



دانشگاه گواران، دانش و فناوری جنگل

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و هشتم، شماره دوم، ۱۴۰۰

۱۴۱-۱۲۳

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

DOI: 10.22069/jwfst.2021.17983.1872

سازگاری اولیه و رشد نه گونه و پروونانس اکالیپتوس (*Eucalyptus spp.*) در استان بوشهر

سید موسی صادقی*^۱، حسین سردابی^۲، ناصر فرار^۳ و حسن کازرونی^۴

^۱استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،

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

^۳استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران،

^۴کارشناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: اکالیپتوس‌ها جزء درختان بزرگ و تندرشد هستند که برای تولید چوب در سطح جهانی و در کشور ایران کشت شده‌اند. گونه‌های تندرشد این جنس طی نه دهه گذشته به ایران وارد شده‌اند. این گونه‌ها در مناطق مختلف اکولوژیک ایران مورد آزمایش سازگاری و عملکرد، قرار گرفته‌اند. پژوهش حاضر با هدف بررسی سازگاری اولیه و رشد نه گونه یا پروونانس اکالیپتوس به منظور تعیین گونه‌های مناسب برای کشت در پروژه‌های جنگل‌کاری و زراعت چوب در استان بوشهر، انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش‌های این پروژه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و نه تیمار (گونه و پروونانس اکالیپتوس) در سال ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات شبانکاره شهرستان دشتستان استان بوشهر اجرا شد. در هر کرت آزمایشی اولیه ۱۸ اصله از هر گونه یا پروونانس به فاصله ۵×۵ متر کشت شدند. تیمارها شامل *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030، *Eucalyptus camaldulensis* ig. *camaltereti* 20709، *E. saligna*، *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828، *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 و *E. globulus* subsp. *bicostata* 16731، *E. viminalis* subsp. *cygnetensis* 16020، *E. dunnii* 17909 و *E. nobilis* 19452 بود. نهال‌ها اول تا آخر فروردین‌ماه هر سال هر هفته یک‌بار و از اول اردیبهشت‌ماه تا آخر آبان ماه هر ۳ روز یک‌بار و از آذر تا پایان اسفند هر ۱۴ روز یک‌بار آبیاری شدند. نگهداری و حفاظت نهال‌ها توسط نگهبان انجام شد. برای ارزیابی استقرار اولیه و رشد درختان، زنده‌مانی (به طور سالانه)، ارتفاع، قطر یقه، قطر برابر سینه و قطر بزرگ و کوچک تاج درختان در پایان سال سوم اندازه‌گیری شدند. متغیرهایی مانند ارتفاع، قطر یقه و برابر سینه درخت، سطح تاج، حجم درخت سرپا، رویش حجمی سالانه و درصد زنده‌مانی مورد آنالیز قرار گرفتند. برای نشان دادن معنی داری تفاوتها در سطح ۵٪ از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون توکی استفاده شد.

* مسئول مکاتبه: smbooraki@gmail.com

یافته‌ها: پس از گذشت سه سال، نتایج نشان داد که پرووانس‌های *E. camaldulensis* از نظر زنده‌مانی و رشد نسبت به سایر گونه‌ها برتر بودند. از میان پرووانس‌های این گونه، پرووانس *E. camaldulensis* ig *camaltereti* 20709 از زنده‌مانی (۹۰/۷ درصد)، ارتفاع (۲/۸۵ متر)، قطر یقه (۴/۶ سانتی‌متر)، قطر برابر سینه (۲/۲۵ سانتی‌متر)، سطح تاج (۲/۷۵ مترمربع)، حجم سرپا (۰/۸۳ مترمکعب در هکتار) و رویش حجمی (۰/۲۸ مترمکعب در هکتار در سال) بیشترین رشد را داشت. حداقل زنده‌مانی به گونه‌های *E. dunnii* 17909، *E. viminalis* subsp. *cygnetensis* 16020، *E. globulus* subsp. *bicostata* 16731 و *E. nobilis* 19452 تعلق داشت که معادل صفر بود. دلیل مرگ و میر ۱۰۰ درصد این گونه‌ها تنش‌های محیطی مانند گرمی و خشکی بیش از حد هوا در فصل تابستان و افزایش شوری خاک پس از آبیاری بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج اولیه به‌دست آمده گونه‌های مورد مطالعه برای برنامه‌های پژوهشی و اجرائی از نظر زنده‌مانی دو پرووانس *E. camaldulensis* ig *Camaltereti* و *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 و از نظر رشد متغیرهای رویشی دو پرووانس *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 و *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 انتخاب شدند. پرووانس‌های *E. camaldulensis* در پروژه‌های جنگل‌کاری و زراعت چوب برای شرایط رویشی استان بوشهر توصیه می‌شود. با توجه به این‌که این نتایج مربوط به سه سال می‌باشند، انجام پژوهش‌های بیشتر بر روی پرووانس‌های این گونه در استان بوشهر و سایر مناطق دارای آب‌وهوای مشابه به‌منظور انتخاب شیوه‌های تولید و انتقال نهال از نهالستان به عرصه و مدیریت جنگل‌کاری‌ها، پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اکالیپتوس کامالدولنسیس، رویش حجمی، زنده‌مانی، سطح تاج

مقدمه

نیاز روزافزون به منابع سلولزی از یک طرف و تخریب روزافزون جنگل‌ها به‌منظور بهره‌برداری از چوب آن‌ها از طرف دیگر، ضرورت کاشت و توسعه گونه‌های تند رشد را بیان می‌نماید. اکالیپتوس با ۷۰۰ گونه شناسایی شده علاوه بر رویشگاه بومی آن در استرالیا در دامنه اکولوژیکی گسترده‌ای در سطح جهان پراکنش دارد و کیفیت چوب آن برای صنایع مختلف باعث شده که گونه‌های این جنس در اولویت جنگل‌کاری در سطح ملی و جهانی قرار داده شود (۱، ۲، ۳، ۴).

کاشت برخی گونه‌های تندرشد اکالیپتوس در سال ۱۳۱۰ هجری خورشیدی در شمال کشور که خیلی از آن‌ها بر اثر سرمای سال‌های ۱۳۲۷ و ۱۳۲۸ از بین رفتند، اولین گزارش مستند از ورود گونه‌های صنعتی اکالیپتوس در ایران است (۵). از آن تاریخ تاکنون در

مقاطع زمانی مختلف تلاش‌های زیادی برای آزمایش سازگاری و عملکرد گونه‌های صنعتی اکالیپتوس در سطح کشور انجام شده است. به‌عنوان مثال کاشت اکالیپتوس در سال ۱۳۴۷ در ایستگاه صفی‌آباد دزفول و در سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۰ در استان فارس و صفی‌آباد را می‌توان نام برد (۶، ۷). با توجه به اهمیت گونه‌های تندرشد اکالیپتوس، آزمایش سازگاری و عملکرد آن‌ها در سطح بین‌المللی و ملی مورد پژوهش قرار گرفته است. به‌عنوان مثال زنده‌مانی *E. saligna*، *E. camaldulensis*، *E. globulus* در سایت‌های کیاکو^۱ و کلايو^۲ کشور نیوزلند بین ۳۱ تا ۷۹ درصد و کاهش آن به‌دلیل عدم مبارزه با علف‌های هرز و وجود خاکسترهای آتشفشانی در بستر کاشت، گزارش شد (۸). پرووانس‌های

1- Kaikohe

2- Clive

قطری، طولی و زنده‌مانی به ترتیب ۳/۵ سانتی‌متر، ۵/۷ متر و ۹۵٪ نسبت به سایر گونه‌ها در ایالت تامیل نادو^۱ هندوستان و برتری این گونه از نظر زنده‌مانی (۷۲٪) نسبت به سایر گونه‌ها در کشور استرالیا تحت تنش خشکی گزارش شد (۱۱، ۱۲).

