

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای شناسایی اراضی مناسب

# برای زراعت چوب اکالیپتوس در جنوب ایران

نگارندگان:

سعیده اسکندری

محسن کلاگری

محمد جمشیدی

شماره مصوب	عنوان طرح منتج به این نشریه فنی
۲-۰۹-۰۹-۰۱۰-۹۸۰۲۱۳	تعیین اراضی مستعد زراعت چوب با استفاده از اکالیپتوس در استان خوزستان



**عنوان نشریه:** راهنمای شناسایی اراضی مناسب برای زراعت چوب اکالیپتوس در جنوب ایران  
**نگارش:**

سعیده اسکندری - استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.  
محسن کلاگری - دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.  
محمد جمشیدی - استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

**نشانی نویسنده:** مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

**مدیر داخلی:** فاطمه عباسپور

**ویرایش علمی:** فاطمه احمدلو، ابوالفضل جعفری

**ویرایش فنی:** اصغر احمدی

**تهیه شده در:** مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور/ اداره ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی  
**نشانی:** بزرگراه تهران-کرج، خروجی پیکانشهر، شهرک سرو آزاد، خیابان شهید گودرزی، بلوار باغ گیاه‌شناسی ملی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. صندوق پستی: ۱۱۶-۱۳۱۸۵.

**تلفن:** ۵-۴۴۷۸۷۲۸۲-۰۲۱ **وبسایت:** www.rifr-ac.ir

**شمارگان:** الکترونیکی

**نوبت و سال انتشار:** اول - ۱۴۰۰

این نشریه به شماره ۵۹۷۱۵ در تاریخ ۱۴۰۰/۰۳/۲۳ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی

کشاورزی به ثبت رسیده است



## مخاطبان

تولیدکنندگان چوب، بهره‌برداران زراعت چوب و کارشناسان بخش اجرا در زراعت چوب

## شما با مطالعه این نشریه با موارد زیر آشنا می‌شوید

- نیازهای اکولوژیک اکالیپتوس کامالدولنسیس
- شاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس
- نحوه تهیه نقشه شاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس
- اهمیت و ارزش‌گذاری شاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس
- تهیه نقشه اراضی مستعد برای زراعت چوب اکالیپتوس

## فهرست مندرجات

۱	خلاصه
۲	مقدمه
۴	معرفی جنس اکالیپتوس و اهمیت آن در زراعت چوب
۵	بررسی نیازهای اکولوژیکی و محیطی اکالیپتوس
۷	شاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس و تهیه نقشه‌های آنها
۱۳	اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و ارزش‌گذاری آنها
۱۸	ترکیب نقشه‌های زیرشاخص‌ها و تهیه نقشه اراضی مستعد زراعت چوب با اکالیپتوس
۲۰	نتیجه‌گیری
۲۵	منابع مورد استفاده



## خلاصه

با توجه به توقف بهره‌برداری از جنگل‌های صنعتی شمال ایران، توسعه زراعت چوب برای تأمین نیاز چوبی کشور ضروریست. اکالیپتوس گونه‌ای تندرشد و صنعتی است که در شرایط محیطی و اکولوژیکی جنوب ایران، سازگاری مناسبی داشته است. نشریه فنی پیش‌رو، دستورالعملی برای شناسایی اراضی مناسب برای زراعت چوب با اکالیپتوس در جنوب کشور و به‌طور ویژه در استان خوزستان ارائه می‌دهد. برای این منظور، ابتدا لازم است نیازهای اکولوژیکی اکالیپتوس کامالدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*) و بعد شاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس شناسایی و دسته‌بندی شوند. شاخص‌های مؤثر شامل چهار شاخص اصلی منابع آبی در دسترس، خاک‌شناسی، اقلیمی و پوشش زمین و ۲۲ زیرشاخص مربوط به آنها هستند. نقشه همه این شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها براساس اطلاعات موجود، نمونه‌برداری زمینی و تصاویر ماهواره‌ای در سیستم اطلاعات مکانی تهیه می‌شوند. سپس لازم است وزن یا اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس با یک روش مناسب تحلیل چندمعیاره تعیین شود (وزن برون‌لایه‌ای). همچنین، ضروری است طبقات مختلف نقشه‌های هریک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر، بر اساس قابلیت که در زراعت چوب اکالیپتوس دارند، ارزش‌گذاری شوند (وزن درون‌لایه‌ای). در نهایت با ترکیب وزنی نقشه‌های زیرشاخص‌های مؤثر، نقشه قابلیت اراضی مناسب برای زراعت چوب اکالیپتوس در سیستم اطلاعات مکانی تهیه می‌شود. این نقشه نشان‌دهنده مناطق با قابلیت بسیار مناسب و مناسب برای زراعت چوب اکالیپتوس در استان خوزستان است که در واقع از نظر ۲۲ شاخص مورد بررسی در بهترین وضعیت برای زراعت چوب اکالیپتوس قرار دارند. همچنین، این نقشه شامل اراضی با قابلیت متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب برای زراعت چوب با اکالیپتوس است. در شرایط الزام دستگاه‌های اجرایی برای تأمین نیاز چوبی کشور، این نقشه ابزار مکان‌پایه بسیار ارزشمندی برای معرفی اراضی مناسب برای زراعت چوب با اکالیپتوس در استان خوزستان است که برای کارشناسان بخش اجرا، بهره‌برداران و تولیدکنندگان چوب بسیار سودمند خواهد بود.

**واژه‌های کلیدی:** اکالیپتوس، قابلیت‌سنجی، خوزستان، زراعت چوب.

کشور ایران از جمله کشورهای کم‌جنگل جهان محسوب می‌شود که همواره با چالش‌های محیط‌زیستی ناشی از تخریب جنگل‌ها و مشکلات اقتصادی تأمین چوب روبه‌رو است (مدیررحمتی، ۱۳۹۵). براساس آثار و شواهد تاریخی، در گذشته، سطح بسیاری از کشور (۱۸ میلیون هکتار) پوشیده از جنگل بوده است، اما به‌علت نبود مدیریت صحیح، به‌حدود ۱۲ میلیون هکتار کاهش یافته است که با احتساب جنگل‌های دست‌کاشت، هم‌اکنون ۱۴/۳ میلیون هکتار جنگل طبیعی و دست‌کاشت در کشور وجود دارد (سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۹۸). به‌طوری‌که طی سال‌های اخیر، جنگل‌های صنعتی شمال کشور، در اثر بهره‌برداری بی‌رویه و تغییر کاربری جنگل تخریب زیادی شده‌اند و از سطح آنها کاسته شده است (میرآخورلو و اخوان، ۱۳۹۶). نظر به تخریب گسترده جنگل‌های هیرکانی طی سال‌های اخیر، طرح استراحت جنگل در سال ۱۳۹۶ تصویب شد و از ابتدای سال ۱۳۹۷ اجرا گردید و از آن زمان، بهره‌برداری از جنگل‌های صنعتی شمال کشور متوقف شده است (رحمانی، ۱۳۹۷).

پس از توقف بهره‌برداری از جنگل‌های صنعتی شمال ایران، انجام کارهای اصولی و سریع برای توسعه زراعت چوب و تولید چوب متناسب با نیاز روزافزون جمعیت کشور، در اولویت برنامه‌های دولت قرار گرفته است. بنابراین طرح استراحت جنگل و رویکرد توقف بهره‌برداری از جنگل‌های تجاری شمال کشور از یکسو و هزینه‌های زیاد واردات چوب با توجه به نوسانهای امروزی بازار ارز از سوی دیگر، ضرورت و اهمیت زراعت چوب در ایران را دوچندان کرده است (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹). بر همین اساس، زراعت چوب و توسعه پایدار آن با توجه به کمبود منابع جنگلی، مخاطرات فراوان محیط‌زیستی و تغییر اقلیم پیش‌رو، از جمله راهبردهای اساسی تأمین چوب کشور محسوب می‌شود (محبی‌گرگری و همکاران، ۱۳۹۷). توسعه زراعت چوب با استفاده از درختان تندرشد و چوبده در کشورهایی که دارای پوشش جنگلی کم هستند، به‌عنوان یک جایگزین و راهکاری مطمئن برای تأمین نیاز چوبی آن کشور توصیه می‌شود (مدیررحمتی، ۱۳۹۵) تا بتوان در زمانی کوتاه، نیاز بسیاری از کارخانجات صنایع چوب را تأمین نمود.

