



نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و سوم، شماره سوم، ۱۳۹۵

<http://jopp.gau.ac.ir>

اثر پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی چهار توده بومی سنبليله در شرایط تنش شوری (*Trigonella foenum-graecum* L.)

*حسن فرهادی^۱ و مجید عزیزی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: شوری یک عامل محیطی است که تمام مراحل رشد و نمو گیاه از جوانه‌زنی تا تولید میوه و دانه را کم و بیش تحت تأثیر قرار می‌دهد. جوانه‌زنی، یکی از بحرانی‌ترین مراحل رشد گیاه در شرایط تنش شوری می‌باشد. در این شرایط، پیش تیمار بذر یکی از روش‌های بهبود جوانه‌زنی و رشد آن در شرایط تنش محیطی می‌باشد. تیمار بذر روشی است که به واسطه آن بذرهای پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط محیطی، از نظر فیزیولوژیک و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی پیدا می‌کنند. این آزمایش به منظور بررسی اثر پیش تیمار بذر چهار توده بومی سنبليله با اسید سالیسیلیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی، گیاه سنبليله و شناسایی متحمل‌ترین توده به شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در ظروف پتری شیشه‌ای انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح شوری (در چهار غلظت صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار) کلرید سدیم و اسید سالیسیلیک (در دو غلظت صفر و یک میلی‌مولار) بودند. در این آزمایش اثر پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی چهار توده بومی سنبليله در شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت. صفات اندازه‌گیری شامل درصد جوانه‌زنی،

*مسئول مکاتبه: farhadi.hassan66@gmail.com

سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر توده، اسید سالیسیلیک و شوری بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل توده و اسید سالیسیلیک به جزء طول ساقه‌چه و اثر متقابل توده $\times$ شوری و شوری $\times$ اسید سالیسیلیک به جز نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه بر بقیه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. ولی اثرات متقابل توده $\times$ اسید سالیسیلیک $\times$ شوری بر هیچ یک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. با افزایش تنش شوری، کلیه صفات مورد مطالعه کاهش معنی‌داری نشان داد. در شرایط عدم وجود تنش شوری، کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر افزایش صفات مورد بررسی نداشت ولی در تیمارهای تحت تنش شوری تأثیر مثبت بر جوانه‌زنی داشت و سبب افزایش جوانه‌زنی گردید. به‌طور کلی، در بین چهار توده شنبلیله مورد مطالعه، توده‌های اصفهان و آمل تحمل نسبتاً بیشتری به شوری در شرایط پیش تیمار و عدم پیش تیمار با اسید سالیسیلیک در بیشتر صفات اندازه‌گیری شده نشان دادند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده اثر تمامی تیمارها بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود در حالی که اثر متقابل توده و اسید سالیسیلیک بر طول ساقه‌چه، اثر متقابل توده و شوری و نیز شوری و اسید سالیسیلیک بر نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی‌دار نبود. توده‌های بومی اصفهان و آمل در بیشتر مراحل رشد تحمل بیشتری نسبت به توده‌های همدان و یاسوج نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، جوانه‌زنی، اسید سالیسیلیک، گیاهچه شنبلیله

مقدمه

شنبلیله^۱ (*Trigonalla foenum-graecum* L.)، یک گیاه علفی یکساله، متعلق به تیره نیامداران (*Fabaceae*)، دارای خواص دارویی متعدد نظیر اثر تقویتی، ملین، اشتهاآور، خلط‌آور، ضد تب، افزایش میزان شیر در دوران شیردهی و کاهش دهنده قند خون است. همچنین، شنبلیله دارای اسید نیکوتینیک یا نیاسین می‌باشد که این ویتامین باعث جلوگیری از بیماری پلاگر می‌شود. بیماری پلاگر در اثر کمبود نیاسین به‌وجود می‌آید؛ کمبود تریپتوفان و لوسین نیز در این بیماری نقش دارند. همچنین پلاگر می‌تواند حاصل برخی از اختلالات همچون سندروم کارسیونید باشد که موجب تغییراتی در متابولیسم پروتئین‌ها می‌شوند. شنبلیله دارای اثر گشاد کنندگی بر عروق خونی بوده و از بروز سکت قلبی جلوگیری می‌کند (۱۹). گل‌هایی منفرد به رنگ زرد روشن، بنفش یا مایل به سفید به بزرگی ۰/۸ تا ۱/۸ سانتی‌متر دارد. میوه آن نیم، خمیده به طول سه تا ۱۱ سانتی‌متر و محتوی پنج تا ۲۰ دانه زاویه‌دار به طول چهار تا شش میلی‌متر و به عرض دو تا سه میلی‌متر است (۱۳). شنبلیله در تثبیت نیتروژن نیز نقش عمده‌ای دارد، لذا برای استفاده در تناوب زراعی مناسب است. منشا این گیاه نواحی مدیترانه بوده که در آسیای غربی، اوکراین و همچنین از هندوستان تا چین گسترش دارد. این گیاه خود بارور بوده و گرده افشانی آن توسط باد و گاهی حشرات صورت می‌گیرد (۱۹).

شوری یک عامل محیطی است که تمام مراحل رشد و نمو گیاه از جوانه‌زنی تا تولید میوه و دانه را کم و بیش تحت تأثیر قرار می‌دهد. محیط‌های شور با دو ویژگی اصلی یعنی پتانسیل اسمزی پایین و غلظت بالای املاح شناخته می‌شوند. در بررسی واکنش بین شوری و جوانه‌زنی، برخی از محققان از اثرات اسمزی به‌عنوان یک عامل مؤثر نام می‌برند، اما برخی دیگر سمیت یون‌ها را به‌عنوان عامل بازدارنده جوانه‌زنی می‌دانند. هر گیاهی که بتواند در مرحله جوانه‌زنی مقاومت بیشتری نشان دهد، می‌تواند دوره اول رویش را با موفقیت بیشتری طی کند (۴). همچنین، اثر بازدارندگی شوری بر رشد گیاهچه کلزا توسط دیگر محققان (۲۱) گزارش شده است. علی و همکاران (۱۹۹۸) اثر شوری را بر جوانه‌زنی بذر اسفرزه بررسی و مشاهده کردند که میزان جوانه‌زنی بذرها، زمانی که با محلول ۰/۵ درصد نمک طعام تیمار شدند، کاهش یافت (۲).

1- *Trigonalla foenum-graecum* L.