پژوهش‌های انجام‌شده در داخل کشور نیز سازگاری و عملکرد برتر پروونانس‌های *E. camaldulensis* را در بخش وسیعی از کشور و *E. saligna* را در بخش‌های شمالی کشور نشان داده است که نتایج بعضی از آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

E. camaldulensis و *E. saligna* از نظر زنده‌مانی و عملکرد در کشور اتیوپی به‌عنوان گونه‌های برتر معرفی شدند. دلایل عملکرد برتر این گونه‌ها، شرایط مناسب آب و هوایی و بارندگی تا ۸۰۰ میلی‌متر در سال و دمای معتدل با میانگین سالانه ۱۵ تا ۲۲/۵ درجه سلسیوس اعلام شد (۹). همچنین عملکرد برتر گونه *E. saligna* با تولید ۴۰-۵۰ مترمکعب چوب در هکتار در سال و گونه *E. viminalis* با تولید ۴۰ مترمکعب در هکتار در سال در کشور اتیوپی گزارش شد (۱۰). برتری عملکرد پروونانس‌های *E. camaldulensis* از نظر رشد

جدول ۱- نتایج میانگین زنده‌مانی و میانگین متغیرهای رویشی برخی گونه‌های اکالیپتوس در ایران.

Table 1. Results of mean value of survival and growth factors of some *Eucalyptus* species in Iran.

منبع Reference	تعداد سال بعد از کاشت Number of years after plantation	مساحت تاج (مترمربع) crown area (m ²)	قطر تاج (متر) Crown diameter (m)	ارتفاع (متر) Height (m)	قطر برابر سینه (cm) DBH* (cm)	زنده‌مانی (درصد) Survival (%)	محل کاشت Location of plantation	گونه Species
13	7	-	2.9	2.9	4.8	82	لرستان Lorestan	<i>E. camaldulensis</i>
4	4	4.7	-	6	5.2	77.5	بوشهر Bushehr	
14	10	-	0.72	2	1.5	98.3	ایلام Ilam	
15	4	-	-	2	4.7	97.7	فارس Fars	
16	6	-	3.1	8.5	10.6	93.6	اردبیل Ardabil	
17	20	-	-	19.2	27.4	64	چمستان نور، مازندران Chamestan-Noor, Mazandaran	
17	20	-	-	26.5	32	50	چمستان نور، مازندران Chamestan-Noor, Mazandaran	
15	4	-	-	0.96	1.5	18.9	فارس Fars	<i>E. saligna</i>
16	6	-	2.5	5.4	9.9	27.7	اردبیل Ardabil	<i>E. globulus</i> subsp. <i>bicostata</i> 16731
15	4	-	-	4	8.5	10.5	فارس Fars	
17	20	-	-	22.8	35.9	39	چمستان نور مازندران Chamestan-Noor, Mazandaran	<i>E. viminalis</i>

*Diameter at breast height

نتایج این پژوهش برای برنامه‌ریزی در زمینه جنگل‌کاری و زراعت چوب برای مدیران و کارشناسان در بخش جلگه‌ای استان بوشهر مفید خواهد بود.

منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در بخش سعدآباد از توابع شهرستان دشتستان استان بوشهر انجام شد. محل اجرای طرح دارای عرض جغرافیایی ۲۹ درجه، ۲۳ دقیقه و ۴/۲ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه، ۵ دقیقه و ۴۳/۶ ثانیه شرقی است. ارتفاع آن از سطح دریا ۷۰ متر است. این منطقه دارای متوسط بارندگی ۲۷۴/۸ میلی‌متر و متوسط بیش‌ترین و کم‌ترین دمای سالانه به ترتیب ۳۹/۱ و ۱۱/۲ درجه سلسیوس و متوسط درجه حرارت روزانه ۲۴/۹ درجه سلسیوس است. همچنین، معدل بیش‌ترین دما در گرم‌ترین ماه سال، ۴۷/۹ درجه سلسیوس، معدل کم‌ترین درجه حرارت در سردترین ماه سال، دو درجه سلسیوس و تبخیر سالانه بیش‌تر از ۳۱۵۶ 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 یا هدایت الکتریکی خاک که هنوز آبیاری نشده بود، ۲/۸ و پس از آبیاری، ۱۰/۴۷ تا ۱۳/۰۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین pH خاک ۷/۷ تا ۷/۹ بود. کربن آلی و ازت کل خاک به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۰۲ درصد و فسفر و پتاسیم قابل جذب آن به ترتیب ۸ و ۷۰ میلی‌گرم در لیتر بود. اندازه‌گیری مشخصات خاک از صفر تا عمق ۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متری انجام شده بود. آب مورد استفاده دارای ای‌سی هفت دسی‌زیمنس بر متر^۱ و pH آن ۷/۹ بود (۴).

کاشت گونه‌های تندرشد در برنامه زراعت چوب در مناطق جنوبی کشور به منظور کاهش فشار بر منابع جنگلی طبیعی کشور در برنامه‌های ترویجی بهره‌برداران منابع طبیعی قرار گرفته است (۱۸). سطح اکالیپتوس کاری در استان خوزستان ۵۰۰۲/۴ هکتار و سطح مناسب توسعه زراعت چوب با استفاده از اکالیپتوس در اراضی بسیار مناسب و مناسب به ترتیب ۲۸۹۰۴۲/۴ هکتار و ۳۰۹۶۹۱/۶ در استان خوزستان گزارش شد (۱۹). در طرح توسعه زراعت چوب سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در مجموع ۵۹۸۷۳۴ هکتار از اراضی استان خوزستان به‌عنوان اراضی مستعد زراعت چوب با استفاده از گونه اکالیپتوس در نظر گرفته شده است. همچنین درحاشیه شهرهای اهواز و بوشهر به ترتیب ۴۳۰۰ هکتار و ۴۱۷۴ هکتار اراضی مستعد کشت و توسعه اکالیپتوس در طرح توسعه زراعت چوب کشور، شناسایی و در نظر گرفته شده است (۲۰). اگرچه کاشت و توسعه اکالیپتوس در اراضی کشاورزی یا ملی در استان‌های جنوبی کشور بیش از پنجاه سال است که در حال انجام است ولی آمار دقیقی از سطح زیر کشت این درخت تندرشد در جنوب کشور در دسترس نیست. ولی اخیراً کشت و توسعه آن در طرح توسعه زراعت چوب در سطح کشور در دستور کار سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور قرار گرفته است.

پژوهش‌های فوق‌الشاره (جدول ۱) بر روی سایر گونه‌ها و پروونانس‌های اکالیپتوس در سایر مناطق کشور انجام شده‌اند اما این گونه‌ها و پروونانس‌ها در بخش جلگه‌ای استان بوشهر مورد آزمایش سازگاری قرار نگرفته‌اند. درختان اکالیپتوس به دلیل تندرشد بودن و تولید زیاد چوب برای زراعت چوب در سطح استان بوشهر که دارای منابع آب نامتعارف برای کشاورزی می‌باشند، دارای اهمیت هستند. پژوهش پیش‌رو به منظور تعیین گونه‌های سازگار و مناسب کاشت در بخش جلگه‌ای استان بوشهر انجام شد.

روش تحقیق: گونه‌ها و پروونانس‌های استفاده شده در این آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. مبدا بذور مورد استفاده از کشور استرالیا بود که نهال‌های یکساله گلدانی این گونه‌ها که ارتفاع متوسط ۴۰ سانتی‌متر داشتند از مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شد. دلیل انتخاب این گونه‌ها و واریته‌ها تند رشد بودن و تولید بالای چوب آن‌ها می‌باشد.

جدول ۲- مشخصات مبدأ بذر گونه‌ها یا پروونانس‌های اکالیپتوس کشت‌شده در ایستگاه تحقیقات شبانکاره شهرستان دشتستان استان بوشهر.

Table 2. Seed origin characters of cultivated species and provenances of *Eucalyptus* in Shabankareh Research Station, Dashtestan, Bushehr.

