

Paper Type: Original Article



## Investigation of the Effect of Fusion on Quantitative and Qualitative Characteristics of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and Soil Characteristics of Laleh Forest Park in Dezful

Ardavan Hamidi<sup>1</sup>, Sina Attar Roshan<sup>2\*</sup> , Ramezanali Pourrostami<sup>3</sup>, Mohammadreza Tabesh Ardakani<sup>4</sup>, Siamak Katebifar<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran; sisimeme@yahoo.com.

<sup>2</sup> Department of Environment, Persian Gulf Dust Research Center, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran; sina\_2934@yahoo.com.

<sup>3</sup> Silviculture and Forest Ecology at Tehran University, Tehran, Iran; pourrostami24@yahoo.com.

<sup>4</sup> Department of Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; m.tabesh21@yahoo.com.

<sup>5</sup> Weed Biology and Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; attarroshan1362@gmail.com.

### Citation:

Hamidi, A., Attar Roshan, S., Pourrostami, R., Tabesh Ardakani, M., & Katebifar, S. (2024). Investigation of the effect of fusion on quantitative and qualitative characteristics of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and soil characteristics of Laleh Forest Park in Dezful. *The quarterly scientific journal of applied biology*, 36(4), 60-69.

Received: 04/12/2021

Accepted: 28/01/2024

### Abstract

**Introduction:** A high increase in societies' need for wood and its products followed by a decrease in forest lands leads to special importance to forest plantation. The study aims to consider the impact of pure and mixed plantation of *Eucalyptus camaldulensis* and *Zizyphus spina christi* on above-ground growth features and soil properties in Laleh Forest Park in Dezful city in Khuzestan province.

**Methods:** A completely random design was conducted with two treatments of pure plantation of *Eucalyptus camaldulensis* and mixed plantation of *Eucalyptus camaldulensis* and *Zizyphus spina christi* with three repetitions. In total, 42 sample plots were determined. The quantity characteristics were Diameter at Breast Height (DBH), Diameter of Collar (DC), height of tree (H), Crown Coverage (CC), Slender Coefficient (SC), Form quotient, Volume (V), Leaf Dry Mass (LDM), Leaf Area Index (LAI), total growth ring width (TWR), and Wood Density (WD). To determine the chemical and physical properties of soil, three soil samples from each plot at a depth of 0 to 30 cm were collected and a mixed sample was transformed to the laboratory for further works.

**Results:** The results showed that DBH, DC, H, V, TWR of *Eucalyptus camaldulensis* in pure plantation was significantly higher than those of mixed plantation. According to the analysis of the main components and growth features of *Eucalyptus camaldulensis*, two groups were separated across the first and second axes as each of them indicated high adaptation with place of sampling (mixed or pure mass).

**Conclusion:** The measuring soil properties between the two plantations showed that potassium, nitrogen, phosphor, organic carbon, and saturation moisture content were significantly more than that in pure plantations.

**Keywords:** Principal component analysis, Pure and mixed plantations, Semi-arid zones, Growth features, Soil properties.



نوع مقاله: پژوهشی

## بررسی تاثیر آمیختگی بر مشخصه‌های کمی و کیفی گونه اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) و ویژگی‌های خاک پارک جنگلی لاله دزفول

اردوان حمیدی<sup>۱</sup>، سینا عطار روشن<sup>۲\*</sup>، رمضانعلی پورستمی<sup>۳</sup>، محمدرضا تابش<sup>۴</sup>، سیامک کاتبی فر<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup>فارغ التحصیل کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

<sup>۲</sup>استادیار گروه علوم محیط زیست، مرکز تحقیقات گرد و غبار خلیج فارس، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

<sup>۳</sup>دانش آموخته دکتری جنگلشناسی و اکولوژی جنگل دانشگاه تهران، ایران.

<sup>۴</sup>استادیار گروه محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

<sup>۵</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد کنترل و مبارزه با علف‌های هرز، پردیس علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: Sina\_2934@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۳

### چکیده

**مقدمه:** 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 اکالیپتوس و آمیخته اکالیپتوس و کُنار بر خصوصیات رویشی و خاک توده‌ها در پارک لاله شهرستان دزفول در استان خوزستان بود.

**روش‌ها:** این مطالعه در قالب طرح تصادفی با دو تیمار جنگل‌کاری خالص اکالیپتوس، جنگل‌کاری آمیخته اکالیپتوس و کُنار در سه تکرار اجرا گردید. در مجموع ۴۲ قطعه نمونه پیاده شد. خصوصیات کمی اندازه‌گیری شده عبارت از قطر برابر سینه، قطر یقه، ارتفاع درخت، تاج پوشش، ضریب پایداری، ضریب کاهش قطری، حجم، وزن خشک برگ، شاخص سطح برگ، پهنای دایر سالیانه و دانسیته چوب بود. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از هر قطعه سه نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه و با هم مخلوط گردید تا یک نمونه خاک ترکیبی برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که میانگین قطر برابر سینه، قطر یقه، ارتفاع، حجم و پهنای دایر سالیانه اکالیپتوس به‌طور معنی‌داری در توده خالص بیشتر از آمیخته بود. بر اساس تحلیل مولفه‌های اصلی و به کمک خصوصیات رویشی اکالیپتوس، دو گروه اکولوژیک در طول محورهای اول و دوم تفکیک شدند که این گروه‌ها هر کدام انطباق بالایی با محل نمونه‌برداری (توده خالص یا آمیخته) نشان دادند.

