

## بررسی سازگاری و عملکرد گونه و پرووانس‌های اکالیپتوس در استان مرکزی (ساوه)

غلامرضا گودرزی<sup>۱\*</sup> و فاطمه احمدلو<sup>۲</sup>

\* نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران. پست الکترونیک: goodarzi44@yahoo.com

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

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۰۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۳

### چکیده

هدف از اجرای این پژوهش، انتخاب گونه سازگار دارای رشد و تولید چوب مناسب، مقاوم به سرما، قابلیت مناسب برای کاشت در فضای سبز شهری و اراضی کم‌بازده ساوه بود. کشت نهال‌های یک‌ساله گونه‌ها و پرووانس‌های *Eucalyptus suggrandis* ssp. *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* 41-sh، *E. suggrandis* ssp. *alipe*، *E. microcarpa*، *suggrandis* 166-sh، *E. viminalis* 168-sh، *E. sargentii* و *E. camaldulensis* 41-ch در اواخر اسفند ۱۳۸۹ در فواصل ۳ × ۳ متری در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و هر تکرار ۲۵ اصله نهال اجرا شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیشترین ارتفاع کل و قطر تاج و بهترین کیفیت درختان متعلق به *E. camaldulensis* 41-sh بود. آرایه *E. viminalis* 168-sh از قطر برابر سینه و *E. camaldulensis* 41-ch از حجم درخت سرپا و میانگین رویش حجمی بیشتر و کیفیت تنه بهتری نسبت به سایر گونه‌ها برخوردار بود. مقاوم‌ترین آرایه‌ها نسبت به سرمازدگی، *E. camaldulensis* 41-sh، *E. suggrandis* ssp. *suggrandis* و *E. camaldulensis* 41-sh و *E. microcarpa* بودند. بیشترین زنده‌مانی به *E. sargentii* و کمترین آن به *E. rubida* 166-sh تعلق داشت. مشخصه ارتفاع کل در تبیین واریانس داده‌ها مهم‌ترین عامل شناخته شد. در نهایت، *E. camaldulensis* برای تولید چوب و *E. sargentii* برای حفظ خاک و آب در اراضی کم‌بازده ساوه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، خاک، زنده‌مانی، قطر، کیفیت، مقاومت به سرمازدگی.

### مقدمه

تولید چوب در جنگل‌های طبیعی جهان به علل مختلف از جمله بهره‌برداری بی‌رویه و تبدیل اراضی سیر نزولی پیدا کرده است. نیاز جامعه بشری به چوب و فرآورده‌های آن از یک سو و کمبود ماده اولیه به‌ویژه در کشورهای جهان سوم به دلیل تخریب جنگل‌ها از سوی دیگر، لزوم جنگل‌کاری با گونه‌های تندرشد را ضروری می‌سازد. اکالیپتوس از جمله درختانی است که قادر است با رشد سریع خود، در مدت

کوتاهی، مقدار قابل توجهی چوب و سایر محصولات فرعی تولید کند. اکالیپتوس‌ها سخت‌ترین، سنگین‌ترین و با دوام‌ترین چوب‌ها را تولید می‌کنند. کیفیت چوب همراه با رشد سریع آن، قدرت تجدید نسل و ابعاد بزرگ چوب، این جنس را در زمره یکی از باارزش‌ترین چوب‌های پهن‌برگ قرار داده است (Javanshir & Mosadegh, 1972). گونه‌های مختلف اکالیپتوس در بیشتر از ۸۵ کشور جهان، در مساحتی حدود ۶۵ میلیون هکتار به‌طور گسترده و با اهداف

سال ۱۳۴۷ گونه‌های مختلف اکالیپتوس با مبدأ بذر استرالیا، فلسطین اشغالی و قبرس را مورد آزمایش سازگاری قرار داد (Jamali, 1984). شرکت سهامی جنگل سفارود در سال ۱۳۵۴ با وارد کردن ۴۵ گونه اکالیپتوس از آفریقای جنوبی، تحقیق در این زمینه را آغاز کرد. این بذرها ابتدا در قالب کلکسیون در نهالستان شاندرمن استان گیلان کشت شدند و در سال ۱۳۶۱ پس از تجزیه و تحلیل مقدماتی نتایج، ۱۰ گونه موفق در پنج نقطه گیلان از نظر سازگاری تست شدند (Quorani, 2003). سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران در سال ۱۳۶۶ با همکاری سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور و شرکت‌های تابعه از جمله شرکت سفارود، بذره‌های ۱۰ گونه موفق مورد استفاده شرکت سهامی جنگل سفارود را از استرالیا وارد کرده و در نه نقطه استان مازندران و یک نقطه از استان گیلان برای انجام پژوهش‌های سازگاری مورد تحقیق قرار داد (Jazireii, 1992).

در مناطق مختلف، شوری خاک، کمی بارش، سرمای زمستان و گرمای شدید تابستان دامنه انتخاب گونه‌ها را بسیار محدود می‌کند و به دلیل شرایط متفاوت آب و هوایی نتایج متفاوتی ارائه شده است. مطالعاتی به‌طور گسترده در داخل کشور در خصوص سازگاری گونه‌های اکالیپتوس انجام شده است. از جمله نتایج بررسی‌های پنج‌ساله سازگاری گونه‌های اکالیپتوس روی تپه‌های شنی خوزستان در شرایط بدون آبیاری حاکی از آن است که سه گونه *E. camaldulensis*, *E. largiflorens* و *E. microtheca* بین ۳۰ تا ۴۰ درصد زنده‌مانی داشتند (Telvari, 1981). گونه‌های *E. camaldulensis* و *E. microtheca* در خوزستان (Jamali, 1984) و *E. microtheca* و *E. largiflorens* در منطقه قصر شیرین کرمانشاه (Hemmati, 1977) و *E. viminalis* و *E. ovata* در گیلان (Sagheb Talebi et al., 1997) و آرایه‌های *E. globulus* var. و *E. camaldulensis* var. *obtusoides* در لرستان (Karamian et al., 2015) به‌عنوان گونه‌های سازگار معرفی شدند. گونه‌های