با توجه به گستره وسیع ایران و مناطق اکولوژیکی و اقلیمی مختلف در آن و نیز سازگاری گونه‌های مختلف چوبه در هر منطقه اکولوژیکی، ضروری است زراعت چوب در هر منطقه اکولوژیکی و اقلیمی کشور، متناسب با گونه‌های چوبه مناسبی که بیشترین سازگاری را برای آن منطقه دارند، انجام شود (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹). در این میان، اکالیپتوس‌ها با توجه به سازگاری در مناطق گرمسیری و مقاومت نسبی به شوری و تا حدی خشکی محیط (سعادت و همکاران، ۱۳۸۳؛ عصاره و سردابی، ۱۳۸۶؛ عصاره، ۱۳۹۵؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۷) می‌توانند یکی از بهترین گزینه‌ها برای زراعت چوب در مناطق جنوبی کشور باشند. اکالیپتوس بیش از یکصد سال پیش به ایران وارد شد و در استان‌های جنوبی کشور در قالب طرح‌های جنگل‌کاری کاشته شد. در سه دهه اخیر، بررسی گونه‌های اکالیپتوس در استان‌های مختلف و همچنین جنگل‌کاری‌های پراکنده توسط دستگاه‌های اجرایی و تحقیقاتی انجام شده است. با این حال، تاکنون سطح زیرکشت اکالیپتوس در کشور تعیین نشده است و آمار دقیقی در این مورد وجود ندارد. برخی آمارهای پراکنده در ادارات کل منابع طبیعی استان‌ها موجود است، اما این اطلاعات به هیچ عنوان جامع و دقیق نیست. در برخی ادارات مانند اداره کل منابع طبیعی خوزستان، اطلاعاتی از مختصات جغرافیایی اکالیپتوس‌کاری‌های استان موجود است، اما سطح دقیق زیرکشت اکالیپتوس‌کاری تعیین نشده است. وجود این اطلاعات به صورت به‌روز و در قالب نقشه‌های دقیق، می‌تواند کمک شایانی به تولیدکنندگان چوب برای گسترش کاشت اکالیپتوس در مناطق اطراف اکالیپتوس‌کاری‌های موجود کند. از این‌رو، تهیه نقشه اکالیپتوس‌کاری در هر یک از استان‌های جنوب کشور نیز سودمند خواهد بود که در کنار نقشه اراضی مستعد کاشت اکالیپتوس، ابزار مکان‌پایه مناسبی است.

در این نشریه فنی، دستورالعمل شناسایی اراضی مستعد زراعت چوب اکالیپتوس در استان خوزستان ارائه می‌شود تا نتایج آن در اختیار کارشناسان بخش اجرا، بهره‌برداران و زارعان چوب قرار گیرد. نظر به اینکه طبق تحقیقات انجام‌شده قبلی در جنوب ایران (صالحه‌شوشتری، ۱۳۷۶؛ نجفی، ۱۳۸۰؛ حمزه‌پور، ۱۳۸۹؛ حسین‌زاده، ۱۳۹۴؛ کلاگری، ۱۳۹۵)، گونه *Eucalyptus camaldulensis* و ارقام مختلف آن از نظر سازگاری، مقاومت به خشکی و گرمای محیط بهترین

پاسخ را داده است و بیشترین زنده‌مانی، رشد قطری و ارتفاعی را در جنوب کشور نشان داده است، از این رو این گونه برای استفاده در مناطق مستعد زراعت چوب در استان خوزستان انتخاب شده است.

### معرفی جنس اکالیپتوس (*EUCALYPTUS*) و اهمیت آن در زراعت چوب

اکالیپتوس یکی از جنس‌های بسیار مهم خانواده Myrtaceae است که بیش از ۷۰۰ گونه دارد. اکالیپتوس‌ها درختانی با منشأ استرالیایی بوده و در واقع بیشتر گونه‌های جنس اکالیپتوس، بومی این قاره هستند (صادقی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Ahlawat و همکاران، ۲۰۱۹؛ Dessie و همکاران، ۲۰۱۹). برخی از گونه‌های این جنس، دارای ارزش صنعتی و برخی دیگر از نظر منظر و فضای سبز ارزشمند هستند (Mankessi و همکاران، ۲۰۱۰). این گونه به صورت گسترده در مناطق گرمسیری، نیمه‌گرمسیری و معتدل جهان کشت می‌شود (Ahlawat و همکاران، ۲۰۱۹). اکالیپتوس دامنه بردباری گسترده‌ای در شرایط محیطی مختلف دارد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۷). به همین دلیل بعضی از گونه‌های این جنس در مقایسه با گونه‌های گیاهی دیگر، مقاوم به گرما و شوری هستند (Teulieres و Marque، ۲۰۰۷).

نتایج مطالعاتی که در مورد زراعت چوب اکالیپتوس در جهان انجام شده است، نشان می‌دهد که درختان اکالیپتوس می‌توانند حجم زیادی از چوب‌های تونلی را برای ساخت‌وساز و فرآورده‌های چوبی برای چوب سوخت، ساختمان‌سازی و کاغذسازی در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت تولید کنند (Zerga و Woldetsadik، ۲۰۱۶). قابلیت تولید چوب زیاد اکالیپتوس، مهمترین مسئله تجاری در زراعت چوب اکالیپتوس است (Amazonas و همکاران، ۲۰۱۸). اکالیپتوس به‌طور عمده به‌عنوان منبع تولید چوب، کاغذسازی، چوب هیزمی، چوب سوخت و ذغال چوب، تیرهای تونلی، تخته‌خرده‌چوب و اسانس‌های روغنی کشت می‌شود (Dessie و همکاران، ۲۰۱۹).

بیش از یک قرن است که اکالیپتوس به ایران وارد شده است و در قالب جنگل‌کاری در جنوب کشور کاشته شده و سازگاری آن بررسی شده است. در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس از گونه‌های



مختلفی استفاده شده که گونه *E.camaldulensis* به علت داشتن سازگاری اکولوژیکی فراوان، تولید چوب زیاد، بهره‌برداری‌های کوتاه‌مدت و استفاده در صنایع مانند خمیر کاغذ، روکش‌گیری، مصارف دارویی، زینتی، تولید روغن‌های فرار و نجاری مورد توجه بسیاری قرار گرفته است (صالحه‌شوستری، ۱۳۹۰). در ایران نیز کشت گونه *E.camaldulensis* در مناطق جنوبی کشور به دلیل سازگاری با تنش‌های خشکی و شوری، بیشترین موفقیت را نسبت به گونه‌های دیگر اکالیپتوس نشان داده است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۷).

### بررسی نیازهای اکولوژیکی و محیطی اکالیپتوس

برای شناسایی اراضی مستعد زراعت چوب اکالیپتوس، شناسایی نیازهای اکولوژیکی، خاک‌شناسی و اقلیمی اکالیپتوس کامالدولنسیس (*E.camaldulensis*) به‌طور ویژه در جنوب ایران ضروریست. بدین‌منظور لازم است بررسی‌های گسترده‌ای در مورد سازگاری اکالیپتوس در مناطق جنوبی ایران با استفاده از نتایج تحقیقات قبلی انجام شود. سپس نیازهای اکولوژیکی، خاک‌شناسی و اقلیمی اکالیپتوس مطابق جدولی تنظیم شود (جدول ۱).

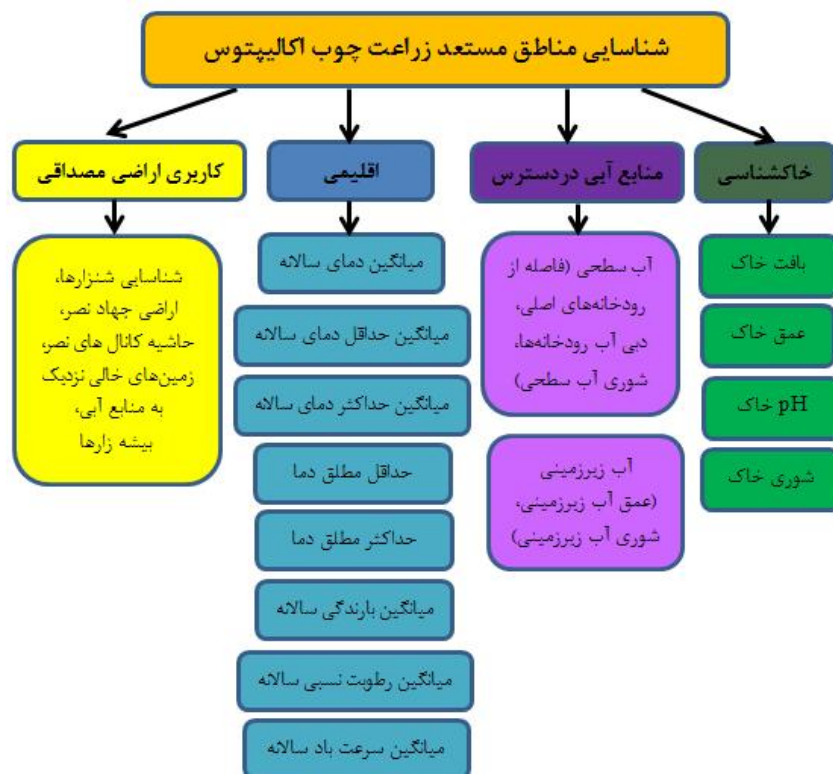
جدول ۱- نیازها و محدودیت‌های اکولوژیکی و محیطی اکالیپتوس کامالدولنسیس (*E.camaldulensis*) (تحت آبیاری یا آبیاری تکمیلی\*) در نواحی جنوبی ایران

