

تأثیر تنش شوری بر قابلیت جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی گیاهچه دو گونه گیاه علوفه‌ای

مجید عبدلی^{*}، عزت‌اله اسفندیاری^۲، فریبا عزتی^۳

^۱دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
^۲دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
^۳دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۹

چکیده

شوری خاک و آب، رشد و عملکرد محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد و با توجه به روند افزایشی اراضی شور و کاهش اراضی زراعی مطلوب، استفاده از گونه‌های گیاهی مقاوم به شوری اهمیت زیادی دارد. به منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی دو گونه گیاه علوفه‌ای خلر و گاودانه این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار طی سال ۱۳۹۲ در دانشگاه مراغه انجام شد. فاکتور اول تیمار تنش شوری (کلرید سدیم) شامل سطوح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار و فاکتور دوم شامل دو گونه گیاه علوفه‌ای خلر و گاودانه بود. نتایج حاصل حاکی از کاهش طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر گیاهان با افزایش غلظت‌های شوری بود، به طوری که صفات فوق در تنش شوری با ۱۵۰ میلی‌مولار به ترتیب ۸۲/۸، ۹۲/۵، ۸۸/۶، ۸۴/۸، ۷۱/۳، ۷۰ و ۸۹/۸ درصد کاهش یافتند. در گیاهان مورد مطالعه روند کاهش متفاوت بود به طوری که صفات فوق، در گیاه گاودانه تحت تنش شوری با شدت کمتری کاهش یافت و به‌طورکلی نتایج نشان داد که در مرحله گیاهچه‌ای، گاودانه نسبت به خلر تحمل بالاتری به تنش شوری داد. با توجه به نتایج این آزمایش، گیاه گاودانه جهت کشت در مناطقی که با تنش شوری مواجه هستند مناسب‌تر از خلر می‌باشد.

واژگان کلیدی: تنش شوری، خلر، شاخص بنیه بذر، گاودانه.

مقدمه

گاودانه (*Vicia ervilia* L.) از خانواده بقولات می‌باشد و در جنوب اروپا و جنوب غربی آسیا کشت می‌شود. این گیاه یکی از قدیمی‌ترین دانه‌های مورد استفاده بوسیله بشر است که در گذشته به منظور تامین غذای دام کشت می‌گردید. خلر یا سنگنک (*Lathyrus sativus* L.) نیز گیاهی است یکساله از خانواده بقولات، پائیزه و بومی جنوب غربی آسیا که در شرایط نامناسب به خوبی رشد و نمو می‌نماید. به جهت اهمیتی که این گیاهان در میان گیاهان

*نویسنده مسئول: majid.abdoli64@yahoo.com

علوفه‌ای از نظر تغذیه دام، کاشت در اراضی کم بازده، مقاومت به سرما و کم‌آبی و همچنین نقشی که در حاصلخیزی خاک دارند، به صورت چند منظوره مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت فوق العاده گیاهان علوفه‌ای در تغذیه دام‌ها، ذخیره‌سازی نیتروژن و تامین حاصلخیزی خاک، کشت آنها مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. از طرفی بروز پدیده خشکسالی در سال‌های اخیر، لزوم روی آوردن به استفاده از منابع آب شور و شناسایی گیاهان علوفه‌ای مناسب و سازگار با شرایط محیطی را دو چندان کرده است (Akhami and Ghorbani, 1993). شوری آب و خاک از جمله تنش‌های محیطی است که در بخش وسیعی از مناطق خشک و نیمه خشک جهان، منجر به محدودیت تولید و کاهش عملکرد می‌شود (Reynolds et al., 2005). به طور کلی در جهان بیش از ۸۰۰ الی ۹۳۰ میلیون هکتار اراضی شور وجود دارد (Munns and Tester, 2008) و در ایران نیز حدود نیمی از اراضی قابل کشت (۹/۵ میلیون هکتار) متاثر از شوری هستند (Kafi, 2008) و اخیراً در گزارشی بیان شده است که خاک‌های شور ایران حدود ۱۵ درصد از کل اراضی کشاورزی می‌باشد که معادل ۲۴ میلیون هکتار است (Bandani and Abdolzadeh, 2007).

تنش شوری از طریق سمیت، اختلال در جذب عناصر و کاهش پتانسیل آب بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان مختلف تاثیر می‌گذارد (Rehman et al., 1999; Huang et al., 2006; Ahmadvand et al., 2012). میزان کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهان مختلف تحت شرایط شوری به ترکیب نمک، غلظت نمک و مرحله رشدی گیاه بستگی دارد (Vicente et al., 2009). اگرچه تنش شوری در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند رخ دهد اما تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای برای گیاه می‌تواند بسیار مضرتر از سایر مراحل باشد (Rauf et al., 2007). بویژه در گیاهانی که با بذر تکثیر می‌شوند، مرحله جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاهچه در تراکم و عملکرد نهایی تاثیر زیادی دارد (Jalali et al., 2008).