جوانه‌زنی، یکی از بحرانی‌ترین مراحل رشد گیاه در شرایط تنش شوری می‌باشد. عدم جوانه‌زنی گیاهان در خاک‌های شور، اغلب ناشی از حرکت رو به بالای محلول خاک و به دنبال آن تجمع زیاد نمک در سطح خاک و در ناحیه کاشت بذر است (۲۵). در این شرایط، پیش‌تیمار بذر یکی از روش‌های بهبود جوانه‌زنی و رشد آن در شرایط تنش محیطی می‌باشد. تیمار بذر روشی است که به واسطه آن بذرها پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط بوم‌شناختی محیط، از نظر فیزیولوژیک و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی پیدا می‌کنند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیک متعددی در بذر تیمار شده و گیاه حاصل از آن گردد (۲۰). بذرهای تیمار شده وضعیت مطلوب‌تری از نظر عملکرد و ساختار غشای سلولی در مقایسه با بذرهای تیمار نشده دارند. این موضوع از طریق مطالعه هدایت الکتریکی عصاره بذری قابل بررسی است، به این صورت که تراوش متابولیت‌های درون سلولی از غشای بذرهای تیمار شده کاهش یافته و در نتیجه هدایت الکتریکی عصاره این بذرها کمتر می‌باشد (۱۰).

اسید سالیسیلیک^۱، یک تنظیم‌کننده رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی می‌باشد که در تنظیم فرآیندهای گیاه نقش دارد. این هورمون در بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه از جمله تأثیر بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، افزایش میزان اسید آسبیزیک و اسید ایندول استیک، مهار تولید اتیلن، افزایش تقسیم سلولی و تمایزبایی و ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی و پاتوژن‌ها مؤثر است (۲۵). نتایج تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که پیش‌تیمار بذر گیاهان مختلف به وسیله اسید سالیسیلیک، باعث افزایش مقاومت گیاهچه در هنگام بروز تنش‌های مختلف، به خصوص تنش شوری می‌شود (۱۴). تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر پیش‌تیمار بذر چهار توده بومی شنبلیله با اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه و شناسایی متحمل‌ترین توده به شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل شامل شوری (در چهار غلظت صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و اسید سالیسیلیک (در دو غلظت

1- Salicylic Acid (C7H6O3)

صفر و یک میلی مولار) با سه تکرار در ظروف پتری شیشه‌ای، در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت. بذر توده‌های شنبلیله از سازمان جهاد کشاورزی شهرهای اصفهان، آمل، همدان و یاسوج تهیه شد و با محلول هیپوکلریت سدیم سه درصد (وایتکس) به مدت دو دقیقه ضدعفونی و سپس سه مرتبه با آب مقطر شستشو شدند. ظروف پتری، پنس، پیپت و کاغذ صافی‌ها در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت در اتوکلاو حرارت داده شده تا ضدعفونی شوند. بعد از انجام عمل ضدعفونی و اتیکت‌گذاری ظرف پتری، تعداد ۳۰ عدد بذر ضدعفونی شده در داخل پتری دیشهایی (به قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر) که حاوی دو عدد کاغذ واتمن شماره یک بودند قرار داده شده و هر پتری به عنوان یک تکرار از تیمارهای مورد آزمایش در نظر گرفته شد. سپس به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از محلول دارای سطح شوری مورد آزمایش داخل هر پتری ریخته، به طوری که بذرها در محلول غوطه‌ور نبوده، سپس پتری‌ها داخل دستگاه جوانه‌زنی (اتاقک کشت) با دمای ۲۵/۲۲ درجه سانتی‌گراد (شب/روز) و ۱۶/۸ ساعت نور (تاریکی/روشنایی) و رطوبت نسبی ۶۰ درصد قرار گرفتند. هر زمان که محیط کشت نیاز به محلول داشت به تکرارها به اندازه مساوی محلول اضافه شد. همچنین برای کاهش تبخیر از سطح پتری‌ها، روی آن‌ها با نایلون پوشانده شد. بذرها برای پیش تیمار با سالیسیلیک اسید به دو گروه تقسیم شدند؛ گروه اول به مدت ۱۲ ساعت در آب مقطر (صفر میلی‌مولار) و گروه دوم به مدت ۱۲ ساعت درون محلول یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک، در تاریکی و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (۱۲). تعداد بذرهای جوانه زده هر روز در ساعت مقرر تا روز دهم شمارش گردید، پس از آن بذرها تا قبل از آزمون جوانه‌زنی به مدت ۳۶ ساعت در دمای اتاق خشک شدند. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز در روز دهم اندازه‌گیری شد. به منظور آزمون جوانه‌زنی، بذرهای تیمار شده درون ظرف‌های پتری حاوی کاغذ واتمن قرار گرفتند. درب پتری‌ها برای جلوگیری از کاهش مقدار رطوبت و نفوذ پاتوژن‌ها محکم بسته شد. در روز چهاردهم، بذرها از پتری خارج و صفاتی چون طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد درون آون قرار گرفتند. وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به وسیله ترازو با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی بذرها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$۱۰۰ \times (\text{تعداد کل بذرها} / \text{تعداد بذر جوانه‌زده تا روز آخر}) = \text{درصد جوانه‌زنی}$$

برای اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی از روش ماگوئیر (۱۹۶۲) و از معادله ۱ استفاده گردید (۱۱). در این فرمول R_s سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز اندازه‌گیری)، S_i تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش و D_i تعداد روز در هر شمارش تا روز آخر (n) بود.

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

برای تجزیه آماری داده‌ها و رسم نمودارها به‌ترتیب از نرم‌افزار SAS و اکسل و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

۱) درصد جوانه‌زنی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده توده، شوری و اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل توده و شوری، توده و اسید سالیسیلیک، شوری و اسید سالیسیلیک در (سطح احتمال یک درصد) بر درصد جوانه‌زنی تأثیر گذاشت ولی در مورد اثر متقابل توده، شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات مورد آزمایش تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل توده و شوری نشان داد که در تمامی توده‌های شنبلیله با تشدید تنش شوری از درصد جوانه‌زنی کاسته شد. کمترین درصد جوانه‌زنی، در تنش شوری ۱۸۰ میلی‌مولار و توده همدان (۱۱/۸ درصد) مشاهده شد، در حالی که بیشترین درصد جوانه‌زنی در توده اصفهان (۹۵/۰۵ درصد) در سطح شوری صفر میلی‌مولار (شاهد) به‌دست آمد. در سایر سطوح تنش شوری نیز توده اصفهان از درصد جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بود (شکل ۱). یلدریم (۲۰۰۶)، در آزمایشی واکنش بذر توده‌های مختلف فلفل را نسبت به تنش شوری بررسی نمود و بیان کرد که بین توده‌های فلفل از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار وجود داشت که بیشتر ناشی از حضور نمک در محیط بود (۲۶). در صورتی‌که در غیاب نمک، توده‌های مورد مطالعه از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری نداشتند. شوری بر کارایی، نفوذپذیری غشای پلاسمایی و دیواره سلولی تأثیر منفی گذاشته، ورود و خروج یون‌ها را به سلول مختل می‌کند (۳) و سبب سخت شدن دیواره سلولی (۱۶) و کاهش هدایت آب از غشای پلاسمایی (۵) می‌شود.