مختلف کشت می‌شوند و نرمش اکولوژیک شایان توجهی دارند. در ایران، کاشت اکالیپتوس هم‌زمان با ورود انگلیسی‌ها به خوزستان انجام شد، اما به‌طور رسمی از سال ۱۳۱۰ کشت آن در شمال کشور آغاز شد (Sardabi, 1998) و اکنون سطح وسیعی از اراضی شمال، مرکز و جنوب کشور را به‌خود اختصاص داده است. در فارس از حدود ۸۵ سال پیش پایه‌هایی از *Eucalyptus camaldulensis* در جهرم و داراب کاشته شد (Mortazavi Jahromi, 1994). در میان گونه‌های کاشته شده، گونه *E. camaldulensis* به دلیل مقاومت بیشتر در برابر شرایط نامساعد محیطی و رشد سریع بیشتر مورد توجه است و سطح بیشتری را به‌خود اختصاص داده است. Priver کارشناس استرالیایی و متخصص اکالیپتوس، گونه‌های *E. ovata*, *E. rudis*, *E. viminalis*، *E. aggregate* و *E. dalrympleana* را از نظر مقاومت در برابر سرما برای کشت در نواحی شمالی ایران توصیه کرده است (Sardabi, 1998). همچنین، در صورتی‌که حداقل بارندگی مورد نیاز اکالیپتوس‌ها در دسترس قرار گیرد، می‌توانند با آب و هوای مناطقی با تابستان‌ها و زمستان‌های خشک سازگار شوند. با توجه به اینکه سطح وسیعی از ایران را مناطق خشک و نیمه‌خشک فرا گرفته است، انتخاب گونه‌هایی از جنس اکالیپتوس که بتوانند در مقابل کم‌آبی و خشکی هوا مقاومت کنند و در ضمن از حداکثر تولید در اراضی فقیر و کم‌بازده برخوردار باشند، ارزشمند است.

مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور در سال ۱۳۴۷ فعالیت دامنه‌داری در زمینه تحقیق سازگاری گونه‌های مختلف اکالیپتوس در نقاط مختلف ایران (خوزستان، فارس، کرمانشاه، گلستان، گیلان، لرستان و مازندران) آغاز کرد. در این برنامه، مطالعات وسیعی در مورد شرایط اقلیمی و نوع خاک مناطق مختلف کشور انجام شد و با توجه به این شرایط، گونه‌های مختلفی از کشورهای استرالیا و مراکش وارد شد. از سال ۱۳۵۲ به بعد کار تجزیه و تحلیل دوره‌ای و نهایی آمار رشد کمی و کیفی گونه‌های اکالیپتوس توسط مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع آغاز شد (Sardabi, 1998). ایستگاه تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول در

نیا کالیفرنیا نتیجه گرفتند که درصد زنده‌مانی، ارتفاع و قطر برابر سینه برای گونه *E. camaldulensis* با ۵۱ ماه سن به ترتیب ۸۷ درصد، ۹/۹ متر و ۸/۲ سانتی‌متر و برای *E. dalrympleana* با ۵۱ ماه سن به ترتیب ۷۲ درصد، ۷/۸ متر و ۶/۹ سانتی‌متر و برای *E. viminalis* با ۶۳ ماه سن به ترتیب ۸۰ درصد، ۱۲ متر و ۱۲/۵ سانتی‌متر به دست آمد. Tanvir و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی رشد گونه *E. camaldulensis* در پاکستان نتیجه گرفتند که ارتفاع و قطر برابر سینه در سال دهم به ترتیب ۱۴/۶۴ متر و ۳۳/۵۳ سانتی‌متر بود. Rarivoson و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی نتایج سازگاری پنج گونه غیربومی تندرشد در ماداگاسکار نتیجه گرفتند که نهال‌های یک‌ساله *E. camaldulensis* و *E. robusta* به ترتیب دارای میانگین ارتفاعی ۱/۱۴ و ۰/۷۱ متر و نهال‌های ۴ ساله گونه‌های مذکور به ترتیب ۲/۳۸ و ۲/۰۲ متر و نرخ رشد ارتفاعی آن‌ها به ترتیب ۰/۷۱ و ۰/۷۵ سانتی‌متر بود.

از آنجایی که در آزمایش‌های سازگاری پیشین مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور به علت عدم استفاده از اکوتیپ‌های مختلف یک گونه و احتمال عدم موفقیت اکوتیپ انحصاری مورد آزمایش، از معرفی گونه‌های تندرشد و صنعتی مهم صرف‌نظر شده است، اجرای این پژوهش در شهرستان ساوه که ۷۰ هزار هکتار اراضی بیابانی دارد، بسیار ضروری به نظر می‌رسید. بنابراین، با توجه به نیاز روزافزون کشور به تولید چوب‌های صنعتی به‌ویژه کاغذسازی و با توجه به ویژگی‌ها و گسترش وسیع اکولوژیکی گونه‌های اکالیپتوس، معرفی گونه‌های تندرشدی که اغلب در اراضی کم‌بازده قابل کشت هستند، مستلزم ارزیابی گونه و پروونانس‌هایی است تا درجه موفقیت آنها مشخص و برای مناطق و اهداف مختلف، توصیه‌ها، پیشنهادها و شیوه‌نامه‌های اجرایی تدوین شود. هدف از این مطالعه انتخاب گونه سازگار، دارای رشد و تولید چوب مناسب، مقاوم به سرما و مناسب برای جنگل‌کاری‌ها، فضای سبز شهری و اراضی کم‌بازده ساوه در استان مرکزی بود.

*E. camaldulensis*, *E. microtheca* و *E. gillii* در شرایط دیم در مناطق غربی استان فارس از نظر درصد زنده‌مانی و رشد از موفقیت بیشتری نسبت به سایر گونه‌های مورد بررسی برخوردار بودند (Mortazavi Jahromi, 1994). Sardabi (۱۹۹۸) در بررسی سازگاری گونه‌های مختلف اکالیپتوس در مناطق ساحلی و کم‌ارتفاع شرق استان مازندران طی ۱۷ سال نتیجه گرفت که بیشترین مقاومت به سرما در *E. gunnii* و *E. nitens*، بیشترین زنده‌مانی در *E. camaldulensis*، بیشترین ارتفاع در *E. dalrympleana* و *E. camaldulensis* بیشترین قطر یقه در *E. camaldulensis* و بیشترین *E. dalrympleana*، *E. ovate* و *E. bicostata* و بیشترین قطر برابر سینه در *E. dalrympleana*، *E. ovata*، *E. viminalis* و *E. bicostata* مشاهده شد. براساس نتایج پژوهش Sadati و همکاران (۲۰۰۴) در مورد سه گونه *E. camaldulensis*، *E. saligna* و *E. viminalis* طی ۲۰ سال، بیشترین زنده‌مانی در *E. camaldulensis*، بیشترین قطر برابر سینه در *E. viminalis* و بیشترین ارتفاع و بهترین کیفیت تنه در *E. saligna* مشاهده شد. در پژوهش Rouhipour و Saleheh Shoostari (۲۰۰۶) در مورد سازگاری گونه‌های مختلف اکالیپتوس *E. camaldulensis*، *E. microtheca* و *E. camaldulensis* 9616 در تپه‌های شنی خوزستان در سال هفتم رشد نتیجه‌گیری شد که رشد ارتفاعی به ترتیب ۱/۳۹، ۱/۶۹، ۱/۷۹ و ۱/۵۶ متر و رشد قطری به ترتیب ۱/۴۲، ۰/۰۵۷، ۰/۵۱ و ۱/۰۸ سانتی‌متر و مقدار زنده‌مانی به ترتیب ۷۳/۵، ۲۴/۵، ۳۷ و ۲۲/۹ درصد است. Shariat و Assareh (۲۰۰۹) در بررسی اثر تنش خشکی بر پارامترهای رشد چهار گونه *E. microtheca*، *E. melliodora*، *E. camaldulensis* و *E. viminalis* نتیجه گرفتند که بیشترین تحمل به خشکی مربوط به گونه *E. microtheca* بود.