یکی از روش‌های موثر در کاهش اثرات تنش شوری و افزایش عملکرد در زمین‌های شور و کم شور نواحی خشک و نیمه خشک، استفاده از ارقام و گیاهان مقاوم به شوری است (Ekiz and Yilmaz, 2003). از این رو دانش و آگاهی تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی و ابتدای رشد گیاه می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای جهت تعیین نمودن محصول نهایی در مقیاس وسیع برخوردار باشد. سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو (طی جوانه‌زنی) از دلایل حساسیت گیاه به شوری در این مرحله است (Farokhi and Galeshi, 2005). به همین دلیل پژوهش‌های گوناگونی در مورد تاثیر تنش‌های محیطی بویژه شوری بر فرآیند جوانه‌زنی گیاهان مختلف زراعی، دارویی، علوفه‌ای و مرتعی انجام گرفته است. به طوری که Safarnejad et al. (2007) طی تحقیقی بروی گیاه اسفرزه، مشاهده کردند که با افزایش شوری، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه و درصد جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد. Ghaderi-Far et al. (2012) طی تحقیقات خود بیان کردند که با افزایش میزان شوری، کاهش معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی گیاهان آرتیشو، ماریتیغال، رازیانه و سیاهدانه مشاهده شد. در گزارش دیگری Boselah (1995) با بررسی اثر تنش شوری بر رشد و عملکرد گشنیز گزارش نمود که با افزایش میزان شوری فاکتورهای رشد و عملکرد گیاه به شدت کاهش می‌یابد. Mer et al. (2000) در بررسی تاثیرات شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گونه‌های جو، گندم، نخود و خردل هندی گزارش کردند که با افزایش شوری سرعت جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های جوان کاهش یافت و گیاهان با گیاهچه‌های قوی در شرایط تنش شوری از پوشش گیاهی بهتری برخوردار هستند.

با توجه به اینکه عملکرد نهایی محصول تحت تاثیر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه (تراکم) قرار می‌گیرد و از آنجایی که تحمل گیاهان به شوری در مرحله استقرار گیاهچه به طور قابل ملاحظه‌ای از گیاهی به گیاه دیگر متفاوت بوده و

خصوصیات رشدی گیاهان علاوه بر کنترل ژنتیکی به شدت تحت تأثیر شرایط محل رویش گیاه، کیفیت خاک و آب قرار می‌گیرند. در همین راستا، انجام آزمایش‌هایی جهت تعیین گونه‌ها یا ارقامی با مقاومت بیشتر به ویژه در مناطق شور و خشک بسیار حائز اهمیت می‌باشد. لذا در همین راستا این تحقیق با هدف بررسی اثر شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های دو گونه گیاهی خلر و گاودانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه مراغه در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. که فاکتور اول آزمایش تنش شوری شامل چهار سطح صفر (آب مقطر بعنوان شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و فاکتور دوم شامل دو گونه گیاهی خلر و گاودانه بود. بذره‌های هر دو گونه از موسسه تحقیقات دیم کشور در مراغه تهیه شدند. برخی از خصوصیات دو گونه مورد مطالعه در جدول ۱ نمایش داده شده است. برای انجام این آزمایش، پتری دیش‌ها قبل از استفاده به مدت چهار ساعت با هیپوکلرید سدیم ضدعفونی و سپس با آب مقطر شستشو شدند. تعدادی بذر از هر یک از گیاهان انتخاب و بعد از ضدعفونی توسط هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد (به مدت ۳۰ ثانیه) و شستشو با آب مقطر، در هوای اتاق خشک شدند. سپس در هر پتری دیش یک لایه کاغذ صافی جای داده و ۵۰ عدد بذر قرار گرفت. پس از اضافه کردن ۸ سی‌سی از محلول‌های شوری مورد نظر جهت جلوگیری از خروج رطوبت، هر تیمار در یک کیسه پلاستیکی قرار گرفت و به مدت ۱۴ روز در ژرمیناتور با دمای 24 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۰ درصد انتقال یافت. ثبت بذره‌های جوانه‌زده به طور روزانه صورت گرفت. خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر به عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (ISTA, 2010). شمارش بذره‌های جوانه‌زده تا روز چهاردهم ادامه یافت و بعد از این مدت، طول گیاهچه‌های (ساقه‌چه و ریشه‌چه) موجود در هر پتری دیش با خط کش میلی‌متری اندازه‌گیری شدند و بلافاصله وزن تر آنها محاسبه و پس از خشک کردن در آون (دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت) وزن خشک آنها با استفاده از ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد (ISTA, 2010). برای محاسبه درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر از فرمول‌های زیر استفاده شد:

(رابطه ۱): درصد جوانه‌زنی (Agrawal, 1991)

$$PG = (Ni / N) \times 100$$

Ni تعداد بذور جوانه زده تا روز i ام، N تعداد کل بذر

(رابطه ۲): سرعت جوانه‌زنی (Belcher and Miller, 1974)

$$GR = \sum Si / Di$$

Si تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، Di تعداد روز تا شمارش n ام و i دفعات شمارش

(رابطه ۳): شاخص بنیه بذر (Abdul-Baki and Anderson, 1970)

$$SVI = (PG \times SL) / 100$$

SVI شاخص بنیه بذر، PG درصد جوانه‌زنی و SL طول گیاهچه بر حسب سانتی‌متر (مجموع طول ساقه‌چه و ریشه‌چه)

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون

چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

جدول ۱- وزن هزار دانه بذرهاى دو گونه گیاه علوفه‌ای مورد مطالعه.

