دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

تحمل به تنش شوری در برخی اکوتیپ‌های ماشک تلخ در مرحله جوانه‌زنی

زینب کریم‌زاده نگاری[۱]، سید رسول صحافی[۲] و مریم دهجی‌پور حیدرآبادی[۳]

۱ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و استادیار، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
۲- استادیار، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، (نویسنده مسوول: s.r.sahhafi@vru.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۸
صفحه: ۴۳ تا ۵۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده‌ی رشد و تولید گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله ایران است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی واکنش برخی از اکوتیپ‌های ماشک تلخ به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۸ اجرا گردید. تعداد هشت اکوتیپ ماشک تلخ در چهار سطح شوری (۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار) با کلرید سدیم مورد بررسی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی شامل طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر بود.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح تنش و اکوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. با توجه به نتایج مقایسات میانگین صفات ارزیابی شده، با افزایش میزان شوری از ۳۰ میلی‌مولار به ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار، تمامی صفات کاهش معنی‌داری را نشان دادند. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر مبنای صفات مورد مطالعه به تنش به‌ترتیب ۷۶/۷، ۸۲/۵، ۸۸/۶ و ۸۹/۵ درصد از تغییرات در سطوح ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار توسط مؤلفه‌های اول و دوم قابل توجیه بود. تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات ارزیابی شده در سطوح ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار، اکوتیپ‌های مورد بررسی را در گروه‌های جداگانه طبقه‌بندی کرد.

نتیجه‌گیری: در مجموع بر طبق نمودار تحلیل بای‌پلات و تجزیه خوشه‌ای، اکوتیپ داش‌بلاغ متعلق به استان زنجان از لحاظ تحمل به تنش در سطوح مختلف شوری برتر از سایر اکوتیپ‌ها در این آزمایش تعیین شد و می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه کلاستر، شاخص بنیه بذر، شوری، ماشک تلخ

مقدمه

ماشک تلخ (*Vicia ervilia* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان اهلی شده توسط بشر محسوب می‌شود و بومی مناطق غرب و جنوب آسیا است (۱۰) که در کشورهای مختلف جهان از جمله ایران کشت می‌شود (۱۴،۱۱). در ایران این گیاه در استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، ایلام، چهار و محال بختیاری، زنجان، کردستان، کرمان، لرستان، مرکزی و همدان به‌صورت دیم و آبی کشت می‌شود (۱،۲۱،۱۳). از مهم‌ترین ویژگی‌های اقتصادی ماشک تلخ، درصد پروتئین (حدود ۲۶ درصد) و انرژی خام (حدود ۱۸ مگاژول بر کیلوگرم) بالای دانه آن است (۲۴). دانه این گیاه نسبتاً ارزان است و به قیمتی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد سویا قابل خریداری می‌باشد و می‌تواند جایگزین سویا در جیره غذایی دام و طیور گردد (۳). اهمیت کشت ماشک تلخ به‌منظور استفاده در جیره غذایی دام و طیور ایجاب می‌کند تا به‌نژادگران نسبت به اصلاح و افزایش تحمل این گیاه تحت تنش‌های مختلف تلاش کنند و ارقامی را آزاد کنند که قادر باشند در شرایط نامطلوب، عملکرد نسبتاً قابل قبولی داشته باشند. افزایش سطوح شوری یکی از مشکلات عمده در کشاورزی و محیط زیست است، به‌طوری که ۱۰ درصد از اراضی جهان تحت تأثیر این پدیده تنش‌زا قرار داشته و از طرفی هر ساله ۱۰ میلیون هکتار از اراضی قابل کشت در جهان به اراضی شور جهان اضافه می‌گردد (۶). در ایران نیز به خصوص در مناطق حاشیه‌ی کویرهای مرکزی، به‌دلیل کاهش نزولات جوی، کمیت و کیفیت آب کشاورزی به سرعت رو به کاهش است. به این دلیل، گزینش ارقامی که علاوه بر تحمل به خشکی، به شوری نیز متحمل باشند از اهمیت چشمگیری برخوردار است (۲۹). کاهش پایداری غشای سلولی، کاهش فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی، کاهش فتوسنتز، کاهش آماس سلول‌ها و در نتیجه کاهش توسعه برگ‌ها، اختلال در جذب یون‌ها و به‌ویژه تجمع یون‌های سدیم و کلر و در نهایت کاهش رشد رویشی و عملکرد اقتصادی از اثرات تنش شوری بر گیاهان زراعی است (۲۰).

تنش شوری بر کلیه مراحل رشد و نموی گیاه تأثیر می‌گذارد ولی حساسیت یک مرحله از رشد نسبت به مرحله دیگر متفاوت است (۲۲). جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به شمار می‌آید زیرا جوانه‌زنی نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه از خود به جا می‌گذارد (۲۵). شوری می‌تواند بر روی جوانه‌زنی بذور از طریق کاهش پتانسیل اسمزی محیط رشد، سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز مثل کلسیم و پتاسیم تأثیر بگذارد (۱۲). تنش شوری عموماً سبب تأخیر در جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی، کاهش سرعت جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌گردد (۷). بررسی اثر تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی آزمونی قابل اطمینان در ارزیابی تحمل به شوری در بسیاری از گونه‌ها است (۲۰). لذا ارزیابی تأثیر تنش شوری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در بسیاری از گیاهان زراعی انجام شده است (۱۷). در این زمینه کوکو و اوزون (۹) در سال ۲۰۱۱ در بررسی تأثیرات شوری روی جوانه‌زنی برخی لاین‌های ماشک تلخ در ترکیه اظهار داشتند در اثر افزایش سطوح تنش شوری صفاتی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه کاهش یافته بود و میزان

کاهش صفات مرتبط به ساقه‌چه بیشتر از ریشه‌چه بود. به علاوه آن‌ها گزارش کردند با وجود کاهش صفات مرتبط با جوانه‌زنی با افزایش تنش شوری، این واکنش در لاین‌های مختلف متفاوت بود. اما با وجود پتانسیل بالقوه گونه بومی *Vicia ervilia* L. در تولید پایدار خوراک دام و طیور در کشور و خودکفایی کشور در این زمینه، تاکنون مطالعات اندکی روی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور این گونه انجام شده است.