مطالعاتی نیز به‌طور گسترده در خارج کشور انجام شده است. از جمله، Donaldson و Standiford (۱۹۸۴) در بررسی رشد گونه‌های مختلف جنس اکالیپتوس در شهرستان

## مواد و روش‌ها

## منطقه مورد مطالعه

این بررسی در شهرستان ساوه در کنار کمربندی شهر و در مجاورت پارک جنگلی شهید چمران با مختصات جغرافیایی  $35^{\circ}12'54''$  عرض شمالی و  $50^{\circ}22'38''$  طول شرقی انجام شد. میانگین بارندگی سالانه  $193/1$  میلی‌متر، پرباران‌ترین ماه آذر با میانگین  $37/7$  میلی‌متر و کم باران‌ترین ماه شهریور با میانگین  $0/4$  میلی‌متر می‌باشد. میانگین دمای سالانه  $17/9$  درجه سانتیگراد، حداکثر مطلق  $44$  درجه سانتیگراد و حداقل مطلق  $-15$  درجه سانتیگراد در طی اجرای تحقیق بود. گرمترین ماه‌های سال تیر و مرداد و سردترین دی و بهمن می‌باشند. روزهای یخبندان بیشتر در چهارماه پایانی سال اتفاق افتاده و ماه‌های دی و بهمن بیشترین روزهای یخبندان را دارا هستند. ارتفاع از سطح دریا  $1000$  متر و اقلیم بر اساس روش دومارتن خشک بیابانی معتدل است (Goodarzi, 2015).

## روش پژوهش

در پژوهش پیش‌رو با استفاده از نرم‌افزار GIS و بانک‌های اطلاعاتی در مورد نیازهای اکولوژیک گونه‌های جنگلی چه در رویشگاه طبیعی و چه در جنگل‌کاری‌های مناطق مختلف جهان و استفاده از فن‌آوری جدیدی برای همخوانی آب‌وهوایی (Climate matching) منطقه جنگل‌کاری با خصوصیات آن در مبدأ طبیعی گونه، انتخاب گونه انجام شد. از مرکز بذر بخش تحقیقات جنگل سازمان CSIRO استرالیا بذر مورد نیاز گونه‌های انتخاب شده برای استان مرکزی با چند مبدأ جغرافیایی متفاوت تهیه شد و سپس در سال  $1388$  کشت در گلدان‌های جی‌فی انجام شد. گلدان‌ها پس از جوانه‌زنی بذرها و رشد اولیه نونهال‌ها در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، به زمین انتقال داده شدند. در زمین مورد نظر عملیات تسطیح و شخم عمیق انجام شد و کود حیوانی به مقدار  $25$  تن در هکتار به خاک اضافه و مخلوط شد. در مرحله بعد، به‌وسیله نهرکن جوی پشته‌هایی با فاصله  $3$  متر ایجاد شد. کشت نهال‌های یک‌ساله گونه‌های مورد مطالعه در

اواخر اسفند  $1389$  در فواصل  $3$  متری از یکدیگر روی ردیف‌هایی که  $3$  متر از یکدیگر فاصله داشتند، انجام شد. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در منطقه ساوه با  $9$  گونه و پرووانس و در سه تکرار و هر تکرار  $25$  اصله نهال اجرا شد. طی یک دوره  $6$  ساله عملیات نگهداری شامل آبیاری هفتگی، مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز، شخم‌زدن و وجین دستی به دفعات مورد نیاز و هرس نیز از سال سوم تا ششم هر سال به مقدار  $1$  تا  $1/5$  متر از ارتفاع تاج انجام شد. گونه‌ها و پرووانس‌های کشت شده در تحقیق شامل *E. suggrandis ssp. suggrandis*، *E. suggrandis ssp. alipe*، *E. microcarpa*، *E. camaldulensis* var. *E. camaldulensis* 41-sh، *E. viminalis* 168-، *E. rubida* 166-sh، *E. camaldulensis* sh، *E. sargentii* sh و *E. camaldulensis* 41-ch بودند. پارامترهای مورد اندازه‌گیری سالانه شامل ارتفاع، قطر برابر سینه (فقط در پایان فصل رویش) و زنده‌مانی (دو بار در سال، پایان دوره گرما و پایان دوره سرما) بود. علاوه‌براین، در سال آخر اجرای طرح، قطر تاج و مقاومت به سرمای درختان نیز ارزیابی شد. اندازه‌گیری ارتفاع و قطر تاج به‌وسیله شاخص مدرج بر حسب متر و قطر یقه به‌وسیله کولیس با دقت سانتی‌متر انجام شد. قطر تاج میانگین قطر بزرگ و کوچک بود که عمود بر هم اندازه‌گیری شد. حجم درخت سرپا از رابطه  $1$  و حجم در هر هکتار درخت سرپا از رابطه  $2$  و سپس رویش حجمی کلن‌ها به تفکیک برای سال‌های مختلف بر اساس تعداد درختان باقیمانده و مقدار زنده‌مانی محاسبه و میانگین  $6$  ساله آنها محاسبه شد.

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 * h * f \quad \text{رابطه (۱)}$$

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

در رابطه‌های فوق:  $V$  حجم سرپا به متر مکعب،  $d$  قطر برابر سینه به متر،  $h$  ارتفاع به متر،  $f$  ضریب شکل و  $a$  فاصله

کاشت است.

(عاری از بیماری و آفت) بررسی شد.