نام فارسی	نام انگلیسی	نام علمی	تیره	وزن هزار دانه (گرم)
خلر	Grass pea	<i>Lathyrus sativus</i> L.	Leguminosae	۷۹/۲
گاودانه	Bitter vetch	<i>Vicia ervilia</i> L.	Leguminosae	۷۱/۵

† بذرهاى هر دو گونه از موسسه تحقیقات دیم کشور در مراغه تهیه شدند.

نتایج و بحث

طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه: بررسی نتایج نشان داد که گیاه خلر دارای طول ساقه‌چه و گیاهچه بیشتری نسبت به گاودانه بود (جدول ۳)، که احتمالاً این امر به خاطر وزن دانه بیشتر (جدول ۱) و به طبع آن اندوخته بالاتر در دانه این گیاه می‌باشد که سبب شده طی جوانه‌زنی، مواد بیشتری در اختیار رویان قرار بگیرد. بر اساس نتایج بدست آمده، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه تحت تاثیر اثر متقابل گونه گیاهی و سطوح شوری قرار گرفت (جدول ۲). در این مطالعه هر دو گونه گیاهی خلر و گاودانه در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری با شاهد (بدون شوری) از نظر طول ساقه‌چه نداشتند اما پس از آن و با افزایش میزان شوری در هر دو گونه گیاهی طول ساقه‌چه به شدت کاهش یافت که در گونه گیاهی خلر به مراتب بیشتر از گاودانه بود (شکل ۱ الف). طول ریشه‌چه نیز در گیاه خلر با افزایش میزان شوری با شدت بیشتری کاهش یافت ولی در گیاه گاودانه این عکس‌العمل کندتر بود و پس از سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار رخ داد به عبارت دیگر طول ریشه‌چه در سطح شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار در خلر به میزان ۴۳/۲ و ۸۴/۶ درصد کاهش یافت در حالی که در گاودانه به ترتیب ۱۱/۸ و ۲۵/۱ درصد بود (شکل ۱ ب). در این ارتباط، Singh and Pal (2001) با مطالعاتی که بروی اسفرزه انجام دادند گزارش کردند که در سطوح شور، مقدار ازت و سدیم افزایش یافته ولی مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش می‌یابد و این امر باعث کاهش طول اندام‌های هوایی و در نتیجه کاهش وزن خشک می‌گردد. Hussain et al. (2004) با اعمال تنش شوری بر روی ارقام نیشکر، شاهد کاهش چشمگیر میزان رشد در ارقام مورد مطالعه بوده و تنش شوری را عامل موثری در کاهش وزن و طول ساقه‌های این گیاه معرفی نمودند. مطابق با نتایج این تحقیق، Farah et al. (1999) در بررسی جوانه‌زنی بذرهاى پنبه، سورگوم و ذرت اعلام کردند که درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه در هر سه گیاه فوق با افزایش شوری کاهش یافت. در تحقیق سه ساله بر روی گندم، سویا، ذرت، شبدر شیرین و چاودار مشخص شده که با افزایش شوری آب آبیاری طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد (Zabihi-e-Mahmoodabad et al., 2011).

بر اساس نتایج بدست آمده، طول گیاهچه نیز تحت تاثیر اثر متقابل گونه گیاهی و سطوح شوری قرار گرفت (جدول ۲). نتایج حاصل از اثرات متقابل نشان داد که طول گیاهچه خلر با افزایش میزان شوری روند نزولی داشت ولی در گیاه گاودانه، طول گیاهچه در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار اختلاف چندانی با شاهد نداشت اما با افزایش میزان شوری پس از آن، طول گیاهچه به شدت کاهش یافت (شکل ۱ پ). در این ارتباط بیان شده است که در محیط‌های شور مقادیر برخی یون‌های مضر از جمله سدیم (Na^+) و کلر (Cl^-) زیاد است که سبب سمیت شده و یا در متابولیسم سایر عناصر اختلال ایجاد می‌کنند (Neto et al., 2004; Huang et al., 2006; Esfandiari and Javadi, 2014). با توجه به اینکه گیاهان برای تحمل شوری به تنظیم اسمزی نیاز دارند و یکی از راه‌های تنظیم اسمزی ساخت مواد آلی مانند سوربیتول، پرولین و گلايسين در بافت‌ها است. ساخت این مواد برای گیاه با صرف انرژی همراه می‌باشد، بنابراین

انرژی مصرفی برای تنظیم اسمزی باعث کاهش رشد اندامهای هوایی (منجمله ساقچه) در گیاه می شود (Penuelas et al., 1997).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول ساقچه	طول ریشهچه	طول گیاهچه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	سرعت جوانه زنی	درصد شاخص بنیه بذر
سطوح شوری	۳	۱۸/۴**	۳۸/۶**	۱۰۳/۸**	۱۱۴۵۴/۸**	۹۰/۵**	۱۷۳/۴**	۱۰۹/۴ ^{ns}
گونه گیاهی	۱	۷/۱۵**	۱/۶۶ ^{ns}	۱۵/۷**	۳۵۴۲/۹**	۸/۲۸ ^{ns}	۱۳/۵**	۵۱/۰ ^{ns}
سطوح شوری × گونه گیاهی	۳	۱/۵۱*	۸/۶۰**	۱۳/۱**	۹۹۷/۷**	۸/۷۸*	۴/۹۶*	۱۷/۷ ^{ns}
ضریب تغییرات	-	۱۰/۶	۱۰/۶	۱۷/۹	۱۶/۱	۱۷/۴	۸/۶۴	۷/۸۸