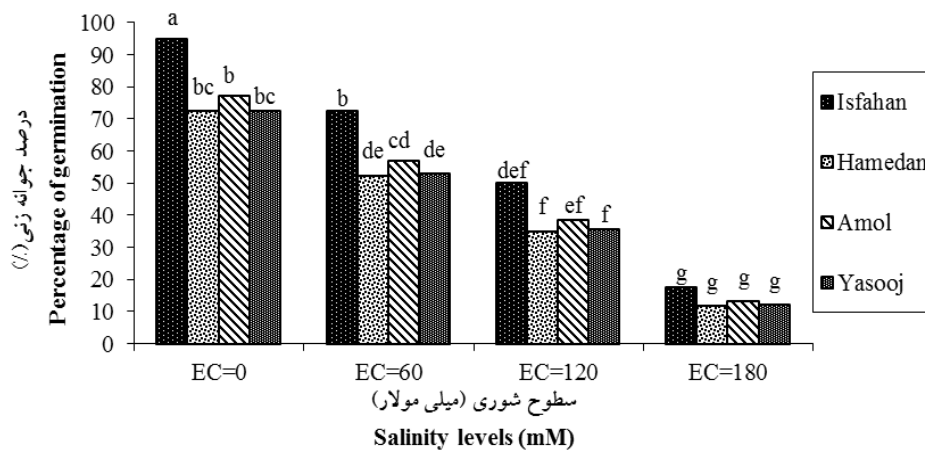
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاه شنبلیله.

Table 1. Analysis of variance studied traits in medicinal plant fenugreek.

میانگین مربعات Means squares								
نسبت وزن ریشه به وزن ساقچه Ratio radicle weight to plumule weight	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight	وزن خشک ساقچه Plumule dry weight	وزن خشک ریشه Radicle dry weight	طول ساقچه Length of plumule	طول ریشه Length of radicle	سرعت جوانه زنی Rate of Germination	درصد جوانه زنی Percentage of germination	درجه آزادی Df
0.06**	33.28**	9.95**	6.86**	282.60**	503.70**	30.96**	1341.51**	3
0.99**	55.66**	23.43**	7.25**	5037.44**	15910.03**	2112.44**	18732.75**	3
0.09**	68.39**	27.91**	8.92**	1748.48**	14213.83**	775.77**	1061.41**	1
0.001 ^{ns}	2.10**	0.75**	0.36**	22.87**	30.66*	2.74**	76.31**	9
0.0005 ^{ns}	2.75**	0.99**	0.44**	11.74 ^{ns}	36.40*	2.61*	61.65**	3
1.52**	1.64**	0.81**	0.23**	139.66**	332.71**	82.15**	1261.26**	3
0.003 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.02 ^{ns}	7.77 ^{ns}	9
0.009	0.023	0.017	0.006	4.42	12.17	0.71	12.45	128
خطا Error								
منابع تغییرات S.O.V								
(A) توده شنبلیله Fenugreek population (A)								
(B) شوری Salinity (B)								
(C) اسید سالیسیلیک Salicylic acid (C)								
A×B								
A×C								
B×C								
A×B×C								

* و **, Significant at 1% and 5% level probability, respectively and ns not statistically significant.

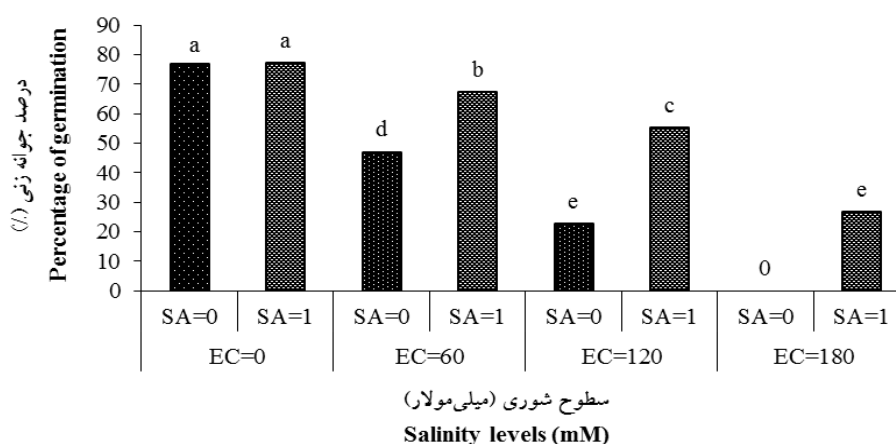
*, **, Significant at 1% and 5% level probability, respectively and ns not statistically significant.



شکل ۱- اثر متقابل توده و شوری بر درصد جوانه زنی گیاه شنبلیله.

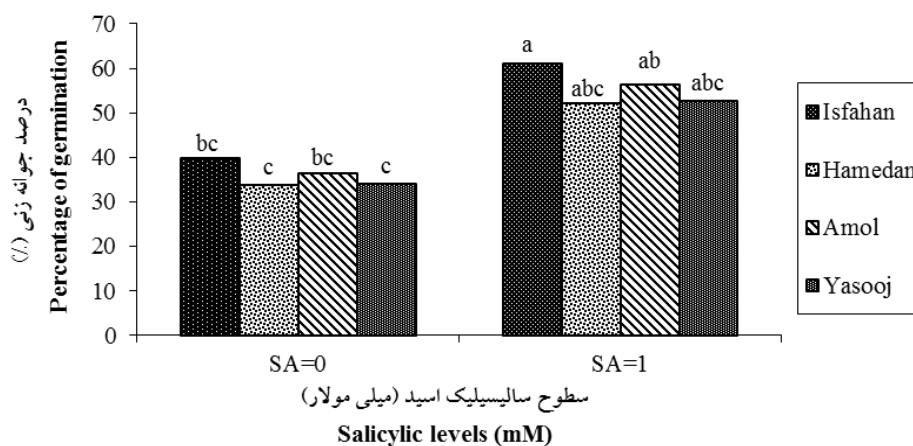
Figure 1. The interaction of landrace and salinity on percentage of germination plant fenugreek.

