مقاومت به شوری سه گونه اکالیپتوس در مراحل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه

محمد حسن عصاره[1] و آناهیتا شریعت[1]

چکیده

اکالیپتوس در ایران یکی از گونه‌های وارداتی بوده که از لحاظ صنعتی، دارویی و زینتی از اهمیت فراوانی برخوردار است. گونه‌های مختلف اکالیپتوس در مقابل شوری واکنشهای متفاوتی از خود بروز می‌دهند. این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه مقاومت به شوری سه گونه اکالیپتوس در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه انجام گرفت. اثر پنج تیمار نمک طعام (NaCl)، شامل غلظتهای صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار در سه تکرار در یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در اتاقک رشد بر سه گونه *Eucalyptus E. salubris camaldulensis* و *E. tetragona* بررسی شد. اختلاف بین گونه‌ها در واکنش به شوری با مطالعه صفات مختلف از جمله طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اختلاف میان سه گونه از نظر صفات درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود. میان تیمارهای مختلف نمک نیز در هر سه گونه از نظر تأثیر کلیه صفات گیاهی اختلافهای معنی‌داری وجود داشت. از آزمون دانکن نیز جهت دسته‌بندی داده‌ها استفاده گردید. از نظر صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص جوانه‌زنی هر سه گونه در یک گروه قرار گرفتند. از تجزیه پروبیت نیز برای تعیین مقدار نمکی که باعث از بین رفتن ۵۰ درصد از بذرها می‌شود استفاده گردید و نشان داده شد که میان سه گونه مورد مطالعه، *E. salubris* تحمل بیشتری به نمک دارد.

واژه‌های کلیدی: اکالیپتوس، مقاومت به شوری، جوانه‌زنی، و شاخص بنیه

۱- مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران. صندوق پستی: ۱۱۶-۱۳۱۸۵
Email: asareh@rifr-ac.ir

مقدمه

اکالیپتوس یکی از گیاهان وارداتی کشور بوده که به سرعت توانسته است جای خود را به‌عنوان یکی از درختان اقتصادی و با ارزش باز کند. علاوه بر مرغوبیت چوب حاصل از این گیاه، از آن به‌عنوان یک درخت زینتی با سایه خوب، زیبایی و همیشه سبزی خاص خود و همچنین به‌عنوان یک گیاه حاوی اسانس و مواد مؤثر دارویی و حتی به‌عنوان یک گیاه تثبیت کننده شنهای روان نام برد. اما گونه‌های سازگار با آب و هوای مناطق مختلف کشور، در مقابل شوری واکنشهای مختلفی را بروز داده و در مجموع قادر به رشد مناسب در زمینهای شور کشور نمی‌باشند. بنابراین لازم است تا درجه تحمل به شوری در گونه‌های مختلف بررسی گردد.

با توجه به‌اینکه گیاهان در مراحل مختلف رشد به شوری مقاومتی متفاوت نشان می‌دهند، در این تحقیق مقاومت سه گونه اکالیپتوس در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به شوری بررسی شد. از نظر مقاومت به شوری اکالیپتوس در مرحله جوانه‌زنی در هیچ‌کدام از گونه‌ها گزارشی وجود ندارد.

در اکثر گیاهان در مرحله جوانه‌زنی هر گونه افزایش در شوری مانع جوانه‌زنی می‌شود، به‌طوری‌که غلظت زیاد نمک توانایی جوانه‌زدن را از بین می‌برد. اثر شوری بر جوانه‌زنی بستگی به تنش رطوبت نیز دارد، به‌طوری‌که در رطوبت کم تأثیر آن بیشتر از رطوبت زیاد است. بین مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی و مقاومت گیاه در مراحل بعدی رابطه مستقیمی برقرار نیست. بیشتر گیاهان مانند چغندرقند در مرحله جوانه‌زدن به شوری حساس می‌باشند، به‌طوری‌که در هدایت الکتریکی ۴ تا ۵ میلی‌موس بر سانتیمتر صدمه می‌بینند. بر عکس بعضی از گیاهان مانند ذرت در مرحله جوانه‌زنی نسبتا به شوری مقاوم هستند، ولی در مرحله بعدی از مقاومت کمتری برخوردار می‌باشند (کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷).

