مقایسه خصوصیات رویشی کمی و کیفی درختان اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*) و خاک در جنگل‌کاری خالص و آمیخته، حوضه رودخانه سیمره

نگار یاری[۱]
مهدی حیدری[۲*]
جواد میرزایی[۳]
حمیدرضا ناجی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم جنگل، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲، ۳. دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۴. استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

***مسئول مکاتبات:**
m.heidari@ilam.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۰۱
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

نیاز روزافزون جامعه به چوب و فرآورده‌های آن و کاهش سطح جنگل‌ها موجب شده که جنگل‌کاری از جایگاه خاصی در برنامه‌ریزی‌ها برخوردار باشد. هدف از این مطالعه، بررسی اثر جنگل‌کاری خالص و آمیخته (اکالیپتوس و سرو نقره‌ای) بر خصوصیات رویشی و خاک توده‌ها در منطقه سیمره، استان ایلام بود. این مطالعه در سال ۱۳۹۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار جنگل‌کاری خالص اکالیپتوس، جنگل‌کاری آمیخته اکالیپتوس و سرو نقره‌ای در سه تکرار اجرا گردید. درمجموع ۴۲ قطعه‌نمونه پیاده شد. خصوصیات کمّی اندازه‌گیری شده عبارت از قطر برابرسینه، قطر یقه، ارتفاع درخت، تاج پوشش، ضریب پایداری، ضریب کاهش قطری، حجم، وزن خشک برگ، سطح برگ، پهنای دوایر سالیانه و دانسیته چوب بودند. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از هر قطعه سه نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه شد سپس یک نمونه ترکیبی برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج نشان داد که میانگین قطر برابر سینه، قطر یقه، ارتفاع، حجم و پهنای دوایر سالیانه اکالیپتوس به‌طور معنی‌داری در توده خالص بیشتر از آمیخته بود ($P< ۰/۰۵$). بر اساس تحلیل مؤلفه‌های اصلی و به کمک خصوصیات رویشی اکالیپتوس، دو گروه در طول محورهای اول و دوم تفکیک شدند که این گروه‌ها هرکدام انطباق بالایی با محل نمونه‌برداری (توده خالص یا آمیخته) نشان دادند. بررسی خصوصیات خاک بین دو توده نشان داد که میزان پتاسیم، نیتروژن، فسفر، کربن آلی و درصد رطوبت اشباع به‌طور معنی‌داری در توده خالص بیشتر بود. درمجموع، ویژگی‌های رویشی در جنگل‌کاری خالص از آمیخته نمود بهتری داشته و می‌توان به توسعه آن اقدام نمود.

واژگان کلیدی: جنگل‌کاری خالص و آمیخته، ویژگی‌های رویشی، ویژگی‌های خاک، تجزیه مؤلفه اصلی، مناطق نیمه‌خشک.

مقدمه

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

ایران کشور پهناوری است که سطح وسیعی از آن را مناطق خشک و نیمه‌خشک پوشانده است و با توجه به شرایط اقلیمی و ازدیاد جمعیت طی چند دهه گذشته، پوشش گیاهی آن دچار تخریب فراوان شده است. بنابراین، کشور مایکی از کشورهای فقیر ازلحاظ منابع جنگلی به‌حساب می‌آید (صالحی زانیانی و همکاران، ۱۳۹۳). تعیین رویش گونه‌ها، یکی از مباحث مهم در مدیریت و برنامه‌ریزی جنگل است (Pretzsch, 2015). یکی از مهم‌ترین کاربردهای آن برآورد توان فعلی یا پیش‌بینی استعداد استقرار گونه‌ها، امکان برنامه‌ریزی تولید و برداشت محصول جنگل است (*et al*., 2010; Shrivastava and Jha, 2016Forrester). اما، کاربرد دیگر آن‌که بخصوص در بخش اقتصاد و مدیریت جنگل اهمیت فراوان دارد، مدیریت بیولوژیک و پرورش توده‌های جنگلی است (رستمی شاهراجی، ۱۳۸۰).

به‌طور بالقوه، جنگل‌کاری با گونه‌های بومی و غیربومی برای ارتقاء زادآوری زیراشکوب، بهبود خصوصیات ادافیکی خاک و افزایش تنوع زیستی توصیه‌شده است (وطنی و همکاران، ۱۳۸۶). جنگل‌کاری موجب تأمین تولیدات محسوس (از طریق افزایش تولید چوب و چوب سوخت، علوفه و محصولات دیگر) و نامحسوس (ترسیب کربن، تعادل هیدرولوژیکی، احیا جنگل، حاصلخیزی خاک و پایداری اراضی) می‌شوند و به‌عنوان راهکاری برای احیای جنگل‌های مخروبه بوده است (Pitto, ; Oscar, 2001; Montagnini, 2000; Viera *et al*., 2019 2003). افزایش روزافزون جمعیت و بالا رفتن نیاز چوب و فرآورده‌های آن ازیک‌طرف و تخریب عرصه‌های جنگلی و خارج کردن آن از چرخه تولید چوب، اهمیت جنگل‌کاری را دوچندان می‌کند. به‌طورکلی، جنگل‌کاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهداف مختلفی شامل حفاظت خاک، تولید چوب، احداث پارک‌های جنگلی و گردشگاه‌های عمومی و ایجاد کمربند سبز را دنبال می‌کند (کنشلو، ۱۳۸۰). درختان به کمک تاج پوشش خود خاک را از عوامل مخرب طبیعی مانند فرسایش بادی حفظ کرده و به کمک ریشه و لاش برگ‌های ریخته شده به سطح خاک مانع از تبخیر شدید آب‌شده و باعث حفظ رطوبت در خاک می‌شوند (کرد، ۱۳۸۵). از سوی دیگر، درختان با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک زیر تاج پوشش و افزایش مواد آلی باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها شده و بدین طریق حاصلخیزی خاک را بهبود می‌بخشند (Butler, *et al*., 2008; Zhang *et al*., 2018).

