نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و یکم، شماره دوم، ۱۳۹۳
http://jwfst.gau.ac.ir

ارزیابی مقاومت سه گونه اکالیپتوس (*E.saligna, E. camaldulensis, E. microtheca*) در مراحل اولیه رشد تحت تنش نمک کلرید کلسیم در شرایط آزمایشگاه

*وحیده پیام‌نور[۱]، سامره هاشمی[۲]، علیرضا علی‌عرب[۱] و راضیه جعفری حاجتی[۳]
[۱]استادیار، گروه علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشجوی دکتری، گروه علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۳

چکیده

سطح وسیعی از خاک‌های جهان با مشکل شوری مواجه می‌باشند. شوری بر استقرار، جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان تأثیر می‌گذارد. کاشت گونه‌ها و ارقام مقاوم به شوری یک روش بسیار مناسب و اقتصادی جهت غلبه بر مشکلات مربوط به شوری خاک معرفی شده است. گونه‌های مختلف اکالیپتوس در دنیا به‌عنوان درختان متحمل به شوری معرفی و به‌طور گسترده‌ای در سراسر جهان استفاده می‌شوند. مهم‌ترین عنصرهای محلول در خاک‌های شور که مانع از رشد و کاهش تولید گیاه می‌شوند کلریدسدیم و کلرید کلسیم هستند. این پژوهش به بررسی اثر تنش نمک کلرید کلسیم بر جوانه‌زنی و رشد رویشی اولیه گیاهچه سه گونه اکایپتوس (*E. camaldulensis*، *E. microtheca* و *E.saligna*) در دو محیط کشت MS و ماسه پرداخته است. نتایج نشان داد که در هر دو محیط کشت جوانه‌زنی بذر گونه *E.microtheca* تا غلظت ۲۵۰ میلی‌مول شوری ادامه داشت، در حالی‌که در گونه‌های *E.camaldulensis* و *E.saligna* جوانه‌زنی به‌ترتیب تا غلظت ۲۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مول ادامه یافت. در مطالعه مشخصه‌های جوانه‌زنی (درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر) و رویشی گیاهچه‌ها (طول ریشه‌چه و ساقه‌چه) در هر دو محیط کشت، *E. microtheca* حداکثر و *E. saligna* حداقل میزان از میانگین کل را به خود اختصاص داد. بنابراین با

*مسئول مکاتبه: mnoori56@gmail.com

توجه به نتایج این پژوهش می‌توان *E. microtheca* را در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه به‌عنوان گونه‌ای مقاوم‌تر به تنش شوری نسبت به دو گونه *E. camaldulensis* و *E. saligna* معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: اکالیپتوس، تنش شوری، کلرید کلسیم، ماسه، محیط کشت MS

مقدمه

وسعت زمین‌های شور و توسعه روز افزون آن و همچنین محدودیت‌های موجود برای منابع آب، توجه محققان زیادی را به مبحث شوری معطوف کرده است. ۱۰ درصد خاک‌های ایران را خاک‌های شور تشکیل می‌دهد که وسعت آن به ۱۸ میلیون هکتار می‌رسد (برزگر، ۲۰۰۸). بهره‌برداری از این اراضی با کاهش شوری خاک از طریق اصلاح خاک امکان‌پذیر است که در سطح وسیع هزینه زیادی را در بر دارد و مقرون به صرفه نیست (حیدری، ۲۰۰۱). بنابراین استفاده از گونه‌ها و ارقام مقاوم به شوری یک روش بسیار مناسب و اقتصادی جهت غلبه بر مشکل شوری معرفی شده است (لویت، ۱۹۸۰). زنده‌مانی و موفقیت گیاهان تحت تنش شوری، مستلزم انتقال بهتر آب از طریق ریشه و سیستم‌های آوندی مناسب و دارا بودن ساز و کارهای ترشح و انتقال عناصر غذایی به قسمت‌های هوایی گیاه و همچنین تحمل به آب کشیدگی می‌باشد (حکمت شمار، ۱۹۹۳). از جمله درختانی که در این زمینه مورد استفاده وسیع در سرتاسر جهان دارد گونه‌های مختلف جنس *Eucalyptus* می‌باشد که از درختان مقاوم به شوری در جهان معرفی شده است (مارکر و همکاران، ۱۹۹۳؛ راوات و بانیرجی، ۱۹۹۸). جنس اکالیپتوس از خانواده *Myrtaceae* بسیار متنوع و بیش از ٦۰۰ گونه دارد. نرمش اکولوژیک زیاد، رشد و استقرار اولیه سریع، کاربرد چندمنظوره، آسانی تکثیر به‌وسیله بذر و سهولت در دورگه‌گیری و اصلاح ژنتیکی، داشتن چوب بادوام و سخت و با ارزش باعث شده گونه‌های مختلف اکالیپتوس در یک قرن اخیر در بسیاری از کشورهای جهان گسترش یابند (آریا و همکاران، ۲۰۰۹). از دلایل تحقیق در زمینه میزان مقاومت به شوری این است که این گیاه دارای پتانسیل زیادی برای احیای زمین‌های بی‌حاصل و غرقاب بوده و می‌تواند به‌طور وسیعی برای تولید ماده خام صنایع چوبی، سوخت چوبی و برای مصارف دارویی و زینتی استفاده شود (عصاره و شریعت، ۲۰۰۹).

تحمل به شوری برای استقرار، جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهانی که در خاک‌های شور زندگی می‌کنند، اهمیت زیادی دارد. یون‌های موجود در خاک یا آب زراعی می‌توانند در این مرحله به‌صورت تحریک

کننده، بازدارنده و یا خنثی کننده در جوانه‌زنی عمل کنند (حقیقی و میلانی، ۲۰۰۹). غلظت بالای نمک‌ها موجب برهم خوردن تعادل اسمزی و الکترواستاتیکی پروتئین‌های سلولی شده و در نتیجه فعالیت اکثر آنزیم‌های متوقف می‌شود (فیشر و ویلیام، ۲۰۰۷). انوری و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند تنش شوری در طی چند روز باعث کاهش رشد ساقه و بروز واکنش ریشه و طی چند هفته باعث انتقال مقدار زیادی نمک به برگ‌های کاملا توسعه یافته و کاهش فعالیت فتوسنتزی می‌گردد و بر جذب آب و موادغذایی تأثیر می‌گذارد. عموماً بررسی تحمل به شوری در فاز اولیه رشد تحقیقات در شرایط آزمایشگاهی و کنترل شده انجام می‌گیرد، پس از گذراندن این مرحله احتمال این‌که گیاه فاز بعدی را تحمل کند بیشتر است (ساینگ و همکاران، ۲۰۰۹).