پیش از شروع پژوهش، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تعیین شد (جدول ۱)، به طوری که در صورت یکنواخت بودن تیپ خاک حداقل یک و در صورت تغییر ویژگی‌های خاک در هر تکرار، به تعداد آن‌ها نیم‌رخ (عمق ۱/۵ متر) حفر شد و ضمن تشریح نیم‌رخ و بررسی مورفولوژی خاک، از هر افق یا لایه آن نمونه‌برداری شد. داده‌ها با استفاده از روش آماری تجزیه واریانس، آزمون دانکن، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از آماره خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی بر اساس روش Ward و مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله و به‌کارگیری نرم‌افزارهای SAS و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

مقاومت به سرما با خسارت سرمازدگی روی درختان و سپس کدبندی آن‌ها به صورت مشاهده‌ای بر اثر سرمای شدید سال ۱۳۹۲ با حداقل مطلق دما ۱۳- درجه سانتیگراد انجام شد و در چهار طبقه (۴: فاقد علائم سرمازدگی، ۳: زرد شدن و سپس نکروزه نوک برگ‌ها بدون علائم ریزش برگ‌ها، ۲: خسارت کمتر از نصف تاج درخت و ریزش برگ‌ها و ۱: خسارت بیشتر از ۵۰ درصد و یا همه شاخه‌های تاج درخت و مشاهده شکاف در پوست شاخه‌ها) ارزیابی شد (Gómez-del-Campo & Barranco, 2005). کیفیت درختان براساس روش Sardabi (۱۹۹۸) و در نظر گرفتن صفاتی مانند راستی تنه، پیچش الیاف، چندشاخه بودن تنه (چنگالی)، هرس طبیعی تنه و سالم بودن درخت

جدول ۱- برخی مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	ازت کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	بافت خاک
۰-۵۰	۰/۸	۷/۹	۱	۲۱۳	۰/۰۱	۰/۰۹	شن لومی
۵۰-۱۰۰	۱	۸	۳/۸	۲۳۰	۰/۰۱	۰/۰۸	لوم شنی
۱۰۰-۱۵۰	۷/۶	۷/۷	۵/۸	۲۲۴	۰/۰۱	۰/۰۸	شن لومی
۰-۵۰	۰/۶	۷/۹	۱/۱	۲۳۶	۰/۰۳	۰/۲۶	شن لومی
۵۰-۱۰۰	۱/۶	۷/۹	۰/۹	۱۷۴	۰/۰۱	۰/۰۶	شن لومی
۱۰۰-۱۵۰	۴/۴	۷/۹	۷/۷	۳۰۰	۰/۰۱	۰/۰۹	لوم شنی

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع گونه در تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که بیشترین ارتفاع کل، قطر تاج و بهترین کیفیت درخت مربوط به *E. camaldulensis* 41-sh بود. آرایه *E. viminalis* 168-sh از قطر برابر سینه و آرایه *E. camaldulensis* 41-ch از حجم درخت سرپا و میانگین

رویش حجمی بیشتر و کیفیت تنه بهتری نسبت به سایر گونه‌ها برخوردار بودند. آرایه‌های *E. suggrandis* ssp. و *E. camaldulensis* 41-sh *E. suggrandis* مقاوم‌ترین گونه‌ها به سرمازدگی بودند (جدول ۳). بیشترین مقدار زنده‌مانی به *E. sargentii* (۶۲/۲ درصد) و کمترین آن به *E. rubida* 166-sh (یک درصد) تعلق داشت (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مشخصه‌های کمی و کیفی گونه‌ها و پرووانس‌های مختلف اکالیپتوس کشت شده در ساوه

منابع تغییرات	ارتفاع کل (متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	قطر تاج (متر)	حجم درخت سریا (متر مکعب در هکتار)	میانگین رویش حجمی (متر مکعب در هکتار در سال)	زنده‌مانی (درصد)	مقاومت به سرمازدگی	کیفیت درختان
تکرار	۰/۱۸۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۳۷/۱۹ <sup>ns</sup>	۱/۰۳ <sup>ns</sup>	۲/۹۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۳/۵ <sup>ns</sup>
تیمار	۱۳۰/۶۳ <sup>**</sup>	۳/۷۶ <sup>**</sup>	۶/۳۷ <sup>**</sup>	۳۷۸۸۲/۱۶ <sup>**</sup>	۱۰۵۲/۲۸ <sup>**</sup>	۸۷۶۶ <sup>**</sup>	۲۴ <sup>**</sup>	۳۰۸/۸۳ <sup>**</sup>
خطا	۰/۰۰۰۱	۰/۱۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۱	۱۴/۸۹	۰/۰۰۰۱	۵/۱۷
ضریب تغییرات	۰/۰۵	۷/۷	۰/۹	۳/۷۱	۲/۰۷	۳/۵۵	۰/۸	۵/۴۱

\*\* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ \* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ <sup>ns</sup> غیر معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی گونه‌ها و پرووانس‌های مختلف اکالیپتوس کشت شده در ساوه