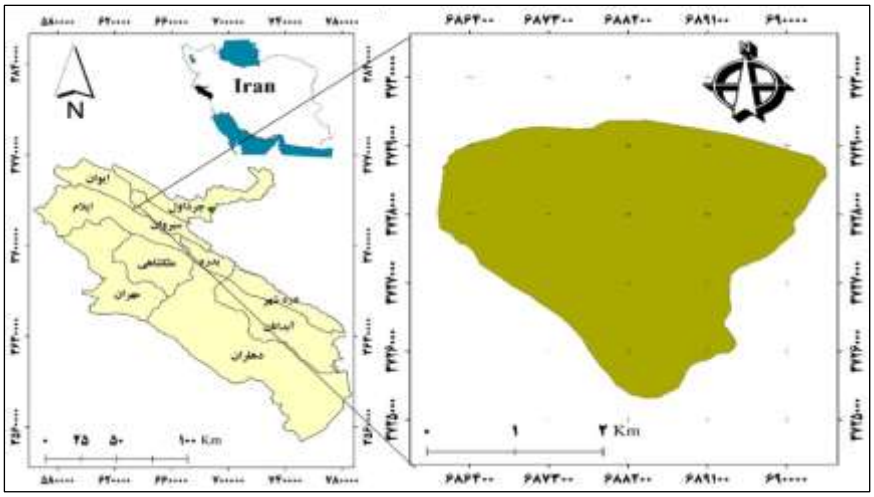
درخت اکالیپتوس یکی از درختان سریع الرشد است که در شرایط اکولوژیکی ایران به‌خوبی رشد کرده است. به دلیل سازگاری بالای اکالیپتوس با شرایط اقلیمی و اکولوژیکی مختلف (کرمی و همکاران،۱۳۸۷) و نقش آن در تعدیل آب‌وهوا، جلوگیری از فرسایش خاک، تولید چوب صنعتی و درنهایت تولید ماده اولیه چوبی برای صنعت خمیر، جنگل‌کاری با این‌گونه از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد (حسینی و همکاران ، ۱۳۹۳). لذا، جنگل‌کاری با این درختان در ایران از اهمیت بالایی برخوردار اســت (صاره و همکاران ،۱۳۸۵) . بااین‌وجود، مطالعات کمی در این زمینه در کشور و بخصوص در ناحیه رویشی زاگرس انجام‌شده است. با توجه به تفاوت شرایط اکولوژیکی از جم

له خاک (Mohr and Simon, 2005; Zagatto *et al*., 2019) و رقابت نوری (روحی مقدم و همکاران،۱۳۸۶) در توده‌های خالص و آمیخته که می‌تواند بر اساس شرایط اقلیمی و ادافیکی هر منطقه اثرات متفاوتی بر خصوصیات رویشی گونه‌های هدف داشته باشد (صیاد و همکاران،۱۳۸۵)، لذا در این مطالعه به بررسی الف: خصوصیات رویشی اکالیپتوس در جنگل‌کاری خالص و آمیخته با سرو نقره‌ای و نیز ب: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در این توده‌ها در ناحیه رویشی زاگرس پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه بخشی از پارک جنگلی سیمره در استان ایلام و شهرستان چرداول با مختصات جغرافیایی ۲۰ ۴۱ ۳۳ و ۰۹ ۳۹ ۳۳ عرض شمالی و ۰۰ ۰۳ ۴۷ و ۰۰ ۰۰ ۴۷ طول شرقی است. مساحت محدوده موردمطالعه کمتر از دو هکتار و متوسط ارتفاع از سطح دریا ۱۲۳۰ متر است. این پارک جنگلی در سال ۱۳۷۵ در شهرستان چرداول و در نزدیکی رودخانه سیمره احداث گردید.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]



شکل ۱: منطقه موردمطالعه در کشور و استان.

بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی سرابله، متوسط بارندگی طی یک دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲) ۵۵۰/۵ میلی‌متر در سال می‌باشد. بیشترین بارش ماهانه بلندمدت مربوط به اسفندماه با ۱۰۸/۱ میلی‌متر است. در دوره آماری موجود،کمترین میزان بارندگی ۲۹۰/۷ میلی‌متر و بیشترین بارش سالانه نیز ۶۹۷/۲ میلی‌متر بود.

برای انجام این تحقیق پس از جنگل گردشی در محدوده پارک جنگلی سیمره، توده‌های خالص اکالیپتوس و آمیخته اکالیپتوس با سرو نقره‌ای که طی سال ۱۳۷۵ با نهال‌های یک‌ساله جنگل‌کاری شده بودند، تعیین شد. فاصله کاشت در هر دو توده یکسان و۳*۳ متر بود (کتابچه طرح، ۱۳۷۵). در این مطالعه، داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار شامل جنگل‌کاری خالص اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*) و جنگل‌کاری آمیخته (اکالیپتوس- سرو نقره‌ای *Cupressus arizonica*) و سه تکرار برداشت گردید. در هر تیمار با شروع تصادفی دو ترانسکت عمود بر هم به طول ۱۵۰ متر پیاده شد. در محل تقاطع ترانسکت‌ها و بر روی هر ترانسکت در فواصل ۵۰ متر قطعات نمونه مربع شکل به ابعاد ۴۰۰ مترمربع (۲۰×۲۰ متر) جدا شد. درمجموع، هفت قطعه‌نمونه و با احتساب تکرارهای هر تیمار ۲۱ قطعه‌نمونه در هر تیمار برداشت شد.

خصوصیات کمی درختان اکالیپتوس به‌عنوان گونه هدف شامل قطر برابرسینه (سانتیمتر)، قطر یقه (سانتی‌متر)، ارتفاع کل (متر)، سطح تاج پوشش (مترمربع)، ضریب پایداری، ضریب کاهش قطری، حجم تنه (مترمکعب)، وزن خشک برگ (گرم)، سطح برگ (سانتیمتر مربع برگرم)، پهنای دوایر سالیانه (میلی‌متر) و دانسیته چوب (گرم بر سانتیمتر مکعب) بودند. قطر برابرسینه و قطر یقه با نوار قطرسنج، ارتفاع کل درختان اکالیپتوس با استفاده از دستگاه سونتو(مدل سونتو pm-5/360pc)، مساحت تاج پوشش با اندازه‌گیری دو قطر عمود برهم و سپس محاسبه سطح و ضریب پایداری با تقسیم ارتفاع به قطر، محاسبه شدند. برای محاسبه ضریب کاهش قطری از رابطه ۱ استفاده شد:

رابطه ۱:

$$df = \frac{d_{1.3} - d_m}{\frac{h}{2} - 1.30}$$

حجم تنه از رابطه ۲ محاسبه شد:

رابطه ۲:

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 \, h \, f$$

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

محاسبه شد(که در آن V: حجم، d: قطر برابر سینه، h: ارتفاع و f: ضریب شکل (۰/۵) است.