مهم‌ترین عنصرهای محلول در خاک‌های شور که مانع از رشد و کاهش تولید گیاه می‌شوند کلریدسدیم و کلرید کلسیم هستند (لویت، ۱۹۸۰). کلسیم از عناصری است که دارای اثرات حفاظتی بر رشد گیاهان بوده و باعث بقای گیاه در شوری بالا می‌شود. این عنصر قسمتی از دیواره سلولی را تشکیل می‌دهد و نقش مهمی در ساختمان و نفوذپذیری غشاء دارد (جلیل و همکاران، ۲۰۰۷). نقش کلر به‌عنوان یک عنصر غذایی میکرو در گیاهان، فعال کردن سیستم تولید اکسیژن در پدیده فتوسنتز است (محمودی و حکیمیان، ۲۰۰۳). اگر غلظت هر یک از عناصر ذکر شده از حد معینی فراتر رود، باعث ایجاد سمیت در گیاه می‌شود (سان و دیکنسون، ۱۹۹۳). اثر تنش نمک کلرید کلسیم بر روی گونه‌های مانند *Acacia Senegal* (حسین و همکاران، ۲۰۱۱) *Populus Euphratica* (دانشور و همکاران، ۲۰۰٦)، *P.euramericana, P.alba*، *P.nigra*، *P.deltoides* (دانشور و رحمتی، ۲۰۰۹) بررسی شده است. اثر تنش کلرید سدیم بر روی گونه‌هایی مانند گونه اکالیپتوس *E. camldulensis*، *E. microtheca* و *E.saligna* توسط هاشمی (۲۰۱۱) بررسی و گونه *E. microtheca* به‌عنوان مقاوم‌ترین گونه معرفی شد.

ماتزیریز (۱۹۹۷) نهال‌های گونه *E.occidentalis* را بردبارترین، سپس به‌ترتیب *E. botryoides*، *E. grandis* و *E. viminalis* را به‌عنوان گونه‌های مقاوم معرفی نمود. ناسین و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که گونه *E.camaldulensis* مقاومت بیشتری به شوری کلرید سدیم نسبت به گونه *E.tereticornis* دارد. مارکر و همکاران (۱۹۹۳) از بین ٤ گونه اکالیپتوس *E.globulus*، *E. robusta*، *E. tereticornis* و *E.camaldulensis* گونه *E. camaldulensis* را مقاوم‌ترین گونه معرفی نمود. سان و دیکنسون (۱۹۹۳) اظهار داشتند *E. camaldulensis* گونه‌ای مناسب برای احیاء اراضی شور می‌باشد. چام و کردمنی (۲۰۰۸)

گونه *E.camaldulensis* را مقاوم‌تر به شوری نسبت به دو گونه *Azadirachta siamensis* و *Samanea saman(merr)* معرفی نمودند.

از آن‌جا که در زمینه بردباری به نمک کلرید کلسیم تحقیقات اندکی توسط محققان (واندرموزل و بل (۱۹۸۷)، واندرموزل و همکاران (۱۹۸۸) و قریشی و همکاران، ۲۰۰۰) بر روی گونه‌های مختلف اکالیپتوس انجام گرفته است. تحقیق حاضر به بررسی اثر تنش حاصل از نمک کلرید کلسیم بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه سه گونه *E. camaldulensis*، *E. microtheca* و *E.saligna* در دو محیط کشت MS و ماسه می‌پردازد. نتایج این تحقیق میزان مقاومت هر گونه اکالیپتوس در غلظت‌های مختلف نمک کلرید کلسیم را روشن ساخته واکنش هر یک از صفات رویشی نهال‌ها را در مواجهه با تنش شوری را مشخص می‌نماید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش بذرهای *E.camaldulenis* و *E.microtheca* از اداره کل منابع طبیعی کرج و بذور *E. saligna* از منطقه چمستان واقع در شهرستان نور تهیه شد. دو محیط کشت MS[1] و ماسه برای کشت بذور در نظر گرفته شد.

الف) محیط کشت MS: محیط کشت MS بدون هورمون در آزمایشگاه کشت بافت تهیه شد. نمک کلرید کلسیم در ٦ سطح غلظتی صفر، (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ میلی‌مول بر لیتر) در محیط کشت حل شد و ۳۰ گرم در لیتر ساکارز به محیط اضافه و پس از تنظیم pH بین ۵/٦ تا ۵/۸ برای جامد نمودن محیط از ٦/۸ گرم آگار استفاده گردید. پتری دیش‌ها، پنس و محیط کشت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۰ دقیقه سترون شدند. با توجه به اهمیت سترون‌سازی بذر در نتایج حاصل از تحقیق حاضر، قبل از اعمال تیمارهای آزمایشی روش‌های مختلف سترون‌سازی بر روی گونه‌های مورد مطالعه اعمال شد و در نهایت بهترین تیمار برای ضدعفونی بذور مشخص گردید.