* کد مبدأ بذر Code of seed origin	گونه Species	محل Location	ایالت State	طول جغرافیایی (درجه، دقیقه و ثانیه) Longitude (Degree, Minute, and Second)	عرض جغرافیایی (درجه، دقیقه و ثانیه) Latitude (Degree, Minute and Second)	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)
20709	<i>E. camaldulensis</i> ig. <i>camalthereti</i> Dhnh.	رودخانه بالون Balonne river	کوئینزلند Queensland	1481904	282317	175
15030	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>camaldulensis</i> Dhnh.	پارک ملی وایرفیلد Wyperfeld National Park	ویکتوریا Victoria	1420300	353500	60
12828	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>subcinerea</i> Blakely	۲۱۸ کیلومتری شمال غربی اونداناتا 218 km from north- west of Oonadatta	جنوب استرالیا South Australia	1333200	265700	300
17909	<i>E. dunnii</i> Maiden	جنگل‌های ایالتی یابرا اوربینویل Urbenville Yabbra state forests	نیو ساوت ولز New South Wales	1522900	28350	550
16020	<i>E. viminalis</i> ssp. <i>cygnetensis</i> Labill.	۲۴/۷ کیلومتری جنوب غربی بندر لینکولن 24.7 Km from south- west of Loncoln port	جنوب استرالیا South Australia	1354100	344900	90
15195	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>subcinerea</i> Blakely	سیلورتن Silverton	نیو ساوت ولز New South Wales	1411300	315300	210
16731	<i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> (Maiden, Blakely & Simmonds) J.B. Kirkp.	۱۰ کیلومتری جنوب غربی تومبارومبا 10 Km from south west of Tumbarumba	نیو ساوت ولز New South Wales	14804E	3546S	720
18241	<i>E. saligna</i> SM.	جنگل ایالتی باس‌مونت Mount Boss state forest	نیو ساوت ولز New South Wales	1522500E	311200S	600
19452	<i>E. nobilis</i> L.A.S. Johnson & K. D. Hill	جنگل ایالتی رودخانه استیکس Styx River state forest	نیو ساوت ولز New South Wales	15210E	3037S	1000

* اطلاعات محل جمع‌آوری بذر از سایت مرکز بذر استرالیا برداشت شده است:

Data of origin of seeds were obtained from ATSC Database:
(ATSC Database: <http://www.csiro.au/ATSCOrdering/GetSpecies.aspx>)

تجزیه و تحلیل داده‌ها: در این پژوهش، درصد زنده‌مانی نهال‌ها محاسبه و تجزیه و تحلیل شد. هم‌چنین، مساحت تاج درختان با استفاده از رابطه ۱ به‌دست آمد (۲۲). حجم درخت سرپا با استفاده از رابطه ۲ و رویش حجمی گونه‌ها بر اساس تعداد درختان زنده و برای یک دوره چهارساله با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد (۲۲).

$$S = \pi \times \left(\frac{D1 \times D2}{4} \right) \quad (1)$$

که در آن، S عبارت است از سطح تاج پوشش، D1 قطر کوچک تاج (متر)، D2 قطر بزرگ تاج (متر) و π برابر با ۳/۱۴۱۷ می‌باشد.

$$V = (\pi/40000) \times d^2 \times h \times f \quad (2)$$

$$V \text{ (ha)} = V \times 10000/a^2 \quad (3)$$

که در آن‌ها، 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 (۲۳). داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری تجزیه واریانس، آزمون توکی، تجزیه خوشه‌ای میانگین ۷ صفت اندازه‌گیری شده (ارتفاع، قطر یقه و برابر سینه درخت، سطح تاج، حجم درخت سرپا، رویش حجمی سالانه و درصد زنده‌مانی) با استفاده از آماره خوشه‌بندی سلسله مراتبی بر اساس روش وارد^۱ و به‌کارگیری نرم‌افزارهای اکسل^۲ و اسپاس اس^۳ تجزیه و تحلیل شدند. از آنجائی‌که چهار گونه در سال اول آزمایش از بین رفتند، آنالیز داده‌ها برای پنج گونه یا پروونانس انجام شد.

این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ گونه یا پروونانس در ۳ تکرار اجراء شد (۲۱). در هر واحد آزمایشی اولیه، ۱۸ اصله نهال سالم و شاداب اول اسفندماه سال ۱۳۸۷ کشت شد. نهال‌ها در چاله‌هایی به قطر ۴۰ و عمق ۵۰ سانتی‌متر و به فاصله پنج متر از یکدیگر کشت شدند. از آنجائی‌که عرصه کشت دارای خاکی آبرفتی با بافت سبک بود، نیازی به انجام عملیات خاک‌ورزی و آماده سازی زمین نبود. تیمار مورد مطالعه گونه یا پروونانس اکالیپتوس بود. از شروع کشت در سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۳۸۹ به مدت سه سال نگهداری و آماربرداری انجام شد. نگهداری نهال‌ها به کمک نگهبان ایستگاه انجام شد. نهال‌ها اول تا آخر فروردین‌ماه هر سال هر هفته یکبار و از اول اردیبهشت‌ماه تا آخر آبان ماه هر ۳ روز یکبار، آبیاری شدند. نهال‌های مورد آزمایش از آذر تا ابتدای فروردین هر ۱۴ روز یکبار آبیاری شدند. به‌منظور کاهش اثرات زیان‌بار بادهای گرم تابستانی، نهال‌های همه گونه‌ها به‌وسیله برگ درختان خرما حفاظت و در جهت جلوگیری از شکستن نهال‌ها از قیم چوبی استفاده شد. برای مراقبت از نهال‌ها در برابر آفات و بیماری‌ها و گیاهان رقیب، عرصه کشت به طور فصلی توسط کارشناس گیاه‌پزشکی مورد بازدید قرار گرفت.

زنده‌مانی نهال‌ها به طور سالانه اندازه‌گیری و تحلیل شد. ارتفاع (به وسیله شاخص مدرج با دقت دسی متر)، قطر یقه، قطر برابر سینه (به وسیله نوار قطر سنج تا دقت میلی‌متر) و قطر تاج (قطر بزرگ و کوچک عمود بر هم)، (به وسیله متر نواری تا دقت دسی متر) در پایان فصل رشد سال سوم اندازه‌گیری و تحلیل شدند.

1- Ward
2- Excel
3- SPSS19

نتایج و بحث

از آنجائی که پنج گونه یا پروونانس زنده مانده بودند، این پنج گونه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج تجزیه واریانس صفات کمی برای گونه‌ها و پروونانس‌های اکالیپتوس نشان داد که اثر نوع گونه و پروونانس بر تمام صفات مؤثر بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات گونه‌ها و پروونانس‌های اکالیپتوس کشت شده در دشتستان استان بوشهر.

Table 3. Results of analysis of variance (mean square) of attributes of cultivated *Eucalyptus* species and provenances in Dashtestan, Bushehr province.

زنده‌مانی Survival	میانگین رویش حجمی Mean volume growth	حجم درخت سرپا Tree volume	سطح تاج Canopy area	قطر برابر سینه Diameter at breast height	قطر یقه Diameter at collar height	ارتفاع Height	منابع تغییرات Source of variance
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	تکرار Replication
2	2	2	2	2	2	2	درجه آزادی Degree of freedom
3241*	0.1*	0.00*	1.1*	2.5*	5.36*	0.86*	تیمار (گونه و پروونانس) Treatment (Species and provenance)
4	4	4	4	4	4	4	درجه آزادی Degree of freedom
7.3	0.04	0.12	0.27	0.26	0.54	0.3	اشتباه آزمایشی Experiment error
4	4	4	4	4	4	4	درجه آزادی Degree of freedom
0.54	0.79	0.24	0.43	0.30	0.20	0.42	ضریب تغییرات Coefficient of variations

* معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ^{ns} غیرمعنی‌دار

* Differences are significant (P<0.05), ^{ns} differences are not significant

متفاوت شامل گروه اول: *E. camaldulensis* ig. 20709 *camaltereti* با بیش‌ترین زنده‌مانی (۹۰/۷)، گروه دوم: *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 و *camaldulensis* 15195 *var. subcinerea* (به ترتیب ۷۲/۲ و ۷۴/۱)، گروه سوم: *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828 (۵۱/۹) و گروه چهارم: *E. saligna* با حداقل مقدار درصد (۵/۵) قابل طبقه‌بندی می‌باشند (جدول ۴).