شریعت و حیدری (۱۳۸۰) در تحقیقی به بررسی مقاومت به شوری گیاه توت روباه (*Poterium sanguisorba*) در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش غلظت نمک تا میزان ۱۵۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی را افزایش داد ولی در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. این موضوع مبین اهمیت نمک طعام در جوانه‌زنی این گیاه می‌باشد.

فرخواه (۱۳۸۰) در بررسی مقایسه‌ای میان جنبه‌های فیزیولوژیکی سه گونه *Salsola dendroides*، *Aleluropus lagopoieles* و *Alhagi persarum* نشان داد که غلظت نهایی مورد نظر NaCl در هر سه گیاه توانسته است تا محیطی نامناسب جهت جوانه‌زنی دانه‌ها فراهم کند. در هر سه گونه مورد مطالعه با افزایش شوری جوانه‌زنی کاهش یافت.

Niknam و McComb (۲۰۰۰) در یک مورد به بررسی راهبردهای انتخاب گونه‌های متحمل به نمک در استرالیا به منظور احیا اراضی پرداختند. در جنس اکالیپتوس معمولترین روش تهیه کلون از پایه‌هایی است که در مناطق شور رشد نموده‌اند. ولی این راهبرد از آنجایی که بیشتر گونه‌های درختی به‌ویژه قلمه‌های اکالیپتوس به سختی ریشه می‌دهند قابل تعمیم نیست. کاشت تاج درختان بالغ نیز ممکن است سالها طول بکشد تا در آزمایشگاه‌استقرار یابد و بیشتر لاینها نمی‌توانند ریشه بدهند. بازگشت گیاهان بالغ نیز دارای مشکلاتی است. یکی از راههای انتخاب بذر از درختانی که به نظر متحمل به شوری هستند، می‌باشد. در مرحله بعد انتخاب نهالها از نظر تحمل به شوری در گلخانه است. گونه‌های متحمل بیشتر از یک راهبرد را برای اجتناب یا تحمل تنش شوری بکار می‌برند. مهمترین آن پایین نگه داشتن سطح یونها در برگهای جوان و سرشاخه‌ها است. این عمل از طریق جلوگیری از جذب یا کاهش انتقال یونها به ساقه‌ها صورت می‌گیرد.

Marcar و همکاران (۲۰۰۲) تنوع ژنتیکی بین گونه‌ای برای تحمل شوری و همچنین تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای برای تحمل شوری و غرقابی را در جنس اکالیپتوس گزارش نموده‌اند. آنها دو گونه *E. grandis* W.Hill و *E. globolus* Labill.subsp.*globolus* که از نظر چوب اهمیت تجاری را دارند ولی از نظر تحمل نمک، تحمل پایین یا متوسط را در مقابل نمک و ترکیب نمک و غرقاب را نشان می‌دهند، را مورد بررسی قرار دادند. آنها آزمایشهای را جهت ارزیابی تنوع تحمل نمک و غرقاب در بین منشأها و خانواده‌های گونه‌های فوق انجام دادند. در تمامی آزمایشها از مخلوط NaCl، $MgSO_4$، $MgCl_2$ و $CaCl_2$ با نسبت مولی ۱۲:۲:۱ از Na، Mg، Ca و ۱:۸ از $Cl:SO_4$ استفاده شد. در هر دو گونه وزن خشک ساقه و بلندی با ترکیب نمک و غرقاب کاهش بیشتری نسبت به هر کدام از تیمارها به تنهایی نشان داد.

مواد و روشها

بذرهای سه گونه از اکالیپتوس متشکل از: *Eucalyptus camaldulensis*، *E. salubris* و *E. tetragona* از خوزستان جمع‌آوری گردید. ابتدا بذرها توسط الکل ۷۰٪ به مدت ۱۰ ثانیه ضدعفونی گردیدند و بعد با آب مقطر سه مرتبه شستشو گردیده و به مدت ۲۰ دقیقه در محلول بنومیل ۱ در هزار ضدعفونی شدند. در ضمن کلیه وسایل از جمله پتری‌دیشها و کاغذ صافیها در اتوکلاو استریل گردیدند. این بررسی در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. بعد از آماده نمودن پتریها، در داخل هر یک ۳۰ عدد بذر قرار داده شد و تیمارهای شوری (تیمار صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl) اعمال گردیدند. سپس پتری‌دیشها با پارافیلم پوشانده شدند و در داخل اتاقک رشد با دمای روزانه ۲۳ درجه سانتیگراد (۱۲ ساعت) و شبانه ۱۸ درجه سانتیگراد (۱۲ ساعت) قرار داده شدند. یادداشت برداریها با توجه به تاریخ اولین جوانه‌زنی از روز چهارم آغاز گردید و هر ۴