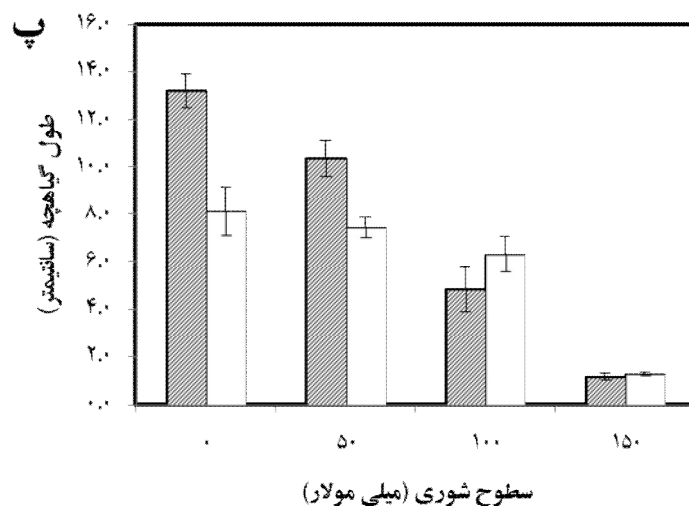
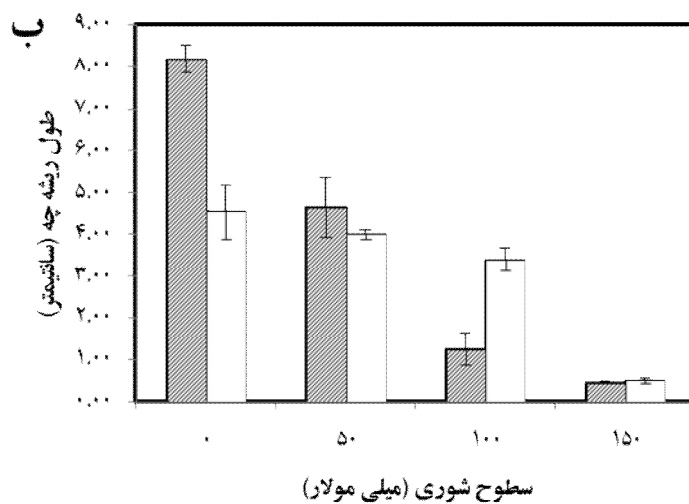
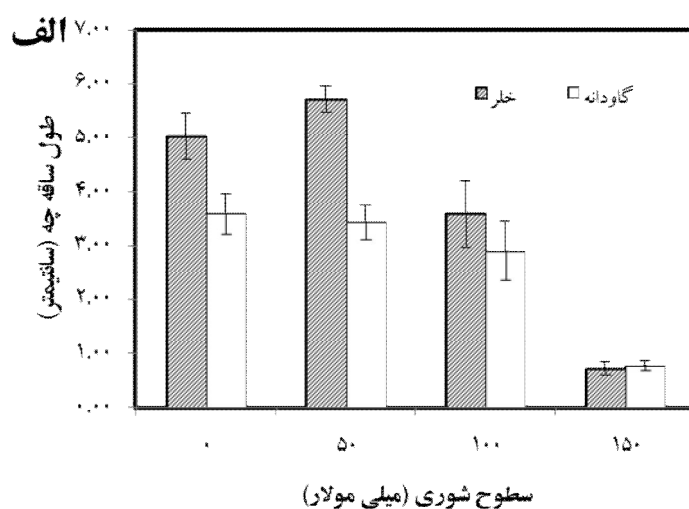
ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی.

تیمارها	طول ساقچه		طول ریشهچه		طول گیاهچه		وزن تر گیاهچه		وزن خشک گیاهچه		سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	شاخص بنیه بذر
	میلیمتری	سانتی متری	میلیمتری	سانتی متری	میلیمتری	سانتی متری	میلیمتری	سانتی متری	میلیمتری	سانتی متری		
سطوح شوری (میلیمتری مولار)	۰	۴/۳۱ ^a	۶/۳۶ ^a	۱۰/۷ ^a	۱۱۱/۸ ^a	۱۱/۵ ^a	۱۷/۶ ^a	۱۰/۷ ^a	۰	۰		
۵۰	۴/۵۸ ^a	۴/۳۲ ^b	۸/۹۰ ^b	۹۴/۲ ^b	۱۱/۰ ^a	۱۱/۰ ^a	۱۳/۴ ^b	۸/۹۰ ^b	۵۰	۵۰		
۱۰۰	۳/۲۵ ^b	۲/۳۳ ^c	۵/۵۷ ^c	۴۵/۱ ^c	۶/۵۰ ^b	۶/۵۰ ^b	۸/۸۰ ^c	۵/۴۱ ^c	۱۰۰	۱۰۰		
۱۵۰	۰/۷۴ ^c	۰/۴۸ ^d	۱/۲۲ ^d	۱۷/۰ ^d	۳/۳۰ ^c	۳/۳۰ ^c	۵/۲۸ ^d	۱/۰۹ ^d	۱۵۰	۱۵۰		
گونه گیاهی												
خلر	۳/۷۷ ^a	۳/۶۴ ^a	۷/۴۰ ^a	۷۹/۲ ^a	۸/۶۵ ^a	۸/۶۵ ^a	۱۰/۵ ^b	۷/۲۱ ^a	خلر	۷/۲۱ ^a		
گاودانه	۲/۶۷ ^b	۳/۱۱ ^a	۵/۷۸ ^b	۵۴/۹ ^b	۷/۴۸ ^a	۷/۴۸ ^a	۱۲/۰ ^a	۵/۷۱ ^b	گاودانه	۵/۷۱ ^b		