شاخص‌های اصلی	شاخص‌های فرعی (واحد)	قابلیت بسیار خوب	قابلیت خوب	قابلیت متوسط و ضعیف	منابع
اقلیمی	میانگین دمای سالانه (°C)	بیشتر از ۲۶	۲۴-۲۶	کمتر از ۲۴	عصاره (۱۳۹۵)
	میانگین حداکثر دمای سالانه (°C)	بیشتر از ۳۲	۳۰-۳۲	کمتر از ۳۰	عصاره (۱۳۹۵)
	میانگین حداقل دمای سالانه (°C)	بیشتر از ۱۸	۱۶-۱۸	کمتر از ۱۶	عصاره (۱۳۹۵)
	حداکثر مطلق دما (°C)	کمتر از ۵۰	۵۰-۵۱	بیشتر از ۵۱	عصاره (۱۳۹۵)
	حداقل مطلق دما (°C)	بالای صفر	صفر تا ۴-	کمتر از ۴-	ساداتی و همکاران (۱۳۸۳)، سعادت و همکاران (۱۳۸۳)، عصاره (۱۳۹۵)
	میانگین بارندگی سالانه (mm)	بیشتر از ۴۵۰	۲۵۰-۴۵۰	کمتر از ۲۵۰	صالحه‌شوستری و همکاران (۱۳۸۳)، عصاره (۱۳۹۵)
	میانگین سرعت باد (m/s)	کمتر از ۱۱	۱۱-۱۳	بیشتر از ۱۳	عصاره (۱۳۹۵)
	میانگین رطوبت نسبی (%)	بیشتر از ۵۰	۴۰-۵۰	کمتر از ۴۰	عصاره (۱۳۹۵)
خاک‌شناسی	بافت خاک	شنی لومی، رسی	لومی، لومی رسی	رسی لومی، رسی	ساداتی و همکاران (۱۳۸۳)، عصاره و سردابی (۱۳۸۶)، عصاره (۱۳۹۵)
	عمق خاک (m)	بیشتر از ۱/۵	۱ تا ۱/۵	کمتر از ۱	عصاره و سردابی (۱۳۸۶)
	شوری خاک (EC) (ds/m)	کمتر از ۲	۲-۴	بیشتر از ۶	جوانشیر و مصدق (۱۳۵۱)، عباسعلیان و زعفرانی (۱۳۸۹)، عصاره (۱۳۹۵)، El-Juhany و همکاران (۲۰۰۸)، Beiker و Feikema (۲۰۱۱)
	pH خاک	۷ تا ۷/۵	۷/۵ تا ۸/۵	کمتر از ۶ و بیشتر از ۸/۵	تلوری (۱۳۶۰)، صالحه‌شوستری و همکاران (۱۳۸۳)، عصاره (۱۳۹۵)
منابع آبی	نیاز آبی (m <sup>3</sup> /ha/y)	۴۰۰۰-۶۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	کمتر از ۲۰۰۰	صالحه‌شوستری (۱۳۷۶)، راد (۱۳۹۷)
	فاصله از رودخانه (بعد از بستر) (m)	۰-۲۵	۲۵-۵۰	بیشتر از ۵۰	عصاره (۱۳۹۵)
	عمق آب زیرزمینی (m)	کمتر از ۵	۵-۱۰	بیشتر از ۱۰	تلوری (۱۳۶۰)، صالحه‌شوستری (۱۳۷۶)، عصاره و سردابی (۱۳۸۶)
	شوری آب سطحی (EC) (ds/m)	کمتر از ۲	۲-۴	بیشتر از ۶	هاشمی و همکاران (۱۳۹۲)، عصاره (۱۳۹۵)، Beiker و Feikema (۲۰۱۱)
	شوری آب زیرزمینی (EC) (ds/m)	کمتر از ۲	۲-۴	بیشتر از ۶	هاشمی و همکاران (۱۳۹۲)، عصاره (۱۳۹۵)، Beiker و Feikema (۲۰۱۱)
پوشش اراضی	-	شنزارهای خالی، حاشیه کانال‌های اراضی جهاد نصر	شنزارهای نهال‌کاری‌شده، اراضی جهاد نصر	شنزارهای نهال‌کاری‌شده، بیشه‌زارهای زوال‌یافته، زمین‌های خالی کنار منابع آبی	تلوری (۱۳۶۰)، صالحه‌شوستری و همکاران (۱۳۸۳)، صالحه‌شوستری و روحی‌پور (۱۳۸۴)، عصاره (۱۳۹۵)

\*: منظور از آبیاری تکمیلی، آبیاری است که لازم است با توجه به نیاز آبی اکالیپتوس کامالدولنسیس، تحت سیستم‌های مختلف آبیاری (به غیر از آب حاصل از باران) برای نگهداری اکالیپتوس انجام شود.

### شاخص های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس و تهیه نقشه های آنها

شاخص های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس، شامل چهار شاخص اصلی خاک شناسی، منابع آبی، اقلیمی و پوشش اراضی و ۲۲ زیرشاخص مربوط به آنها (شکل ۱) هستند. این شاخص ها و زیرشاخص ها بر مبنای تحقیقات انجام شده پیشین در مورد سازگاری کاشت اکالیپتوس در مناطق جنوبی ایران انتخاب می شوند (صالحه شوستری، ۱۳۷۶؛ نجفی، ۱۳۸۰؛ صالحه شوستری و همکاران، ۱۳۸۳؛ سعادت و همکاران، ۱۳۸۳؛ صالحه شوستری و روحی پور، ۱۳۸۴؛ حمزه پور، ۱۳۸۹؛ حسین زاده، ۱۳۹۴؛ کلاگری، ۱۳۹۵؛ عصاره، ۱۳۹۵؛ راد، ۱۳۹۷؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۷). به دلیل اینکه بیشتر سطح استان خوزستان شامل اراضی جلگه ای و پست می باشد، می توان گفت که تقریباً همه مناطق استان به لحاظ توپوگرافی برای کاشت اکالیپتوس مناسب است، بنابراین شاخص های توپوگرافی از میان شاخص های مورد نظر حذف شده است.



شکل ۱- شاخص ها و زیرشاخص های مؤثر در شناسایی اراضی مستعد زراعت چوب اکالیپتوس در استان خوزستان

روش جمع‌آوری داده‌ها و آماده‌سازی نقشه‌های شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس به شرح زیر است.

**نقشه‌های خاک‌شناسی:** زیرشاخص‌های خاک‌شناسی مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس به‌طور عمده شامل موارد زیر است.

- بافت خاک
- عمق خاک
- pH خاک
- شوری خاک

برای تهیه نقشه‌های رقومی مربوط به این زیرشاخص‌ها می‌توان با استفاده از اطلاعات پروفیل‌های خاک‌شناسی، از روش‌های درون‌یابی در سیستم اطلاعات مکانی استفاده کرد. در نهایت لازم است همه نقشه‌های زیرشاخص‌های خاک‌شناسی براساس نیازهای اکالیپتوس کامالدولنسیس (جدول ۱) طبقه‌بندی شوند (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).

**نقشه‌های منابع آبی در دسترس:** منابع آبی در دسترس مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس، شامل زیرشاخص‌های زیر هستند.

- فاصله از رودخانه‌ها
- دبی آب رودخانه‌ها (حجم آب در دسترس)
- شوری آب رودخانه‌ها
- عمق آب‌های زیرزمینی
- شوری آب‌های زیرزمینی

برای تهیه نقشه رودخانه‌های اصلی استان، ابتدا مسیر رودخانه‌های اصلی با استفاده از تصاویر گوگل ارث جدید، به‌دقت رقومی‌سازی می‌گردد. سپس نقشه فاصله از رودخانه‌ها (بعد از در نظر گرفتن بستر رودخانه)، در پنج طبقه ۰-۲۵، ۲۵-۵۰، ۵۰-۷۵، ۷۵-۱۰۰ و بیشتر از ۱۰۰ متر در سیستم اطلاعات مکانی تهیه می‌شود. دلیل انتخاب این فواصل، فاصله اقتصادی مناسب برای کانال‌کشی به‌منظور دسترسی به آب برای کاشت درختان است (راد، ۱۳۹۷). داده‌های دبی آب

رودخانه‌ها و شوری آب رودخانه‌ها را می‌توان از اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در استان خوزستان به‌دست آورد. حجم آب در دسترس سالانه رودخانه‌ها از دبی آب سالانه رودخانه‌های اصلی و حجمی از این آب که در طول یک سال می‌تواند به زراعت چوب اختصاص یابد (۵ درصد از کل حجم آب سالانه، تعیین‌شده توسط شرکت آب منطقه‌ای) به‌دست می‌آید. همچنین داده‌های عمق آب‌های زیرزمینی و شوری آب‌های زیرزمینی از اطلاعات چاه‌های مشاهده‌ای استان خوزستان قابل تهیه است. سپس برای تهیه نقشه‌های رقومی مربوط به این زیرشاخص‌ها، با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری و چاه‌های مشاهده‌ای، می‌توان از روش‌های درون‌یابی در سیستم اطلاعات مکانی استفاده کرد. در نهایت، همه نقشه‌های زیرشاخص‌های منابع آبی براساس نیازهای اکالیپتوس کامالدولنسیس (جدول ۱) طبقه‌بندی می‌شوند (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).