الف) زنده‌مانی (درصد): بررسی نتایج اولیه زنده‌مانی نه گونه مورد آزمایش نشان داد که فقط پنج گونه آن در پایان آزمایش زنده ماندند و بقیه به‌طور کامل خشک شده و از بین رفتند که عبارتند از: *E. dunnii* 17909، *E. viminalis* ssp. *cygnetensis* 16020، *E. globulus* ssp. *bicostata* 16731 و *E. nobilis* 19452 که نتایج آن‌ها در این بخش و بخش‌های بعدی، ارائه نشد. هم‌چنین مقایسه میانگین نتایج اولیه زنده‌مانی گونه‌ها و پروونانس‌ها به کمک آزمون توکی نشان داد که آن‌ها در چهار گروه

جدول ۴- مقایسه میانگین متغیرهای رویشی درختان اکالیپتوس در ایستگاه تحقیقاتی شبانکاره، بعد از سه سال.

Table 4. Comparison of mean value of eucalypts growth characteristics at Shabankareh experimental station, after three years.

زنده‌مانی (درصد) Survival (%)	رویش حجمی (مترمکعب در هکتار در سال) Annual volume increment (m ³ ha ⁻¹ y ⁻¹)	حجم درخت سرپا (مترمکعب در هکتار) Total volume (m ³ ha ⁻¹)	سطح تاج (مترمربع) Canopy area (m ²)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر) Breast height diameter (Cm)	قطر یقه (سانتی‌متر) Collar diameter (Cm)	ارتفاع (متر) Height (m)	گونه Species
5.5 ^d	0.017 ^c	0.51 ^c	1.86 ^b	0.83 ^c	3.17 ^c	2.08 ^c	<i>E. saligna</i> 18241
51.9 ^c	0.21 ^{bc}	0.64 ^b	2.21 ^b	2.25 ^b	5.13 ^b	2.78 ^b	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>subcinerea</i> 12828
90.7 ^a	0.28 ^b	0.83 ^{ab}	2.75 ^a	2.25 ^b	4.6a ^b	2.85 ^b	<i>E. camaldulensis</i> ig. <i>camaltereti</i> 20709
72.2 ^b	0.47 ^a	1.42 ^a	3.25 ^a	3.07 ^a	5.90 ^{ab}	3.28 ^{ab}	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>camaldulensis</i> 15030
74.1 ^b	0.44 ^a	1.32 ^a	3.13 ^a	3.11 ^a	6.70 ^a	3.46 ^a	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>subcinerea</i> 15195

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار و حروف یکسان بیانگر غیرمعنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد و براساس آزمون توکی می‌باشد.

Different letters show significant differences and same letters show non-significant differences (95% of confidence level based on Tukey test).

اول و به ویژه بهار و تابستان سال اول به طور ۱۰۰ درصد خشک شده‌اند. هم‌چنین زنده‌مانی گونه *E. saligna* هم طی سال اول پس از کاشت کاهش شدید داشته به طوری که میزان زنده‌مانی آن به ۵/۵ درصد رسیده بود (جدول ۵).

بررسی روند تغییرات زنده‌مانی گونه‌های کشت شده در عرصه نشان داد که چهار گونه شامل *E. viminalis* ssp. *E. dunnii* 17909 *E. globulus* ssp. *cygnetensis* 16020 *E. saligna* 18241 و *E. nobilis* 19452 و *bicostata* 16731 طی سال

جدول ۵- نتایج زنده‌مانی نه گونه و پروانسی اوکالیپتوس واقع در ایستگاه شبانکاره طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹.

Table 5. Survival results (%) of nine species and provenances of *Eucalyptus* in Shabankareh experimental station from 2008 to 2010.

تاریخ آماربرداری (Date of inventory)			گونه (Species)
19/12/2010	13/12/2009	23/05/2009	
زنده‌مانی (Survival)			
90.7	98	100	<i>E. camaldulensis</i> ig. <i>camaltereti</i> 20709*
72.2	75.9	90.7	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>camaldulensis</i> 15030
51.9	51.9	55.5	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>subcinerea</i> 12828
0	0	3.7	<i>E. dunnii</i> 17909
0	0	59	<i>E. viminalis</i> ssp. <i>cygnetensis</i> 16020
74.1	74.1	81.5	<i>E. camaldulensis</i> var. <i>subcinerea</i> 15195
0	0	0	<i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> 16731
5.5	5.5	24	<i>E. saligna</i> 18241
0	0	1.8	<i>E. nobilis</i> 19452

* اعداد بیانگر کد محل بذر می‌باشند که در جدول ۲ اطلاعات مربوطه ارائه شده است.

* Numbers are showing code of seed origin which are presented in Table 2.

گونه *E. saligna* زنده‌مانی بسیار پائینی (۵/۵ درصد) در منطقه دشتستان داشت. این نتایج با نتایج پژوهش‌های پیشین در این ایستگاه مطابقت دارد که میزان زنده‌مانی این گونه را ۴/۷ درصد گزارش نموده بودند ولی این گونه در سایر مناطق زندمانی بیشتری دارد (۴). به‌عنوان مثال در اتیوپی ۳۶-۷۹ درصد، در نیوزلند برای سایت کلیو^۱ ۶۷ درصد و برای سایت کایی کوهی^۲ ۸۷ درصد و در چمستان مازندران ۵۰ درصد، در پارس‌آباد مغان ۴۷/۷ درصد، ولی در ایستگاه قائمیه استان فارس میزان زنده‌مانی این گونه کم (۱۶/۸-۱۸/۹ درصد) بوده است (۹، ۸، ۱۷، ۱۶، ۱۵). این گونه در استرالیا در مناطق با آب‌وهوای گرم و مرطوب با دمای حداکثر ۲۲ تا ۳۲ درجه سلسیوس رویش دارد (۲۳). بررسی شرایط آب و هوایی سایت‌های اتیوپی، نیوزلند و مازندران نشان داد که تفاوت عمده آن‌ها با محل انجام پژوهش حاضر از نظر میانگین بارندگی و میانگین درجه حرارت سالیانه بود که به ترتیب برای سایت‌های اتیوپی، نیوزلند و چمستان مازندران به ترتیب ۱۲۴۴ و ۱۹، ۸۰۰-۱۸۰۰ و ۸۴۰ میلی‌متر و ۱۵/۸ درجه سلسیوس بوده است. در سایت پارس‌آباد مغان استان اردبیل که زنده‌مانی این گونه بالا بوده است، علاوه بر این که اقلیم محل اجرای آزمایش نیمه‌خشک معتدل بوده، شوری خاک هم کم‌تر از شوری خاک محل انجام پژوهش حاضر بوده است. متوسط درجه حرارت سالیانه و میانگین بارندگی و تبخیر سالیانه محل انجام آزمایش در استان بوشهر به ترتیب ۲۴/۹ درجه سلسیوس، ۲۷۴/۸ میلی‌متر و ۳۱۵۶ میلی‌متر و حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال نیز ۴۷/۹ درجه سلسیوس و شوری خاک قبل و بعد از کاشت و آبیاری درختان اکالیپتوس به ترتیب ۲/۸ و ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر بود (۴). مجموعه

نتایج این پژوهش نشان داد که پروونانس‌های *E. camaldulensis* در منطقه دشتستان استان بوشهر با شرایط آب و هوایی گرم و خشک زنده‌مانی برتری نسبت به سایر گونه‌ها داشته است. این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران نیز مطابقت دارد. به‌عنوان مثال این گونه در کشور استرالیا در مناطق خشک رویش دارد (۱). در مناطق خشک این درخت کمبود باران را از طریق جذب سیلاب‌ها جبران می‌نماید (۲۴). در ایالت ویکتوریای استرالیا *E. camaldulensis* تحت تنش خشکی زنده‌مانی ۷۲ درصد داشته که نسبت به سایر گونه‌ها برتری داشته است (۱). نتایج پژوهش‌های داخل کشور نشان داد که پروونانس‌های این گونه شامل *E. camaldulensis* var. *obtusata* بیش‌ترین زنده‌مانی (۸۲ درصد) را در میان گونه‌ها و پروونانس‌های کاشته شده در استان لرستان داشت (۱۳). *E. camaldulensis* در استان فارس از نظر زنده‌مانی جزء گونه‌های برتر بود (۷). *E. camaldulensis* در منطقه چمستان نور مازندران از نظر زنده‌مانی نسبت به سایر گونه‌ها یا پروونانس‌های مورد آزمایش برتر بود (۱۷). در مناطق ساحلی و کم ارتفاع شرق استان مازندران بیش‌ترین زنده‌مانی را این گونه داشت (۲۵). در استان فارس زنده‌مانی بیش‌تر از ۸۰ درصد داشت و در ایستگاه پارس‌آباد مغان با ۹۳/۶ درصد زنده‌مانی برتر بود (۱۵، ۱۶). در ایستگاه مهران استان ایلام پروونانس‌های مختلف *E. camaldulensis* زنده‌مانی متغیری بین ۴۱/۷ تا ۹۸/۳ درصد داشتند و نسبت به سایر گونه‌ها برتر بودند (۱۴). می‌توان چنین گفت که پروونانس‌های این گونه با شرایط اکولوژیکی محل اجرای آزمایش که دارای آب‌وهوای گرم و خشک بیابانی شدید است، سازگاری اولیه بیش‌تری را داشته‌اند (۴).