روز یکبار انجام شد و تا روز ۲۴ ادامه یافت. همچنین همراه با یادداشت برداریها درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه نیز اندازه گرفته شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه شدند. لازم به ذکر است که داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی با استفاده از روش Arc Sin نرمال گردیدند و بعد تجزیه واریانس شدند. تجزیه واریانس نیز با استفاده از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه جهت بررسی معنی‌دار بودن اثر تیمارهای مختلف شوری بر طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی بکار برده شدند. همچنین جهت مقایسه بین گونه‌های مختلف از نظر مقاومت در مقابل تیمارهای مختلف شوری نیز از روش تجزیه واریانس استفاده گردید. آزمون مقایسه میانگین دانکن نیز بین داده‌ها انجام گرفت.

محاسبه شاخص جوانه‌زنی[1]: $GI=(\sum TiNi)/S$ که Ti تعداد روزهای پس از کشت، Ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i و S تعداد کل بذرهای کاشته شده است. اندازه کم GI معمولا بیانگر مدت زمان کوتاهتر جوانه‌زنی است. معنی‌داری این ارزش از طریق تحلیل واریانس بررسی می‌شود. مزیت این روش سادگی آن است، اگرچه هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد پراکنش جوانه‌زنی در طول زمان و تفاوت در زنده‌مانی یا حساست تیمارهای مختلف نشان نمی‌دهد.

فرمول سرعت جوانه‌زنی: $GS= \sum ni/Di$

ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در روزهای شمارش و Di تعداد روز پس از شروع آزمایش

فرمول شاخص بنیه بذر:

شاخص بنیه =((mm) میانگین طول گیاهچه * درصد جوانه‌زنی)/۱۰۰

1- Germination Index

با استفاده‌از تجزیه پروبیت سه گونه اکالیپتوس نیز غلظتی از نمک که ۵۰ درصد از بذرها را از بین می‌برد مشخص گردید.

نتایج

نتایج مربوط به اثر تیمارهای مختلف شوری بر صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در هر یک از گونه‌های *Eucalyptus camaldulensis*، *E. salubris* و *E. tetragona* در جدول شماره ۱ آمده است. همچنین آزمون مقایسه میانگین تیمارهای مختلف به روش دانکن در گونه‌های مختلف در جدولهای شماره ۲، ۳ و ۴ آمده است. همان‌طور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است در گونه *E. camaldulensis* اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای مختلف از نظر صفات طول ریشه‌چه، شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی وجود دارد. اما اختلاف معنی‌داری از نظر صفات طول ساقه‌چه و شاخص جوانه‌زنی وجود ندارد. از آزمون مقایسه دانکن (جدول شماره ۲) نیز جهت دسته‌بندی تیمارهای مختلف از نظر صفات اندازه گیری شده استفاده گردید.

از نظر شاخص بنیه بذر تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار در یک گروه و کلیه تیمارهای دیگر در گروه دیگری قرار گرفتند. با توجه به اینکه شاخص بنیه از صفات مهم جوانه‌زنی بشمار می‌رود می‌توان نتیجه‌گیری کرد که غیر از تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار بقیه تیمارها از نظر این شاخص ارزش یکسانی دارند. از نظر سرعت جوانه‌زنی نیز تیمار شاهد در یک گروه، تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار در یک گروه و دو تیمار ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار نیز در گروه دیگر قرار گرفتند. در حقیقت تیمار شاهد سریعترین جوانه‌زنی را داشته و تیمار ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار دارای کندترین سرعت جوانه‌زنی هستند. از نظر صفات طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه و شاخص جوانه‌زنی نیز تیمارها در دو گروه قرار گرفتند که به ترتیب شاهد دارای بالاترین مقدار و به ترتیب در تیمارهای بعدی کاهش یافت.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس *E. salubris* نشان داد که میان تیمارهای مختلف از نظر همه صفات به غیر از شاخص جوانه‌زنی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. آزمون مقایسه میانگین دانکن نیز داده‌های حاصل از طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر را به سه گروه تقریبا مشابه دسته‌بندی کرد، به طوری که شاهد در یک گروه و دارای بالاترین ارزش و تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار با ارزشهای متوسط و تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ با کمترین ارزش در یک گروه قرار گرفتند. از نظر درصد جوانه‌زنی تیمارها به دو گروه تقسیم شدند. از نظر سرعت جوانه‌زنی تیمارها به چهار گروه مستقل دسته‌بندی گردیدند، به طوری‌که تیمار شاهد و ۵۰ میلی‌مولار در یک گروه و تیمارهای دیگر هر کدام در گروههای مستقل و به ترتیب با افزایش میزان شوری از سرعت جوانه‌زنی کاسته شده است. از نظر شاخص جوانه‌زنی تیمارها به سه گروه دسته بندی شدند که در اکثر موارد تیمارها با یکدیگر همپوشانی داشتند (جدول شماره ۳).

