa cultivars in terms of germination percentage (a) and germination rate (b) and the effect of different salinity levels on germination rate (c) and maximum value (d).



شکل ۲. اثر برهمکنش سطوح مختلف شوری و ارقام کینوا بر میانگین جوانه‌زنی روزانه (الف) و ارزش جوانه‌زنی (ب) بذر کینوا

Fig. 2. Effect of interaction of different salinity levels and quinoa cultivars on average daily germination (a) and germination value (b) of quinoa seeds.

اختلاف بسیار معنی‌داری با سطح شاهد داشت. در رقم ردکارینا تغییرات ارزش جوانه‌زنی از شاهد (۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) تا سطح ۳ شوری روند افزایشی و معنی‌داری داشت و از سطح ۳ تا ۶ دسی‌زیمنس بر متر شوری ارزش جوانه‌زنی روند کاهشی داشت و از سطح ۶ تا ۹ روند افزایشی و غیرمعنی‌داری در این رقم ملاحظه شد و پس‌ازآن از سطح

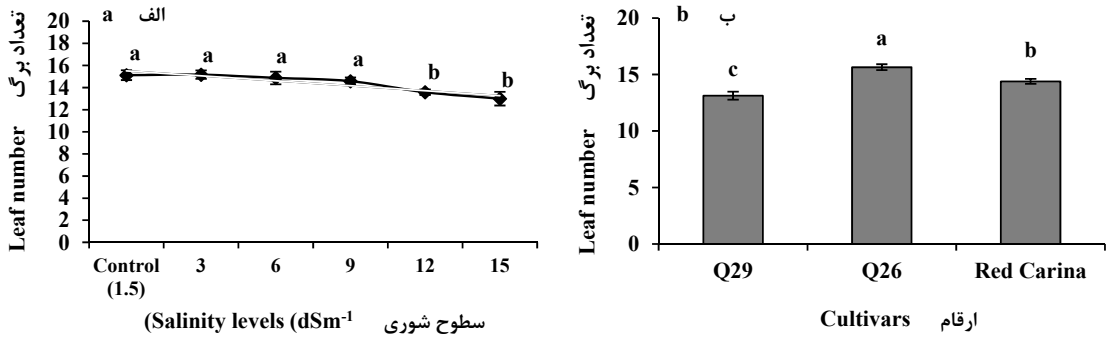
شوری ۹ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر روند کاهشی مجدد داشت (شکل ۲ب).

نتایج حاصل از پژوهش پانوسیو و همکاران (Panuccio et al., 2014) نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه کینوا با افزایش شوری آب دریا کاهش می‌یابد که با نتایج این تحقیق تطابق داشت. در تحقیقی یک همبستگی منفی بین تحمل تنش شوری و جذب یون سدیم در گیاهان مشاهده شد (Hussin et al., 2013). محققین دریافتند که افزایش سطوح شوری با اثر روی تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه جوانه‌زنی گیاهچه را کاهش داد. آن‌ها همچنین دریافتند که اثر بازدارندگی کلرید سدیم بر جوانه‌زنی بذر آفتابگردان به جذب یون‌های کلر و سدیم توسط هیپوکوتیل بستگی دارد. در سطوح شوری پایین کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدودکننده جوانه‌زنی بذور گیاهان است. با افزایش سطح شوری، سمیت بالای یونی و عدم تعادل بین عناصر غذایی از عوامل محدودکننده رشد گیاه هستند (Turhan and Ayaz, 2004).

محققین در بررسی تأثیر اختلاط آب دریا با آب معمولی بر جوانه‌زنی دو رقم کینوا اظهار داشتند که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) در شاهد و کمترین درصد جوانه‌زنی (۹۰ درصد) در شوری حاصل از اختلاط ۶۰ درصد آب دریای خزر با آب معمولی (۱۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده شد (Sharifan et al., 2018). در بررسی تأثیر شوری حاصل از اختلاط آب دریا با آب شهری، مشاهده شد که با افزایش سطح شوری (۵۰ درصد اختلاط) سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی گیاه ریحان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Sajjadi et al., 2016).

صفات ریخت‌شناسی

مقایسه میانگین ارقام موردبررسی نشان داد که بیشترین تعداد برگ در رقم کینوا Q26 و کمترین تعداد برگ در رقم Q29 مشاهده شد (شکل ۳الف). روند تغییرات تعداد برگ نشان داد با افزایش میزان شوری آب آبیاری به ۱۲ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تعداد برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۳ب).