به‌منظور سترون‌سازی، کلیه بذور به‌مدت دو ساعت در آب روان قرار گرفتند. بذرهای *E.microtheca* به‌مدت ۲۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۲ درصد قرار داده شد. بذور گونه *E.camaldulensis* بعد از قرارگیری در اتانول ۷۰ درصد به‌مدت ۲۰ ثانیه، با آب مقطر شستشو داده شده و سپس در بنومیل ۰/۱

1- Murashing and Skoog

درصد به‌مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. در گونه *E.saligna* بذرها در اتانول ۷۰ درصد به‌مدت ٦۰ ثانیه و سپس در هیپوکلریت سدیم ۱/۵ درصد به‌مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. در نهایت برای شستن محلول ضد عفونی کلیه بذور ۳ بار با آب مقطر آبکشی شدند. ۳ تکرار ۳۰ تایی بذر برای هر تیمار (غلظت نمک) در نظر گرفته شد. بذرها بعد از کشت به‌مدت یک ماه در محیط MS در اتاقک رشد با دمای روزانه ٢٤ درجه (١٦ ساعت) و شبانه ۱۹ درجه (۸ ساعت) قرار داده شدند.

ب) محیط کشت ماسه: بذور سه گونه اکالیپتوس همانند روش‌های ذکر شده ضدعفونی شدند و در ماسه استریل شده مرطوب با سه تکرار ۳۰ تایی ذکر شده تحت ٦ غلظت (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مول بر لیتر) از نمک کلریدکلسیم قرار گرفتند. به‌دلیل احتمال تجمع نمک در سطح زیرین گلدان‌ها بعد از اولین آبیاری سطحی (آبیاری از روی گلدان)، به‌صورت یک روز در میان آبیاری از زیر گلدان تا حدی که گلدان‌ها تمام آب سطح زیر گلدان را جذب نمایند، صورت گرفت.

فاکتورهای جوانه‌زنی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر و پس از طی مراحل جوانه‌زنی صفات رویشی اولیه شامل طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، زی‌توده کل بر اساس روابط جدول ۱ محاسبه شدند. بررسی مقاومت به شوری گونه‌های اکالیپتوس در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه رویشی گیاهچه در قالب آزمایش فاکتوریل دو عاملی ۲ در ۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. آنالیز دادها از طریق نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام گرفت.

جدول ۱- روابط آماری استفاده شده در تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق.

درصد جوانه‌زنی	$GP = \frac{n_i}{N} \times 100$	n_i: تعداد بذرها جوانه‌زده در پایان آزمایش N: برابر با تعداد کل بذرها مورد آزمایش
سرعت جوانه‌زنی (ماگویر، ۱۹٦۲)	$GS = \sum_{i=1} \frac{Si}{Di}$	Si: تعداد بذرها جوانه‌زده در هر شمارش Di: تعداد روز تا شمارش n ام
شاخص بنیه بذر عصاره و شریعت (۲۰۰۵)	$(VI) = \frac{\overline{(sl + rl)} \times 100}{Gp}$	Sl: طول ساقه‌چه rl: طول ریشه‌چه
زی‌توده کل	TB= وزن خشک ساقه‌چه + وزن خشک ریشه‌چه	

نتایج

نتایج تجزیه واریانس مشخصات جوانه‌زنی و صفات رویشی گیاهچه‌های سه گونه اکالیپتوس (*E. camaldulensis, E. microtheca* و *E. saligna*) حاصل از اثر سطوح مختلف تیمارهای نمک

CaCl2 در محیط کشت MS در جدول ۲ و بستر کشت ماسه در جدول ٤ درج گردیده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود، بین ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت‌جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و صفات رویشی نونهال‌ها شامل طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و زی‌توده کل در سطح گونه، غلظت و اثر متقابل گونه و غلظت در دو محیط MS و ماسه اختلاف معنی‌داری با سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد.

در جدول ۳ نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گونه و شش غلظت شوری بر صفات جوانه‌زنی و رویشی گیاهچه‌ها در محیط کشت MS نشان داد که که درصد جوانه‌زنی در گونه *E.microtheca* با افزایش غلظت نمک تا ۱۰۰ میلی‌مول به ۵۹/۱ درصد رسید که حدود ۱٦/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد (محیط کشت فاقد نمک) افزایش یافت. سپس روند کاهشی پیمود. درصد جوانه‌زنی گونه *E.camaldulensis* در غلظت ۵۰ میلی‌مول از نمک فوق ۲/۲۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش و پس از آن به تدریج با افزایش غلظت نمک با کاهش مواجه شد. گونه *E.saligna* نسبت به این شوری مقاومت کمی داشت. چرا که تنها تا غلظت ۱۵۰ میلی‌مول و با کاهشی حدود ٤٤ درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد قادر به جوانه‌زنی بود.

در بررسی میانگین سرعت جوانه‌زنی گیاهچه‌ها مشخص شد که گونه *E.microtheca* تا غلظت ۱۰۰ میلی‌مول از نمک، افزایشی در حدود ۱/۷ درصد نسبت به شاهد داشت. با افزایش غلظت شوری سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. در گونه *E.camaldulensis* تنها در غلظت ۵۰ میلی‌مول سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و سپس با افزایش غلظت نمک با کاهش همراه بود. در گونه *E.saligna* نیز با افزایش غلظت نمک سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. گونه *E.microtheca* دارای حداکثر و گونه *E.saligna* حداقل درصد و سرعت جوانه‌زنی است. شاخص بنیه بذر در گونه *E.microtheca* با افزایش غلظت نمک تا ۵۰ میلی‌مول با افزایش ناچیز همراه بود، سپس در غلظت‌های بعدی روند نزولی را طی کرد. در گونه *E.camaldulensis* با افزایش غلظت نمک بنیه بذر کاهش یافت. بنیه بذر در گونه *E.saligna* با افزایش در اولین سطح نمک کاهش یافت، سپس روند کاهشی تدریجی و منظمی را طی کرد.

نتایج مقایسه میانگین حاصل از بررسی صفات رویشی نونهال‌ها در جدول ۳ نشان داد داد که طول ساقه، طول ریشه‌چه و زی‌توده کل گیاهچه‌های رشد یافته تحت تنش نمک در گونه *E.microtheca* تا غلظت ۵۰ میلی‌مول به حداکثر رسید سپس با افزایش سطح شوری میزان این شاخص‌ها به‌صورت

معنی‌داری با سطح ۹۵ درصد کاهش یافت. در گونه‌های *E.camaldulensis* و *E.saligna* طول ساقه، طول ریشه‌چه و زی‌توده کل گیاهچه در سطح شوری صفر حداکثر بود ولی افزایش غلظت نمک باعث کاهش تدریجی میزان این شاخص‌ها شد. این روند کاهشی در *E.camaldulensis* کمتر از *E.saligna* بود.

