

## سازگاری و عملکرد گونه‌های صنعتی اکالیپتوس در استان بوشهر (دشتستان)

سیدموسی صادقی<sup>۱\*</sup>، حسین سردابی<sup>۲</sup>، حسن کازرونی<sup>۳</sup>، محمدعلی شریفی<sup>۴</sup>، ناصر فرار<sup>۵</sup> و سعید رشوند<sup>۶</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران. پست الکترونیک: smbooraki@gmail.com

۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- کارشناس، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

۴- مربی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۵- استادیار، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

۶- استادیار، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹

### چکیده

بزهوش پیش‌رو با هدف بررسی سازگاری و عملکرد گونه‌های صنعتی اکالیپتوس در استان بوشهر انجام شد. نهال‌های یک‌ساله چهار گونه از اکالیپتوس شامل *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.، *E. rubida* H. Deane & Maiden، *E. grandis* W. Hill و *E. saligna* Sm. در ایستگاه تحقیقاتی شبانکاره شهرستان دشتستان در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار و تعداد ۴۹ نهال در هر واحد آزمایش با فاصله کاشت ۵×۵ متر کشت شدند. عملیات آبیاری و نگهداری نهال‌ها به مقدار مورد نیاز انجام شد. در سال اول، زنده‌مانی نهال‌ها هر سه ماه یک‌بار و از سال دوم به بعد، یک‌بار در سال بررسی شد. همچنین، متغیرهای قطر یقه، قطر برابر سینه، ارتفاع و قطر تاج نهال‌ها اندازه‌گیری شدند. پس از چهار سال نتایج نشان داد که *E. camaldulensis* از نظر زنده‌مانی و صفات قطر یقه، قطر برابر سینه، مساحت تاج، حجم در هکتار و میانگین رویش حجمی در سال نسبت به گونه‌های دیگر عملکرد بهتری داشت و *E. saligna* در رتبه دوم قرار گرفت، به طوری که تفاوت آن‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین، دو گونه دیگر یعنی *E. grandis* و *E. rubida* به دلیل تنش‌های خشکی و گرمای زیاد در تابستان سال اول از بین رفتند. با توجه به نتایج این پژوهش، کاشت *E. camaldulensis* در مناطق جنوبی کشور با آب‌وهوایی مانند استان بوشهر به همراه انجام پژوهش‌های بیشتر در مورد پرووانانس‌های این گونه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، زنده‌مانی، قطر برابر سینه، مساحت تاج، *E. camaldulensis*، *E. rubida*

## مقدمه

کاهش سطح جنگل‌ها، تغییر کاربری اراضی جنگلی و تخریب جنگل‌های طبیعی باعث کمبود چوب در سطح جهانی شده است. به دلیل افزایش روزافزون نیاز به چوب از یک سو و تخریب جنگل‌ها از سوی دیگر، کاشت و بهره‌برداری از گونه‌های جنگلی تندرشد ضرورت دارد. از این نظر، ویژگی‌هایی مانند داشتن چوب سخت، سنگین، بادوام، قدرت تجدید نسل و ابعاد بزرگ بعضی از گونه‌ها، اکالیپتوس‌ها را در زمره درختان باارزش قرار داده است ( Javanshir & Mosadegh, 1972). اکالیپتوس (*Eucalyptus*) یکی از جنس‌های بسیار مهم خانواده Myrtaceae است که ۷۰۰ گونه دارد. برخی از گونه‌های این جنس دارای ارزش صنعتی و برخی دیگر از نظر ایجاد منظر و فضای سبز ارزشمند هستند (Mankessi et al., 2010). این جنس، بومی استرالیا است و دامنه بردباری گسترده‌ای در شرایط محیطی مختلف دارد. به همین دلیل، بعضی از گونه‌های این جنس در مقایسه با گونه‌های گیاهی دیگر، مقاوم به خشکی، گرما و شوری هستند (Teulière et al., 2007).

مطالعه مستند و دقیقی مبنی بر تاریخچه اولین ورود گونه‌های اکالیپتوس به ایران وجود ندارد، اما در بعضی منابع گزارش شده که هم‌زمان با ورود انگلیسی‌ها به ایران، کاشت اکالیپتوس شروع شده است (Sardabi, 1998). در سال ۱۳۱۰ نیز گونه‌های اکالیپتوس وارداتی در مناطق شمالی کشور کشت شدند، اما بیشتر آنها در اثر سرما و یخبندان سال‌های ۱۳۲۷ تا ۱۳۲۸ از بین رفتند (Sabeti, 2008). در سال ۱۳۴۷ بذر گونه‌های اکالیپتوس با مبدأ استرالیا، قبرس و فلسطین اشغالی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول مورد آزمایش سازگاری قرار گرفتند (Jamali, 1984). در سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۴۹ بذرهای ۹۳ گونه و پروونانس اکالیپتوس با مبدأ استرالیا و مراکش به ایران وارد شدند و در بعضی مناطق از جمله استان فارس کشت شدند. در سال ۱۳۵۰ نیز بذرهای ۱۱۷ گونه و پروونانس اکالیپتوس با مبدأ کشورهای مذکور وارد شدند و در ۲۰ ایستگاه از جمله