گونه و پرووانس	ارتفاع کل (متر)	قطر برابر سینه (متر)	قطر تاج (متر)	حجم درخت سریا (متر مکعب در هکتار)	میانگین رویش حجمی (متر مکعب در هکتار در سال)	زنده‌مانی (درصد)	مقاومت به سرمازدگی	کیفیت درختان
<i>E. rubida</i> 166-sh	۲/۲۲ <sup>f</sup>	۰/۱۸۵ <sup>d</sup>	۲/۱۵ <sup>e</sup>	۰/۲۰۳ <sup>g</sup>	۰/۰۳۳ <sup>g</sup>	۱ <sup>h</sup>	۰/۹ <sup>d</sup>	۱۱ <sup>b</sup>
<i>E. suggrandis</i> ssp. <i>suggrandis</i>	۱/۸۷ <sup>h</sup>	۰/۲۱۶ <sup>d</sup>	۱/۸۲ <sup>f</sup>	۴/۲۶ <sup>f</sup>	۰/۷۱ <sup>f</sup>	۲۰/۳۷ <sup>e</sup>	۳/۹ <sup>a</sup>	۷ <sup>e</sup>
<i>E. camaldulensis</i> 41-sh	۷/۱۶ <sup>a</sup>	۱ <sup>b</sup>	۲/۹۵ <sup>a</sup>	۸۰/۴۱ <sup>b</sup>	۱۳/۴ <sup>b</sup>	۳۲/۷ <sup>c</sup>	۳/۹ <sup>a</sup>	۱۴/۵ <sup>a</sup>
<i>E. viminalis</i> 168-sh	۶/۸۳ <sup>c</sup>	۱/۱۶ <sup>a</sup>	۲/۸۸ <sup>b</sup>	۲۰/۳۹ <sup>d</sup>	۳/۴ <sup>d</sup>	۸/۲ <sup>g</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	۸/۱۷ <sup>d</sup>
<i>E. sargentii</i>	۳/۲۳ <sup>e</sup>	۰/۵۱۹ <sup>c</sup>	۲/۸۶ <sup>c</sup>	۳۵/۷ <sup>c</sup>	۵/۹۵ <sup>c</sup>	۶۲/۲ <sup>a</sup>	۱/۹ <sup>c</sup>	۶/۳۳ <sup>e</sup>
<i>E. microcarpa</i>	۲/۰۳ <sup>g</sup>	۰/۳۱ <sup>d</sup>	۱/۷۵ <sup>i</sup>	۵/۶۵ <sup>f</sup>	۰/۹۴ <sup>f</sup>	۲۶ <sup>d</sup>	۳/۹ <sup>a</sup>	۹/۱۷ <sup>c</sup>
<i>E. camaldulensis</i> var. <i>camaldulensis</i>	۳/۸۳ <sup>d</sup>	۰/۲۹۸ <sup>d</sup>	۲/۳۳ <sup>d</sup>	۱۲/۸ <sup>e</sup>	۲/۱۳ <sup>e</sup>	۳۲/۷ <sup>c</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	۱۵ <sup>a</sup>
<i>E. camaldulensis</i> 41-ch	۶/۸۵ <sup>b</sup>	۱/۰۳ <sup>ab</sup>	۱/۷۹ <sup>h</sup>	۱۱۲/۱۷ <sup>a</sup>	۱۸/۷ <sup>a</sup>	۴۶/۵۷ <sup>b</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	۱۵/۳۳ <sup>a</sup>
<i>E. suggrandis</i> ssp. <i>alipe</i>	۱/۷ <sup>i</sup>	۰/۲۷ <sup>d</sup>	۱/۸ <sup>g</sup>	۲/۲۳ <sup>f</sup>	۰/۳۷ <sup>f</sup>	۱۴/۳ <sup>f</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	۸ <sup>d</sup>

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

ارتفاع با واریانس ۵۶/۵۷ درصد نقش بیشتری در تبیین واریانس متغیرها داشت. با توجه به شکل مشخص می‌شود که مشخصه ارتفاع کل مهم‌ترین عامل در تبیین واریانس داده‌ها بود و سایر مشخصه‌ها به دلیل تغییرات مقدار ویژه کم، نقش کمتری داشتند. آرایه *E. camaldulensis* 41-sh به دلیل دارا بودن بیشترین ارتفاع کل، سازگاری بیشتری را در ارتباط با سایر گونه‌ها در منطقه ساوه نشان داد.

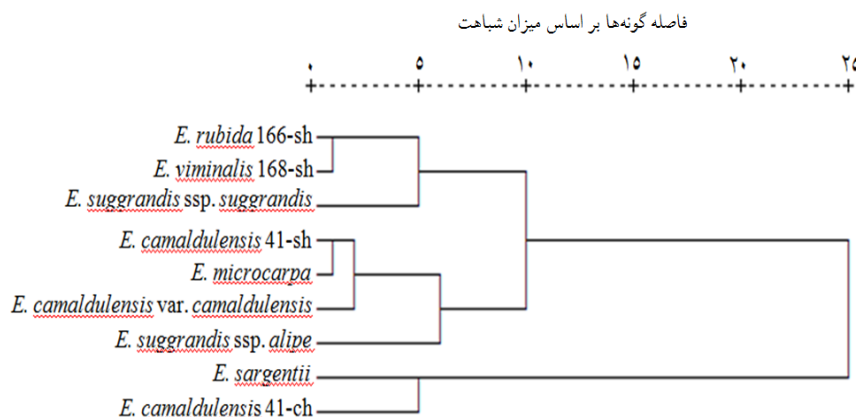
شکل ۱ تغییرات مقادیر ویژه را در ارتباط با مشخصه‌های مورد مطالعه در روش تحلیل عاملی نشان می‌دهد که برای تعیین تعداد بهینه مؤلفه‌ها به کار می‌رود. مقدار آماره *KMO* برابر ۰/۷۳۸ و نتایج آزمون کرویت بارتلت نیز با سطح معنی‌داری ۰/۰۱، معنی‌دار بود. همچنین، بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود داشت و ۸۱/۲۸ درصد میزان اشتراک سه متغیر اول با واریانس کل بود. متغیر



شکل ۱- تغییرات مقادیر ویژه در ارتباط با مشخصه‌های مورد مطالعه

یکدیگر قرار بگیرند. آرایه‌های *E. rubida* 166-sh و *E. suggrandis* ssp. و *E. viminalis* 168-sh در گروه اول و آرایه‌های *E. camaldulensis* var. *E. microcarpa* 41-sh و *E. camaldulensis* ssp. *alipe* در گروه دوم و آرایه‌های *E. camaldulensis* 41- و *E. sargentii* در گروه سوم جای گرفتند. گروه‌های اول و دوم کمترین شباهت را با گروه سوم داشتند.

نتایج تجزیه خوشه‌ای داده‌های گونه‌های مختلف اکالیپتوس براساس هشت مشخصه ارتفاع کل، قطر برابر سینه، قطر تاج، حجم در هکتار درخت سرپا، میانگین رویش حجمی، زنده‌مانی، مقاومت به سرمازدگی و کیفیت درختان در شکل ۲ ارائه شده است. تجزیه خوشه‌ای این امکان را فراهم می‌آورد که گونه‌ها بر اساس مشخصه‌های مختلف طوری گروه‌بندی شوند که گونه‌هایی با خصوصیات مورفولوژیکی و اکولوژیکی مشابه در گروه‌های نزدیک به



شکل ۲- درخت‌واره به‌دست‌آمده از تجزیه خوشه‌ای گونه‌های مختلف اکالیپتوس بر مبنای میانگین مشخصه‌های مورد بررسی

بیشترین ارتفاع کل و قطر تاج و بهترین کیفیت درختان در *E. camaldulensis* 41-sh نشان‌دهنده این بود که این گونه سازگاری زیادی به شرایط آب‌وهوایی ساوه دارد. منابع مختلف نیز مؤید سازگاری فوق‌العاده گونه

## بحث

شناسایی و معرفی برخی از گونه‌های غیربومی تندرشد برای استقرار و سازگاری در مناطق خشک و شرایط سخت محیطی حائز اهمیت است. در پژوهش پیش‌رو دستیابی به