در بررسی اثر متقابل بین شوری و پیش‌ تیمار با اسید سالیسیلیک (شکل ۲) مشاهده شد که در زمان عدم وجود تنش شوری، اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (صفر و یک میلی‌مولار) از نظر درصد جوانه‌زنی وجود ندارد، ولی با افزایش غلظت شوری پیش تیمار تأثیر بیشتری نشان داد به طوری که درصد جوانه‌زنی در سطح دوم (یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک) نسبت به شاهد (صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک) افزایش معنی‌داری یافت. افزایش درصد جوانه‌زنی در تنش شوری تحت تیمار اسید سالیسیلیک در تحقیقات شاکرووا (۱۹۹۷) و راجاسکاران (۱۹۹۹) نیز مشاهده شده بود که موید این است که پیش تیمار اسید سالیسیلیک در هنگام تنش، اثر مثبت بر مقاومت بذر به شوری دارد (۱۷، ۱۸). به نظر می‌رسد شوری با ایجاد سه عامل اصلی شامل کاهش پتانسیل اسمزی محلول، تولید یون‌های سمی و تغییر در تعادل عناصر غذایی جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد. غلظت نمک و یون‌های تشکیل دهنده محلول، عامل اصلی در کاهش درصد جوانه‌زنی هستند. در بررسی اثر متقابل بین توده و اسید سالیسیلیک مشاهده شد که درصد جوانه‌زنی بذر توده‌های شنبلیله اصفهان، آمل، همدان و یاسوج در غلظت یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد به ترتیب ۵۴/۲۸، ۵۴/۴۳، ۵۴/۳۲ و ۵۴/۴۴ درصد افزایش یافت که نشان دهنده تأثیر مثبت پیش تیمار می‌باشد (شکل ۳). در آزمایشی التایب (۲۰۰۵) گزارش کرد که پیش تیمار بذر جو با اسید سالیسیلیک باعث افزایش درصد جوانه‌زنی آن شد (۶).



شکل ۲- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر درصد جوانه‌زنی گیاه شنبلیله.

Figure 2. The interaction of salinity and salicylic acid on percentage of fenugreek germination.

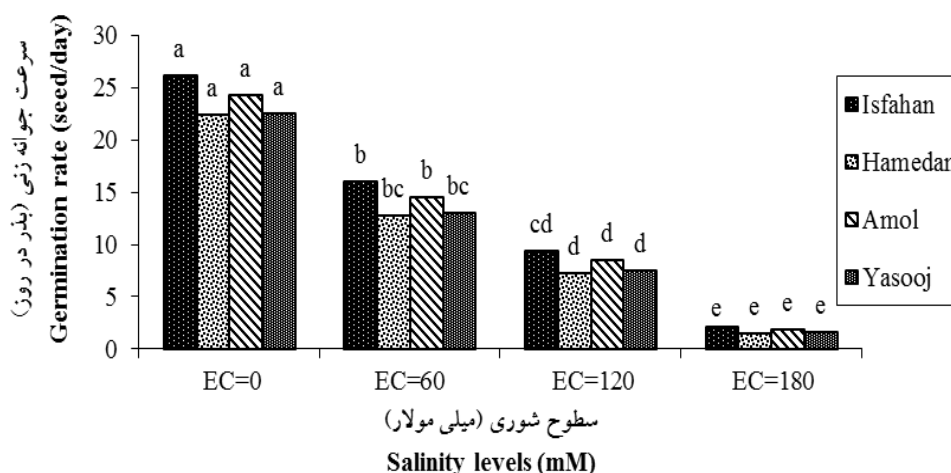


شکل ۳- اثر متقابل توده و اسید سالیسیلیک بر درصد جوانه‌زنی گیاه شنبلیله.

Figure 3. The interaction of landrace and salicylic acid on percentage of fenugreek germination.

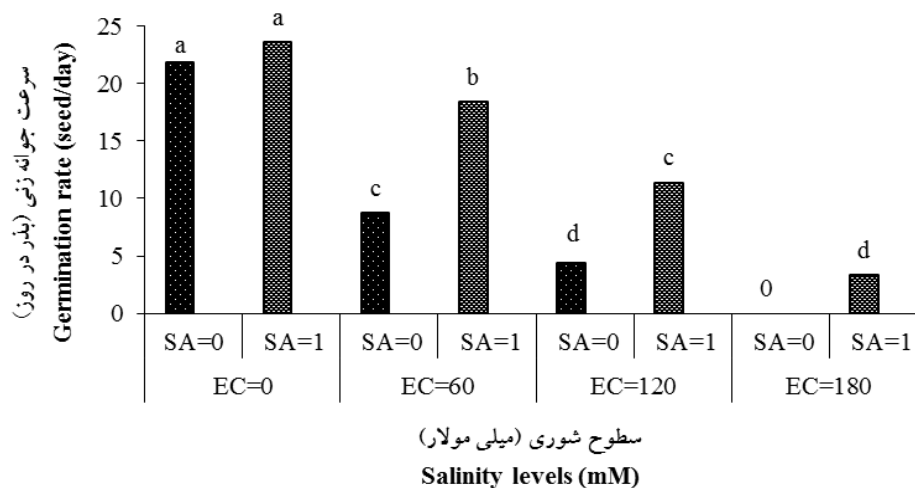
۲) سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که به جز اثر متقابل توده، شوری و اسید سالیسیلیک، اثر متقابل توده و اسید سالیسیلیک در سطح پنج درصد و سایر تیمارها در سطح یک درصد بر سرعت جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). کاهش سرعت جوانه‌زنی توده‌های شنبلیله اصفهان، آمل، همدان و یاسوج در سطح ۱۸۰ میلی‌مولار نمک نسبت به شاهد به ترتیب ۹۲/۱۱، ۹۲/۵۵، ۹۳/۳۳ و ۹۳/۰۴ درصد بود (شکل ۴). سرعت جوانه‌زنی یکی از مهمترین شاخص‌های ارزیابی توده‌های بومی در تحمل نسبت به شرایط تنش می‌باشد به گونه‌ای که توده‌های با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش شوری امکان سبز شدن سریع‌تری نسبت به سایر توده‌ها دارند (۹). در تمامی سطوح شوری، بذره‌ای تیمار شده با غلظت یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نسبت به بذره‌ای تیمار نشده، دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی بودند. همچنین غلظت‌های ۱۸۰ و صفر میلی‌مولار شوری همراه با پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک (غلظت یک میلی‌مولار) بیشترین سرعت جوانه‌زنی و غلظت ۱۸۰ میلی‌مولار شوری در شرایط عدم پیش‌تیمار با اسید سالیسیلیک، کمترین سرعت جوانه‌زنی را نشان دادند (شکل ۵). در آزمایشی مرادی و رضوانی مقدم (۲۰۱۰) بر روی گیاهچه رازیانه گزارش کردند که در تمامی سطوح شوری تیمار با غلظت یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی بود و غلظت صفر میلی‌مولار کمترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد (۱۴).