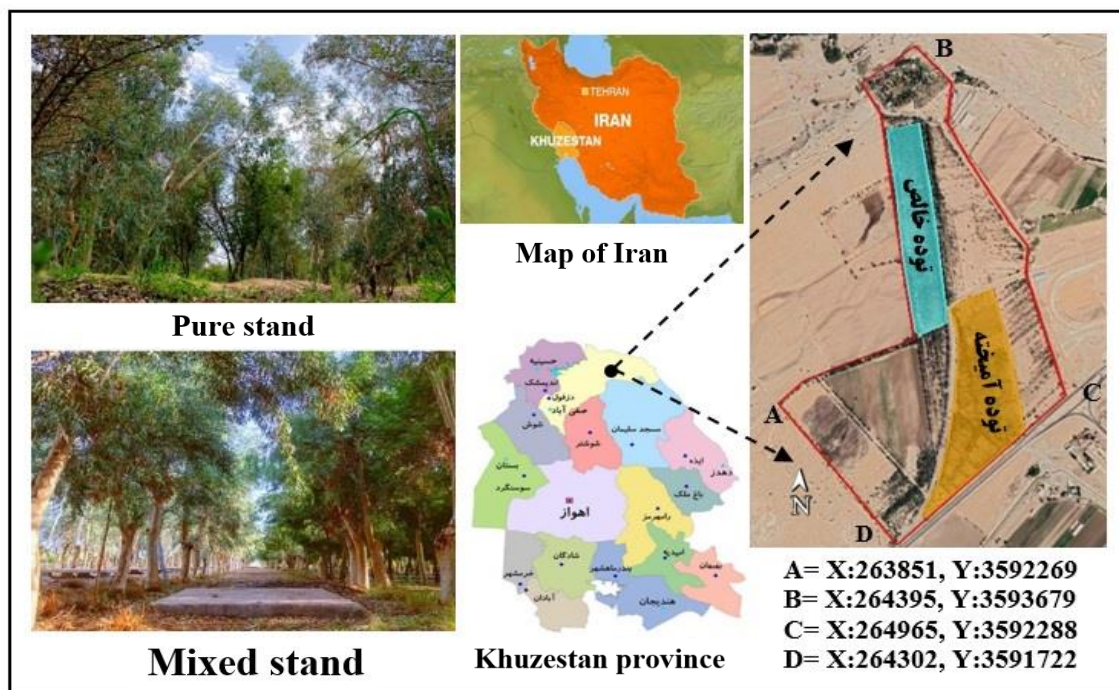
**نتیجه‌گیری:** بررسی خصوصیات خاک بین دو توده نشان داد که میزان پتاسیم، نیتروژن، فسفر، کربن آلی و درصد رطوبت اشباع به‌طور معنی‌داری در توده خالص بیشتر بود. در مجموع می‌توان اذعان داشت که ویژگی‌های رویشی در جنگل‌کاری خالص از آمیخته بهتر بوده و شرایط مطلوب‌تری را نشان داد.

کلیدواژه‌ها: تجزیه مولفه اصلی، جنگل‌کاری خالص و آمیخته، مناطق نیمه‌خشک، ویژگی‌های رویشی، ویژگی‌های خاک.

به‌عنوان راه‌کاری بهینه برای جلوگیری از بهره‌برداری‌های بی‌رویه از منابع طبیعی افزایش یافته است [1]. به‌طورکلی، جنگل‌کاری در اراضی مخروطی و موجب تامین تولیدات محسوس از طریق افزایش تولید چوب، تامین سوخت، علوفه و نامحسوس نظیر ترسیب کربن، تعادل هیدرولوژیکی، احیاء و حاصل‌خیزی خاک و پایداری اراضی شیب‌دار می‌شود [2]. جنگل‌کاری‌ها باعث ایجاد اکوسیستمی جدید و پایدار می‌شوند؛ بنابراین، باید گونه‌هایی با توان تولید بالا و زنده‌مانی مطلوب انتخاب گردد. از دیدگاه علم اکولوژی و جنگل‌شناسی، گونه‌های مناسب برای جنگل‌کاری باید سبب بهبود وضعیت کمی و کیفی خاک و افزایش تنوع گیاهی شوند [3]. در فرآیند جنگل‌کاری انتخاب گونه، پایش مستمر مشخصه‌های کمی و کیفی درختان و هم‌چنین مطالعه تاثیر توده‌های جنگل‌کاری بر شرایط خاک منطقه بسیار مهم می‌باشد تا جایی که مطالعات متعددی در این زمینه در ایران و جهان انجام شده است. سهیلی اصفهانی و فلاح [4] در مطالعه دو توده جنگل‌کاری دست کاشت خالص سپیدار (*Populus alba* L.) و آمیخته با گونه صنوبر (*Populus nigra* L.) نشان دادند که از نظر مشخصه‌های کمی و کیفی، توده خالص صنوبر کبوده در وضعیت مناسب‌تری نسبت به حالت آمیخته قرار دارد، اما در پژوهش آلم و همکاران [5] بهبود مشخصه‌های کمی و کیفی در توده جنگلی آمیخته دو گونه اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) و سرو (*Cupressus lusitanica* Mill.) نسبت به توده‌های جنگلی خالص آن‌ها مشاهده گردید. ترکیب گونه‌های بلوط سرخ (*Quercus robur* L.) و سفید مازو (*Quercus petraea* Liebl. (Matt.)) بر کیفیت خاک موثر است، به‌طوری که مقدار pH، کلسیم، منیزیم و فسفر خاک در توده جنگل‌کاری بلوط آمیخته کاشته شده با گونه‌های توس (*Betula pendula* Roth.) و فندق (*Coryllus avyllum* L.) بیشتر از جنگل‌کاری‌های خالص بلوط بوده است. هوشمند و همکاران [6] به مطالعه خصوصیات خاک و جنگل‌شناسی در جنگل‌کاری‌های گیلان وحشی و پلت جنگل‌های غرب مازندران پرداختند و نشان دادند که درختان پلت و گیلان وحشی در توده‌های آمیخته قطر و ارتفاع کمتری نسبت به توده‌های خالص داشتند. حجم درختان در جنگل‌کاری گیلان وحشی به‌طور معنی‌داری بیشتر از جنگل‌کاری خالص افرا پلت بود و آمیختگی اثر معنی‌داری روی حجم درختان نداشت. یاری و همکاران [7] در مطالعه‌ای به مقایسه خصوصیات کمی و کیفی درختان اکالیپتوس *Eucalyptus camaldulensis* و خاک در جنگل‌کاری خالص و آمیخته حوضه رودخانه سیمره ایلام پرداختند و نشان دادند که میانگین قطر برابر سینه، قطر یقه، ارتفاع، حجم و پهنای دواير سالیانه اکالیپتوس به‌طور معنی‌داری در توده خالص بیشتر از آمیخته بود. بر اساس تحلیل مولفه‌های اصلی و به کمک خصوصیات رویشی اکالیپتوس، دو گروه در طول محورهای اول و دوم تفکیک شدند که این گروه‌ها هر کدام انطباق بالایی با 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. درخت اکالیپتوس یکی از درختان سریع‌الرشد است که در شرایط اکولوژیکی ایران به‌خوبی رشد کرده است. به دلیل سازگاری بالای گونه درختی اکالیپتوس با شرایط اقلیمی و اکولوژیکی مختلف [8] و نقش آن در تعدیل آب و هوای منطقه، جلوگیری از فرسایش خاک، تولید چوب صنعتی و در نهایت تولید ماده اولیه چوبی برای صنعت خمیر، جنگل‌کاری با این گونه به ویژه در مناطق جنوبی ایران از اهمیت بسزایی برخوردار است [9]. با این وجود، مطالعات اندکی در این زمینه در کشور و بخصوص در نواحی گرمسیری انجام شده است. با توجه به تفاوت شرایط اکولوژیکی از جمله خاک [10] و رقابت نوری بین پایه‌های درختی اکالیپتوس [11] در توده‌های خالص و آمیخته که می‌تواند بر اساس شرایط اقلیمی و اداکی هر منطقه اثرات متفاوتی بر خصوصیات رویشی گونه‌های هدف داشته باشد، این مطالعه با اهداف بررسی خصوصیات رویشی اکالیپتوس در جنگل‌کاری خالص و آمیخته با گونه کُنار و هم‌چنین بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در این توده‌ها در ناحیه گرمسیری انجام شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