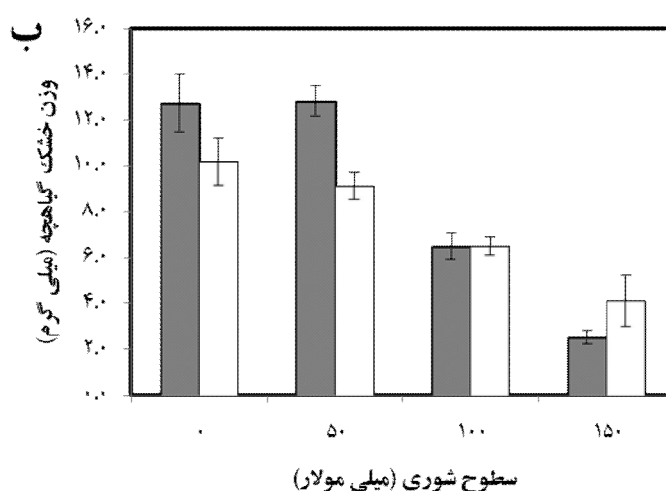
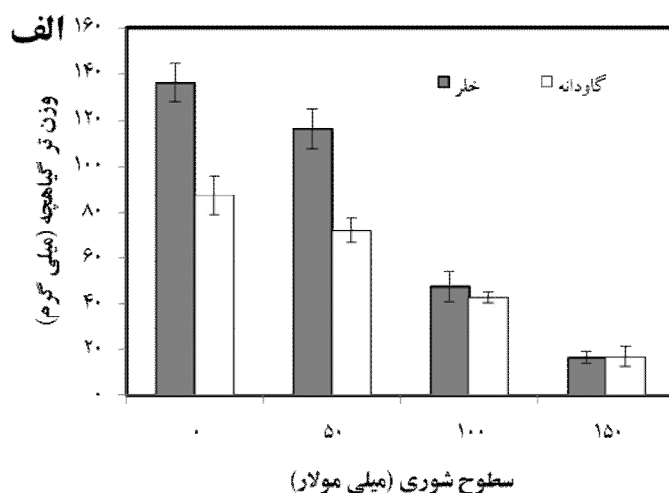
میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

وزن تر و خشک گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل گونه گیاهی و سطوح شوری بر وزن تر گیاهچه در سطح احتمال یک درصد و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال پنج معنی دار بود (جدول ۲). به طوری که بررسی وزن تر و خشک گیاهچه دو گونه گیاهی در سطوح مختلف شوری نشان داد که واکنش آنها متفاوت بوده، بدین صورت که وزن خشک گیاهچه گاودانه با افزایش میزان شوری کاهش یافت ولی وزن خشک خلر با افزایش تنش شوری از صفر به ۵۰ میلی مولار ثابت و در سطوح بعدی کاهش یافت (شکل ۲ ب). در مورد وزن تر گیاهچه نیز با افزایش میزان شوری در گیاهان خلر و گاودانه این صفت به شدت کاهش یافت اما نکته قابل تأمل میزان کاهش صفت فوق است که گیاه خلر در سطوح شوری ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار به میزان ۶۵/۲ و ۸۷/۷ درصد ولی در گیاه گاودانه به مقدار ۵۱ و ۸۰/۳ درصد بود که نمایانگر این مطلب است که گیاه گاودانه نسبت به خلر کمتر تحت سطوح مختلف تنش شوری قرار گرفته است (شکل ۲ الف)، که این امر نشان دهنده مقاومت بیشتر گیاه گاودانه به شوری در مرحله جوانه زنی نسبت به گیاه خلر است.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح شوری و گونه گیاهی بر طول ساقه چه (الف)، ریشه چه (ب) و گیاهچه (پ). میله بارها بیانگر میزان اشتباه معیار است.

مطابق با نتایج این تحقیق، گزارشات سایر محققین حاکی از این است که شوری سبب کاهش رشد و تولید ماده خشک گیاهان گوناگون می‌شود (Reggiani et al., 1995; Tawfik and Noga, 2001; Macar et al., 2009). یکی از دلایل کاهش صفات رشدی در مراحل اولیه رشد گیاهیچه تحت شرایط تنش، احتمالاً به خاطر کاهش و یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به رویان باشد (Trautwein et al., 1997; Soltani et al., 2006). در این ارتباط Almansouri et al. (2001) گزارش کردند که تنش شوری منجر به کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز می‌شود، که این آنزیم سبب تجزیه نشاسته به واحدهای سازنده آن از جمله گلوکز در آندوسپرم (تک لپه) و لپه‌ها (دو لپه) شده و با هرگونه کاهش در فعالیت این آنزیم به‌طور طبیعی سرعت تجزیه ذخایر بذر کند شده و شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. ذخیره انرژی متابولیکی ممکن است اساس کاهش رشد گیاه در شرایط شور باشد. در این شرایط انرژی لازم برای تنظیم یونی و اسمزی زیادتر شده و انرژی رشد کاهش می‌یابد (Kerepesi and Galiba, 2000). بر اساس نتایج حاصل از همبستگی صفات مشخص گردید که وزن تر و خشک گیاهیچه با طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهیچه همبستگی مثبت و معنی‌داری را دارد (جدول ۴). که بدان معنی است که با گسترش و توسعه طول گیاهیچه میزان وزن خشک آن نیز افزایش می‌یابد.

