



شناسایی صفات مؤثر در گزینش لاین‌های کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در کشت بهاره تحت تنش شوری

معصومه صالحی^{۱*}، فرهاد دهقانی^۱، ولی سلطانی گردفرامری^۲، نادیا بشارت^۲

۱. استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، یزد

۲. کارشناس ارشد مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، یزد

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۰۸

چکیده

کینوا گیاهی است سه کرپنه با ارزش غذایی بالا و یک شورزیست اختیاری است. به منظور گزینش لاین‌های کینوا در کشت بهاره در شرایط شور ۱۳ لاین با دوره رسیدگی متفاوت در ۳ خط ۵ متری در ۱۸ اسفند ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقات شوری صدوق یزد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با آب آبیاری با شوری ۱۴ dS/m کشت گردید. مراحل فنولوژیک یادداشت شد و در نهایت ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه، زیست‌توده، درصد سدیم و پتاسیم برگ و نسبت پتاسیم به سدیم اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین لاین‌ها از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد لاین NSRCQ6 با اختلاف معنی‌داری بیشترین میزان عملکرد (۱۴۲۲ کیلوگرم در هکتار) را داشت و سپس لاین‌های NSRCQ7، NSRCQ10 و NSRCQ11 قرار گرفتند. رابطه همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد دانه با وزن هزار دانه و روز تا رسیدگی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. در تجزیه خوشه‌ای، لاین‌های NSRCQ6 و NSRCQ11 در گروه زودرس بیشترین عملکرد دانه و وزن هزار دانه را داشتند. بررسی اثر دما در دوره پر شدن دانه نشان داد با افزایش هر یک درجه به میانگین و حداکثر دما عملکرد دانه به ترتیب ۱۱۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار و وزن هزار دانه ۰/۲ و ۰/۲۷ گرم کاهش یافت. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که سه مؤلفه اول بیشترین سهم را در واریانس داشتند و در مؤلفه اول، دوم و سوم به ترتیب وزن هزار دانه، نسبت پتاسیم به سدیم و درصد پتاسیم بیشترین سهم را در جهت مثبت با عملکرد و روز تا رسیدگی، روز تا گلدهی و ارتفاع گیاه بیشترین سهم را در جهت منفی با عملکرد داشتند. در نهایت لاین‌های NSRCQ11 و NSRCQ6 برای بررسی در کشت‌های بهاره انتخاب گردید. در بین صفات مورد بررسی وزن هزار دانه، روز تا رسیدگی و درصد عناصر سدیم و پتاسیم جهت گزینش لاین‌ها انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: آب‌شور، عملکرد، اجزای عملکرد، گزینش

مقدمه

تغییر اقلیم موجب افزایش شوری منابع آب‌و خاک شده و مشکل شور شدن منابع خاک هر ساله ۱۰ درصد افزایش می‌یابد (Ruiz et al., 2014). پیش‌بینی مدل‌های تغییر اقلیم حاکی از تغییر الگوهای بارش، خشک و طولانی‌تر شدن فصول و اثر بر فعالیت‌های میکروبی خاک در آینده نزدیک دارد که تأثیر زیادی بر اکوسیستم خواهد گذاشت (Zeglin et al., 2013). در ایران ۲۸ اقلیم مختلف شناسایی شده (Ghaffari et al., 2014) که حدود ۵۴ درصد از کشور دارای اقلیم بیابانی با تابستان گرم و بسیار گرم با تبخیر و تعرق و نیاز آبی بالا است. اراضی شور با درجات مختلف شوری در چهار گروه اقلیمی قرار گرفته‌اند. بیشتر اراضی شور (۵۵ میلیون هکتار تقریباً ۳۴ درصد کشور) در فلات مرکزی، نواحی ساحلی و استان خوزستان قرار گرفته است (Qadir et al., 2008)؛ بنابراین کشاورزان نیازمند سازگاری با شرایط جدید هستند.

تغییر اقلیم موجب افزایش شوری منابع آب‌و خاک شده و مشکل شور شدن منابع خاک هر ساله ۱۰ درصد افزایش می‌یابد (Ruiz et al., 2014). پیش‌بینی مدل‌های تغییر اقلیم حاکی از تغییر الگوهای بارش، خشک و طولانی‌تر شدن فصول و اثر بر فعالیت‌های میکروبی خاک در آینده نزدیک دارد که تأثیر زیادی بر اکوسیستم خواهد گذاشت (Zeglin et al., 2013). در ایران ۲۸ اقلیم مختلف شناسایی شده (Ghaffari et al., 2014) که حدود ۵۴ درصد از کشور دارای اقلیم بیابانی با تابستان گرم و بسیار گرم با تبخیر و تعرق و نیاز آبی بالا است. اراضی شور با درجات مختلف شوری در چهار گروه اقلیمی قرار گرفته‌اند. بیشتر اراضی شور (۵۵ میلیون هکتار تقریباً ۳۴ درصد کشور) در فلات مرکزی، نواحی ساحلی و استان خوزستان قرار گرفته است (Qadir et al., 2008)؛ بنابراین کشاورزان نیازمند سازگاری با شرایط جدید هستند.

حتی در شرایط شوری معادل ۵۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم تنفس خود را ثابت نگه دارد و از مکانیسم‌های مهم کینوا تحت تنش شوری حفظ آب نسبی برگ، حفظ نسبت پتاسیم به سدیم و جذب بالای پتاسیم و منیزیم، مقاومت بالای روزنه-ای که مرتبط با میزان بالای دی‌اکسید کربن درون سلولی و افزایش فتوسنتز خالص است، محدودیت در پراکسیداسیون لپید، تنش اکسیداتیو و فسفوریلاسیون نوری و همچنین نقش مؤثر پرولین در مقابله با تنش اکسیداتیو است (Derbali et al., 2020). البته میزان تجمع پرولین بسته به تنش شوری متفاوت است. در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم میزان پرولین کاهش و در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار پرولین افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده تأثیر مثبت شوری پایین بر کینوا است (Ruiz-Carrasco et al., 2011). تنوع زیادی بین ژنوتیپ‌های کینوا از نظر میزان تحمل به تنش شوری وجود دارد و ژنوتیپ‌هایی که منشأ آن‌ها مناطق ساحلی است تحمل بیشتری به تنش شوری دارند (Ruiz-Carrasco et al., 2011; Saad-Allah and Youssef, 2018; Kiani-Pouya et al., 2019).

کینوا به دلیل تحمل بالا به تنش‌های خشکی و شوری به‌عنوان یک گیاه جدید مورد توجه قرار گرفته است. کینوا در اقلیم‌های مختلف کشور کشت می‌شود در برخی مناطق با اقلیم معتدل به‌صورت بهاره، در فلات مرکزی به‌طور عمده در اواسط تابستان به پاییز و در جنوب کشور به‌صورت پاییزه کشت می‌شود. نیاز است برای هر اقلیم صفات مناسب برای معرفی ارقام شناسایی شود. هدف این مقاله گزینش لاین‌های امیدبخش کینوا در شرایط شور در کشت بهاره و شناسایی صفات مؤثر در گزینش لاین‌ها با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مقایسه میانگین عملکرد لاین‌های مختلف کینوا در کشت بهاره، ۱۳ ژنوتیپ با دوره رسیدگی متفاوت که حاصل از گزینش به روش لینه خالص حاصل از توده‌های دریافتی با منشأ کشورهای آمریکای جنوبی بود، در ۳ خط ۵ متری در ۱۸ اسفند ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقات شوری صدوق یزد به‌صورت نشایی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت گردید (جدول ۱).