شکل ۳. مقایسه ارقام مختلف کینوا (الف) و تأثیر سطوح مختلف شوری (ب) بر تعداد برگ

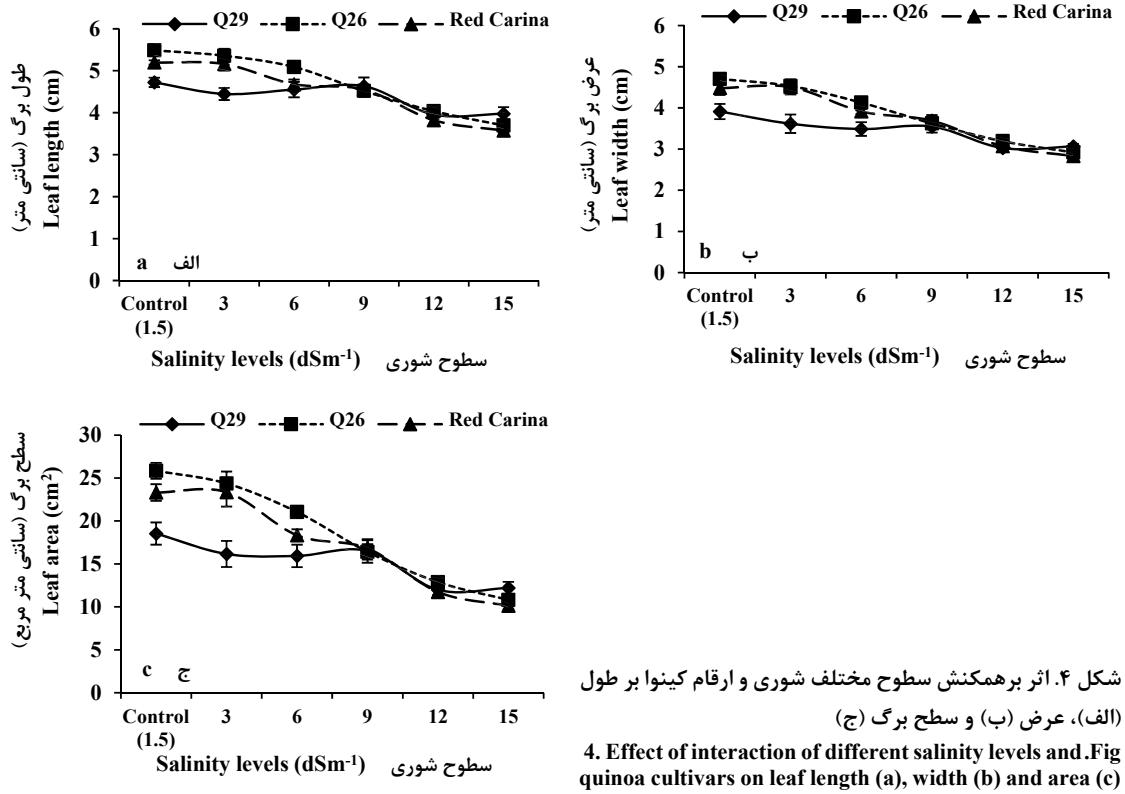
Fig. 3. Comparison of different cultivars of quinoa(a) and the effect of different salinity levels(b) on the number of leaves.

مطابق (شکل ۴الف) بیشترین طول برگ تحت تأثیر اثر متقابل شوری و رقم، در رقم Q26 با میزان شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۵/۳۵ سانتی‌متر) حاصل شد و کمترین طول برگ در رقم ردکارینا با شوری آب آبیاری ۱۵ دسی-زیمنس بر متر (۳/۵۷ سانتی‌متر) مشاهده شد. شکل ۴ب نیز روند تغییرات عرض برگ در ارقام کینوا با افزایش شوری آب آبیاری را نشان می‌دهد که بیشترین عرض برگ در رقم Q26 با میزان شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۴/۷ سانتی‌متر) و کمترین عرض برگ در رقم ردکارینا با شوری آب آبیاری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر (۲/۸ سانتی‌متر) مشاهده شد. بیشترین

سطح برگ تحت تأثیر اثر متقابل شوری و رقم، در رقم Q26 با میزان شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۲۵/۸ سانتی‌متر مربع در بوته) و کمترین سطح برگ در رقم ردکارینا با شوری آب آبیاری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر (۱۰/۱ سانتی‌متر مربع در بوته) مشاهده شد (شکل ۴ج). با افزایش شوری از ۱/۵ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، در رقم Q29 سطح برگ ۳۴ درصد، رقم Q26، ۵۸ درصد و رقم ردکارینا ۵۷ درصد کاهش یافت. میزان کاهش سطح برگ رقم Q29 کمتر از دو رقم دیگر بود.