ساحلی و گرم‌تر شمال ایران مانند شبه‌جزیره میانکاله یا منطقه زاغمرز نکا (Sardabi, 1998)، سازگاری این گونه نسبت به مناطق مرطوب‌تر و حاصلخیزتر مانند چمستان نور (Sadati et al., 2004) و سفارود گیلان (Quorani, 2003) کمتر بود. آزمایش سازگاری این گونه در بسیاری از کشورها از مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری با ارتفاع زیاد از سطح دریا تا مناطق معتدل خنک، موفقیت‌آمیز بوده، لیکن آزمایش سازگاری این گونه در سایر مناطق مختلف ایران به‌رغم انتخاب مبدأ بذر مناسب، موفقیت‌آمیز نبود. اگرچه در پژوهش Sardabi (۲۰۱۵) در استان تهران گونه‌های *E. camaldulensis* و *E. viminalis* مقاومت خوبی را نسبت به سرما نشان دادند. این گونه در تجزیه خوشه‌ای با آرایه‌های *E. rubida* 166-sh و *E. suggrandis* ssp. در یک گروه قرار گرفتند و هر سه گونه در یک خوشه وضعیت متوسطی را نسبت به مشخصات مورد مطالعه بروز دادند.

آرایه *E. rubida* 166-sh به‌طور عمده شرایط سرد و مرطوب را همانند رویشگاه طبیعی آن در جنوب شرقی استرالیا و تاسمانی می‌طلبد. در نتایج Rad (۲۰۱۵)، آرایه‌های *E. saligna* 20762، *E. saligna* و *E. rubida* 141-Zh-*E. camaldulensis* به بروز یخبندان و سرمای شدید زمستان (کاهش دما تا ۴/۴- درجه سانتیگراد) حساسیت زیادی نشان دادند. گونه‌ها و پروپونانس‌های مختلف *E. camaldulensis* و *E. rubida* نیز به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین‌های رشد و زنده‌مانی را در شهر قم به‌دست آوردند که عدم سازگاری *E. rubida* می‌تواند به‌واسطه سرما، خشکی و یا توقعات فیزیولوژیک خاص آن باشد (Sardabi & Tavakkoli-Neko, 2017). در پژوهش پیش‌رو، مشخصه‌های مورد مطالعه در این گونه از شرایط مطلوبی برخوردار نبودند، بنابراین برای شرایط آب‌وهوایی سرد و خشک منطقه ساوه با خاک شور پیشنهاد نمی‌شود.

بیشترین زنده‌مانی در گونه *E. sargentii* به‌دست آمد، اما سایر مشخصات مورد مطالعه در این گونه نسبت به سایر گونه‌ها از وضعیت خوبی برخوردار نبود. این گونه اگرچه

*E. camaldulensis* در شرایط مختلف آب‌وهوایی و خاکی و رشد رضایت‌بخش آن به شرط تأمین آب مورد نیاز بوده‌اند (McMahon و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که این گونه به شوری، خشکی، سرما و خاک کاملاً اشباع از آب سازگار است. اگرچه قسمت‌هایی از اندام هوایی (تاج و تنه) کلیه درختان اکالیپتوس کاشته شده در سمنان از جمله *E. camaldulensis* در اثر سرمای شدید زمستان ۱۳۸۶ با میانگین دمای ۱۲/۶- آسیب دیده و خشک شدند (Ravanbakhsh & Eghrary, 2014). همکاران (۲۰۰۲) تطابق اسمزی و افزایش خاصیت ارتجاعی دیواره سلولی در *E. camaldulensis* را راهکار مقابله با تنش خشکی دانستند. به همین دلیل، این گونه بیشترین رشد را تحت شرایط تنش نشان می‌دهد و در پژوهش پیش‌رو نیز با توجه به اینکه مشخصه ارتفاع مهم‌ترین عامل در تبیین واریانس داده‌ها تشخیص داده شد، این گونه برای تولید چوب در فضای سبز و جنگل‌کاری شهری ساوه پیشنهاد می‌شود. آرایه *E. camaldulensis* var. *camaldulensis* دارای بهترین کیفیت بود، ولی از نظر سایر مشخصات در رده‌های پس از *E. camaldulensis* 41-sh و *E. camaldulensis* 41-ch قرار گرفت که در تجزیه خوشه‌ای نیز با *E. camaldulensis* 41-sh در یک گروه قرار داشتند. آرایه *E. camaldulensis* 41-sh در تحقیق Hamzeshpour و همکاران (۲۰۱۲) از نظر رشد شرایط بسیار مطلوبی را نشان داد که با نتایج پژوهش پیش‌رو همخوانی دارد و برای جنگل‌کاری با هدف تولید چوب پیشنهاد می‌شود.

در پژوهش پیش‌رو، آرایه *E. viminalis* 168-sh بیشترین قطر برابر سینه را داشت، ولی از نظر سایر مشخصه‌های مورد مطالعه از وضعیت متوسطی برخوردار بود. بنابراین، در صورتی که هدف تولید چوب باشد، می‌تواند با احتیاط در ساوه کشت شود. احتمالاً برخورداری از شرایط متوسط مشخصه‌های مورد مطالعه در گونه *E. viminalis* حساسیت بیش از حد این گونه نسبت به تنش گرما و خشکی در تابستان است. در منطقه جلگه‌ای،