**نقشه‌های اقلیمی:** زیرشاخص‌های اقلیمی مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس شامل موارد زیر هستند.

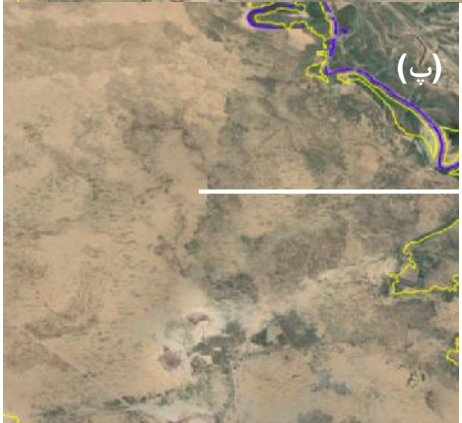
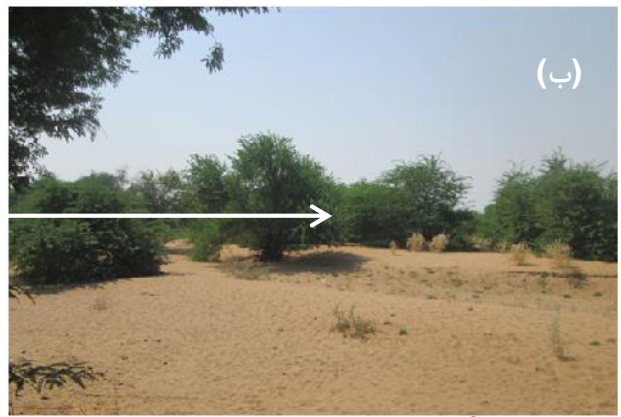
- میانگین دمای سالانه
- میانگین حداقل دمای سالانه
- میانگین حداکثر دمای سالانه
- حداقل مطلق دما
- حداکثر مطلق دما
- میانگین بارندگی سالانه
- میانگین رطوبت نسبی سالانه
- میانگین سرعت باد سالانه

ابتدا اطلاعات مربوط به این متغیرها از ایستگاه‌های سینوپتیک استان خوزستان تهیه می‌شود. سپس برای تهیه نقشه‌های رقومی مربوط به این زیرشاخص‌ها با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک موجود، از روش‌های درون‌یابی در سیستم اطلاعات مکانی استفاده می‌گردد. در نهایت هر یک از نقشه‌های زیرشاخص‌های اقلیمی براساس نیازهای اقلیمی اکالیپتوس کامالدولنسیس (جدول ۱) طبقه‌بندی می‌شوند (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).

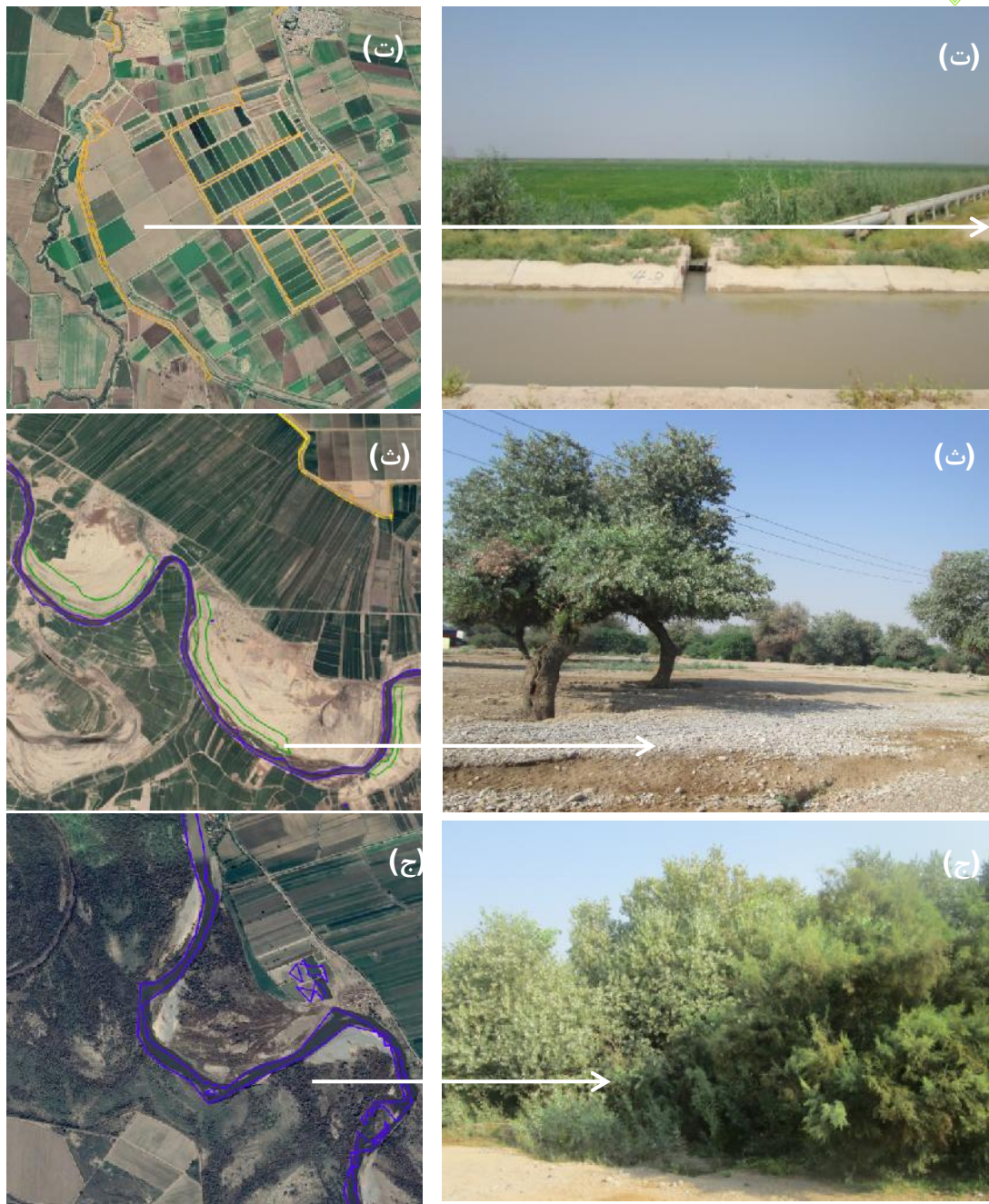
نقشه‌های پوشش اراضی: در مدیریت منابع طبیعی، آمایش سرزمین و تهیه نقشه پوشش اراضی امری ضروریست (اسکندری، ۱۳۹۸). با توجه به وسعت استان خوزستان، می‌توان ابتدا پوشش اراضی مصدافی (مناطقى که به‌طور بالقوه قابلیت بیشتری برای اکالیپتوس‌کاری دارند) را شناسایی و انتخاب کرد. این اراضی می‌توانند شامل موارد زیر باشند.

- اراضی جهاد نصر
- تپه‌های شنی (شنزارها) نهال‌کاری‌شده
- تپه‌های شنی خالی
- زمین‌های خالی حاشیه کانال‌های نصر
- زمین‌های خالی نزدیک به منابع آبی
- بیشه‌زارهای زوال‌یافته حاشیه رودخانه‌ها

برای تهیه نقشه پوشش اراضی مصدافی، می‌توان از تصاویر سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۱۹ گوگل ارث استفاده کرد. بدین ترتیب که این اراضی در سطح استان خوزستان با استفاده از تصاویر گوگل ارث به‌طور دقیق شناسایی شده و بعد مرز محدوده‌های این اراضی بسته شده و در گوگل ارث رقومی می‌شوند (شکل ۲). ارزیابی دقت نقشه کاربری به‌دست‌آمده نیز می‌تواند با کنترل زمینی انجام شود (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).







شکل ۲- پوشش اراضی مصادقی استان خوزستان در عرصه (ستون سمت راست) و بستن مرزها در گوگل ارث (ستون سمت چپ): الف. اراضی جهاد نصر، ب. شنزارهای نهال کاری شده، پ. شنزارهای خالی، ت. زمین های خالی حاشیه کانال های نصر، ث. زمین های خالی حاشیه منابع آبی، ج. بیشه زارهای اطراف رودخانه ها



## اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و ارزش‌گذاری آنها

اهمیت (وزن) شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس باید با روش مناسبی تعیین شود تا بتوان نقشه‌های آنها را براساس اهمیت‌شان در سیستم اطلاعات مکانی ترکیب کرد و نقشه قابلیت زراعت چوب اکالیپتوس را به‌دست آورد (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹). این اهمیت در واقع بیانگر "وزن برون‌لایه‌ای" شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس، برای ترکیب آنها در سیستم اطلاعات مکانی است (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹). یکی از روش‌های معمول تحلیل چندمعیاره، تحلیل سلسله‌مراتبی فازی است که در آن اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها براساس پرسشنامه‌هایی که شامل ماتریس‌های مقایسه زوجی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها است و توسط کارشناسان متخصص مربوطه تکمیل می‌شود، تعیین می‌گردد (Chang, ۱۹۹۶؛ Eskandari, ۲۰۱۷). تعداد پرسشنامه‌ها ۳۰ عدد بوده و پرسش‌شوندگان شامل زارعان چوب، بهره‌برداران چوب و کارشناسان زراعت چوب در بخش اجرا می‌باشند. پرسشنامه‌ها بهتر است به‌صورت مصاحبه حضوری تکمیل شوند. در پایان، از همه پرسشنامه‌های تکمیل‌شده توسط کارشناسان میانگین گرفته می‌شود تا یک پرسشنامه میانگین (ماتریس مقایسه زوجی) برای هریک از مقایسات زوجی زیرشاخص‌ها به‌دست آید. براساس پرسشنامه میانگین و تحلیل‌های مربوط به روش مذکور (Chang, ۱۹۹۶)، وزن یا اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس به‌دست می‌آید (جدول ۲). همان‌طور که ذکر شد، این ارزش عددی، به‌عنوان "وزن برون‌لایه‌ای" برای هر لایه (زیرشاخص) در نظر گرفته می‌شود (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹). در این روش، روایی پرسشنامه معمول نبوده و بررسی نمی‌شود. در عوض، نسبت سازگاری (Consistency ratio: CR) پرسشنامه میانگین (ماتریس‌های مقایسه زوجی) با روش‌های مربوطه (Saaty, ۱۹۸۰؛ Chang, ۱۹۹۶؛ قدسی‌پور، ۱۳۹۰) محاسبه می‌شود. البته تنها در صورتی که نسبت سازگاری پرسشنامه میانگین (ماتریس‌های مقایسه زوجی) کمتر از ۰/۱ باشد، نشان‌دهنده قضاوت‌های سازگار توسط کارشناسان مربوطه است و نتایج اهمیت (وزن) شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها قابل قبول است (Saaty, ۱۹۸۰؛ قدسی‌پور، ۱۳۹۰). نسبت سازگاری (CR) ماتریس‌های مقایسه زوجی زیرشاخص‌ها و شاخص‌های اصلی مؤثر در زراعت چوب