نشاها ۲۱ روز بعد از کشت بذر در بستر کوکوپیت و پرلیت در مرحله ۸-۶ برگی به مزرعه منتقل و با آب آبیاری با شوری

کینوا (*Chenopodium quinoa*) گیاه آلوتتراپلوئید ($2n=4x=36$) از خانواده آمارانتاسه است که در بولیوی و کشورهای ناحیه آند در حدود ۵۰۰۰ سال کشت می‌شده است (Jacobsen et al., 2003b). توجه جهانی بر روی این گیاه به دلیل ارزش بالای غذایی آن زیاد است (Jacobsen, 2003; Garcia et al., 2015; Nowak et al., 2015). متوسط دارای ۱۶ درصد پروتئین است و تعادل اسیدهای آمینه آن بهتر از گندم و برنج بوده و دارای میزان بالایی آهن، کلسیم، آنتی‌اکسیدانت و پلی‌فنل‌ها است (Nsimba et al., 2009; James, 2008). کینوا بدون گلوتن است و غذای مناسبی برای افراد دارای بیماری سلیاک است. کینوا یک گیاه هالوفیت اختیاری است و برخی ارقام آن قادرند چرخه زندگی خود را در شوری ۴۰۰ میلی‌مولار نیز کامل نمایند (Hariadi et al., 2011; Razzaghi et al., 2011). بهترین رشد کینوا در شوری 10 dS/m مشاهده شده است (Jacobsen et al., 2003a; Jacobsen, 2003; Koyro et al., 2008; Brakez et al., 2013). مهم‌ترین صفات تحمل به تنش شوری در کینوا شامل رسوب سدیم در واکوئل، بارگیری سدیم در آوند چوب، تحمل بالا به ترکیبات دارای اکسیژن فعال، حفظ نسبت پتاسیم به سدیم، تراکم روزنه و تنظیم آن و وجود کیسه‌های نمکی است (Adolf et al., 2012). رابطه معنی‌داری بین درصد کیسه‌های نمکی سطح برگ و میزان تحمل به تنش شوری در کینوا گزارش شده است (Kiani-Pouya et al., 2019). بررسی کینوا در سیستم بررسی سریع با درصد‌های مختلفی از آب دریا نشان داد که برخلاف گلیکوفیت‌ها، کینوا قادر است تا سطح شوری آب دریا بذر تولید کند (Koyro et al., 2008). رشد گیاه در شوری معادل ۳۰ درصد شوری آب دریا کاهش معنی‌داری داشت و ۵۰ درصد کاهش عملکرد در شوری معادل ۵۵ درصد شوری آب دریا مشاهده شد (Koyro et al., 2008). تنش شوری موجب افزایش درصد خاکستر و پروتئین دانه شد. افزایش خاکستر دانه با افزایش سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم دانه همراه بود. در این آزمایش کینوا توانست نسبت پتاسیم به سدیم را در حدود ۱ حفظ کند که با افزایش شوری نیز ثابت ماند (Koyro et al., 2008). افزایش شوری موجب کاهش درصد جوانه‌زنی بذور تولیدی نشد در حالی که درصد جوانه‌زنی بذور تولیدی در شوری ۲۰ تا ۸۰ درصد آب دریا بهبود یافت و تجمع بالای ساکارز و تا حدی سدیم موجب بهبود پتانسیل آب برگ شد (Koyro and Eisa, 2008). کینوا قادر است

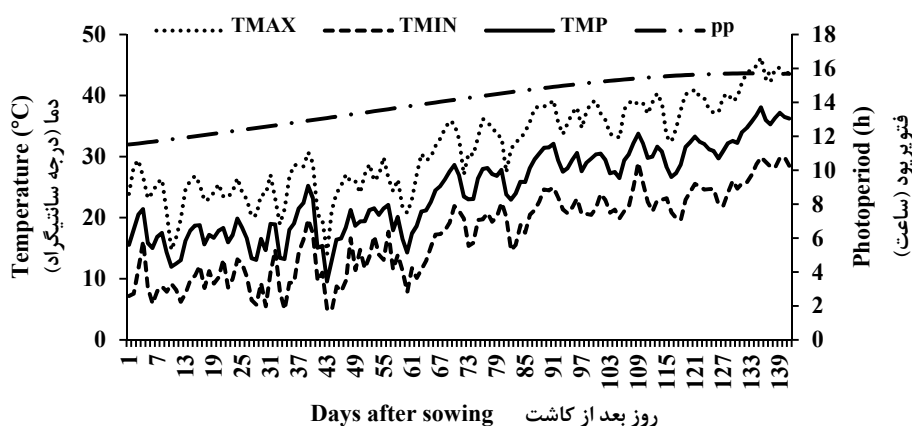
توسعه‌یافته انتهایی نمونه برگ گرفته شد. اندازه‌گیری میزان یون سدیم و پتاسیم برحسب درصد نمونه آسیاب شده در بوته چینی در کوره به مدت ۲ ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. بعد از سرد شدن یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۶ نرمال به آن اضافه کرده و یک شب در اسید باقی ماند. سپس به آن ۹ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و با کاغذ صافی صاف شد. برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر مدل Jenway استفاده شد. شکل ۱ دمای حداکثر، حداقل و میانگین در طول فصل رشد کینوا در ایستگاه تحقیقات شوری صدوق یزد را نشان می‌دهد. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS v9.1 و مقایسه میانگین با روش LSD انجام شد. جهت تجزیه داده‌های K/Na در ابتدا تبدیل زاویه‌ای انجام شد و سپس مقایسه میانگین با داده‌های اصلی انجام گردید. تجزیه خوشه‌ای با روش وارد و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با برنامه STATGRAPHIC انجام شد.

۱۴ dS/m آبیاری شدند (جدول ۲). بافت خاک سیلتی لوم و متوسط شوری عصاره اشباع خاک در منطقه توسعه ریشه گیاه ۱۶/۸ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۳). فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر و طول خط ۵ متر در نظر گرفته شد. همراه با آماده کردن خاک ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم اوره استفاده شد. کنترل علف هرز در مرحله غنچه‌دهی انجام شد. کود سرک اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در ۳۰ روز بعد از کاشت استفاده گردید. در مرحله گرده‌افشانی نیز به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره استفاده شد. با مشاهده اولین خسارت لارو کارادرینا (*Sopdoptera exigua*) سم‌پاشی با سم سایپرمترین دو بار با فاصله ۱۰ روز انجام شد. در طول فصل یادداشت‌برداری مراحل فنولوژیک شامل تاریخ‌های سبز شدن، مرحله غنچه‌دهی، مرحله گرده‌افشانی و تغییر رنگ انجام شد. پس از برداشت عملکرد، وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه و زیست‌توده اندازه‌گیری شد. در مرحله گلدهی از برگ‌های

جدول ۱. شماره و اسامی لاین‌های موردبررسی کینوا در شرایط شور

Table 1. Quinoa line names and numbers under saline condition

شماره لاین Line Number	اسم لاین Line Name	شماره لاین Line Number	اسم لاین Line Name	شماره لاین Line Number	اسم لاین Line Name	شماره لاین Line Number	اسم لاین Line Name
4	NSRCQ4	8	NSRCQ8	12	NSRCQ12	16	NSRCQ16
5	NSRCQ5	9	NSRCQ9	13	NSRCQ13		
6	NSRCQ6	10	NSRCQ10	14	NSRCQ14		
7	NSRCQ7	11	NSRCQ11	15	NSRCQ15		



شکل ۱. دمای حداکثر (TMAX)، حداقل (TMIN) و میانگین (TMP) و فتوپریود (PP) در طول دوره رشد کینوا
Fig. 1. Maximum temperature (TMAX), minimum temperature (TMIN), Mean temperature (TMP) and photoperiod (PP) during growing cycle of quinoa

جدول ۱. کیفیت آب آبیاری

Table 2. Irrigation Water quality

منبع آب Irrigation water	EC	pH	SAR	Na	Ca	Mg	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Saline water	14.52	7.30	23.18	104.57	13.20	28.52	0	3.30	134.0	8.99

جدول ۲. نتایج شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل و بافت خاک

Table 3. Soil salinity of saturated paste extract (dS m⁻¹) during growing cycle and soil texture