پارک جنگلی لاله به مساحت ۹۱/۳ هکتار و مختصات جغرافیایی ۲۲° و ۳۲° عرض شمالی و ۲۴' و ۴۸° طول شرقی در فاصله ۱۱ کیلومتری شمال شرقی شهرستان دزفول در سال ۱۳۷۰ احداث شد. حداکثر ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه ۱۷۶ متر و حداقل آن ۱۴۲ متر است و از نظر فیزیوگرافی با شیب صفر تا ۲% تقریباً مسطح می‌باشد. این پارک جنگلی دارای خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق همراه با سنگریزه با بافت متوسط تا سنگین است. با توجه به اطلاعات ایستگاه هواشناسی سد دز متوسط درجه حرارت سالانه در این منطقه ۲۴/۴ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی سالانه ۴۷۲/۸ میلی‌متر برآورد شد. گونه درختی غالب در این پارک جنگلی گونه اکالیپتوس غیر بومی بوده که در برخی قطعات با گونه‌هایی نظیر کُنار، کهور، بهیمه و زیتون با فاصله کاشت ۵×۵ متر آمیخته شده است [12].



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور ایران و استان خوزستان.

Figure 1- The location of the studied area in the Iran and Khuzestan province.

برای انجام این پژوهش پس از جنگل‌گردشی در محدوده پارک جنگلی لاله در شهرستان دزفول، توده‌های خالص اکالیپتوس به مساحت ۱۰ هکتار و آمیخته اکالیپتوس با گونه کُنار (*Ziziphus spina-christi* (L.) Desf.) به مساحت ۱۶ هکتار با کلاسه سنی درختان ۳۰-۲۵ سال مشخص شدند. فاصله کاشت در هر دو توده یکسان و ۵×۵ متر بود. این مطالعه در فروردین ماه سال ۱۴۰۱ شروع و نمونه برداری در یک بازه ۲ ماهه انجام شد. در این مطالعه داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار شامل جنگل‌کاری خالص اکالیپتوس و جنگل‌کاری آمیخته (اکالیپتوس- کُنار) در سه تکرار برداشت شدند. در هر تیمار با یک شروع تصادفی دو ترانسکت عمود بر هم به طول ۱۵۰ متر پیاده و روی هر ترانسکت با فواصل ۵۰ متری قطعات نمونه مربع شکل به ابعاد ۴۰۰ متر مربع (۲۰×۲۰ متر) با هدف برداشت مشخصه‌های کمی و کیفی درختان در توده جنگل‌کاری پیاده شد.

جهت تعیین مساحت رولوه‌ها از روش حداقل استفاده شد. در این روش که به روش برداشت آشیانه‌ای یا حلزونی نیز معروف است، ابتدا سطح کوچکی با توجه به منطقه مورد مطالعه مثلاً نیم متر در نیم متر انتخاب شده و همه گونه‌های موجود در آن لیست می‌گردند، سپس مساحت دو برابر شده و تعداد گونه‌های اضافه شده به لیست افزوده می‌گردد. دو برابر شدن سطح رولوه تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که با افزایش سطح تعداد گونه‌های اضافه شده به فهرست گونه‌ها خیلی کم و ناچیز باشد [13].

در مجموع، هفت قطعه نمونه و با احتساب تکرارهای هر تیمار ۲۱ قطعه نمونه در هر تیمار برداشت شد. در این پژوهش خصوصیات کمی درختان اکالیپتوس به‌عنوان گونه هدف شامل قطر برابر سینه (سانتی‌متر)، قطر یقه (سانتی‌متر)، ارتفاع کل (متر)، سطح تاج پوشش (متر مربع)، ضریب پایداری، ضریب کاهش قطری، حجم تنه (متر مکعب)، وزن خشک برگ (گرم)، شاخص سطح برگ (سانتی‌متر مربع برگم)، پهنای دایره سالیانه (میلی‌متر) و دانسیته چوب (گرم بر سانتی‌متر مکعب) برآورد و مطالعه شد. قطر برابر سینه و قطر یقه با نوار قطرسنج، ارتفاع کل درختان اکالیپتوس با استفاده از دستگاه سونتو (مدل سونتو ۵/۳۶۰ pc)، مساحت تاج پوشش با اندازه‌گیری دو قطر عمود بر هم و سپس محاسبه سطح و ضریب پایداری با تقسیم ارتفاع به قطر، محاسبه شدند. برای محاسبه ضریب کاهش قطری از فرمول زیر استفاده شد:

$$df = \frac{d_{1.3} - d_m}{\frac{h}{2} - 1.30} \quad (1)$$

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

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 h \times f. \quad (2)$$

برای تعیین مشخصه‌های وزن خشک و شاخص سطح برگ، از هر قطعه نمونه دو درخت اکالیپتوس به صورت تصادفی انتخاب و از قسمت پایین تاج هر درخت ۴ برگ (در هر جهت جغرافیایی یک برگ) و در مجموع ۳۳۶ برگ جدا شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه گیاه و خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، تمام برگ‌ها در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال حساس (مدل jms 220)، تا دقت یک هزارم گرم توزین شدند. شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه Delta Tarea Meter اندازه‌گیری شد سپس سطح ویژه برگ (SLA) برحسب سانتی متر مربع بر گرم از تقسیم سطح برگ‌ها به وزن خشک آن‌ها محاسبه گردید [14].