در مطالعه حاضر هشت اکوتیپ گزینش شده بر اساس الگوی خویشاوندی حاصل از پژوهش حسن‌پور و صحافی (۱۵) که به بررسی تنوع ژنتیکی ۴۲ اکوتیپ ماشک تلخ از نواحی غرب ایران شامل استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل و زنجان با استفاده از صفات مورفولوژیک و زراعی پرداخته بودند مورد بررسی قرار می‌گیرد. آن‌ها بیان کردند که این پراکنش در مناطق مختلف اقلیمی بیانگر تنوع ژرم‌پلاسم ذکر شده از لحاظ سازگاری به تنش‌های غیرزیستی متفاوت است و می‌تواند به عنوان یک ذخیره ژنتیکی مهم در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرد. هدف از انجام این مطالعه بررسی و ارزیابی تحمل به تنش شوری NaCl در مرحله جوانه‌زنی بذور هشت اکوتیپ ماشک تلخ متعلق به مناطق جغرافیایی غرب ایران و واکنش آن‌ها به سطوح مختلف نمک با استفاده از صفات مختلف رشدی و شناسایی اکوتیپ‌های متحمل به شوری به‌منظور بهره‌گیری از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی آینده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه ماشک تلخ، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. عامل اول اکوتیپ‌های ماشک تلخ شامل هشت اکوتیپ متعلق به چهار استان آذربایجان شرقی (اکوتیپ‌های بایقوت و شیخدرآباد)، آذربایجان غربی (اکوتیپ‌های قوروول و الند)، اردبیل (اکوتیپ‌های قره‌آغاج و سقزچی) و زنجان (اکوتیپ‌های داش‌بلاغ و گلوجه) و عامل دوم سطوح شوری NaCl شامل ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار بودند. مشخصات جغرافیایی محل‌های جمع‌آوری هشت اکوتیپ مورد مطالعه در پژوهش حسن‌پور و صحافی (۱۵) ارائه شده است و بذور آن‌ها از کلکسیون ماشک تلخ گروه ژنتیک و تولید گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان تهیه شد. همچنین انتخاب سطوح تنش شوری بر اساس نتایج مطالعات پیشین (۲۸،۹) صورت گرفت. در ابتدا بذرهای ماشک تلخ با محلول هیپوکلریت‌سدیم یک درصد به مدت دو دقیقه ضدعفونی و بعد از ضدعفونی سه بار با آب مقطر شستشو شدند تا اثر هیپوکلریت سدیم از بین برود. سپس از هر اکوتیپ ۲۰ عدد بذر به داخل پتری‌دیش‌های استریل همراه با کاغذ صافی قرار داده شد. به هر پتری‌دیش مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده (۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار) اضافه شد. پتری‌دیش‌ها در داخل ژرمیناتور در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۵ درصد قرار گرفت. بذور به‌طور روزانه بازبینی و تعداد بذرهای جوانه‌زده تا روز دهم شمارش شدند. در این آزمایش بذوری به عنوان بذور جوانه‌زده در نظر گرفته شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها بیش از دو میلی‌متر بود. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از فرمول زیر استفاده گردید (۱۶).

رابطه (۱):

درصد جوانه‌زنی= (تعداد بذور جوانه زده در روز آخر / تعداد کل بذور) × ۱۰۰

سرعت جوانه‌زنی از طریق فرمول زیر محاسبه شد (۱۶).

رابطه (۲):

$$\text{سرعت جوانه زنی} = \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده در روز اول}}{\text{روز اول}} + \cdots + \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده در روز آخر}}{\text{روز آخر}}$$

به‌منظور اندازه‌گیری طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه تعداد پنج عدد بذر به شکل تصادفی از هر تکرار انتخاب گردید و پس از اندازه‌گیری طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه، آن‌ها از بذر جدا شده و وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، آن‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند (۹). سپس وزن خشک آن‌ها با استفاده از ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. همچنین برای محاسبه شاخص بنیه بذر از فرمول زیر استفاده گردید (۲).

رابطه (۳):

شاخص بنیه بذر= (مجموع طول ساقه‌چه و ریشه‌چه × درصد جوانه‌زنی) /۱۰۰

تجزیه واریانس توسط نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و بر اساس مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار تشابه توسط نرم‌افزار SPSS 21 انجام شد. به‌منظور تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمایش بای‌پلات از نرم‌افزار MINITAB 18 استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف شوری تأثیر معنی‌دار بر تمام صفات جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مورد مطالعه داشته است (جدول ۱). همچنین بین اکوتیپ‌ها برای تمام صفات مورد بررسی به جز صفت طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) وجود داشته است (جدول ۱). ضمن اینکه نتایج نشان داد اثر متقابل شوری × اکوتیپ تنها روی صفت سرعت جوانه‌زنی بسیار معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بوده است (جدول ۱). معنی‌دار شدن اثر متقابل اکوتیپ در شوری بیانگر واکنش متفاوت اکوتیپ‌ها نسبت به سطوح متفاوت تنش شوری می‌باشد.

اثرات ساده شوری و اکوتیپ

نتایج مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری پنج درصد برای صفات مورد

بررسی نشان داد که با افزایش میزان شوری از سطح ۳۰ میلی‌مولار به ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار، صفات طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر کاهش معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۲). همچنین کلیه صفات بیشترین مقادیر را در سطح ۳۰ میلی‌مولار داشتند و تمام صفات به جز طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه کمترین مقادیر را در سطح ۹۰ میلی‌مولار به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج میانگین صفات مختلف در سطوح ۳۰ و ۹۰ میلی‌مولار بیشترین درصد کاهش به میزان ۵۷/۱۷ درصد در صفت درصد جوانه‌زنی و کمترین درصد کاهش به میزان شش درصد در صفت طول ریشه‌چه مشاهده شد (جدول ۲). کوکو و اوزون (۹) نتایج مشابهی را گزارش کردند و طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را اندازه‌گیری کردند و نتیجه گرفتند افزایش سطوح شوری باعث کاهش معنی‌دار صفات جوانه‌زنی در ماشک تلخ می‌گردد. گزارش‌های متعددی در ارتباط با تأثیر شوری بر کاهش صفات جوانه‌زنی در گیاهان مختلف نظیر عدس (۲۷) و نخود (۸) نیز وجود دارد. کاهش خصوصیات مختلف جوانه‌زنی را می‌توان به کاهش میزان و سرعت جذب آب و نیز اثر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم حاصل از نمک و سمیت یون‌ها بر فرآیندهای هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذرها و ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده نسبت داد (۲۳،۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه، اکوتیپ‌های داش‌بلاغ و الند بیشترین میانگین طول ساقه‌چه (به‌ترتیب با ۵/۱۹ و ۴/۶۰ سانتی‌متر) را دارا بودند. اکوتیپ‌های سقزچی، قره‌آغاج و بایقوت (به‌ترتیب با ۴/۰۹، ۴/۰۹ و ۴/۰۵ سانتی‌متر) در رتبه بعدی قرار گرفتند. کمترین میانگین طول ساقه‌چه را اکوتیپ گلوجه (۳/۱۰ سانتی‌متر) به خود اختصاص داد (جدول ۳). از نظر طول ریشه‌چه، اکوتیپ‌های مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). اکوتیپ‌های داش‌بلاغ و الند بیشترین وزن تر ساقه‌چه (به ترتیب با ۰/۰۳۱ و ۰/۰۲۷ گرم) را داشته و اکوتیپ‌های بایقوت، شیخدرآباد و سقزچی (به‌ترتیب با ۰/۰۲۵، ۰/۰۲۴ و ۰/۰۲۳ گرم) در رتبه بعدی قرار گرفتند. اکوتیپ گلوجه کمترین وزن تر ساقه‌چه (۰/۰۱۷ گرم) را دارا بود (جدول ۳). بیشترین میانگین وزن تر ریشه‌چه را اکوتیپ‌های داش‌بلاغ، بایقوت، الند، قره‌آغاج، قوروول و شیخدرآباد (به‌ترتیب با ۰/۰۰۷۴، ۰/۰۰۷۳، ۰/۰۰۶۷، ۰/۰۰۶۶، ۰/۰۰۶۵ و ۰/۰۰۶۴ گرم) و اکوتیپ سقزچی (۰/۰۰۶۰ گرم) در رتبه‌ی بعدی قرار گرفت. کمترین میانگین وزن تر ریشه‌چه را اکوتیپ گلوجه (۰/۰۰۵۱ گرم) دارا بود (جدول ۳). اکوتیپ داش‌بلاغ بیشترین (۰/۰۰۶۹ گرم) و گلوجه کمترین (۰/۰۰۳۷ گرم) میانگین وزن خشک ساقه‌چه را دارا بودند (جدول ۳). بیشترین میانگین وزن خشک ریشه‌چه را اکوتیپ داش‌بلاغ (۰/۰۰۲۸ گرم) و اکوتیپ‌های دیگر در رتبه بعدی قرار گرفتند (جدول ۳). بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی مربوط به اکوتیپ‌های داش‌بلاغ (۶۵/۸۱ درصد)، بایقوت (۶۵/۴۰ درصد)، الند (۶۴/۵۴ درصد)، قره‌آغاج (۵۵/۰۰ درصد)، قوروول (۵۳/۰۹ درصد) و شیخدرآباد (۵۲/۱۸ درصد) بودند و اکوتیپ سقزچی (۵۱/۱۶ درصد) در رتبه بعدی قرار گرفت. کمترین میانگین درصد جوانه‌زنی مربوط به اکوتیپ گلوجه (۳۲/۷۰ درصد) بود (جدول ۳). اکوتیپ داش‌بلاغ (۶/۱۶) بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی و اکوتیپ‌های الند (۵/۱۱)، بایقوت (۴/۶۹) و قره‌آغاج (۴/۱۳) در رتبه بعدی قرار گرفتند. اکوتیپ گلوجه (۲/۱۸) کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشت (جدول ۳). در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه بیشترین شاخص بنیه بذر در اکوتیپ داش‌بلاغ (۶/۰۶) مشاهده شد و اکوتیپ‌های الند (۴/۸۲)، بایقوت (۴/۳۶)، قره‌آغاج (۳/۹۲) و سقزچی (۳/۸۰) در رتبه قرار گرفتند. اکوتیپ گلوجه (۱/۷۱) کمترین میانگین شاخص بنیه بذر را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