1- Clive

2- Kaikohe

توجه به مشخصات آب و هوایی مذکور و این‌که مشخصات آب و هوایی محل اجرای این پژوهش با مشخصات رویشگاه طبیعی آن در استرالیا تفاوت چشمگیری از نظر درجه حرارت دارد، بنابراین می‌توان گفت که دلیل اصلی مرگ‌ومیر صد درصد این گونه، گرمی هوا و بادهای داغ تابستانی محل انجام آزمایش و عدم سازگاری احتمالی این گونه با شرایط اکولوژیکی محل اجرای این آزمایش بوده است. هم‌چنین افزایش شوری خاک پس از آبیاری نیز از دیگر عوامل محدودکننده استقرار و رشد این گونه در محل انجام این آزمایش در استان بوشهر بود است.

گونه *E. globulus ssp. bicostata* 16731 هم به طور کامل از بین رفت. زنده‌مانی این گونه در غرب استان فارس، ایستگاه تحقیقات زیتون قائمیه هم خیلی کم (۱۰/۵ درصد) بود، ولی رشد قطری (۸/۴ سانتی‌متر) و ارتفاعی زیاد (۴ متر) داشت. زنده‌مانی پروونانس *E. globulus ssp. bicostata* 19493 این گونه در این ایستگاه خیلی کم (۲/۳ درصد) بود. در کشور استرالیا در مناطقی با بارندگی ۱۰۰۰ میلی‌متر و تابستان‌های معتدل رویش دارد (۱). نتایج پژوهشی نشان داد که گونه *E. globulus* برای کاشت در مناطق معتدله و بدون دوره یخبندان مناسب است (۲۴). با توجه به مطالب فوق‌الذکر می‌توان چنین گفت که این گونه با شرایط اکولوژیک محل اجرای آزمایش که دارای اقلیم گرم و خشک شدید است، احتمالاً سازگار نبوده است.

گونه *E. nobilis* 19452 هم دچار مرگ‌ومیر ۱۰۰ درصد شد. این گونه در ایستگاه زیتون قائمیه، استان فارس هم زنده‌مانی کمی (۲/۷ درصد) داشت (۱۵). آنان دلیل مرگ‌ومیر شدید این گونه را کمبود بارندگی، افزایش تبخیر و دمای محیط، وزش بادهای داغ و سوزان و عوامل ناشناخته مربوط به تولید و حمل نهال بیان نمودند. عدم زنده‌مانی این گونه در

پارامترهای اقلیمی و خاکی مذکور در محل انجام آزمایش برای استقرار و رشد این گونه ایجاد محدودیت نموده که در آخر باعث مرگ و میر شدید آن شدند.

چهار گونه شامل *E. viminalis* *E. dunnii* 17909 *E. globulus ssp. ssp. cygnetensis* 16020 *bicostata* 16731 و *E. nobilis* 19452 در سال اول آزمایش به طور کامل خشک شدند و میزان مرگ و میر آن‌ها ۱۰۰ درصد بود.

گونه *E. dunnii* 17909 در رویشگاه بومی (استرالیا) در مناطقی با میانگین درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال ۲۹ درجه سلسیوس رشد می‌کند. مطالعه‌ای نشان داد که این گونه در مناطقی با میانگین بارندگی سالیانه بین ۸۰۰ تا ۱۹۵۰ میلی‌متر با رژیم بارندگی تابستانه، میانگین دمای سالیانه ۱۴ تا ۲۲ درجه سلسیوس و میانگین حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال ۲۴ تا ۳۱ درجه سلسیوس استقرار و رشد می‌نماید (۱)؛ بنابراین استقرار و رشد این گونه در محل انجام این آزمایش به دلیل این‌که پارامترهای آب و هوایی مربوطه مانند درجه حرارت خارج از دامنه‌های مذکور بود، با شکست و مرگ و میر ۱۰۰ درصد مواجه شد و احتمال عدم سازگاری این گونه با شرایط اکولوژیکی محل انجام آزمایش را تقویت نمود. هم‌چنین افزایش شوری خاک پس از آبیاری (به دلیل شور بودن آب مورد استفاده و تبخیر زیاد از سطح خاک) از دیگر عوامل محدودکننده استقرار و رشد این گونه در این آزمایش در استان بوشهر بوده است.

گونه *E. viminalis ssp. cygnetensis* 16020 در استرالیا در مناطقی با میانگین بارندگی سالیانه ۵۱۲ تا ۱۵۰۰ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال به ترتیب ۲۲ و ۳- درجه سلسیوس، با خاک‌های حاصلخیز رویش دارد (۱). با

ب) میانگین متغیرهای رویشی گونه‌ها و پرووانس‌های اکالیپتوس

ارتفاع کل (متر): نتایج مربوط به مقایسه میانگین ارتفاع کل اکالیپتوس‌ها به کمک آزمون توکی نشان داد که در چهار گروه مختلف شامل گروه اول: *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 بیش‌ترین مقدار (۳/۴۶)، گروه دوم: *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 (۳/۲۸)، گروه سوم: *E. camaldulensis* ig. *camaltereti* 20709 و *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828 (به ترتیب ۲/۸۵ و ۲/۷۸) و گروه چهارم: *E. saligna* 18241 با کم‌ترین مقدار (۲/۰۸) قابل رده‌بندی هستند (جدول ۴).

قطر یقه (سانتی‌متر): مقایسه میانگین قطر یقه گونه‌های اکالیپتوس به کمک آزمون توکی نشان داد که گونه‌های مورد آزمایش در چهار گروه مختلف قابل رده‌بندی می‌باشند (جدول ۴). گروه اول شامل: *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 با بیش‌ترین مقدار (۶/۷)، گروه دوم شامل: *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 (۵/۹) و گروه سوم شامل *E. camaldulensis* ig. *camaltereti* 20709 و *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828 (به ترتیب ۴/۶ و ۵/۱۳) و گروه چهارم شامل: *E. saligna* 18241 با کم‌ترین مقدار (۳/۱۷).

قطر برابر سینه (سانتی‌متر): مقایسه میانگین قطر برابر سینه گونه‌های اکالیپتوس به کمک آزمون توکی نشان داد که در سه گروه مختلف قابل رده‌بندی می‌باشند (جدول ۴). گروه اول شامل: *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 و *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 با بیش‌ترین مقدار (به ترتیب ۳/۱۱ و ۳/۰۷)،

پژوهش پیش‌رو، بیانگر عدم سازگاری احتمالی آن با شرایط اکولوژیکی محل انجام آزمایش بود. درجه حرارت و تبخیر بالا، وزش بادهای سوزان تابستانی، خشکی هوا در فصل تابستان و سایر عوامل ناشناخته زنده یا غیرزنده می‌توانند از دلایل عدم استقرار این گونه در محل انجام آزمایش باشند؛ بنابراین کاشت و توسعه چهار گونه مذکور که فاقد زنده‌مانی بودند در مناطقی با آب‌وهوای مشابه محل اجرای این پژوهش توصیه نمی‌شود.

همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود پرووانس‌های گونه *E. camaldulensis* بیش‌ترین زنده‌مانی را طی سه سال اجرای پروژه داشته‌اند. از میان آن‌ها پرووانس *E. camaldulensis* ig. *camaltereti* 20709 زنده‌مانی خیلی خوبی داشته (۹۰/۷) و نشان‌دهنده توانایی سازگاری این گونه برای استقرار در عرصه‌های مشابه در جنوب کشور می‌باشد. چهار گونه دیگر در سال اول اجرای پروژه دچار مرگ و میر ۱۰۰٪ شده‌اند و گونه *E. saligna* هم زنده‌مانی بسیار کمی داشته (۵/۵ درصد) که برای پروژه‌های جنگلکاری قابل قبول نمی‌باشد. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود تا ابتدای خرداد سال ۱۳۸۸ بیش‌تر پرووانس‌ها زنده بوده‌اند اما با افزایش دمای محیط از خرداد ماه و بروز بادهای داغ تابستانی از آن تاریخ به بعد، گونه‌هایی که به گرمای بالا حساس بوده‌اند، دچار مرگ و میر شدید تا ۱۰۰٪ شده‌اند. از آنجائی‌که شرایط خاک، کاشت و نگهداری پروژه یکسان بوده است، مرگ و میر شدید سایر گونه‌ها می‌تواند به دلیل تنش گرمی هوا در ماه‌های تابستان باشد. به دلیل بروز بادهای داغ تابستانی و افزایش دمای محیط تا بیش از ۵۰ درجه سانتی‌گراد در جنوب کشور، این مرگ و میر رخ داده است.

20709 بینابین دو گروه اول و دوم (۰/۸۳) قابل طبقه‌بندی می‌باشند (جدول ۴).

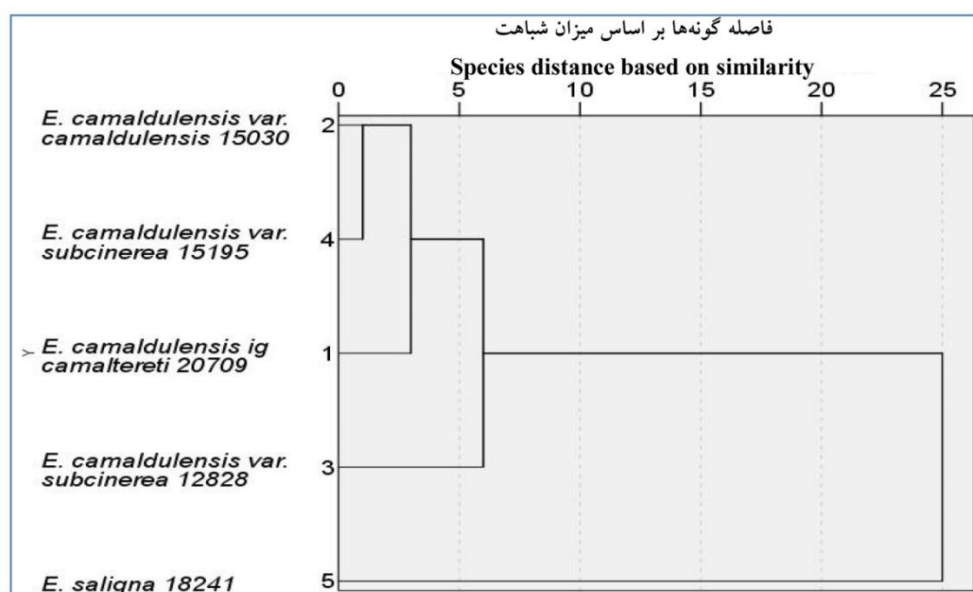
رویش حجمی (مترمکعب در هکتار در سال): مقایسه میانگین رویش حجمی گونه‌های اکالیپتوس با استفاده از آزمون توکی نشان داد که آن‌ها در سه گروه قابل طبقه‌بندی هستند (جدول ۴). گروه اول شامل *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 و *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 با بیش‌ترین تولید (به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۴۷)، گروه دوم شامل *E. camaldulensis* ig. *camaltereti* 20709 و *E. saligna* 18241 شامل سوم (۰/۲۸) با *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828 کم‌ترین مقدار (به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۱۷) هستند.

تجزیه خوشه‌ای: تجزیه خوشه‌ای میانگین هفت صفت اندازه‌گیری شده (ارتفاع کل، قطر یقه، قطر برابر سینه، سطح تاج، حجم سرپا، رویش حجمی و زنده‌مانی)، گونه‌های اکالیپتوس با صفات ریخت‌شناسی بیش‌ترین تشابه را در یک آرایه مشابه قرار داد. آرایه اول شامل *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 و *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 که بیش‌ترین تشابه را نسبت به هم داشتند، آرایه دوم شامل *E. camaldulensis* ig. *camaltereti* 20709 که در کنار آرایه اول قرار گرفته و آرایه سوم شامل *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828 که در کنار آرایه‌های اول و دوم قرار گرفته و آرایه چهارم شامل *E. saligna* 18241 بود (شکل ۱).

گروه دوم شامل: *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828 و *E. camaldulensis* ig. *camaltereti* 20709 با مقدار متوسط (۲/۲۵) و گروه سوم شامل *E. saligna* 18241 با کم‌ترین مقدار (۰/۸۳).

سطح تاج (مترمربع): مقایسه میانگین مساحت تاج گونه‌ها با استفاده از آزمون توکی نشان داد که به دو گروه مختلف قابل طبقه‌بندی می‌باشند (جدول ۴): گروه اول شامل: *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 ig. *camaldulensis* 15030 و *E. camaldulensis* var. *camaltereti* 20709 با بیش‌ترین مساحت تاج (به ترتیب ۳/۲۵، ۲/۷۵ و ۳/۱۳) و گروه دوم شامل: *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 و *E. saligna* 18241 با کم‌ترین مساحت تاج (به ترتیب ۱/۸۶ و ۲/۲۱).

حجم سرپا (مترمکعب در هکتار): مقایسه میانگین حجم سرپای گونه‌ها با استفاده از آزمون توکی نشان داد که به سه گروه مختلف شامل گروه اول: *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 و *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030 با بیش‌ترین تولید حجم سرپا (به ترتیب ۱/۳۲ و ۱/۴۲)، گروه دوم: *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828 و *E. saligna* 18241 با کم‌ترین تولید حجم سرپا (به ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۵۱) و گروه سوم *E. camaldulensis* ig. *camaltereti*



شکل ۱- درخت‌واره به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای گونه‌های اکالیپتوس بر مبنای مشخصه‌های مورد بررسی.

Figure 1. Dendrogram of cluster analysis of *Eucalyptus* spp. based on investigated characteristics.

است (۱۷). این گونه در مناطق ساحلی و کم ارتفاع شرق استان مازندران از نظر صفات کمی عملکرد برتری نسبت به سایر گونه‌ها داشته است (۲۵). پژوهشی دیگر در استان فارس نشان داد که پروونانس‌های *E. camaldulensis* عملکرد برتری نسبت به سایر گونه‌ها داشته است (۱۵). نتایج سازگاری گونه‌های اکالیپتوس در استان فارس نشان داد که *E. camaldulensis* جزو گونه‌های سازگار و با عملکرد بالا از نظر رشد قطری و ارتفاعی نسبت به سایر گونه‌ها بوده است (۲۸). آنان گزارش کردند که بیش‌ترین رشد طولی (۲/۸۸ متر) و قطری (۴/۷۸ سانتی‌متر) به *E. camaldulensis* var. *obtusata* تعلق داشته است. در تپه‌های شنی الباجی استان خوزستان *E. camaldulensis* 9616 از نظر زنده‌مانی و رشد ارتفاعی و قطری نسبت به سایر گونه‌ها برتری داشته است (۲۹). مقایسه عملکرد کمی (زنده‌مانی، رشد قطری و ارتفاعی و قطر تاج) پروونانس‌های *E. camaldulensis* در ایستگاه مهران استان ایلام نشان داد که همه پروونانس‌ها به تنش‌های گرما و