با توجه به جدول ۵، مقایسه میانگین اثرات متقابل گونه و شوری بر صفات جوانه‌زنی و رویشی سه گونه اکالیپتوس در بستر کشت ماسه مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که مشاهده می‌شود مشخصه‌های جوانه‌زنی و رویشی گیاهچه‌ها در دو گونه *E. microtheca* و *E. camaldulensis* تا شوری با غلظت ۵۰ میلی‌مول روند افزایشی داشت. البته افزایش درصد جوانه‌زنی *E. camaldulensis*و زی‌توده کل دو گونه با افزایش غلظت شوری از صفر تا ۵۰ تفاوت معنی‌داری نشان نداد ولی سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه تا غلظت ۵۰ میلی‌مول به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت سپس با افزایش سطح نمک کلیه مشخصات جوانه‌زنی و رویشی گیاهچه‌های این دو گونه روند کاهشی را طی نمودند. گونه *E. saligna* حداکثر درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و زی‌توده کل را در تیمار فاقد شوری نشان داد. افزایش غلظت نمک باعث کاهش معنی‌داری در میزان مشخصه‌های مورد مطالعه این گونه شد.

در محیط کشت ماسه نیز مانند محیط کشت MS گونه *E. microtheca* بالاترین و گونه *E. saligna* حداقل میزان از میانگین‌ها را در مطالعه مشخصه‌های جوانه‌زنی و رویشی گیاهچه‌ها به خود اختصاص داد.

در هر دو محیط کشت MS و ماسه، جوانه‌زنی گیاهچه‌های گونه *E. microtheca* تا غلظت ۲۵۰ میلی‌مول شوری ادامه داشت در حالی‌که گونه *E. camaldulensis* تا غلظت ۲۰۰ میلی‌مول و گونه *E. saligna* تا غلظت ۱۵۰ میلی‌مول جوانه‌زنی داشتند.

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم در سه گونه مورد مطالعه در محیط کشت MS.

منبع تغییرات	GP	GS	VI	SL	RL	TB
گونه	۱۳٤٦/۲۳**	۳۰/٤۸**	۱/۲۵**	۰/۹۷**	۰/٤۹**	۰/۰۰۰۰۲**
غلظت	۲۸۹۰/٤٤**	۲۷/۸۸**	۲/۷۵**	۵/٦۷**	۳/۱۸**	۰/۰۰۰۰۲**
گونه × غلظت	۳۰٤/۳۳**	۲/۷۲**	۰/۱٦**	۰/۱٦**	۰/۰۹۱**	۰/۰۰۰۰**
خطا	۷/٤۵	۰/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱

**معنی‌دار سطح احتمال ۰/۰۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل گونه و شوری بر صفات جوانه‌زنی و رویشی سه گونه اکالیپتوس در محیط کشت MS.

			غلظت (میلی‌مول)					
			۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
E. microtheca	مشخصات جوانه‌زنی	GPGVVI	۴۲/۲±۳/۸^{c}	۴۵/۵ ±۱/۹^{c}	۵۹/۱±۲/۱^{a}	۳۵/۵±۳/۸^{e}	۲۸/۸±۳/۸^{f}	۱۹/۹±۳/۳^{gh}
			۴/۸±۰/۷۵^{d}	۵/۷ ±۰/۶۱^{b}	۶/۵±۰/۴۴^{a}	۳/۷±۰/۱۷^{e}	۲/۸±۰/۱۰^{g}	۲/۵±۰/۰۴^{h}
			۱/۶±۰/۰۱^{b}	۱/۷۴±۰/۰۴^{a}	۰/۷۸±۰/۰۴^{e}	۰/۴۲±۰/۰۲^{f}	۰/۱۵±۰/۰۳^{i}	۰/۰۵±۰/۰۰۵^{l}
	صفات رویشی گیاهچه	SLRLTB	۲/۱±۰/۰۷^{ab}	۲/۲±۰/۰۵^{a}	۰/۹۱±۰/۰۳^{f}	۰/۷۶±۰/۰۲^{g}	۰/۴۷±۰/۰۲^{h}	۰/۲۶±۰/۰۵^{k}
			۱/۴±۰/۰۲^{b}	۱/۴±۰/۰۷^{b}	۰/۶۱±۰/۰۳^{f}	۰/۵± ۰/۰^{g}	۰/۲۳±۰/۰۵^{i}	۰/۱۳±۰/۰۵^{j}
			۰/۰۱±۰/۰۰۰^{b}	۰/۰۲±۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۱±۰/۰۰۰^{b}	۰/۰۰۷±۰/۰۰۰^{d}	۰/۰۰۳±۰/۰۰۰^{h}	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰^{i}
E. camaldulensis	مشخصات جوانه‌زنی	GPGVVI	۵۳/۳۳±۳/۳۳^{b}	۵۵/۵۵±۳/۸۵^{ab}	۳۷/۷۷±۱/۹۲^{de}	۲۳/۳۳±۳/۳۳^{g}	۱۵/۷۵±۱^{h}	–
			۴/۹۶±۰/۱۵^{d}	۵/۲۳±۰/۲۵^{c}	۳/۲۶±۰/۳۰^{f}	۱/۹±۰/۱۰^{i}	۱/۱۳±۰/۱۱^{j}	–
			۱/۲۵±۰/۱^{c}	۱/۱۵±۰/۰۶^{d}	۰/۳۹±۰/۰۱^{g}	۰/۲۲±۰/۰۰۵^{h}	۰/۰۶±۰/۰۰۰۱^{k}	–
	صفات رویشی گیاهچه	SLRLTB	۲±۰/۰۵^{b}	۱/۹۰±۰/۰۵^{c}	۱/۲۲±۰/۲۵^{d}	۰/۹۱±۰/۰۳^{f}	۰/۴±۰/۰۴۲^{i}	–
			۱/۶±۰/۰۳^{a}	۱/۲۸±۰/۰۲^{c}	۰/۸۱±۰/۰۲^{d}	۰/۶۱±۰/۰۳^{f}	۰/۲۶±۰/۰۲^{h}	–
			۰/۰۰۹±۰/۰۰۰^{c}	۰/۰۰۹±۰/۰۰۰^{c}	۰/۰۰۶±۰/۰۰۰^{e}	۰/۰۰۴±۰/۰۰۰^{g}	۰/۰۰۱±۰/۰۰۰^{j}	–
E. saligna	مشخصات جوانه‌زنی	GPGVVI	۵۵/۵۵±۱/۹۲^{ab}	۳۸/۸۸±۳/۸۵^{d}	۲۲/۲۲±۱/۹۲^{g}	۱۱/۱۱±۱/۹۲^{i}	–	–
			۵/۳۳±۰/۲۰^{c}	۲/۲۶±۰/۳۷^{h}	۱/۹۳±۰/۲۰^{i}	۰/۸۰±۰/۰۴^{k}	–	–
			۱/۱۵±۰/۱^{d}	۰/۳۹±۰/۰۱۱^{g}	۰/۱۱±۰/۰۱۱^{j}	۰/۰۲±۰/۰۰۵^{m}	–	–
	صفات رویشی گیاهچه	SLRLTB	۲/۱±۰/۱^{ab}	۱/۱۳±۰/۲۳^{e}	۰/۷۳±۰/۰۲۶^{g}	۰/۲۷±۰/۰۲۵^{j}	–	–
			۱/۶۳±۰/۰۵^{a}	۰/۷۳±۰/۰۴^{e}	۰/۷۳±۰/۰۴^{e}	۰/۰۹±۰/۰۰۰^{k}	–	–
			۰/۰۰۹±۰/۰۰۰^{c}	۰/۰۰۶±۰/۰۰۰^{e}	۰/۰۰۵±۰/۰۰۰^{f}	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰^{k}	–	–