برای تعیین خصوصیات وزن خشک و سطح برگ، از هر قطعه‌نمونه یک درخت اکالیپتوس به‌صورت تصادفی انتخاب شد. از قسمت پایین تاج هر درخت ۸ برگ (هر جهت تاج ۲ برگ) جدا شد (در مجموع ۳۳۶ برگ). این نمونه‌ها در پلاستیک قرار داده شدند و به آزمایشگاه علوم جنگل دانشگاه ایلام منتقل یافتند. پس از خشک‌کردن برگ‌ها در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، نمونه‌ها با استفاده از ترازوی حساس (مدل jms 220)، تا دقت یک‌هزارم گرم توزین شدند. سطح برگ با دستگاه Delta Tarea Meter اندازه‌گیری شد. سپس سطح ویژه برگ (SLA) برحسب سانتی‌متر مربع بر گرم از تقسیم سطح برگ‌ها به وزن خشک آن‌ها محاسبه شد (Arias *et al*., 2007). برای محاسبه پهنای دوایر سالیانه سه دیسک از ارتفاع برابرسینه انتخاب شد، سپس پهنای دوایر سالیانه در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست با استفاده از بینوکولار اندازه‌گیری شد. دانسیته از تقسیم وزن به حجم نمونه‌ها محاسبه شد. خصوصیات کیفی شامل تقارن تاج، شاقولی و انحنا در تنه اصلی نیز با کد دهی تعیین گردیدند.

از هر قطعه‌نمونه اصلی سه نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر برداشت شد. سپس یک نمونه مرکب برای انجام آزمایش‌های خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل بافت، کربن آلی، اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، شوری، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و درصد رطوبت اشباع به آزمایشگاه منتقل شد. اندازه‌گیری خصوصیات ذکرشده در آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه ایلام به روش‌های استاندارد انجام شد. نمونه‌های خاک خشک گردیدند و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند، سپس pH خاک با نسبت ۱ به ۲/۵ با استفاده از دستگاه pH متر، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) با نسبت ۱ به ۵، نیتروژن کل با روش کجلدال (Westerman, 1990)، فسفر خاک با روش اولسن (Olsen Sommers, 1990 and)، پتاسیم قابل‌جذب با عصاره‌گیری به‌وسیله آمونیم استات یک نرمال، کربنات کلسیم یا آهک با کاربرد روش خنثی کردن با اسیدکلریدریک، میزان کربن آلی با روش والکی بلاک (Walkley, 1934)، تعیین بافت خاک با تعیین درصد رس، شن و سیلت به روش هیدرومتری انجام گرفت. وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه و با خشک‌کردن در آون (در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) در مدت ۲۴ ساعت و رطوبت خاک به روش خشک‌کردن در آون محاسبه شد (Duffera *et al*., 2007).

قبل از انجام هرگونه تجزیه‌وتحلیل، تست نرمال بودن و همگنی داده‌ها به‌وسیله آزمون کلوموگروف- اسمیرنوف و لون انجام شد. در ادامه، برای مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی- شیمیایی و کمی درختان در دو توده از آزمون t (Independent Samples T-Test) استفاده شد. خصوصیات کیفی پایه‌های اکالیپتوس شامل تقارن تاج، شاقولی و انحنا در تنه اصلی نیز ثبت شد. برای مقایسه دو گروه خالص و آمیخته ازنظر خصوصیات کیفی (ازنظر تقارن و عدم تقارن، شاقولی بودن و عدم شاقولی بودن، سیلندریک بودن و داشتن انحنا) از آزمون نشانه (Sign Test) استفاده شد. تجزیه مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) برای خلاصه کردن داده‌های محیطی و بررسی تبیین میزان وابستگی درصد الگوی تغییرات توده‌ها به داده‌های محیطی به کار گرفته شد. با نمایش قطعات نمونه توده‌ها بر مبنای خصوصیات محیطی در دیاگرام PCA الگوی تغییر و تمایز آن‌ها ازنظر خصوصیات محیطی بررسی گردید. تجزیه‌وتحلیل چند متغیره با استفاده از نرم‌افزار PC-ORD و مقایسه خصوصیات کمی درختان و خاک توده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج

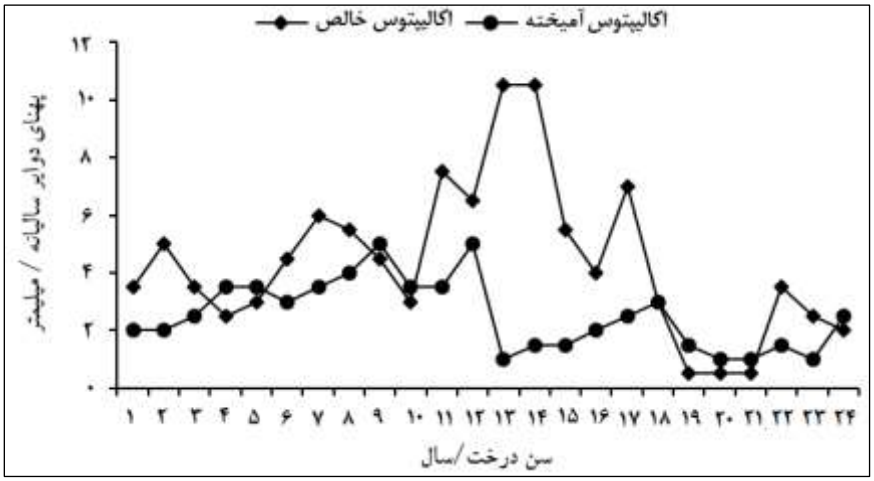
خصوصیات کمی اکالیپتوس در توده‌های خالص و آمیخته تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین قطر برابر سینه، قطر یقه، ارتفاع، حجم و پهنای دوایر سالیانه اکالیپتوس به‌طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) در توده خالص بیشتر از آمیخته بود (جدول ۱). میانگین پهنای دوایر سالیانه در توده اکالیپتوس خالص بیشتر از اکالیپتوس آمیخته با سرو نقره‌ای بود (شکل ۲). روند تغییرات دانسیته نیز کاملاً به یکدیگر مشابه بوده و در محدوده ۰/۹۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب تا ۱/۰۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب در نوسان بود (شکل ۳).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

جدول ۱: خصوصیات کمی اکالیپتوس در توده‌های خالص و آمیخته.