بیشترین تعداد شاخه جانبی در رقم Q26 (6/12 شاخه) و کمترین تعداد شاخه جانبی در رقم Q29 (2/10 شاخه) مشاهده شد (شکل ۵الف). شکل ۵ب روند تغییرات تعداد شاخه جانبی تحت تأثیر شوری را نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری تعداد شاخه جانبی کاهش یافته است.

قرارگیری گیاهان در محیط شور به مدت طولانی سبب افزایش تجمع نمک در برگ و درنتیجه سریع‌تر پیر شدن برگ گیاهان شده (Kafi et al., 2002) که با کاهش سطح برگ و درنتیجه کاهش در فتوسنتز گیاه همراه است (Munns, 1993). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزایش شوری سبب کاهش سطح برگ می‌شود که با نتایج سایر محققین (Khaniyejad et al., 2014) روی گیاه کوشیا (*Kochia scoparia*) مطابقت داشت.

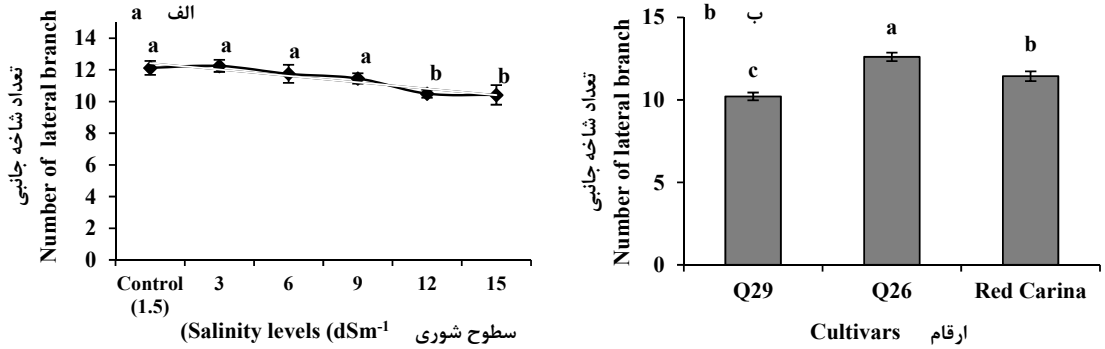


شکل ۴. اثر برهمکنش سطوح مختلف شوری و ارقام کینوا بر طول (الف)، عرض (ب) و سطح برگ (ج)

Fig 4. Effect of interaction of different salinity levels and quinoa cultivars on leaf length (a), width (b) and area (c)

اصلی‌ترین واکنش ظاهری یک گیاه نسبت به تنش‌هایی مانند شوری، کاهش در رشد و نمو است که در چنین شرایطی انرژی گیاه صرف تنظیم یونی و اسمزی شده و درنتیجه سبب کاهش در رشد گیاه می‌شود (Kerepesi and Galiba, 2000) که می‌تواند در اندام‌های هوایی و شاخه‌های فرعی ظاهر شود. ساقه‌ها نسبت به برگ سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی دارند (Allen et al., 1998). تنش شوری از طریق کاهش جذب عناصر غذایی، کمبود آب قابل‌استفاده در گیاه و سمیت عناصر، قدرت رشد سلولی را کاهش داده و باعث کاهش سطح برگ می‌شود (Azari et al., 2012). همچنین نمک موجب کاهش تعداد آغازه‌های برگ و درنهایت کاهش تعداد برگ می‌شود. کاهش سطح برگ نشان‌دهنده این است که سلول‌های برگ در تنش شوری به حداکثر رشد خود نمی‌رسند (Sairam et al., 2002) که می‌تواند در اثر

افزایش آبسیزیک اسید باشد (Papp et al., 1983). یکی از سازگاری‌های گیاهان به شوری این است که نمک را در بیرون سلول‌های خود نگه می‌دارند و این موضوع باعث حرکت آب به بیرون سلول‌های برگ و کاهش سطح آن می‌شود. محدود شدن سطح برگ را شاید بتوان به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی برای کاهش تعرق و اجتناب از شوری در گیاه در نظر گرفت. محققین گزارش کردند که در آبیاری با اختلاط آب دریا و آب معمولی، ارتفاع و وزن تر و خشک بوته و تعداد برگ گیاه تره کاهش یافت (Jamali et al., 2017).