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ٤- میانگین مربعات حاصل از نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم در سه گونه مورد مطالعه در بستر کشت ماسه.

منبع تغییرات	GP	GV	VI	SL	RL	TB
گونه	٥٠٨/٣٧**	٣/٥٤**	٠/٦٤**	٢/٨٣**	٠/٥٣**	٠/٠٠٠٠١**
تیمار	١٢٠٢/٠٦**	٩/٩٧**	٠/٧٨**	٢/٥٢**	١/٠٣**	٠/٠٠٠٠٣**
گونه×تیمار	٣٨/٢١**	٠/٤٦**	٠/٠٤٩**	٠/٤٤**	٠/٠٧٤**	٠/٠٠٠٠١**
خطا	٣/٢٥	٠/٠٠٧	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٠٣	٠/٠٠١	٠/٠٠٠٠١

**معنی‌دار سطح احتمال ٠/٠١ درصد

جدول ٥- مقایسه میانگین اثرات متقابل گونه و شوری بر صفات جوانه‌زنی و رویشی سه گونه اکالیپتوس در بستر کشت ماسه.

			غلظت (میلی‌مول)				
			٠	٥٠	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠
E. microtheca	مشخصات جوانه‌زنی	GP	٥٨/١١±١/٨^{b}	٦١/٢٢±١/٩^{a}	٤٨/١١±٢/١^{d}	٣٨/٥٥±٢/١٥^{f}	٢٨/٨٨±٣/٨^{g}	٢٠/١١±٢/٤^{h}
		GV	٤/٩±٠/٥^{bc}	٦±٠/٤^{a}	٣/٥±٠/٣^{d}	٢/٩±٠/٢^{e}	١/٩±٠/٢^{g}	١/٢±٠/١^{hi}
		VI	١/٤٥±٠/٠٤^{b}	١/٨±٠/٠٥^{a}	١/٤٦±٠/٣^{b}	٠/٦±٠/٠٢^{e}	٠/٤±٠/٠٢^{g}	٠/٤٥±٠/٠٢^{f}
	صفات رویشی گیاهچه	SL	٢/٣±٠/٠٥^{d}	٣/٥±٠/٠٧^{a}	٣/١±٠/٠٥^{b}	١/٧±٠/٠٣^{f}	١/٢٥±٠/٠٥^{i}	٠/٧±٠/٠٧^{j}
		RL	١/٥±٠/٠٣^{d}	١/٨٥±٠/٠٥^{a}	١/٥١±٠/٠٣^{d}	١/٥±٠/٠١^{d}	٠/٦±٠/٠٤^{i}	٠/٥±٠/٠٥^{j}
		TB	٠/٠١١±٠/٠٠١^{a}	٠/٠١٢±٠/٠٠٠١^{a}	٠/٠٠٨±٠/٠٠١^{bc}	٠/٠٠٧±٠/٠٠٠^{c}	٠/٠٠٤±٠/٠٠٠^{f}	٠/٠٠٣±٠/٠٠٠^{g}
E. camaldulensis	مشخصات جوانه‌زنی	GP	٥٥/٥±٢/٣^{c}	٥٨/١١±٣/١^{b}	٣٩/١١±١/٥^{f}	٢٨/١١±٢/٣^{g}	٢٠/١±١/٧^{h}	–
		GV	٤/٩±٠/٢^{c}	٥/٣±٠/٠١^{b}	٣/٤٥±٠/٣^{d}	٢/٦±/١^{f}	١/٨±٠/٣^{g}	–
		VI	١/٢٥±٠/٠٢^{c}	١/٤±٠/٠٥^{b}	٠/٦±٠/٠٢^{e}	٠/٤±٠/٠٤^{g}	٠/٣±٠/٠٢^{h}	–
	صفات رویشی گیاهچه	SL	٢/٦٥±٠/٠٤^{c}	٣/١±٠/٠٥^{b}	٢/٣±٠/٠٣^{d}	١/٥±٠/٠٥^{g}	٠/٦٥±٠/٠٣^{l}	–
		RL	١/٤٥±٠/٠٢^{f}	١/٧٥±٠/٠٣^{b}	١/٤٥±٠/٠٣^{e}	٠/٧٥±٠/٠٢^{g}	٠/٦±٠/٠٣^{i}	–
		TB	٠/٠٠٩±٠/٠٠١^{b}	٠/٠٠٩±٠/٠٠٠^{b}	٠/٠٠٧±٠/٠٠٠^{c}	٠/٠٠٥±٠/٠٠٠^{e}	٠/٠٠٢±٠/٠٠١^{g}	–
E. saligna	مشخصات جوانه‌زنی	GP	٥٨/١١±٢/١^{b}	٤٠/٢٢±٢/٤^{e}	٢٨/١١±٢/٣^{g}	١٧/١١±١/٥^{i}	–	–
		GV	٥/١±٠/١^{c}	٢/٦±٠/٣^{f}	٢/٤±٠/٢^{f}	١/٤±٠/٢^{h}	–	–
		VI	١/١٥±٠/٠٢^{d}	٠/٦±٠/٠٥^{e}	٠/٤±٠/٠١^{g}	٠/١±٠/٠٦^{i}	–	–
	صفات رویشی گیاهچه	SL	٢/٢±٠/٠٧^{e}	٠/٢±٠/٠٥^{l}	١/٤±٠/٠٣^{h}	٠/٥±٠/٠١^{k}	–	–
		RL	١/٧±٠/٠٤^{c}	١/١±٠/٠٣^{f}	٠/٧±٠/٠٤^{h}	٠/٤±٠/٠٠٠١^{k}	–	–
		TB	٠/٠٠٩±٠/٠٠٠^{b}	٠/٠٠٥±٠/٠٠١^{de}	٠/٠٠٦±٠/٠٠٠^{d}	٠/٠٠٠٧±٠/٠٠٠^{i}	–	–