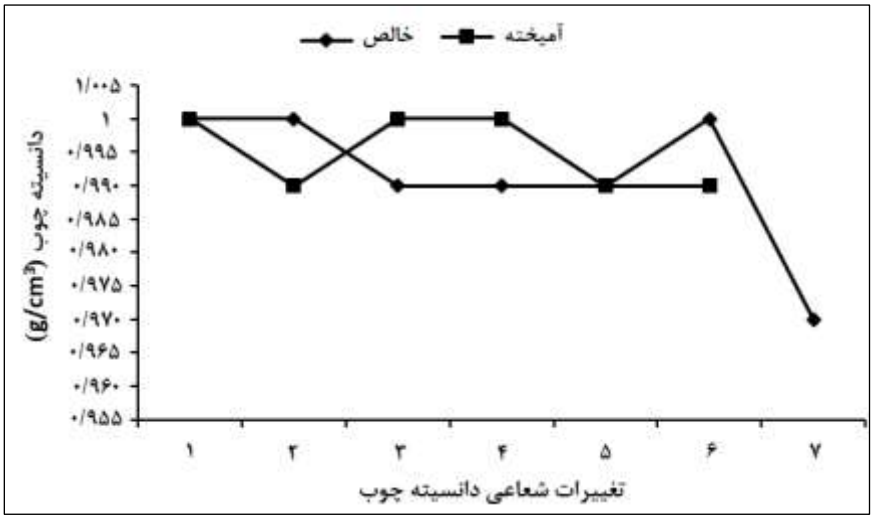
متغیر	توده‌ی خالص انحراف معیار±میانگین	توده‌ی آمیخته انحراف معیار±میانگین	آماره‌ی t	سطح معنی‌داری
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	۴±۲۸/۴۴	۵±۲۲/۶۴	۴/۵۸	۰/۰۰۰
قطر یقه (سانتی‌متر)	۳۰/۵±۸/۷۲	۲۰/۷±۰۴/۰۱	۵/۴۲	۰/۰۰۰
ارتفاع (متر)	۱۰/۱±۷/۱۱	۸/۰±۹۲/۷۹	۵/۹۶	۰/۰۰۰
تاج پوشش (درصد)	۸/۱±۴۱/۲۹	۸/۰۳±۰۷/۴۸	۰/۴۱۵	۰/۶۸۱
ضریب قد کشیدگی	۳۸/۰±۲۱/۳۴	۴۰/۰±۵۴/۰۲	۰/۲۹۱	۰/۷۷۳
ضریب کاهش قطری	۱/۰±۲۱/۳۷	۱/۰±۱۶/۴۴	۰/۴۱۶	۰/۶۸
حجم (مترمکعب)	۰/۰±۳۱/۰۲	۰/۰±۱۵/۰۲	۶/۰۱	۰/۰۰۲
وزن خشک برگ (گرم)	۰/۰±۴۸/۲۰	۰/۰±۴۲/۰۶	۱/۲۶	۰/۲۱۳
سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	۲۲/۱۰±۷۱/۰۱	۲۲/۳±۴۰/۳۱	۰/۱۳۱	۰/۸۹۷
پهنای دوایر سالیانه (میلی‌متر)	۴/۰±۳۶/۳۹	۲/۰±۵۰/۲۴	۰/۵۶۹	۰/۰۰۳
دانسیته چوب (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۰/۰±۹۹/۰۰۴	۰/۰±۹۹/۰۰۷	۰/۶۶۵	۰/۱۶۰

معنی‌داری در سطح $P < ۰/۰۵$ با خط زیر اعداد مشخص‌شده است.



شکل ۲ : تغییرات پهنای دوایر سالیانه در طی سال‌های مختلف.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]



شکل ۳: رابطه بین تغییرات دانسیته چوب نسبت به تغییرات شعاعی دانسیته چوب.

مطابق نتایج بررسی تقارن تاج بین دو توده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج بررسی فراوانی (فراوانی مشاهدات در هر گروه) در این خصوص مشخص کرد، تعداد مشاهداتی که در آن فراوانی توده آمیخته کمتر از توده خالص است ۲۸ و تعداد مشاهداتی که فراوانی توده آمیخته از خالص بیشتر است ۸ و در ۶ مورد تعداد فراوانی بین دو توده باهم برابر است. بنابراین، درنهایت می‌توان بیان کرد که فراوانی بیشتر توده خالص نسبت به توده آمیخته و معنی‌داری این تفاوت در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۵ دلالت بر این دارد که تقارن تاج توده خالص بیشتر از توده آمیخته است. نتایج بررسی شاقولی بودن نمایانگر اختلاف معنی‌دار بین دو توده بود. نتایج فراوانی در این خصوص نشان داد که تعداد مشاهداتی که در آن فراوانی توده آمیخته کمتر از توده خالص است ۲۱ و تعداد مشاهداتی که فراوانی توده آمیخته از خالص بیشتر است ۱۴ و در ۷ مورد تعداد فراوانی بین دو توده باهم برابر است. لذا، شاقولی بودن توده خالص بیشتر از توده آمیخته است. نتایج بررسی انحنای تنه بر اساس آزمون نشانه مشخص کرد اختلاف معنی‌داری بین دو توده خالص و آمیخته وجود ندارد.

مقایسه خصوصیات خاک توده‌های خالص و آمیخته

مطابق نتایج مقدار پتاسیم، فسفر، نیتروژن، کربن آلی، رطوبت اشباع در توده خالص بیشتر از آمیخته بود. (جدول ۲).

در این تحلیل از محور اول و دوم که بیشترین مقدار ویژه را داشتند (به ترتیب ۰/۹۱و ۰/۶۴) استفاده شد (جدول ۳). بر اساس تحلیل مؤلفه‌های اصلی دو گروه در طول محورهای اول و دوم تفکیک‌شده‌اند که بیشترین تمایز در طول محور اول می‌باشد (شکل ۴). بیشترین قطعات نمونه گروه اول مربوط به توده آمیخته است. این گروه در جهت مثبت محور اول قرارگرفته و با این محور بیشترین همبستگی را دارد (جدول ۴). گروه دوم که اکثر قطعات نمونه آن مربوط به توده خالص است با جهت منفی محور اول بیشترین همبستگی را دارد (جدول ۵). بالا بودن قطر برابر سینه، قطر یقه، حجم تنه، ارتفاع کل درخت و پهنای دوایر سالیانه در توده خالص بیشترین نقش را در تشکیل این گروه دارند (شکل ۴).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

جدول ۲: مقایسه خصوصیات خاک دو توده خالص و آمیخته.