درگونه *E. tetragona* نیز تیمارهای مختلف از نظر صفات درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی در مورد سایر صفات اختلافهای کاملا معنی‌دار بودند. آزمون مقایسه دانکن نیز در تمامی موارد تیمارها را از نظر صفات مختلف به غیر از طول ساقه‌چه به دو گروه تقسیم کرد. از نظر شاخص بنیه بذر تیمارهای شاهد و ۵۰ در یک گروه و دارای بالاترین شاخص، ولی سایر تیمارها با شاخص‌هایی بسیار پایین‌تر در یک گروه قرار گرفتند. از نظر سرعت جوانه‌زنی نیز مشابه با گونه *E. salubris* تیمارها در چهار گروه که تیمار شاهد و ۵۰ در یک گروه و سایر تیمارها در گروههای مستقل قرار گرفته‌اند.

از تجزیه واریانس به منظور بررسی اختلاف میان گونه‌ها و تیمارهای مختلف شوری نیز استفاده گردید. نتایج حاصل به صورت میانگین مربعات برای صفات مختلف در جدول شماره ۷ آمده‌است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میان هر سه گونه مورد بررسی از نظر صفات درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه و سرعت جوانه‌زنی اختلافها

کاملا معنی‌دارند ولی از نظر صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص جوانه‌زنی، اختلافات معنی‌دار نبودند. همچنین میان تیمارهای مختلف از نظر کلیه صفات، اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. اثر متقابل بین تیمار و گونه نیز در مواردی معنی‌دار شد. از آزمون مقایسه دانکن نیز جهت دسته‌بندی گونه‌ها از نظر صفات مختلف استفاده شد. از نظر صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص جوانه‌زنی، هر سه گونه دارای ارزشهای مشابه بوده و در یک گروه قرار گرفتند. از نظر شاخص بنیه بذر، *E. camaldulensis* دارای بالاترین ارزش بوده در یک گروه قرار گرفت و دو گونه دیگر با ارزشهای مشابه همدیگر در گروه دیگر قرار گرفتند. از نظر درصد جوانه‌زنی نیز *E. camaldulensis* با کمترین درصد جوانه‌زنی در یک گروه و دو گونه دیگر در گروه دیگر قرار گرفتند. از نظر سرعت جوانه‌زنی سه گونه در سه گروه مستقل قرار گرفتند و بالاترین سرعت به *E. tetragona* تعلق گرفت.

برای پیش‌بینی یک رابطه منطقی بین x (مقدار شوری) و بذرهای از بین رفته (y) نمی‌توان از شکل منحنی نرمال برای پیشگویی استفاده کرد، مگر اینکه به نحوی رابطه را خطی کنیم. برای این کار درصد کشته‌ها (y) را به پروبیت تبدیل می‌کنیم تا رابطه به صورت خطی درآید و ما به پیش‌بینی خود به مقدار میزانی که می‌تواند ۵۰ درصد از بذرها را از بین ببرد برسیم. (Letal Dose= LD50) بنابراین با تبدیل منحنی به خطی به‌عنوان مثال می‌توان x را بدست آورد که y آن برابر با ۵۰٪ است. مقدار LD50 در سه گونه مورد بررسی در جدول نشان داده شده‌است.