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که از نظر صفات کمی اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها یا پروونانس‌ها وجود دارد (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد از نظر رشد قطری، ارتفاعی و سطح تاج، به پروونانس‌های *E. camaldulensis* تعلق دارد (جدول ۳). نحوه گروه‌بندی گونه‌ها بر پایه قطر یقه و قطر برابر سینه کاملاً یکسان نبود. دلیل آن ایجاد گورچه در محل یقه درختان است که بین گونه‌های مختلف متفاوت است. نتایج حاصل از این پژوهش با یافته‌های سایر پژوهشگران در داخل و خارج از کشور نیز مطابقت دارد. به‌عنوان مثال نتایج پژوهش‌های گذشته نشان داد که در استان لرستان *E. camaldulensis* var. *obtusata* 13701 نسبت به سایر گونه‌های اکالیپتوس رشد کمی (قطر برابر سینه، ارتفاع و سطح تاج) بیش‌تری دارد (۱۳). در استان فارس و در شرایط دیم *E. camaldulensis* نیز از نظر عملکرد صفات، جزء گونه‌های برتر بوده است (۷). در چمستان نور مازندران نیز این گونه نسبت به سایر گونه‌ها از نظر صفات کمی عملکرد برتری داشته

E. saligna (۱۷). *E. viminalis* برخوردار بوده است (۱۷). در مناطقی از کشور کنیا با ارتفاع ۱۶۰۰ تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا سازگار بوده‌است ولی موفقیت این گونه در مناطقی با ارتفاع ۲۲۰۰ متر از سطح دریا بیش‌تر بوده‌است (۳۰). پژوهشی دیگر نشان داد که این گونه روی خاک‌های لوم‌شنی آبرفتی با کیفیت خوب و زهکشی مناسب دارای بیش‌ترین توسعه و پراکنش است (۲۶). هم‌چنین این گونه در مناطقی با آب‌وهوای گرم و مرطوب با میانگین دمای سالیانه حداقل ۲ تا ۸ درجه سلسیوس و حداکثر ۲۲ تا ۳۲ درجه سلسیوس در کشور استرالیا رویش دارد (۲۷)؛ بنابراین چنین می‌توان گفت که این‌گونه در مناطقی با تابستان‌های خیلی گرم و خشک نظیر محل اجرای این پژوهش در استان بوشهر توانائی استقرار و رشد را ندارد و احتمالاً سازگار نیست.

تجزیه خوشه‌ای گونه‌های اکالیپتوس بر پایه صفات اندازه‌گیری شده (هفت صفت) گونه‌های مورد آزمایش را در چهار آرایه طبقه‌بندی نمود و نشان داد که پروونانس‌های *E. camaldulensis* عملکرد برتری نسبت به سایر گونه‌ها داشته‌اند (شکل ۱). این نتایج با نتایج سایر پژوهشگران نیز مطابقت دارد. پژوهش‌ها در استان‌های لرستان و بوشهر عملکرد برتر پروونانس‌های این گونه را نشان دادند (۱۵، ۴). هم‌چنین پروونانس *E. camaldulensis* ig. 20709 نسبت به سایر پروونانس‌های این گونه برتری داشته است. این نتایج با نتایج پژوهش‌های گذشته مبنی بر این‌که پروونانس‌های این گونه از نظر زنده‌مانی و عملکرد از سایر گونه‌ها برتر بودند، نیز مطابقت دارد (۱۶، ۱۴). بنابراین پیشنهاد می‌نماید آزمایش‌های تکمیلی به‌منظور تعیین پروونانس مناسب‌تر برای کاشت در پروژه‌های جنگل‌کاری در جنوب کشور با استفاده از پروونانس‌های *E. camaldulensis* اجرا گردد. با

خشکی مقاوم بوده و عملکرد قابل‌قبولی داشته‌اند. برخی از آن‌ها مانند پروونانس‌های اهوازی و مهرانی تا ۹۸ درصد زنده‌مانی داشته‌اند. از نظر سایر مشخصات کمی (رشد قطری و ارتفاعی و قطر تاج)، پروونانس‌های شفارود و اهوازی نسبت به سایر پروونانس‌ها، برتر بوده‌اند (۱۴).

در مورد گونه *E. saligna* نتایج این پژوهش با یافته‌های سایر پژوهشگران کاملاً مطابق نبود؛ زیرا این گونه در این آزمایش به دلیل گرمی هوا و وزش بادهای داغ تابستانی و افزایش شوری خاک به‌شدت دچار مرگ‌ومیر شده است، ولی سایر پژوهشگران داخل یا خارج کشور گزارش کرده‌اند که این گونه زنده‌مانی و رشد مناسبی داشته‌است؛ که علت این تفاوت‌ها شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش بوده است؛ که محل اجرای این آزمایش دارای تابستان‌های داغ و سوزان همراه با باد داغ بوده ولی محل اجرای سایر آزمایش‌ها چنین نبوده است. هم‌چنین افزایش شوری خاک پس از آبیاری نیز از عوامل دیگری بود که احتمالاً روند افزایش مرگ و میر را افزایش داد. به‌عنوان مثال در آزمایشی دیگر با استفاده از ۱۰ پروونانس در کشور اتیوپی پس از گذشت هشت سال از زمان کاشت آن‌ها، زنده‌مانی ۳۶ تا ۷۹ درصد داشته‌اند؛ و سالیانه رویش حجمی معادل ۲۶/۴ مترمکعب داشته‌اند (۹). دلایل موفقیت این گونه در کشور اتیوپی بارندگی معادل ۱۲۴۴ میلی‌متر، پ‌هاش خاک معادل ۵/۷ و میانگین دمای سالیانه برابر ۱۹ درجه سلسیوس بوده است. هم‌چنین این گونه در استان‌های مازندران و گیلان که دارای آب‌وهوای معتدل و بارندگی بالا هستند، سازگار بوده‌است (۱۷). بررسی سازگاری و عملکرد سه گونه اکالیپتوس بیست‌ساله در چمستان نور مازندران نشان داد که گونه *E. saligna* از میانگین ارتفاع و کیفیت تنه بهتری نسبت به دو گونه دیگر یعنی *E. camaldulensis* و

پروونانس‌های مورد مطالعه به شرح زیر اولویت‌بندی می‌گردند.

الف- از نظر زنده‌مانی: ۱- *E. camaldulensis* ig.
 ۲- *Camaltereti* var. *subcinerea* 15195

ب- از نظر متغیرهای رویشی: ۱- *E. camaldulensis*
 ۲- var. *subcinerea* 15195
 var. *camaldulensis* 15030

نتایج حاصل از این پژوهش مربوط به یک دوره سه ساله می‌باشد که تا این مرحله مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته‌اند. با توجه به این‌که اکالیپتوس گونه‌ای وارداتی و با طول عمر بالا می‌باشد و سه سال برای تصمیم‌گیری نهایی کوتاه می‌باشد، توصیه می‌شود که در خصوص زنده‌مانی و عملکرد این گونه‌ها پژوهش‌های تکمیلی انجام شود تا پس از طی زمان بیش‌تری و با بررسی مخاطرات احتمالی این گونه‌ها مانند آفات و بیماری‌ها، مرگ و میر به دلیل عوامل طبیعی ناشناخته و بادافتادگی به نتایج مطمئن‌تری دست یافت.

توجه به این نتایج، کاشت و توسعه پروونانس‌های برتر *E. camaldulensis* در مناطق جنوبی کشور به‌ویژه در مناطقی که آب در دسترس باشد، توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج مربوط به *E. saligna* نشان‌داد که از زنده‌مانی بسیار کمی برخوردار می‌باشد. اگرچه بررسی منابع علمی نشان داد که این گونه در مناطق با آب‌وهوای گرم و مرطوب انتشار دارد ولی نتایج این آزمایش نشان داد که این گونه به هوای خیلی گرم و خشک نابدبار است؛ بنابراین پیشنهاد می‌نماید که برای مناطق با آب‌وهوای گرم و خشک نظیر محل اجرای این آزمایش، از پروونانس‌های *E. saligna* برای پروژه‌های جنگل‌کاری استفاده نشود. با توجه به موفقیت برتر پروونانس‌های *E. camaldulensis* پیشنهاد می‌شود که پروونانس‌های بیش‌تری از این‌گونه در مناطق خشک و گرم ایران به‌منظور جنگل‌کاری زراعت چوب مورد آزمایش قرار گیرند. با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده از این پژوهش،