همچنین اثر متقابل توده و اسید سالیسیلیک نشان داد که سرعت جوانه‌زنی بذرهایی که در معرض غلظت یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک قرار گرفته بودند در مقایسه با بذرهایی شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. بیشترین و کمترین میزان افزایش سرعت جوانه‌زنی نیز در شرایط پیش‌ تیمار با اسید سالیسیلیک، در توده‌های اصفهان و همدان، به ترتیب با ۶۴/۶۵ و ۶۰/۷۶ درصد، مشاهده شد (شکل ۶). طی پژوهشی سلطانی و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک در سطوح مختلف شوری باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شود و بذور برای انجام فعالیت‌های حیاتی و شروع جوانه‌زنی احتیاج به آب کافی دارند (۲۳). چنانچه جذب آب دچار اختلال شود یا به کندی صورت پذیرد، فعالیت‌های داخل بذر نیز به کندی صورت گرفته و مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و به عبارتی سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. بنابراین با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محلول در شرایط شور جذب آب دچار مشکل شده و سرعت جوانه‌زنی بذور نسبت به شاهد کاهش می‌یابد.



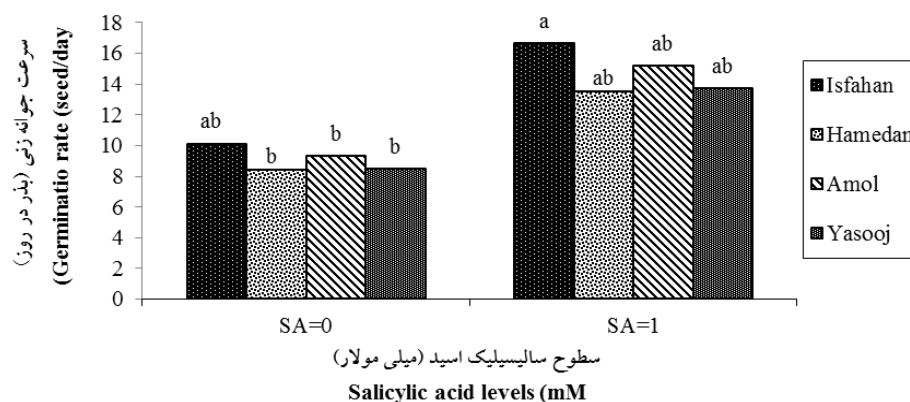
شکل ۴- اثر متقابل توده و شوری بر سرعت جوانه‌زنی گیاه شنبلیله.

Figure 4. The interaction of landrace and salinity on rate of germination plant fenugreek.



شکل ۵- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر سرعت جوانه زنی گیاه شنبلیله.

Figure 5. The interaction of salinity and salicylic acid on rate of fenugreek germination.



شکل ۶- اثر متقابل توده و اسید سالیسیلیک بر سرعت جوانه زنی گیاه شنبلیله.

Figure 6. The interaction of landrace and salicylic acid on rate of fenugreek germination.

۳) طول ریشه‌چه: نتایج تجزیه واریانس حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمارهای مربوط به اثر متقابل توده و شوری و نیز توده و اسید سالیسیلیک در سطح پنج درصد و سایر تیمارها در سطح یک درصد بر طول ریشه‌چه اثر معنی‌داری داشته است. ولی در مورد اثر متقابل توده، شوری و اسید سالیسیلیک بر

صفت مورد آزمایش تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). کاهش طول ریشه‌چه توده‌های شنبلیله اصفهان، آمل، همدان و یاسوج در سطح آخر شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) نسبت به شاهد (صفر میلی‌مولار) به‌ترتیب ۸۲/۸۱، ۸۲/۹۹، ۸۳/۶۸، ۸۳/۵۱ درصد بود. بیش از ۸۰ درصد کاهش طول ریشه‌چه در تیمار تنش شدید نسبت به تیمار شاهد در تمامی توده‌ها دیده شد (جدول ۲). مظفر و گودین (۱۹۸۶) طی آزمایشی نشان دادند رشد ریشه‌چه در ارقام گندم متحمل به شوری کمتر از ارقام حساس کاهش نشان می‌دهد (۱۵). اثر متقابل شوری و غلظت‌های مختلف پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک (جدول ۴) نشان داد که با افزایش غلظت شوری، طول ریشه‌چه در تیمار شاهد (غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک) نسبت به تیمار یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید کاهش می‌یابد. این نتیجه نشان می‌دهد که پیش‌تیمار با سالیسیلیک در هنگام تنش اثر مثبتی در مقاومت بذر به شوری دارد. پیش‌تیمار با اسید سالیسیلیک طول ریشه‌چه را هم در شاهد و هم در شرایط تنش‌زا تحت تأثیر قرار می‌دهد ولی تأثیر آن با افزایش تنش شوری بیشتر می‌شود. یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین است (۹). علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون‌ها، کم شدن فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (شامل ساقه‌چه و ریشه‌چه) می‌شود (۹).