در *E. camaldulensis* LD50=۱۶۸/۴ می‌باشد، بنابراین در این مقدار شوری، ۵۰ درصد از بذرها از بین می‌روند، در حالی‌که در گونه *E.salubris* مقدار LD50=۳۸۶/۱ و در *E.tetragona* نیز LD50=۲۸۲/۷ می‌باشد. همچنین معادله پروبیت نیز برای هر سه گونه محاسبه شده است.

شکلهای شماره ۱، ۲ و ۳ نمایی از رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را در تیمارهای مختلف شوری در سه گونه را به نمایش گذاشته است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در هر سه گونه با افزایش میزان شوری از رشد ریشه‌چه کاسته شده است، به‌طوری‌که در شوریهای ۱۵۰ میلی‌مولار به بالا رشد ریشه‌چه تقریبا متوقف گردیده است، ولی شوری تأثیر چندانی بر رشد ساقه‌چه نداشت.

جدول شماره ۱- مجموع مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر ۵ تیمار شوری بر هر کدام از گونه‌های *Eucalyptus camaldulensis*، *E. salubris* و *E. tetragona*

صفات گونه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بذر	بنیه درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
E. camaldulensis	۱۸۲/۰۹ **	۳/۳۱ ns	۱۲۰/۸۰**	۴۰/۰**	۶.۲۴ **	۰/۳۳۴ ns
E. salubris	۱۸۷/۳۲**	۳/۸۵**	۲۳۳/۵۳ **	۰/۲۴*	۱۶/۴۰ **	۰/۴۶ ns
E. tetragona	۱۳۰/۹۰**	۳/۸۰**	۱۶۵/۹۴ **	۰/۱۶۴ ns	۶/۷۸۲ **	۰/۰۵۷ ns

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه به روش دانکن در *Eucalyptus camaldulensis*

منابع تغییرات	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بذر	بنیه درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
شاهد	۱۵/۶۶ A	۳/۸۳ A	۲۱/۹ A	۱/۲۵ A	۳/۹۱ A	۱/۵A
۵۰ میلی‌مولار	۱۵ A	۳/۱۶ A	۲۰/۰۸ A	۱/۰۶ AB	۲/۹۳ B	۱/۱۵ AB
۱۰۰ میلی‌مولار	۲/۳۳ B	۲/۳۳ AB	۱۸/۲۳ A	۰/۹۵ AB	۲/۸۳ B	۱/۱ AB
۱۵۰ میلی‌مولار	۰/۸۳ B	۲/۳۳ AB	۱۵/۶۱ A	۰/۷۸ B	۱/۱۰ C	۰/۸۲ B
۲۰۰ میلی‌مولار	۰/۳۶ B	۱/۰۳ B	۵/۷۵ B	۰/۲۸ C	۰/۳۹ C	۰/۶۳ B

جدول شماره ۳- جدول مقایسه میانگین صفات مختلف جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه به روش دانکن در *Eucalyptus salubris*

منابع تغییرات	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
شاهد	۲۰/۰۰ A	۴/۸۳ A	۲۳/۸۵ A	۱/۳۹ A	۶/۸۴ A	۰/۷۱ A
۵۰ میلی‌مولار	۶/۶۶ B	۳/۳۳ B	۹/۹۱ B	۱/۴۸ A	۶/۷۷ A	۰/۸۰ AB
۱۰۰میلی‌مولار	۳/۳۳ BC	۳/۱۶ B	۶/۳۰ BC	۱/۴۴ B	۵/۲۷ B	۱/۰۳ ABC
۱۵۰میلی‌مولار	۲/۰۰C	۲/۱۶ C	۳/۷۳ C	۱/۱AB	۳/۱۰C	۱/۴۸ BC
۲۰۰میلی‌مولار	۰/۰۴C	۲/۰۰ C	۱/۵۹ C	۰/۸۱ B	۱/۵۲ D	۱/۵۸ C

جدول شماره ۴- جدول مقایسه میانگین صفات مختلف جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه به روش دانکن در *Eucalyptus tetragona*