ایستگاه ممسنی فارس کشت و مورد آزمایش سازگاری قرار گرفتند (Mortazavi Jahromi, 1995). سازگاری بعضی پروونانس‌ها یا گونه‌های اکالیپتوس در مناطق مختلف دنیا بررسی شده است. در این راستا، Low و Shelbourne (۱۹۹۹) گزارش کردند که زنده‌مانی گونه‌های *E. globulus*، *E. nitens* و *E. saligna* در سایت‌های Kaikohe و *E. maidenii* کشور نیوزلند به‌طور ناگهانی کاهش یافت و به ترتیب ۳۱ تا ۴۱، ۵۷، ۶۶، ۷۹ و ۶۷ درصد بود. پژوهشگران فوق دلیل این مرگ‌ومیر ناگهانی را تنش‌های محیطی مانند عدم مبارزه با علف هرز و وجود خاکستر آتش‌سوزی‌های پیشین در بستر کاشت گزارش کردند. در ایالت Tamil Nadu هند بر روی خاک‌های شنی - لومی، پروونانس‌های *E. camaldulensis* با مبدأ ایالت Queensland استرالیا، با رشد قطری ۳/۴۶ سانتی‌متر، رشد ارتفاعی ۵/۶۸ متر و زنده‌مانی ۹۵ درصد پس از ۲۴ ماه از تاریخ کاشت، عملکرد برتری نسبت به پروونانس‌های *E. tereticornis* داشتند (Varghese et al., 2008). برتری عملکرد پروونانس‌های *E. camaldulensis* با مبدأ ایالت Queensland استرالیا، منطقه Petford و مبدأ کشور تایلند از نظر ارتفاع، قطر برابر سینه و حجم درخت در رویشگاه Chachoengsao کشور تایلند نسبت به پروونانس‌های دیگر با مبدأ استرالیا گزارش شد. مقدار ارتفاع (متر)، قطر برابر سینه (سانتی‌متر) و حجم (متر مکعب بر هکتار) آن برای پروونانس با مبدأ منطقه پتفورد ایالت کوینزلند به ترتیب ۸/۶، ۶/۱ و ۹۵/۴ و برای پروونانس با مبدأ تایلند به ترتیب ۹/۳، ۶/۶ و ۱۱۹/۷ در رویشگاه Chachoengsao تایلند پس از دو سال از تاریخ کاشت بود (Pinyopusarerk et al., 1996). گونه‌های *E. grandis* و *E. saligna* جزء گونه‌های سازگار و با عملکرد قابل ملاحظه و بسیار مناسب برای کشت در کشور اتیوپی معرفی شدند (Hunde et al., 2003). برخی از دلایل سازگاری و عملکرد بسیار زیاد این گونه‌ها در رویشگاه‌های کشت‌شده، بارندگی زیاد (۸۰۰ تا

فضای سبز در این مناطق ضرورت دارد. این پژوهش به منظور شناسایی گونه‌های سازگار اکالیپتوس در مناطق بدون پوشش گیاهی در استان بوشهر انجام شد. نتایج پژوهش پیش‌رو در انتخاب گونه مناسب به منظور کشت و نیز به عنوان مطالعه پایه برای انجام پژوهش‌های علمی دیگر در آینده در مورد این گونه‌ها مفید خواهد بود.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در بخش شبانکاره از توابع شهرستان دشتستان استان بوشهر انجام شد. طول جغرافیایی محل اجرای طرح بین  $50^{\circ} 50'$  و  $51^{\circ} 50'$  درجه شرقی و عرض جغرافیایی آن بین  $25^{\circ} 25'$  و  $29^{\circ} 50'$  درجه شمالی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۷۰ متر است. این منطقه دارای متوسط بارندگی  $274/8$  میلی‌متر و متوسط بیشترین و کمترین دمای سالانه به ترتیب  $39/1$  و  $11/2$  درجه سانتیگراد و متوسط درجه حرارت روزانه  $24/9$  درجه سانتیگراد است. همچنین، معدل بیشترین دما در گرم‌ترین ماه سال،  $47/9$  سانتیگراد، معدل کمترین درجه حرارت در سردترین ماه سال، دو درجه سانتیگراد و تبخیر سالانه بیشتر از  $3156$  میلی‌متر است. محل اجرای پژوهش با داشتن نه ماه خشک و تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل، جزء مناطق گرم و خشک است. به دلیل درجه حرارت زیاد اغلب روزهای تیر و مرداد، بادهای داغ تابستانی در این ایستگاه می‌وزد. این ایستگاه بر روی جلگه آبرفتی با خاکی عمیق و بافت شنی - لومی واقع شده که بر روی طبقه زردرنگ، بافت بسیار سبک و ساختمانی فشرده قرار دارد. مقدار EC خاک که هنوز آبیاری نشده بود،  $2/8$  و پس از آبیاری،  $10/47$  تا  $13/09$  دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین، pH خاک  $7/7$  تا  $7/9$  بود. کربن آلی و ازت کل خاک به ترتیب  $0/25$  و  $0/02$  درصد و فسفر و پتاسیم قابل جذب آن به ترتیب  $8$  و  $70$  میلی‌گرم در لیتر بود. آب مورد استفاده دارای EC هفت

$1500$  میلی‌متر در سال) و دمای معتدل (میانگین سالانه  $15$  تا  $22/5$  درجه سانتیگراد) بوده است. همچنین، در اتیوپی، *E. saligna*  $40$  تا  $50$  متر مکعب و *E. grandis*  $30$  تا  $40$  متر مکعب چوب (درخت سرپا) در هکتار در سال تولید کردند (Davidson, 1995).

در منابع داخلی، نتایج پژوهشی در استان فارس نشان داد که *E. camaldulensis* و *E. microtheca* در اراضی تحت پخش سیلاب با زنده‌مانی بیشتر از  $80$  درصد نسبت به *E. fruticetorum* برتری داشتند (Mortazavi Jahromi & Kowsar, 2010). نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که *E. camaldulensis* زنده‌مانی بیشتری نسبت به گونه‌های دیگر و پروونانس‌های مورد آزمایش در استان لرستان داشت (Karamian et al., 2015). Sardabi و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که *E. saligna* در ورامین، سازگاری و زنده‌مانی خوبی داشت. *E. rubida* با مبدأ بذر داخلی (ایستگاه شیخ‌نشین شرکت سفارود گیلان) در مناطقی مانند محلات، قم و ایستگاه خوشامیان کلارآباد آزمایش شد. نتایج نشان داد که سازگاری این گونه در محلات و خوشامیان عالی بود، به طوری که زنده‌مانی آن در این دو رویشگاه به ترتیب  $93$  و  $90/7$  درصد بود و سازگاری آن در قم  $46/7$  درصد گزارش شد. این گونه نسبت به سرمای شدید سال  $1368$  در محلات و خوشامیان، مقاوم و نسبت به خشکی و گرمای شهر قم سازگار نبود (Tavakoli-Neko et al., 2015). گونه *E. grandis* با دو مبدأ داخلی (ایستگاه چمستان نور) و خارجی (استرالیا) در دو ایستگاه خوشامیان کلارآباد و محلات به ترتیب دارای زنده‌مانی  $64$  و  $87$  درصد بود (Tavakoli-Neko et al., 2015).