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند با استفاده از آزمون دانکن در سطح ٥ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بحث

تنش شوری باعث کاهش جوانه‌زنی، ضعف گیاهچه و افت عملکرد می‌شود (خالص‌رو و علیخانی، ۲۰۰۷). همزمان با افزایش شوری، محتوی کلروفیل در گیاهان حساس به شوری کاهش و در گیاهان مقاوم به شوری افزایش می‌یابد (سودیر و مورتی، ۲۰۰٤). کاهش رشد گیاه تحت تنش شوری به‌علت کاهش نرخ فتوسنتز، تغییر در فعالیت آنزیم‌ها، کاهش میزان کربوهیدرات‌ها و هورمون‌های رشد و تأثیر منفی بر تعادل عناصر شیمیایی گیاه می‌باشد (آزماژر و همکاران، ۲۰۰۷). درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در دو گونه *E. microtheca* و *E. camaldulensis* در ابتدا با افزایش جزیی شوری تا ۵۰ میلی‌مول در هر دو محیط کشت ماسه و MS افزایش، سپس با افزایش غلظت نمک درصد آن‌ها کاهش یافت. کاهش جزئی پتانسیل اسمزی آب به‌همراه افزایش سنتز RNA و پروتئین و قابلیت دسترسی بیشتر به ATP معمولاً باعث افزایش درصد جوانه‌زنی همچنین سرعت و یکنواختی رشد در گیاهچه‌های مربوطه می‌شود. از چنین مسئله‌ای در اصلاح بذور تحت عنوان اسموپرایمینگ استفاده می‌شود (آلیبراهیم و همکاران، ۲۰۰٤؛ فولی و فنیمور، ۱۹۹۸). باقری و همکاران (۱۹۹۷) اظهار داشتند افزایش شوری سبب افزایش جذب سدیم، پتاسیم، فسفر و کاهش جذب نیتروژن بیشتر می‌شود که این امر می‌تواند دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی باشد. تنش شوری باعث جلوگیری از بیان ژن‌های مسئول سنتز اسد جیبرلیک در بذر می‌شود در نتیجه جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (چام و کردمنی، ۲۰۰۸).

شوری به‌عنوان عامل محیطی مؤثر بر سرعت جوانه‌زنی، جذب آب توسط بذر را با مشکل جدی روبرو می‌کند و این در حالی است که فرآیند فیزیکی جذب آب منجربه فعال‌سازی روند متابولیکی از جمله شکستن خواب بذور می‌شود و سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد اما افزایش غلظت شوری منجربه کند شدن جذب آب توسط بذر و در نتیجه کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌شود (عصاره و شریعت، ۲۰۰۵). گونه‌هایی را که از نظر شاخص بنیه بذر بالاتر هستند، می‌توان به‌عنوان گیاه متحمل‌تر به شوری معرفی نمود (عصاره و شریعت، ۲۰۰۵). نتایج این تحقیق نشان داد بنیه بذر *E. microtheca* در هر دو محیط کشت با افزایش شوری در غلظت کم ابتدا افزایش سپس روند کاهشی داشت، بیشترین بنیه بذر متعلق به گونه *E. microtheca* بود که در هر دو محیط کشت در غلظت کم افزایش و سپس در غلظت‌های بالاتر نمک سیر نزولی داشت. البته بذور هر سه گونه در محیط کشت ماسه بنیه بالاتری نسبت به محیط کشت MS نشان دادند. محیط کشت ماسه دارای خلل و فرج بسیار و آب کمتری

نسبت به سایر محیط‌ها نگه‌داری می‌کند (اوکی و لیت، ۲۰۰٤). بنابراین می‌توان اظهار داشت که با خروج نمک از بستر کشت ماسه اثر منفی نمک بر جوانه‌زنی بذور کاهش یافته است.

