



دانشگاه گورگان، دانشکده منابع طبیعی گورگان

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

## بررسی بیومس روی سطح زمین چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*) در گربایگان فسا، استان فارس، ایران

سید ضیاءالدین حسینی<sup>۱</sup>، \*فائزه سادات اخوان حجازی<sup>۲</sup>، محمد طلائئ پور<sup>۳</sup> و بهزاد بازاریار<sup>۴</sup>  
استاد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، آستادیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، آستادیار دانشگاه آزاد اسلامی، گروه صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات تهران  
تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۲۳

### چکیده

در این پژوهش، مقدار بیومس روی سطح زمین چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، تعداد سه اصله درخت سالم اکالیپتوس کاملدولنسیس ۱۶ ساله با قطر تقریبی بین ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر و با فاصله کاشت ۳×۳ متر که در ایستگاه تحقیقاتی آبخوانداری کوثر در منطقه گربایگان فسا (استان فارس) کاشته شده بودند به صورت تصادفی انتخاب، قطع و استفاده گردید. پس از کف بر کردن نمونه‌ها، جهت اندازه‌گیری دانسیته و رطوبت از هر درخت سه دیسک از ارتفاع ۱، ۵۰ و ۷۵ درصد ارتفاع درختان قطع و مابقی تنه به گرده بینه‌های ۱ متری جهت سهولت در کار اندازه‌گیری تبدیل گردید. اندازه‌گیری میزان بیومس، برگ‌ها و شاخه‌ها نیز جمع‌آوری شدند. تنه، پوست، شاخه و برگ‌ها در حالت مرطوب به‌طور جداگانه توزین گردید و برای تعیین وزن خشک آن‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. براساس نتایج به‌دست آمده متوسط کل بیومس خشک در روی سطح زمین درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس در این منطقه در طول دوره رشد (۱۶ سال) معادل ۲۴۹/۰۷ تن در هکتار بوده که از این مقدار، چوب تنه ۱۳۶/۶۶ تن در هکتار،

\* مسئول مکاتبه: [akhavan\\_hejazi@yahoo.com](mailto:akhavan_hejazi@yahoo.com)

سر شاخه بابرگ ۷۲/۴۶ تن در هکتار و پوست تنه ۳۹/۹۴ تن در هکتار به دست آمد. میانگین دانسیته بحرانی و خشک نیز برای این گونه در منطقه فسا به ترتیب معادل ۰/۵۶۵ و ۰/۶۷۵ گرم بر سانتی متر مکعب محاسبه شد.

**واژه‌های کلیدی:** اکالیپتوس کاملدولنسیس، بیومس، سرشاخه، برگ، دانسیته

### مقدمه

درخت اکالیپتوس به خصوص گونه کاملدولنسیس از گونه‌های تند رشد است که در شرایط اکولوژیکی ایران به خوبی رشد کرده است و از نظر سازگاری در مناطق جنوبی ایران (خوزستان و فارس) موفق بوده است. جنگل‌کاری اکالیپتوس به منظور تعدیل آب و هوا، جلوگیری از فرسایش خاک، تولید چوب صنعتی و در نهایت تولید ماده اولیه چوبی برای صنعت خمیر و کاغذ از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. عموماً بررسی‌های آناتومیکی و فیزیکی چوب گونه‌های مختلف و از آنجمله اکالیپتوس کاملدولنسیس برای مقایسه و ارزیابی چوب‌ها به کار برده می‌شود، اما همواره تولید بیومس نیز از نظر دور نبوده است و بررسی میزان بیومس گونه‌های تند رشد می‌تواند راهکار مناسبی برای به‌کارگیری این گونه‌ها در صنعت چوب با هدف تولید چوب فراوان در کوتاه‌ترین زمان ممکن باشد. واژه بیومس روی سطح زمین یا زیتوده به مجموعه ماده خشک (تنه، شاخه، برگ و پوست) اطلاق می‌شود که برحسب زمان و مکان دستخوش تغییرات می‌گردد. در اکوسیستم‌های جنگلی، مطالعه بیومس جنگل از آن‌جا دارای اهمیت می‌باشد که میزان آن بیانگر توان تولید در واحد سطح و یا زمان می‌باشد و می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای حاصلخیزی رویشگاه چه از نظر بیولوژیکی و چه از نظر اقتصادی در نظر گرفته شود. در حالی که استفاده از منابع پاک انرژی همچون باد، خورشید و حرارت به سرعت در حال توسعه هستند، بیومس مواد لیگنوسلولزی هم به‌عنوان بزرگ‌ترین منبع انرژی تجدید شدنی مورد توجه بیش از پیش قرار گرفته است. از طرف دیگر دانسیته نیز یکی از بیشترین خصوصیات چوب مطالعه شده در اکالیپتوس است. از دانسیته پایه چوب به منظور تعیین کربن ذخیره شده در تنه‌های چوبی درختان استفاده شده و تأثیر قابل توجهی روی بسیاری از خصوصیات چوب خام و پروسه‌های تبدیل شامل برش، چسب‌زنی، پرداخت، سرعت خشک کردن و کاغذسازی دارد و یک ارزیابی خوب از استحکام و سختی الوار تولید می‌کند، هم‌چنین دانسیته پایه چوب بر روی هر دو

پروسه کاغذسازی و خصوصیات کاغذ تأثیر می‌گذارد. هدف اصلی این پژوهش به‌دست آوردن مقدار بیومس روی سطح زمین در هکتار درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس و متعاقباً به‌دست آوردن اطلاعاتی است که زمینه‌ساز برای سرمایه‌گذاران در بخش صنعت و زراعت چوب خواهد بود. از جمله مطالعات انجام شده در زمینه بیومس می‌توان به (اکیندل و همکاران، ۲۰۱۰) اشاره کرد که به بررسی بیومس روی سطح زمین در ۴۸ اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس ۲۵ ساله در نیجریه پرداختند و دریافتند بیومس کل روی سطح زمین در هر هکتار معادل  $256245/08$  کیلوگرم و متوسط بیومس کل هر درخت  $289/87$  کیلوگرم است. (پاگانو و همکاران، ۲۰۰۹) در بررسی بیومس روی سطح زمین در *E.camaldulensis* و *E.grandis* کاشته شده در برزیل به‌این نتیجه رسیدند که بیومس کل در روی سطح زمین برای *E.camaldulensis*  $33,6$  Mg/ha<sup>-1</sup> و برای *E.grandis*  $53,1$  Mg/ha<sup>-1</sup> است.