اکالیپتوس براساس روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین نسبت سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌های اصلی (۰/۰۹۲) و کمترین آن مربوط به ماتریس مقایسه زوجی زیرشاخص‌های کاربری اراضی (۰/۰۱۷) است. از آنجایی که نسبت سازگاری همه ماتریس‌های مقایسه زوجی کمتر از ۰/۱ است، قضاوت‌ها سازگار بوده و وزن‌های فازی، قابل قبول هستند (جدول ۳).

جدول ۲- اهمیت (وزن) شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در زراعت چوب اکالیپتوس براساس تحلیل سلسله مراتبی فازی

وزن	زیرشاخص	وزن	شاخص	وزن	زیرشاخص	وزن	شاخص
۰/۱	میانگین حداکثر دمای سالانه	۰/۱۰	اقلیمی	۰/۲۴	فاصله از رودخانه	۰/۳۴	منابع آبی
۰/۱	حداکثر مطلق دما			۰/۲۸	دبی آب رودخانه		
۰/۱۴	میانگین حداقل دمای سالانه			۰/۱۸	شوری آب سطحی		
۰/۱۲	حداقل مطلق دما			۰/۱۷	عمق آب زیرزمینی		
۰/۱۴	میانگین دمای سالانه			۰/۱۳	شوری آب زیرزمینی		
۰/۱۳	میانگین رطوبت نسبی سالانه			۰/۰۸	بیشه‌زارهای زوال یافته	۰/۳۲	کاربری اراضی
۰/۱	میانگین بارندگی سالانه			۰/۲۵	حاشیه کانال‌های اراضی جهاد نصر		
۰/۱۷	میانگین سرعت باد سالانه	۰/۱۶	اراضی جهاد نصر				
۰/۲۵	بافت خاک	۰/۲۴	خاک‌شناسی	۰/۲۷	شنزارهای خالی		
۰/۲۸	عمق خاک			۰/۱۰	شنزارهای نهال کاری شده		
۰/۳۲	شوری خاک			۰/۱۴	زمین‌های خالی کنار منابع آبی		
۰/۱۵	اسیدیته خاک						

جدول ۳- نسبت سازگاری (CR) ماتریس‌های مقایسه زوجی زیرشاخص‌ها و شاخص‌های اصلی براساس تحلیل سلسله مراتبی فازی

شاخص	ابعاد ماتریس	max	CI= ( max - n)/(n - 1)	RI*	CR= CI/RI
شاخص‌های اصلی	۴×۴	۴/۲۵	۰/۰۸۳	۰/۹	۰/۰۹۲
زیرشاخص‌های منابع آبی	۵×۵	۵/۳۱	۰/۰۷۷	۱/۱۲	۰/۰۶۸
زیرشاخص‌های خاک‌شناسی	۴×۴	۴/۰۸	۰/۰۲۶	۰/۹	۰/۰۲۸
زیرشاخص‌های اقلیمی	۸×۸	۸/۰۵	۰/۰۷	۱/۴۱	۰/۰۵
زیرشاخص‌های کاربری اراضی	۶×۶	۶/۱۱	۰/۰۲۲	۱/۲۴	۰/۰۱۷

max : بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسه زوجی

CI: شاخص سازگاری (Consistency Index = CI)

RI: شاخص تصادفی (Random Index)

CR: نسبت سازگاری (Consistency Ratio= CR)

n: بعد ماتریس

\*: مقادیر RI برای ماتریس‌های n بعدی از منبع قدسی‌پور (۱۳۹۰) استخراج شده است.

در مرحله بعدی لازم است طبقات هریک از نقشه‌های زیرشاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس، براساس اهمیتی که در کاشت اکالیپتوس دارند، ارزش‌گذاری شوند که بیانگر "وزن درون‌لایه‌ای" شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر است (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹). بدین‌منظور، ابتدا نقشه‌های زیرشاخص‌ها در سیستم اطلاعات مکانی براساس نیازهای محیطی و اکولوژیکی اکالیپتوس کامال‌دولنسیس مطابق جدول ۱ طبقه‌بندی می‌شوند. پس از طبقه‌بندی نقشه‌های هریک از زیرشاخص‌ها، برای هر طبقه خاص، براساس تأثیر و اهمیتی که در زراعت چوب اکالیپتوس دارد، یک مقدار استاندارد از ۱ تا ۵ در نظر گرفته می‌شود و آن نقشه ارزش‌گذاری می‌گردد (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹)؛ به‌طوری‌که برای مناسب‌ترین طبقه هر زیرشاخص برای زراعت چوب اکالیپتوس، ارزش عددی ۵ و برای نامناسب‌ترین طبقه، ارزش عددی ۱ در نظر گرفته می‌شود (Eskandari و Miesel، ۲۰۱۷؛ اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹) (جدول‌های ۴ تا ۷). به‌عنوان مثال، درخصوص زیرشاخص عمق خاک، برای بهترین طبقه عمق خاک برای زراعت

چوب اکالیپتوس که طبقه بسیار عمیق می‌باشد، ارزش عددی ۵ در نظر گرفته می‌شود. همچنین برای بدترین طبقه عمق خاک برای زراعت چوب اکالیپتوس که طبقه بسیار کم عمق می‌باشد، ارزش عددی ۱ در نظر گرفته می‌شود (جدول ۴). همان‌طور که ذکر شد، این ارزش عددی، به‌عنوان "وزن درون‌لایه‌ای" برای هر لایه (زیرشاخص) در نظر گرفته می‌شود. برای هر زیرشاخص، استعداد هر طبقه برای کاشت اکالیپتوس براساس مطالعات پیشین مطابق جدول ۱ تعیین می‌شود.

جدول ۴- ارزش‌گذاری (وزن درون‌لایه‌ای) زیرشاخص‌های خاک‌شناسی

عمق خاک	ارزش (وزن درون‌لایه‌ای)	بافت خاک	ارزش (وزن درون‌لایه‌ای)
بسیار عمیق	۵	شنی	۵
عمیق	۴	لومی	۴
نیمه‌عمیق	۳	شنی لومی رسی	۳
کم عمق	۲	رسی-شنی و رسی-لومی	۲
بسیار کم عمق	۱	رسی	۱
pH خاک	ارزش (وزن درون‌لایه‌ای)	شوری خاک (ds/m)	ارزش (وزن درون‌لایه‌ای)
۷-۷/۵	۵	۰/۵۲-۲	۵
۷/۵-۸/۵	۴	۲-۴	۴
۸/۵-۸/۹	۳	۴-۶	۳
		۶-۸	۲
		بیشتر از ۸	۱

جدول ۵- ارزش گذاری (وزن درون لایه‌ای) زیرشاخص‌های منابع آبی

ارزش (وزن درون لایه‌ای)	شوری آب سطحی (ds/m)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	حجم آب در دسترس (Million m <sup>3</sup> /y)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	فاصله از رودخانه بعد از بستر (m)
۵	۰/۵۴-۲	۵	۴۰۰-۵۱۲	۵	۰-۲۵
۴	۲-۴	۴	۳۰۰-۴۰۰	۴	۲۵-۵۰
۳	۴-۶	۳	۲۰۰-۳۰۰	۳	۵۰-۷۵
۲	۶-۸	۲	۱۰۰-۲۰۰	۲	۷۵-۱۰۰
۱	بیشتر از ۸	۱	۱-۱۰۰	۱	بیشتر از ۱۰۰
		ارزش (وزن درون لایه‌ای)	شوری آب زیرزمینی (ds/m)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	عمق آب زیرزمینی (m)
		۵	۰/۱۶-۲	۵	۲/۶۶-۵
		۴	۲-۴	۴	۵-۱۰
		۳	۴-۶	۳	۱۰-۲۰
		۲	۶-۸	۲	۲۰-۳۰
		۱	بیشتر از ۸	۱	بیشتر از ۳۰