منابع تغییرات	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
شاهد	۱۴/۳۳ A	۴/۳۳ A	۱۸/۱۷ A	۱/۴۳ A	۵/۴۲ A	۰/۹۶ AB
۵۰ میلی‌مولار	۱۲/۳۳ A	۳/۳۳ B	۱۴/۷۲ A	۱/۲۷ AB	۵/۰۸ A	۰/۹۱ A
۱۰۰میلی‌مولار	۳/۰۰ B	۳/۵۰ B	۶/۲۱B	۱/31 A	۵/۰۹ B	۰/۸۶ A
۱۵۰میلی‌مولار	۱/۱۶ B	۲/۱۶ C	۲/۸۲ B	۱/۰۶ AB	۳/۳۱C	۱/۰۷ AB
۲۰۰میلی‌مولار	۰/۲۶ B	۱/۵۰ C	۱/۳۱ B	۰/۸۴ B	۱/۹۲ D	۱/۲۰ B

جدول شماره۵- تجزیه واریانس اثر شوری بر *Eucalyptus camaldulensis*، *E. salubris* و *E. tetragona* در آزمایش فاکتوریل

منابع تغییرات	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
گونه	۰/۵۳ ns	۱/۳۲ ns	۲۶۳/۹۱**	۰/۶۰**	۲۵/۱۲**	۰/۰۶ ns
تیمار	۴۴۸/۵۵**	۹/۹۴**	۴۳۵/۱۹**	۰/۷۱**	۳۹/۲۶**	۰/۳۶ *
گونه*تیمار	۱۸/۰۸ **	۰/۳۲ ns	۳۴/۶۵**	۰/۰۳ ns	۱/۰۲ **	۰/۲۳ *
خطا	۷/۰۸	۰/۵۱	۹/۳۶	۰/۰۵۹	۰/۲۹	۰/۰۹۱

جدول شماره ۶- جدول مقایسه میانگین صفات مختلف جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه سه گونه اکالیپتوس به روش دانکن

گونه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
E. camaldulensis	۶/۸۴A	۲/۵ A	۱۶/۳۱A	۰/۸۶۷A	۲/۲۳۷A	۱/۰۴A
E. salubris	۶/۴۸A	۳/۱ A	۹/۰۷۸B	۱/۱۵۷B	۴/۰۸ B	۱/۱۲۶A
E. tetragona	۵/۸۷A	۲/۸۹A	۸/۱۵۲B	۱/۲۴ B	۴/۷۰۵C	۰/۹۹۸A

جدول شماره ۷- مقادیری از نمک که ۵۰ درصد از بذرها را از بین می‌برد

گونه	LD50	معادله پروبیت
E. camaldulensis	۱۶۸/۴ میلی‌مولار	Y= -1.97+0.001169logX
E. salubris	۳۸۶/۱ میلی‌مولار	Y= -2.411+0.00624logX
E. tetragona	۲۸۲/۷ میلی‌مولار	Y= -2.243+0.007936logX

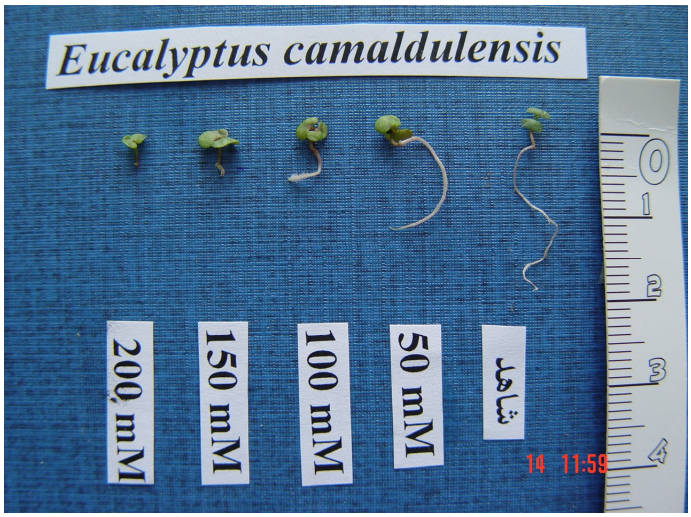
بحث

تداوم بقا در مقابل شوری اهمیت به‌سزایی در زندگی گیاهان دارد. شوری اثرات محدود کننده‌ای بر جوانه‌زنی بذرها و استقرار گیاهان دارد و اثرات خود را بر مراحل حیاتی (تورم، جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه) از طریق اثرات اسمزی و یا سمیت یونی اعمال می‌کند (Katembe و همکاران، ۱۹۹۸). اکثر گیاهان در مرحله جوانه‌زنی حساسیت بیشتری نسبت به سایر مراحل در مقابل شوری دارند، اگرچه بعضی استثناءها نیز وجود دارد. به‌طور مثال یونجه در مرحله جوانه‌زنی به شوری مقاوم است، در حالی‌که در سایر مراحل حساس است. نتایج تحقیقات بر بعضی از گیاهان مرتعی ایران نشان داده است که طول گیاهچه حساسیت کمتری نسبت به شوری و اثرات سمی نمکهای کربنات و بی‌کربنات دارد. شکلهای شماره ۱، ۲ و ۳ نیز مؤید همین موضوع می‌باشند (جعفری، ۱۳۷۳).