عمق خاک Soil depth (cm)	۴۰ روز بعد از کاشت	۶۷ روز بعد از کاشت	۹۲ روز بعد از کاشت	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	بافت Texture
	40 days after sowing	67 Days after sowing	92 Days after sowing				
0-30	18.4	18.1	21.3	60	22	18	SL
30-60	13.6	13.2	13.2				

۲۷ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود. لاین‌های ۱۵ و ۱۶ به دلیل دیررسی و برخورد طول روز به ۱۶ ساعت و همچنین دمای بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد وارد فاز گلدهی نشدند. طول روز ۱۴ ساعت موجب طولانی‌تر شدن مراحل رشد رویشی در کینوا و تولید بیشتر پرموردیای برگ می‌گردد (Bertero, 2003). گرچه برخی محققان گزارش کردند تأثیر فتوپریود بر مرحله پر شدن دانه بیشتر از گلدهی است (Christensen et al., 2010; Salehi et al., 2019).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین لاین‌ها از لحاظ کلیه صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، زیست‌توده، ارتفاع بوته، درصد یون سدیم و پتاسیم برگ و نسبت این دو یون معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین عملکرد دانه با اختلاف معنی‌دار با سایر لاین‌ها در لاین ۶ به میزان ۱۴۲۲ کیلوگرم در هکتار و وزن هزار دانه ۱/۹ گرم مشاهده شد و سپس لاین‌های ۷، ۱۰ و ۱۱ قرار گرفتند که با کاهش عملکرد ۴۳، ۳۶ و ۴۷ درصد نسبت به لاین ۶ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. لاین ۱۵ با ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری با سایر لاین‌ها داشت و کمترین ارتفاع در لاین ۱۱ با ارتفاع ۵۶ سانتی‌متر مشاهده شد. بیشترین میزان زیست‌توده در لاین‌های ۱۲، ۱۳ و ۱۴ با میزان ۶ تن در هکتار مشاهده شد (جدول ۶). وزن هزار دانه لاین ۱۱ و ۶ بود با اختلاف معنی‌داری بیشتر از سایر لاین‌ها بود و کمترین وزن هزار دانه مربوط به لاین ۵ و ۱۴ با میزان کاهش ۷۸ و ۷۳ درصد بود.

در طول فصل رشد درجه روز رشد مراحل مختلف رشدی با استفاده از تابع دندان مانند محاسبه گردید (معادله ۱) (Soltani et al., 2006)

$$F(T) = \begin{cases} \frac{T-T_b}{T_{o1}-T_b} & \text{if } T_b < T < T_{o1} \\ \frac{T_c-T}{T_c-T_{o2}} & \text{if } T_{o2} < T < T_c \\ 1 & \text{if } T_{o1} \leq T \leq T_{o2} \\ 0 & \text{if } T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c \end{cases} \quad [1]$$

در این معادله T_b دمای پایه، T_{o1} دمای حداقل پایین، T_{o2} دمای حداکثر بالا است.

نتایج و بحث

بررسی مراحل فنولوژی نشان داد که روز تا گلدهی لاین‌ها بین ۶۰ تا ۹۱ و روز تا رسیدگی بین ۱۱۰ تا ۱۴۱ روز بود (جدول ۴).

لاین‌های ۶ و ۱۱ با ۱۱۰ روز تا رسیدگی زودرس‌تر بودند. درجه روز رشد تجمعی تا زمان گلدهی بین ۱۰۲۵ تا ۱۵۲۴ درجه روز رشد و تا زمان رسیدگی ۱۷۳۲ تا ۱۹۰۵ درجه روز رشد بود. درجه روز رشد موردنیاز لاین‌ها از روز ۱۳۴ تا ۱۴۱ به دلیل دمای بالاتر، از حداکثر افزایش نیافت. محدوده دمایی که لاین‌ها در طول دوره پر شدن دانه با آن مواجه شدند بین ۲۶/۹ و ۳۱/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر دما بین ۳۵/۱ تا ۳۸/۸ درجه سانتی‌گراد بود. میانگین و حداکثر دما در دوره پر شدن دانه در لاین‌های زودرس ۶ و ۱۱ به ترتیب

جدول ۴. روز تا گرده‌افشانی و رسیدگی، درجه روز رشد از گرده‌افشانی تا رسیدگی و حداقل، حداکثر و میانگین دما در طول دوره پر شدن دانه لاین‌های مختلف کینوا در کشت بهاره در شرایط شور

Table 4. Days to anthesis and maturity, GDD from anthesis up to maturity and minimum, maximum and mean temperature during seed filling period of different lines of quinoa at spring cropping under saline condition

لاین Line	روز تا گرده‌افشانی Days to anthesis	روز تا رسیدگی Days to maturity	GDD تا گرده‌افشانی GDD up to anthesis	GDD تا رسیدگی GDD up to maturity	میانگین طول روز دوره پر شدن دانه Mean of photoperiod during seed filling period	دما در طول دوره پر شدن دانه Temperature during seed filling period		
						میانگین Average	حداقل Minimum	حداکثر Maximum
4	67	141	1161	1905	15.15	29.0	22.6	37.8
5	91	141	1524	1732	15.47	31.4	24.0	38.8
6	67	110	1161	1905	14.80	28.0	20.9	35.1
7	67	134	1161	1905	15.09	29.2	21.9	36.6
8	88	134	1504	1905	15.39	30.6	23.2	38.1
9	88	134	1504	1905	15.39	30.6	23.2	38.1
10	67	134	1161	1905	15.09	29.2	21.9	36.6
11	60	110	1025	1732	14.67	26.9	20.9	35.1
12	88	141	1504	1905	15.43	31.4	24.0	38.8
13	67	141	1161	1905	15.15	29.0	22.6	37.8
14	67	141	1161	1905	15.15	29.0	22.6	37.8
15					-			
16					-			

جدول ۵. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده لاین‌های مختلف کینوا در کشت بهاره در شرایط شور

Table 5. Analysis of variance of measured traits of different lines of quinoa in spring cropping under saline condition

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه TKW	زیست توده Biomass	میزان Na Na content	میزان K K content	نسبت K/Na K/Na ratio	ارتفاع گیاه Plant height
Block	2	21343 ^{ns}	0.033 ^{ns}	1052306 ^{ns}	1.52 ^{ns}	0.34 ^{ns}	0.001 ^{ns}	15 ^{ns}
Treatment	12	470668 ^{**}	0.937 ^{**}	6026186 ^{**}	4.85 ^{**}	8.00 ^{**}	**0.005	1140 ^{**}
Error	24	13569	0.025	369844	0.49	2.39	0.0005	88
CV%	(%)	24.1	17.07	13.5	21.4	16.6	35.2	12.6

**, * و ^{ns}: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

**, * and ns: significant at 1 and 5 percent and non-significant, respectively

کمتر از ۲ بود. بیشتر لاین‌ها توانستند میزان بالایی پتاسیم جذب کنند. از عوامل مهم در شرایط شور حفظ تعادل یونی است. حفظ نسبت بالاتر پتاسیم به سدیم سیتوسولی نقش مهمی در تحمل شرایط شور دارد زیرا پتاسیم قادر است ۵۰ آنزیم را در گیاه فعال کند (Shabala, 2003). به دلیل شباهت فیتوشیمیایی سدیم و پتاسیم این دو عنصر برای ورود به داخل گیاه رقابت می‌کنند. آدلف و همکاران (Adolf et al., 2012) نشان دادند که کینوا از سدیم به‌عنوان یک

بیشترین میزان سدیم و پتاسیم تجمع یافته در لاین ۷ مشاهده شد. کمترین میزان سدیم در لاین ۱۶ و سپس در لاین ۱۱ و ۴ مشاهده شد. بالاترین میزان نسبت پتاسیم به سدیم در لاین شماره ۱۶ و سپس لاین‌های ۴ و ۱۱ مشاهده گردید (جدول ۶). به‌جز لاین ۱۶ که نسبت پتاسیم به سدیم آن بسیار بالاست و میزان تحمل به تنش شوری آن نیاز به بررسی بیشتری دارد، سایر لاین‌ها نسبت پتاسیم به سدیم بالای ۲ داشتند به‌جز لاین ۱۵ و ۱۰ که نسبت بالای یک و