جدول ۱- میانگین مربعات صفات اکوتیپ‌های ماشک تلخ در مرحله جوانه‌زنی در شرایط مختلف شوری

Table 1. Mean squares of traits of bitter vetch ecotypes in germination stage under different salinity conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر
شوری	۳	۵/۷۲**	۱/۶۰*	۰/۰۰۰۲۴**	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۰۱۵**	۰/۰۰۰۰۰۴۳**	۷۰۸۷/۷۸**	۲۶/۳۳**	۵۳/۶۰**
اکوتیپ	۷	۳/۶۸**	۱/۰۱	۰/۰۰۰۱۹**	۰/۰۰۰۰۶**	۰/۰۰۰۰۹۹**	۰/۰۰۰۰۰۱۱**	۹۳۱/۳۸**	۱۷/۰۷**	۱۸/۷۷**
شوری × اکوتیپ	۲۱	۰/۶۱^{ns}	۰/۴۱^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۲^{ns}	۳۶۱/۴۱^{ns}	۵/۳۷**	۱/۵۸^{ns}
خطای آزمایشی	۶۴	۰/۹۹	۰/۵۷	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۲۱۵/۹۴	۱/۵۱۶	۱/۷۳
ضریب تغییرات(٪)		۲۴/۱۹	۲۷/۵۹	۲۶/۷۴	۲۲/۹۰	۱۹/۲۳	۲۴/۱۲	۲۶/۶۷	۲۹/۶۴	۲۹/۳۶

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف شوری

Table 2. Mean comparison of the studied traits under different levels of salinity

سطوح شوری	طول ساقه‌چه (cm)	طول ریشه‌چه (cm)	وزن تر ساقه‌چه (gr)	وزن تر ریشه‌چه (gr)	وزن خشک ساقه‌چه (gr)	وزن خشک ریشه‌چه (gr)	درصد جوانه‌زنی (٪)	شاخص بنیه بذر
۳۰ mM	۴/۶۵^{a}	۳/۰۰^{a}	۰/۰۲۷^{a}	۰/۰۰۸۲^{a}	۰/۰۰۵۹^{a}	۰/۰۰۲۷^{a}	۷۴/۱۶^{a}	۵/۷۶^{a}
۵۰ mM	۴/۳۱^{ab}	۲/۷۶^{ab}	۰/۰۲۵^{a}	۰/۰۰۶۶^{b}	۰/۰۰۵۲^{b}	۰/۰۰۲۳^{b}	۶۲/۲۰^{b}	۴/۵۹^{b}
درصد کاهش	۷/۳۱	۸/۰۰	۷/۴۰	۱۹/۵۱	۱۱/۸۶	۱۴/۸۱	۱۶/۱۲	۲۰/۳۱
۷۰ mM	۳/۷۳^{bc}	۲/۳۶^{b}	۰/۰۲۴^{a}	۰/۰۰۶۰^{b}	۰/۰۰۴۵^{c}	۰/۰۰۱۸^{c}	۴۴/۹۵^{c}	۲/۸۰^{c}
درصد کاهش	۱۹/۷۸	۲۱/۳۳	۱۱/۱۱	۲۶/۸۲	۲۳/۷۲	۳۳/۳۳	۳۹/۳۸	۵۱/۳۸
۹۰ mM	۳/۶۲^{c}	۲/۸۲^{ab}	۰/۰۱۹^{b}	۰/۰۰۵۱^{c}	۰/۰۰۴۰^{c}	۰/۰۰۱۸^{c}	۳۱/۷۶^{a}	۲/۶۵^{c}
درصد کاهش	۲۲/۱۵	۶/۰۰	۲۹/۶۲	۳۷/۸۰	۳۷/۲۰	۳۳/۳۳	۵۷/۱۷	۵۳/۹۹

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون می‌باشند دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیستند

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌های ماشک تلخ

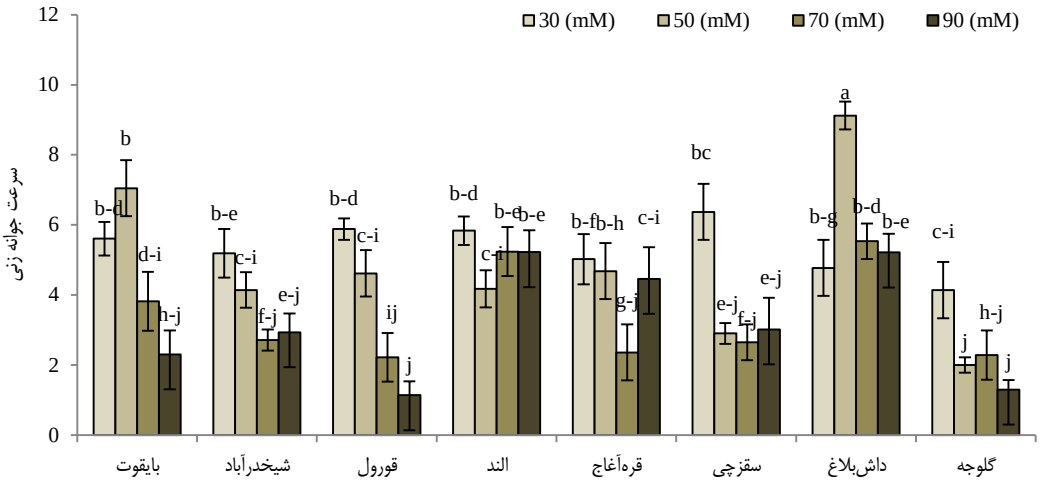
Table 3. Mean comparison of the studied traits in bitter vetch ecotypes