جدول ۶- ارزش گذاری (وزن درون لایه‌ای) زیرشاخص‌های اقلیمی

ارزش (وزن درون لایه‌ای)	میانگین حداقل دمای سالانه (°C)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	میانگین حداکثر دمای سالانه (°C)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	میانگین دمای سالانه (°C)
۳	۱۴-۱۶	۳	۲۹-۳۰	۳	۲۳-۲۴
۴	۱۶-۱۸	۴	۳۰-۳۲	۴	۲۴-۲۶
۵	۱۸-۲۱	۵	۳۲-۳۴	۵	۲۶-۲۸
ارزش (وزن درون لایه‌ای)	میانگین رطوبت نسبی سالانه (%)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	حداقل مطلق دما (°C)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	حداکثر مطلق دما (°C)
۳	۳۴-۴۰	۳	-۵ - -۴	۵	۴۸-۵۰
۴	۴۰-۵۰	۴	-۴ - -۲	۴	۵۰-۵۱
۵	۵۰-۵۲	۵	-۲ - ۰	۳	۵۱-۵۲
ارزش (وزن درون لایه‌ای)	میانگین سرعت باد سالانه (m/s)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	میانگین بارندگی سالانه (mm)	ارزش (وزن درون لایه‌ای)	میانگین بارندگی سالانه (mm)
		۵	۹/۵-۱۱	۲	۱۴۰-۲۵۰
		۴	۱۱-۱۳	۳	۲۵۰-۳۵۰
		۳	۱۳-۱۴/۵	۴	۳۵۰-۴۵۰
				۵	۴۵۰-۵۸۰

جدول ۷- ارزش گذاری (وزن درون لایه‌ای) زیرشاخص‌های پوشش اراضی مصداقی

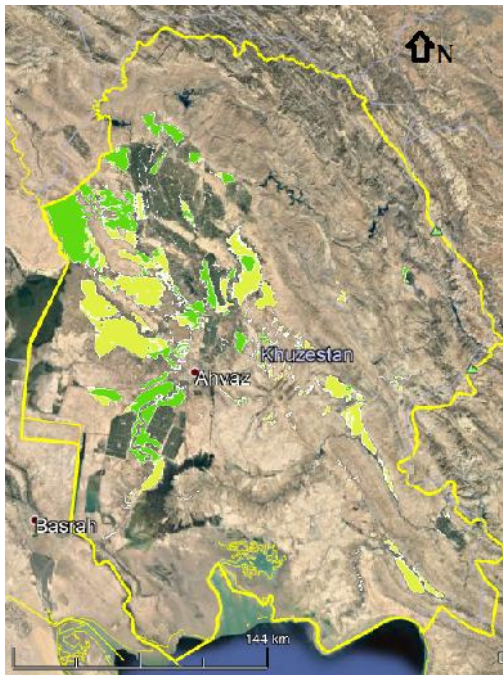
پوشش اراضی مصداقی	ارزش (وزن درون لایه‌ای)
شنزارهای خالی	۵
حاشیه کانال‌های اراضی جهاد نصر	۵
اراضی جهاد نصر	۴
شنزارهای نهال کاری شده	۲
بیشه‌زارهای زوال یافته حاشیه رودخانه‌ها	۱
زمین‌های خالی کنار منابع آبی	۱

### ترکیب نقشه‌های زیرشاخص‌ها و تهیه نقشه اراضی مستعد زراعت چوب با اکالیپتوس

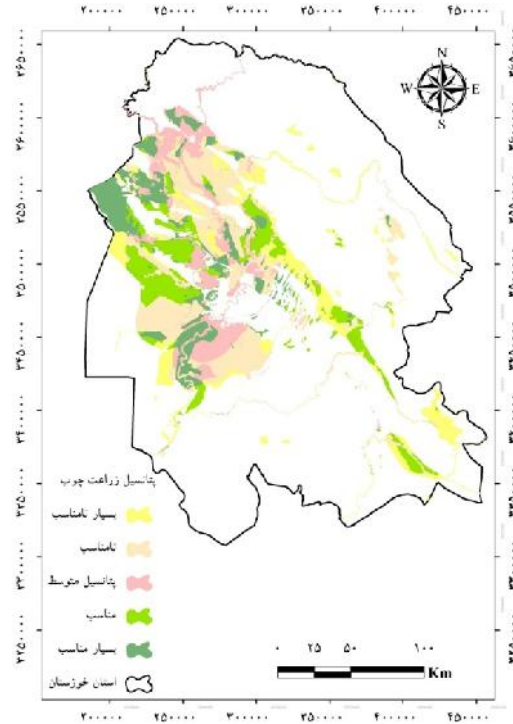
بعد از تهیه نقشه‌های زیرشاخص‌ها و تعیین اهمیت (وزن) آنها، نقشه‌های زیرشاخص‌های هر شاخص اصلی که هر یک شامل پنج طبقه ارزش گذاری شده هستند، در سیستم اطلاعات مکانی ترکیب وزنی می‌شوند. با ترکیب نقشه‌های زیرشاخص‌های هر شاخص اصلی، نقشه آن شاخص تهیه می‌شود. به عنوان مثال، نقشه شاخص اصلی خاک‌شناسی از ترکیب وزنی نقشه‌های زیرشاخص‌های عمق خاک، شوری خاک، pH خاک و بافت خاک حاصل می‌شود. نقشه قابلیت زراعت چوب اکالیپتوس نیز از ترکیب نقشه‌های شاخص‌های اصلی (خاک‌شناسی، منابع آبی، اقلیمی و پوشش اراضی مصداقی) به دست می‌آید. سپس این نقشه بر اساس روش فواصل تعریف شده (Defined Interval) در پنج طبقه قابلیت (بسیار مناسب، مناسب، قابلیت متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب) طبقه‌بندی می‌شود (شکل ۳).

بر اساس دستورالعمل ذکر شده در بالا، نقشه اراضی مستعد زراعت چوب با اکالیپتوس در استان خوزستان تهیه شده است که در شکل ۳ آورده شده است. همچنین نقشه اراضی مناسب و بسیار مناسب برای کاشت اکالیپتوس در استان خوزستان بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث در شکل ۴ نشان داده شده است. مساحت طبقات مستعد بر اساس نقشه قابلیت زراعت چوب با اکالیپتوس نیز در جدول ۸ آورده شده است. بر این اساس، از مجموع مساحت ۱۷۲۱۰۴۲/۷ هکتاری اراضی

مصادقی در استان خوزستان، ۲۸۹۰۴۲/۴۱ هکتار (۱۶/۷۹ درصد) از منطقه قابلیت بسیار مناسب و ۳۰۹۶۹۱/۶۲ هکتار (۱۷/۹۹ درصد) از آن قابلیت مناسب برای کاشت اکالیپتوس دارد.



شکل ۴- نقشه اراضی مناسب و بسیار مناسب برای کاشت اکالیپتوس در استان خوزستان بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث



شکل ۳- نقشه اراضی مستعد برای کاشت اکالیپتوس در استان خوزستان

جدول ۸- مساحت طبقات نقشه اراضی مستعد برای کاشت اکالیپتوس در استان خوزستان

درصد طبقه	مساحت طبقه (هکتار)	طبقه قابلیت زراعت چوب
۱۶/۷۹	۲۸۹۰۴۲/۴۱	بسیار مناسب
۱۷/۹۹	۳۰۹۶۹۱/۶۲	مناسب
۱۶/۵۵	۲۸۴۸۸۶/۱۴	قابلیت متوسط
۳۰/۲۳	۵۲۰۲۸۴/۷۸	نامناسب
۱۸/۴۲	۳۱۷۱۳۷/۷۵	بسیار نامناسب
۱۰۰	۱۷۲۱۰۴۲/۷	کل

## نتیجه گیری

نشریه فنی پیش‌رو، دستورالعملی برای شناسایی اراضی مناسب برای زراعت چوب با اکالیپتوس در استان خوزستان است که برای ارائه به تولیدکنندگان چوب، بهره‌برداران زراعت چوب و همکاران بخش اجرا در سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور تهیه شده است. در ادامه، نتیجه‌گیری حاصل از نتایج به تفکیک هر بخش آورده شده است.

### نقشه زیرشاخص‌ها

نقشه‌های زیرشاخص‌های خاک‌شناسی در استان خوزستان (عمق خاک، بافت خاک، هدایت الکتریکی و pH خاک) نشان می‌دهند که بیشتر منطقه مورد مطالعه دارای خاک عمیق، بافت رسی- شنی، هدایت الکتریکی بیشتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر و pH بین ۷/۵ تا ۸/۵ است. بنابراین بیشتر اراضی مصدافی استان خوزستان از نظر عمق خاک و pH خاک برای اکالیپتوس کاری بسیار مناسب هستند؛ اما از نظر بافت خاک که بیشتر منطقه رسی-شنی است، شرایط متوسطی برای اکالیپتوس کاری وجود دارد و به‌لحاظ هدایت الکتریکی، بیشتر منطقه هدایت الکتریکی زیادی دارد، اما به‌رحال مناطق دارای خاک با هدایت الکتریکی کمتر از ۸ نیز تقریباً یک سوم منطقه مورد مطالعه را پوشش داده‌اند که برای اکالیپتوس کاری مناسب هستند (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).