اسمولیت برای حفظ تعادل اسمزی استفاده می‌کند. بررسی میزان تجمع پتاسیم نیز افزایش می‌یابد و گیاه نسبت پتاسیم و سدیم را حفظ می‌کند. شیره آوند چوب نیز نشان داد که همزمان با افزایش سدیم

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده لاین‌های مختلف کینوا در کشت بهاره در شرایط شور

Table 6. Means comparison of measured traits of different lines of quinoa in spring cropping under saline condition

لاین Line	زیست توده Biomass (Kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه Seed yield (Kg ha ⁻¹)	وزن هزار دانه Thousands Kernel weight (g)		میزان Na Na content (%)	میزان K K content (%)	نسبت K/Na K/Na ratio	ارتفاع گیاه Plant height (cm)
			عملکرد دانه Seed yield (Kg ha ⁻¹)	وزن هزار دانه Kernel weight (g)	میزان Na Na content (%)	میزان K K content (%)	نسبت K/Na K/Na ratio	ارتفاع گیاه Plant height (cm)
4	3315.4 ^{de}	433.7 ^c	1.2 ^b	2.06 ^e	10.19 ^{abc}	5.46 ^b	96.4 ^b	
5	3163.3 ^{de}	214.9 ^d	0.4 ^e	3.46 ^{cd}	10.22 ^{abc}	3.46 ^b	85.0 ^{bc}	
6	5629.9 ^{abc}	1422.3 ^a	1.9 ^a	3.76 ^{bcd}	9.94 ^{abc}	2.68 ^b	65.5 ^{def}	
7	5366.7 ^{abc}	804.7 ^b	0.7 ^{cd}	5.16 ^a	11.60 ^a	2.26 ^b	52.10 ^f	
8	4664.2 ^c	273.6 ^{cd}	1.4 ^{bd}	4.00 ^{abc}	11.00 ^{ab}	2.90 ^b	56.8 ^{ef}	
9	4704.2 ^c	367.7 ^{cd}	1.3 ^b	4.08 ^{abc}	8.63 ^{bcd}	2.20 ^b	56.8 ^{ef}	
10	2059.3 ^f	906.3 ^b	1.2 ^b	4.69 ^{ab}	6.03 ^e	1.28 ^b	62.0 ^{def}	
11	2493.7 ^{ef}	751.9 ^b	1.8 ^a	2.13 ^e	10.35 ^{abc}	4.99 ^b	55.9 ^f	
12	6038.1 ^{ab}	298.7 ^{cd}	0.8 ^e	3.08 ^{cde}	9.09 ^{abcd}	3.13 ^b	71.9 ^{cde}	
13	6279.8 ^a	415.3 ^c	0.8 ^{cde}	3.10 ^{cde}	9.74 ^{abc}	3.15 ^b	76.8 ^{cd}	
14	5902.8 ^{ab}	388.9 ^{cd}	0.5 ^{de}	2.71 ^{de}	9.30 ^{abc}	3.48 ^b	81.4 ^{bc}	
15	3602.4 ^d	0 ^e	0 ^f	4.13 ^{abc}	6.65 ^{de}	1.59 ^b	120.6 ^a	
16	5227.4 ^{bc}	0 ^e	0 ^f	0.36 ^f	7.79 ^{cde}	42.21 ^a	83.1 ^{bc}	
LSD	1024.8	196.3	0.26	1.18	2.60	13.49	15.85	

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

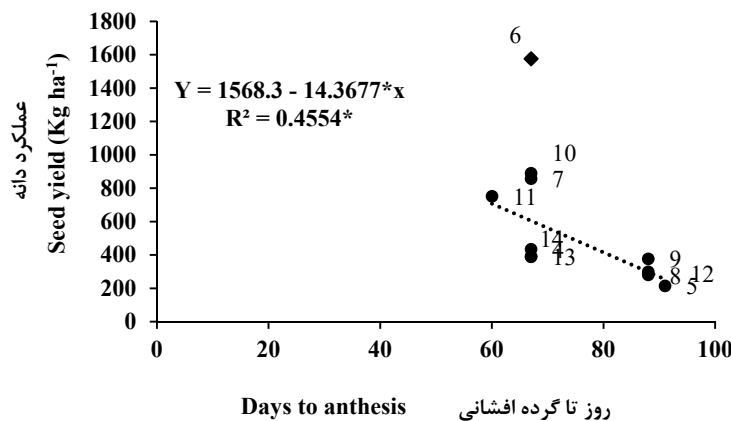
In each column, means with at least one similar letter do not have significant differences based on LSD test at 5% level

بررسی رابطه روز تا گلدهی لاین‌ها نشان داد که با تأخیر زمان از کاشت تا گلدهی عملکرد دانه کاهش یافت و تنها لاین ۶ استثنا بود که دلیل احتمالی آن تحمل بیشتر این لاین به گرمای آخر فصل نسبت به سایر لاین‌های مورد بررسی در این آزمایش و یا پتانسیل تولید بالای آن بود (شکل ۲). رابطه بین عملکرد دانه و میانگین دما در دوره پر شدن دانه نشان داد که غیر از لاین ۶ با افزایش هر درجه میانگین دما و حداکثر دما به ترتیب عملکرد دانه ۱۱۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (شکل ۳ و ۴). به ازای هر واحد افزایش میانگین و حداکثر دما وزن هزار دانه به ترتیب ۰/۲ و ۰/۲۷ گرم کاهش یافت (شکل ۴ و ۵). رابطه رگرسیونی عملکرد دانه و وزن هزار دانه با میانگین حداکثر دما در دوره پر شدن دانه معنی‌داری بود. دوره پر شدن دانه کینوا به دمای بالا و پایین حساس است و دمای اپتیمم در این دوره ۲۰°C گزارش شده است (Salehi et al., 2019). زمان گلدهی و دوره پر شدن دانه به فتوپریود و طول روز بیشتر از ۱۲ ساعت حساس بوده و موجب افزایش GDD مورد نیاز می‌شود؛ بنابراین کینوا از نظر زمان گلدهی یک گیاه کوتاه روز کمی است (Bertero et al., 1999b; Salehi et al., 2019). برتو و همکاران (Bertero et al., 1999b) گزارش کردند که فتوپریود بعد از گلدهی رشد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و میزان حساسیت به فتوپریود بستگی به دما دارد. کینوا در کشورهای دانمارک، ایتالیا و ترکیه به صورت بهاره کشت می‌شود که در زمان رسیدگی طول روز ۱۶-۱۵ ساعت است (Razzaghi et al., 2012; Lavini et al., 2014; Bazile et al., 2015). از آنجایی که گرده‌افشانی کینوا در ساعات بین ۱۰ صبح و ۲ بعدازظهر انجام می‌شود و در این ساعت از روز دمای هوا حداکثر است دمای بالا موجب اختلال در گرده‌افشانی شده است (Murphy and Matanguihan, 2015). هینوجا و همکاران (Hinojosa et al., 2019) تأثیر دمای بالا و پایین (شب / روز) ۴۰/۲۴ و ۲۲/۱۶ درجه سانتی‌گراد را بر روی دو لاین کینوا بررسی و بیان کردند که دمای بالا موجب ۳۰ تا ۷۰ درصد کاهش در زنده ماندن گرده می‌شود و ضخامت دیواره گرده‌ها افزایش می‌یابد. بسیاری از گیاهان مانند نخود (*Cicer arietinum*) (Devasirvatham et al., 2013)، سورگوم (*Sorghum bicolor*) (Prasad and Djanaguiraman, 2011) و گندم (*Triticum aestivum*) (Mojtabaie Zamani et al., 2015) به دمای بالا در زمان