اکوتیپ‌های ماشک تلخ	طول ساقه‌چه (cm)	وزن تر ساقه‌چه (gr)	وزن تر ریشه‌چه (gr)	وزن خشک ساقه‌چه (gr)	وزن خشک ریشه‌چه (gr)	درصد جوانه‌زنی (٪)	شاخص بنیه بذر
بایقوت	۴/۰۵^{D}	۰/۰۲۵^{DC}	۰/۰۰۷۳^{AD}	۰/۰۰۵۱^{D}	۰/۰۰۲۲^{D}	۶۵/۴۰^{a}	۴/۳۶^{DC}
شیخدرآباد	۳/۷۸^{DC}	۰/۰۲۴^{DC}	۰/۰۰۶۴^{AD}	۰/۰۰۴۸^{D}	۰/۰۰۲۰^{D}	۵۲/۱۸^{AD}	۳/۵۶^{C}
قورول	۳/۹۵^{DC}	۰/۰۲۱^{CD}	۰/۰۰۶۵^{AD}	۰/۰۰۴۷^{D}	۰/۰۰۲۱^{D}	۵۳/۰۹^{AD}	۳/۳۵^{C}
الند	۴/۶۰^{AD}	۰/۰۲۷^{AD}	۰/۰۰۶۷^{AD}	۰/۰۰۵۰^{D}	۰/۰۰۲۴^{D}	۶۴/۵۴^{AD}	۴/۸۲^{D}
قره‌آغاج	۴/۰۹^{D}	۰/۰۲۲$^{D-CD}$	۰/۰۰۶۶^{AD}	۰/۰۰۴۵^{DC}	۰/۰۰۲۱^{D}	۵۵/۰۰^{AD}	۳/۹۲^{DC}
سقزچی	۴/۰۹^{D}	۰/۰۲۳^{DC}	۰/۰۰۶۰^{DC}	۰/۰۰۴۵^{DC}	۰/۰۰۱۹^{D}	۵۱/۱۶^{D}	۳/۸۰^{DC}
داش‌بلاغ	۵/۱۹^{a}	۰/۰۳۱^{a}	۰/۰۰۷۴^{a}	۰/۰۰۶۹^{a}	۰/۰۰۲۸^{a}	۶۵/۸۱^{a}	۶/۰۶^{a}
گلوجه	۳/۱۰^{C}	۰/۰۱۷^{CD}	۰/۰۰۵۱^{C}	۰/۰۰۳۷^{C}	۰/۰۰۱۹^{D}	۳۲/۷۰^{C}	۱/۷۱^{CD}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون می‌باشند دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیستند

اثرات متقابل شوری در اکوتیپ

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری در اکوتیپ برای سرعت جوانه‌زنی (شکل ۱) نشان داد که در سطح شوری ۳۰ میلی‌مولار بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار، بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی را اکوتیپ داش‌بلاغ (۹/۱۲) دارا بود. در سطح شوری ۷۰ میلی‌مولار، اکوتیپ‌های داش‌بلاغ، الند و بایقوت بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی (به‌ترتیب با ۵/۵۳، ۵/۲۳ و ۳/۸۱) را داشتند. در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار، بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی مربوط به اکوتیپ‌های الند و داش‌بلاغ (به‌ترتیب با ۵/۲۲ و ۵/۲۱) بود. با کاهش پتانسیل اسمزی، جذب آب کاهش می‌یابد و همراه با آن تمامی فعالیت‌های هورمونی بذر که با جذب آب انجام می‌گیرند آهسته‌تر رخ می‌دهد و در نتیجه کاهش سرعت جوانه‌زنی همراه با پتانسیل اسمزی محلول تشدید می‌شود (۵).



شکل ۱- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ‌های ماشک تلخ در سطوح مختلف شوری
(ستون‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیستند)
Figure 1. Mean comparison of germination rate of bitter vetch ecotypes in different salinity levels

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

به‌منظور بررسی عواملی که موجب جدا شدن و تنوع اکوتیپ‌ها در تنش شوری و تعیین سهم هر صفت در تنوع و کاهش متغیرهای اصلی از طریق محاسبه مؤلفه‌های غیر همبسته که ترکیبی از متغیرهای اصلی است (۲۶)، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس نه صفت مورد مطالعه در مرحله جوانه‌زنی در هر چهار سطح آزمایشی انجام شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که در سطح ۳۰ میلی‌مولار، از ۱۰۰ درصد کل واریانس، در مجموع ۷۶/۷ درصد توسط دو مؤلفه‌ی اول توجیه گردید. این عدد در سطوح تنش ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار به ترتیب برابر با ۸۲/۵، ۸۸/۶ و ۸۹/۵ درصد شد.

در سطح ۳۰ میلی مولار صفات شاخص بنیه بذر (۰/۴۳۶)، طول ساقه‌چه (۰/۴۱۹)، وزن خشک ساقه‌چه (۰/۴۰۹)، وزن تر ساقه‌چه (۰/۳۷۱) و درصد جوانه‌زنی (۰/۳۶۹) در جهت مثبت بزرگترین ضرایب را در مؤلفه اول به خود اختصاص دادند و در مجموع مؤلفه اول ۵۲/۵ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. در سطح ۵۰ میلی‌مولار، صفات سرعت جوانه‌زنی (۰/۳۸۳)، شاخص بنیه بذر (۰/۳۸۱)، وزن خشک ساقه‌چه (۰/۳۶۱)، طول ریشه‌چه (۰/۳۵۷)، وزن تر ریشه‌چه (۰/۳۴۲) و درصد جوانه‌زنی (۰/۳۲۰) در جهت مثبت دارای اهمیت بیشتری در مؤلفه اول بودند و در مجموع مؤلفه اول ۶۹/۵ درصد از تغییرات کل را توجیه کرد. در سطح ۷۰

میلی‌مولار، صفات شاخص بنیه بذر (۰/۳۶۴)، درصد جوانه‌زنی (۰/۳۵۹)، طول ساقه‌چه (۰/۳۵۹)، وزن خشک ریشه‌چه (۰/۳۵۰)، سرعت جوانه‌زنی (۰/۳۳۶) و وزن تر ساقه‌چه (۰/۳۲۵) در جهت مثبت بالاترین ضرایب را دارا بودند و در مجموع ۸۱/۵ درصد از تغییرات کل توسط مؤلفه اول توجیه شد. در سطح ۹۰ میلی‌مولار، صفات درصد جوانه‌زنی (۰/۳۷۷)، شاخص بنیه بذر (۰/۳۷۶)، سرعت جوانه‌زنی (۰/۳۶۵)، طول ساقه‌چه (۰/۳۶۲)، وزن خشک ریشه‌چه (۰/۳۴۴) و وزن تر ساقه‌چه (۰/۳۰۰) در جهت مثبت حداکثر تأثیر را داشتند و در مجموع ۷۵/۷ درصد از تغییرات کل توسط مؤلفه اول توجیه گردید. لذا در هر سطوح شوری بر مبنای مؤلفه اول، صفات ذکر شده مهم‌ترین صفات در تحمل به شوری محسوب می‌گردند و افزایش این مؤلفه منجر به واکنش بهتر جوانه‌های ماشک تلخ در شرایط شور می‌شود.