متغیر	توده خالص (انحراف معیار±میانگین)	توده آمیخته (انحراف معیار±میانگین)	آماره t	سطح معنی‌داری
اسیدیته	۷/۰±۲۲/۰۶	۷/۰±۲۶/۰۶	-۲/۰۵	۰/۴۶
شوری (ds/m)	۰/۰±۸۹/۱۹	۰/۰±۷۳/۳۰	۱/۹۴	۰/۵۸
پتاسیم (ppm)	۷۹۵/۳۹±۰۱/۳۷	۷۴۶/۶۷±۳۰/۲۳	۴/۱۶	۰/۰۱
فسفر (ppm)	۱۰/۰±۰۵/۱۳	۹/۰±۸۷/۰۶	۵/۴۱	۰/۰۲
نیتروژن (درصد)	۰/۰±۴۸/۱۰	۰/۰±۲۹/۰۸	۶/۷۰	۰/۰۳
کربن آلی (درصد)	۴/۱±۸۶/۰۱	۲/۰±۹۲/۸۴	۶/۷۰	۰/۰۰۱
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۰±۴۲/۹۸	۱/۰±۴۴/۱۱	-۰/۵۱	۰/۶۱
رطوبت اشباع (درصد)	۴۲/۵±۶۸/۴۰	۳۱/۳±۰۲/۲۸	۸/۴۴	۰/۰۰۰
شن (درصد)	۵۲/۱±۱۶/۵۲	۵۳/۱±۸۸/۸۵	-۳/۲۹	۰/۲
سیلت (درصد)	۲۲/۳±۱۰/۴۰	۲۰/۳±۹۵/۹۹	۱/۰۰	۰/۳۱
رس (درصد)	۲۵/۳±۷۳/۲۰	۲۵/۲±۱۵/۶۶	۰/۶۳	۰/۵۳

معنی‌داری در سطح P < ۰/۰۵ با خط زیر اعداد نشان داده‌شده است.

جدول ۳: میزان درصد واریانس و مقادیر ویژه برای محورهای حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی.

محورها	درصد واریانس	مقادیر ویژه
۱	۷۸/۲۷	۰/۹۱
۲	۱۲/۸۱	۰/۶۴
۳	۶/۹۴	۰/۳۴
۴	۱/۸۲	۰/۰۹

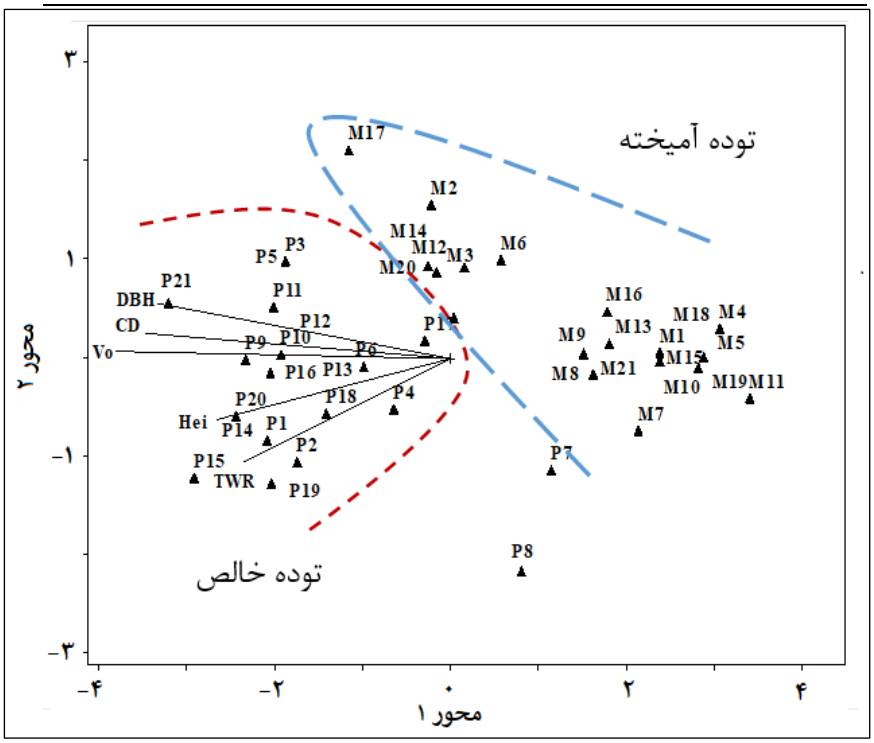
با توجه به مطالب فوق ارتفاع و پهنای دوایر سالیانه با محور اول و دوم همبستگی منفی دارند و قطر برابرسینه، حجم و قطر یقه با محور اول همبستگی منفی و با محور دوم همبستگی مثبت دارند (جدول ۴).

جدول ۴: همبستگی متغیرهای رویشی اکالیپتوس با محور اول و دوم تحلیل مؤلفه‌های اصلی.

متغیر	میزان همبستگی محور اول	میزان همبستگی محور دوم
قطر برابرسینه (سانتی‌متر)	-۰/۹۱**	ns۰/۳۷
قطر یقه (سانتی‌متر)	-۰/۹۳**	ns۰/۲۵
ارتفاع (متر)	-۰/۸۱**	ns-۰/۳۱
حجم (مترمکعب)	-۰/۹۷**	ns۰/۱۴
پهنای دوایر سالیانه (میلی‌متر)	-۰/۷۶*	*-۰/۵۱
دانسیته (گرم/سانتی‌متر)	ns۰/۲	ns-۰/۳
شاخص سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	ns۰/۱۱	ns-۰/۲۱
ضریب پایداری	ns -۰/۳۰	ns ۰/۱۸
ضریب کاهش قطری	ns ۰/۱۶	ns ۰/۱۹

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

وزن خشک برگ (گرم)	ns ۰/۳۳	ns −۰/۲۲
تاج پوشش (مترمربع)	ns −۰/۲۷	ns ۰/۲۴



شکل ۴: نمودار تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی.

M: قطعات نمونه توده آمیخته، P: قطعات نمونه توده خالص، TWR: پهنای دوایر سالیانه، Hei: ارتفاع درخت،V: حجم تنه، CD: قطر یقه و DBH: قطر برابر سینه

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، دو توده جنگل‌کاری خالص با گونه اکالیپتوس و مخلوط اکالیپتوس و سرو نقره‌ای به‌منظور بررسی میزان رویش، تولید و نیز ویژگی‌های خاک موردمطالعه قرار گرفتند. علاوه بر این، تأثیر ترکیب درختی بر میزان رویش قطری دوایر سالیانه نیز موردبررسی قرار گرفت. مطالعات گذشته نشان دادند که تغییر در خصوصیات رویشی، تولید توده و خصوصیات چوب می‌تواند متأثر از مدیریت جنگل‌کاری و رقابت بین‌گونه‌ای باشد (Jiang *et al*., 2007; Naji *et al*., 2014; Liao *et al*., 2019).