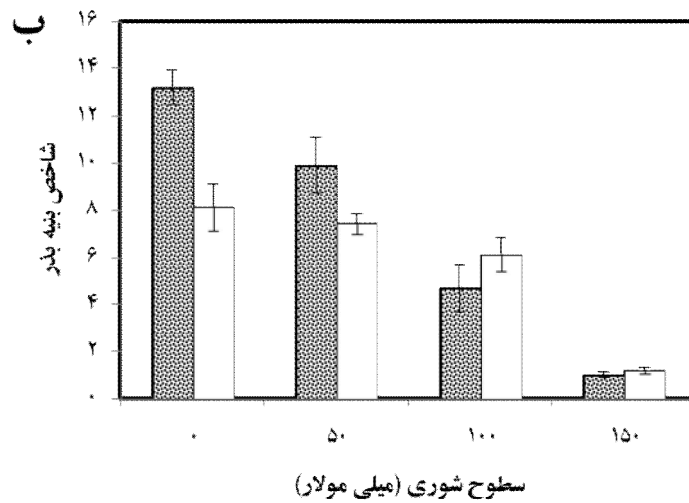
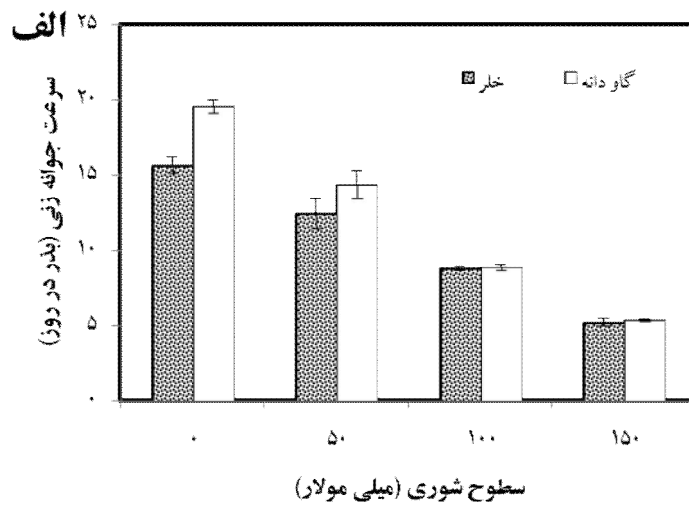


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح شوری و گونه گیاهی بر وزن تر گیاهیچه (الف) و خشک گیاهیچه (ب). میله بارها بیانگر میزان اشتباه معیار است.

سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین گونه گیاهی و سطوح شوری از نظر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد و اثرات متقابل گونه گیاهی و سطوح شوری بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال پنج معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج این تحقیق نشان داد که سرعت جوانه‌زنی در گیاهان خلر و گاوآینه اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲)، به طوری که گاوآینه بیشترین (۱۲ بذر جوانه‌زده در روز) و خلر کمترین (۱۰/۵ بذر جوانه‌زده در روز) میزان را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). همچنین با افزایش غلظت شوری، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت به طوری که از ۱۷/۶ بذر در روز تحت شرایط شاهد (بدون شوری) به ۵/۲۸ بذر در هر روز در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار رسید (جدول ۳). اثر متقابل نیز نشان داد که گاوآینه در سطوح صفر و ۵۰ میلی‌مولار شوری حاصل کلرید سدیم، سرعت جوانه‌زنی بیشتری نسبت به خلر داشته اما در بقیه سطوح شوری سرعت جوانه‌زنی دو گونه گیاهی با هم یکسان بود (شکل ۳ الف). در این راستا (Ghorbani et al., 2008) گزارش کردند که با افزایش غلظت نمک (میزان شوری) روند کاهشی در درصد جوانه‌زنی، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی گیاه کلزا و گندم مشاهده شد. میانگین مدت جوانه‌زنی بذر صفت بسیار مهمی در استقرار گیاهچه و استفاده مفید و موثر از شرایط محیطی می‌باشد. به طور کلی تنش شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و یا اثرات سمیت یونی منجر به کاهش جذب آب و تحت قرار گرفتن فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی شده‌اند، لذا منجر به کاهش طول و وزن گیاهچه و تاخیر در جوانه‌زنی و به دنبال آن کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر می‌شود (Khodaverdivand Keshtiban et al., 2014). مطابق با نتایج این تحقیق، Alebrahim et al. (2008) در بررسی اثرات تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لاین‌های اینبرد ذرت نشان دادند که اثر سطوح پتانسیل اسمزی بر شاخص جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، شاخص قدرت بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه معنی‌دار بود.