(الدیوهانس فانتو و همکاران، ۲۰۱۰) با استفاده از معادلات رگرسیونی به بررسی میزان بیومس ترکیبات مختلف ۳ گونه اکالیپتوس در اتیوپی پرداختند. (راناسینقفی و همکاران، ۱۹۹۱) میزان بیومس روی سطح زمین را برای اکالیپتوس کاملدولنسیس در یک گروه سنی ۲ تا ۱۴ سال در سریلانکا مورد بررسی قرار دادند. (هرمند و همکاران، ۲۰۰۴) نیز در پژوهشی به بررسی میزان بیومس روی سطح زمین و زیر سطح زمین، ذخیره مواد مغذی برای چند گونه درختی از جمله اکالیپتوس کاملدولنسیس در کامرون پرداختند. در ایران نیز مطالعاتی به‌صورت محدود بر روی بیومس انجام شده است که از آن میان، نتایج تحقیق بردبار (۲۰۰۶) در بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگلکاری‌های اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*) و آکاسیای (*Acacia salicina*) استان فارس نشان می‌دهد که مقدار کربن ذخیره شده در گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس در مناطق غربی استان فارس در رویشگاه نسبتاً حاصل‌خیز  $7/8$  تن در هکتار و در رویشگاه ضعیف  $1/1$  تن در هکتار در سال بوده است. نتایج بررسی عدل (۲۰۰۷) در اندازه‌گیری بیومس برگ گونه‌های بلوط و بنه در جنگل یاسوج نشان می‌دهد که متوسط مقدار بیومس برگ برای بلوط  $2498$  کیلوگرم و بنه  $76$  کیلوگرم در هکتار است. پناهی و همکاران (۲۰۱۰) برای برآورد زیتوده و ذخیره کربن برگ گونه بنه در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران، معادلات آلومتریک را براساس متغیر قطر متوسط تاج ارائه دادند. خادمی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی برروی مقدار زیتوده در جنگل‌های شاخه زاد بلوط در خلخال معادلات آلومتریک را برای این‌گونه درختی بین میزان زیستوده و قطر برابر سینه و نیز میزان زیستوده و ارتفاع این درختان برقرار نموده و مدل‌هایی برای پیش‌بینی میزان زیستوده براساس این دو متغیر ارائه کردند. بختیاری و سهرابی (۲۰۱۲)

برای برآورد اندوخته کربن رو و زیرزمین چهارگونه درختی پهن برگ و سوزنی برگ در جنگل کاری اطراف کارخانه فولاد مبارکه از استقرار معادلات آلومتریک استفاده کردند. کبیری (۲۰۰۸) با مقایسه جنگل راش خالص و آمیخته از نظر ترسیب کربن، موجودی حجمی و وزن کلیه درختان در سطح توده را با استفاده از معادلات آلومتریک برآورد نمود. اما بررسی میزان بیومس روی سطح زمین اکالیپتوس در گریایگان فسا در استان فارس برای اولین بار در غالب این پژوهش صورت گرفته است. هم‌چنین در زمینه بررسی دانسیته در گونه اکالیپتوس نیز می‌توان به مطالعات سامریها (۲۰۱۱)، نوری‌صادق و همکاران (۲۰۱۱)، بات و همکاران (۲۰۰۴)، کوبلوه و همکاران (۲۰۰۶) و ویلکس (۱۹۸۸) اشاره کرد.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه و انتخاب نمونه‌ها:** محل نمونه‌برداری، منطقه جنگل کاری شده واقع در ایستگاه تحقیقاتی آبخوانداری کوثر در منطقه گریایگان در ۵۰ کیلومتری شهرستان فسا (بین فسا و جهرم) در استان فارس می‌باشد. منطقه موردنظر در مختصات بین ۵۳ درجه ۵۳ دقیقه تا ۵۳ درجه ۵۷ دقیقه طول‌های شرقی و بین ۳۵ درجه ۲۸ دقیقه تا ۴۱ درجه ۲۸ دقیقه عرض‌های شمالی و ۱۱۶۰ متر بالاتر از سطح دریا واقع شده است. وسعت منطقه درختکاری شده در ایستگاه کوثر حدوداً ۶۰۰ هکتار و کل وسعت جنگلکاری ۲۰۳۳ هکتار است. روش آبیاری به صورت سیلابی و بنا به گفته کارشناسان حداکثر ۵ تا ۶ سیل در سال به وقوع می‌پیوندد. ویژگی‌های اقلیمی ایستگاه تحقیقاتی گریایگان فسا بر اساس داده‌های هواشناسی موجود در این ایستگاه طی ۷ سال گذشته با متوسط بارندگی ۲۱۱/۲ میلی‌متر و متوسط دمای ۲۱/۹ درجه سانتی‌گراد، تبخیر سالانه ۲۵۵۵ میلی‌متر و رطوبت متوسط ۵۲/۹۸ درصد گزارش شده است. از ویژگی‌های خاک‌شناسی منطقه نیز این است که بافت خاک سبک بوده و به‌طور میانگین ۷۸/۸ درصد شن، ۱۶/۲ درصد لای و ۱۲/۰۴ درصد رس می‌باشد. اسیدیته خاک محل مورد بررسی بیشتر از ۷/۵ و اغلب حدود ۸ می‌باشد. در رویشگاه مورد مطالعه ۳ اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس سالم با قطر تقریبی بین ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر، با سن ۱۶ سال و با فاصله کاشت حدود ۳ متر به صورت تصادفی انتخاب و قطع گردید.