۴) طول ساقه‌چه: تمام تیمارها به جز اثر متقابل توده و اسید سالیسیلیک و نیز اثر متقابل توده، شوری و اسید سالیسیلیک، از نظر طول ساقه‌چه در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). در بررسی اثر متقابل توده و شوری توده‌های اصفهان و آمل بالاترین و توده همدان پایین‌ترین طول ساقه‌چه را نشان داد. کمترین طول ساقه‌چه مربوط به توده همدان در شوری ۱۸۰ میلی‌مولار بود که در این شرایط ساقه‌چه رشدی نداشت. با افزایش میزان شوری، غلظت محلول خاک افزایش یافته و با توجه به این‌که واکنش رشدی ساقه‌چه نسبت به این عامل حساس‌تر از ریشه‌چه می‌باشد، باعث کاهش رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه گردید (جدول ۲). طی آزمایشی هنان (۲۰۰۷) نشان داد که یون کلر تأثیر منفی بر رشد طولی گیاهچه دارد (۷). مطابق جدول (۳) پیش‌تیمار بذر با اسید سالیسیلیک سبب افزایش طول ساقه‌چه در تمامی توده‌ها نسبت به شرایط عدم پیش‌تیمار شد. بیشترین تأثیر پیش‌تیمار در توده اصفهان با میانگین ۳۷/۳۴ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد. نتایج جبریایی و فاتح (۲۰۱۱) نیز موید نتایج حاصل از این آزمایش می‌باشد (۸).

جدول ۲- اثر متقابل غلظت‌های مختلف شوری و توده بر میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه شنبلیله.

Table 2. The interaction of different concentrations of salinity and landrace on the mean studied traits in plant fenugreek.

نسبت وزن ریشه‌چه به وزن ساقچه Ratio radicle weight to plumule weight	وزن خشک گیاهچه (mg) Shoot dry weight (mg)	وزن خشک ساقچه (mg) Plumule dry weight (mg)	وزن خشک ریشه‌چه (mg) Radicle dry weight (mg)	طول ساقچه (mm) Length of plumule (mm)	طول ریشه‌چه (mm) Length of radicle (mm)	غلظت شوری (mM) Concentration of salinity (mM)	نژاد Landrace
0.63 ^{bcd}	6.94 ^a	4.26 ^a	2.68 ^a	46.61 ^a	79.08 ^a	0	اصفهان Esfahan
0.84 ^{ab}	5.24 ^b	2.92 ^b	2.32 ^{ab}	33.08 ^{bcd}	64.52 ^{abcd}	60	
0.95 ^a	4.36 ^{bcd}	2.33 ^{bcd}	2.03 ^{bc}	28.71 ^{cde}	52.17 ^{cde}	120	
0.45 ^{de}	1.40 ^{hij}	0.75 ^{ghi}	0.64 ^{ijkl}	5.22 ^h	13.59 ^f	180	
0.54 ^{cde}	2.77 ^{efg}	1.8 ^{cde}	0.97 ^{fghi}	35.82 ^b	67.19 ^{abc}	0	همدان Hamedan
0.71 ^{abcd}	2.00 ^{fghi}	1.19 ^{egh}	0.81 ^{ghij}	24.98 ^{efg}	53.95 ^{cde}	60	
0.82 ^{abc}	1.66 ^{ghij}	0.95 ^{fghi}	0.71 ^{hijk}	21.06 ^{fg}	43.35 ^e	120	
0.36 ^e	0.51 ^j	0.29 ⁱ	0.21 ^l	3.75 ^h	10.96 ^f	180	
0.54 ^{bcd}	4.70 ^{bc}	3.04 ^b	1.66 ^{cd}	39.06 ^b	76.68 ^{ab}	0	آمل Amol
0.72 ^{abcd}	3.47 ^{de}	2.05 ^{cd}	1.42 ^{de}	27.43 ^{def}	62.37 ^{bcd}	60	
0.83 ^{abc}	2.87 ^{ef}	1.64 ^{def}	1.23 ^{defg}	23.73 ^{efg}	50.07 ^{de}	120	
0.37 ^e	0.92 ^{ij}	0.52 ^{ghi}	0.39 ^{ijkl}	4.21 ^h	13.04 ^f	180	
0.54 ^{cde}	3.74 ^{cde}	2.42 ^{bc}	1.31 ^{def}	34.67 ^{bc}	66.24 ^{abcd}	0	ياسوج Yasooj
0.72 ^{abcd}	2.74 ^{efg}	1.62 ^{def}	1.11 ^{egh}	24.08 ^{eg}	53.37 ^{cde}	60	
0.82 ^{abc}	2.22 ^{fgh}	1.29 ^{efg}	0.97 ^{fghi}	20.79 ^g	42.93 ^e	120	
0.39 ^e	0.73 ^j	0.41 ⁱ	0.32 ^{kl}	3.56 ^h	10.92 ^f	180	

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

Means in each treatment and for each column, followed by the same letter are not significantly different at LSD ($P \leq 0.05$) of probability.

جدول ۳- اثر متقابل غلظت‌های مختلف توده و اسید سالیسیلیک بر میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه شنبلیله.

Table 3. The interaction of different concentrations of landrace and Salicylic acid on the studied traits mean in plant fenugreek.

نسبت وزن ریشه‌چه به وزن ساقه‌چه Ratio radicle weight to plumule weight	وزن خشک گیاهچه (mg) Shoot dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (mg) Plumule dry weight (mg)	وزن خشک ریشه‌چه (mg) Radicle dry weight (mg)	طول ساقه‌چه (mm) Length of plumule (mm)	طول ریشه‌چه (mm) Length of radicle (mm)	غلظت سالیسیلیک اسید (mM) concentration of salicylic acid (mM)	توده Landrace
0.68 ^a	3.19 ^{bc}	1.76 ^{bcd}	1.42 ^b	23.15 ^{ab}	38.92 ^{bc}	0	اصفهان
0.75 ^a	5.78 ^a	3.37 ^a	2.41 ^a	36.65 ^a	65.76 ^a	1	Esfahan
0.58 ^a	1.23 ^d	0.73 ^e	0.50 ^d	17.68 ^b	32.70 ^c	0	همدان
0.63 ^a	2.24 ^{cd}	1.39 ^{cde}	0.85 ^{cd}	25.39 ^{ab}	55.03 ^{ab}	1	Hamedan
0.59 ^a	2.11 ^{cd}	1.24 ^{cde}	0.87 ^{cd}	19.33 ^b	37.51 ^{bc}	0	آمل
0.64 ^a	3.86 ^b	2.38 ^b	1.48 ^b	27.88 ^{ab}	63.57 ^a	1	Amol
0.58 ^a	1.67 ^d	0.98 ^{de}	0.68 ^d	17.08 ^b	32.31 ^c	0	یاسوج
0.65 ^a	3.07 ^{bcd}	1.88 ^{bc}	1.18 ^{bc}	24.46 ^{ab}	54.42 ^{ab}	1	Yasooj

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

Means in each treatment and for each column, followed by the same letter are not significantly different at LSD ($P \leq 0.05$) of probability.