بررسی رابطه روز تا گلدهی لاین‌ها نشان داد که با تأخیر زمان از کاشت تا گلدهی عملکرد دانه کاهش یافت و تنها لاین ۶ استثنا بود که دلیل احتمالی آن تحمل بیشتر این لاین به گرمای آخر فصل نسبت به سایر لاین‌های مورد بررسی در این آزمایش و یا پتانسیل تولید بالای آن بود (شکل ۲). رابطه بین عملکرد دانه و میانگین دما در دوره پر شدن دانه نشان داد که غیر از لاین ۶ با افزایش هر درجه میانگین دما و حداکثر دما به ترتیب عملکرد دانه ۱۱۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (شکل ۳ و ۴). به ازای هر واحد افزایش میانگین و حداکثر دما وزن هزار دانه به ترتیب ۰/۲ و ۰/۲۷ گرم کاهش یافت (شکل ۴ و ۵). رابطه رگرسیونی عملکرد دانه و وزن هزار دانه با میانگین حداکثر دما در دوره پر شدن دانه معنی‌داری بود. دوره پر شدن دانه کینوا به دمای بالا و پایین حساس است و دمای اپتیمم در این دوره ۲۰°C گزارش شده است (Salehi et al., 2019). زمان گلدهی و دوره پر شدن دانه به فتوپریود و طول روز بیشتر از ۱۲ ساعت حساس بوده و موجب افزایش GDD مورد نیاز می‌شود؛ بنابراین کینوا از نظر زمان گلدهی یک گیاه کوتاه روز کمی است (Bertero et al., 1999b; Salehi et al., 2019). برتو و همکاران

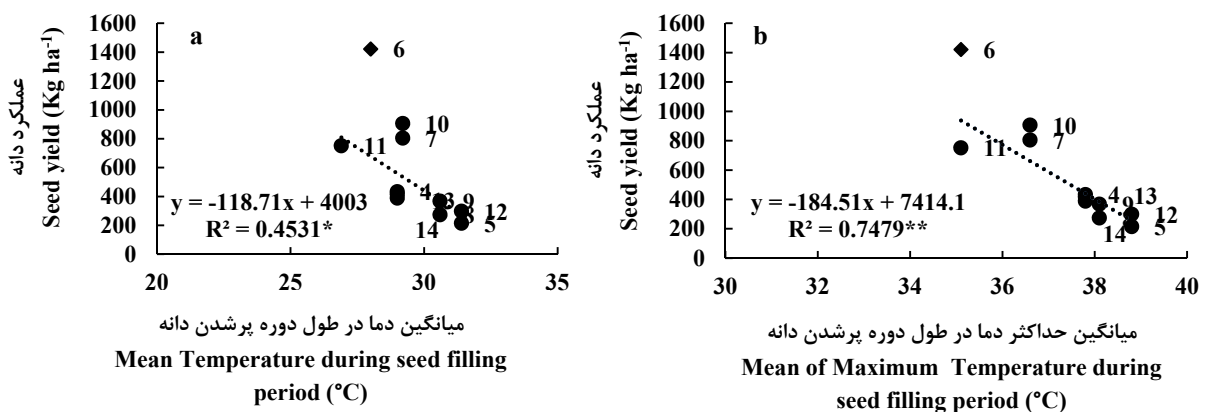
Real معرفی شده در بولیوی و رقم Q52 معرفی شده در دانمارک بررسی کرده و بیان کردند تأثیر روزهای بلند بر پر شدن دانه بیشتر از گلدهی است و رقم Real تا پایان آزمایش (۱۵۰ روز) همچنان سبز باقی ماند و بذر تولید نکرد، این دوره در رقم Q52 طولانی‌تر بود ولی این رقم در نهایت بذر تولید کرد. علاوه بر این دمای بالای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و طول روز طولانی موجب ۷۳ درصد کاهش در سایز دانه کینوا شده است (Bertero et al., 1999a).

گردافشانی حساس هستند. تووار و همکاران (Tovar et al., 2020) نشان دادند که دمای بالا باروری دانه گرده را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد ولی موجب بسته ماندن گل‌های هرمافرودیت و کاهش گرده برای گل‌های ماده می‌شود که در نهایت موجب کاهش عملکرد و تأخیر در رسیدگی می‌گردد. همچنین طول روزهای بلند نیز مزید بر علت شده و موجب طولانی‌تر شدن دوره پر شدن دانه می‌گردد. کریستن و همکاران (Christensen et al., 2010) اثر روزهای بلند (۱۸ ساعت) و روزهای کوتاه (۱۰ ساعت) را بر روی دو رقم کینوا

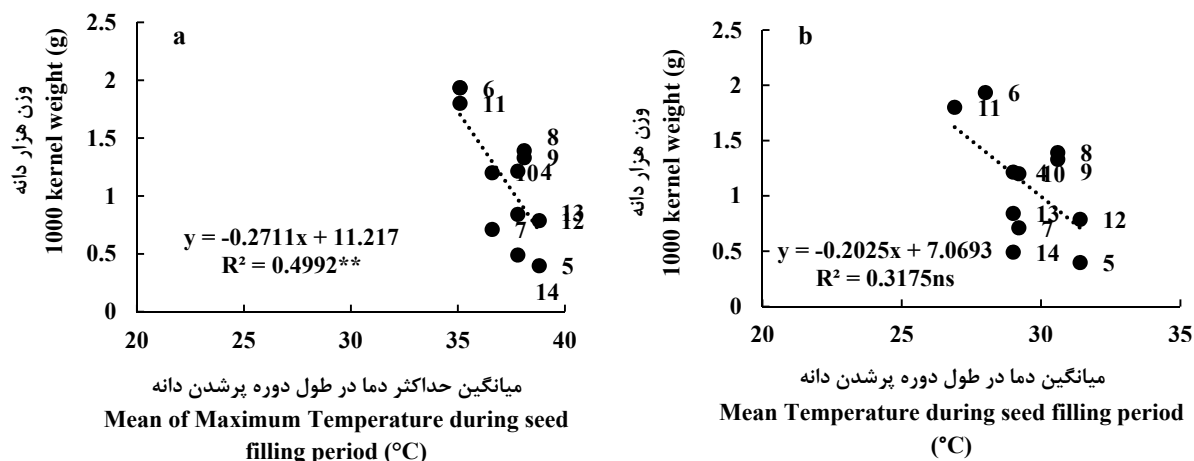


شکل ۲. رابطه بین زمان تا گرده‌افشانی و عملکرد دانه لاین‌های مختلف کینوا در کشت بهاره تحت تنش شوری. * نشان دهنده وجود معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

Fig. 2. Relationship between anthesis and seed yield of quinoa lines in spring cropping under saline condition. * means significant at 5 percent.



شکل ۳. رابطه میانگین (a) و حداکثر دما (b) در دوره پر شدن دانه با عملکرد دانه لاین‌های کینوا در کشت بهاره در شرایط شور (لاین ۶ در رسم رابطه منظور نشده است) (**, * and ns: significant at 1 and 5 percent and non-significant, respectively)



شکل ۳. رابطه میانگین (a) و حداکثر دما (b) در دوره پر شدن دانه (درجه سانتی‌گراد) بر وزن هزار دانه (گرم) لاین‌های کینوا در کشت بهاره در شرایط شور (*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار)

Fig. 4. Relationship mean (a) and mean of maximum (b) during seed filling period with thousand kernel weight (g) of quinoa lines in spring cropping under saline condition (**, * and ns: significant at 1 and 5 percent and non-significant, respectively)

بررسی رابطه همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت (جدول ۷). سایر صفات با عملکرد رابطه مثبت و معنی‌داری نداشتند. رابطه بین

عملکرد دانه با روز تا گلدهی ($r = -0.610^*$), روز تا رسیدگی ($r = -0.758^{**}$), میانگین دما ($r = -0.671^*$) و میانگین حداکثر دما ($r = -0.889^{**}$) منفی و معنی‌دار بود.