**روش مطالعه:** برای برآورد بیومس روی سطح زمین از روش مستقیم اندازه‌گیری و توزین یعنی قطع درختان نمونه و توزین کلیه اجزای در برگیرنده (تنه، پوست، شاخه و برگ) استفاده شد. برای این منظور از میان توده جنگلکاری شده ۳ درخت نرمال اکالیپتوس کاملدولنسیس بدون انحنا و امراض

به صورت تصادفی انتخاب و به ترتیب با اعداد رومی: I, II, III و به صورت T<sub>I</sub> و T<sub>II</sub> و T<sub>III</sub> در کارهای بعدی نمایش داده شد. علامت گذاری جهت های چهارگانه به روی تنه درخت سرپا (N, S, E, W) با استفاده از قطب نما انجام گردید و درخت با رعایت اصول برش و باز نمودن دهانه در سمتی که قرار بود انداخته شود و به صورت کف بر قطع شد. قطع بخش انتهایی درخت که دو شاخه می شود به عنوان انتهای تنه درخت محسوب شد که از آن یک مقطع دایره شکل به دست آمد. فاصله بین دو مقطع درخت (بین پائین و بالا) که برابر است با ارتفاع درخت اندازه گیری و برای کار بعدی یاد داشت گردید. پس از به دست آوردن ارتفاع درخت به ترتیب پنجاه و هفتاد و پنج درصد ارتفاع درخت محاسبه و بر روی تنه درخت علامت گذاری گردید. آنگاه از مجاورت کنده به سمت بالا به اندازه ۱۵ سانتی متر بر روی تنه درخت قطع شده علامت گذاری و قطع گردید که اولین دیسک از اولین درخت در بخش کنده یا ۱ درصد تنه محسوب شد. سپس از نقاط علامت گذاری شده در ۵۰ درصد و ۷۵ درصد ارتفاع درخت به ترتیب به سمت پائین تنه به اندازه ۱۵ سانتی متر علامت گذاری و قطع گردید که به ترتیب دیسک های ۲ و ۳ از اولین درخت قلمداد شدند. تمام شاخه های درخت قطع و در یک جای مطمئن به منظور توزین آن ها قرار داد. پس از جدا نمودن دیسک ها دو قطر عمود بر هم آن ها به دقت اندازه گیری شد و بقیه تنه درخت به گرده بینه های یک متری جهت سهولت حمل و توزین آن ها جدا و همه با هم (دیسک به علاوه گرده بینه ها) توسط باسکولی که در ایستگاه فراهم شده بود توزین گردید و ارقام نگاشته شده ثبت گردید. که در این حالت وزن تر تنه با پوست تعیین می گردد. هر دیسک جداگانه داخل کیسه پلاستیکی قرار داده شده و درب آن توسط طناب محکم بسته شد تا تبادل رطوبتی صورت نگیرد و سپس به تهران منتقل شد. شاخه ها جمع آوری و به همراه برگ ها توزین گردید و مقدار کمی از برگ ها جهت تعیین درصد رطوبت در داخل کیسه پلاستیکی به صورت غیرقابل نفوذ بسته شده و برای تعیین درصد رطوبت از آن ها استفاده گردید. برای شاخه ها نیز همین عمل تکرار گردید و مقدار کمی (قطعه هایی به ضخامت ۵ سانتی متر) از شاخه های هر درخت به صورت تصادفی قطع و در کیسه پلاستیکی برای تعیین درصد رطوبت ریخته شد. در همه حالات پوست به همراه تنه و شاخه وجود داشت و یا به عبارت دیگر بیومس روی سطح زمین با پوست مورد پژوهش بود که البته می توان پوست را از تنه جدا و وزن نمود که به علت گستردگی کار از آن صرف نظر گردید. در ادامه برای به دست آوردن دانسیته و رطوبت پس از تهیه دیسک های با ضخامت ۲ سانتی متر، از هر دیسک دو بلوک مکعب شکل بر اساس استاندارد ISO-3131 با ابعاد (۲×۲×۲) سانتی متر مکعب) از

مجاورت پوست و مجاورت مرکز تنه بریده و چنانچه قطر دیسک در حدود ۸ سانتی‌متر بود منحصراً یک مکعب چوبی در وسط شعاع دیسک یاد شده تهیه گردید (جمعاً ۲۱ مکعب چوبی برای اندازه‌گیری درصد رطوبت و دانسیته تهیه شد).

بنابراین برای تعیین درصد رطوبت تنه از فرمول زیر استفاده شد:

$$\%H = (P_h - P_0) / P_0 \times 100 \quad \text{رابطه ۱}$$

$\%H =$  درصد رطوبت

$P_h =$  وزن چوب مرطوب بر حسب گرم

$P_0 =$  وزن کاملاً خشک چوب بر حسب گرم

مقدار رطوبت شاخه، برگ و پوست نیز به این طریق محاسبه گردید.

برای تعیین دانسیته بحرانی چوب از فرمول زیر استفاده شد:

$$D_{\max} = M_0 \div V_{\max} \quad \text{رابطه ۲}$$

$D_{\max} =$  دانسیته بحرانی  $M_0 =$  وزن در حالت خشک  $V_{\max} =$  حجم در حالت اشباع

سپس مکعب‌های چوبی اندازه‌گیری شده مجدداً در آن قرار داده شد تا به وزن ثابت برسند و در انتها حجم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و وزن آن دقیقاً توزین گردید. دانسیته خشک در این حالت طبق فرمول زیر تعیین گردید.

$$D_0 = M_0 \div V_0 \quad \text{رابطه ۳}$$

$D_0 =$  دانسیته خشک؛  $M_0 =$  وزن در حالت خشک؛  $V_0 =$  حجم در حالت خشک

محاسبه مقدار حجم خالص پوست از طریق محاسبه حجم درخت با پوست و بدون پوست با استفاده از فرمول تعیین حجم مخروط ناقص و با اندازه‌گیری قطر تنه با پوست و بدون پوست صورت گرفت.

$$V = \pi h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2) / 3 \quad \text{رابطه ۴}$$

که در این فرمول  $r_1$  و  $r_2$  به ترتیب شعاع دیسک در ارتفاع ۱ درصد و ۷۵ درصد طول درخت و  $h$  طول درخت بین کنده و ارتفاع ۷۵ درصد و  $\pi$  برابر با ۳/۱۴ است.