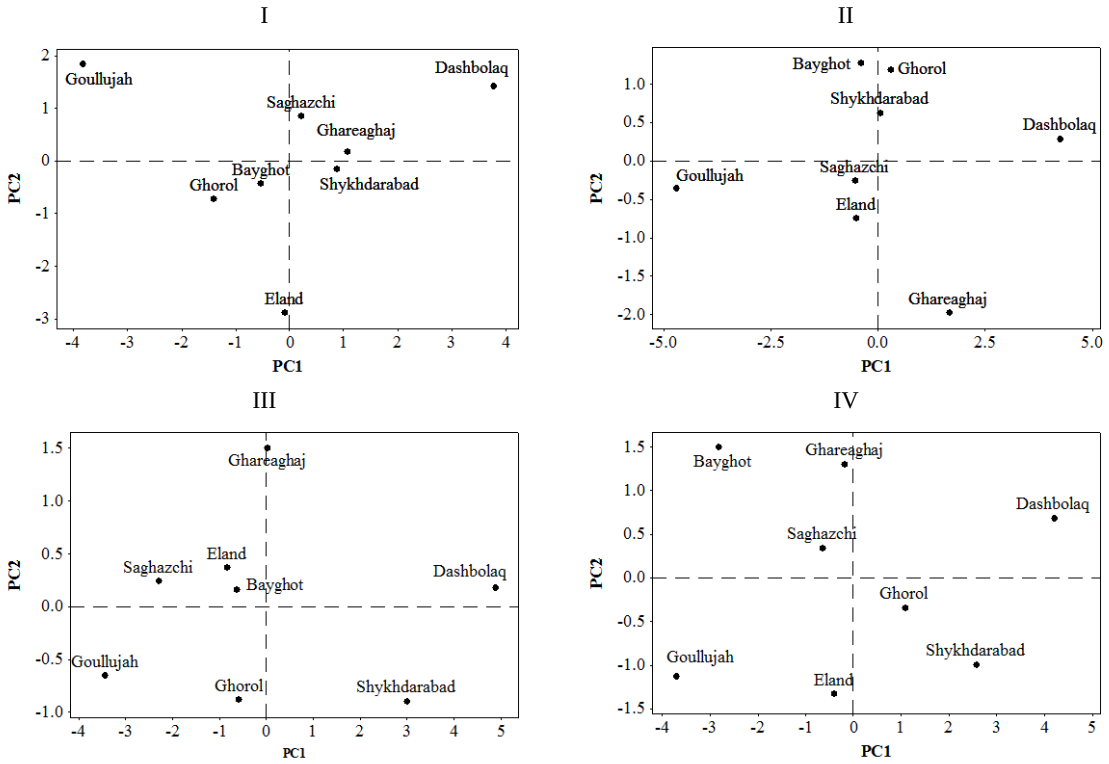
در مؤلفه دوم در سطح شوری ۳۰ میلی‌مولار صفات سرعت جوانه‌زنی (۰/۵۶۷-)، وزن خشک ریشه‌چه (۰/۴۷۱)، وزن تر ریشه‌چه (۰/۴۳۶) و طول ریشه‌چه (۰/۳۸۸-)، در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار صفات وزن تر ساقه‌چه (۰/۶۰۴-)، وزن خشک ریشه‌چه (۰/۵۰۴) و طول ساقه‌چه (۰/۴۸۶)، در سطح شوری ۷۰ میلی‌مولار صفات وزن تر ریشه‌چه (۰/۸۴۲) و طول ریشه‌چه (۰/۳۵۰-) و در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار صفات وزن خشک ساقه‌چه (۰/۶۳۳)، طول ریشه‌چه (۰/۵۲۴-) و وزن تر ریشه‌چه (۰/۴۵۸) در جهت مثبت یا منفی بیشترین تأثیر را داشتند. بنابراین می‌توان این طور نتیجه گرفت که در هر سطح شوری به‌طور نسبی مقادیر نزدیک به مرکز این مؤلفه، عکس‌العمل مناسب‌تر جوانه‌های ماشک تلخ به شرایط شوری را در پی خواهد داشت. با این شرایط انتخاب اکوتیپ‌هایی که دارای مقادیر مؤلفه اول بالاتر و مؤلفه دوم نزدیک به مرکز این مؤلفه هستند دارای تحمل بیشتری به تنش شوری هستند.

نمایش بای‌پلات اکوتیپ‌های ماشک تلخ مورد مطالعه براساس ۹ صفت در مرحله جوانه‌زنی در هر چهار سطح آزمایشی برای شناسایی بهترین اکوتیپ‌ها برای تحمل به شوری نشان می‌دهد که اکوتیپ‌ها از نظر تحمل به شوری به‌خوبی تفکیک شده‌اند و اکوتیپ داش‌بلاغ متعلق به استان زنجان در سطوح مختلف شوری به نسبت سایر اکوتیپ‌ها متحمل‌تر به شوری است (شکل ۲). محمدی و همکاران (۱۹) نیز در تحقیقی به‌منظور بررسی واکنش برخی ژنوتیپ‌های برنج به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی، از روش گرافیکی بای‌پلات به‌منظور تفکیک ژنوتیپ‌های متحمل از حساس استفاده کردند. همچنین در مطالعه‌ی ارزیابی تحمل به شوری برخی از ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط نرمال و تنش شوری جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از روش تحلیل بای‌پلات استفاده شد (۱۸).

جدول ۴- بردارهای ویژه، مقادیر ویژه و واریانس تجمعی دو مؤلفه اول و دوم بر اساس صفات اندازه‌گیری شده در سطوح شوری ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار

Table 4. Eigenvectors, eignvalues and cumulative variance of two main components based on the measured traits in salinity levels of 30, 50, 70 and 90 mM

سطوح شوری	بردارهای ویژه	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	مقادیر ویژه	واریانس تجمعی (٪)
mM ۳۰	مؤلفه اول	۰/۴۱۹	۰/۲۷۸	۰/۳۷۱	۰/۰۸۸	۰/۴۰۹	۰/۳۰۱	۰/۳۶۹	۰/۱۳۶	۰/۴۳۶	۴/۷۲۸	۵۲/۵
	مؤلفه دوم	-۰/۱۳۳	-۰/۳۸۸	۰/۱۴۰	۰/۴۳۶	۰/۲۳۱	۰/۴۷۱	-۰/۰۶۰	-۰/۵۶۷	-۰/۱۴۷	۲/۱۷۷	۷۶/۷
mM ۵۰	مؤلفه اول	۰/۳۰۱	۰/۳۵۷	۰/۲۵۷	۰/۳۴۲	۰/۳۶۱	۰/۲۷۳	۰/۳۲۰	۰/۳۸۳	۰/۳۸۱	۶/۲۵۰	۶۹/۵
	مؤلفه دوم	۰/۴۸۶	-۰/۱۳۳	-۰/۶۰۴	۰/۲۲۸	-۰/۲۴۳	۰/۵۰۴	-۰/۱۰۶	-۰/۰۵۱	-۰/۰۴۷	۱/۱۷۲	۸۲/۵
mM ۷۰	مؤلفه اول	۰/۳۵۹	۰/۳۴۴	۰/۳۲۵	۰/۲۵۸	۰/۲۸۹	۰/۳۵۰	۰/۳۵۹	۰/۳۳۶	۰/۳۶۴	۷/۳۳۱	۸۱/۵
	مؤلفه دوم	-۰/۲۶۹	-۰/۳۵۰	-۰/۱۵۶	۰/۸۴۲	۰/۱۹۵	۰/۰۷۹	۰/۰۰۵	۰/۰۶۱	-۰/۱۵۵	۰/۶۴۶	۸۸/۶
mM ۹۰	مؤلفه اول	۰/۳۶۲	۰/۳۰۶	۰/۳۰۰	۰/۲۸۷	۰/۲۶۱	۰/۳۴۴	۰/۳۷۷	۰/۳۶۵	۰/۳۷۶	۶/۸۱۶	۷۵/۷
	مؤلفه دوم	-۰/۱۴۷	-۰/۵۲۴	۰/۱۳۴	۰/۴۵۸	۰/۶۳۳	۰/۰۹۱	-۰/۰۸۱	-۰/۲۱۴	-۰/۱۲۲	۱/۲۳۷	۸۹/۵