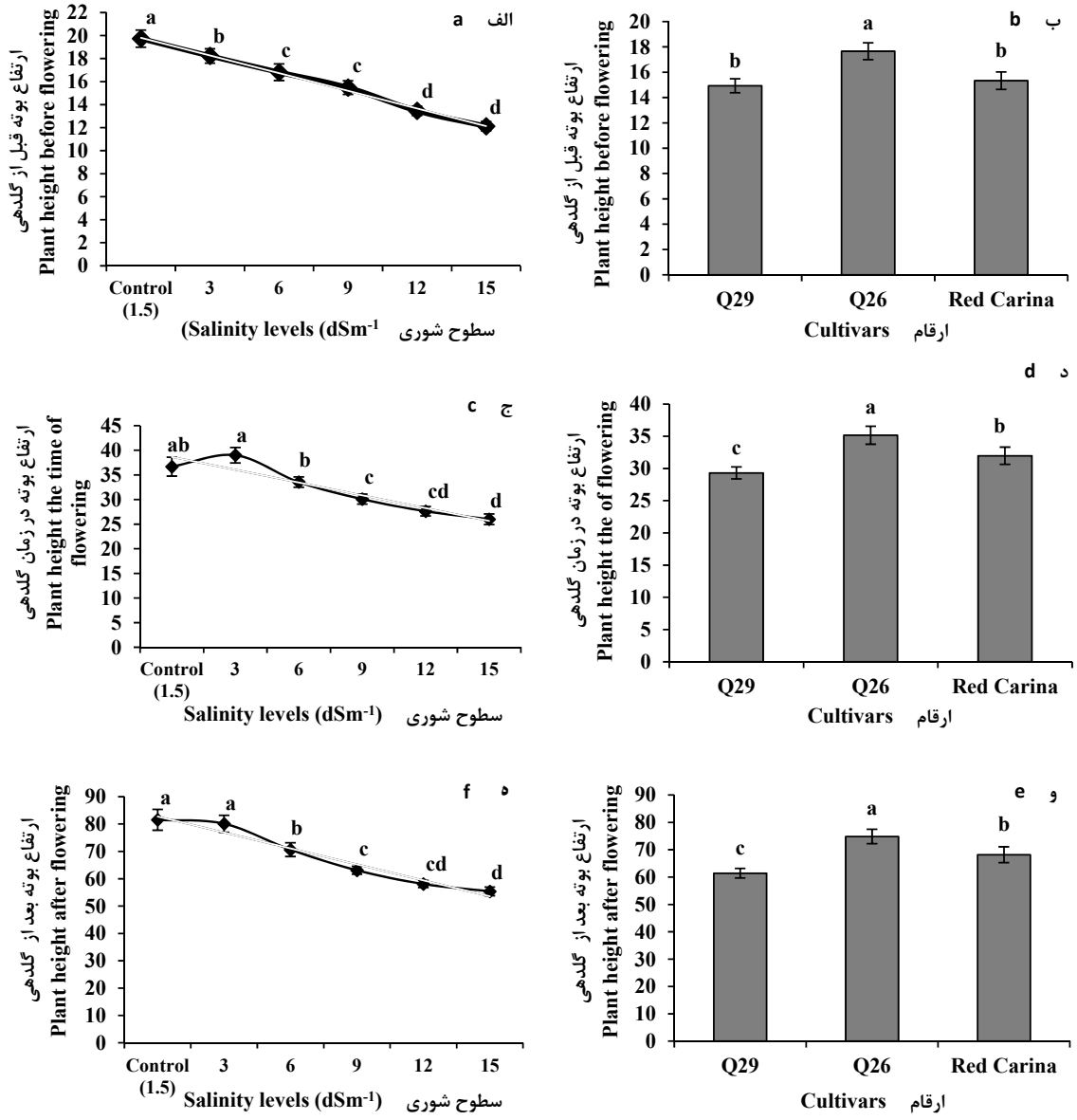
شکل ۵. مقایسه ارقام مختلف کینوا (الف) و تأثیر سطوح مختلف شوری (ب) بر تعداد شاخه جانبی

Fig. 5. Comparison of different cultivars of quinoa (a) and the effect of different salinity levels (b) on the number of lateral branches.

روند تغییرات ارتفاع بوته قبل از گلدهی نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ارتفاع بوته کاسته می‌شود به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته قبل از گلدهی در شاهد (۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) برابر با ۱۹/۷۲ سانتی‌متر ثبت شد و کمترین ارتفاع بوته قبل از گلدهی در سطح شوری ۱۵ دسی-زیمنس بر متر برابر با ۱۲/۱۲ سانتی‌متر حاصل شد (شکل ۶الف). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین ارتفاع بوته قبل از گلدهی در رقم Q26 و کمترین ارتفاع بوته در رقم Q29 به ترتیب به میزان ۱۷/۶۵ و ۱۵/۳۳سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۶ب). با افزایش شوری از ۱/۵ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع بوته قبل از گلدهی به میزان ۳۹ درصد کاهش یافت.