به این ترتیب می‌توان درصد پوست در تنه را در حالت مرطوب به دست آورد. سپس با استفاده از فرمول تعیین رطوبت و همچنین با در اختیار داشتن متوسط درصد رطوبت برای تنه و پوست و شاخه و برگ و همین‌طور در دست داشتن وزن تنه با پوست و سرشاخه با برگ وزن خشک هر کدام تعیین گردید و در آخر برای به دست آوردن بیومس، وزن شاخه و برگ و تنه و پوست با یکدیگر جمع گردید. برای تعیین بیومس در هکتار با توجه به فاصله کاشت فرضی در نظر گرفته (۳×۳ متر)، در هر هکتار ۱۱۱۰/۸۹ اصله درخت خواهد بود، با ضرب این عدد در مقدار بیومس به دست آمده مقدار بیومس برای تنه، شاخه، برگ و پوست در هکتار محاسبه شد.

### نتایج

بیومس: همان‌طور که از جدول روبه‌رو مشخص است میزان حجم تنه با پوست و بدون پوست و حجم خالص پوست در درخت ۱ از دو درخت دیگر بیشتر است و درخت ۲ از لحاظ موارد گفته شده کمترین مقدار رادار است. میانگین حجم تنه با پوست در درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس مورد مطالعه ۰/۲۳ مترمکعب، میانگین حجم تنه بدون پوست ۰/۱۷ مترمکعب و میانگین حجم خالص پوست ۰/۰۶ مترمکعب به دست آمد.

جدول ۱- حجم خالص پوست در سه اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس.

شماره درخت	درخت ۱	درخت ۲	درخت ۳	
	۱۴	۵/۸۰	۹/۸۵	ارتفاع درخت (متر)
	۱۰/۵	۴/۳۵	۷/۴	طول درخت بین کنده و ارتفاع ۷۵ درصد (متر)
	۳۱/۲۵	۱۸/۶	۲۳/۵	۱ درصد ارتفاع قطر تنه با پوست (سانتی‌متر)
	۱۳/۸۵	۸/۱	۱۰/۷۵	۷۵ درصد ارتفاع قطر تنه بدون پوست (سانتی‌متر)
	۲۷/۲۵	۱۶	۱۹	۱ درصد ارتفاع قطر تنه بدون پوست (سانتی‌متر)
	۱۲	۷/۲۵	۹/۷۵	۷۵ درصد ارتفاع قطر تنه با پوست (m <sup>3</sup> )
	۰/۴۴	۰/۰۶	۰/۱۸	حجم تنه بدون پوست (m <sup>3</sup> )
	۰/۳۳	۰/۰۵	۰/۱۳	حجم خالص پوست (m <sup>3</sup> )
	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۵	حجم خالص پوست (m <sup>3</sup> )
	۰/۲۳			میانگین حجم تنه با پوست (m <sup>3</sup> )
	۲۵۵/۵			* میانگین حجم تنه با پوست در هکتار (m <sup>3</sup> /ha)
	۰/۱۷			میانگین حجم تنه بدون پوست (m <sup>3</sup> )
	۱۸۸/۹			* میانگین حجم تنه بدون پوست در هکتار (m <sup>3</sup> /ha)
	۰/۰۶			میانگین حجم خالص پوست (m <sup>3</sup> )
	۶۶۷			* میانگین حجم خالص پوست در هکتار (m <sup>3</sup> /ha)

\* فاصله کاشت: ۳×۳ متر

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۱)، شماره (۱) ۱۳۹۳

جدول ۲- مقدار و درصد جرم تر و خشک تنه، پوست، شاخه و برگ در سه اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس.

شماره درخت	درخت شماره ۱	درخت شماره ۲	درخت شماره ۳	میانگین درخت
درصد پوست تر	۲۲/۷۲ درصد	۱۶/۶۶ درصد	۲۷/۷۸ درصد	۲۲/۳۶ درصد
درصد چوب تر	۷۷/۲۸ درصد	۸۳/۳۴ درصد	۷۲/۲۲ درصد	۷۷/۶۱ درصد
وزن تنه با پوست در حالت تر (kg)	۴۶۵	۱۰۴/۵	۱۶۱	۲۴۳
جرم پوست تر (kg)	۱۰۵/۶۵	۱۷/۴۱	۴۴/۷۳	۵۵/۹۳
جرم چوب تر (kg)	۳۵۹/۳۵	۸۷/۰۹	۱۱۶/۲۷	۱۷۸/۵۷
متوسط رطوبت پوست (درصد)	۵۴/۴۵ درصد	۴۹/۶۳ درصد	۶۰/۷۳ درصد	۵۴/۹۴ درصد
متوسط رطوبت چوب (درصد)	۵۹/۸۹ درصد	۵۹/۵۰ درصد	۵۲/۳۹ درصد	۵۴/۲۶ درصد
جرم خشک پوست (kg)	۶۷/۴۰	۱۱/۶۴	۲۷/۸۳	۳۵/۹۶
جرم خشک چوب (kg)	۲۳۸/۱۵	۵۴/۶۰	۷۶/۳۰	۱۲۳/۰۲
متوسط رطوبت شاخه (درصد)	۶۶/۸۶ درصد	۶۵/۸۴ درصد	۶۳/۶۳ درصد	۶۵/۴۴ درصد
متوسط رطوبت برگ (درصد)	۵۰/۹۶ درصد	۷۷/۱۱ درصد	۹۰/۷۶ درصد	۷۲/۹۴ درصد
میانگین رطوبت شاخه با برگ (kg)	۵۸/۹۱ درصد	۷۱/۴۸ درصد	۷۷/۱۹ درصد	۶۷/۱۹ درصد
وزن سرشاخه با برگ در حالت تر (kg)	۱۶۳	۹۰	۷۲	۱۰۸/۳۳
وزن سر شاخه با برگ در حالت خشک (kg)	۱۰۲/۵۷	۵۲/۴۹	۴۰/۶۳	۶۵/۲۳

جدول ۳- میزان بیومس خشک محاسبه شده در روی سطح زمین در درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس.