از آنجایی که تاکنون در استان بوشهر آزمایش سازگاری گونه‌های اکالیپتوس انجام نشده است و از طرفی گستره وسیعی از اراضی استان بوشهر را جلگه‌های هموار و بدون پوشش جنگلی تشکیل می‌دهند، بنابراین انجام پژوهش در مورد گونه‌های جنگلی تندرشد و مناسب مانند اکالیپتوس در چنین دشت‌هایی بسیار ضروری است. از سوی دیگر، ارزیابی سازگاری و عملکرد چنین گونه‌هایی برای ایجاد

زنده‌مانی نهال‌ها در سال اول، هر سه ماه یک‌بار و از سال دوم به بعد، یکبار در سال بررسی شد. ارتفاع، قطر یقه، قطر برابر سینه و قطر تاج (میانگین قطر بزرگ و کوچک) در پایان فصل رشد اندازه‌گیری شدند. *E. saligna* در یکی از کرت‌ها از بین رفته بود که این کرت، کرت ازدست‌رفته نام گرفت. برای بازسازی داده‌های مربوط به کرت ازدست‌رفته از روش بیتز (Yaetze) استفاده شد (Bassiri, 1995).

در این پژوهش، درصد زنده‌مانی نهال‌ها محاسبه و تجزیه و تحلیل شد. همچنین، مساحت تاج درختان طبق روش Mueller-Dombois و Ellenberg (۱۹۷۴) به دست آمد. حجم درخت سرپا با استفاده از رابطه ۱ و رویش حجمی گونه‌ها بر اساس تعداد درختان زنده و برای یک دوره چهارساله با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (Zobeiry, 1994).

$$V = (\pi/40000) \times d^2 \times h \times f \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$V \text{ (ha)} = V \times 10000/a^2 \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه‌های فوق:  $V$  حجم سرپا به متر مکعب،  $d$  قطر برابر سینه به سانتی‌متر،  $h$  ارتفاع به متر،  $a$  فاصله کاشت و  $f$  ضریب شکل است که مقدار آن برای اکالیپتوس ۰/۵۱ در نظر گرفته شد (Delgado-Matas & Pukkala, 2011). داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری تجزیه واریانس، آزمون دانکن، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از آماره خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی بر اساس روش Ward و به‌کارگیری نرم‌افزارهای Excel و SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات کمی برای گونه‌های مورد مطالعه نشان داد که اثر نوع گونه بر تمام صفات مؤثر بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که *E. camaldulensis* از نظر رشد قطر یقه، قطر برابر سینه، ارتفاع کل، مساحت تاج، حجم در هکتار و رویش حجمی سالانه نسبت به گونه‌های دیگر برتری داشت. *E. saligna* در رتبه

دسی‌زیمنس بر متر و pH آن ۷/۹ بود (Khademi, 2006).

## روش پژوهش

برای انتخاب گونه، با به‌کارگیری نرم‌افزار GIS و با استفاده از بانک‌های اطلاعاتی در مورد نیازهای اکولوژیک گونه‌های جنگلی در رویشگاه‌های طبیعی و جنگل‌کاری‌های انجام‌شده در مناطق مختلف جهان، هم‌خوانی آب‌وهوایی بین ویژگی‌های گونه‌ها در مبدأ و محل اجرای پژوهش بررسی و گونه‌های مناسب انتخاب شدند. سپس، در سال ۱۳۸۵ در نهالستان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان بوشهر، خزانه‌گیری بذرهای اکالیپتوس انجام شد. بذرهای چهار گونه اکالیپتوس در گلدان‌های پلی‌اتیلنی به قطر ۱۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر با مخلوطی از خاک سبک و کود حیوانی به نسبت ۲۰ درصد کود و ۸۰ درصد خاک کاشته شدند. عملیات نگهداری، مراقبت و آبیاری نونهال‌ها در نهالستان به‌طور روزانه انجام شد. نونهال‌های *E. camaldulensis* (مبدأ بذر ایستگاه جنگل‌کاری عیسوند، بوشهر)، *E. grandis*، *E. rubida* و *E. saligna* (بذر این سه گونه از مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شد) پس از رشد مناسب در نهالستان، در اوایل بهمن ۱۳۸۶ به عرصه جنگل‌کاری منتقل شدند. نهال‌ها در چاله‌هایی به قطر ۴۰ و عمق ۵۰ سانتی‌متر و به فاصله پنج متر از یکدیگر کشت شدند. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و چهار گونه اجرا شد که در هر تکرار، ۴۹ اصله نهال از هر گونه کاشته شد. به‌منظور کاهش اثرات زیان‌بار بادهای داغ تابستانی، نهال‌ها در فروردین ۱۳۸۷ به‌وسیله برگ درختان خرما حفاظت و برای جلوگیری از شکستن نهال‌ها از قیم چوبی استفاده شد. عملیات مراقبت، نگهداری و آبیاری نهال‌ها به‌طور مرتب انجام شد. نهال‌ها تا آخر فروردین هر سال، هر هفته یک‌بار و از اول اردیبهشت تا آخر آبان هر سه روز یک‌بار و در ماه‌های دی تا اسفند هر ۱۴ روز یک‌بار به مقدار ۴۰ لیتر برای هر نهال با استفاده از سیستم تحت فشار آبیاری شدند.

بعدی جای گرفت و پس از آن دو گونه دیگر (*E. grandis* و *E. rubida*) قرار داشتند که تا پایان سال اول پس از جنگل‌کاری، همه نهال‌های آن‌ها از بین رفتند (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی گونه‌های اکالیپتوس کشت‌شده در دشتستان پس از چهار سال

منبع تغییرات	ارتفاع (متر)	قطر یقه (سانتی‌متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	مساحت تاج (مترمربع)	حجم درخت سرپا (متر مکعب در هکتار)	میانگین رویش حجمی (متر مکعب در هکتار در سال)	زنده‌مانی (درصد)
تکرار	۰/۴۲ <sup>ns</sup>	۱/۱۹ <sup>ns</sup>	۱/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۸۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۱۲۳ <sup>ns</sup>
گونه	۲۴/۶°	۶۹/۵°	۲۰/۳۱°	۱۵/۲۹°	۶/۸۲°	۰/۴۶°	۴۱۲۵/۳۵°
خطای کل	۰/۷۵	۱/۲۸	۰/۷۳	۰/۵۹	۰/۴۵	۰/۱۷	۱۰/۰۶

\* معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد، <sup>ns</sup> غیرمعنی‌دار

۶/۰۳ متر، ۹/۹ سانتی‌متر، ۵/۲۳ سانتی‌متر، ۴/۷۳ متر مربع و ۳/۱۹ متر مکعب در هکتار برتری قابل توجهی نسبت به سه گونه دیگر داشت. اگرچه *E. saligna* زنده ماند، اما عملکرد آن از نظر حجم در هکتار و زنده‌مانی ضعیف بود (جدول ۲).