برای محاسبه پهنای دواپر سالیانه سه دیسک از ارتفاع برابر سینه درختان شکسته یا باد افتاده در پارک جنگلی انتخاب و پهنای دواپر سالیانه در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست با استفاده از بینوکولار شمارش و اندازه‌گیری شد. دانسیته چوب درختان از تقسیم وزن به حجم نمونه‌ها محاسبه گردید. خصوصیات کیفی شامل تقارن تاج، شاقولی و انحنا در تنه اصلی نیز با کد دهی در فرم‌های نمونه برداری تعیین شد. به منظور مطالعه خاک از هر قطعه نمونه اصلی سه نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر برداشت شد. سپس یک نمونه ترکیبی 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 گردید. اندازه‌گیری خصوصیات ذکر شده در آزمایشگاه خاکشناسی به روش‌های استاندارد انجام شد. پس خشک کردن و عبور دادن نمونه‌ها از الک ۲ میلی متری، 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 [15]، فسفر خاک با روش اولسن [16]، پتاسیم قابل جذب با عصاره‌گیری به وسیله آمونیم استات یک نرمال، کربنات کلسیم یا آهک با کاربرد روش خنثی کردن با اسید کلریدریک، میزان کربن آلی با روش والکی بلاک [17]، تعیین بافت خاک با تعیین درصد رس، شن و سیلت به روش هیدرومتری انجام گرفت. وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه و با خشک کردن در آون (در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) در مدت ۲۴ ساعت و رطوبت خاک به روش خشک کردن در آون محاسبه شد [18]. قبل از انجام هر گونه تجزیه و تحلیل، تست نرمال بودن و همگنی داده‌ها به وسیله آزمون کلموگروف-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. برای مقایسه دو توده خالص و آمیخته از نظر خصوصیات کیفی نظیر تقارن و عدم تقارن، شاقولی بودن و عدم شاقولی بودن، سیلندریک بودن و داشتن انحنا از آزمون نشانه (Sign Test) استفاده شد. آنالیز مولفه‌های 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 از نظر خصوصیات محیطی بررسی گردید. تجزیه و تحلیل چند متغیره با استفاده از نرم‌افزار PC-ORD و مقایسه خصوصیات کمی درختان و خاک توده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

### ۳- نتایج

#### ۳-۱- خصوصیات کمی اکالیپتوس در توده‌های خالص و آمیخته

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین قطر برابر سینه، قطر یقه، ارتفاع کل درخت، حجم و پهنای دواپر سالیانه اکالیپتوس به طور معنی داری در توده خالص بیشتر از آمیخته بود (جدول ۱). میانگین پهنای دواپر سالیانه در توده اکالیپتوس خالص بیشتر از اکالیپتوس آمیخته با کُنار بود (شکل ۲). روند تغییرات دانسیته چوب نسبت به تغییرات شعاعی دانسیته چوب نیز در دو توده مورد مطالعه کاملاً به یکدیگر مشابه و در محدوده ۰/۹۹ گرم بر سانتی متر مکعب تا یک گرم بر سانتی متر مکعب در نوسان بود (شکل ۳).

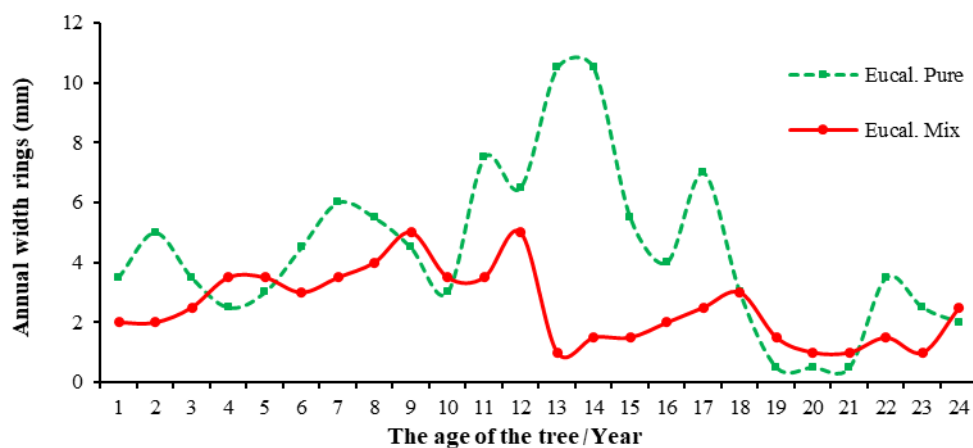
جدول ۱- خصوصیات کمی اکالیپتوس در توده‌های جنگلی خالص و آمیخته.

Table 1- Quantitative properties of *Eucalyptus* in pure and mixed forests.

Variables	Pure Forest Stand	Mixed Forest Stand	t	Significance Level
	Mean±Std	Mean±Std		
Diameter at breast height (cm)	39±4.34	31±5.24	4.54	** 0.000
Diameter at basal cover (cm)	41.7±5.62	31.04±7.11	5.32	** 0.000
Height (m)	11.6±1.21	9.22±0.89	5.76	** 0.000
Canopy cover (%)	8.51±1.39	8.17±3.38	0.425	ns 0.671
Slenderness coefficient	38.31±0.24	40.44±0.02	0.281	ns 0.763
Diagonal reduction factor	1.21±0.27	1.16±0.34	0.426	ns 0.682
Volume (m <sup>3</sup> )	0.39±0.02	0.19±0.02	۶/۰۱	** 0.002
Leaf dry weigh (rg)	0.47±0.3	0.41±0.06	1.26	ns 0.223
Leaf surface (cm <sup>2</sup> )	22.71±10.01	22.4±3.21	0.151	ns 0.867
Annual width rings (mm)	4.39±0.29	2.57±0.34	0.549	** 0.003
Density (gr/cm <sup>3</sup> )	0.99±0.003	0.99±0.006	0.665	ns 0.16