2006). شرایط تنش اغلب مرتبط با کاهش رشد گیاه از جمله کاهش قطر تاج و قطر یقه است (Ahmed et al., 2013). لیکن این مهم در پژوهش پیش‌رو در مورد *E. camaldulensis* 41-sh صدق نکرد، زیرا بیشترین رشد ارتفاعی به این گونه تعلق داشت. در پژوهش پیش‌رو با توجه به اینکه این گونه‌ها بیشترین مقاومت به سرمازدگی را نشان دادند، کاهش رشد در *E. suggrandis* ssp. نشان دادند، *E. microcarpa* و *E. suggrandis* قابل توجه است. در پژوهش Karamian و همکاران (۲۰۱۵) در استان لرستان، *E. suggrandis* از نظر رویش ارتفاعی و قطری در وضعیت متوسط و از نظر درصد زنده‌مانی در پایین‌ترین رده نسبت به *E. globulus*، *E. camaldulensis*، *E. viminalis* و *E. nitens* قرار داشت که با نتایج پژوهش پیش‌رو هم‌خوانی دارد. گونه *E. microcarpa* که برای اولین بار در ایران مورد آزمایش قرار گرفته است، با توجه به خصوصیات رویشگاهی آن در استرالیا که طالب آب‌وهوای معتدل سرد و مناطق مرطوب کوهستانی است (Purse & Richardson, 2001)، توانسته است مقاومت به سرمای زیادی داشته باشد. Avimore (۲۰۱۰) گزارش کرد که این گونه می‌تواند سرمای ۱۲- درجه سانتیگراد را تحمل کند. اگرچه در پژوهش پیش‌رو از نظر سایر صفات مورد مطالعه وضعیت مناسبی را نشان نداد. Clayton-Greene (۱۹۸۳) نیز عدم مقاومت این گونه نسبت به شرایط خشکی و شوری را گزارش کرده است. آرایه *E. suggrandis* ssp. *alipe* که در یک گروه با *E. suggrandis* ssp. *suggrandis* قرار داشت، از کمترین ارتفاع نسبت به سایر گونه‌ها برخوردار بود. اگرچه این گونه نسبت به سایر گونه‌های مورد آزمایش به سرما مقاوم‌تر بود، به دلیل نامطلوب بودن سایر مشخصات رویشی و زنده‌مانی آن و نظر به شرایط گرم و خشک و شوری رویشگاه طبیعی آن در جنوب استرالیا و رشد کم آن برای کشت در منطقه ساوه باید با احتیاط و تحقیق در مدت زمان بیشتر تصمیم‌گیری شود. هرچند هدف از اجرای این پژوهش بررسی عملکرد گونه‌ها و پروونانس‌های مختلف اکالیپتوس در شرایط

به‌عنوان گونه مقاوم به خشکی مطرح است، اما برای رشد مطلوب به آب کافی نیاز دارد (Rad et al., 2013) که نتایج پژوهش پیش‌رو در شرایط ساوه نیز مؤید این مطلب بود. اگرچه در نتایج تحقیقات Saleheh Shooshtari و Rouhipour (۲۰۰۶) در تپه‌های ماسه‌ای غرب کرخه، کمترین زنده‌مانی، ارتفاع و قطر در این گونه مشاهده شد. Rad و همکاران (۲۰۱۵) توانایی بیشتر *E. microcarpa* را نسبت به *E. sargentii* در مقاومت به خشکی از طریق بهبود شرایط فیزیولوژیکی و جذب بیشتر آب از خاک و ماندگاری در شرایط تنش رطوبتی گزارش کردند، در صورتی‌که در پژوهش پیش‌رو فقط مشخصه‌های مقاومت به سرمازدگی و کیفیت درختان در *E. microcarpa* نسبت به *E. sargentii* بیشتر بود. این گونه در یک خوشه جداگانه نسبت به سایر گونه‌ها قرار گرفت که نشان‌دهنده این است که کمترین شباهت را با سایر گونه‌ها در مشخصه‌های مورد مطالعه داشت. Rad و همکاران (۲۰۱۵) نتیجه گرفتند که مقاومت به شوری آب و خاک و تا حدودی به سرما و همچنین رشد سریع *E. sargentii* به‌ویژه رشد قطری آن می‌تواند این گونه را در زمره درختان مناسب برای بیابان‌زدایی مطرح کند. نظر به شرایط رویشگاه طبیعی آن با خاک‌های شنی و شور در نواحی جنوب استرالیا غربی و با توجه به کسب بیشترین زنده‌مانی در پژوهش پیش‌رو و به دلیل فرم مناسب شاخ و برگ، در صورتی‌که هدف ایجاد فضای سبز و استقرار گونه باشد، می‌توان از این گونه استفاده کرد.

آرایه‌های *E. suggrandis* ssp. *suggrandis* و *E. camaldulensis* 41-sh مقاومت به سرمازدگی بیشتری را نسبت به سایر گونه‌ها نشان دادند. گیاه از طریق کاهش رشد و فعالیت فتوسنتزی و تغییراتی در ترکیب غشای لیپیدها و هورمون‌ها، افزایش شکرهای محلول، آمینواسیدها، اسیدهای آلی، سنتز و تجمع آنتی‌اکسیدانت‌ها و پروتئین‌های محافظ می‌تواند در برابر سرما مقاومت کند که این توانایی در گونه‌ها و پروونانس‌های مختلف درختان متفاوت است (Wei et al.,

industrial Eucalyptus species and provenances in Kazerun, Fars province. Iranian Journal of Forests and Poplar Research, 20(2): 217-232 (In Persian).

- Hemmati, A., 1997. Aadaptation trials for various tree and shrub species at non-irrigated conditions in Lorestan province. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 88p (In Persian).
- Jamali, B., 1984. Preliminary results on cultivation of Eucalyptus species. Safiabad Agricultural Research Center, Dezful, 26p (In Persian).
- Javanshir, K. and Mosadegh, A., 1972. Eucalyptus. University of Tehran Press, Tehran, 434p (In Persian).
- Jazireii, M.H., 1992. Investigation on adaptability a few species of Eucalyptus in the northern slopes of the Alborz, progress report in crop year 1991-1992. Published by Forests, Range and Watershed Management Organization, Tehran, 59p (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).
- 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, 197(2): 134-142.
- McMahon, L., George, B. and Hean, R., 2010. Primefact 1054 a tree smart factsheet: *Eucalyptus camaldulensis*. Industry and Investment NSW, Australia, 6p.
- Mortazavi Jahromi, S.M., 1994. Introduction of adaptable Eucalyptus species to the west of Fars province. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 71p (In Persian).
- Purse, J.G. and Richardson, K.F., 2001. Short rotation single stem tree crops for energy in the UK- an examination with Eucalyptus. Aspects of Applied Biology, Biomass and Energy Crops II, 65: 13-20.
- Quorani, M., 2003. Research on adaptability and

مناسب از نظر زراعت چوب بود، لیکن قطع آبیاری و تحقیق در شرایط دیم توسط سایر پژوهشگران می‌تواند نتایج ارزشمندی را دربر داشته باشد.