از چهار گونه کشت‌شده، دو گونه *E. camaldulensis* و *E. saligna* زنده ماندند. نتایج مربوط به تفاوت میانگین‌های صفات رویشی گونه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. از نظر میانگین ارتفاع، قطر یقه، قطر برابر سینه، مساحت تاج و حجم سرپا، *E. camaldulensis* به ترتیب با

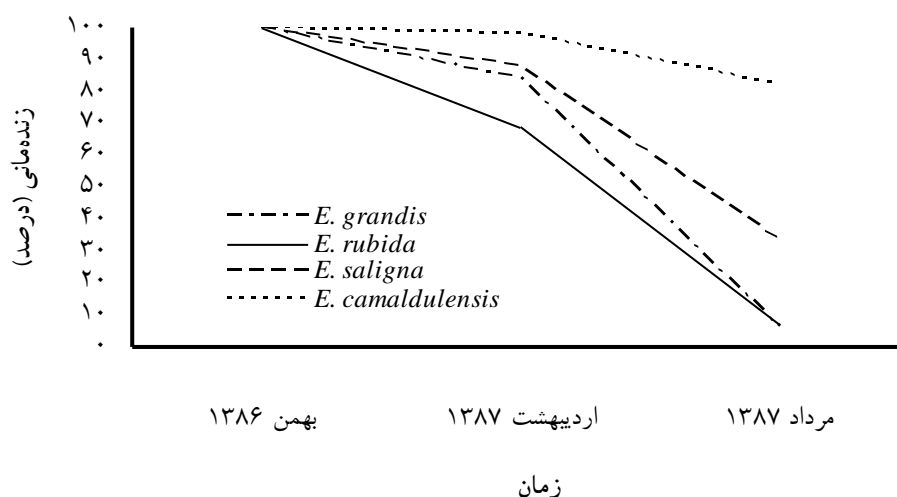
جدول ۲- مقایسه میانگین صفات کمی درختان اکالیپتوس کشت‌شده در ایستگاه تحقیقات شبانکاره، دشتستان، استان بوشهر پس از چهار سال

گونه	ارتفاع (متر)	قطر یقه (سانتی‌متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	مساحت تاج (مترمربع)	حجم درخت سرپا (متر مکعب در هکتار)	میانگین رویش حجمی (متر مکعب در هکتار در سال)	زنده‌مانی (درصد)
<i>E. camaldulensis</i>	۶/۰۳ <sup>a</sup>	۹/۹ <sup>a</sup>	۵/۲۳ <sup>a</sup>	۴/۷۳ <sup>a</sup>	۳/۱۹ <sup>a</sup>	۰/۸ <sup>a</sup>	۷۷/۵ <sup>a</sup>
<i>E. saligna</i>	۲/۷۲ <sup>b</sup>	۵/۷ <sup>b</sup>	۳/۴۳ <sup>a</sup>	۲/۳۳ <sup>b</sup>	۰/۷۷ <sup>b</sup>	۰/۳۹ <sup>a</sup>	۱۳/۲۵ <sup>b</sup>
<i>E. grandis</i>	۰ <sup>c</sup>	۰ <sup>c</sup>	۰ <sup>b</sup>	۰ <sup>c</sup>	۰ <sup>b</sup>	۰ <sup>b</sup>	۰ <sup>b</sup>
<i>E. rubia</i>	۰ <sup>c</sup>	۰ <sup>c</sup>	۰ <sup>b</sup>	۰ <sup>c</sup>	۰ <sup>b</sup>	۰ <sup>b</sup>	۰ <sup>b</sup>

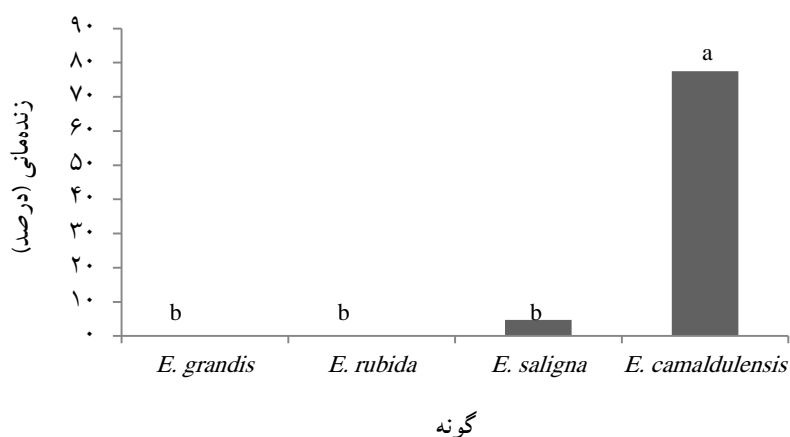
حروف متفاوت در هر ستون بیان‌گر اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

*E. grandis* از بین رفتند و دو گونه دیگر شامل *E. saligna* و *E. camaldulensis* به ترتیب با زنده‌مانی ۷۷/۵ و ۴/۷ درصد باقی ماندند (شکل ۲). این نتایج نشان داد که *E. camaldulensis* از نظر زنده‌مانی برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به گونه‌های دیگر داشت.

نتایج مربوط به روند نزولی زنده‌مانی چهار گونه اکالیپتوس مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است. زنده‌مانی *E. camaldulensis* پس از گذشت هفت ماه از تاریخ کاشت، ۸۲ درصد بود که مقدار قابل توجهی است، اما زنده‌مانی سه گونه دیگر به شدت کاهش یافت. نتایج زنده‌مانی سال ۱۳۸۹ نشان داد که *E. rubida* و



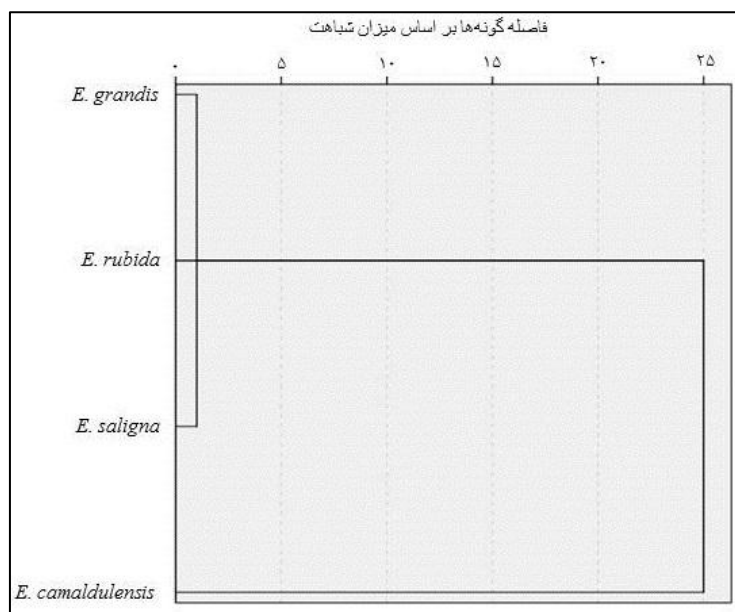
شکل ۱- روند کاهش درصد زنده‌مانی گونه‌های مختلف اکالیپتوس در عرصه جنگل‌کاری تا پایان سال اول پس از کاشت



