

بسمه تعالی

موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
بخش تحقیقات جنگل

عنوان:

بررسی سازگاری و استقرار

**گونه‌های درختی غیر مثمر با استفاده از فاضلاب و توانمندی گونه
های مختلف در ترسیب کربن و فلزات سنگین**

مرداد ۱۳۹۸

یکصدوسی و

هشتمین همایش

دفاع از نتایج پروژه

های تحقیقاتی

- **موسسه مجری:** موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
- **بخش تخصصی:** تحقیقات جنگل
- **مجری مسئول:** هاشم کنشلو (عضو هیات علمی)
- **مشاورین و همکاران:** دکتر احمد رحمانی، دکتر علی اقتصادی، دکتر محمد هادی راد، مهندس ضیاء آزدو، مهندس حسین باقری، مهندس ابوالقاسم دادرسی دکتر گنجعلی
- **نوع پروژه:** ملی
- **ماهیت پروژه:** کاربردی
- **سال شروع:** ۱۳۹۲
- **مدت اجرا:** ۵ سال
- **محل اجرا:** نواحی خشک و نیمه خشک ایران



اهداف تحقیق:

➤ - مناسبترین و سازگارترین گونه های درختی با توجه به شرایط محیطی (اقلیم، خاک و پساب فاضلاب)

➤ - تولید مواد سلولزی و چوبی

➤ - کاهش آلودگی هوا، خاک و آب

➤ - قابلیت گونه های درختی غیر مثمر در ترسیب کربن و فلزات سنگین

➤ - افزایش فضای سبز و تفرجگاه

➤ - استفاده بهینه از پتانسیل های موجود

➤ - بیابان زدایی و پیشگیری از توسعه بیابانی



مرور منابع:

بررسیهای سعادت و همکاران (۲۰۰۹) در مروست استان فارس روی ۱۴ گونه درختی با استفاده از پساب در مقایسه با آب چاه نشان داد گیاهان آبیاری شده با پساب از رشد نسبی بهتری برخوردار بودند. در بین گونه های مورد تحقیق سه گونه *Eucalyptus microtheca* ، *Eucalyptus camaldulensis* و *Acacia stenophylla* به ترتیب با ۹۹، ۹۷ و ۹۷ درصد زنده مانی از بقیه گونه ها موفق تر بوده و گونه چنار با ۲۶ درصد زنده مانی کمترین موفقیت را داشته است .

➤ تحقیقات طبری و صالحی (۲۰۰۹) طی ۱۵ سال روی کاج الدار در جنوب تهران نشان داد استفاده از فاضلاب شهری در مقایسه با آب چاه باعث رشد بهتری در *P. eldarica* شد. غلظت P, N, K, Ca, Mg, Na, Cu ، Zn, Mn, Fe و همچنین $pH, EC, SOC, CaCO_3$ در سوزنهای درختان آبیاری شده با پساب شهری بیشتر از درختانی است که با آب چاه آبیاری شدند. آبیاری با پساب سبب افزایش مقدار AU در لایه فوقانی خاک (۱۵ / ۰-۰ متر) گردید. نتایج تحقیق نشان داده که آبیاری با استفاده از پساب شهری موجب سمیت عناصر در سوزنها و خاک نمی شود.

➤ تحقیقات انجام شده توسط سهرابی و همکاران (۲۰۱۶) در جنگلکاریهای فولاد مبارکه که با استفاده از پساب کارخانه فولاد آبیاری می شوند نشان داد که کربن ذخیره شده توسط کاج الدار (36.8 Mg/hm^2) بوده که بیش از مقدار کربنی است که توسط گونه های سرونقره ای (۲۳.۷)، توت (۱۰.۰) و اقاچیا (۹.۶) ذخیره شده است. در تمامی گونه ها تجمع زیست توده در بخش فوقانی خاک بیش از بخش تحتانی می باشد. ضمن اینکه سوزنی برگان پتانسیل ذخیره کربن بیشتری نسبت به پهن برگان دارند.

➤ طبق اظهارات استوارت و همکاران (۱۹۹۰)، استفاده از پساب در آبیاری درختکاریها، نه تنها یک شیوه عملی برای دفع پساب می باشد بلکه یک شیوه استفاده مجدد از آب بوده که کمترین خطر بهداشتی را دارد.

➤ عرصه های درختکاری بهترین منبع تولید چوب صنعتی هستند که با مصرف متناهی از مواد غذایی پساب ، میزان انتقال این مواد را به رودخانه ها کاهش می دهند (khopar, 2002).

➤ درختان با جذب عناصر سمی در آب بازیافتی در بیوماس خود، مانع آلودگی زنجیره غذایی می شوند (CSIRO, 1999).



➤ سوسدو و همکاران (۲۰۰۶) اظهار می کنند که آبیاری با پساب، علاوه بر افزودن عناصر غذایی به خاک، مواد آلی موجود در پساب پس از ورود به خاک وسیله میکروارگانیزمها تجزیه شده و باعث افزایش هوموس خاک و بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک می شود

➤ بررسی های انجام شده توسط Stewart & Flim, 1984 و (Phillips et al., 1986) روی کاج تهران (*Pinus eldarica* Medw.) نشان داد که میزان رشد درختان در رویشگاه های آبیاری شده با فاضلاب به علت محتوای مواد غذایی بیشتر، افزایش یافته است.

➤ استفاده از گونه های گیاهی که توانایی برداشت و ذخیره سازی فلزات سنگین را در اندام های خود داشته و در صنایع مختلف از جمله صنعت چوب و کاغذ کاربرد داشته باشند راهکار مناسبی برای حل نیاز سلولزی می باشد. برخی از گونه های تندرشد مثل اکالیپتوس می توانند ضمن تولید چوب، بخش عمده ای از عناصر سنگین را از خاک جذب و در بخش های سلولزی خود ذخیره نمایند (Ponc-Hernandez et al., 2004).

➤ نتایج تحقیقات کنشلو و اقتصادی (۱۳۹۰) در خوزستان نشان داد که نقش درختان در کاهش آلاینده ها، یک همبستگی کامل به سرشت گونه، ویژگی های رویشگاه و همچنین میزان و شدت آلودگی دارد. در مناطقی که آلودگی شدید بوده و خاک رویشگاه حاصلخیز و از نظر رطوبتی، گیاه تحت تنش نباشد گونه های بومی مانند پده و شیشم نسبت به گونه های خارجی برتری داشته و بیشترین جذب را دارند.