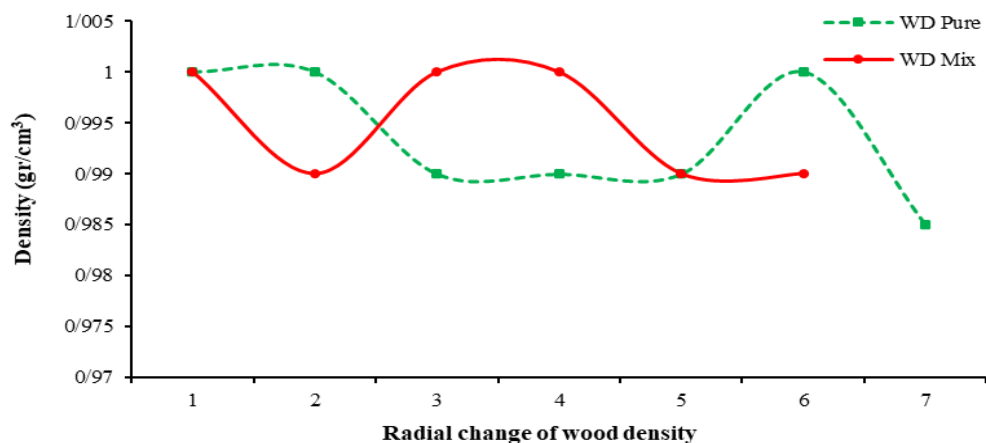
\*\* معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۱، \* معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۵، ns عدم معنی‌داری

\*\* The significance level at 0.01, \* The significance level at 0.05, ns: Non significance



شکل ۲- تغییرات پهنای دایره سالیانه در طی سال‌های مختلف.

Figure 2- Changes in the width of annual circles during different years.



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

Figure 3- The relationship between changes in wood density relative to radial changes in wood density.

### ۳-۲- خصوصیات کیفی اکالیپتوس در توده‌های خالص و آمیخته

نتایج حاصل از بررسی تقارن تاج بین دو توده خالص و آمیخته اکالیپتوس نشان داد که از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بررسی فراوانی مشاهدات در هر گروه نشان داد که تعداد مشاهداتی که در آن فراوانی توده آمیخته کمتر از توده خالص است، ۲۸ مورد و تعداد مشاهداتی که فراوانی توده آمیخته از خالص بیشتر است، ۸ مورد و در ۶ مورد هم تعداد فراوانی بین دو توده با هم برابر می‌باشد. در این رابطه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فراوانی بیشتر توده خالص نسبت به توده آمیخته و معنی‌داری این تفاوت در سطح خطای کوچکتر از ۰/۰۱ دلالت بر این دارد که تقارن تاج توده خالص بیشتر از توده آمیخته است. نتایج بررسی شاقولی بودن نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ 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 مورد و تعداد مشاهداتی که فراوانی توده آمیخته از خالص بیشتر است، ۱۴ مورد و در ۷ مورد هم تعداد فراوانی بین دو توده با هم برابر بود. لذا، شاقولی بودن توده خالص بیشتر از توده آمیخته است. نتایج بررسی انحنای تنه بر اساس آزمون نشانه هم مشخص کرد اختلاف معنی‌داری بین دو توده خالص و آمیخته از این جهت وجود ندارد.

### ۳-۳- مقایسه خصوصیات خاک توده‌های خالص و آمیخته اکالیپتوس

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که مقادیر پتاسیم، فسفر، نیتروژن کل، کربن آلی، رطوبت اشباع در توده خالص اکالیپتوس بیشتر از توده آمیخته است (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه خصوصیات خاک دو توده خالص و آمیخته اکالیپتوس.

Table 2- Comparison of soil properties of two pure and mixed Eucalyptus stands.

Variables	Pure Forest Stand	Mixed Forest Stand	t	Significance Level
	Mean±Std	Mean±Std		
pH	7.22±0.06	7.26±0.06	-2.05	ns 0.46
Ec (ds/m)	0.89±0.19	0.73±0.3	1.94	ns 0.58
K (ppm)	795.01±39.37	746.3±67.23	4.16	** 0.01
P (ppm)	9.87±0.06	10.05±0.13	5.41	* 0.02
N (%)	0.48±0.1	0.29±0.08	6.7	* 0.03
OC (%)	4.86±1.01	2.92±0.84	6.7	** 0.001
Bulk density (gr/cm <sup>3</sup> )	1.42±0.98	1.44±0.11	۰/۵۱-	ns 0.61
Saturation percentage (%)	42.68±5.4	31.02±3.28	8.44	** 0.000
Sand (%)	52.16±1.52	53.88±1.85	-3.29	ns 0.573
Silt (%)	22.1±3.4	20.95±3.99	1	ns 0.31
Clay (%)	25.73±3.2	22.15±2.66	0.63	ns 0.53

\*\* معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۱، \* معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۵، ns عدم معنی‌داری

\*\* The significance level at 0.01, \* The significance level at 0.05, ns: Non significance

### ۳-۴- تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)

در این پژوهش از محور اول و دوم PCA که بیشترین مقدار ویژه را داشتند (به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۶۴) استفاده شد. بر اساس تحلیل مولفه‌های اصلی دو گروه در طول محورهای اول و دوم تفکیک شده‌اند 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 قرار گرفته و با این محور بیشترین همبستگی را دارد (جدول ۳). گروه دوم که اکثر قطعات نمونه آن مربوط به توده خالص است در جهت منفی محور اول بیشترین همبستگی را نشان دادند (جدول ۳). 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).

جدول ۳- همبستگی متغیرهای رویشی اکالیپتوس با محور اول و دوم تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA).

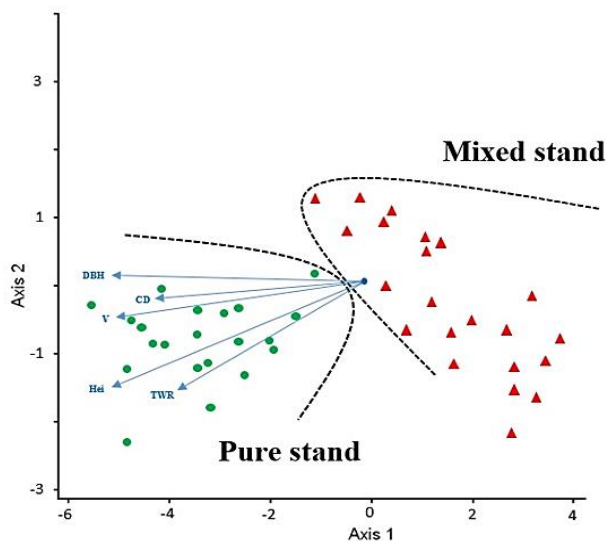
Table 3- Correlation of Eucalyptus vegetative variables with the first and second axes of principal component analysis (PCA).