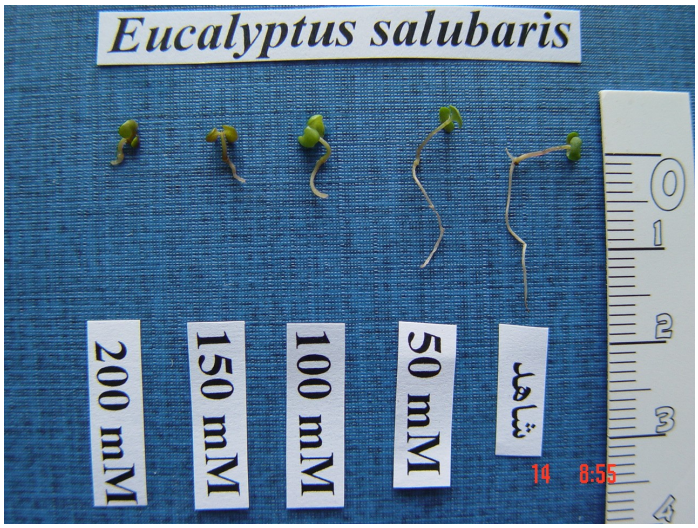
Miller و همکاران (۱۹۷۸) اثرات شش نوع نمک (KCl، K_2SO_4، Na_2SO_4، Na_2Cl_2، Mg_2Cl_2، Mg_2SO_4، NaCl) را بر روی جوانه‌زنی سه گراس چندساله

Agropyron elongatum، *Festuca arundinaceae* و *Phalaris canariensis* بررسی نمودند و نشان دادند که اثر متقابل میان گونه‌ها و نمک معنی‌دار است، همچنین پاسخ گونه‌ها به سطوح مختلف نمک معنی دار بود، ولی انواع نمک اثر مشابهی را بر روی جوانه‌زنی داشتند. همچنین گزارش شد که میان این سه گونه، سرعت و درصد جوانه‌زنی در *Agropyron elongatum* در انواع نمک و غلظتهای مختلف بیشتر از دو گونه دیگر می‌باشد. Al Mutawa (۲۰۰۳) اثرات شوری را بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ۳۰ ژنوتیپ خلر بررسی نمودند. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی و رشد ژنوتیپهای خلر به طور معنی‌داری با افزایش نمک کاهش یافت، اگرچه میان ژنوتیپ‌ها تنوع زیادی از نظر تحمل به نمک وجود داشت.