شماره درخت	درخت ۱	درخت ۲	درخت ۳
*وزن خشک پوست (Ton/ha)	۷۶	۱۲/۹	۳۰/۹
*میانگین وزن خشک پوست (Ton/ha)		۳۹/۹	
*وزن خشک سرشاخه با برگ (Ton/ha)	۱۱۳/۹	۵۸/۳	۴۵/۱
*میانگین وزن خشک سرشاخه با برگ (Ton/ha)		۷۲/۵	
*وزن خشک چوب (Ton/ha)	۲۶۴/۶	۶۰/۷	۸۴/۸
*میانگین وزن خشک چوب (Ton/ha)		۱۳۶/۷	
*میزان بیومس خشک (Ton/ha)	۴۵۴/۵	۱۳۱/۹	۱۶۰/۸
*میانگین بیومس خشک (Ton/ha)		۲۴۹/۱	

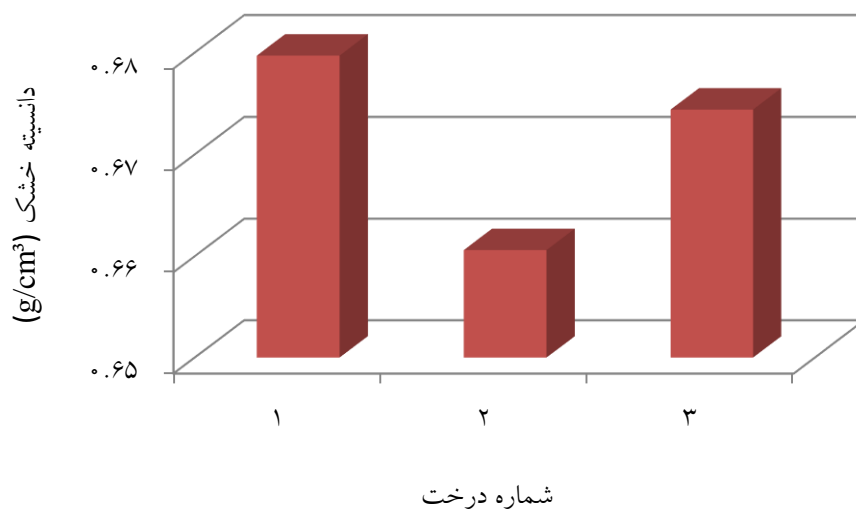
\* فاصله کاشت: ۳×۳ متر



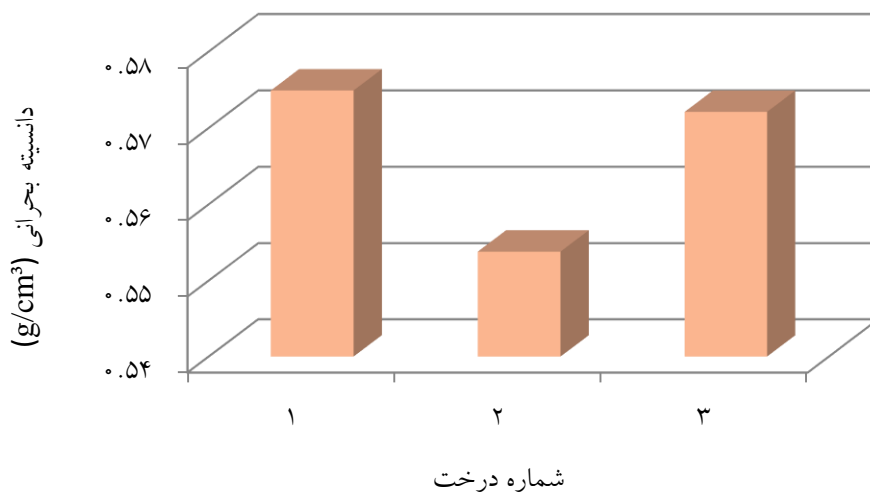
همان‌طور که از جدول ۳ مشخص است میزان مواد خشک به‌دست آمده در درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس شماره ۱ بیشترین مقدار و در درخت شماره ۲ کمترین مقدار است. به‌طور کلی متوسط مقدار چوب خشک در درختان این منطقه معادل  $1336/7$  تن در هکتار، متوسط مقدار سرشاخه با برگ در حالت خشک معادل  $72/5$  تن در هکتار و متوسط مقدار پوست خشک تقریباً برابر با  $34/9$  تن در هکتار می‌باشد. همچنین میزان بیومس خشک درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس شماره ۱ بیشترین مقدار و برابر با  $454/5$  تن در هکتار به‌دست آمد. میزان بیومس خشک درخت شماره ۲ برابر با  $131/9$  تن در هکتار و درخت شماره ۳ برابر با  $160/8$  تن در هکتار است. در کل متوسط بیومس خشک در روی سطح زمین در درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس منطقه جنگلکاری گربایگان فسا معادل  $249/1$  تن در هکتار است، که از میزان بیومس خشک به‌دست آمده سهم هر یک از مواد خشک استحصالی به‌ترتیب برابر است با: چوب در حالت خشک  $54/87$  درصد، پوست در حالت خشک  $16/04$  درصد و سرشاخه با برگ در حالت خشک  $29/09$  درصد.

**دانشیته:** به‌طور کلی متوسط دانشیته خشک در جهت شعاعی نزدیک مغز  $0/68$  گرم بر سانتی‌متر مکعب و نزدیک پوست  $0/67$  گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌دست آمد و در نهایت متوسط دانشیته خشک درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس این منطقه را می‌توان معادل  $0/675$  گرم بر سانتی‌متر مکعب گزارش داد. متوسط دانشیته بحرانی نیز در جهت شعاعی نزدیک مغز  $0/57$  گرم بر سانتی‌متر مکعب و نزدیک پوست  $0/56$  گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد به‌این ترتیب متوسط دانشیته بحرانی در درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس این منطقه برابر با  $0/565$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