Variables	Correlation with First Axis	Correlation with Second Axis
Diameter at breast height (cm)	-0.91 **	0.37 ns
Diameter at basal cover (cm)	-0.93 **	0.25 ns
Height (m)	-0.81 **	-0.31 ns
Volume (m <sup>3</sup> )	-0.97 **	0.14 ns
Annual width rings (mm)	-0.76 **	-0.51 *
Density (gr/cm <sup>3</sup> )	0.2 ns	-0.3 ns
Leaf surface (cm <sup>2</sup> )	0.11 ns	-0.21 ns
Slenderness coefficient	-0.3 ns	0.18 ns
Diagonal reduction factor	0.16 ns	0.19 ns
Leaf dry weight (gr)	0.33 ns	-0.22 ns
Canopy cover (%)	-0.27 ns	0.24 ns

\*\* معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، \* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ns عدم معنی‌داری

\*\* The significance level at 0.01, \* The significance level at 0.05, ns: Non significance

با توجه به یافته‌های پژوهش، ارتفاع و پهنای دواير سالیانه درخت با محور اول و دوم همبستگی منفی دارند و قطر برابر سینه، حجم و قطر یقه درخت با محور اول همبستگی منفی و با محور دوم همبستگی مثبت دارند (جدول ۳).



شکل ۴- نمودار تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی؛ ○: قطعات نمونه توده خالص اکالیپتوس، △: قطعات نمونه توده آمیخته اکالیپتوس، TWR: پهنای دواير سالیانه، Hei: ارتفاع درخت، V: حجم تنه، CD: قطر یقه و DBH: قطر برابر سینه.

Figure 4- Diagram of principal component analysis; ○: pure stand plot, △: mixed stand plot TWR: annual circle width, Hei: tree height, V: trunk volume, CD: Crown Rot diameter and DBH: breast diameter.

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، دو توده جنگل کاری خالص با گونه اکالیپتوس و آمیخته اکالیپتوس و گنار به منظور بررسی میزان رویش، تولید و نیز ویژگی‌های خاک در پارک جنگلی لاله دز فول که با هدف ایجاد فضای تفریحی در سال ۱۳۷۰ احداث شده بود، مورد مطالعه قرار گرفتند. علاوه بر این، تاثیر ترکیب درختی بر میزان رویش قطری دواير سالیانه نیز مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات گذشته نشان دادند که تغییر در فاکتورهای رویشی، تولید توده و خصوصیات چوب می‌تواند متاثر از مدیریت جنگل کاری و رقابت بین گونه‌ای باشد [19]، [20]. میانگین قطر در توده خالص و آمیخته به ترتیب ۳۹ و ۳۱ سانتی‌متر محاسبه شد. با مقایسه میانگین قطر و رویش در دو توده مورد مطالعه می‌توان بیان کرد که میزان رویش در توده خالص به دلیل نبود رقابت بین گونه‌ای نسبت به توده آمیخته اکالیپتوس بیشتر بود، اما در توده آمیخته با توجه به ترکیب گونه‌ای، رقابت بین گونه‌ای افزایش یافته که



می‌تواند موجب کاهش رویش قطری در درختان شود که Pour Majidian (۱۹۹۱) در مطالعه خود این موضوع را تایید می‌کند. در این مطالعه میانگین ارتفاع درختان برای دو توده خالص و آمیخته به ترتیب ۱۱/۶ و ۹/۲۲ متر محاسبه گردید که از این نظر اختلاف معنی‌داری بین دو توده وجود دارد. با توجه به اینکه گونه اکالیپتوس گونه‌ای نورپسند است، 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 دایره سالیانه) به‌طور واضح نشان‌دهنده رشد بیشتر درختان اکالیپتوس در توده خالص در مقایسه با توده آمیخته بود. در توده‌های آمیخته، زمان مورد نیاز برای رسیدن تاج درختان به یکدیگر کوتاه‌تر از توده‌های خالص است که می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر رویش قطری درختان و الگوی تغییرات خصوصیات رویشی داشته باشد [19]، [21]، زیرا تاج درختان در توده‌های آمیخته بیشتر در جهت عرضی گسترده شده و زود رسیدن تاج‌ها به یکدیگر، رقابت درون گروهی را افزایش می‌دهد [22]. نتایج بررسی دانسیته چوب نشان داد که ترکیب توده (خالص و آمیخته بودن) اثر معنی‌داری بر دانسیته چوب در جهت شعاعی (از مغز به پوست) نداشته است، هر چند 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 که نتایج مطالعه ریموند و منوری [23] و دبل و همکاران [24] این یافته را تایید می‌کنند. از نظر شادابی و تقارن تاج و همچنین کیفیت و سلامت تنه درختان، توده خالص نسبت به توده آمیخته از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار بود. می‌توان بیان کرد که آمیختگی در توده باعث کاهش خصوصیات کیفی می‌شود. نتایج به دست آمده از این نظر با مطالعه حسینی و همکاران [25] و Mahdavi Rad (۲۰۰۸) همخوانی دارد.