شکل ۲- مقایسه زنده‌مانی *E. camaldulensis* با مبدأ بذر بوشهری با گونه‌های دیگر، چهار سال پس از کاشت

ریخت‌شناسی مشابه را در یک گروه قرار داد. آرایه‌های *E. grandis*، *E. rubida* و *E. saligna* در گروه اول و آرایه *E. camaldulensis* در گروه دوم قرار گرفتند. این دو گروه شباهت بسیار کمی نسبت به یکدیگر داشتند.

نتایج تجزیه خوشه‌ای داده‌های مربوط به گونه‌های مختلف اکالیپتوس بر اساس میانگین هفت مشخصه (ارتفاع درخت، قطر یقه، قطر برابر سینه، مساحت تاج، حجم در هکتار، میانگین رویش حجمی و زنده‌مانی) در شکل ۳ ارائه شده است. تجزیه خوشه‌ای، گونه‌های با ویژگی‌های



شکل ۳- درخت‌واره به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای گونه‌های اکالیپتوس بر مبنای میانگین مشخصه‌های مورد بررسی

## بحث

دیگر توسط پژوهشگران دیگری نیز گزارش شده است. در استان فارس، Hamzhepour و همکاران (۲۰۱۲)، Mortazavi Jahromi و Kowsar (۲۰۱۰)، Mortazavi Jahromi (۱۹۹۵) گزارش کردند که این گونه از نظر زنده‌مانی و رشد نسبت به گونه‌های دیگر برتری داشت. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که این گونه در ایستگاه خرما و میوه‌های گرمسیری شبانکاره که آب‌وهوای گرم و خشک بیابانی شدید دارد، دارای زنده‌مانی خوبی بود. دلیل این برتری، مقاومت بیشتر این گونه به تنش‌های خشکی و گرمایی نسبت به سایر گونه‌ها بود.

در پژوهش پیش‌رو بیشترین ارتفاع، قطر یقه، قطر برابر سینه، سطح تاج، حجم درخت سرپا و میانگین رویش حجمی سالانه مربوط به *E. camaldulensis* بود که بیانگر سازگاری خوب آن با شرایط آب‌وهوایی استان بوشهر بود. این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران در خارج و داخل ایران مطابقت دارد. در آزمایشی، از میان ۱۵ گونه و پرووانس اکالیپتوس در غرب فارس، پرووانس‌های *E. camaldulensis* بیشترین رشد قطری را داشتند (Hamzhepour et al., 2012). در تپه‌های شنی خوزستان،

نتایج این پژوهش نشان داد که *E. camaldulensis* به‌طور معنی‌داری از نظر زنده‌مانی نسبت به گونه‌های دیگر برتری داشت. بررسی منابع نشان می‌دهند که این گونه برای مناطق خشک و نیمه‌خشک مناسب است، اما گونه‌های دیگر چنین نیستند. نتایج پژوهش‌هایی در استرالیا نشان داد که این گونه در مناطق خشک و نیمه‌خشک رویش دارد (Teulieres & Marque, 2007; Teulière et al., 2007). همچنین، پراکنش این گونه در مناطق خشک با تابستان‌های گرم در استرالیا گزارش شده است (Barson, 1978). بنابراین زنده‌مانی برای این گونه در حد انتظار بود. نتایج پژوهشی در ایران نشان داد که این گونه زنده‌مانی بیشتری نسبت به گونه‌های دیگر و پرووانس‌های مورد آزمایش در استان لرستان داشت (Karamian et al., 2015). همچنین، زنده‌مانی این گونه در نیوزلند و استرالیا به ترتیب ۶۶ و ۷۱ درصد گزارش شد (Barson, 1978; Low & Shelbourne, 1999). در دو پژوهش مذکور، این گونه به دلیل تنش خشکی دچار مرگ‌ومیر شد. از نظر سازگاری و رشد در مناطق مختلف ایران، برتری این گونه نسبت به گونه‌های

برخوردار بود (Sardabi et al., 2014). آزمایش سازگاری ۱۰ پروونانس از این گونه در اتیوپی نشان داد که زنده‌مانی آن بین ۳۶ تا ۷۹ درصد متغیر بود (Hunde et al., 2003). همچنین، نتایج پژوهش دیگری در کنیا حاکی از آن بود که این گونه در رویشگاه‌هایی با ارتفاع ۱۶۰۰ تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا رویش دارد و در مناطقی با ارتفاع ۲۲۰۰ متر از سطح دریا رویش بهتری داشت و رشد آن در چنین رویشگاه‌هایی از *E. grandis* بیشتر بود (Oballa et al., 2010). دلیل عدم سازگاری این گونه در پژوهش پیش‌رو می‌تواند مربوط به حساسیت این گونه نسبت به تنش‌های خشکی و درجه حرارت زیاد هوا باشد، زیرا در محل اجرای پژوهش، درجه حرارت هوا در ماه‌های تیر و مرداد از ۴۷ درجه سانتیگراد هم بیشتر می‌شود که باعث وزش بادهای داغ تابستانی و خشکی هوا در این منطقه می‌شود (Sadeghi et al., 2008). وزش چنین بادهایی باعث افزایش تبخیر و تعرق گیاه شده که در نتیجه مداومت آن، منجر به پژمردگی و مرگ این گونه شد.