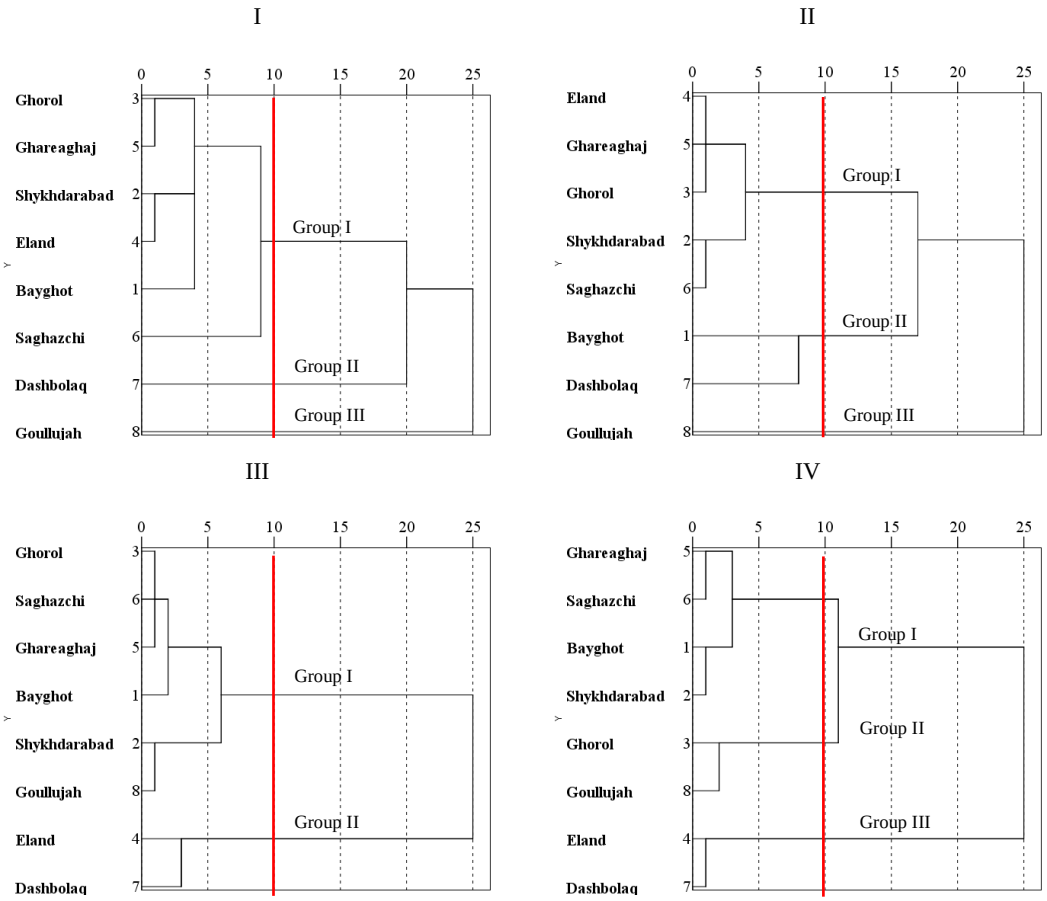
شکل ۲- نمودار دو بعدی پراکنش اکوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس دو مؤلفه اول و دوم در سطوح شوری ۳۰ میلی‌مولار (I)، ۵۰ میلی‌مولار (II)، ۷۰ میلی‌مولار (III) و ۹۰ میلی‌مولار (IV)

Figure 2. Distribution of two-dimentional graph of the studied ecotypes on first and second components in salinity levels of 30 mM (I), 50 mM (II), 70 mM (III) and 90 mM (IV)

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای در شرایط ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار، اکوتیپ‌ها را براساس کلیه صفات مورد مطالعه در گروه‌های جداگانه طبقه‌بندی نمود (شکل ۳). در سطوح مختلف شوری خط برش دندروگرام در نقطه‌ای که بیشترین فاصله را بین گروه‌ها ایجاد نمود در نظر گرفته شد و نتایج آن با استفاده از تجزیه تابع تشخیص مورد تأیید قرار گرفت (جدول ۵). پس از گروه‌بندی، هر گروه به‌عنوان یک تیمار و اکوتیپ‌های هر گروه نیز به عنوان تکرار در نظر گرفته شد و داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل مورد تجزیه قرار گرفتند (جدول ۶).

با خوشه‌بندی ژنوتیپ‌ها، آن‌ها را به گروه‌های همگون تقسیم کرده به‌طوری که مشاهدات هر گروه، بیشترین شباهت و مشاهدات گروه‌های مختلف، کمترین شباهت را با یکدیگر داشته باشند (۱۷). همانگونه که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد، در شرایط ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار با خط برش در فاصله ۱۰، اکوتیپ‌ها مورد مطالعه به‌ترتیب به ۳، ۳، ۲ و ۳ گروه متمایز تفکیک شدند. نتایج (جدول ۶) بیانگر این بود که اکوتیپ گروه دوم (داش‌بلاغ) در سطح ۳۰ میلی‌مولار، اکوتیپ‌های گروه دوم (بایقوت و داش‌بلاغ) در سطح ۵۰ میلی‌مولار، اکوتیپ‌های گروه دوم (الند و داش‌بلاغ) در سطح ۷۰ میلی‌مولار و اکوتیپ‌های گروه سوم (الند و داش‌بلاغ) در سطح ۹۰ میلی‌مولار در اکثر صفات بیشترین مقادیر را دارا بودند. همچنین نتایج نشان داد که اکوتیپ گروه سوم (گلوجه) در سطح ۳۰ میلی‌مولار، اکوتیپ گروه سوم (گلوجه) در سطح ۵۰ میلی‌مولار، اکوتیپ‌های گروه اول (قورول، سقزچی، قره‌آغاج، بایقوت، شیخدرآباد و گلوجه) در سطح ۵۰ میلی‌مولار و اکوتیپ‌های گروه دوم (قورول و گلوجه) در سطح ۹۰ میلی‌مولار در اکثر صفات کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). بنابراین به طور کلی اکوتیپ داش‌بلاغ از لحاظ تحمل به تنش در سطوح مختلف شوری برتر از سایر اکوتیپ‌ها در آزمایش جوانه‌زنی بود. همچنین اکوتیپ گلوجه به عنوان اکوتیپ حساس به تنش در سطوح مختلف شوری شناسایی شد. محمدی و همکاران (۱۹) از تجزیه خوشه‌ای براساس صفات جوانه‌زنی به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج نسبت به تنش شوری استفاده کرده‌اند. در مطالعه‌ی منصوری و همکاران (۱۸) نیز از روش تجزیه خوشه‌ای جهت طبقه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط نرمال و تنش شوری استفاده گردید.