نقشه‌های رودخانه‌های اصلی در استان خوزستان شامل رودخانه‌های کارون، کرخه، زهره، جراحی، دز، کوپال و زیرشاخه‌های اصلی آنها هستند. همچنین نقشه‌های زیرشاخص‌های منابع آبی شامل فاصله از رودخانه‌های اصلی، حجم آب سالانه در دسترس، هدایت الکتریکی آب سطحی، عمق آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی آب زیرزمینی نشان می‌دهند که بیشتر منطقه مورد مطالعه دارای آب سطحی با هدایت الکتریکی ۲ تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر است که برای اکالیپتوس کاری مناسب می‌باشد. همچنین در بیشتر منطقه، حجم آب در دسترس برای اکالیپتوس کاری کمتر از ۱۰۰ میلیون مترمکعب در سال است. از آنجایی که نیاز آبی سالانه اکالیپتوس ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال برآورد شده است (راد، ۱۳۹۷)، این حجم آب



سالانه می‌تواند پاسخگوی نیاز آبی تا ۱۲۸۰۲۱ هکتار اکالیپتوس کاری با فاصله کاشت ۳×۳ متر در یکسال باشد. در مورد آب زیرزمینی، عمق آب زیرزمینی در بیشتر منطقه ۳۰ تا ۴۰ متر است. همچنین هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در بیشتر منطقه بین ۲ تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر است که در صورت نبود آب سطحی، برای اکالیپتوس کاری مناسب می‌باشد (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).

براساس نقشه‌های زیرشاخص‌های اقلیمی شامل میانگین حداکثر دمای سالانه، حداکثر مطلق دما، میانگین حداقل دمای سالانه، حداقل مطلق دما، میانگین بارندگی سالانه و میانگین سرعت باد سالانه در بیشتر منطقه مورد مطالعه، حداکثر مطلق دما بین ۵۱ تا ۵۲ درجه سانتی‌گراد است و میانگین حداکثر درجه حرارت سالانه بین ۳۲ تا ۳۴ درجه بوده که بسیار مناسب برای اکالیپتوس کاری است. حداقل مطلق دما در بیشتر منطقه مورد مطالعه، ۲- تا ۴- درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل درجه حرارت سالانه بین ۱۸ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد است که بسیار مناسب برای اکالیپتوس کاری می‌باشد. به‌علاوه اینکه در بیشتر سطح منطقه مورد مطالعه، میانگین درجه حرارت سالانه بین ۲۶ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد است که بسیار مناسب برای اکالیپتوس کاری است. در مورد رطوبت نسبی سالانه، بیشتر منطقه رطوبت نسبی ۴۰ تا ۵۰ درصد دارد که برای اکالیپتوس کاری مناسب می‌باشد. همچنین، در بیشتر منطقه مورد مطالعه، میانگین بارندگی سالانه بین ۱۴۰ تا ۲۵۰ و ۲۵۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر است. اگرچه کاشت اکالیپتوس با آبیاری تکمیلی اجرا می‌شود و ممکن است در ابتدا میزان بارندگی عامل مهمی در زراعت چوب اکالیپتوس به‌نظر نیاید، اما وجود بارندگی متوسط، از میزان آب مصرفی مورد نیاز برای آبیاری اکالیپتوس‌ها خواهد کاست که در مراحل اجرایی کار، بسیار ارزشمند خواهد بود. در بیشتر منطقه مورد مطالعه، میانگین سرعت باد سالانه بین ۱۱ تا ۱۳ متر بر ثانیه است که شرایط متوسطی است و آنقدر شدید نیست که برای اکالیپتوس کاری‌ها مشکلی ایجاد کند (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).

براساس نقشه‌های زیرشاخص‌های پوشش اراضی مصداقی، یکی از اراضی مصداقی مناسب برای اکالیپتوس کاری (ارزش ۴ در جدول ۷) اراضی جهاد نصر هستند که براساس نتایج به‌دست‌آمده

با مساحت ۴۸۱۴۳۵/۸۹ هکتار، تقریباً پراکنش مناسبی در سراسر استان داشته و یک سوم مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند. اگرچه در حال حاضر بیشتر این اراضی در اختیار بخش خصوصی است و کاربری کشاورزی دارد، اما توجیه اقتصادی کشاورزان توسط دستگاه‌های اجرایی می‌تواند آنها را به کاشت اکالیپتوس در داخل یا اطراف این اراضی ترغیب کند. بنابراین اراضی خالی حاشیه کانال‌های اراضی جهاد نصر نیز می‌توانند به‌عنوان یکی از مناطق بالقوه برای کاشت اکالیپتوس‌ها مطرح باشند (ارزش ۵ در جدول ۷) که در مجموع مساحت ۳۱۱۶/۰۹ هکتار دارند (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).

شنزارها که با مساحت ۲۳۱۳۵۴/۵ هکتار، بخش مهمی از استان خوزستان را پوشش داده‌اند، یکی دیگر از اراضی مصداقی هستند که به‌دلیل بافت خاک مطلوب و زهکشی مناسب، می‌توانند به‌عنوان مناطق مناسبی برای اکالیپتوس‌کاری باشند (ارزش ۵ در جدول ۷). در گذشته نیز بخشی از این شنزارها برای مقابله با ریزگردهای استان خوزستان با گونه کهور (*Prosopis juliflora*) نهال‌کاری شده‌اند. مساحت شنزارهای نهال‌کاری‌شده با کهور حدود ۵۳۷۵۱/۲۴ هکتار است. با این حال هنوز بخش وسیعی از شنزارهای استان خوزستان با مساحت ۱۷۷۶۰۳/۲۶ هکتار نهال‌کاری نشده‌اند که قابلیت خوبی برای اکالیپتوس‌کاری دارند (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹).

### نقشه اراضی مستعد زراعت چوب اکالیپتوس در استان خوزستان

براساس نقشه اراضی مستعد زراعت چوب اکالیپتوس در استان خوزستان، از مجموع مساحت حدود ۱۷۲۱۰۴۲/۷ هکتاری اراضی مصداقی در استان، حدود ۵۹۸۷۳۴ هکتار از منطقه قابلیت بسیار مناسب و مناسب برای کاشت اکالیپتوس دارد (شکل‌های ۳ و ۴ و جدول ۸). بنابراین توسعه زراعت چوب اکالیپتوس در عرصه‌های بسیار مناسب و مناسب در نقشه قابلیت تهیه‌شده برای استان خوزستان امکان‌پذیر خواهد بود. عرصه‌های مناسب و بسیار مناسب در این نقشه براساس اهمیت همه شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر در زراعت چوب اکالیپتوس به‌دست آمده‌اند، بنابراین این اطمینان وجود دارد که در این مناطق، بهترین قابلیت به‌لحاظ دسترسی به آب (کمیت و کیفیت آب)، وجود اراضی مناسب، شرایط اکولوژیکی متعارف (به‌طور عمده عوامل خاک‌شناسی) و اقلیم متناسب با توجه به نیازهای اکالیپتوس کامالدولنسیس وجود دارد

(اسکندری و همکاران، ۱۳۹۹) که در صورت تأمین نهال از سازمان‌های مربوطه مانند سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، این نتایج می‌تواند اجرایی شود.

لازم است یادآوری شود که شنزارها مکان‌های مناسبی برای کاشت اکالیپتوس هستند که ملی بودن این اراضی، شرایط اکولوژیکی مناسب (بافت خاک شنی)، زهکشی مناسب و وسعت قابل توجه آنها بر اهمیت آنها در توسعه زراعت چوب می‌افزاید. نظر به توقف بهره‌برداری از جنگل‌های صنعتی شمال کشور و سازگاری اکولوژیکی اکالیپتوس با مناطق گرمسیری جنوب ایران، شنزارهای استان خوزستان می‌توانند به‌عنوان یکی از مناطق اکولوژیکی بالقوه برای زراعت چوب اکالیپتوس و تأمین نیاز چوبی کشور مطرح باشند و در اولویت برنامه‌های توسعه زراعت چوب در استان خوزستان قرار گیرند. همچنین، اراضی با قابلیت مناسب که در محدوده اراضی جهاد نصر قرار گرفته‌اند، یکی دیگر از اراضی مناسب برای اکالیپتوس‌کاری هستند که به‌دلیل سطح وسیع و وجود کانال‌های آب در حاشیه آنها، می‌توانند در اولویت کاشت اکالیپتوس در استان خوزستان باشند.

در مورد گونه‌های بومی استان خوزستان، اگرچه گز و پده در مناطق طبیعی حاشیه رودخانه‌ها پراکنش دارند، اما این گونه‌ها ارزش صنعتی نداشته و نمی‌توانند نیاز کارخانجات صنایع چوب کشور را در شرایط فعلی برآورده کنند. با این حال، چوب گز می‌تواند برای تهیه ذغال استفاده شود. در مورد گونه‌های بومی دیگر مانند آکاسیا، می‌توان نیازهای اکولوژیکی این گونه را نیز براساس مراحل مشابه دستورالعمل تشریح‌شده در این نشریه بررسی کرد و نقشه اراضی مستعد کاشت آکاسیا در جنوب ایران را نیز ارائه کرد. با این حال، گونه آکاسیا در جنوب کشور بیشتر در سیستم اگروفارستری، تثبیت شن‌های روان، تثبیت ازت خاک و توسعه فضای سبز به‌کار می‌رود و از چوب آن نیز معمولاً در خراطی، لنج‌سازی، حصارکشی و تهیه چوب سوخت استفاده می‌شود.