در این پژوهش، *E. saligna* از نظر عملکرد صفات کمی (ارتفاع، قطر یقه، قطر برابر سینه، مساحت تاج، حجم درخت سرپا و میانگین رویش حجمی سالانه) در رتبه دوم قرار گرفت. با این وجود، زنده‌مانی و عملکرد صفات رویشی گونه مذکور خیلی کم بود. به دلیل سازگاری و عملکرد خیلی کم، نتایج تجزیه خوشه‌ای نیز این گونه را در گروه اول (با سازگاری و عملکرد خیلی کم) همراه با *E. grandis* و *E. rubida* قرار داد. *E. rubida* در رویشگاه‌های طبیعی با شرایط سرد و مرطوب در جنوب شرقی استرالیا و تاسمانی رویش دارد، بنابراین این گونه چنین شرایطی را می‌طلبد. دو گونه *E. saligna* و *E. rubida* به بروز خشکی حساسیت نشان داده و نسبت به *E. camaldulensis* سازگاری و عملکرد کمتری داشتند که علت آن، حساسیت آن‌ها به خشکی و یا توقعات فیزیولوژیک خاص آن‌ها بیان شد (Sardabi & Tavakkoli-neko, 2017). در پژوهش پیش‌رو، این گونه‌ها سازگاری و عملکرد مطلوبی نداشتند که دلیل آن گرما و بادهای داغ تابستانی بود.

*E. camaldulensis* 9616 نسبت به گونه‌های دیگر و پروونانس‌های تحت آزمایش از رشد قطری و ارتفاعی بیشتری برخوردار بود (Saleheh Shooshtari & Rouhipour, 2006). در استان لرستان، *E. camaldulensis* 13701 رشد قطری و ارتفاعی و قطر تاج بیشتری در مقایسه با گونه‌های دیگر و پروونانس‌های مورد آزمایش مانند *E. camaldulensis* و *E. globulus* var. *maidenii* داشت (Karamian, et al., 2015). پژوهشگران دیگر مانند Mortazavi Jahromi (۱۹۹۵)، Mortazavi و Jahromi (۲۰۱۰) در مناطق مختلف کشور نیز برتری این گونه را نسبت به گونه‌های دیگر از نظر استقرار و رشد در عرصه‌های جنگل‌کاری گزارش کردند. علت برتری این گونه، عامل‌هایی مانند مقاومت زیاد در برابر تنش‌هایی مانند شوری و خشکی گزارش شده است (Teulière et al., 2007). علاوه بر این، راهکار مقابله با تنش خشکی در این گونه، تطابق اسمزی و افزایش خاصیت ارتجاعی دیواره سلولی گزارش شده است (Lemcoff et al., 2002). در محل اجرای پژوهش پیش‌رو، آب شور باعث افزایش شوری خاک شده بود و تبخیر سالانه ۳۱۵۶ میلی‌متر بود (Khademi, 2006) که این عامل باعث بروز تنش خشکی در عرصه طرح شد. با این وجود و به دلایل مذکور، این گونه بیشترین سازگاری و عملکرد را نسبت به گونه‌های دیگر در استان بوشهر داشت.

زنده‌مانی *E. saligna* چهار سال پس از کاشت، ۴/۷ درصد بود. چنین نتیجه‌ای نشان‌دهنده احتمال عدم سازگاری این گونه با شرایط اکولوژیک محل اجرای پژوهش بود. زنده‌مانی این گونه در نیوزلند در رویشگاه‌های Kaekohe و Clive به ترتیب ۸۷ و ۶۷ درصد بود (Low & Shelbourne, 1999). بررسی منابع علمی نشان داد که این گونه در استرالیا که رویشگاه آن است، در مناطقی با آب‌وهوای گرم و مرطوب و در بعضی مناطق دارای آب‌وهوای سرد و دارای دوره یخبندان با بارندگی سالانه ۹۰۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌متر رویش دارد (Boland et al., 2006). همچنین، این گونه در ورامین از سازگاری خوبی



همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که مناسب‌ترین خاک برای رویش این گونه لومی با حاصلخیزی متوسط و زهکشی خوب و نیز دارای لایه عمیق رسی است. نتایج آزمایشات سازگاری این گونه با مبدأ بذر داخلی (شفارود گیلان) در ایستگاه‌هایی مانند محلات و قم نشان داد که زنده‌مانی آن در محلات ۹۰/۷ درصد بود، اما در قم در حد متوسط (۴۶/۷ درصد) گزارش شد (Tavakoli-Neko et al., 2015). دلیل کاهش زنده‌مانی این گونه، عدم تحمل آن در مقابل گرما و خشکی در ایستگاه قم اعلام شد. در استان مرکزی، بیشترین و کمترین زنده‌مانی و رشد از میان شش گونه اکالیپتوس کاشته شده به ترتیب مربوط به *E. camaldulensis* 41-sh و *E. rubida* بود (Goodarzi & Ahmadloo, 2018). کاهش شدید زنده‌مانی این گونه در محل اجرای پژوهش پیش‌رو در سال اول را می‌توان به دلیل حساسیت این گونه نسبت به خشکی هوا و افزایش درجه حرارت محیط و وزش بادهای داغ تابستانی دانست. همچنین، فقر خاک عاملی دیگر در افزایش مرگ‌ومیر آن بود. این گونه در سال دوم به‌طور کامل از بین رفت که بیانگر عدم سازگاری آن با شرایط آب‌وهوایی محل انجام پژوهش بود. نکته قابل توجه دیگر این است که تطابق آب و هوایی رویشگاه مبدأ بذر گونه‌ها با محل اجرای طرح یکی از عامل‌هایی است که بر سازگاری و عملکرد گونه‌ها تأثیر دارد. سایر عامل‌ها شامل شرایط رویشگاه محل جمع‌آوری بذر، عملیات کاشت، نگهداری و مراقبت پس از کاشت نیز بر عملکرد گونه‌ها مؤثر هستند (Davidson, 1995). در پژوهش پیش‌رو، از این نظر خطای قابل ملاحظه‌ای که نتایج پژوهش را به این شدت تغییر دهد، مشاهده نشد، بنابراین مرگ‌ومیر این دو گونه می‌تواند به عامل‌های ناشناخته دیگری مانند سن و زمان انتقال و یا تنش‌های مربوط به انتقال نهال به عرصه مربوط شود که در این مطالعه، امکان بررسی بیشتر آن‌ها میسر نبود.