شکل ۳- دندروگرام خوشه‌ای اکوتیپ‌های ماشک تلخ بر اساس صفات مورد مطالعه در سطوح شوری ۳۰ میلی‌مولار (I)، ۵۰ میلی‌مولار (II)، ۷۰ میلی‌مولار (III) و ۹۰ میلی‌مولار (IV)

Figure 3. Cluster analysis dendrogram of bitter vetch ecotypes based on the studied traits in salinity levels of 30 mM (I), 50 mM (II), 70 mM (III) and 90 mM (IV)

جدول ۵- نتایج تجزیه تابع تشخیص گروه‌بندی اکوتیپ‌های ماشک تلخ بر اساس صفات مورد مطالعه در سطوح شوری ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار

Table 5. The results of discrimination function analysis for grouping bitter vetch ecotypes in salinity levels of 30, 50, 70 and 90 mM

سطوح شوری	گروه‌های حاصله از تجزیه خوشه‌ای	گروه‌های پیش‌بینی شده بر اساس تجزیه تابع تشخیص						کل	
		گروه اول		گروه دوم		گروه سوم			
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۳۰ mM	گروه اول	۶	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۶	۱۰۰
	گروه دوم	۰	۰	۱	۱۰۰	۰	۰	۱	۱۰۰
	گروه سوم	۰	۰	۰	۰	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰
۵۰ mM	گروه اول	۵	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۵	۱۰۰
	گروه دوم	۰	۰	۲	۱۰۰	۰	۰	۲	۱۰۰
	گروه سوم	۰	۰	۰	۰	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰
۷۰ mM	گروه اول	۶	۱۰۰	۰	۰	–	–	۶	۱۰۰
	گروه دوم	۰	۰	۲	۱۰۰	–	–	۲	۱۰۰
۹۰ mM	گروه اول	۴	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۴	۱۰۰
	گروه دوم	۰	۰	۲	۱۰۰	۰	۰	۲	۱۰۰
	گروه سوم	۰	۰	۰	۰	۲	۱۰۰	۲	۱۰۰

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطوح شوری ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌مولار
Table 6. Mean comparison of studied traits among the groups of cluster analysis in salinity levels of 30, 50, 70 and 90 mM

سطوح شوری	گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر
۳۰ mM	گروه اول	۴/۶۲^{D}	۳/۱۷^{a}	۰/۰۲۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵^{D}	۰/۰۰۲	۷۵/۰۰^{a}	۵/۶۵	۵/۸۷^{D}
	گروه دوم	۶/۰۰^{a}	۳/۱۰^{a}	۰/۰۳۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸^{a}	۰/۰۰۳	۸۳/۳۳^{a}	۴/۷۷	۷/۶۲^{a}
	گروه سوم	۳/۴۳^{c}	۱/۹۰^{D}	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸	۰/۰۴۶^{D}	۰/۰۰۲	۶۰/۰۰^{D}	۴/۱۴	۳/۲۷^{c}
۵۰ mM	گروه اول	۴/۵۰^{a}	۲/۵۷^{D}	۰/۰۲۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴^{D}	۰/۰۰۲	۶۵/۳۳^{a}	۴/۱۰^{D}	۴/۵۸^{D}
	گروه دوم	۴/۴۱^{a}	۳/۴۰^{a}	۰/۰۳۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶^{a}	۰/۰۰۲	۷۶/۶۶^{a}	۸/۰۸^{a}	۶/۱۹^{a}
	گروه سوم	۳/۳۰^{D}	۲/۲۰^{D}	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴^{D}	۰/۰۰۲	۲۵/۰۰^{D}	۰/۹۹^{c}	۱/۳۹^{c}
۷۰ mM	گروه اول	۳/۰۴^{D}	۲/۰۰^{D}	۰/۰۲۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱^{D}	۳۸/۰۰^{D}	۲/۴۴^{D}	۱/۹۳^{D}
	گروه دوم	۴/۰۳^{a}	۲/۴۳^{a}	۰/۰۲۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲^{a}	۵۵/۰۰^{a}	۴/۵۲^{a}	۳/۶۵^{a}
۹۰ mM	گروه اول	۳/۵۴^{a}	۲/۳۲	۰/۰۱۹^{aD}	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱^{D}	۴۲/۹۱^{D}	۳/۱۸^{D}	۲/۵۶^{D}
	گروه دوم	۲/۷۰^{D}	۱/۹۲	۰/۰۱۳^{D}	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱^{D}	۲۵/۰۰^{c}	۱/۲۱^{c}	۱/۱۱^{c}
	گروه سوم	۴/۰۸^{a}	۲/۷۱	۰/۰۲۶^{a}	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲^{a}	۶۳/۳۳^{a}	۵/۲۲^{a}	۴/۳۵^{a}

در هر سطح شوری، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون می‌باشند دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیستند

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر با استفاده از هشت اکوتیپ ماشک تلخ انتخاب شده براساس الگوی خویشاوندی در مطالعه‌ی قبلی (۱۵) که به بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های ماشک تلخ جمع‌آوری شده از نواحی غرب ایران بر مبنای صفات مورفولوژیک و زراعی پرداخته شده بود نشان داد که با افزایش سطوح تنش شوری ارزش تمام صفات ارزیابی شده در اکوتیپ‌های ماشک تلخ مورد مطالعه کاهش یافت، اما میزان کاهش در بین اکوتیپ‌ها متفاوت بود. در مجموع با توجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای، اکوتیپ داش‌بلاغ متعلق به استان زنجان به عنوان اکوتیپ متحمل‌تر به تنش شوری شناسایی شد. لذا می‌توان از این اکوتیپ در سایر برنامه‌های به‌نژادی آینده استفاده نمود.