جدول ۴- اثر متقابل غلظت‌های مختلف شوری و اسید سالیسیلیک بر میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه شنبلیله.

Table 4. The interaction of different concentrations of salinity and Salicylic acid on the mean studied traits in plant fenugreek.

نسبت وزن ریشه چه به وزن ساقه چه Ratio radicle weight to plumule weight	وزن خشک گیاهچه (mg) Shoot dry weight (mg)	وزن خشک ساقه چه (mg) Plumule dry weight (mg)	وزن خشک ریشه چه (mg) Radicle dry weight (mg)	طول ساقه چه (mm) Length of plumule (mm)	طول ریشه چه (mm) Length of radicle (mm)	غلظت اسید سالیسیلیک (mM) concentration of salicylic acid (mM)	غلظت شوری (mM) concentration of salinity (mM)
0.56 ^d	4.07 ^{ab}	2.58 ^b	1.48 ^{ab}	38.00 ^a	65.25 ^c	0	0
0.56 ^d	5.00 ^a	3.18 ^a	1.82 ^a	40.08 ^a	79.35 ^a	1	0
0.85 ^b	2.40 ^c	1.29 ^c	1.11 ^{bc}	20.58 ^d	44.84 ^d	0	60
0.64 ^c	4.32 ^{ab}	2.60 ^b	1.71 ^a	34.20 ^b	72.26 ^b	1	60
1.02 ^a	1.73 ^c	0.85 ^c	0.88 ^c	16.68 ^d	31.35 ^e	0	120
0.69 ^c	3.85 ^b	2.26 ^b	1.59 ^a	28.74 ^c	62.91 ^c	1	120
0.00 ^e	0.00 ^d	0.00 ^d	0.00 ^d	0.00 ^f	0.00 ^g	0	180
0.79 ^b	1.78 ^c	0.99 ^c	0.78 ^c	8.37 ^e	24.25 ^f	1	180

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

Means in each treatment and for each column, followed by the same letter are not significantly different at LSD ($P \leq 0.05$) of probability

۵) وزن خشک ریشه چه: همه تیمارهای آزمایشی به جز اثر متقابل توده، شوری و اسید سالیسیلیک، از نظر وزن خشک ریشه چه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد نشان دادند (جدول ۱). در بررسی اثر متقابل توده و شوری (جدول ۲) توده‌های اصفهان و آمل بالاترین وزن خشک ریشه چه را نشان دادند. تصور می‌گردد که کاهش وزن خشک با افزایش سطح شوری به دلیل کاهش طول ریشه چه و ساقه چه در اثر اعمال تنش شوری باشد (۵). افزایش عناصری نظیر سدیم، پتاسیم و فسفر در محیط ریشه زیره سبز، که نقش محدودکننده رشد را به عهده دارند، سبب کاهش وزن ریشه با افزایش غلظت شوری می‌شود (۲۴). همان‌طور که در (جدول ۳) مشاهده می‌شود میزان افزایش وزن خشک ریشه چه توده‌های شنبلیله اصفهان، آمل، همدان و یاسوج در پیش‌تیمار با اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار نسبت

به شاهد، به ترتیب ۶۹/۷۱، ۷۰/۱۱، ۷۰ و ۷۳/۵۲ درصد بود. التایب (۲۰۰۵) در بررسی پیش تیمار گیاه جو با اسید سالیسیلیک به این نتیجه رسید که این امر باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه در شرایط تنش شوری می‌شود و از کاهش زیاد وزن ریشه‌چه در شرایط تنش شوری می‌کاهد (۶). در بررسی اثر متقابل اسید سالیسیلیک و شوری (جدول ۴) مشخص گردید که با افزایش شوری، تیمار با غلظت یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد، تأثیر بیشتری بر وزن خشک ریشه‌چه دارد. هنان (۲۰۰۷) گزارش کرد که در شرایط وجود و یا عدم وجود تنش شوری، پیش تیمار با اسید سالیسیلیک میزان وزن خشک ریشه‌چه جو و گندم را افزایش می‌دهد (۷).

۶) وزن خشک ساقه‌چه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) تنش شوری وزن خشک ساقه‌چه را در سطح احتمال یک درصد کاهش داد و تیمار اسید سالیسیلیک نیز سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار در وزن خشک ساقه‌چه تیمارهای مختلف شد ولی اثر متقابل توده، شوری و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نشد. در بررسی اثر متقابل توده و شوری در وزن خشک ساقه‌چه نیز روندی مشابه وزن خشک ریشه‌چه دیده می‌شود (جدول ۲). سینگ و پال (۲۰۰۱) در مطالعه روی اسفزه، به این نتیجه رسیدند که در هدایت‌های الکتریکی مختلف آب شور، مقدار سدیم و ازت افزایش یافته و مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌یابد و این امر باعث کاهش طول اندام هوایی و در نتیجه کاهش وزن خشک ساقه می‌گردد (۲۲). طبق (جدول ۳) میزان افزایش وزن خشک ریشه‌چه توده‌های شنبلیله اصفهان، آمل، همدان و یاسوج در پیش تیمار با اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار نسبت به شاهد (صفر میلی‌مولار) افزایش معنی‌داری نشان داد. آزمایشات زیادی افزایش وزن خشک ساقه‌چه را در شرایط پیش تیمار با اسید سالیسیلیک گزارش کرده‌اند (۶، ۷). مطابق (جدول ۴) اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک در وزن خشک ساقه‌چه نیز روندی مشابه وزن خشک ریشه‌چه نشان داد. پیش تیمار بذور با اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن خشک ساقه‌چه در تیمارهای تحت تنش شوری شد. جیریایی و فاتح (۲۰۱۱) در مطالعه روی گندم، به این نتیجه رسیدند که پیش تیمار بذور با اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن خشک ساقه‌چه در تیمارهای تحت تنش شوری شد (۸).

۷) وزن خشک گیاهچه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده توده، شوری و اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل توده و شوری، توده و اسید سالیسیلیک، شوری و اسید سالیسیلیک در

(سطح احتمال یک درصد) بر وزن خشک گیاهچه تأثیر گذاشت ولی اثر متقابل توده، شوری و اسید سالیسیلیک بر تیمارهای مورد آزمایش تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). وزن خشک گیاهچه نیز روندی مشابه وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه داشت (جدول‌های ۲، ۳، ۴).