مطابق شکل ۶ج بیشترین ارتفاع بوته در زمان گلدهی در تیمار ۳ دسی‌زیمنس شوری آب آبیاری برابر با ۳۹ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته در زمان گلدهی در تیمار ۱۵ دسی-زیمنس شوری آب آبیاری (۲۶ سانتی‌متر) مشاهده شد. شکل ۶د مقایسه میانگین ارتفاع بوته در زمان گلدهی تحت تأثیر رقم کینوا را نشان می‌دهد به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته در زمان گلدهی در رقم Q26 و کمترین ارتفاع بوته در رقم Q29 به ترتیب به میزان ۳۵/۱۶ و ۲۹/۳۱ سانتی‌متر به دست آمد. با افزایش شوری از ۱/۵ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع بوته در زمان گلدهی به میزان ۲۹ درصد کاهش یافت. روند تغییرات ارتفاع بوته بعد از گلدهی نیز نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از میزان ارتفاع بوته کاسته می‌شود (شکل ۶هـ). شکل ۶و مقایسه میانگین ارتفاع بوته بعد از گلدهی تحت تأثیر رقم کینوا را نشان می‌دهد. بیشترین ارتفاع بوته بعد از گلدهی در رقم Q26 و کمترین ارتفاع بوته در رقم Q29 به ترتیب به میزان ۷۴/۸۳ و ۶۱/۴۱ سانتی‌متر به دست آمد. با افزایش شوری از ۱/۵ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع بوته بعد از گلدهی به میزان ۳۲ درصد کاهش یافت. کاهش ارتفاع می‌تواند به دلیل منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محیط اطراف ریشه نسبت به سلول‌های ریشه گیاه، ناشی از تجمع مقادیر بالای نمک در محلول خاک باشد که منجر به کاهش فتوسنتز و کاهش تولید مواد پرورده برای رشد بوته‌ها شده است (Emam et al., 2013). محققین تأثیر سطوح مختلف شوری حاصل از اختلاط آب دریاچه ارومیه را بر اسانس نعنا فلفلی مطالعه کردند و اظهار داشتند که در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر ارتفاع، قطر و همچنین میزان اساس گیاه نعنا فلفلی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Rasooli et al.,2019). از دلایل کاهش ارتفاع گیاه در اثر شوری، می‌توان به خشکی فیزیولوژیکی در محیط ریشه و رقابت بین یون‌های کلر، سولفات و نیترات اشاره نمود (Zamani et al., 2010).

تنش شوری در مراحل ابتدایی باعث ایجاد تنش اسمزی می‌شود که موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها شده و طویل شدن آن‌ها را با مشکل روبه‌رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و آماس مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل‌شدن آن‌ها به‌کندی صورت می‌گیرد (Munns and Tester, 2008). مطابق شکل ۷الف مشخص شد که تغییرات طول گل‌آذین با افزایش شوری آب آبیاری روندی نزولی را طی می‌کند به‌طوری‌که بیشترین طول گل‌آذین در تیمار شاهد (۱۷/۸۳ سانتی‌متر) مشاهده شد. طول گل‌آذین تحت تأثیر رقم نشان داد که بیشترین طول گل‌آذین مربوط به رقم Q26 برابر با ۱۵/۶ و کمترین طول گل‌آذین در رقم Q29 (1/12 سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۷ب). در مورد کاهش طول گل‌آذین نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات روی گیاه سلوی زینتی (Karimian et al., 2016) و نعناع سبز (Safari Mohamadiyeh et al., 2015) مطابقت داشت.



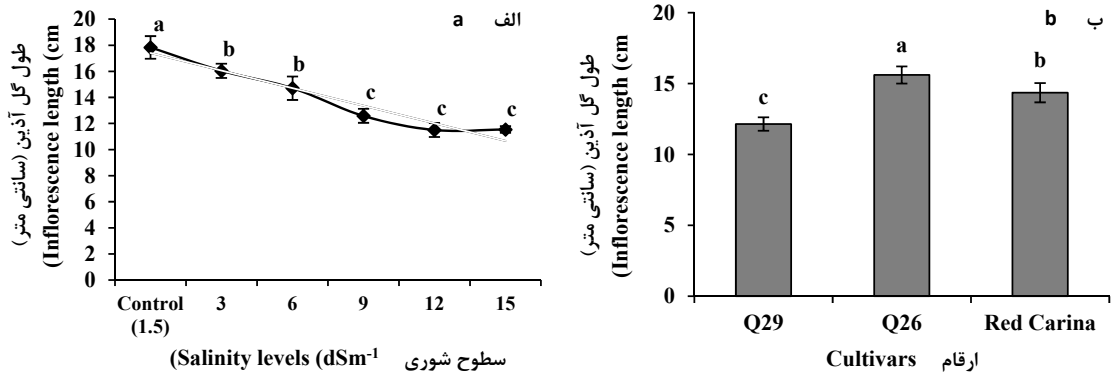
شکل ۶. تأثیر سطوح مختلف شوری و ارقام متفاوت کینوا بر ارتفاع بوته قبل (الف، ب)، هنگام (ج، د) و بعد (هـ و) از گلدهی کینوا