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده کینوا در کشت بهاره در شرایط شور

Table 7. Correlation coefficient among measured traits of quinoa in spring cropping under saline condition

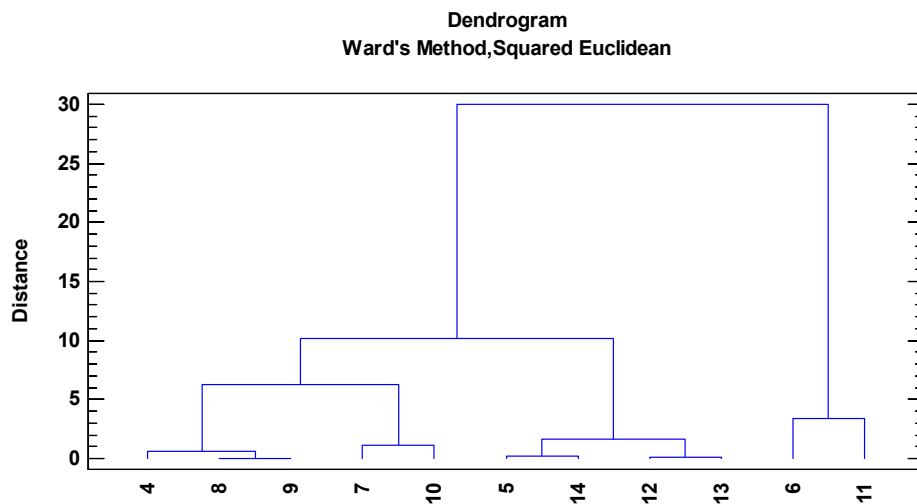
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 روز تا گرده‌افشانی Days to anthesis	1										
2 روز تا رسیدگی Days to maturity	0.42	1									
3 میانگین دما Minimum Temperature	0.92**	0.69*	1								
4 حداکثر دما Maximum Temperature	0.75**	0.89**	0.88**	1							
5 زیست‌توده Biomass	0.12	0.20	0.18	0.23	1						
6 عملکرد دانه Seed yield	-0.61*	-0.76**	-0.67*	-0.89**	-0.08	1					
7 وزن هزار دانه Thousand kernel weight	-0.29	-0.83**	-0.56	-0.71*	-0.26	0.61*	1				
8 درصد سدیم Na percent	0.21	0.04	0.29	-0.05	0.07	0.28	-0.08	1			
9 درصد پتاسیم K percent	0.03	-0.13	-0.07	-0.03	0.31	-0.12	-0.03	-0.15	1		
10 نسبت پتاسیم به سدیم K/Na ratio	-0.24	-0.08	-0.32	-0.02	-0.19	-0.25	0.10	-0.9**	0.46	1	
11 ارتفاع گیاه Plant height	0.01	0.51	0.16	0.46	0.01	-0.37	-0.43	-0.62*	-0.01	0.54	1

* and ** Correlation is significant at the 0.01 and 0.05 level respectively (2-tailed).

صفات می‌تواند مولکولی، فیزیولوژیک و یا مورفولوژیک باشد (Farshadfar, 2010) دندوروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای لاین‌های کینوا بر اساس صفات استاندارد شده در شکل ۲ آمده است. این تجزیه به روش وارد، بر اساس مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار تشابه انجام گرفت. با توجه به محل‌هایی که اختلاف بین گروه‌ها معنی‌دار شد، سه گروه تشکیل شد. در گروه ۳ زودرس‌ترین لاین‌ها با میانگین عملکرد ۱۰۸۷ کیلوگرم در هکتار و وزن هزار دانه ۱/۸ گرم قرار گرفتند. در گروه ۲ دیررس‌ترین لاین‌ها با کمترین میزان عملکرد (۳۲۹ کیلوگرم در هکتار) و وزن هزار دانه (۰/۶۲ گرم) قرار گرفتند (جدول ۸).

بین درصد پتاسیم و سدیم کینوا همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. بررسی هالوفیت‌ها نشان داده است که بارگیری سدیم در آوند چوب یک فرآیند فعال است که توسط آنتی پورتر Na/H، SOS1 انجام می‌شود، درحالی‌که بارگیری پتاسیم یک فرآیند غیرفعال است (Shabala and Mackay, 2011). این نشان می‌دهد که بارگیری سدیم و پتاسیم در کینوا به هم وابسته نیست و لاین‌های متحمل کنترل بهتری در تبادل یونی توسط آنتی‌پورتر Na/H در پارانشیم آوند چوب دارند (Adolf et al., 2012).

تجزیه خوشه‌ای روش ریاضی است جهت گروه‌بندی لاین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و لاین‌ها را بر اساس تنوع ژنتیکی در گروه‌های مختلف دسته‌بندی می‌کند که این



شکل ۴. تجزیه کلاستر لاین‌های کینوا بر اساس روش وارد و میانگین عملکرد دانه، وزن هزار دانه و روز تا رسیدگی در هر گروه

Fig. 5. Cluster analysis of quinoa lines based on Wards methods and mean seed yield, thousand kernel weight and days to maturity in each group

جدول ۵. میانگین روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه لاین‌ها در سه گروه کلاستر

Table 8. Average of days to maturity, thousand kernel weight and Seed yield of lines in 3 cluster group

گروه کلاستر Cluster Group	شماره لاین Line No.	روز تا رسیدگی Days to Maturity	وزن هزار دانه Thousand kernel weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (Kg/ha)
1	4,7,8,9,10	135.4	1.16	557.2
2	5,12,13,14	141.0	0.62	329.4
3	6,11	110.0	1.86	1087.1

تعداد زیادی متغیر را به یک مجموعه کوچک‌تری تبدیل کرده به‌طوری‌که این مجموعه کوچک علت بیشتر واریانس موجود در داده‌ها را نشان می‌دهد. این روش به‌راحتی ابعادی از داده‌ها

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی تعداد متغیرها را با قرار دادن آن‌ها در مؤلفه‌ها کاهش می‌دهد، به‌طوری‌که تا آنجا که ممکن است اطلاعات موجود در متغیرها حفظ شود. در این روش

مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ‌ها در کشت پاییزه استان گلستان نشان داد در مجموع ۸۳/۴ درصد از کل واریانس را در بین لاین‌های کینوا برای صفات مورد بررسی مهم‌تر از نظر ارتباط با عملکرد تبیین کردند. در مؤلفه اول بیشترین سهم را وزن هزار دانه، درصد جوانه‌زنی و تعداد پانیکول فرعی در جهت مثبت و روز تا رسیدگی در جهت منفی داشت و در مؤلفه دوم زیست‌توده در جهت مثبت بیشترین تأثیر را داشت. بارگاو و همکاران (Bhargava et al., 2007) ژنوتیپ کینوا کشت‌شده در هند را بررسی کردند و بیان کردند که اولین مؤلفه مؤثر بر عملکرد ارتفاع بوته و ضخامت ساقه است و دومین مؤلفه روز تا رسیدگی و تعداد شاخه‌های فرعی است. ماهادا و همکاران (Mhada et al., 2014) روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، عملکرد دانه و اندازه بوته کینوا را مهم‌ترین صفات در مؤلفه اول و دوم دانسته‌اند و بیان کردند عملکرد دانه، زودرسی، اندازه دانه و ارتفاع بوته از مهم‌ترین صفات برای انتخاب و اصلاح ژنوتیپ‌ها برای شرایط اقلیمی مراکش می‌باشند. گزینش بر اساس صفات مرتبط با عملکرد کاملاً وابسته به محیط است.