منابع

1. Teulière, C., Bossinger, G., Moran, G., and Marque, C. 2007. Stress studies in *Eucalyptus*. *Plant Stress*. 1: 2. 197-215.
2. 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 Ornamental Plants*. 10: 42-49.
3. Javanshir, K., and Mosadegh, A. 1972. *Eucalyptus*. Tehran Univ. Press, Tehran, 434p. (In Persian)
4. Sadeghi, S.M., Sardabi, H., Kazerooni, H., Sharifi, M.A., Farrar, N., and Rashvand, S. 2018. Adaptability and performance of industrial *Eucalyptus* species in Dashtestan, Bushehr province. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 26: 2. 264-275. (In Persian)
5. Sabeti, H. 2008. Forests, trees and shrubs of Iran. 5th edition, Yazd Univ. Press, Yazd, 886p. (In Persian)
6. 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)
7. 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)

8. Low, C.B., and Shelbourne, C. 1999. Performance of *Eucalyptus globulus*, *E. maidenii*, *E. nitens*, and other eucalypts in Northland and Hawke's Bay at ages 7 and 11 years. *New Zealand J. of Forestry Science*. 29: 2. 274-288.
9. Hunde, T., Mamushet, D., Duguma, D., Gizachew, B., and Teketay, D. 2002. Growth and form of provenances of *Eucalyptus saligna* at Wondo Genet, southern Ethiopia. *Australian Forestry*. 66: 3. 213-216.
10. Davidson, J. 1995. *Eucalyptus* tree improvement and breeding. Ministry of Natural Resources Development and Environmental Protection, Addis Ababa, Ethiopia, 96p.
11. 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.
12. Barson, M.M. 1978. The distribution of *Eucalyptus viminalis* and *Eucalyptus camaldulensis* in Victoria. Masters Research thesis, School of Botany, The University of Melbourne, 102p.
13. 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 J. of Forest and Poplar Research*. 23: 1. 167-177. (In Persian)
14. Hosseinzadeh, J., and Tongo, A. 2020. Comparison of Survival and Growth of Different Seed Origins of *Eucalyptus camaldulensis* in Arid Region of Mehran, Iran. *Ecopersia*. 8: 1. 33-39.
15. Hamzhepour, M., Sardabi, H., Bordbar, K., Joukar, L., and Abbasi, A.R. 2012. Investigation on establishment of some industrial *Eucalyptus* species and provenances in Kazeroon, Fars province. *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 20: 2. 217-232. (In Persian)
16. Rostamikia, Y., and Sardabi, H. 2016. Adaptability Investigation of Six Species of Gum Tree for Afforestation under Dryland Conditions. *Renewable Natural Resources Research*. 7: 2. 1-13.
17. Sadati, S.E., Dastmalchi, M., Rezaei, S.A.A., and Mostafanezhad, S.R. 2004. Three *Eucalyptus* species trail on central coastal lands of Caspian Sea in Iran. *Iranian J. of Forest and Poplar Reserchs*. 12: 1. 61-78. (In Persian)
18. Salehe-shooshtari, M.H., 2011. A valuable tree for wood-farming, educational brochure. Publication of Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, 8p.
19. Eskandari, S., Ali Mahmoudi, S., and Zandifar, S. 2020. Identification of the prone lands for wood farming by *Eucalyptus* in Khuzestan province using Fuzzy AHP. *J. of RS and GIS for Natural Resources*. 11: 1. 48-71.
20. Forests, Ranges and Watershed Management Organization and Research Institute of Forests and Rangelands, 2019. National plan of wood-farming. Un-published data, Tehran, 51p. (In Persian)
21. Bassiri, A. 1995. Statistical designs in agricultural sciences. Shiraz Univ. Press, Shiraz, 374p. (In Persian)
22. Zobeiry, M., 1994. Forest inventory (measurement of tree and stand). Tehran Univ. Publications, Tehran, 401p. (In Persian)
23. Delgado-Matas, C., and Pukkala, T. 2011. Comparison of the growth of six *Eucalyptus* species in Angola. *International J. of Forestry Research*. 2011: 1-9.
24. Hall, N., Johnston, R.D., and Chippendale, G.M. 1970. Forest trees of Australia. 3rd edition, Australian Government Publishing Service, Canberra, 334p.
25. Sardabi, H. 1998. Eucalypt and Pine species trials on the Caspian littoral and lowlands of Iran. Final Report of Plan, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 133p. (In Persian)
26. Boland, D.J., Brooker, M.I.H., Chippendale, G.M., Hall, N., Hyland, B.P.M., Johnston, R.D., Kleinig, D.A., and Turner, J.D. 2007. Forest trees of Australia. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, 736p.

27. Eldridge, K.G., Davidson, J., Harwood, C.E., and Wyk, G.V. 1993. *Eucalypt domestication and breeding*. Clarendon Press. Oxford, UK, 288p.
28. Mortazavi Jahromi, S.M., and Kowsar, A. 2010. A pilot trial on drought resistant tree species irrigated by floodwater. *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 18: 1. 90-106. (In Persian)
29. Saleheh-Shooshtari, M.H., and Rouhipour, H. 2005. *Eucalyptus* Species Trial on Sandy Dunes of Khuzestan Province (Iran). *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 13: 4. 475-500. (In Persian)
30. 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, 36p.



Preliminary adaptability and growth of nine species and provenances of *Eucalyptus* (*Eucalyptus* spp.) in Bushehr Province

S.M. Sadeghi^{*1}, H. Sardabi², N. Farrar³ and H. Kazerooni⁴

¹Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran,

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

³Assistant Prof., Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran,

⁴Technician, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran

Received: 05.23.2020; Accepted: 07.13.2021

Abstract

Background and Objectives: Eucalypts are big and fast growing trees that have been cultivated worldwide and in Iran. Industrial species of this genus have been imported into Iran in the last nine decades. These species have been cultivated in order to test the adaptability and performance in different ecological regions of Iran. This research has been carried out to determine suitable industrial species or provenances of *Eucalyptus* for afforestation and wood farming in Bushehr.

Materials and Methods: This experiment was done under randomized complete blocks with three replicates and nine treatments (*Eucalyptus* species) in 2008, in Shabankareh Research Station, Dashtestan, Bushehr province. In each replicate nine species and 18 seedlings of each species were cultivated with 5×5 meter spacing. Studied treatment was *Eucalyptus* species and provenances including *E. camaldulensis* ig. *camaltereti* 20709, *E. camaldulensis* var. *camaldulensis*, 15030 *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195, *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 12828, *E. saligna*, *E. dunnii* 17909, *E. viminalis* ssp. *cygenetensis* 16020, *E. globulus* ssp. *bicostata* 16731 and *E. nobilis* 19452. Planted trees were irrigated weekly from March to early April. They were irrigated once every three days from mid-April to end of November. Irrigation was continued once every 14 days From December to early March. The afforestation was protected by station guards. In each year of plantation seedlings survival was enumerated and recorded. Tree height (m), diameter at collar (cm), diameter at breast height (cm) and crown diameter (m) were measured and recorded to evaluate tree adaptability and growth at the end of last year. Those Data were analyzed using ANOVA, Tukey test and $\alpha=5\%$.

Results: Results showed that in terms of survival and growth, provenances of *E. camaldulensis* were superior when compared to other species. Highest growth was related to *E. camaldulensis* ig *camaltereti* 20709 with survival (90.7%), height (2.85m), diameter at collar height (4.6 cm), diameter at breast height (2.25cm), canopy area (2.75m²), tree total volume (0.83m³ha⁻¹) and annual volume increment (0.28m³ha⁻¹) among provenances of this species. The minimum value of survival and growth were belonged to *E. dunnii* 17909, *E. viminalis* ssp. *cygenetensis* 16020, *E. globulus* ssp. *bicostata* 16731 and *E. nobilis* 19452 which was zero. Hundred percent mortality of those species was caused by over drought and heat in summer.

*Corresponding author: smbooraki@gmail.com

Conclusion: Studied species were prioritized for future research and executive programs based on the preliminary results: (a) in terms of survival: 1- *E. camaldulensis* ig *camaltereti* 20709, 2- *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195, (b) Based on tree growth: 1- *E. camaldulensis* var. *subcinerea* 15195 and 2- *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 15030. Thus application of *E. camaldulensis* provenances in afforestation and wood farming projects is recommended. Given that results are related to three years, further researches on provenances of this species in terms of superior provenances selection, methods of seedlings transferring from nursery to field, and afforestation managements is suggested.

Keywords: Canopy area, *Eucalyptus camaldulensis*, Survival, Volume increment