➤ در تحقیقات انجام شده توسط هاپ من و همکاران (۱۹۹۰) در وودنگا استرالیا روی رشد و تولید بیوماس ۷ گونه درختی که با پساب آبیاری شدند نشان داد در سن چهار سالگی میانگین ارتفاع گونه های *Eucalyptus saligna*, *grandis* و هیبرید *Populus deltoids*populus nigra* از ۱۴,۳ تا ۱۵ متر متفاوت بود که برتری زیادی نسبت به گونه های *Eucalyptus camaldulensis*، *Casuarina conninghamiana*، *Pinus radiata* و *populus deltoids* داشتند.

➤ تحقیقات Singh و Bhati (۲۰۰۴) در مورد مقایسه اثر آبیاری با استفاده از فاضلاب شهری و آب معمولی روی ترکیبات معدنی و میزان رشد گونه *Acacia nilotica* نشان دادند که آبیاری با فاضلاب شهری سبب افزایش رشد طولی، قطر ساقه و زی توده نهال ها در مقایسه با آب معمولی شده که این اثر با افزایش مقدار آب مصرفی بیشتر می شود. گرچه آبیاری با فاضلاب شهری میزان تجمع عناصر معدنی از جمله فلزات سنگین را نیز در اندام گیاهی افزایش داده است.



روش تحقیق:

- - قالب طرح آماری: بلوکهای کامل تصادفی

- تعداد تکرار: ۳

- عرصه های تحقیق: استانهای مرکزی- قم- خراسان رضوی- سیستان و بلوچستان

- گونه های مورد تحقیق: ۲۴ گونه

مرکزی (دلیجان): ۱۲ گونه

یزد (شهر یزد): ۱۱ گونه

خراسان رضوی (سبزوار): ۵ گونه

قم (شهر قم): ۱۰ گونه

سیستان و بلوچستان (زابل): ۶ گونه

- تعداد پایه در هر کرت: ۲۵ اصله

- آب آبیاری: پساب شهری

روش تحقیق

Research Methodology



ویژگیهای عرصه های تحقیق

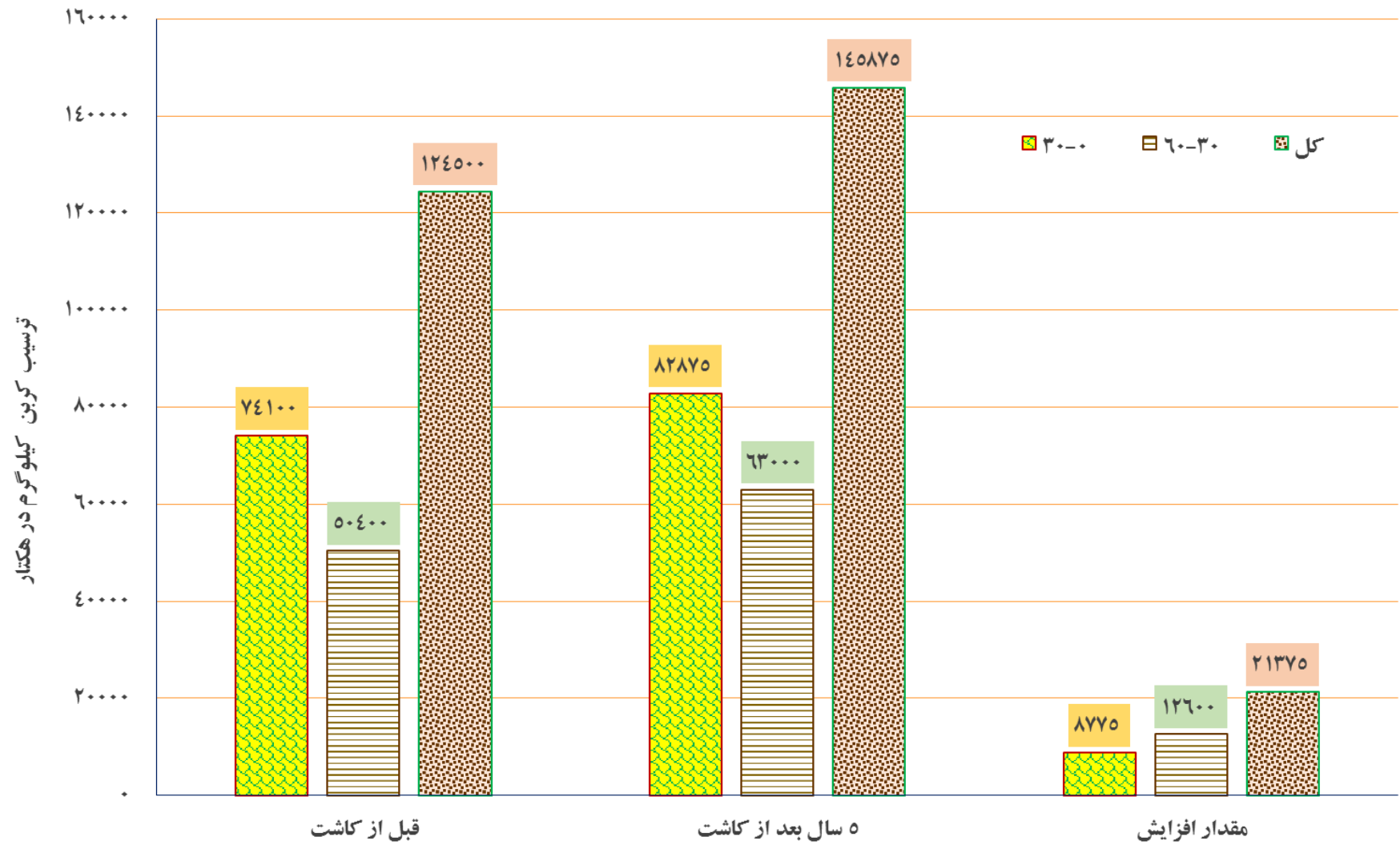
خصوصیات اقلیمی: کلیه عرصه های تحقیق در اقلیم خشک قرار دارند:

- سایت دلیجان: اقلیم خشک با متوسط بارندگی سالیانه ۱۸۵ میلیمتر - ارتفاع از سطح دریا ۱۵۲۴ متر
- سایت قم: اقلیم خشک نیمه بیابانی با متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۶ میلیمتر ارتفاع از سطح دریا ۹۲۰ متر
- سایت سبزوار: اقلیم خشک بیابانی سرد با متوسط بارندگی سالیانه ۱۸۱ میلیمتر از سطح دریا ۹۷۷ متر
- سایت یزد: اقلیم فراخشک بیابانی و نیمه بیابانی با متوسط بارندگی ۶۲,۱ سالیانه میلیمتر - ارتفاع از سطح دریا ۱۲۳۰ متر
- سایت زابل: اقلیم فوق العاده خشک با متوسط بارندگی ۶۰,۸ میلیمتر - ارتفاع از سطح دریا ۴۸۰ متر