را نشان می‌دهد که بیشترین واریانس کل را توضیح می‌دهد که بین مؤلفه‌ها همبستگی وجود ندارد و هر مؤلفه در سمت راست مؤلفه دیگر قرار می‌گیرد (Farshadfar, 2010). مقادیر ریشه‌های مشخصه نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و کل واریانس توجیه شده در جدول ۹ آمده است. بر اساس تجزیه انجام‌شده سه مؤلفه نخست با مقادیر ویژه بیشتر از یک، ۷۷ درصد از کل واریانس را توضیح دادند. ریشه‌های سه مؤلفه به ترتیب ۳/۱۵، ۲/۴۸ و ۱/۳۲ بودند که این سه مؤلفه به ترتیب ۲۷، ۱۴ درصد و در مجموع ۷۷ درصد از کل واریانس را در بین لاین‌های کینوا برای صفات مورد بررسی مهم‌تر از نظر ارتباط با عملکرد، تبیین کردند. در مؤلفه اول بیشترین سهم را وزن هزار دانه در جهت مثبت و روز تا رسیدگی در جهت منفی داشت و در مؤلفه دوم نسبت پتاسیم به سدیم در جهت موافق و روز تا گرده‌افشانی در جهت مخالف با عملکرد، بیشترین تأثیر را داشتند و در مؤلفه سوم درصد پتاسیم، درصد سدیم و نسبت این دو یون در جهت مخالف و ارتفاع بوته در جهت موافق با عملکرد، بیشترین تأثیر را داشتند (جدول ۹). صالحی (Salehi, 2020) در تجزیه به

جدول ۶. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات مختلف زراعی لاین‌های کینوا بهاره در شرایط شور

Table 9. Principle component analysis of agronomic traits of quinoa lines in spring cropping under saline condition

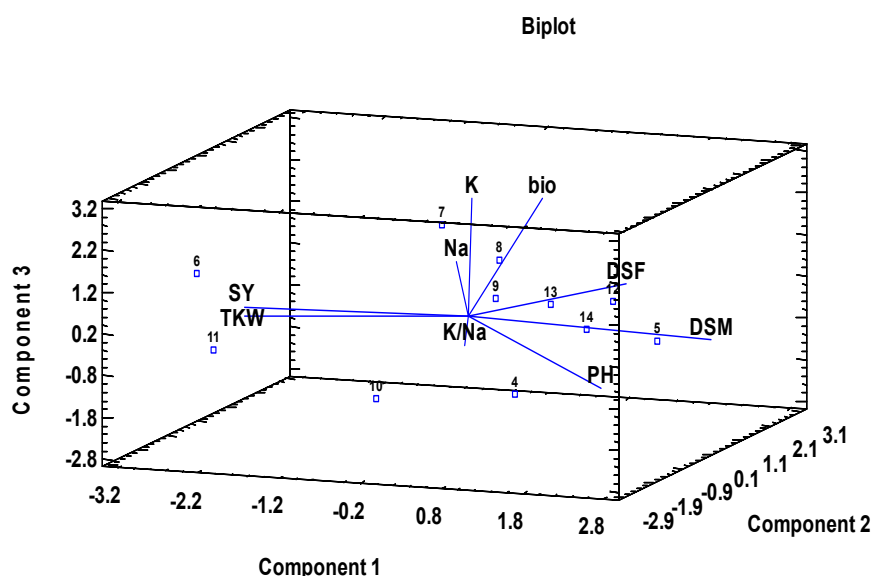
Traits	صفات	مؤلفه اول First component	مؤلفه دوم Second component	مؤلفه سوم Third component
Biomass	زیست‌توده	0.12	0.15	0.61
Seed yield	عملکرد دانه	-0.50	-0.05	-0.01
Thousandkernel weight	وزن هزار دانه	-0.44	-0.22	0.01
Na percent	درصد سدیم	-0.20	0.55	0.07
K percent	درصد پتاسیم	0.08	-0.21	0.73
K/Na ratio	نسبت پتاسیم به سدیم	0.18	-0.59	0.07
Plant height	ارتفاع گیاه	0.39	-0.28	-0.23
Days to anthesis	روز تا گرده‌افشانی	0.27	0.31	0.10
Days to maturity	روز تا رسیدگی	0.49	0.23	-0.14
Eigenvalue	مقادیر ویژه	3.15	2.48	1.32
Cumulative Variance percent	درصد واریانس تجمعی	35.0	62.7	77.4

قرار داشت (شکل ۶). در مجموع سه مؤلفه با بیشترین میزان هم‌جهتی با عملکرد به ترتیب مربوط به لاین ۱۱ و ۶ و سپس ۱۰ بود و بیشترین میزان در جهت مخالف مربوط به لاین ۱۲ بود. همان‌طور که در مقایسه میانگین هم نشان داده‌شده

تجزیه بای‌پلات نشان داد که وزن هزار دانه با عملکرد هم‌جهت بوده و کمترین زاویه را داشت و روز تا رسیدگی کاملاً در جهت مخالف قرار گرفت. لاین‌های ۶ و ۱۱ هم در این محدوده قرار داشتند. لاین ۴ همسو با نسبت پتاسیم به سدیم

و زودرسی در مؤلفه اول و تبعیض پتاسیم به سدیم در مؤلفه دوم و درصد پتاسیم در مؤلفه سوم بود (جدول ۱۰).

لاین‌های ۶، ۱۰ و ۱۱ بیشترین و ۱۲ کمترین میزان عملکرد را داشت و در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برتری لاین ۱۱ نسبت به ۱۰ و ۶ علی‌رغم عملکرد پایین‌تر، صفت وزن هزار دانه بالا



شکل ۵. تجزیه بای پلات صفات اندازه‌گیری شده لاین‌های کینوا در کشت بهاره در شرایط شور. زیست توده (bio)، ارتفاع گیاه (PH)، نسبت پتاسیم به سدیم (K/Na)، درصد سدیم (Na)، درصد پتاسیم (K)، عملکرد دانه (SY)، وزن هزار دانه (TKW) روز تا رسیدگی (DSM) و روز تا گرده‌افشانی (DSF).

Fig 6. Biplot analysis of quinoa lines in spring cropping under saline condition. Biomass (bio), Plant height (PH), K/Na ratio (K/Na), Na percent (Na), K percent (K), Seed yield (SY), Thousand kernel weight (TKW), Days to maturity (DSM) and Days to anthesis (DSF)

جدول ۷. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای لاین‌های کینوا بهاره در شرایط شور

Table 10. Principle component analysis of quinoa lines in spring cropping under saline condition

Line لاین	مؤلفه اول First component	مؤلفه دوم Second component	مؤلفه سوم Third component	جمع سه مؤلفه Sum of three components
4	1.56	-2.71	-0.77	-1.92
5	2.23	0.29	-0.44	2.07
6	-3.13	-0.59	0.84	-2.88
7	-0.86	1.50	1.57	2.21
8	0.10	0.80	1.08	1.98
9	-0.21	1.55	-0.13	1.21
10	-1.77	1.76	-2.80	-2.81
11	-2.09	-2.85	-0.09	-5.03
12	1.54	0.69	0.30	2.53
13	1.05	-0.07	0.45	1.42
14	1.59	-0.36	-0.01	1.22

NSRCQ15 و NSRCQ16 گردید. در تجزیه به مؤلفه‌های

اصلی در مؤلفه اول وزن هزار دانه در جهت مثبت و روز تا رسیدگی در جهت منفی بیشترین سهم را داشت، در مؤلفه دوم نسبت پتاسیم به سدیم و در مؤلفه سوم درصد پتاسیم

نتیجه‌گیری نهایی

دمای بالا در طول دوره پر شدن دانه در کشت بهاره، موجب کاهش عملکرد و کاهش وزن هزار دانه و همزمانی دمای بالا با افزایش طول روز موجب عدم شروع گلدهی در دو لاین

رسیدگی و درصد عناصر سدیم و پتاسیم جهت گزینش لاین-ها انتخاب شدند.

قدردانی

نویسندگان بدین‌وسیله نهایت سپاس و قدردانی خود را از موسسه تحقیقات خاک و آب که تأمین مالی پروژه تحقیقات شماره ۹۳۱۰۴-۲۳-۲۳-۲ را انجام داده‌اند، مبذول می‌نمایند.