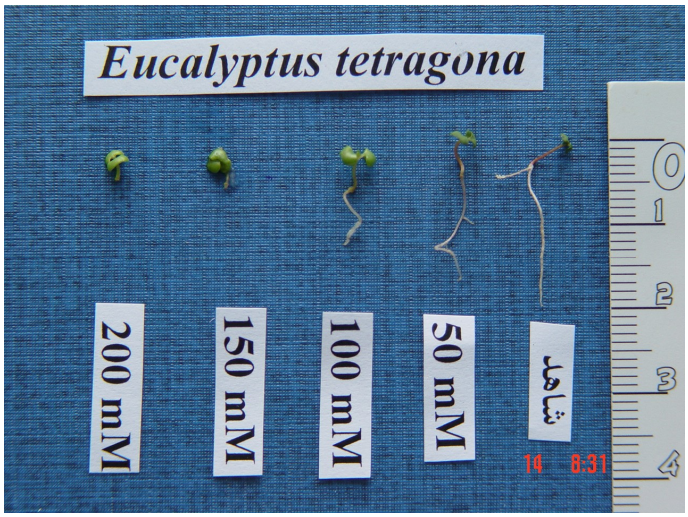
در تحقیق حاضر اثر ۵ سطح تیمار شوری بر سه گونه (جدول شماره ۷) از نظر صفات ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار بود. همچنین پاسخ گونه‌ها به سطوح مختلف نمک برای صفات شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل بین گونه‌ها و تیمارهای نمک نیز برای صفات طول ریشه‌چه، شاخص بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار بود. از نتایج تجزیه پروبیت نیز می‌توان این‌طور برداشت نمود که گونه *E. salubaris* دارای بالاترین مقدار LD50 می‌باشد. به این مفهوم که در شوری ۳۸۶/۱ میلی‌مولار ۵۰ درصد از بذرها از بین می‌روند. البته فقط جوانه‌زنی بذرها مطرح نیست، بلکه باید به ویگور گیاهچه نیز توجه شود، به طوری‌که در شوریهای بالا همان‌طور که در شکلها نیز نشان داده شده است رشد ریشه‌چه کاهش محسوسی نسبت به رشد ساقه‌چه داشته است و بعد از مدت کوتاهی رشد به‌طور کامل متوقف گردیده است. بنابراین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز باید در نظر گرفته شود. به‌طور مثال در گونه *E. tetragona* مقدار LD50=۲۸۲/۷ می‌باشد به این معنا که در این مقدار شوری ۵۰٪ بذرها جوانه نمی‌زنند، ولی بقیه بذرهایی که در شکل شماره ۳ نشان داده شده است، در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به بالا رشد ریشه‌چه کاملا متوقف شده است.



شکل شماره ۱- اثر تیمارهای مختلف شوری بر جوانه‌زنی ***E. camaldulensis***



شکل شماره ۲- اثر تیمارهای مختلف شوری بر جوانه‌زنی ***E. salubris***



شکل شماره ۳- اثر تیمارهای مختلف شوری بر جوانه‌زنی *E. tetragona*

منابع

جعفری، م.، ۱۳۷۳. بررسی مقاومت به شوری در تعدادی از گراسهای مرتعی ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. شماره ۹۰،۶۷ صفحه.

خواجه نوری، ع.، ۱۳۴۵. آمار پیشرفته و بیومتری. محاسبه پروبیت و موارد استفاده از آن در تعیین رابطه غلظت سم. صفحه ۳۵۲-۳۶۹.

شریعت، ا. و حیدری شریف آباد، ح.، ۱۳۸۲. مقاومت به شوری گیاه توت روباه (*Poterium sanguisorba*) در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه. فصلنامه پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. شماره ۱۱(۱):۱۷-۲۶.

عیسوند، ح.ر.، مداح عارفی، ح. و توکل افشاری، ر. ۱۳۸۴. بررسی شکستن خواب و جوانه‌زنی بذر *Astragalus siliquosus*. فصلنامه پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. شماره ۱۳(۱): ۶۷-۸۴.

فرخواه، ع.ا.، ۱۳۸۰. بررسی مقایسه‌ای جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی سه گونه *Salsola dendroides pall., Aleuropus lagopoieles, Alhaji persarum* پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

کوچکی، ع. و سلطانی، ا.، ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. نشر آموزش کشاورزی. صفحه ۶۵۸-۶۶۲.

Al-Mutawa, M.M., 2003. Effect of salinity on germination and seedling growth og chicpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. International Journal of Agriculture and Biology. 5(3):226-229.

Katembe, W.J., Ungar, I.A. and Mitchel, J.P., 1998, Effect of salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex* species (Chenopodiaceae). Annals of Botany. 82:167-175.

Marcar, N.E., Crawford, D.F., Saunders, A., Matheson, A.C. and Arnold, R.A.,2002, Genetic variation among and within provenances and families of *Eucalyptus grandis* W.Hill and *E.globolus* Labill. Subsp. *Globolus* seedlings in response to salinity and waterlogging. Forest Ecology and management. 162:231-249.

Miller, T.R. and Chapman, S.R., 1978. germination response of three forage grasses to different concentration of six salts. Journal of Range Management. 31(2):123-124.

Niknam, S.R. and Mc Comb, J. 2000. Salt tolerance screeninig of selected Austalian woody species- a review. Forest Ecology and Management. 139: 1-9.

Scott, S.J.,Jones, R.A. and Williams, W.A., 1984. Review of data analysis methods for seed germination.Crop Science.vol. 24:1192-1199.