میانگین قطر در توده خالص و آمیخته به ترتیب ۲۸ و ۲۲ سانتی‌متر محاسبه شد. با مقایسه میانگین قطر و رویش در دو توده می‌توان نشان داد که میزان رویش در توده خالص بیشتر و اختلاف معنی‌داری بین دو توده وجود داشته و یکی از دلایل مهم آن می‌تواند به دلیل عدم رقابت در توده خالص باشد، ولی در توده آمیخته با توجه به ترکیب گونه‌ای، رقابت بالاتر بود. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج پور مجیدیان (۱۳۷۰) همسو بود. در این مطالعه میانگین رویش ارتفاع برای دو توده خالص و آمیخته ارتفاع در توده خالص۰/۲۸ و۰/۲۲متر محاسبه گردید. بررسی انجام‌شده نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو توده وجود داشته و این اختلاف را می‌توان به خالص و آمیخته بودن توده‌ها اشاره نمود. با توجه به اینکه گونه اکالیپتوس گونه‌ای نورپسند می‌باشد و وجود رقابت نوری یکی از دلایل بالاتر بودن ارتفاع در توده خالص نسبت به توده آمیخته می‌باشد. میانگین رویش قطری (قطر در ارتفاع برابر سینه درخت و پهنای دوایر سالیانه) به‌طور واضح نشان‌دهنده رشد بهتر و سریع‌تر درختان اکالیپتوس در توده خالص در مقایسه با توده آمیخته بود. در توده‌های آمیخته، زمان موردنیاز برای رسیدن تاج درختان به یکدیگر کوتاه‌تر از توده‌های خالص

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

است و این به‌طور معنی‌داری هم بر رویش قطری درختان و هم الگوی تغییرات خصوصیات رویشی تأثیر می‌گذارد (Piotto, 2008؛ Naji *et al*., 2015). زیرا، تاج درختان در توده‌های مخلوط بیشتر در جهت عرضی گسترده می‌شوند و زود رسیدن تاج‌ها به یکدیگر، رقابت درون‌گروهی را افزایش می‌دهد (Guariguata *et al*., 1995). در مقایسه دو توده، میزان ضریب پایداری در توده خالص و آمیخته به ترتیب۳۲/۴ و ۳۵/۶ درصد بوده و اختلاف معنی‌داری وجود داشت. توده خالص پایدارتر از توده آمیخته بود، که می‌تواند نشان‌دهنده کیفیت بالاتر ساقه در توده خالص در مقایسه با توده مخلوط باشد. نسبت ارتفاع درخت به قطر به‌عنوان یک ویژگی مهم برای سنجش کیفیت چوب نیز در نظر گرفته می‌شود (Kijidani *et al*., 2010; Jiang *et al*., 2007).

نتایج بررسی دانسیته چوب نشان داد که ترکیب (خالص و آمیخته بودن) اثر معنی‌داری بر دانسیته چوب در جهت شعاعی (از مغز به پوست) نداشته است، هرچند در قطر برابر سینه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. تغییر در دانسیته چوب اکالیپتوس در مدیریت‌های مختلف بسیار کم می‌باشد و به نرخ رویش وابستگی ندارد. این تغییرات بیشتر وابسته به ویژگی‌های درونی (ژنتیکی) بوده و تابعی از سن درخت می‌باشد تا تابعی از رشد قطری آن. نتایج این تحقیق همسو با نتایج (Raymond and Muneri, 2000) و (Debell *et al*., 2001) می‌باشد. افت ناگهانی دانسیته در آخرین نمونه چوبی مرتبط با توده خالص به ماهیت چوب نزدیک پوست (برون‌چوب) برمی‌گردد که معمولاً از دانسیته کمتری در مقایسه با قسمت‌های درونی‌تر برخوردارند (Gominho *et al*. 2001).

ازنظر شادابی تاج، تقارن تاج و همچنین کیفیت و سلامت تنه درختان توده خالص نسبت به توده آمیخته از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار است. در این حالت می‌توان بیان کرد که آمیختگی در توده باعث کاهش خصوصیات کیفی توده می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده همسو با نتایج جلالی و همکاران (۱۳۸۰) و مهدوی راد (۱۳۸۷) می‌باشد.

توده‌های جنگلی با توجه به نوع و ترکیبی که دارند باعث به وجود آمدن تغییراتی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. همچنین شدت این تغییرات می‌تواند تحت تأثیر سن توده هم باشد (زرین کفش، ۱۳۶۸) نتایج این مطالعه نشان داد که خصوصیات خاک ازجمله اسیدیته، شوری، وزن مخصوص ظاهری و بافت در دو توده تفاوت معنی‌داری نداشتند که نتایج حاصل همسو با نتایج (Sanchez *et al*.,1985) است. بافت و اسیدیته از خصوصیات ثابت و با تغییرپذیری کم در خاک هستند (شاهویی، ۱۳۸۵) و بنابراین تغییر نکردن آن‌ها منطقی به نظر می‌رسد . در مطالعه حاضر، در توده خالص به علت پوشش تاجی بازتر و نفوذ بیشتر نور به سطح خاک، میزان هوازدگی مواد آلی بیشتر شده و درنتیجه مقدار آن‌ها در خاک افزایش می‌یابد. تغییرات در میزان عناصر خاک می‌تواند ناشی از عوامل متعددی ازجمله فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، درختان و میزان تاج پوشش آن‌ها باشد (بخشی پور و همکاران، ۱۳۹۱). بالا بودن پتاسیم در توده خالص می‌تواند ناشی از بیشتر بودن ماده آلی در این توده باشد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲).

همچنین ازنظر میزان فسفر، در توده خالص و آمیخته اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که میزان آن در توده خالص بیش‌تر از توده آمیخته بود. میزان عنصر فسفر خاک دارای ارتباط مستقیم با فعالیت میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه قارچ‌های مایکوریزی است (بخشی پور و همکاران، ۱۳۹۱). میزان کربن آلی در توده خالص بیشتر از توده آمیخته بود. این نتیجه می‌تواند به نقش پوششی (حفاظتی) بیشتر توده خالص در جلوگیری از هدرروی کربن مرتبط باشد (ورامش و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین مقدار ازت خاک در توده خالص نسبت به آمیخته بیشتر بود. با توجه به رابطه مستقیم کربن آلی خاک و میزان ازت خاک و نیز بالا بودن کربن آلی در توده خالص به‌عنوان منبع عناصر غذایی نظیر ازت این نتیجه منطقی است (نوبخت و همکاران، ۱۳۹۰).