## References

- Ahmed, I.M., Dai, H., Zheng, W., Cao, F., Zhang, G., Sun, D. and Wu, F., 2013. Genotypic differences in physiological characteristics in the tolerance to drought and salinity combined stress between Tibetan wild and cultivated barley. Plant Physiology and Biochemistry, 63(1): 49-60.
- Assareh, M.H. and Shariat, A., 2009. Salinity resistance in germination stage and growth stage in some Eucalyptus species. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 15(6): 1-14 (In Persian).
- Avimore, A.H., 2010. Energy forestry exemplar trials updates. Forestry Commission, Scotland, 26p.
- Clayton-Greene, K.A., 1983. The tissue water relationships of *Callitris columellaris*, *Eucalyptus melliodora* and *E. microcarpa* investigated using the pressure-volume technique. Oecologia, 57(3): 368-373.
- Donaldson, D.R. and Standiford, R.B., 1984. Eucalyptus fuelwood growth rate improves with age. California Agriculture, 38(3): 18-19.
- Flores, H.J.M., Avalos, V.M.C., Rincon, M.N., Magana, J.G. and Reyes, J.T.S., 2013. Development of three commercial plantations of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. established in the municipality of Buenavista, Michoacan, Mexico. Foresta Veracruzana, 15(2): 23-30.
- Gómez-del-Campo, M. and Barranco, D., 2005. Field evaluation of frost tolerance in 10 olive cultivars. Plant Genetic Resources, 3(3): 385-390.
- Goodarzi, G.R., 2015. Investigation on adaptability and performance of industrial Eucalypt provenances at different ecological zones (Markazi province-Saveh). Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 39p (In Persian).
- Hamzehpour, M., Sardabi, H., Bordbar, K., Joukar, L. and Abbasi, A.R., 2012. Investigation on establishment of some

- Rangelands, Tehran, 75p (In Persian).
- Saleheh Shooshtari, M.H. and Rouhipour, H., 2006. Eucalyptus species trial on sandy dunes of Khuzestan province (Iran). *Iranian Journal of Forests and Poplar Research*, 13(4): 475-499 (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.
  - Sardabi, H., 1998. Compatibility of different species of Eucalyptus and Pinus in coastal areas and low-elevation in east of Mazandaran province. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 133p (In Persian).
  - Sardabi, H., 2015. Investigation on adaptability and performance of industrial Eucalypt provenances at different ecological zones (Tehran province). Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 26p (In Persian).
  - Tanvir, M.A., Siddiquit, M.T. and Shah, A.H., 2002. Growth and price trend of *Eucalyptus camaldulensis* in central Punjab. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4(3): 344-346.
  - Telvari, A., 1981. A brief report afforestation research projects in Khuzestan. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 26p (In Persian).
  - Wei, H., Dhanaraj, A.L., Arora, R., Rowland, L.J., Fu, Y. and Sun, L., 2006. Identification of cold acclimation-responsive Rhododendron genes for lipid metabolism, membrane transport and lignin biosynthesis: importance of moderately abundant ESTs in genomic studies. *Plant, Cell and Environment*, 29(4): 558-570.
  - Zahid, D.M., Shah, F.R. and Majeed, A., 2010. Planting Eucalyptus in arid environment-Is it useful species under water deficit system. *Pakistan Journal of Botany*, 42(3): 1733-1744.
  - growth of Eucalyptus. Shafa-Rud Company, Shafa-Rud Education Forest Authority, Gilan, 55p (In Persian).
  - Rad, M.H., 2015. Investigation on adaptability and performance of industrial eucalypt provenances at Yazd ecological. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 42p (In Persian).
  - Rad, M.H., Assare, M.H. and Soltani, M., 2015. Effects of different soil moisture regimes on some physiological characteristics of two Eucalypts (*E. microtheca* and *E. sargentii*). *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 23(1): 125-133 (In Persian).
  - Rad, M.H., Jaimand, K., Assareh, M.H. and Soltani, M., 2013. Effects of drought stress on the quantity and quality of essential oil and water use efficiency in Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(4): 772-782 (In Persian).
  - Rarivoson, C., Vincelette, M., Sitandy, T. and Mara, R., 2008. Growth results of five non-native fast growing species used to reforest sandy and nutrient poor soils. *Biodiversity, Ecology and Conservation of Littoral Ecosystems in Southeastern Madagascar*, Tolagnaro, 336p.
  - Ravanbakhsh, H. and Eghrary, S., 2014. Study on growth coppice trees of Eucalyptus in Semnan city. Proceeding of the 2th National Conference on the Desert, with Approach of Deserts and Arid Land Management. Semnan, Iran, 11-12 Nov. 2014: 1-7 (In Persian).
  - Sadati, S.E., Dastmalchi, M., Rezaei, S.A.A. and Mostafanezhad, S.R., 2004. Three Eucalyptus species trial on central coastal lands of Caspian Sea in Iran. *Iranian Journal of Forests and Poplar Research*, 12(1): 61-78 (In Persian).
  - Sagheb Talebi, Kh., Dastmalchi, M., Vaziri, E., Web, D.B., Latifi, M.F., Diyanatnejad, E. and Sardabi, H., 1997. Research adaptability of non-native trees in Gilan province. The results of compatibility tests of tree species (hardwoods). Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and

## Investigation on adaptability and performance of species and provenances of *Eucalyptus* in Markazi province (Saveh)

G.R. Goodarzi <sup>\*1</sup> and F. Ahmadloo <sup>2</sup>

1\* - Corresponding author, Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Arak, Iran. E-mail: goodarzi44@yahoo.com

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

Received: 13.05.2017

Accepted: 23.09.2017

### Abstract

The aim of the present study was selection of adaptable species with proper growth and wood production and resistant to cold with the aim of wood production and cultivation in the urban green space and infertile lands of Saveh. Seedlings of *Eucalyptus suggrandis* ssp. *Suggrandis*, *E. microcarpa*, *E. suggrandis* ssp. *Alipe*, *E. camaldulensis* 41-sh, *E. camaldulensis* var. *camaldulensis*, *E. rubida* 166-sh, *E. viminalis* 168-sh, *E. sargentii* and *E. camaldulensis* 41-ch were planted in 3×3m spacing on late March 2010 in three replications with 25 seedlings based on Randomized Complete Block design (RCB). Also, some physic-chemical properties of soil were examined. Results of the data analysis showed that the maximum total height, crown diameter and trees quality were observed in *E. camaldulensis* 41-sh. While *E. viminalis* 168-sh showed maximum diameter at breast height and *E. camaldulensis* 41-ch the heighest standing stock volume, volume increment and quality in compare to other species. *Eucalyptus suggrandis* ssp. *Suggrandis*, *E. camaldulensis* 41-sh and *E. microcarpa* were most resistant to cold. The maximum rate of survival was measured in *E. sargentii* and the lowest in *E. rubida* 166-sh. Total height was found to be the most important factor in extraction data variance. *E. camaldulensis* is recommended for wood production and *E. sargentii* is suggested for soil and water conservation in infertile lands of Saveh.

**Keywords:** Diameter, height, quality, resistance to cold, soil, survival.