آرایه *E. camaldulensis* سازگاری و عملکرد بسیار خوبی نسبت به آرایه‌های *E. salinga*، *E. grandis* و *E. rubida* داشت، بنابراین پیشنهاد می‌شود که برای مناطق

زنده‌مانی *E. grandis* هفت ماه پس از کاشت، ۶/۴ درصد بود و نهال‌های این گونه یک سال پس از کاشت از بین رفتند. دلیل آن می‌تواند آب‌وهوای خشک و گرم و خاک شنی و فقیر محل اجرای پژوهش باشد. این نتایج نشان می‌دهند که این گونه با شرایط اکولوژیک محل اجرای طرح سازگار نبود. *E. grandis* در رویشگاه اصلی‌اش در استرالیا در مناطقی با آب‌وهوای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری و با بارندگی تابستانه حدود ۱۰۰۰ تا ۳۵۰۰ میلی‌متر بر روی خاک‌های عمیق و حاصلخیز و مرطوب با زهکشی خوب رویش دارد (Potts & Dungey, 2004; Boland et al., 2006). همکاران (۲۰۱۵)، زنده‌مانی این گونه را در ایستگاه محلات ۶۴ درصد گزارش کردند. آن‌ها دلیل کاهش زنده‌مانی این گونه در محلات را آبیاری ناکافی اعلام کردند، بنابراین نهال‌های کاشته شده در عرصه جنگل‌کاری در تابستان سال ۱۳۸۷ به دلیل هوای گرم و وزش بادهای داغ تابستانی از بین رفتند. از سوی دیگر، فقر خاک از نظر مواد غذایی بر شدت این مرگ‌ومیر افزود، زیرا بر اساس منابع علمی موجود، این گونه در رویشگاه اصلی‌اش بر روی خاک‌های لومی حاصلخیز می‌روید (Boland et al., 2006). این گونه به‌طور کامل در سال اول اجرای طرح از بین رفت که بیانگر عدم سازگاری آن با شرایط محل اجرای پژوهش بود. دلیل عدم سازگاری این گونه در محل اجرای پژوهش را می‌توان مربوط به حساسیت این گونه نسبت به گرمای زیاد، خشکی و وزش بادهای داغ تابستانی دانست.

زنده‌مانی *E. rubida* هفت ماه پس از کاشت ۶/۹ درصد بود. همچنین، کلیه نهال‌های این گونه یک سال پس از کاشت از بین رفتند. این نتایج نشان داد که این گونه با شرایط اکولوژیک محل اجرای طرح سازگار نبود. این گونه در رویشگاه اصلی‌اش (استرالیا) در مناطقی با آب‌وهوای خنک تا گرم و مرطوب با میانگین بیشترین دما (۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد) در گرمترین ماه‌های سال و میانگین کمترین دما (۴- تا ۴) درجه سانتیگراد) در سردترین ماه‌های سال رویش دارد (Boland et al., 2006). Boland و

- Forest Trees of Australia. 5<sup>th</sup> Edition, CSIRO Publishing, Clayton, 768p.
- Davidson, J., 1995. *Eucalyptus* tree improvement and breeding. Ministry of Natural Resources Development and Environmental Protection, Addis Ababa, Ethiopia, 96p.
  - Delgado-Matas, C. and Pukkala, T., 2011. Comparison of the growth of six *Eucalyptus* species in Angola. *International Journal of Forestry Research*, 2011: 1-9.
  - Goodarzi, G.R. and Ahmadloo, F., 2018. Investigation on adaptability and performance of species and provenances of *Eucalyptus* in Markazi province (Saveh). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(4): 634-645 (In Persian).
  - Hamzehpour, M., Sardabi, H., Bordbar, S., Joukar, L. and Abbasi, A.R., 2012. Investigation on establishment of some industrial *Eucalyptus* species and provenances in Kazeroon, Fars province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(2): 217-232 (In Persian).
  - Hunde, T., Mamushet, D., Duguma, D., Gizachew, B. and Teketay, D., 2003. Growth and form of provenances of *Eucalyptus saligna* at Wondo Genet, southern Ethiopia. *Australian Forestry*, 66(3): 213-216.
  - Jamali, B., 1984. Preliminary results on cultivation of *Eucalyptus* species. Final report of research project, Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Dezful, 26p (In Persian).
  - Javanshir, K. and Mosadegh, A., 1972. *Eucalyptus*. University of Tehran Press, Tehran, 434p (In Persian).
  - Karamian, R., Sardabi, H., Mohammadian, A., Mehdifar, D. and Darvishian, K., 2015. Investigation on adaptability and performance of industrial *Eucalyptus* provenances at Khorramabad in Lorestan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(1): 167-177 (In Persian).
  - Khademi, R., 2006. A glance on research station of Shabankareh. Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Bushehr, 14p (In Persian).
  - Lemcoff, J.H., Guarnaschelli, A.B., Garau, A.M. and Prystupa, P., 2002. Elastic and osmotic adjustments in rooted cuttings of several clones of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. from southeastern Australia after a drought. *Flora- Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 197(2): 134-142.
  - Low, C.B. and Shelbourne, C.J.A., 1999. Performance of *Eucalyptus globulus*, *E. maidenii*, *E. nitens*, and other eucalypts in Northland and Hawke's Bay at

با آب و هوای گرم و خشک مانند جنوب کشور از پروونانس‌های *E. camaldulensis* در پروژه‌های جنگل‌کاری و فضای سبز شهری و مناطق صنعتی استفاده شود، اما بر اساس نتایج این پژوهش، سه گونه *E. saligna*، *E. grandis* و *E. rubida* برای مناطقی مانند استان بوشهر که دارای آب‌وهوای گرم و خشک شدید است، پیشنهاد نمی‌شوند. عملکرد برتر پروونانس‌های *E. camaldulensis* در کشورهای هند (Varghese et al., 2008) و تایلند (Pinyopusarerk et al., 1996) نیز گزارش شد، بنابراین پژوهش‌های بیشتر در مورد پروونانس‌های *E. saligna* و *E. camaldulensis* در مورد فاصله کاشت مناسب، سن و زمان مناسب انتقال نهال به عرصه و نیز راهکارهای مناسب‌تر برای استقرار و رشد آن‌ها (مانند کاشت گونه‌ها با کمک تکنیک‌های ذخیره نزولات یا افزایش مقدار آبیاری) در شرایط گرم و خشک جنوب کشور پیشنهاد می‌شود.