مطالعه حاضر به بررسی تأثیر نوع مدیریت جنگل‌کاری بر عملکرد خصوصیات روزمینی و خاک در دو توده خالص اکالیپتوس و آمیخته اکالیپتوس با سرو نقره‌ای پرداخت. نتایج نشان داد که بسیاری از ویژگی‌ها متأثر از نوع ترکیب توده‌ای می‌تواند تغییر نماید. هرچند که این تغییرات در سنین بالاتر و در دهه سوم رویش قابل‌ملاحظه‌تر است. درمجموع، ویژگی‌های روزمینی مرتبط بارویش در توده خالص به‌طور معنی-

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

داری از همان ویژگی‌ها در توده آمیخته بیشتر و بهتر بود. ازجمله ویژگی‌های رویش قطری (متوسط قطر درخت در یقه، برابر سینه و پهنای دوایر سالیانه)، ارتفاع درخت و حجم رویش که در توده خالص بیشتر از توده آمیخته بود.

در ارتباط با خاک دو رویشگاه، توده خالص از مقدار رطوبت، مواد آلی و عناصر غذایی بیشتری نسبت به توده آمیخته برخوردار بود. هرچند، دلیل اصلی عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار در بقیه ویژگی‌های خاک می‌تواند به سن توده‌ها و تغییر پذری کم برخی خصوصیات مانند بافت خاک نسبت داد که بر اساس مطالعات اخیر اختلافات در سنین بالاتر قابل‌مشاهده‌تر خواهد بود. نتایج این مطالعه می‌تواند در مدیریت جنگل‌کاری‌ها و توصیه آن برای کاشت گونه‌های سریع الرشدی همانند اکالیپتوس به‌صورت خالص (با توجه به خصوصیات بهتر آن به‌عنوان گونه هدف نسبت به توده آمیخته) سودمند باشد.

سپاس‌گزاری

این مقاله با حمایت مالی دانشگاه ایلام و همکاری سرکار خانم مهندس افروز هواسی و آقای مهندس علی چابک انجام‌شده است که از همه این عزیزان صمیمانه قدردانی می‌نماییم.

منابع

بخشی پور، ر.، رمضانپور، ح. و لشکربلوکی، ا.، ۱۳۹۱. بررسی تأثیر جنگل‌کاری‌های کاج تدا و صنوبر بر برخی خصوصیات خاک‌های جنگلی (مطالعهٔ موردی :منطقهٔ فیدره لاهیجان). مجله جنگل ایران. ۴ (۴): ص فحات ۳۲۱-۳۳۲.

پور مجیدیان م.، ۱۳۷۰. تحقیق پیرامون نتایج حاصل از جنگل‌کاری *Picea abies* در منطقه کلاردشت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۶۲ ص.

جلالی، س. غ.، اکبری نیا، م. و حسینی، س .م.، ۱۳۸۰. بررسی مقایسه‌ای جنگل‌کاری‌های تک‌گونه‌ای و آمیخته پهن‌برگ و سوزنی‌برگ ازنظر تولید کمی و کیفی چوب، طرح پژوهشی خاتمه یافته، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۵ ص.

حسینی، س.ض.، اخوان حجازی، ف. س.، طلایی پور، م. و بازیار، ب.، ۱۳۹۳. بررسی بیومس روی سطح زمین چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*) در گربایگان فسا، استان فارس، ایران. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل. ۲۱ (۱): صفحات ۱۲۱-۱۳۶.

حیدری، م.، پوربابائی، ح.، صالحی، ع. و اسماعیل زاده، ا.، ۱۳۹۲. کاربرد روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای برای بررسی اثر مدیریت حفاظتی جنگل‌های بلوط ایلام بر خصوصیات خاک. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۲۱ (۲): صفحات ۳۲۹-۳۴۳.

روحی مقدم، ع.، حسینی ، م.، ابراهیمی، ع.، رحمانی، ا. و طبری، م.، ۱۳۸۶. اثر درجات مختلف آمیختگی بر ویژگی‌های کمی و کیفی جنگل‌کاری بلند مازو – آزاد. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. ۷۷: صفحات ۱۵۶-۱۶۸.

رستمی شاهراجی، ت.، ۱۳۸۰. ارزیابی استراتژی جنگل‌کاری‌های کنونی استان گیلان، همایش ملی مدیریت جنگل‌های شمال و توسعهٔ پایدار، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، صفحات ۳۸۱-۳۷۱.

زرین کفش، م.، ۱۳۶۸. حاصلخیزی خاک و تولید. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۹ ص.

شاهویی، س. ص.، ۱۳۸۵. سرشت و خصوصیات خاک‌ها. تألیف برادی، ن؛ ویل، ر .چاپ اول. انتشارات دانشگاه کردستان، ۹۰۰ ص.

عصاره ، م.ح.، وطن‌پور، ز.، کیارســـتمی، خ. و قمری زارع، ع.، ۱۳۸۵. ریز ازدیادی شـــبه فتواتوتروفیک در ســـه گونه اکالیپتوس. پژوهش و سازندگی، ۷۳: ۱۵۰ ص.

صالحی زانیانی، م. و جوزی، ف.، ۱۳۹۳. اهمیت مدیریت پایدار جنگل در جنگل‌های زاگرس، دومین همایش ملی-دانشجویی علوم جنگل، انجمن علمی دانشجویی جنگلداری دانشگاه تهران، ۱۰ص.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

صیاد، ا.، حسینی، م.، مختاری ، ج. و مهدوی، ر.، ۱۳۸۵. مقایسه رویش و ویژگی‌های کمی و کیفی جنگل‌کاری‌های خالص و آمیخته صنوبر دلتوییدیس و توسکای ییلاقی . پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی شماره ۷۱.

کرمی. ا.، جعفرزاده، ع.، کلبی، س. و جلیلوند،ح.، ۱۳۸۷. بررسی زراعت اکالیپتوس و نقش آن در جلوگیری از تخریب جنگل‌ها. دومین همایش منطقه‌ای منابع طبیعی و محیطزیست. ۱۲ ص.

کرد، ب. و کیالاشکی، ع.، ۱۳۸۵. بررسی تأثیر عوامل محیطی بر خصوصیات کیفی جنگل‌کاری پارک طبیعت پردیسان. فصلنامهٔ علوم و فنون منابع طبیعی، ۲: صفحات ۳۸-۲۷.

مهدوی راد، ح.، ۱۳۸۷. بررسی وضعیت کمی و کیفی و تنوع زیستی توده‌های دست کاشت زبان‌گنجشک، افرا پلت، شیردار و توسکا ییلاقی در حوضه آبخیز تالار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۰ ص.

نوبخت، ع.، پورمجیدیان، م.ر.، حجتی، س.م. و فلاح، ا.، ۱۳۹۰. مقایسه مقدار ترسیب کربن خاک در جنگل‌کاری خالص سوزنی‌برگ و پهن‌برگ(مطالعه موردی: طرح جنگلداری دهمیان، مازندران). مجله جنگل ایران. دوره سوم، شماره اول. صفحات ۲۳-۱۳.