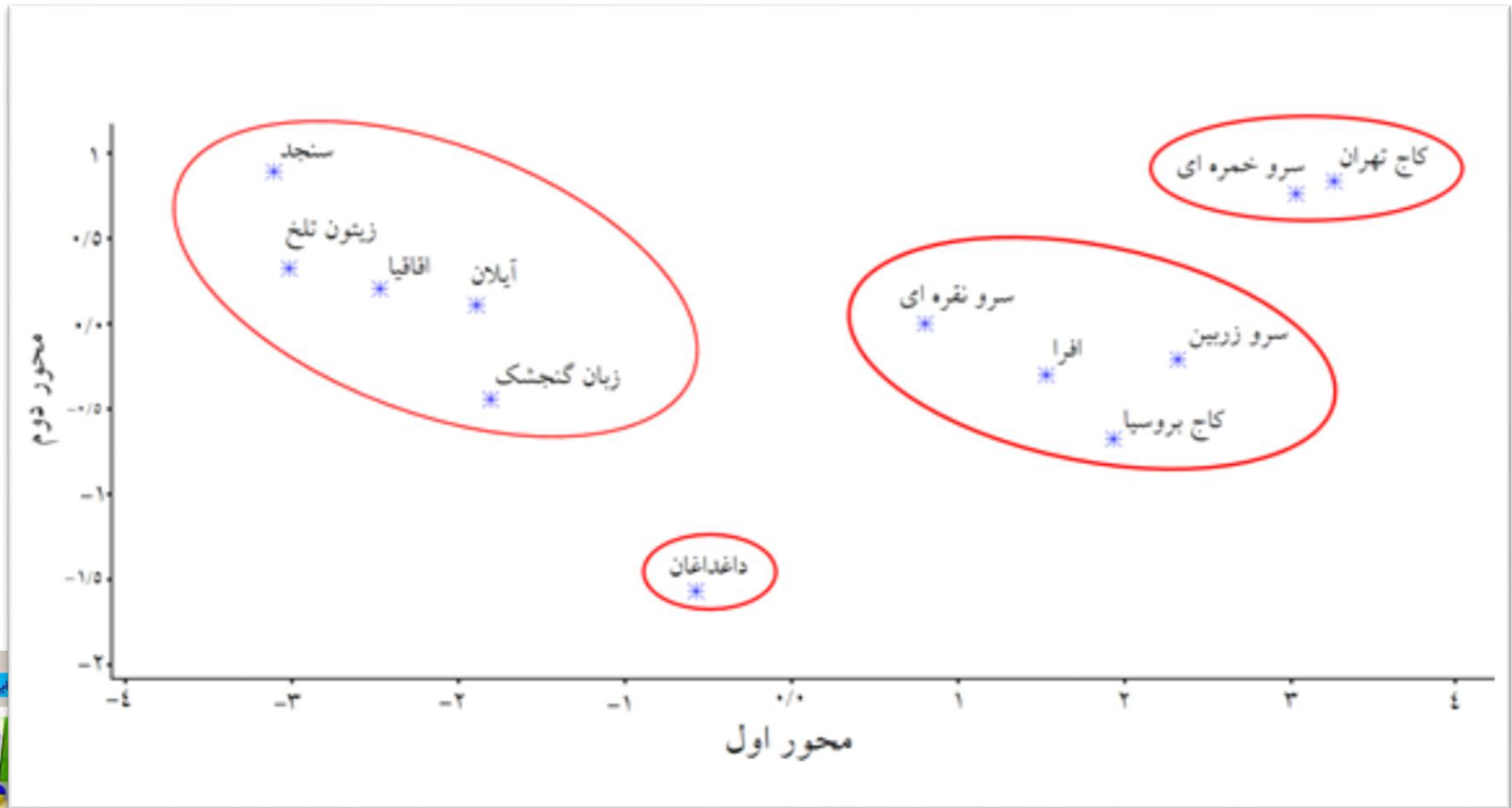
تغییرات مقدار ترسیب کربن در افقهای مختلف خاک قبل از جنگلکاری - بعد از جنگلکاری

مقدار ترسیب کربن در خاک عرصه جنگلکاری



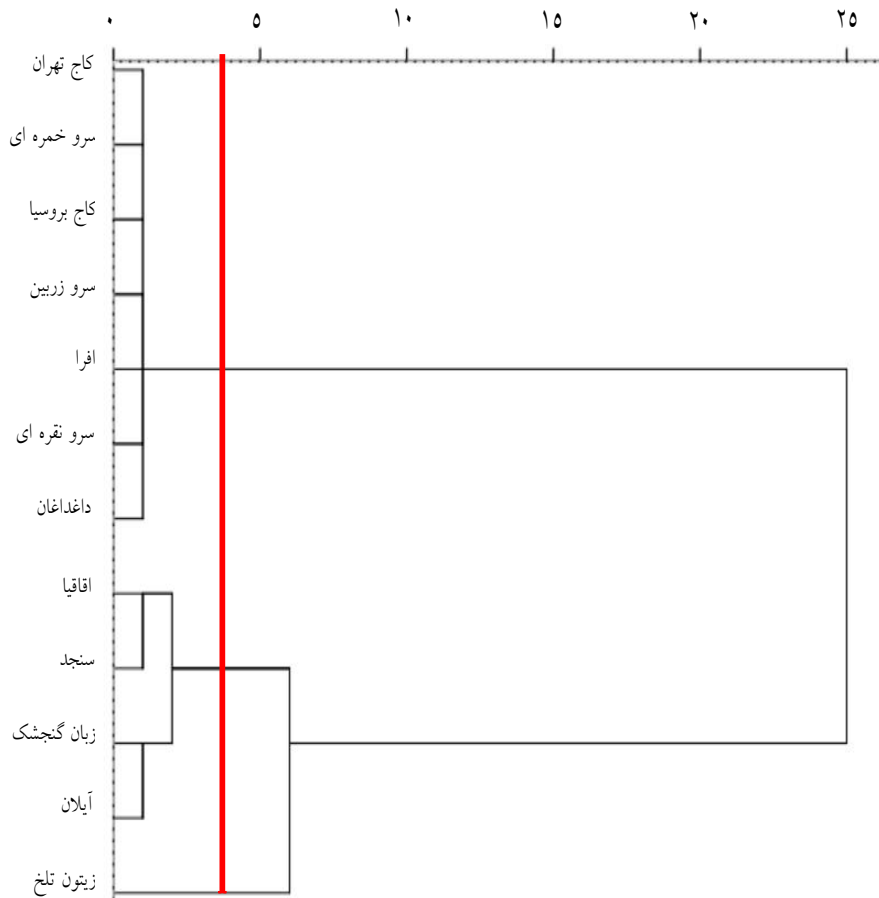
نتایج: نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی حاکی از آن است موقعیت و پراکنش گونه‌های سنجد،