در جهت گزینش لاین‌ها اهمیت داشت. در تجزیه همبستگی وزن هزار دانه و روز تا گلدهی و رسیدگی بیشترین همبستگی در جهت مثبت و منفی داشتند. با توجه به عملکرد دانه، زودرسی و وزن هزار دانه در بین لاین‌های موردبررسی لاین شماره NSRCQ6 و NSRCQ11 در تجزیه خوشه‌ای در یک گروه قرار گرفتند و در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در مجموع سه مؤلفه بیشترین سهم را هم‌جهت با عملکرد دانه داشتند و به همین دلایل جهت بررسی بیشتر در کشت بهاره انتخاب گردید. در بین صفات موردبررسی وزن هزار دانه، روز تا

منابع

- Adolf, V.I., Jacobsen, S.E., Shabala, S., 2012. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Environmental and Experimental Botany*. 92, 43-54.
- Bazile, D., Bertero, H.D., Nieto, C., 2015. State of the art report on quinoa around the world in 2013. FAO.650p.
- Bertero, H., 2003. Response of developmental processes to temperature and photoperiod in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*. 19, 87-97.
- Bertero, H., King, R., Hall, A., 1999a. Modelling photoperiod and temperature responses of flowering in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field Crops Research*. 63, 19-34.
- Bertero, H., King, R., Hall, A., 1999b. Photoperiod-sensitive development phases in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field Crops Research*. 60, 231-243.
- Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D., 2007. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field Crops Research*. 101, 104-116.
- Brakez, M., El Brik, K., Daoud, S., Harrouni, M.C., 2013. Performance of *Chenopodium quinoa* Under Salt Stress. *Developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation*. Springer, pp. 463-478.
- Christensen, J.L., Jacobsen, S.E., Jørgensen, S.T., 2010. Photoperiodic effect on flowering and seed development in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*. 60, 539-554.
- Derbali, W., Goussi, R., Koyro, H.-W., Abdelly, C., Manaa, A., 2020. Physiological and biochemical markers for screening salt tolerant quinoa genotypes at early seedling stage. *Journal of Plant Interactions*. 15, 27-38.
- Devasirvatham, V., Gaur, P.M., Mallikarjuna, N., Raju, T.N., Trethowan, R.M., Tan, D.K., 2013. Reproductive biology of chickpea response to heat stress in the field is associated with the performance in controlled environments. *Field Crops Research*. 142, 9-19.
- Farshadfar, E. 2010. *Multivariate principle and procedure of statistics*. Razi University Press. 734 pp. [In Persian].
- Garcia, M., Condori, B., Castillo, C.D., 2015. *Agroecological and Agronomic Cultural Practices of Quinoa in South America*. Quinoa: Improvement and Sustainable Production. Wiley Online Library, pp. 25-46.
- Ghaffari, A., Ghasemi, V.R., De Pauw, E., 2014. Agro-climatically zoning of Iran by UNESCO approach. *Iranian Dryland Agronomy Journal* 4, 63-95. [In Persian with English summary].
- 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, 185-193.
- Hinojosa, L., Matanguihan, J.B., Murphy, K.M., 2019. Effect of high temperature on pollen morphology, plant growth and seed yield in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 205, 33-45.
- Jacobsen, S.-E., Mujica, A., Jensen, C., 2003a. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Reviews International*. 19, 99-109.

- Jacobsen, S.E., 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International. 19, 167-177.
- Jacobsen, S.E., Mujica, A., Jensen, C., 2003b. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Reviews International. 19, 99-109.
- James, L.E.A., 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Advances in Food and Nutrition Research. 58, 1-31.
- Kiani-Pouya, A., Rasouli, F., Bazihizina, N., Zhang, H., Hedrich, R., Shabala, S., 2019. A large-scale screening of quinoa accessions reveals an important role of epidermal bladder cells and stomatal patterning in salinity tolerance. Environmental and Experimental Botany. 168, 103885.
- Koyro, H.-W., Eisa, S., 2008. 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., 2008. Salt Tolerance of *Chenopodium quinoa* Willd., Grains of the Andes: Influence of Salinity on Biomass Production, Yield, Composition of Reserves in the Seeds, Water and Solute Relations. Mangroves and Halophytes: Restoration and Utilisation, 133-145.
- Lavini, A., Pulvento, C., d'Andria, R., Riccardi, M., Choukr-Allah, R., Belhabib, O., İncekaya, Ç., Metin Sezen, S., Qadir, M., Jacobsen, S.E., 2014. Quinoa's potential in the Mediterranean region. Journal of Agronomy and Crop Science. 200, 344-360.
- Mhada, M., Jellen, E., Jacobsen, S., Benlhabib, O. 2014. Diversity Analysis of a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm during two seasons. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering. 8, 273-276.
- Mojtabaie Zamani, M., Nabipour, M., Meskarbashee, M., 2015. Effect of heat stress during grain filling on photosynthesis and grain yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences. 17, 1-17. [In Persian with English summary].
- Murphy, K.S., Matanguihan, J., 2015. Quinoa: Improvement and sustainable production. John Wiley & Sons. 355p.
- Nowak, V., Du, J., Charrondière, U.R., 2015. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Chemistry. 193, 47-54.
- Nsimba, R.Y., Kikuzaki, H., Konishi, Y., 2008. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. Food Chemistry. 106, 760-766.
- Prasad, P.V., Djanaguiraman, M., 2011. High night temperature decreases leaf photosynthesis and pollen function in grain sorghum.. Functional Plant Biology 38, 993-1003.
- Qadir, M., Qureshi, A.S., Cheraghi, S., 2008. Extent and characterisation of salt-affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. Land Degradation & Development. 19, 214-227.
- Razzaghi, F., Ahmadi, S.H., Jacobsen, S.E., Jensen, C.R., Andersen, M.N., 2012. Effects of salinity and soil-drying on radiation use efficiency, water productivity and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Agronomy and Crop Science. 198, 173-184.
- Razzaghi, F., Ahmadi, S.H., Jensen, C.R., Jacobsen, S.-E., Andersen, M.N., 2011. The salt tolerance of quinoa measured under field conditions. International Congress on Irrigation and Drainage, Teheran, Iran, pp. 149-153.
- Ruiz-Carrasco, K., Antognoni, F., Coulibaly, A.K., Lizardi, S., Covarrubias, A., Martínez, E.A., Molina-Montenegro, M.A., Biondi, S., Zurita-Silva, A., 2011. Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, physiological traits, and sodium transporter gene expression. Plant Physiology and Biochemistry. 49, 1333-1341.
- Ruiz, K.B., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I.S., Antognoni, F., Martínez-Mosqueira, E.A., Coulibaly, A., Canahua-Murillo, A., Pinto, M., Zurita-Silva, A., 2014. Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. Agronomy for sustainable development. 34, 349-359.
- Saad-Allah, K.M., Youssef, M.S., 2018. Phytochemical and genetic characterization of five quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes introduced to Egypt. Physiology and Molecular Biology of Plants. 24, 617-629.

- Salehi, M., 2020. Comparison of yield and yield components of different quinoa lines (*Chenopodium quinoa*) in autumn dryland cultivation in Gorgan. *Journal of Crop Production*. 13, 17-30. [In Persian with English summary].
- Salehi, M., Soltani, V., Dehghani, F., 2019. Effect of sowing date on phenologic stages and yield of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under saline condition. *Environmental Stresses in Crop Science* 12, 923-932. [In Persian with English summary].
- Shabala, S., 2003. Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. *Annals of Botany*. 92, 627-634.
- Shabala, S., Mackay, A., 2011. Chapter 5 - Ion Transportin Halophytes. In: Turkan, I. (Ed.), *Advances in Botanical Research*. Academic Press, pp. 151-199.
- Tovar, J.C., Quillatupa, C., Callen, S.T., Castillo, S.E., Pearson, P., Shamin, A., Schuhl, H., Fahlgren, N., Gehan, M.A., 2020. Heating quinoa shoots results in yield loss by inhibiting fruit production and delaying maturity. *The Plant Journal*. 727545.
- Zeglin, L., Bottomley, P.J., Jumpponen, A., Rice, C., Arango, M., Lindsley, A., McGowan, A., Mfombep, P., Myrold, D., 2013. Altered precipitation regime affects the function and composition of soil microbial communities on multiple time scales. *Ecology*. 94, 2334-2345.