Fig. 6. Effect of different salinity levels and different cultivars of quinoa on plant height before (a, b), during (c, d) and after (e, f) of quinoa flowering

مطابق شکل ۸ بیشترین عملکرد دانه در بوته از رقم Q26 در شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) برابر ۸ گرم حاصل شد. با افزایش شوری میزان عملکرد دانه در بوته کاهش یافت. این کاهش در دو رقم Q26 و ردکارینا تا شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر با شیب کمتر و از شوری ۶ تا ۹ دسی‌زیمنس بر متر با شیب تندتری مشاهده شد. درواقع عمده کاهش عملکرد دانه در تغییر شوری از ۶ به ۹ دسی‌زیمنس بر متر رخ داد. کاهش عملکرد دانه از شوری ۹ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر با شیب ملایمی مشاهده شد. در رقم Q29 روند کاهش عملکرد دانه از شوری ۱/۵ تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر با شدت بیشتری مشاهده شد اما این کاهش تا شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر با شیب ملایمی اتفاق افتاد (شکل ۸). با افزایش شوری از ۱/۵ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، در رقم Q29 میزان عملکرد دانه ۵۹ درصد، در رقم Q26، ۷۱ درصد و در رقم ردکارینا ۷۵ درصد کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در رقم Q29 کمتر از دو رقم دیگر بود.

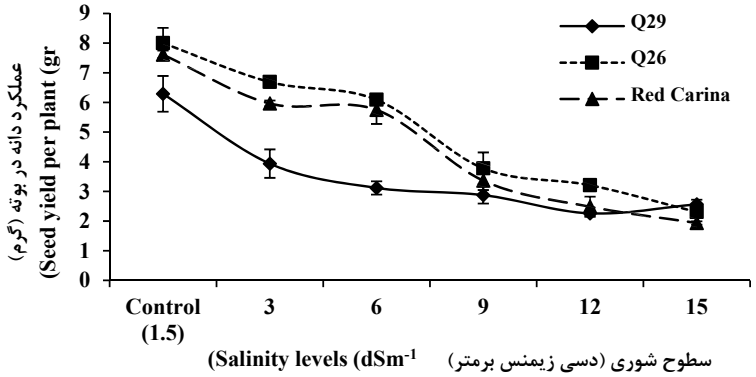
شوری سبب افزایش در سقط گل‌ها شده و بین دانه‌ها و سایر اندام‌های گیاه رقابت بیشتری تشدید می‌شود. از سویی سبب محدود شدن مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه شده و درنتیجه سبب کاهش در تعداد دانه در هر سنبله می‌شود. در شرایط تنش شوری، جذب عناصر غذایی دچار اختلال شده و درنتیجه سبب عدم تکامل دانه‌ها می‌شود (Francois et al., 1994). در تحقیقی، بیشترین میزان رشد و عملکرد دانه گیاه سالیکورنیا (Salicornia) در شوری ۵۰ درصد اختلاط با آب دریا به دست آمد (El-Nwehy et al., 2020).

در پژوهشی نتایج نشان داده شد که گیاه کینوا در شرایط استفاده از آب دریا به‌عنوان آب آبیاری، دوره رشد خود را به پایان رسانده و بذر نیز تولید می‌کند. از طرفی افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد، تعداد دانه و وزن دانه شد (Koyro et al., 2008a,b). کاهش تعداد دانه در گیاه را شاید بتوان با اثر سمیت تجمع نمک در شرایط شوری در مرحله پر شدن دانه‌ها مرتبط دانست. از طرفی به نظر می‌رسد که در شرایط شوری، جذب مواد غذایی مختل شده و بنابراین کمبود مواد غذایی ممکن است باعث عدم تکامل و توسعه دانه‌ها شود (Nabizadeh Marvdust et al., 2003). همچنین بیان شده است که در شرایط شوری ممکن است الگوی تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت فعال کردن مکانیسم‌های تحمل به شوری تغییر کند و بنابراین تفاوت در این صفت را می‌توان با نوع واکنش اکوتیپ‌ها در زمان و تخصیص مواد به اندام‌های مختلف گیاه تحت شرایط تنش مرتبط دانست (Sabet Teimouri et al., 2010). محققین اظهار داشتند که با افزایش تنش شوری، ارتفاع بوته و سطح برگ در کلزا رقم طلائیه کاهش یافت. تنش شوری با کاهش پتانسیل آب و فشار تورژسانس باعث تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز و توسعه و رشد اندام‌های مختلف گیاه مانند برگ‌ها می‌شود (Kazemini et al., 2016).