زیتون تلخ، اقاچیا، آیلان و زبان گنجشک در یک گروه قرار گرفته و بیشترین همبستگی منفی را با محور اول و گونه‌های سرو نقره‌ای، افرا، سرو زربین و کاج بروسیا یک گروه دیگر را تشکیل داده و همبستگی مثبت با محور اول را نشان می‌دهند. گونه داغداغان همبستگی منفی با محورهای اول و دوم و گونه‌های سرو خمره‌ای و کاج تهران نیز با همبستگی مثبت با محورهای اول و دوم به ترتیب دو گروه مجزا را تشکیل داده‌اند (دلیجان)



نتایج:

فاصله گونه ها بر اساس میزان شباهت



با استفاده از تجزیه خوشه ای سه خوشه به دست آمد که خوشه ۱ شامل گونه های کاج تهران، سرو خمیره ای، کاج بروسیا، زرین، افرا، سرو نقره ای و داغداغان بوده و بیشترین شباهت را با یکدیگر دارا می باشند و از لحاظ سازگاری در رتبه ضعیف قرار گرفته اند. خوشه ۲ شامل گونه های افاقیا، سنجد، زبان گنجشک و آیلان که دارای شباهت بیشتری با یکدیگر می باشند که از لحاظ سازگاری در رتبه متوسط قرار می گیرند. خوشه ۳ شامل گونه زیتون تلخ بوده که از لحاظ سازگاری در رتبه خوب قرار دارد. خوشه ۲ و ۳ شباهت بیشتری با یکدیگر دارند چون طول بردار آنها کوتاه تر است ولیکن با خوشه ۱ بیشترین اختلاف را نشان

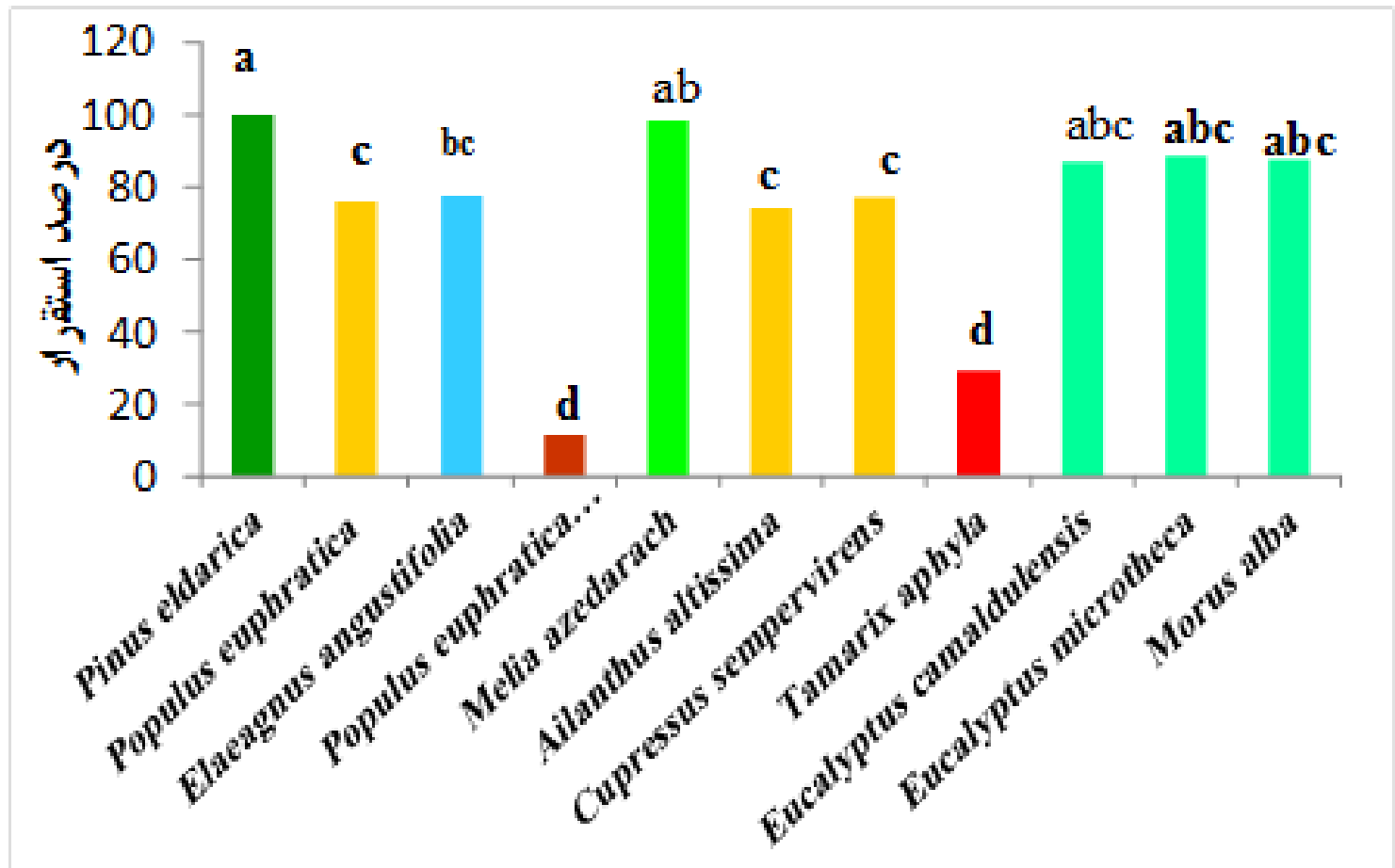
می دهند.