Arias, D., Cavo – Alvarado, J. and Dohrenbusch, A. 2007. Calibration of LAI -2000. to estimate leaf area index (LAI) and assessment of its relationship with stand productivity in sex native and introduced tree species in Costa Rica. Forest Ecology and Management. 247: 185-193.

Butler, R., Montagnini, F. and Arroyo, P., 2008. Woody understory plant diversity in pure and mixed native tree plantations at La Selva Biological Station, Costa Rica. Forest Ecology and Management. 255: 2251–2263.

Dean S. DeBell, D. S., Keyes, C. R. and Gartner, B. L. 2001. Wood density of Eucalyptus saligna grown in Hawaiian plantations: effects of silvicultural practices and relation to growth rate, Australian Forestry Vol. 64, No.2 pp. 106-110.

Duffera, M., Jeffrey, G. W. and Weisz, R., 2007. Spatial variability of Southeastern U.S. Coastal Plain soil physical properties: Implications for site-specific management. Geoderma. 137: 327–339.

Forrester, D., Medhurst, J., Wood, M., Beadle, C.Va. and lencia, J., 2010. Grown and Physiological responses to silviculture for Producing soild-wood Products from Eucalyptus Plantation, An Australian Perspective. Forest Ecology and Management. 1819-1835.

Gominho, J., Figueira, J., Rodrigues, J. C. and Pereira, H., 2001. Within-Tree Variation of Heartwood, Extractives and Wood Density in The Eucalypt Hybrid Urograndis (*Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*). Wood and Fiber Science, 33(1): 1-6.

Guariguata, M., Rheingans, R. and Montagnini, F., 1995. Early woody invasion under tree plantations in Costa Rica: implications for forest restoration. Restoration Ecology, 3: 252–260.

Jiang, Z.H., Wang, X. Q., Fei, B. H., Ren, H. Q. and Liu, X. E., 2007. Effect of stand and tree attributes on growth and wood quality characteristics from a spacing trial with Populus xiaohei. Annals of Forest Science. 64:807–814.

Kijidani, Y., Hamazuna, T., Ito, S., Kitahara, R., Fukuchi, Sh., Mizoue, N. and Yoshida, Sh., 2010. Effect of height-to-diameter ratio on stem stiffness of Sugi (Cryptomeria japonica) cultivars. Journal of Wood Science. 56 (1):1-6.

Liao, Y., Fan, H., Wei, X., Wu, J., Duan, H., Fu, X., Liu, W., Wang, H., Zhan, X., Tang, P. and Li, F., 2019. Competition increased fine root biomass in Chinese fir (Cunninghamia lanceolata) plantations in Subtropical China. Forest ecology and management, 435: 151-157.

Mohr, D., Simon, M. and Topp, W., 2005. Stand composition affects soil quality in oak stands on reclaimed and natural sites. Geoderma. 129: 45-53.

Montagnini, F., 2000. Accumulation in above ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical low land. Forest Ecology and Management, 134: 257-270.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

Naji, H.R., Suhaimi bakar, E., Soltani, M., Ebadi, S. E, Abdul-Hamid, H., Karbalaei, S. and Sahri, M. H. 2014. Effect of initial planting density and tree features on growth, wood density and anatomical properties from a *Hevea brasiliensis* trial plantation**.** Forest Products Journal. 64 (1-2): 41-47.

Naji, H.R., Fallah Nia, M., Kiaei, M., Abdul-Hamid, H., Soltani, M. and Faghihi, A., 2015. Effect of intensive planting density on tree growth, wood density and fiber properties of maple (*Acer velutinum* Boiss.), iForest, doi: 10.3832/ifor1333-008.

Olsen, S. R., Sommers, L. E., 1990. Phosphorous. In: Page A.L., Method of soil Analysis. Part 2. 2ndAgronMonoger, ASA, Madison, WI. 403- 431**.**

Oscar , C., 2001. An analysis of externalities in agroforestry systems in the presence of land degradation. Ecological Economics. 39: (1) 131-143.

Piotto, D., 2008. A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations. Forest Ecology and Management. 255 (3-4): 781-786.

Piotto, D., Viques, E., Montagnini, F. and Khanna, M., 2004. Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: A comparision of growth and productivity. Forest Ecology and Management. 190: 359-372.

Pretzsch, H., Biber, P., Uhl, E., Dahlhausen, J., Rotzer, T., Caldentey, J., Koike, T., Con, T., Chayanne, A., Seifert, T., Toit, B., Farnden, C. and Pauleit, S., 2015. Crown size and growing spase requirement of common tree species in urban centers, Parks, and forests. Urban Forestry and Urban Greeninge. 466-479.

Shrivastava, S. and Jha, A. K., 2016. Growth performance of tree species in mixed plantations raised in Fallowland, Chapra, India. American Journal of Research Communication. 4(4): 16-29.

Raymond, C. A. and Muneri, A., 2000. Effects of fertilizer on wood properties of Eucalyptus globulus. Canadian Journal of ForestResearch 30, 136-144.oil fertility. Annals of Forest Science.59: 233-253.

Sanchez, P. A., Palm, C. A., Davey C. B., Szott, L. T. and Russell, E. C., 1985. Tree crops as soil improvers in the humid tropics, in: Cannell M. G. R. and Jackson J.E. (Eds), Attributes of tree as crop plants. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon, England, pp. 327-350.

Viera, M. and Rodríguez-Soalleiro, R., 2019. A Complete Assessment of Carbon Stocks in Above and Belowground Biomass Components of a Hybrid Eucalyptus Plantation in Southern Brazil. Forests, 10 (7): 536.

Walkley, A. and Black, I. A., 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 34: 29-38.

Westerman, R. E. L., 1990. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, MandisonWisconzin, USA, 784 pp.

Zagatto, M. R. G., de Araujo Pereira, A. P., de Souza, A. J., Pereira, R. F., Baldesin, L. F., Pereira, C. M., Lopes, R. V. and Cardoso, E. J. B. N., 2019. Interactions between mesofauna, microbiological and chemical soil attributes in pure and intercropped Eucalyptus grandis and Acacia mangium plantations. Forest ecology and management. 433: 240-247.

Zhang, W., Qiao, W., Gao, D., Dai, Y., Deng, J., Yang, G., Han, X. and Ren, G., 2018. Relationship between soil nutrient properties and biological activities along a restoration chronosequence of Pinus tabulaeformis plantation forests in the Ziwuling Mountains, China. Catena, 161: 85-95.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]