شکل ۷. تأثیر سطوح مختلف شوری (الف) و ارقام مختلف کینوا (ب) بر طول گل‌آذین

Fig. 7. Influence of different salinity levels (a) and different cultivars of quinoa (b) on the length of the inflorescence.



شکل ۸. تأثیر برهمکنش سطوح مختلف شوری و ارقام کینوا بر عملکرد دانه در بوته کینوا

Fig. 8. Effect of interaction of different salinity levels and quinoa cultivars on grain yield in quinoa plant

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج آزمون جوانه‌زنی نشان داد که گیاه کینوا قابلیت جوانه‌زنی در شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر را دارد. همچنین بهترین شوری جهت جوانه‌زنی ۳ دسی‌زیمنس بر متر بود که نشان‌دهنده این موضوع است که سطوح پایین شوری در گیاهانی نظیر کینوا عملکرد را نه‌تنها کاهش نمی‌دهد بلکه باعث افزایش آن نیز می‌شود.

نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری سبب کاهش برخی از صفات مانند ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ و تعداد شاخه جانبی شد. اگرچه افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش برخی از صفات شد اما با توجه به کمبود منابع آب باکیفیت در کشور و همچنین شور شدن منابع آب‌وخاک، تولید کینوا در شرایط استفاده از آب‌شور می‌تواند امکان‌پذیر باشد. در مقایسه ارقام مختلف کینوا تحت تأثیر شوری رقم Q26 نسبت به دو رقم دیگر دارای شاخه جانبی، ارتفاع بوته و تعداد برگ بیشتری بود؛ بنابراین می‌توان گفت بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد مربوط به رقم Q26 بود. بااین‌حال میزان کاهش عملکرد دانه در اثر افزایش شوری آب آبیاری، در رقم Q29 کمتر از دو رقم دیگر بود. از نتایج حاصل از این پژوهش استنباط می‌شود که گیاه کینوا تحمل و مقاومت نسبتاً مطلوبی به سطوح بالای شوری در شرایط گلدانی و در مرحله جوانه‌زنی داشته و به نظر می‌رسد بتوان با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه، استقرار گیاه کینوا در شرایط آب‌وخاک شور را تضمین نمود.

منابع

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300, 105109.

Azari, A., Sanavi, S. M., Askari, H., Ghanati, F., Naji, A. M., Alizadeh, B. 2012. Effect of salt stress on morphological and physiological traits of two species of rapeseed (*Brassica napus* and *B. rapa*). Iranian Journal of Crop Sciences. 14, 121-135. [In Persian with English Summary].

Bahmani Jafarlou, M., Pilehvar, B., Modaresi, M., Mohammadi, M., 2020. The effect of different seawater ratios on germination indices and morphophysiological traits of milkweed in vitro and nursery conditions. Desert Management. 7, 133–148. [In Persian with English Summary]

Bazile, D., Bertero, H.D., Nieto, C., 2015. State of the art report on quinoa around the world in 2013. http://www.fao.org/3/i4042e/I4042E.pdf

El-Nwehy, S. S., Rezk, A. I., El-Nasharty, A. B., Nofal, O. A. 2020. Influences of irrigation with diluted seawater and fertilization on growth, seed yield and nutrients status of salicornia plants. Pakistan Journal of Biological Sciences. 23, 1267-1275.

Emam, Y., Hosseini, E., Rafiei, N., Pirasteh-Anosheh, H., 2013. Response of early growth and sodium and potassium concentration in ten barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars under

salt stress conditions. Crop Physiology Journal. 19, 5-15. [In Persian with English Summary]

Flowers, T.J., Troke, P.F. Yeo, A.R., 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annual Review of Plant Physiology. 28, 89-121.

Francois, L.E., Grieve, C.M., Maas, E.V. Lesch, S.M., 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agronomy Journal. 86, 100-107.

Gomez-Pando, L.R., Eguiluz-de la Barra, A., 2013. Developing genetic variability of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) with gamma radiation for use in breeding programs. American Journal of Plant Sciences. 4, p.349.

Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S.E. Shabala, S., 2010. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. Journal of Experimental Botany. 62, 185-193.

Hussin, S., Geissler, N., Koyro, H.W., 2013. Effect of NaCl salinity on Atriplex nummularia L. with special emphasis on carbon and nitrogen metabolism. Acta Physiologiae Plantarum. 35, 1025-1038.

Jacobsen, S.E., Mujica, A., Jensen, C.R., 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Reviews International. 19,99-109.