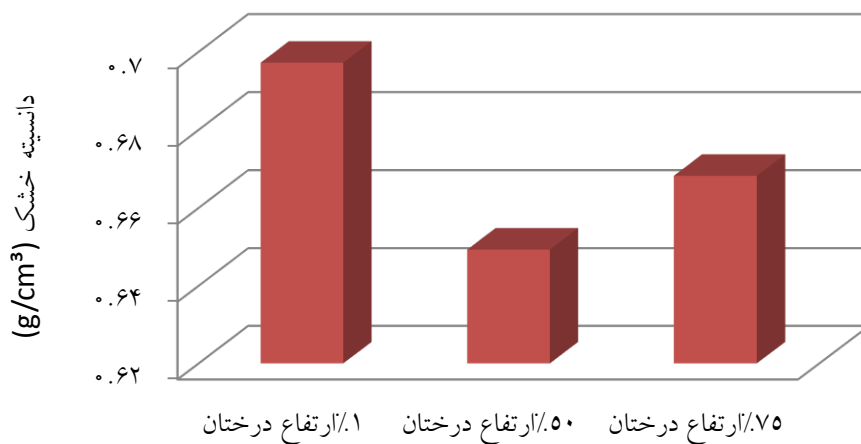
نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تغییرات دانشیته خشک و بحرانی در نزدیک پوست و مغز در درختان این منطقه و همچنین میان ۳ درخت مورد مطالعه در سطح  $\alpha=0/05$  وجود ندارد، در حالی‌که بین تغییرات دانشیته خشک در ارتفاعات مختلف دیسک‌های درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس در سطح  $\alpha=0/05$  اختلاف معنی‌داری وجود دارد در حالی‌که در مورد دانشیته بحرانی اختلاف معناداری مشاهده نشد. همچنین اثرات متقابل شماره درخت×ارتفاع دیسک‌ها، شماره درخت×محل نمونه‌برداری، ارتفاع دیسک‌ها×محل نمونه‌برداری و شماره درخت×ارتفاع دیسک‌ها×محل نمونه‌برداری بر تغییرات دانشیته خشک و بحرانی در سطح  $\alpha=0/05$  معنی‌دار نیست.



شکل ۱- تغییرات دانشیه خشک در ۳ اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس.

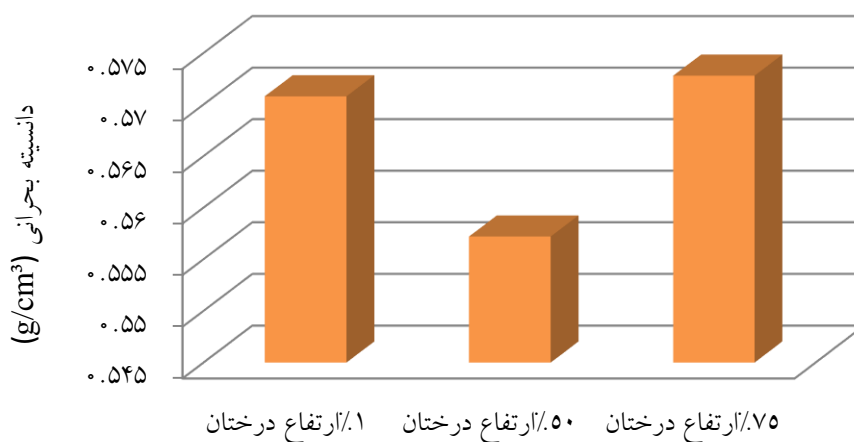


شکل ۲- تغییرات دانشیه بحرانی در ۳ اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس.



دیسک‌های ۱ درصد، ۵۰ درصد و ۷۵ درصد ارتفاع درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس

شکل ۳- تغییرات دانشیه خشک در دیسک‌های ۱ درصد، ۵۰ درصد و ۷۵ درصد ارتفاع سه اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس.



دیسک‌های ۱ درصد، ۵۰ درصد و ۷۵ درصد ارتفاع درختان اکالیپتوس کاملدولنسیس

شکل ۴- تغییرات دانشیه بحرانی در دیسک‌های ۱ درصد، ۵۰ درصد و ۷۵ درصد ارتفاع سه اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس.

## بحث

بیومس خشک در روی سطح زمین: هدف مهم از کاشت مزارع و جنگل‌های دست کاشت *E.camaldulensis* در مناطق مختلف به منظور ایجاد قطب تولید و انرژی است. نتایج این مطالعه نشان داد که این گونه برای مدیریت و زراعت چوب با هدف تولید چوب فراوان در کوتاه‌ترین زمان ممکن برای به‌کارگیری در صنایع چوب می‌تواند راهکار مناسبی باشد، زیرا تولید بیومس خشک آن در هکتار بالاست. در این پژوهش متوسط بیومس کل خشک در روی سطح زمین (TAGB) برای اکالیپتوس کاملدولنسیس ۱۶ ساله ۲۴۹/۰۷ تن در هکتار برآورد شد. سهم هر یک از ترکیبات نسبت به بیومس کل در این بررسی برابر است با: چوب تنه (۵۴/۸۷ درصد)، سرشاخه با برگ (۲۹/۹ درصد) و پوست تنه (۱۶/۰۴ درصد). مقدار بیومس کل گزارش شده توسط (هرمند و همکاران، ۲۰۰۴) برای یک *E.camaldulensis* ۱۰ ساله رشد یافته در کامرون ۴۳/۱۵ تن در هکتار است. همچنین متوسط بیومس کل محاسبه شده توسط (راناسینگ و همکاران، ۱۹۹۱) برای *E.camaldulensis* با میانگین سنی ۱۴ سال در سریلانکا معادل ۱۶۳ تن در هکتار است. از طرف دیگر مقدار بیومس به‌دست آمده توسط (اکیندل و همکاران، ۲۰۱۰) برای *E.camaldulensis* (۲۵ ساله) مورد بررسی در نیجریه برابر با ۲۵۶/۲۵ تن در هکتار است. الگوی مشاهده شده برای سهم ترکیبات درخت به بیومس کل در مشاهدات *Akindele* برای *E.camaldulensis* واقع در نیجریه برابر بود (چوب تنه (۵۲/۸۲ درصد)، شاخه (۲۹/۵ درصد)، شاخه‌های کوچک (۱۰/۲۸ درصد) و برگ (۴/۷ درصد). مقدار بیومس کل محاسبه شده در روی سطح زمین توسط (ولدیوهانس فانتو و همکاران، ۲۰۱۰) برای *E.globulus* (۱۵ ساله) ۳۷۷/۷ تن در هکتار، *E.grandis* (۱۴ ساله) ۳۸۹/۰ تن در هکتار و برای *E.saligna* (۱۷ ساله)، ۴۲۰/۸ تن در هکتار است. مقدار بیومس کل محاسبه شده توسط (پاگانو و همکاران، ۲۰۰۹) نیز بر روی *E.camaldulensis* و *E.grandis* در شمال برزیل به ترتیب ۳۳/۶ و ۵۳/۱ تن در هکتار گزارش شد، که سهم بیومس هر یک از ترکیبات درخت نسبت به بیومس کل برای *E.camaldulensis* این بررسی به ترتیب برابر بود با چوب تنه (۶۴/۴ درصد)، برگ (۱۹/۶ درصد)، شاخه (۱۵/۴ درصد) و پوست (۰/۶ درصد). نتایج پژوهش بردبار (۲۰۰۶) در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیای استان فارس نشان می‌دهد که مقدار بیومس ذخیره شده در گونه *E.coamaldulensis* با میانگین سنی ۲۸ تا ۳۰ سال در رویشگاه نسبتاً حاصل‌خیز (پایگاه دهنو نورآباد ممسنی) ۳/۶۲ تن در هکتار و در رویشگاه ضعیف (پایگاه شیراسپاری نورآباد ممسنی) ۲/۲۷ تن در هکتار در سال بوده است. از مقایسه نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با سایر