نتایج :

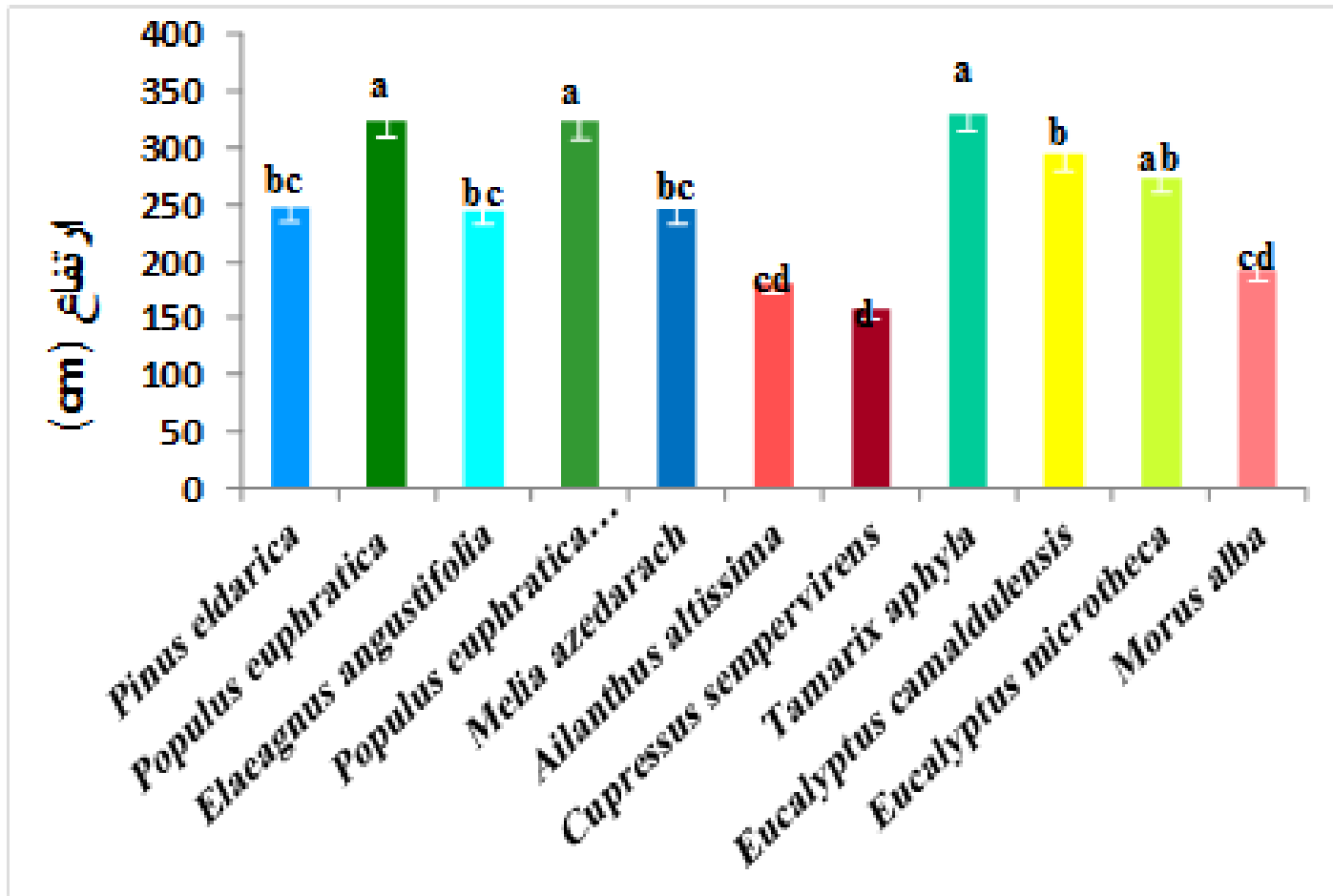
درصد استقرار :

مقایسه میانگین داده‌های مربوط در این خصوص نشان داد که بین بسیاری از گونه‌ها اختلاف معنی داری وجود دارد. بیشترین درصد استقرار مربوط به کاج با ۱۰۰ درصد استقرار و کمترین آن مربوط به هیبرید پده صنوبر با ۱۱/۱ درصد بود. زیتون تلخ، توت، اکالیپتوس میکرو تکا و اکالیپتوس کامالدولنسیس رتبه‌های بعدی را در میزان استقرار بعد از کاج به خود اختصاص دادند (یزد).



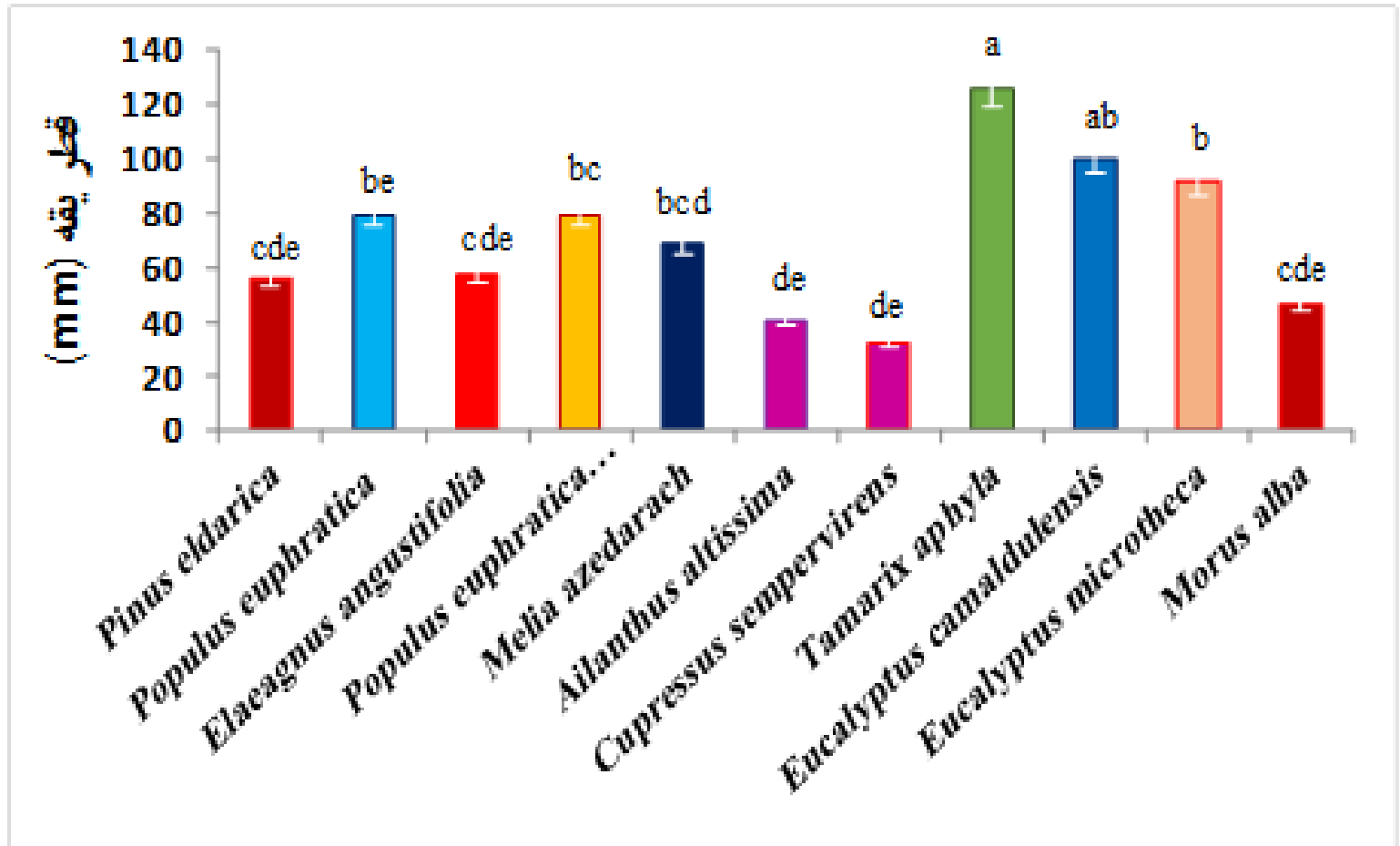
نتایج:

ارتفاع درخت (یزد): نتایج بررسی های به عمل آمده حاکی از تفاوت معنی دار ($P < 0.001$) بین ارتفاع درختان مورد آزمایش می باشد. بیشترین ارتفاع مربوط به گز شاهی با ۳۳/۳۳۰ سانتی متر و کمترین آن مربوط به ۸۳/۱۵۷ سانتی متر مربوط به سرو بود

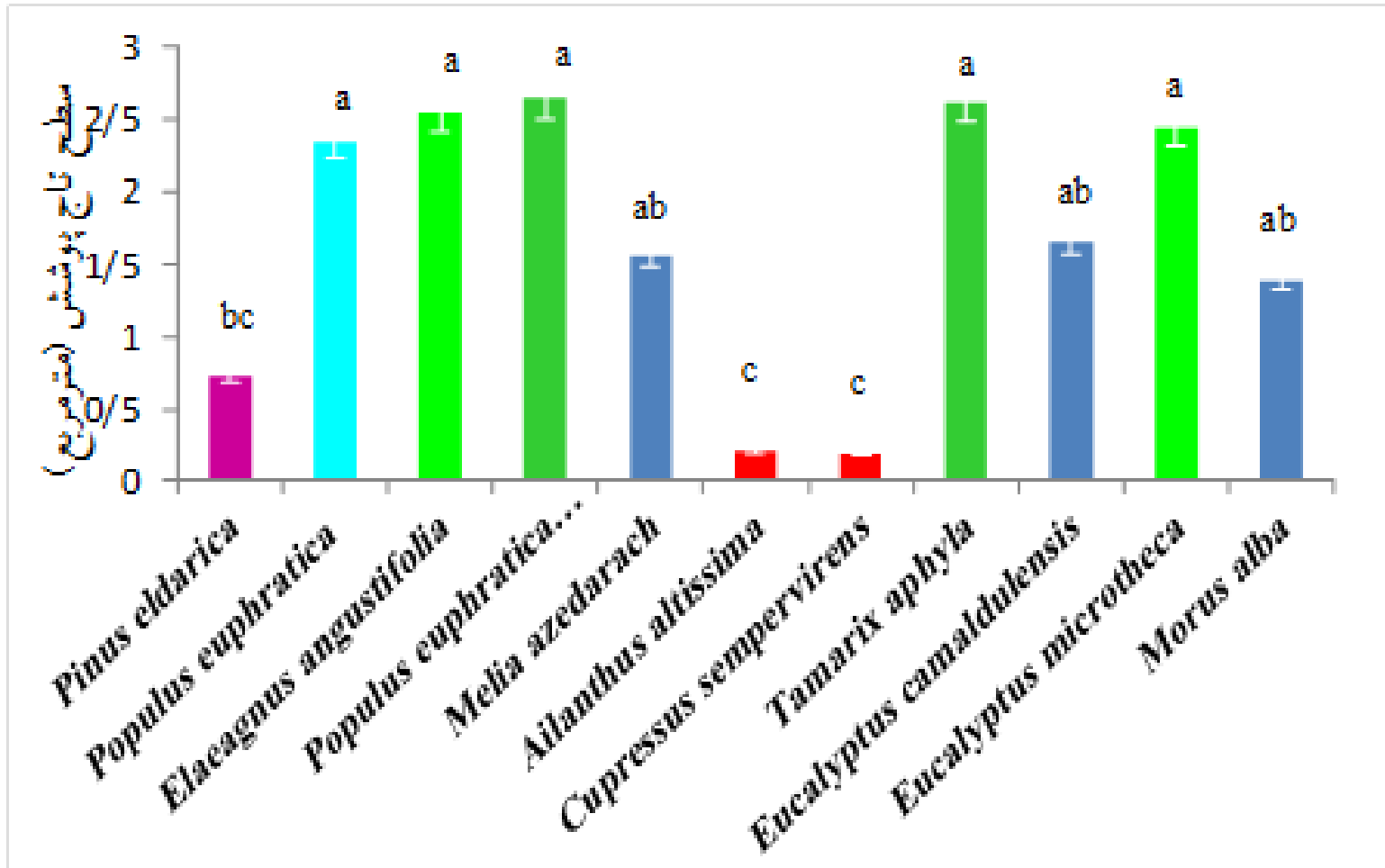


نتایج:

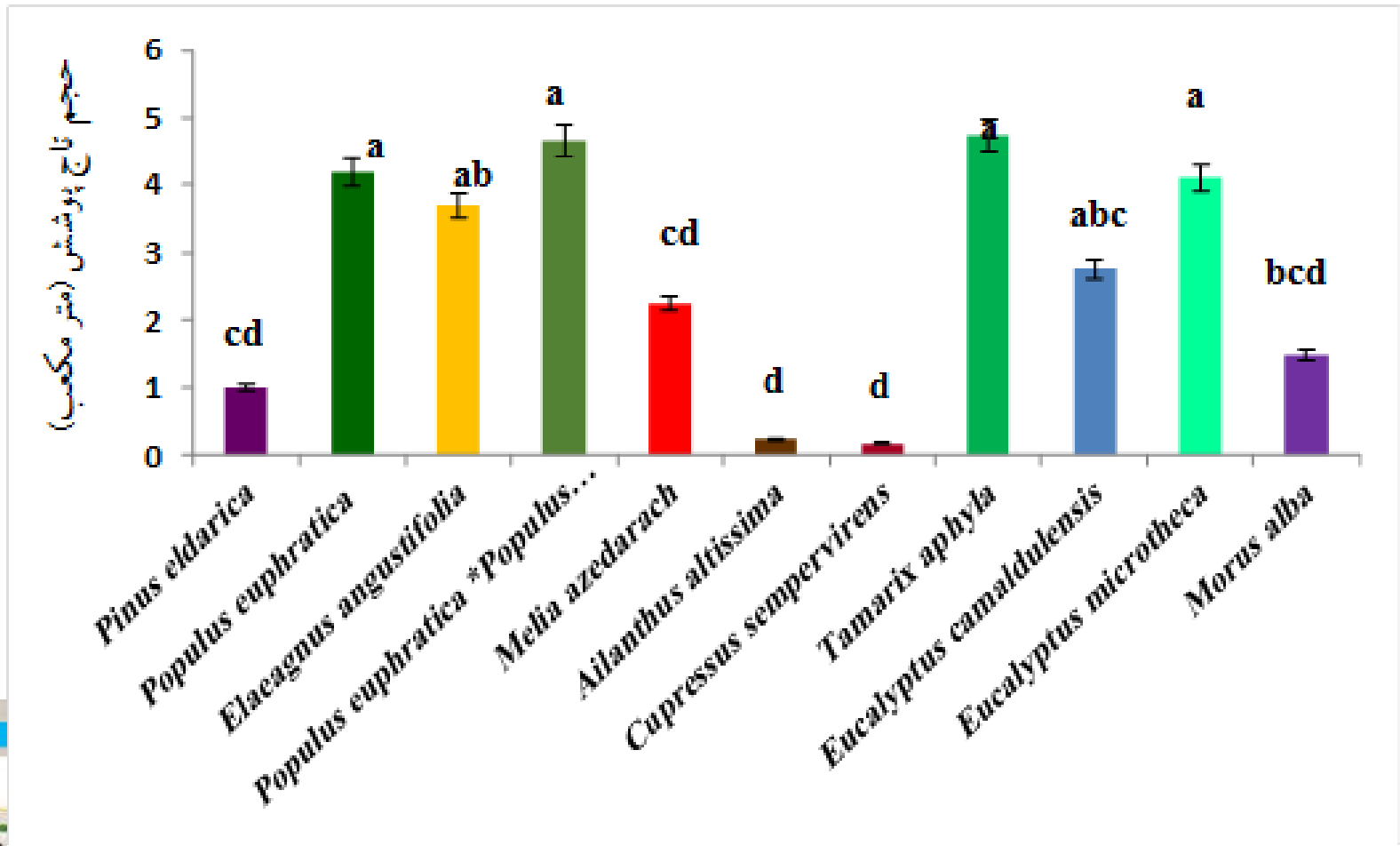
قطر یقه : مقایسه میانگین داده‌ها در این خصوص نشان داد که بیشترین قطر یقه مربوط به گز شاهی با ۷۵/۱۲۵ میلی‌متر و کمترین آن مربوط به سرو با ۴۶/۳۲ میلی‌متر بود



تاج پوشش: مقایسه میانگین داده‌های تاج پوشش، حاکی از تفاوت فاحش بین گونه‌های مختلف دارد، به طوری که بیشترین سطح تاج پوشش متعلق به گز شاه‌ی بوده که با درختانی چون اکالیپتوس میکرو تکا، سنجد، پده و هیبرید پده صنوبر اختلاف معنی داری را نشان نداد. تفاوت معنی داری بین گونه‌های ذکر با اکالیپتوس کامالدولنسیس، توت، زیتون تلخ نیز مشاهده نگردید. کمترین سطح تاج پوشش متعلق به سرو ناز با ۱۸۸/۰ متر مربع بود