شاخص بنیه بذر

بر اساس نتایج بدست آمده، گیاه خلر دارای بیشترین (۷/۲۱) و گیاه گاوآینه کمترین (۵/۷۱) میزان شاخص بنیه بذر را داراست و همچنین تنش شوری سبب افت شدید بنیه بذر گردید (جدول ۳). از آنجایی که شاخص بنیه بذر تابعی از طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی است و طول گیاهچه خلر بیشتر از گاوآینه بوده است این امر سبب شده که بنیه بذر بیشتری داشته باشد. نتایج اثرات متقابل نیز نشان داد که بنیه بذر خلر طی تنش به صورت خطی کاهش یافت ولی در گیاه گاوآینه، بنیه بذر در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار اختلاف چندانی با شاهد نداشت که نشانگر حفظ بنیه بالا در این گیاه در شرایط تنش شوری است (شکل ۳ ب)، که احتمالاً این امر به خاطر افزایش جذب آب و کاهش خسارت ناشی از سمیت یونها طی تنش شوری باشد که سبب بنیه بذر بالاتر در این گیاه در سطوح مختلف شوری شده است. در این بررسی گونه‌های گیاهی واکنش متفاوتی را در سطوح مختلف شوری نشان دادند که ناشی از تنوع بین آنهاست، به طوری که Bijanzadeh et al. (2010) بیان کردند که حتی تنوع ژنتیکی بین ارقام گندم می‌تواند یکی از دلایل اختلاف بین آنها باشد. بر اساس نتایج حاصل از همبستگی صفات مشخص گردید که بنیه بذر با همه صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری را دارد (جدول ۴).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح شوری و گونه گیاهی بر سرعت جوانه‌زنی (الف) و شاخص بینه بذر (ب). میله بارها بیانگر میزان اشتباه معیار است.

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین خصوصیات جوانه‌زنی مورد بررسی.

پارامترها	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	طول گیاهچه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص بینه بذر
طول ریشه‌چه	۰/۸۴**	۱						
طول گیاهچه	۰/۹۴**	۰/۹۷**	۱					
وزن تر گیاهچه	۰/۹۱**	۰/۸۶**	۰/۹۲**	۱				
وزن خشک گیاهچه	۰/۸۸**	۰/۷۳**	۰/۸۳**	۰/۹۶**	۱			
سرعت جوانه‌زنی	۰/۸۰**	۰/۷۹**	۰/۸۲**	۰/۸۵**	۰/۸۵**	۱		
درصد جوانه‌زنی	۰/۶۰*	۰/۵۲ ^{ns}	۰/۵۷*	۰/۴۸ ^{ns}	۰/۵۲ ^{ns}	۰/۶۶*	۱	
شاخص بینه بذر	۰/۹۴**	۰/۹۷**	۱/۰۰**	۰/۹۲**	۰/۸۳**	۰/۸۳**	۰/۵۷*	۱

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

نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی در مرحله گیاهچه‌ای، تنش شوری سبب کاهش خصوصیات رشدی گیاهچه بویژه طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر می‌شود، که با افزایش میزان شوری شدت کاهش صفات فوق در گیاهچه‌های خلر بیشتر از گاو‌دانه بود که نمایانگر این مطلب است که در مرحله گیاهچه‌ای خلر گیاهی حساس و گاو‌دانه مقاوم به شوری است و در اراضی با شوری حدود ۵۰ میلی‌مولار، کشت گیاه گاو‌دانه نسبت به خلر پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان از دانشگاه مراغه بخاطر فراهم آوردن امکانات و همچنین ار زحمات همه عزیزانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

- Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1970.** Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science*. 10: 31-34.
- Agrawal, R.L. 1991.** Seed Technology. Oxford and IBH. Publishing. 258 pp.
- Ahmadvand, G., Soleymani, F., Saadatian, B., and Pouya, M. 2012.** Effects of seed priming on germination and emergence traits of two soybean cultivars under salinity stress. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 3: 234-241.
- Akhani, H., and Ghorbani, M. 1993.** A contribution to the halophytic vegetation and flora of Iran. In: Leith, H. and Al Masoom, A.A. (eds.), *Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 1: 35-44.
- Alebrahim, M.T., Janmohammadi, M., Sharifzade, F., and Tokasi, S. 2008.** Evaluation of salinity and drought stress effects on germination and early growth of maize inbred lines (*Zea mays* L.). *Electronic Journal of Crop Production*. 1(2): 35-43. (In Persian).
- Almansouri, M., Kinet, M., and Lutts, Y. 2001.** Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* des). *Plant and Soil*. 231: 243-254.
- Bandani, M., and Abdolzadeh, A. 2007.** Effects of silicon nutrition on salinity tolerance of *Puccinellia distans* (jacq.) parl. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 14(3): 111-119. (In Persian).
- Belcher, E.W., and Miller, L. 1974.** Influence of substrate moisture level on the germination of sweet gun and pine seed. *Proceeding of the Association of Official Seed Analysis*. 65: 88-89.
- Bijan-zadeh, E., Shekofa, A., and Emam, Y. 2010.** Effect of different levels of sodium chloride on germination characteristics of 20 cultivars of bread and durum wheat. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 8(2): 277-283. (In Persian).
- Boselah, N.A.E. 1995.** Effect of different levels of salinity on growth, yield and volatile oil constituents of coriander (*Coriandrum sativum* L.) plants. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*. 33(1): 345-358.
- Ekiz, H., and Yilmaz, A. 2003.** Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 27: 253-260.
- Esfandiari, E., and Javadi, A. 2014.** Role of scavenging enzymes and hydrogen peroxide and glutathione S-transferase in mitigating the salinity effects on wheat. *Iranian Journal of Plant Biology*. 20: 1-16. (In Persian).
- Farah, M.A., Soliman, M.F., and Antar, I.M. 1999.** Seed germination and root growth of sorghum, corn and cotton seedlings as affected by soil text and salinity of irrigation water. *Agricultural Research Review*. 69(4): 157-169.
- Farokhi, A., and Galeshi, S. 2005.** Evaluation of effect of salinity and seed size on germination, conversation of seed reserves and seedling growth soybean (*Glycin max* L.). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 36(5): 1233-1241. (In Persian).