نتایج گزارش شده می‌توان به تفاوت میزان بیومس کل محاسبه شده در این بررسی در مقایسه با سایرین پی برد. علت این تفاوت را می‌توان با توجه به شرایط جنگل کاری منطقه از نظر فاصله کاشت، نوع خاک، درجه حرارت، آبیاری، مقدار رطوبت نسبی هوا و طول و عرض جغرافیایی بیان نمود. بیومس به دست آمده از درختان مورد مطالعه در این پژوهش علاوه بر این که نشان‌دهنده این است که این منطقه می‌تواند از لحاظ توسعه اقتصادی و تولید چوب منبع مهمی برای صنعت چوب باشد از سوی دیگر می‌توان این گونه بیان کرد که افزایش بیوماس علاوه بر تولید چوب بیشتر، موجب می‌شود که جذب دی اکسید کربن و ذخیره کربن افزایش یابد که کاهش گازهای گلخانه‌ای را به دنبال خواهد داشت. ضمن این که با توجه به مقدار بیومس بالایی که این گونه در این منطقه با شرایط جنگل کاری ذکر شده در مقایسه با مناطق دیگر تولید می‌کند، هم چنین مقاومتش به خشکی، رشد سریع آن، قابلیت انعطاف در شرایط متنوع رویشگاهی و مصارف مختلف چوب و فرآورده‌های فرعی گوناگون می‌توان نام این گونه را به عنوان درختان مناسبی برای جنگل کاری مطرح نمود. از این رو افزایش سرانه جنگل کاری با گونه‌های مختلف درختی و درختچه‌ای از آن جمله گونه‌های تند رشدی همچون *E.camaldulensis* که امروزه در دستور کار بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است، علاوه بر ایجاد فضای سبز با کارکردهای متنوع سبب ذخیره کربن و استفاده از آن برای ساخت زیستوده شامل برگ، ریشه ساقه و میوه است و در عین حال باعث کنترل دمای کره زمین می‌شود. به این ترتیب با توجه به نتایج این پژوهش، چشم‌انداز آینده را در منطقه از لحاظ توسعه اجتماعی- اقتصادی می‌توان بسیار امیدبخش دانست.

**دانشیته:** به‌طور کلی، تغییرات دانشیته در گونه‌های چوبی با ضخامت دیواره سلولی و درصد آن، تعداد آوندها، فیبرها و اشعه‌های چوبی ارتباط نزدیکی دارد به نحوی که افزایش فیبرها و اشعه‌ها در بافت چوب، ضخیم بودن دیواره‌های سلولی و نیز کاهش تعداد آوندها منجر به افزایش دانشیته و هم کشیدگی می‌شود. همچنین لازم به توضیح است که تغییرات دانشیته در برخی از گونه‌های چوبی تحت تأثیر پهنای دوایر رویشی و نسبت چوب بهاره و تابستانه نیز قرار می‌گیرد به طوری که افزایش پهنای دوایر رویشی دانشیته چوب پهن برگان بخش روزنه‌ای را افزایش و دانشیته چوب سوزنی برگان را کاهش می‌دهد. ضمن این که افزایش مقدار مواد شیمیایی ذخیره شده در حفره سلول و دیواره‌های سلول چوبی موجب افزایش دانشیته می‌شود (بات و همکاران، ۲۰۰۴). در این پژوهش تغییرات دانشیته خشک، دانشیته پایه و دانشیته بحرانی در چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس در جهت شعاعی از مغز به پوست کاهش داشت. در نتیجه این کاهش را می‌توان مرتبط با ساختار آناتومیکی بنیادی و

شیمیایی چوب دانست (زوبل و همکاران، ۱۹۸۹). از طرف دیگر می‌توان بیان کرد که این حالت برای درختانی صدق می‌کند که در آن‌ها پدیده درون چوبی شدن اتفاق می‌افتد. در این بخش از چوب که از مرکز تنه شروع شده و به سمت بیرون پیشروی می‌کند، مواد استخراجی و هم‌چنین تیل که از ماکرومولکول‌های سنگین هستند داخل آوندها تجمع نموده و وزن چوب را بالا می‌برند و چون چوب اکالیپتوس از جمله چوب‌هایی است که خیلی زود در آن درون چوب پدید می‌آید، بنابراین این روند کاهش براساس پدیده‌های بیولوژیک چوب که شرح آن گذشت کاملاً صحیح است. این نتایج به‌دست آمده با نتایج پژوهش (سامریها، ۲۰۱۱) و (کارکی، ۲۰۰۱) و کرد (۲۰۰۶) مطابقت داشت. مقادیر دانسیته بحرانی و دانسیته خشک نیز در محور طولی از کنده به سمت بالای درخت افزایش یافت. نتایج به‌دست آمده توسط (کویل‌هو و همکاران، ۲۰۰۶) نیز نشان داد که تغییرات دانسیته چوب در امتداد تنه با یک الگوی کلی از کاهش دانسیته از پایه تا ۲۵ درصد ارتفاع درخت و سپس با یک افزایش کمی تا بالای درخت برای هیبرید اکالیپتوس ادامه دارد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. هم‌چنین در پژوهش‌های (زوبل و همکاران، ۱۹۸۹) و (ویلکس، ۱۹۸۸) و (نوری‌صادق و همکاران، ۲۰۱۱) نیز افزایش دانسیته تنه با ارتفاع درخت به‌عنوان یک الگوی کلی از تغییرات محوری در اکالیپتوس‌ها مشاهده شده است.