کاهش رشد گیاهان در اثر شوری از نظر جامانداس و نس (۲۰۰۲) بر حسب رقم و شرایط محیطی متفاوت است. از معیارهای مهم در انتخاب ارقام برای مقاومت به شوری اندازه‌گیری رشد اندام هوایی می‌باشد (مونس و اسکاتمن، ۱۹۹۳). در این پژوهش طول ساقه‌چه به‌عنوان اندام هوایی مورد بررسی قرار گرفت که طول ساقه‌چه گونه *E. microtheca* در دو محیط کشت (MS، ماسه) و طول ساقه‌چه گونه *E. camaldulensis* تنها در محیط کشت ماسه تا غلظت ۵۰ میلی‌مول شوری افزایش یافتند. طبق نظر شانون و گریو (۱۹۹۹) قسمت‌های مختلف گیاه، نسبت به شوری، واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند. ریشه به‌دلیل ارتباط مستقیم با شوری بیشتر از سایر اندام‌ها در معرض تنش شوری می‌باشد و به‌عنوان یک فیلتر عبور یون‌ها را کنترل می‌کند. افزایش غلظت مشخصی از نمک سبب تحریک کشیدگی ریشه و افزایش طول ریشه و حتی افزایش ریشه فرعی می‌شود (دیوید و همکاران، ۱۹۹۲). افزایش میزان شوری به‌شدت از اندام‌زایی گیاهان جلوگیری می‌کند که این امر موجب کاهش زی‌توده کل می‌گردد (پوستینی و سلمانی، ۱۹۹۷). در بررسی حاضر نیز با کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه، زی‌توده کل که از جمع وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌دست می‌آید، کاهش می‌یابد. گونه *E. microtheca* در شوری با غلظت ۵۰ میلی‌مول در هر دو محیط کشت مورد مطالعه حداکثر زی‌توده کل را نشان می‌دهد.

با بررسی نتایج این تحقیق می‌توان اظهار داشت، افزایش تنش شوری باعث کاهش جوانه‌زنی و شاخص‌های رویشی و در نهایت عدم جوانه‌زنی می‌گردد. محیط کشت MS، مناسب‌تر برای جوانه‌زنی بذور *E. microtheca* می‌باشد. برای جوانه‌زنی بذور *E. camaldulensis* و *E. saligna* بهتر است از محیط کشت ماسه استفاده شود. *E. microtheca* گونه‌ای مقاوم‌تر به تنش شوری حاصل از کلرید کلسیم نسبت به دو گونه *E. camaldulensis* و *E. saligna* می‌باشد. *E. saligna* گونه مناسبی برای خاک‌های شور نمی‌باشد، چرا که بذرهای این‌گونه با افزایش غلظت شوری بیش از ۱۵۰ میلی‌مول قادر به جوانه‌زنی نیستند. پیشنهاد می‌شود اثر تنش شوری بر روی بردباری نهال‌های این سه گونه نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع

1.Alebrahim, M.T., Sabaghnia, N., Ebadi, A. and Mohebodini, M. 2004. Investigation the effect of salt and drought stress germination of thymemedicinal plant (Thymus vulgar). Agriculture science Journal. 1: 13-20.

2.Anvari, M., Mehdikhani, H., Shahriari, A.R. and Nouri, G.R. 2009. Effect of salinity stress on 7 species of range plants in germination stage. Iranian Jornal of range and Desert Research. 16(2): 262-273.

3.Arya, I.D., Sudhir, S., Sudhir, C. and Sarita, A. 2009. Micropropagation of superior eucalyptus hybrids FRI-5 and FRI-14: A commercial multiplication and field evaluation. African Journal of Biotechnology. 8(21): 5718-5726.

4.Azza Mazher, A.M., Fatma, E.M. and Farahat, M.M. 2007. Responces of ornamental plants and woody trees to salinity. J. agriculture Science. 3(3): 386-395.

5.Bagheri, A., Sarmdnia, Gh. and Hajrasoliha, SH. 1997. Respons of saifoin to salt and drought stress. Journal of science and Agriculture Industry. 2(2): 41-54. (In Persian)

6.Barzegar, A. 2008. Saline and sodium soils, Knowledge and productivity. Shahid Chamran University Press. 335p. (In Persian)

7.Chaum, S. and Kirdmanee, C. 2008. Assessment of salt tolerance in Eucaluptus, rain tree and thai neem under laboratory and the field conditions. Pakistan Journal of botany. 40(5): 2041-2051.

8.Daneshvar, H.A., Modirrahmati, A.R. and Kiani, B. 2006. Effect of different levels of NaCl and CaCl2 on growth and leaf, branch and root elements of *Populus euphratica* cutting. Journal of Forest and Poplar Research. 14(1): 20-28. (In Persian)

9.David, T.B., Paul, G., Wander, M., Ian, J.B., Jeniffer, A. and McComb, C.F. 1992. Comparisons of growth Eucalyptus camaldulensis from seeds and tissue culture: root, shoot and leaft morphology og 9-month-old plants grown in deep sand and sand clay. Forest ecology and management. 57: 135-139.

10.Daneshvar, H.A. and Modirrahmati, A.R. 2009. Effects of NaCl and CaCl2 on growth characteristics and ions accumulation in the leaves of four Poplar genotypes. Journal of Forest and Poplar Research. 17(2): 200-209. (In Persian)

11.Fisher, P.R. and William, R.A. 2007. Media-PH and why it is important. Plant Docs FS1. 2p.

12.Foley, M.E. and Fennimore, S.A. 1998. Genetic basic for seed dormancy. Seed Science Research. 8: 173-179.

13.Haghigh, R.S. and Milani, M.S. 2009. Osmotic and specific ion effect on seed germination of Isabgol and Psyllium. Journal of Iranian field Crop Research. 7(1): 97-104.