۸) **نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه:** نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که همه تیمارها به جز اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک، توده و اسید سالیسیلیک و نیز اثر متقابل توده، شوری و اسید سالیسیلیک، در سطح یک درصد بر نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه اثر معنی‌داری داشتند. در بررسی اثر متقابل توده و شوری (جدول ۲) توده‌های اصفهان و آمل بالاترین نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه را نشان دادند. در بسیاری از مطالعات، افزایش وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه تنها در هنگام مواجه با تنش گزارش شده است (۱، ۷). با افزایش میزان شوری، گیاه بخش بیشتری از مواد غذایی را به ریشه اختصاص می‌دهد تا رشد بیشتری داشته و بتواند آب بیشتری جذب کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود (جدول ۴) پیش تیمار بذور با اسید سالیسیلیک سبب افزایش نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه در تیمارهای شوری شد به‌طوری که در سطح صفر میلی‌مولار شوری بین سطوح اسید سالیسیلیک از نظر نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی با افزایش سطوح شوری، بین غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک از نظر این صفت اختلاف به‌وجود آمد که این نشان دهنده تأثیر مثبت پیش تیمار می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، اثر تمامی تیمارها بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود در حالی که اثر متقابل توده و سالیسیلیک اسید بر طول ساقه‌چه، اثر متقابل توده و شوری و نیز شوری و اسید سالیسیلیک بر نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه و اثر متقابل سه‌گانه اسید سالیسیلیک، شوری و توده در صفات اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی‌دار نبودند. تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر تمام صفات داشت آن چنان که با افزایش شوری اثرات منفی بر جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت اما بذوری که با اسید سالیسیلیک تیمار شده بودند هنگام بروز تنش شوری نسبت به سایر تیمارها موفق‌تر عمل کردند به‌طوری که در مورد اکثر صفات در توده‌های شنبلله مورد آزمایش بذور پیش تیمار شده با اسید سالیسیلیک نتایج بهتری نشان دادند. همچنین توده‌های بومی اصفهان و آمل در بیشتر مراحل رشد تحمل بیشتری نسبت به توده‌های همدان و یاسوج نشان دادند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به‌نظر می‌رسد بتوان از این دو

توده به عنوان توده‌های حاوی ژن‌های متحمل به شوری برای اصلاح توده‌هایی با پتانسیل عملکرد زیاد استفاده کرد.

منابع

1. Akramyan, M., Hosseini, S.H., Kazerooni, A., and Rezvan Moghaddam, p. 2007. Osmopriming effects seed germination and plant growth fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). J. Iran. Field. Crop. Res. 5: 46-37. (In Persian)
2. Ali, Q., Abdullah, P., and Ibrar, M. 1998. Effects of some environmental factors on germination and growth of *Plantago ovata* Forsk. Pak. J. For. 38: 143-155.
3. Allen, G.J., Wynjones, R.G., and Leigh, R.A. 1995. Sodium transport measured in plasma membrane vesicles isolated from wheat genotypes with differing K/Na discrimination traits. J. Plant. Cell Environ. 18: 105-115.
4. Beromand Rezazadeh, Z., and Kochaki, A.S. 2005. Evaluation of seed germination response ajowan, fennel, and osmotic and matric potentials due to sodium chloride and polyethylene glycol 6000 at different temperatures. J. Iran. Field. Crop. Res., 3: 217-207. (In Persian)
5. Demir, M., and Ozturk, A. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turk. J. 27: 224-227.
6. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Grow. Reg., 45: 215-224.
7. Hanan, E.D. 2007. Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. J. Biol. Res. 1: 40- 48.
8. Jiriaie, M., and Fateh, E. 2011. Effect of salicylic acid pretreatment on wheat cultivars germination under different levels of salinity. J. Agric. 6(2): 108-118.
9. Kafi, M., Military, B., Hosseini, S., and Joker, A. 2005. Physiological effects of drought stress induced by polyethylene glycol on germination of lentil genotypes. J. Iran. Field. Crop. Res. 3: 79-69. (In Persian)
10. Lacerda, C.F.D., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., and Prisco, J.T. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environ Exp. J. Bot. 49: 107-120.
11. Maguire, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seed vigour. J. Crop. Sci. 2: 176-177.
12. Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M., and Dietz, K.J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Physiol Biol. Plant. 132: 272-281.
13. Moatar, F., and Shams Ardekani, M. 1999. Guide of treatment plants. J. Crop. Sci. 87. (In Persian)

14. Moradi, R., and Rezvani Moghaddam, P. 2010. Study the effects of prepriming seed with salicylic acid in salinity stress condition, on germination and growth characteristics of *Foeniculum vulgare* Mill (Fennel). J. Iran. Field. Crop. Res. 8(3): 489-500. (In Persian)
15. Mozafar, A., and Goodin, J.R. 1986. Salt tolerance of tow differently drought tolerant wheat genotypes during germinations and early seeding growth. Plan Soil. 96: 303-316.
16. Nabil, M., and Coudret, A. 1995. Effects of sodium chloride on growth, tissue elasticity and solute adjustment in two acacia nilotica subspecies. J. Physiol. Plan. 3: 917-224.
17. Rajasekaran, L.R., and Blake, T. 1999. New plant growth regulator protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings. J. Plan. Grow. Reg. 18: 175-181.
18. Shakirova, F.M., and Bezrukova, M.V. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biol. Bull. Crop Sci. 24: 109-112.
19. Omid Baigi, R. 2004. Production and processing of medicinal plants. Astan. Ghod. Ra. Pub. 397. (In Persian)
20. Popova, L., Pancheva, T., and Uzonova, A. 1997. Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. Physiol. Plant. 23: 85-93.
21. Shekari, F., Khoei, R.S., Lyary, Y.M., and Shekiba, R. 1976. Effect of salinity on germination of rapeseed mass 18. Abstract Proceedings of the Fifth Congress of Agronomy and Plant Breeding. 27-21. (In Persian)
22. 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.). J. Crop. Res. 22: 424-431.
23. Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., and Latifi, N. 2001. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chichpea as affected by salinity and seed size. Seed. Sci. Tech. 30: 51-60.
24. Tarzi, A.M. 1995. Effect of salinity on the composition of cumin oil producing tissue culture and whole plant. M.Sc. Thesis of Plant Sciences., Tehran Univ. (In Persian)
25. Wang, L., Chen, S., Kong, W., Archbold, D.D., and Li, S. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Post Biol. Technol. 41: 244-251.
26. Yeldirim, E. 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. Turk. J. Agric. 30: 347-353.