## سپاسگزاری

این مقاله از طرح پژوهشی شماره ۸۴۰۰۳-۰۱-۰۰۰۰-۱۷-۰۱۶-۲ مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور استخراج شده است. بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر سپاسگزاری می‌شود. همچنین، از همه افرادی که در اجرای این پژوهش همکاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

## References

- Barson, M.M., 1978. The distribution of *Eucalyptus viminalis* and *Eucalyptus camaldulensis* in Victoria. M.Sc. thesis. School of Botany, University of Melbourne, Melbourne, 102p.
- Bassiri, A. 1995. Statistical Designs in Agricultural Sciences. Shiraz University Press, Shiraz, 374p (In Persian).
- Boland, D.J., Brooker, M.I.H., Chippendale, G.M., Hall, N., Hyland, B.P.M., Johnston, R.D., Kleinig, D.A., McDonald, M.W. and Turner, J.D., 2006.

- Sardabi, H., 1998. Eucalypt and Pine species trials on the Caspian littoral and lowlands of Iran. Final Report of Research Project, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 133p (In Persian).
- Sardabi, H., Jafari, M., Farahani, I., Baizaei, A.M. and Qamqami, F., 2014. Investigation on adaptability and performance of industrial eucalypt provenances at different ecological zones- second stage (Tehran province). Final Report of Research Project, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 26p (In Persian).
- Sardabi, H. and Tavakkoli-Neko, H., 2017. Adaptation and performance of six eucalypt species irrigated with Qom sewage: 433-448. In: Abdalla, O., Kacimov, A., Chen, M., Al-Maktoumi, A., Al-Hosni, T. and Clark, I. (Eds.). Water Resources in Arid Areas: The Way Forward. Springer Water, Springer, Cham, 521p.
- Tavakoli-Neko, H., Sardabi, H., Pourmaidani, A., Adnani, M. and Moradi, M., 2015. Investigation on adaptability and performance of industrial eucalypt provenances at different ecological zones- second stage (Qom province). Final Report of Research Project, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 32p (In Persian).
- Teulieres, C. and Marque, C., 2007. *Eucalyptus*. 387-406 In: Pua, E.C. and Davey, M.R. (Eds.), Transgenic Crops V. Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 60. Springer, 563p.
- Teulière, C., Bossinger, G., Moran, G. and Marque, C., 2007. Stress studies in *Eucalyptus*. Plant Stress, 1(2): 197-215.
- Varghese, M., Harwood, C.E., Hegde, R. and Ravi, N., 2008. Evaluation of provenances of *Eucalyptus camaldulensis* and clones of *E. camaldulensis* and *E. tereticornis* at contrasting sites in southern India. Silvae Genetica, 57(1-6): 170-179.
- Zobeiry, M., 1994. Forest Inventory (Measurement of Tree and Stand). University of Tehran Press, Tehran, 401p (In Persian).
- ages 7 and 11 years. New Zealand Journal of Forestry Science, 29(2): 274-288.
- Mankessi, F., Saya, A., Toto, M. and Monteuis, O., 2010. Propagation of *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis* clones by rooted cuttings: Influence of genotype and cutting type on rooting ability. Propagation of Ornamental Plants, 10(1): 42-49.
- Mortazavi Jahromi, S.M., 1995. Results of *Eucalyptus* species elimination trials in Fars province (Southern Iran). Final Report of Research Project, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 72p (In Persian).
- Mortazavi Jahromi, S.M. and Kowsar, A., 2010. A pilot trial on drought resistant of tree species irrigated by floodwater. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(1): 90-106 (In Persian).
- Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, D., 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, New York, 547p.
- Oballa, P.O., Konuche, P.K.A., Muchiri, M.N. and Kigomo, B.N., 2010. Facts on growing and use of *Eucalyptus* in Kenya. Kenya Forestry Research Institute, Nairobi, 30p.
- Pinyopusarek, K., Doran, J.C., Williams, E.R. and Wasuwanich, P., 1996. Variation in growth of *Eucalyptus camaldulensis* provenances in Thailand. Forest Ecology and Management, 87(1-3): 63-73.
- Potts, B.M. and Dungey, H.S., 2004. Interspecific hybridization of *Eucalyptus*: key issues for breeders and geneticists. New Forests, 27: 115-138.
- Sabeti, H., 2008. Forests, Trees and Shrubs of Iran. 5<sup>th</sup> edition, Yazd University Press, Yazd, 886p (In Persian).
- Sadeghi, S.M., Javanshir, K., Namiranian, M. and Lotfian, H., 2008. Ecological investigation on christ-thorn (*Ziziphus spina-christi* L.) in Bushehr province. Acta Horticulture, 840: 189-196.
- Saleheh Shooshtari, M.S. and Rouhipour, H., 2006. *Eucalyptus* species trial on sandy dunes of Khuzestan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 13(4): 475-500 (In Persian).

## Adaptability and performance of industrial *Eucalyptus* species in Dashtestan, Bushehr province

S.M. Sadeghi<sup>1\*</sup>, H. Sardabi<sup>2</sup>, H. Kazerooni<sup>3</sup>, M.A. Sharifi<sup>4</sup>, N. Farrar<sup>5</sup> and S. Rashvand<sup>6</sup>

1\* - Corresponding author, Assistant Prof., Forests and Rangelands Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran  
E-mail: smbooraki@gmail.com

2- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- Research Expert, Forests and Rangelands Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bushehr, Iran

4- Senior Research Expert, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

5- Assistant Prof., Forests and Rangelands Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran

6- Assistant Prof., Forests and Rangelands Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran

Received: 16.02.2018

Accepted: 30.05.2018

### Abstract

This research was carried out to study the adaptability and performance of four *Eucalyptus* spp. species in Bushehr province. For this purpose, one- year- old seedlings of four species, including *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *E. rubida* H. Deane & Maiden, *E. grandis* W. Hill and *E. saligna* Sm. were planted under randomized complete blocks design, using 49 seedlings per plot at 5 × 5 m spacing at Shabankareh Research Station, Dashtestan, Bushehr province, in late February. All trees were irrigated, protected and enumerated each three months in the first year after plantation. Survived trees were counted and measured at the end of each year from second year on. Diameter at breast height (DBH), collar diameter, total height and crown diameter were measured to evaluate tree performance. Results showed that *E. camaldulensis* had the highest survival, height, DBH, crown area, standing stock volume and volume increment rates, followed by *E. saligna*. Application of Duncan test showed significant differences among species in terms of their survival and growth performance ( $\alpha = 5\%$ ). Furthermore, *E. rubida* and *E. grandis* completely died at the end of first year of cultivation due to drought and high temperature stress in June and July. Based on these results, *E. camaldulensis* was suggested for plantation in similar sites in the south of Iran and further research was recommended.

**Keywords:** Crown area, diameter at breast height, *E. camaldulensis*, *E. rubida*, height, survival.