منابع

1. Abbasi, M.R., S. Vaezi and N. Baghaie. 2007. Genetic diversity of bitter vetch (*Vicia ervilia*) collection of the National Plant Gene Bank of Iran based on agro-morphological traits. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15: 113-128 (In Persian).
2. Abdul-Baki, A.A. and J.D. Anderson. 1970. Viability and Laching of sugars from germinating barley. Crop Science, 10: 31-34.
3. Abdullah, A.Y., M.M. Muwalla, R.I. Qudsieh and H.H. Titi. 2010 .Effect of bitter vetch (*Vicia ervilia*) seeds as a replacement protein source of soybean meal on performance and carcass characteristics of finishing Awassi lambs. Tropical Animal Health and Production, 42: 293-300.
4. Allen, S.G., A.K. Dobrenz and P.G. Bartels. 1986. Physiological response of salt tolerant and non tolerant alfalfa to salinity during germination. Crop Science, 26: 1004-1008.
5. Alshammary, S.F., Y.L. Qian and S.J. Wallner. 2004. Growth response of four turfgrass species to salinity. Agricultural Water Management, 66: 97-111.
6. Amer, K.H. 2010. Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. Agricultural Water Management, 97: 1553-1563.
7. Ashrafi, S.H., R. Hoseini, G.H. Garusi, A. Hadad and V. Morad Nezhad. 2013. Nuclease enzyme activity rather than changes in the DNA single-strand braid, protein and chlorophyll a sensitive and tolerant to salt stress in two varieties of barley. Journal of Cells and Tissues, 2(4): 178-195 (In Persian).
8. Behbodian, B., M. Lahouti and A. Nezami. 2006. Effect of salt stress on seed germination of chickpea. Scientific Journal of Agriculture, 28(2): 127-137 (In Persian).
9. Çöçü, S. and O. Uzun. 2011. Germination, seedling growth and ion accumulation of bitter vetch (*Vicia ervilia* (L.) Wild.) lines under NaCl stress. African Journal of Biotechnology. 10(71): 15869-15874.
10. Davis, P.H. and U. Plitwan. 1990. Vicia. In: Davis P.H. (eds.) Flora of Turkey, Edinburgh University Press, Edinburgh, Scotland, 3: 274-325.
11. Farran, M.T., P.B. Dakessian, A.H. Darwish, M.G. Uwayjan, H.K. Dbouk, F.T. Seliman and V.M. Ashkarian. 2001. Performance of broilers and production and egg quality parameters of laying hens fed 60% raw and treated common vetch (*Vicia ervilia*) seeds. Poultry Science, 80: 203-208.
12. Ghasemi Bezdy, K. 2010. Study of salinity tolerance in cotton using tissue culture. Cotton Research Institute, Final Report, 103 pp (In Persian).
13. Haddad, S.G. 2006. Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs-livestock. Science, 99: 221-225.

14. Halaby, W.S. 1997. Effect of feeding different levels of treated ervil seeds on the performance of broilers and layers. M. Sc. Thesis. American University of Beirut, Beirut, Lebanon.
15. Hassanpour, F. and S.R. Sahhafi. 2020. Genetic variation in some Iranian bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) landraces based on agronomic-morphological traits for use in breeding program in Rafsanjan. Genetic Resources Crop Evolution, 67: 2087-2100.
16. Kader, M.A. 2005. A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. Journal and Proceeding of the Royal Society of New South Wales, 138: 65-75.
17. Kanafi Lesko Kelayeh, M., N. Bagheri, N. Babaeian Jelodar and M. Ghajar Sepanlou. 1400. Effect of cadmium stress on morphophysiological traits of rice seedlings. Journal of Crop Breeding, 13(37): 11-21 (In Persian).
18. Mansouri, I., H. Najafi Zarini, N. Babaeian Jelodar and A. Pakdin. 2019. Evaluation of Salt Tolerance in Some Canola (*Brassica napus* L.) Genotypes under Normal and Salt Stress Conditions. Journal of Crop Breeding, 11(30): 23-36 (In Persian).
19. Mohamadi, S.F., N. Bagheri, G. Kiani and N. Babaeian Jelodar. 2018. Evaluation of reaction of some rice genotypes to salinity stress at germination stage. Journal of Crop Breeding, 10(27): 20-30 (In Persian).
20. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.
21. Rahiminejad, M.R., M.H. Ehtemam and A. Neishaboori. 2000. Cytotaxonomic studies of some Iranian *Vicia* species (Fabacaea). Journal of Sciences of Islamic Republic of Iran, 11(1): 1-5.
22. Rashidi, V. 2018. Germination response and seedling traits of lentil landrace genotypes to drought and salinity stress and Path Analysis of seedling weight under laboratory conditions. Journal of Crop Breeding, 10(25): 36-43 (In Persian).
23. ..Rehman, S., P.J.C. Harris, W.F. Bourne and J. Wikin. 1996. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. Seed Science & Technology, 25: 45-57.
24. Sadeghi G.H., J. Pourreza, A. Samei and H. Rahmani. 2009. Bitter vetch as a single dietary ingredient for molt induction in laying hens. The Jourrnal of Applied Poultry Research, 18: 85-93.
25. Sadeghi Ahangari, M., N. Bagheri and N. Babaeian Jelodar. 2018. Evaluation of Tarom-Mahali rice mutant lines (M6) to salinity stress in germination stage. Journal of Crop Breeding, 10(25): 1-6 (In Persian).
26. Salehi, M., M. Kalateh Arabi and S.A. Mosavat. 2014. Evaluation of genetic variation in spring bread wheat genotypes to salinity in the north of Golestan Province. Seed and Plant Journal, 305-325 (In Persian).
27. Shajie, E. and M. Govahi. 2005. Effect of salinity on germination and seedling growth of lentil. The First Iranian Pulses Symposium, Mashhad, Iran, 1-3 pp (In Persian).
28. Uzun, S., O. Uzun, M. Kaplan and A.I. Ilbas. 2013. Response of bitter vetch lines to salt stress. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19: 1061-1067.
29. Zare Mehrjerdi, M., J. Nabati, A. Massomi, A.R. Bagheri and M. Kafi. 2011. Evaluation of tolerance to salinity based on root and shoots growth of 11 drought tolerant and sensitive chickpea genotypes at hydroponics conditions. Iranian Journal of Pulses Research, 2(2): 83-96 (In Persian).

Salinity Tolerance in Some Bitter Vetch Ecotypes in Germination Stage

Zeinab Karimzadeh Negari[1], Seyyed Rasoul Sahhafi[2] and Maryam Dahajipour Heidarabadi[3]

1 and 3- Graduated M. Sc. Student and Assistant Professor, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
2- Assistant Professor, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, (Corresponding author: s.r.sahhafi@vru.ac.ir)
Received: 6 September, 2021 Accepted: 29 November, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Salinity stress is one of most important factors limiting the growth and production of plants in arid and semi-arid regions of the world such as Iran.

Material and Methods: In order to evaluate the response of some bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) ecotypes to salinity stress at germination stage an experiment was conducted as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications in the laboratories of Faculty of Agriculture at Vali-e-Asr University of Rafsanjan in 2019. Eight bitter vetch ecotypes were evaluated at four salinity levels (30, 50, 70 and 90 mM of NaCl). Shoot length, root length, shoot fresh weight, root fresh weight, shoot dry weight, root dry weight, germination percentage, germination rate and seed vigor index were measured.

Results: The results of variance analysis showed significant effects of salinity and ecotype on the most evaluated traits. According to the results of mean comparison of the studied traits, with increasing salinity from the 30 mM to 50, 70 and 90 mM, all traits showed significant decrease. Principle components analysis based on the evaluated traits for salinity stress showed 76.7, 82.5, 88.6 and 89.5 percentages of the changes by the first and second components, respectively, at the 30, 50, 70 and 90 mM NaCl. Cluster analysis based on the measured traits at 30, 50, 70 and 90 mM levels classified the studied ecotypes in separate groups.

Conclusion: Regarding to byplot and cluster analysis, Dashbolagh ecotype in terms of tolerance to stress in different levels of salinity were superior to other ecotypes in this experiment and could be used in breeding programs.

Keywords: Bitter vetch, Cluster analysis, Principle components analysis, Seed vigor index, Salinity