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 تاثیر سن توده متفاوت باشد [26]. مراقبی و همکاران [27] در مطالعه‌ای به "بررسی اثرات کاشت اکالیپتوس و آللوپاتی این گونه بر پوشش گیاهی زیر آشکوب و برخی از خواص خاک در مقایسه با مناطق جنگلی مجاور در آستارا" پرداختند و نشان دادند که بین دو منطقه مورد مطالعه ۴۶٪ اختلاف در پوشش گیاهی وجود دارد که نمایانگر تاثیر کاشت اکالیپتوس و نقش آن بر تغییر پوشش گیاهی می‌باشد. هم‌چنین در جنگل کاری اکالیپتوس مقدار سدیم، پتاسیم، هدایت الکتریکی و مواد آلی خاک در مقایسه با جنگل طبیعی مجاور کاهش یافت. نتایج این مطالعه نشان داد که مشخصه‌های خاک نظیر اسیدیته، شوری، وزن مخصوص ظاهری و بافت در دو توده تفاوت معنی‌داری نداشتند که با نتایج مطالعه سانچز و همکاران [28] با موضوع نقش توده‌های جنگلی در بهبود کیفیت خاک در جنگل‌های مرطوب استوایی همخوانی دارد. عدم تفاوت معنی‌دار بین خصوصیات ذکر شده را می‌توان این گونه توجیه نمود که تفاوت در میزان عناصر غذایی و ویژگی‌های خاک به گذشت زمان نیاز دارد [29]، [30]. تغییرات در میزان عناصر خاک می‌تواند ناشی از عوامل متعددی از جمله فعالیت میکرو ارگانیسم‌های خاک، درختان و میزان تاج پوشش آن‌ها باشد. در مطالعه حاضر، در توده آمیخته به علت وجود گونه درختی کُنار در زیر آشکوب، پوشش بیشتری بر روی سطح زمین ایجاد شده، در حالی که تاج پوشش اکالیپتوس به تنهایی در توده آمیخته کمتر از توده خالص است. با توجه به این نکته که افزایش مقدار پتاسیم در خاک توده خالص شاید به مقدار کمتر تاج پوشش کلی آن و در نتیجه سبب هوادیدگی بیشتر کانی‌های اولیه در افق‌های بالایی و سطحی خاک باشد [31]. هم‌چنین، از نظر میزان فسفر در توده خالص و آمیخته اختلاف معنی‌داری مشاهده شد به طوری که میزان آن در توده خالص بیشتر از توده آمیخته بود. در خاک‌های جنگلی قسمت عمده فسفر قابل جذب در افق‌های سطحی است [26]. مونتگینی و پراس [29] در بررسی جنگل کاری‌های خالص و آمیخته بیان داشتند که در جنگل آمیخته خاک دیرتر مواد غذایی را از دست می‌دهد و وضعیت فسفر بهبود می‌یابد. کاولر و تابلر [32] افزایش فسفر قابل جذب در خاک سطحی در زیر جنگل کاری‌ها را گزارش کردند. فسفر یک عنصر وابسته به اسیدیته خاک است و در هر شرایطی به شکل ترکیبی متفاوت حضور دارد. میزان کربن آلی در توده خالص بیشتر از توده آمیخته بود. این یافته می‌تواند به نقش پوششی (حفاظتی) بیشتر توده خالص در جلوگیری از هدر رفتن کربن مرتبط باشد [33]. مقدار ازت خاک در توده خالص نسبت به آمیخته بیشتر بود. با توجه به رابطه مستقیم کربن آلی خاک و میزان ازت و نیز بالا بودن کربن آلی در توده خالص به‌عنوان منبع غذایی نظیر ازت این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد [34]. در نهایت می‌توان ادعان داشت که بسیاری از ویژگی‌های درختان متأثر از ترکیب توده‌ها می‌تواند تغییر نماید. هر چند که این تغییرات در سنین بالاتر و در دهه سوم رویش قابل ملاحظه‌تر است؛ بنابراین، نتایج این مطالعه می‌تواند در مدیریت جنگل کاری‌ها و توصیه آن برای کاشت گونه‌های درختی تند رشد همانند اکالیپتوس در سطح وسیع و اقتصادی به طوری که کمترین عواقب و آسیب زیست محیطی را به همراه داشته باشند، مورد استفاده قرار گیرد.

## اعلام تعارض منافع

نتایج این مطالعه با منافع نویسندگان در تعارض نمی‌باشد.

## سپاسگزاری

از کارشناسان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان جهت همکاری در انجام این مطالعه سپاسگزاری می‌گردد.