Jamali, S., Sharifan, H., Sajjadi, F., 2017. The feasibility of using Caspian seawater to irrigate Persian leek (*Allium persicum* L). Journal of Water and Irrigation Management. 7, 29–42. [In Persian with English Summary].

Kafi, M., Borzoi, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. Vegetable, C., 2012. Physiology of Environmental Stresses in Plants. Publications University of Mashhad. 504 p. [In Persian]

Karimian, Z., Samiei, L., Nabati, J., 2016. Investigation of flowering in ornamental sage (*Salvia splendens*) under salt stress withn humic acid application, 1st International and 2nd National Congress of Ornamentals plants. 23-25 August 2018, Mashhad, Iran. [In Persian with English Summary]

Kazemini, S.A., Alborzi Haghighi, M.H., Pirasteh Anousheh, H., 2016. Salinity tolerance in different growth stages in rapeseed (*Brassica napus*) cultivar Talaieh. Environmental stresses in Crop Sciences. 9, 193-185. [In Persian with English Summary].

Kerepesi, I., Galiba, G., 2000. Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. Crop Science. 40, 482-487.

Khaniyejad, S., Kafi, M., Vegetable, C., 2014. Effect of different levels of urea fertilizer and triple superphosphate on physiological characteristics of *Kochia solaria* under salinity stress. Iranian Journal of Crop Research. 12, 206-196. [In Persian with English Summary].

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

Koyro, H.W., Lieth, H., Eisa, S.S., 2008b. Salt tolerance of *Chenopodium quinoa* willd., grains of the Andes: Influence of salinity on biomass production, yield, composition of relieves in the seeds, water and solute relations. Tasks for Vegetation Sciences. 43, 133-145.

Läuchli, A. Grattan, S.R., 2007. Plant growth and development under salinity stress. In: Jenks, M.A., Hasegawa, P.M., Jain, S.M. (eds.), Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops. pp. 1-32. Springer, Dordrecht.

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

Munns, R., 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. Plant, Cell & Environment. 16, 15-24.

Nabizadeh Marvdust, M.R., Kafi, M., Rashed, M.H., Hasel, M.. 2003. Effect of salinity on growth, yield, collection of minerals and percentage of green cumin essence. Iranian Journal of Field Crops Research. 1, 53-59. [In Persian with English Summary].

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. AoB plants, 6. plu047.

Papp, J.C., Ball, M.C., Terry, N., 1983. A comparative study of the effects of NaCl salinity on respiration, photosynthesis, and leaf extension growth in *Beta vulgaris* L. (sugar beet). Plant, Cell & Environment. 6, 675-677.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V.P. Prasad, S.M., 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review.

Environmental Science and Pollution Research. 22, 4056-4075.

Rasooli, P.M., Sefidkan, F., Hassani, A., Mozaffari, M., 2019. The effect of sea water salinity on some morphological traits and the essential oil of peppermint (*Mentha piperita*) National Conference on Medicinal Plants. [In Persian with English Summary]

Sabet Teimouri, M., Khazaie, H.R., Nassiri Mahallati, M., Nezami, A., 2010. Effect of salinity on seed yield and yield components of individual plants, morphological characteristics and leaf chlorophyll content of sesame (*Sesamum indicum* L.). Environmental Stresses in Crop ScienceS. 2(2), 119-130. [In Persian with English Summary].

Safari-Mohamadiyeh, Moghaddam, Z., Abedy, M., Samiei, B., 2015. Effects of salinity stress on some yield parameters and morphological characteristics of spearmint (*Mentha spicata* L.) in hydroponic conditions. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 23, 97-107. [In Persian with English Summary]

Sairam, R.K., Rao, K.V., Srivastava, G.C., 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science. 163, 037-1046.

Sajjadi, F., Jamali, P., Sharifan, H, Fallahpour, A., 2016. The effect of heat and salinity stresses from the Caspian Sea water on the germination of basil (*Ocimum basilicum*) seeds. National Congress of Irrigation and Drainage of Iran. [In Persian with English Summary]

Sharifan, H., Jamali, P. Sajjadi, F., 2018. Investigation of the effect of different salinity levels on some morphological characteristics of *Chenopodium quinoa* Willd under different irrigation regimes. Journal of Soil and Water Sciences (Agricultural Science and Technology and Natural Resources). 22, 27-15. [In Persian with English Summary].

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

Yadav, S.P., Bharadwaj, R., Nayak, H., Mahto, R., Singh, R.K., Prasad, S.K., 2019. Impact of salt stress on growth, productivity and physicochemical properties of plants: A Review. Chemical Studies. 7, 1793-1798.

Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D., Baybordi, A., 2010. Study of yield and yield components of winter rapeseed under salt stress conditions. Journal of Crop Production Research (Environmental Stresses in Plant Sciences). 1, 109–121. [In Persian with English Summary].