#### منابع

1. Adl, H.R. 2007. Estimation of biomass and leaf area index of two major species in Yasuj forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(4):417-426. (In Persian)
2. Akindele, S.O., Tella, I.O. and Fuwape, J.A. 2010. Quadratic Functions for Estimating Biomass in *Eucalyptus camaldulensis* Energy plantations in the Semi\_Arid Region of Northeastern Nigeria. Libyan Agric. Res. Cen. J. Int., 1:10-18.
3. Bakhtiarvand Bakhtiari, S., and Sohrabi, H. 2012. Allometric equations for estimating above and below-ground carbon storage of four broadleaved and Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20 (3). (In Persian).
4. Bhat, K.M., and Priya, P.B. 2004. Influence of provenance variation on wood properties of teak from the western Ghat region in India. IAWA., 25(3):273-282.
5. Bordbar, S.K., and Mortazavi Jahromi, S.M. 2006. Carbon Sequestration potential of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and *Acacia salicina* Lindl.

- Plantation in western areas of Fars province. Journal of Pajouhesh & Sazandegi, 70: 95-103. (In Persian)
6. Harmand, J., Njiti, C.F., Bernhard-Reversat, F. and Puig, H. 2004. Aboveground and belowground biomass, productivity and Nutrient accumulation in tree Improved fallows in the Dry tropics of Cameroon. For. Ecol. Manage., 188: 249-265.
  7. Kabiri, K. 2009. Comparison of carbon sequestration and its spatial pattern in the above-ground woody compartment of a pure and mixed Beech forest (a case study of Gorazbon forest, north of Iran). Ph.D. thesis, Tehran University, 120 p. (In Persian)
  8. Karki, T. 2001. Variation of wood density and shrinkage in European aspen. Holz (59):13-25.
  9. Khademi, A., Babaei, S. and Mataji, M. 2009. Investigation on the amount of biomass and its relationship with physiographic and edaphic factors in oak coppice stand (Case study Khalkhal, Iran). Iranian Journal of Forest, 1(1):57-67. (In Persian)
  10. Marcela, C., Pagano, Antonio F. Bellote., and Maria R. Scotti., 2009. Aboveground nutrient components of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. grandis* in semiarid Brazil under the nature and the mycorrhizal inoculation conditions. Journal of Forestry Research, 20(1):15-22.
  11. Nourisadegh, A. and Kiaei, M. 2011. The within in-tree Variation in Basic Density and Fiber Length of the *Eucalyptus camaldulensis* (Dehn) Wood. World Appl. Sci. J., 13(5):1042-1046. (In Persian)
  12. Panahi, P., pourhashemi, M. and Hasaninnejad, M. 2011. Estimation of leaf biomass and leaf carbon sequestration of *Pistacia atlantica* in National Botanical Garden of Iran. Iranian Journal of Forest, 3(1):1-12. (In Persian)
  13. Quilho, T., Miranda, I. and Pereira, H. 2006. Within-tree variation in wood fiber biometry and basic density of the Urograndis Eucalyptus Hybrid (*E. grandis*\**E. urophylla*). IAWA, 7(3):243-254.
  14. Ranasinghe, D.M.S.H.K. and Mayhead, G.J. 1991. Dry matter content and its distribution in an age series of *Eucalyptus camaldulensis* (Dehn.) plantations in Sri Lanka. Forest Ecology and Management, 41(1-2): 137-142.
  15. Samariha, A. 2011. The Influence of Tree's Age on the Physical Properties and Fiber Length of *Eucalyptus camaldulensis* in the Zabol Region at Iran. Middle-East Journal of Scientific Research 8(5): 851-854, 2011.
  16. Wilkes, J. 1988. Variation in wood anatomy within species of *Eucalyptus*. IAWA Bull. n.s, 9:13-23.
  17. Woldeyohanes Fantu, Ahmad Ainuddin Nuruddin, Faizal Abood Haris and Abdul Rashid Ab malik, 2010. Aboveground biomass *Eucalyptus* for Selected *Eucalyptus* species in Ethiopia. Proceeding from the Congress held in Addis Ababa.
- Zobel, B.J.B. and Buijtenen, J. 1989. Wood Variation Its Causes and Control, Springer-Verlag, New York, Berlin.72-13.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 21 (1), 2014

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

## **Study of Above Ground Biomass of *Eucalyptus camadulensis* in Garbayegan Fasa, the Province of Fars, Iran**

**S.Z. Hosseini<sup>1</sup>, \*F.S. Akhavan Hejazi<sup>2</sup>, M. Talaei Pour<sup>3</sup> and B. Bazyar<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Professor, Dept. of Wood and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, <sup>2</sup>M.Sc. Dept. of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, <sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 23-10-2013 ; Accepted: 14-7-2014

### **Abstract**

This study aimed to investigate the amount of above ground biomass of *Eucalyptus camadulensis* in Garbayegan Fasa, the province of Fars in Iran. For this purpose three normal and healthy eucalypt trees with the diameter between 20 to 40 cm randomly were cut from Kowsar research station of even age plantation of 16 years old and spacing 3 by 3 m. that is located in Garbayegan Fasa. All branches and leaves were removed from all boles and, then three discs were separated from 1%, 50% and 75% of total tree height of each trunk. The remained trunks were logged in 1m. then marked and weighted for biomass determination. Trunk average moisture content was calculated using wood specimens that were taken from each disc of all trees. Leaves, barks and branches weighted both in wet and dry situation. By regard to the results the average critical and oven dry wood density in Garbayegan Fasa was 0.565 g/cm<sup>3</sup>, and trunk biomass 136.7 ton/ha, meanwhile the weight of leaves and bark were obtained 72.5 and 39.9 ton/ha respectively. All in all, biomass in total was reached 249.1 ton/ha.

**Keywords:** *Eucalyptus camadulensis*, Biomass, Branch, Leave, Density

---

\*Corresponding author; akhavan\_hejazi@yahoo.com