بنابراین اکالیپتوس که هم سازگاری مناسبی در جنوب ایران نشان داده است و هم تندرشد بوده (دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت و صرفه اقتصادی) و هم چوب صنعتی دارد (فراهم کردن نیاز کارخانجات صنایع چوب) گزینه بسیار مناسبی برای کاشت در جنوب کشور به‌منظور تأمین نیاز کارخانجات صنایع چوب است. از این رو امیدواریم در شرایط فعلی توقف بهره‌برداری از جنگل‌های

صنعتی شمال ایران و الزام کشور برای تأمین نیاز کارخانجات صنایع چوب، این نشریه فنی راهگشایی برای معرفی اراضی مستعد برای توسعه زراعت چوب با اکالیپتوس در استان خوزستان باشد و راهکاری در این مورد به تولیدکنندگان چوب، بهره‌برداران زراعت چوب و کارشناسان بخش اجرا ارائه دهد.

## منابع مورد استفاده

- اسکندری، س. ۱۳۹۸. مقایسه الگوریتم‌های مختلف تهیه نقشه پوشش زمین در رویشگاه‌های حساس زاگرس با استفاده از تصویر ماهواره‌ای سنتینل-۲ (مطالعه موردی: بخشی از استان ایلام). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۰(۱): ۷۲-۸۷.
- اسکندری، س. و همکاران. ۱۳۹۹. تعیین اراضی مستعد زراعت چوب با استفاده از اکالیپتوس در استان خوزستان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۶۶ صفحه.
- تلوری، ع. ۱۳۶۰. طرح‌های تحقیقاتی جنگل‌کاری در خوزستان. گزارش علمی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۲۶ صفحه.
- جوانشیر، ک.، مصدق، ا. ۱۳۵۱. اکالیپتوس. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۴ صفحه.
- حسین‌زاده، ج. ۱۳۹۴. بررسی سازگاری و عملکرد پروونانس‌های گونه‌های صنعتی اکالیپتوس در نواحی مختلف اکولوژیکی (مطالعات استان ایلام). گزارش پروژه تحقیقاتی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۳۱ صفحه.
- حمزه‌پور، م. ۱۳۸۹. بررسی سازگاری و عملکرد پروونانس‌های گونه‌های صنعتی اکالیپتوس در استان فارس. گزارش پروژه تحقیقاتی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۳ صفحه.
- راد، م. ه. ۱۳۹۷. نیاز آبی برخی از گونه‌های مورد استفاده در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه‌خشک. طبیعت ایران، ۳(۴): ۴۰-۴۷.
- رحمانی، ا. ۱۳۹۷. موفقیت طرح استراحت جنگل، عزم ملی می‌خواهد. گفتگوی چالشی، طبیعت ایران، ۳(۴): ۷۰-۸۱.
- ساداتی، س.ا.، دستمالچی، م.، رضایی، س.ع.ا.، مصطفی‌نژاد، س. ر. ۱۳۸۳. بررسی سازگاری و عملکرد سه گونه اکالیپتوس بیست‌ساله در چمستان نور، مازندران. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲(۱): ۶۱-۷۸.
- سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۹۸. سطح جنگل‌های طبیعی و دست‌کاشت ایران. <https://frw.ir/02/Fa/News/News.aspx?nwsId=70499>
- سعادت، ی.ع.، زندی، پ.، ابطحی، ع. ۱۳۸۳. بررسی میزان سازگاری شش گونه درختی در دشت کربال و تأثیر آبیاری با زهاب بر رشد آنها. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲(۱): ۳۱-۶۰.

- صادقی، س. م.، سردابی، ح.، کازرونی، ح.، شریفی، م. ع.، فرار، ن.، رشوند، س. ۱۳۹۷. سازگاری و عملکرد گونه‌های صنعتی اکالیپتوس در استان بوشهر (دشتستان). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۶(۲): ۲۶۴-۲۷۵.
- صالحه‌شوستری، م. ح. ۱۳۷۶. تعیین مؤثرترین دور آبیاری تکمیلی برای استقرار اولیه چهار گونه پروونانس اکالیپتوس در تپه‌های شنی کرخه. گزارش پروژه تحقیقاتی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۷ صفحه.
- صالحه‌شوستری، م. ح.، ۱۳۹۰. اکالیپتوس کامالدولنسیس درختی ارزشمند برای زراعت چوب. بروشور آموزشی، انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۸ صفحه.
- صالحه‌شوستری، م. ح.، باوی، س.، بهنام‌فر، ک. ۱۳۸۳. بررسی سازگاری گونه‌های درختی و درختچه‌ای به‌منظور احیا و توسعه بیشه‌زارهای حاشیه رودخانه دز در استان خوزستان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲(۳): ۳۷۱-۳۹۰.
- صالحه‌شوستری، م. ح.، روحی‌پور، ح. ۱۳۸۴. بررسی سازگاری چند گونه اکالیپتوس در تپه‌های شنی خوزستان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۳(۴): ۴۷۵-۴۹۹.
- عباسعلیان، ح.، زعفرانی، ه. ۱۳۸۹. اکالیپتوس، گونه درختی مناسب برای اراضی شور و غرقاب. مجله علمی تخصصی زیتون، ۲۰۶: ۶۲-۶۶.
- عصاره، م. ح. ۱۳۹۵. بررسی فراگیر گونه‌های سازگار اکالیپتوس در ایران با نگرش کاربردی. گزارش پروژه تحقیقاتی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۸۸۶ صفحه.
- عصاره، م. ح.، سردابی، ح. ۱۳۸۶. اکالیپتوس. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۶۷۲ صفحه.
- قدسی‌پور، س. ح. ۱۳۹۰. فرایند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۲۲۴ صفحه.
- کلاگری، م. ۱۳۹۵. بررسی عملکرد برخی از گونه‌های اکالیپتوس در دوره‌های بهره‌برداری کوتاه‌مدت. گزارش پروژه تحقیقاتی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۶ صفحه.
- محبی گرگری، ر.، بیات کشکولی، ع.، معظمی، و. ۱۳۹۷. بررسی شاخص‌های مؤثر بر توسعه پایدار زراعت چوب صنوبر در ایران به روش مقایسات زوجی. صنایع چوب و کاغذ ایران، ۹(۲): ۲۳۵-۲۴۹.



## راهنمای شناسایی اراضی مناسب برای زراعت چوب اکالیپتوس در جنوب ایران

- مدیررحمتی، ع. ر. ۱۳۹۵. توسعه زراعت چوب، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر و حیاتی برای کشور. مقاله بخش دیدگاه، طبیعت ایران، ۱(۱): ۱۴-۲۱.
- میرآخورلو، خ، اخوان، ر. ۱۳۹۶. ارزیابی تغییرات سطح جنگل‌های هیرکانی از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵. طبیعت ایران، ۲(۳): ۴۰-۴۵.
- نجفی، ن. ۱۳۸۰. بررسی سازگاری گونه‌های اکالیپتوس مقاوم به خشکی و گرما در تپه‌های سنی و شنزارهای خوزستان. گزارش طرح تحقیقاتی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۶۱ صفحه.
- هاشمی، س.س.، پیام نور، و.، علی‌عرب، ع.، جعفری مفیدآبادی، س. ع. ۱۳۹۲. ارزیابی مقاومت به شوری سه گونه اکالیپتوس در مراحل اولیه رشد. پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۰(۳): ۷۵-۵۹.
- Ahlawat K.S., Daneva V., Sirohi Ch., Dalal V. 2019. Production Potential of Agricultural Crops under Eucalyptus tereticornis Based Agrisilviculture System in Semi-Arid Region of Haryana. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 8(6): 2725-2731.
- Amazonas N.T., Forrester D.I., Oliveira R.S., Brancalion P.H.S. 2018. Combining Eucalyptus wood production with the recovery of native tree diversity in mixed plantings: Implications for water use and availability. Forest Ecology and Management, 418: 34-40.
- Chang D.Y. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 95: 649-655.
- Dessie A.B., Abate T.M., Mekie T.M. 2019. Eucalyptus: The Popular Exotic Tree Crop in Ethiopia. Acta Scientific Agriculture, 3(9): 50-56.
- El-Juhany L.I., Aref I.M., Ahmed A.I.M. 2008. Response of *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus microtheca* and *Eucalyptus intertexta* seedlings to irrigation with saline water. World Journal of Agricultural Sciences, 4: 825-834.
- Eskandari S., Miesel J.R. 2017. Comparison of the fuzzy AHP method, the spatial correlation method, and the Dong model to predict the fire high-risk areas in Hyrcanian forests of Iran. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 8: 1-17.
- Eskandari S. 2017. A new approach for forest fire risk modeling using fuzzy AHP and GIS in Hyrcanian forests of Iran. Arabian Journal of Geosciences, 10 (8): 1-13.
- Feikema P.M., Beiker T.G. 2011. Effect of soil salinity on growth of irrigated plantation Eucalyptus in south-eastern Australia. Agricultural Water Management, 98: 1180-1188.
- Mankessi F., Saya A., Toto M., Monteuuis O. 2010. Propagation of *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis* clones by rooted cuttings: Influence of genotype and cutting type on rooting ability. Propagation of Ornamental Plants, 10(1): 42-49.

- Saaty T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York, NY.
- Teulieres C., Marque C. 2007. Eucalyptus: 387- 406. In: Pua EC, Davey MR. (Eds.). Transgenic Crops V. Biotechnology in Agriculture and Forestry (Vol. 60), Springer, 563p.
- Zerga B., Woldetsadik M. 2016. Contribution of Eucalyptus tree farming for rural livelihood in Eza Wereda, Ethiopia. Palgo Journal of Agriculture, 3(1): 111-117.