14.Hashemi, S. 2011. Assessment of salt stress of three Eucalyptus in first growth stage. M.Sc. thesis. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resurses. 126p. (In Persian)
15.Heidari Sharifabad, H. 2001. Plants and Salinity. Research Institute of Forests and Rangelands Press. 198p. (In Persian)
16.Hekmatshomar, 1993. H. Plant Physiology in difficult conditions. Tabriz. Niknam Press. 250p. (In Persian)
17.Hussien, M., Daffalla1, S., Habeballah, A. and Mutasim, M. 2011. Khalafalla1 Random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker associated with salt tolerance during seeds germination and growth of selected Acacia senegal provenances. African J. Biotechnology. 10(31): 5820-5830.
18.Jaleel, C.A., Manivannan, P., Kishorekumar, R.A., Sankar, B. and Panneerselvam, R. 2007. Calcium chloride effects on salinity induced oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation in *Catharanthus roseus, Comptes Rendus Biologies.* 330: 674–683.
19.Jamandas, P. and Nath, A. 2002. Effect of salinization of soil on emergence, growth and survival on seedling of \Acacia nilotica. Botanica completeness. 26: 105-119.
20.Khalesro, Sh. and Aghaalikhani, M. 2007. Effect of salinity and water Deficit stress on seed germination. Pajouhesh and Sazandegi. 77: 153-163.
21.Levit, J. 1980. Responses of plants to Environmental Stresses, Vol. 2, Second edition. Academic Press, New York. 497p.
22.Mahmodi, Sh. and Hakimian. 2003. Fundamental Soil. Tehran University Press. 700p. (In Persian)
23.Marcar, N.E. 1993. Waterlogging modifies growth, water use and ion concentrations in seedling of salt-treated Eucalyptus camaldulensis, E. tereticornis, E. robusta and E. globulus. Australian Journal of plant physiology. 20(1): 1-13.
24.Matziris, D. 1997. Selection of Eucalyptus Species for resistance to salinity. Aristoteleio Panepistemio Thessalonikes. 40(2): 621-631.
25.Munns, R. and Schachtman, D.P. 1993. Plant responses to salinity significance in relation to time. International Crop Science. 1: 741-745.
26.Nasin, M., Riaz, H.Q., Tariq, A., Saqib, M., Shafaqat, N. and Pervaiz, S.H. 2008. Growth and Ionic composition of salt-stressed Eucalyptus camaldulensis and Eucalyptus tereticornis. Pakistan Journal of Botany. 40(2):799-805.
27.Oki, L.R. and Lieth, J.H. 2004. Effect of changes in substrate salinity on the elongation of *Rosa hybrida* L. 'Kardinal' stems. Sci. Hort. 101: 103-119.
28.Osareh, M.H. and Shariat, A. 2005. Salinity resistance in germination stage and growth stage in three *Eucalyptus* species. Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 13(4): 385-399. (In Persian)

29. Osareh, M.H. and Shariat, A. 2009. Salinity resistance in germination stage and growth stage in Some *Eucalyptus* species. Journal of Agriculture Science Natural Recourses. 15(6): 385-399. (In Persian)
30. Postini, K. and Zahtab Salmani, S. 1997. Effect of salinity on dry matter production and remobilization in two wheat cultivars. Iranian Journal of Agriculture Science. 29(4): 11-17. (In Persian)
31. Qureshi, T.M., Aslam, A., Hussain, F. and Yasin Ashraf, M. 2000. Performance of *Eucalyptus camaldulensis* under different types of Salt-Affected Soils. International Journal of Agriculture and Biology. 2: 1-2.
32. Rawat, J.S. and Banerjee, S.P. 1998. The influence of salinity on growth, biomass production and photosynthesis of Eucalyptus camaldulensis and dalbergia sissoo Roxb. seedling. Plant and Soil Journal. 205(2): 163-169.
33. Shannon, M.C. and Grieve, C.M. 1999. Tolerance of vegetable crop to salinity. Science Horticulture. 78: 5-38.
34. Sudhir, P. and Murthy, S.D.S. 2004. Effect of salt stress on basic processes of photosynthesis. Photosynthetica. 42: 481-486.
35. Sun, D. and Dockinson, R. 1993. Response to salt stress of 16 Eucalyptus, Grevillea robusta, Lophostemon confertus and Pinus caribea var. hondurensis. forest ecology and management. 60: 1-14.
36. Van der Moezel, P.G. and Bell, D.T. 1987. Comparative seedling salt tolerance of several Eucalyptus and Melaleuca species from Western Australia. Aust. For. Res. 17: 151-158.
37. Van der Moezel, P.G., Watson, L.E., Pearce-Pinto, G.V.N. and Bell, D.T. 1988. The response of six Eucalyptus species and Casuarina obesa to the combined effect of salinity and waterlogging. Aust. J. Plant Physiol. 15: 465-474.
38. Xiang, Y., Akira, K., Etsuko, M. and Yoshihiko, M. 2009. Establishment of the evaluation system of salt tolerance on transgenic woody plants in special netted-house.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21 (2), 2014
http://jwfst.gau.ac.ir

Assessment of three Eucalyptus species resistance (*E. camaldulensis*, *E. microtheca*, *E. saligna*) in the initially stages of growth under Calcium chloride salt stress

***V. Payamnoor[1], S. Hashemi[2], A.R. Ali Arab[1] and R. Jafari Hajati[3]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Forestry Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]M.Sc., Graduate, Dept. of Forestry Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Ph.D. Student, Dept. of Forestry Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 01/30/2014 ; Accepted: 10/25/2014

Abstract

A large area of world soil have salinity problem. Salinity affects establishment, germination and emergence of plants. Planting salt tolerant species and cultivars is a very convenient and economical way to overcome the problems associated with soil salinity. Various species of Eucalyptus introduced as salt tolerant trees and have widely used around the world. The most important elements dissolved in saline soil that inhibit the growth and crop production are reduced sodium chloride and calcium chloride. In this study has been investigated the effect of calcium chloride as a salt stress on germination and seedling growth of three species (*E. camldulensis, E. microtheca* and *E.saligna*) in two substrates, sand and MS medium. The results showed that seed germination has continued until 250 mmol of salinity in both substrates in *E. microtheca* while the species *E. camaldulensis* and *E. saligna*, germinated respectively until 200 and 150 mmol. The maximum and minimum total mean germination (percent and speed germination and seed vigor) and seedling growth (root and shoot length) characteristics in both substrates belong to *E. microtheca* and *E. saligna*. Thus, according to the results of this research *E. microtheca* can be introduced as a more resistance species to salt stress than two other species, *E. camaldulensis* and *E. saligna* in germination and primary growth stages.

Keywords: Calcium chloride, Eucalyptus, MS medium, Sand, Salt stress

*Corresponding author: mnoori56@gmail.com