## منابع

- [1] Piotto, D., Viquez, E., Montagnini, F., & Kanninen, M. (2004). Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: a comparison of growth and productivity. *Forest ecology and management*, 190(2-3), 359-372.
- [2] Kooch, Y., Hosseini, S. M., Jalilvand, H., & Fallah, A. (2010). Biodiversity of environmental units in relation to soil properties in beech forest ecosystem. *Journal of environment sciences*, 8(1), 135-150.
- [3] Eshraghi Rad, J., Ghaffarnejad, P., Shafiee, A. B., & others. (2015). Quantitative evaluation of Pinus nigra plantation and its effect on plant diversity and soil chemical properties of rangeland ecosystems (Case study: Urmia airport plantation). *Iranian journal of forest*, 6(4), 471-482. (In Persian). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20153411165>
- [4] Soheili Esfahani, S., & Fallah, A. (2014). The study of qualitative, quantitative characteristics of traditional poplar (Populus alba and Populus nigra) plantations in western Esfahan province. *Forest and wood products*, 67(2), 233-244. (In Persian). [https://jfwf.ut.ac.ir/article\\_51543.html?lang=en](https://jfwf.ut.ac.ir/article_51543.html?lang=en)
- [5] Alem, S., Pavlis, J., Urban, J., Kucera, J., & others. (2015). Pure and mixed plantations of Eucalyptus camaldulensis and Cupressus lusitanica: their growth interactions and effect on diversity and density of undergrowth woody plants in relation to light. *Open journal of forestry*, 5(04), 375. DOI:10.4236/ojf.2015.54032
- [6] Hooshmand, A., Moshki, A., Mollashahi, M., Amiri, M., & Kianian, M. K. (2019). Soil and silvicultural characteristics in plantations of Prunus avium L. and Acer velutinum Boiss. in the west forest of Mazandaran. *Journal of wood and forest science and technology*, 26(1), 37-48. (In Persian). [https://jwfst.gau.ac.ir/article\\_4673.html?lang=en](https://jwfst.gau.ac.ir/article_4673.html?lang=en)
- [7] Yari, N., Heydari, M., Mirzaei, J., & RezaNaji, H. (2019). Comparison of tree growth and soil properties in pure and mixed Eucalypt (Eucalyptus camaldulensis) plantation by Seymareh River. *Journal of wetland ecobiology*, 11(40), 15-26.
- [8] Karami, A., Jafarzadeh, A., Kalbi, S., & Jellilund, H. (2008). A study of eucalyptus cultivation and its role in preventing deforestation. *The second conference on natural resources and the environment*, Fars, Iran. (In Persian). Civilica. <https://civilica.com/doc/124740/>
- [9] Hejazi, A., & Sadat, F. (2014). Study of above ground biomass of eucalyptus camadulensis in Garbayegan Fasa, the province of Fars, Iran. *Journal of wood and forest science and technology*, 21(1), 121-136. (In Persian). [https://jwfst.gau.ac.ir/article\\_1890.html?lang=en](https://jwfst.gau.ac.ir/article_1890.html?lang=en)
- [10] Mohr, D., Simon, M., & Topp, W. (2005). Stand composition affects soil quality in oak stands on reclaimed and natural sites. *Geoderma*, 129(1-2), 45-53.
- [11] Rouhi, M. E. A., Hosseini, S. M., Ebrahimi, E. A., Rahmani, A., & Tabari, M. (2008). The effect of mixing rates on qualitative and quantitative characteristics of oak-zelkova plantation. *Pajouhesh and sazanegi journal*, 20(1), 155-168. (In Persian). <https://www.sid.ir/paper/19879/en>
- [12] Natural Resources and Watershed Management of Dezful. (2017). *Management and productivity plan of Laleh Dezful Forest Park*. (In Persian). <https://www.irna.ir/news/85409623/>
- [13] Pringle, L. (1979). *Natural fire, Ecology in forest*. William Morrow & Co.
- [14] Arias, D., Calvo-Alvarado, J., & Dohrenbusch, A. (2007). Calibration of LAI-2000 to estimate leaf area index (LAI) and assessment of its relationship with stand productivity in six native and introduced tree species in Costa Rica. *Forest ecology and management*, 247(1-3), 185-193.
- [15] Westerman, R. E. (1990). *Soil testing and plant analysis*. Soil Science Society of America.
- [16] Olsen, S. R., & Sommers, L. E. (1982). Phosphorus. Methods of soil analysis, Part 2. *Chemical and microbiological properties, agronomy monograph*, 9, 421-422.
- [17] Walkley, A., & 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 science*, 37(1), 29-38.
- [18] Duffera, M., White, J. G., & Weisz, R. (2007). Spatial variability of Southeastern US Coastal Plain soil physical properties: Implications for site-specific management. *Geoderma*, 137(3-4), 327-339.
- [19] Naji, H. R., Nia, M. F., Kiaei, M., Abdul-Hamid, H., Soltani, M., & Faghihi, A. (2015). Effect of intensive planting density on tree growth, wood density and fiber properties of maple (Acer velutinum Boiss.). *IForest-biogeosciences and forestry*, 9(2), 325. <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1333-008>
- [20] Jiang, Z.-H., Wang, X. Q., Fei, B.-H., Ren, H. Q., & Liu, X. E. (2007). Effect of stand and tree attributes on growth and wood quality characteristics from a spacing trial with Populus xiaohai. *Annals of forest science*, 64(8), 807-814.

- [21] Piotta, D. (2008). A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations. *Forest ecology and management*, 255(3-4), 781-786.
- [22] Guariguata, M. R., Rheingans, R., & Montagnini, F. (1995). Early woody invasion under tree plantations in Costa Rica: implications for forest restoration. *Restoration ecology*, 3(4), 252-260.
- [23] Raymond, C. A., & Muneri, A. (2000). Effect of fertilizer on wood properties of Eucalyptus globulus. *Canadian journal of forest research*, 30(1), 136-144.
- [24] Debell, D. S., Keyes, C. R., & Gartner, B. L. (2001). Wood density of Eucalyptus saligna grown in Hawaiian plantations: effects of silvicultural practices and relation to growth rate. *Australian forestry*, 64(2), 106-110.
- [25] Hosseini, S. M., Jalali, S. G., Akbari Nia, M., & Behruz Ashkiki, R. (2002). Comparative study of monocotyledonous and mixed broadleaf and coniferous forestry in terms of quantitative and qualitative production of wood. *Research news in iranian universities and research centers*, 10(2). **(In Persian)**. <https://www.sid.ir/paper/442444/fa>
- [26] Zarin Kafsh, M. (2001). *Forest soil science: mutual effects of soil and plants in relation to environmental factors of forest ecosystems*. Research Institute of Forests and Rangelands Research Institute Press. **(In Persian)**. <https://www.gisoom.com/book/1289143>
- [27] Moraghebi, F., Korori, S., Khanjani-Shiraz, B., Teimoor, M., & Hemmati, A. (2005). Effects of eucalypt plantation on understory plant cover and some soil parameters in comparison to next natural forest in Astara of Iran. *Iranian journal of forest and poplar research*, 13(1), 110-193. **(In Persian)**. [https://ijfpr.areeo.ac.ir/article\\_108994\\_en.html?lang=fa](https://ijfpr.areeo.ac.ir/article_108994_en.html?lang=fa)
- [28] Sanchez, P. A. (1985). Tree crops as soil improvers in the humid tropics? *Attributes of tree as crop plants. inst.*, 327-358. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1573387449525765632>
- [29] Montagnini, F., & Porras, C. (1998). Evaluating the role of plantations as carbon sinks: an example of an integrative approach from the humid tropics. *Environmental management*, 22, 459-470.
- [30] Montagnini, F. (2000). Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. *Forest ecology and management*, 134(1-3), 257-270.
- [31] Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., & Rothe, A. (2002). Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of forest science*, 59(3), 233-253.
- [32] Cavelier, J., & Tobler, A. (1998). The effect of abandoned plantations of Pinus patula and Cupressus lusitanica on soils and regeneration of a tropical montane rain forest in Colombia. *Biodiversity & conservation*, 7, 335-347.
- [33] Varamesh, S., Hosseini, S. M., & Abdi, N. (2011). Estimating potential of urban forests for atmospheric carbon sequestration. *Journal of environmental studies*, 37(57), 1-8. **(In Persian)**. [https://journals.ut.ac.ir/article\\_22554.html?lang=en](https://journals.ut.ac.ir/article_22554.html?lang=en)
- [34] Nobakht, A., Pourmajidian, M., & Hojjati, S. M. (2011). A comparison of soil carbon sequestration in hardwood and softwood monocultures (Case study: Dehmian forest management plan, Mazindaran). *Iranian journal of forest*, 3(1), 13-23. **(In Persian)**. <https://www.sid.ir/paper/123027/en>