- Ghaderi-Far, F., Akbarpour, W., Khavari, F., and Ehteshamnia, A. 2012.** Determination of salinity tolerance threshold in six medicinal plants. *Journal of Plant Production*. 8(4): 15-24. (In Persian).
- Ghorbani, M.H., Soltani, A., and Amiri, S. 2008.** The effect of salinity and seed size on response of wheat germination and seedling growth. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 14(6): 44-52. (In Persian).
- Huang, Y., Zhang, G., Wu, F., Chen, J., and Zhou, M. 2006.** Differences in physiological traits among salt-stressed barley genotypes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 37: 557-570.
- Hussain, A., Khan, Z.I., Ashraf, M., Rashid, M.H., and Akhtar, M.S. 2004.** Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and COJ-84. *International Journal of Agriculture and Biology*. 6(1): 188-191.
- ISTA. 2010.** International rules for seed testing. International seed testing association (ISTA).
- Jalali, V.R., Homayi, M., Saber, M., and Eskandari, M. 2008.** Comparison of canola germination in solution of CaCl_2 , NaCl^+ and natural saltwater. *Journal of Soil and Water Conservation*. 21(2): 209-218.
- Kafi, M. 2008.** Saline agriculture and its necessity in Iran. In: Proceeding of 10th Iranian Crop Sciences Congress, Karaj, Iran. (In Persian).
- Kerepesi, H., and Galiba, G. 2000.** Osmotic and salt stress Induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. *Crop Science*. 40: 482-487.
- Khodaverdivand Keshtiban, R., Carvani, V., and Imandar, M. 2014.** Effects of salinity stress and drought due to different concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol 6000 on germination and seedling growth characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Advances in Environmental Biology*. 8(24): 413-419.
- Macar, T.K., Turan, O., and Ekmecky, Y. 2009.** Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. *Gazi University Journal of Science*. 22(1): 5-14.
- Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya, D.H., and Pandey, A.N. 2000.** Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 185(4): 209-216.
- Munns, R., and Tester, M. 2008.** Mechanism of salinity tolerance. *The Annual Review of Plant Biology*. 59(2): 651-681.
- Neto, N.B.M., Saturnino, S.M., Bomfim, D.C., and Custodio, C.C. 2004.** Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 47: 521-529.
- Penuelas, J., Isla, R., Filella, L., and Araus, J.L. 1997.** Visible and near-infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. *Crop Science*. 37: 198-202.
- Rauf, M., Munir, M., Hassan, M.U., Ahmad, M., and Afzal, M. 2007.** Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *African Journal of Biotechnology*. 6: 971-975.
- Reggiani, R., Bozo, S., and Bertan, A. 1995.** The effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*. 75: 175-177.
- Rehman, S., Harris, P.J.C., and Bourne, W.F. 1999.** Effect of artificial ageing on the germination, ion leakage and salinity tolerance of *Acacia tortilis* and *A. coriacea* seeds. *Seed Science and Technology*. 27: 141-149.
- Reynolds, M.P., Mujeeb-Kazi, A. and Sawkins, M. 2005.** Prospect for utilizing plant adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought and salinity prone environment. *Annals of Applied Biology*. 146: 239-259.
- Safarnejad, A., Salami, M.R., and Hamidi, H. 2007.** Morphological characterization of medicinal plants (*Plantago ovata*, *Plantago psyllium*) in response to salt stress. *Pajouhesh and Sazandegi*. 75: 152-160. (In Persian).
- Singh, L., and Pal, B. 2001.** Effect for saline water and fertility levels on yield, potassium, zinc content and uptake by blonde psyllium (*Plantago ovata* Forsk.). *Field Crops Research*. 22: 424-431.
- Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, M.E. 2006.** Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*. 55: 195-200.
- Tawfik, A., and Noga, A. 2001.** Priming of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds and its effects of germination, emergence and storability. *Journal of Applied Botany*. 75: 216-220.
- Trautwein, E.A., Rrickhoff, D., and Erbershobler, H.F. 1997.** The cholesterol-lowering effect of psyllium a source dietary fiber. *Ernhurung Umschau*. 44: 214-216.
- Vicente, M.J., Conesa, E., Álvarez-Rogel, J., Franco, J.A., and Martínez-Sánchez, J.J. 2009.** Relationships between salt type and seed germination in three plant species growing in salt marsh

soils of semi-arid Mediterranean environments. *Arid Land Research and Management*. 23(2): 103-114.

Zabihi-e-Mahmoodabad, R., Jamaati-e-Somarin, S., Khayatnezhad, M., and Gholamin, R. 2011. The study of effect salinity stress on germination and seedling growth in five different genotypes of wheat. *Advances in Environmental Biology*. 5(1): 177-179.