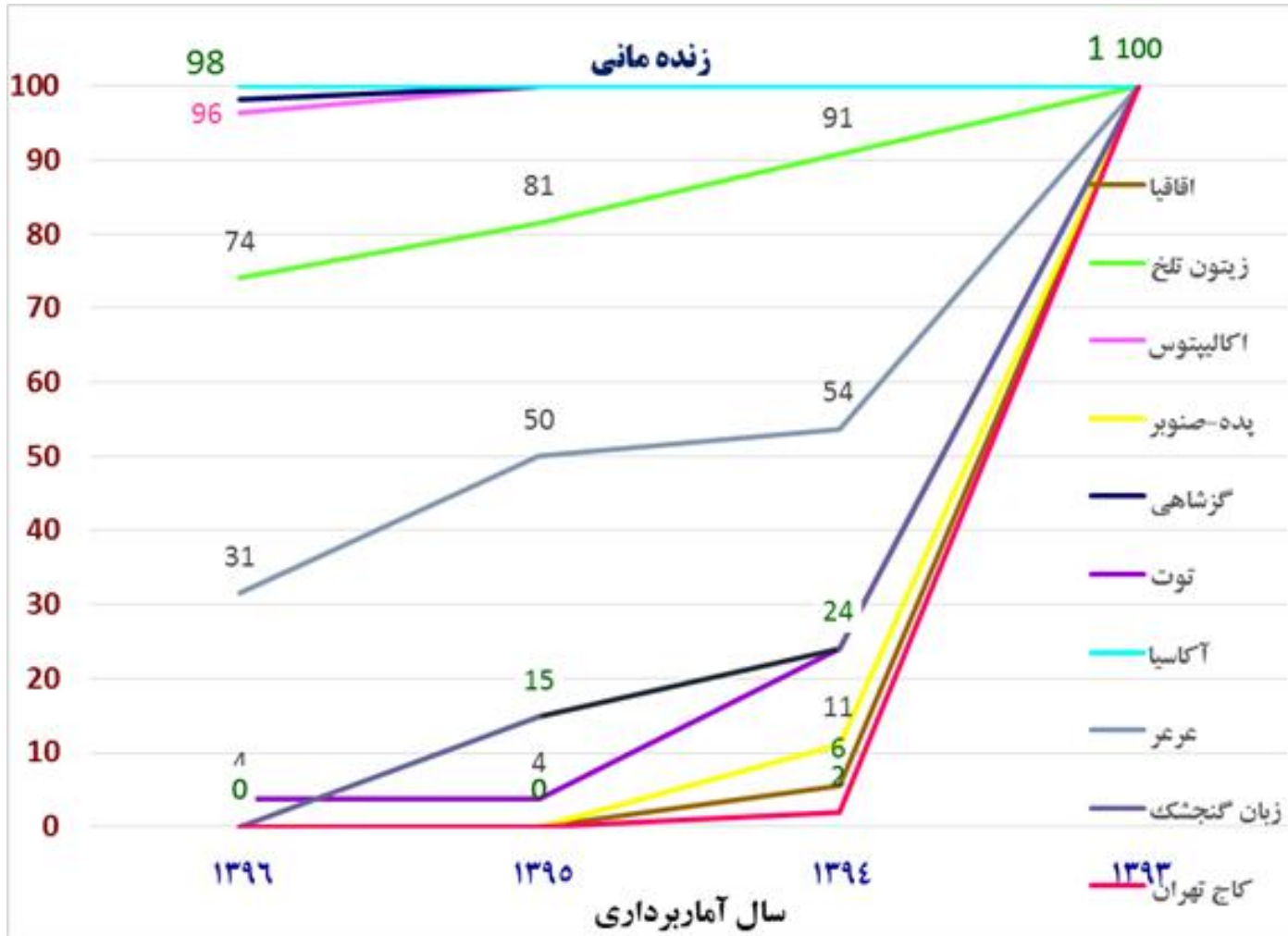


حجم تاج: مقایسه میانگین داده های مربوط در خصوص حجم تاج درختان استقرار یافته نشان ، که بالاترین حجم تاج پوشش را درختان گز شاهی بعد از چهار سال رشد در شرایط مذکور با ۷۱/۷ متر مکعب ایجاد کردند، هرچند با گونه هایی چون پده، هبیرید پده صنوبر و اکالپتوس میکرو تکا اختلاف معنی داری را نشان نداد. کمترین حجم تاج پوشش همچون سایر شاخص های مورد ارزیابی مربوط به سرو ناز با ۱۶۲/۰ متر مکعب بود که با عرعر اختلاف معنی داری را نشان نداد (یزد)



نتایج:

زنده مانی (قم): سه گونه آکاسیا، گز شاهی و اکالیپتوس کامالدنسیس با میانگین درصد زنده مانی ۹۸، ۹۶ و ۹۶ در ردیف موفقترین گونه ها بوده و در مقابل گونه های کاج تهران، افاقیا و هیبرید پده - صنوبر در ردیف ناموفق ترین گونه ها شناخته شدند بطوریکه تمامی پایه ها نتوانستند شرایط را تحمل نمایند و خشک شدند. دو گونه زیتون تلخ و عرعر با درصد زنده مانی بترتیب ۷۴ و ۳۱ در زمره گونه های نیمه موفق بودند

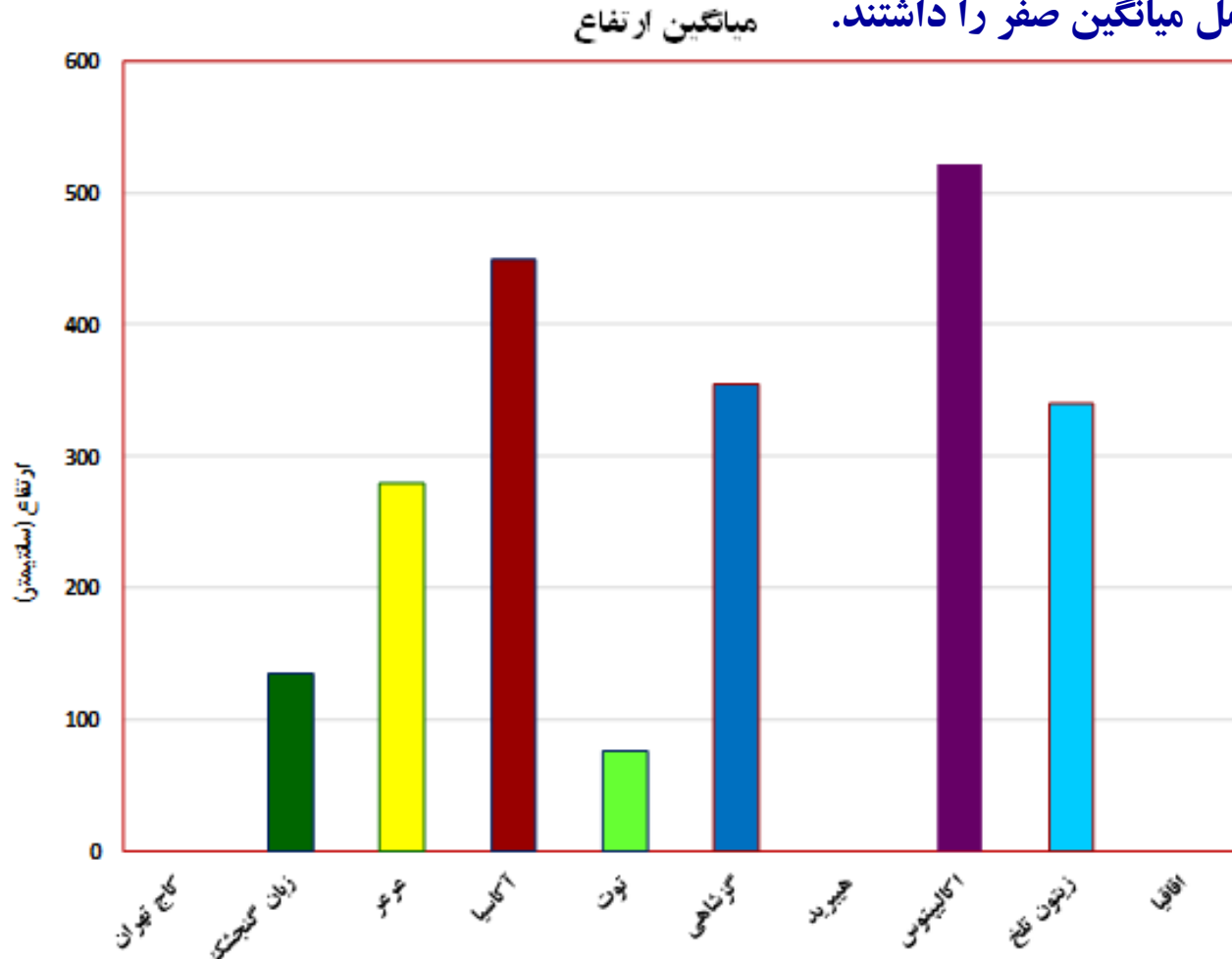


نتایج ارزیابی عملکرد



نتایج:

ارتفاع (قم): در سال های اول و دوم تفاوت چندانی بین ارتفاع درختان مشاهده نشد. در سال چهارم تفاوت بین درختان از نظر ارتفاع معنی دار شده بطوریکه در ۴ کلاس ارتفاعی قرار گرفتند. کلاس یک اختصاص به گونه های اکالیپتوس و آکاسیا به ترتیب با میانگین ارتفاع ۵۲۱ و ۴۴۹ سانتیمتر، کلاس دو مربوط به گونه های گزشاهی، زیتون تلخ و عرعر با میانگین ارتفاعی به ترتیب ۳۵۴، ۳۴۰ و ۲۷۹ سانتیمتر، کلاس سوم مربوط به گونه های زبان گنجشک و توت به ترتیب با میانگین ارتفاعی ۱۳۳ و ۷۶ سانتیمتر و در کلاس آخر گونه های کاج تهران، هیبرید پده- صنوبر و اقاچیا قرار داشتند که به دلیل خشکیدگی کامل میانگین صفر را داشتند.



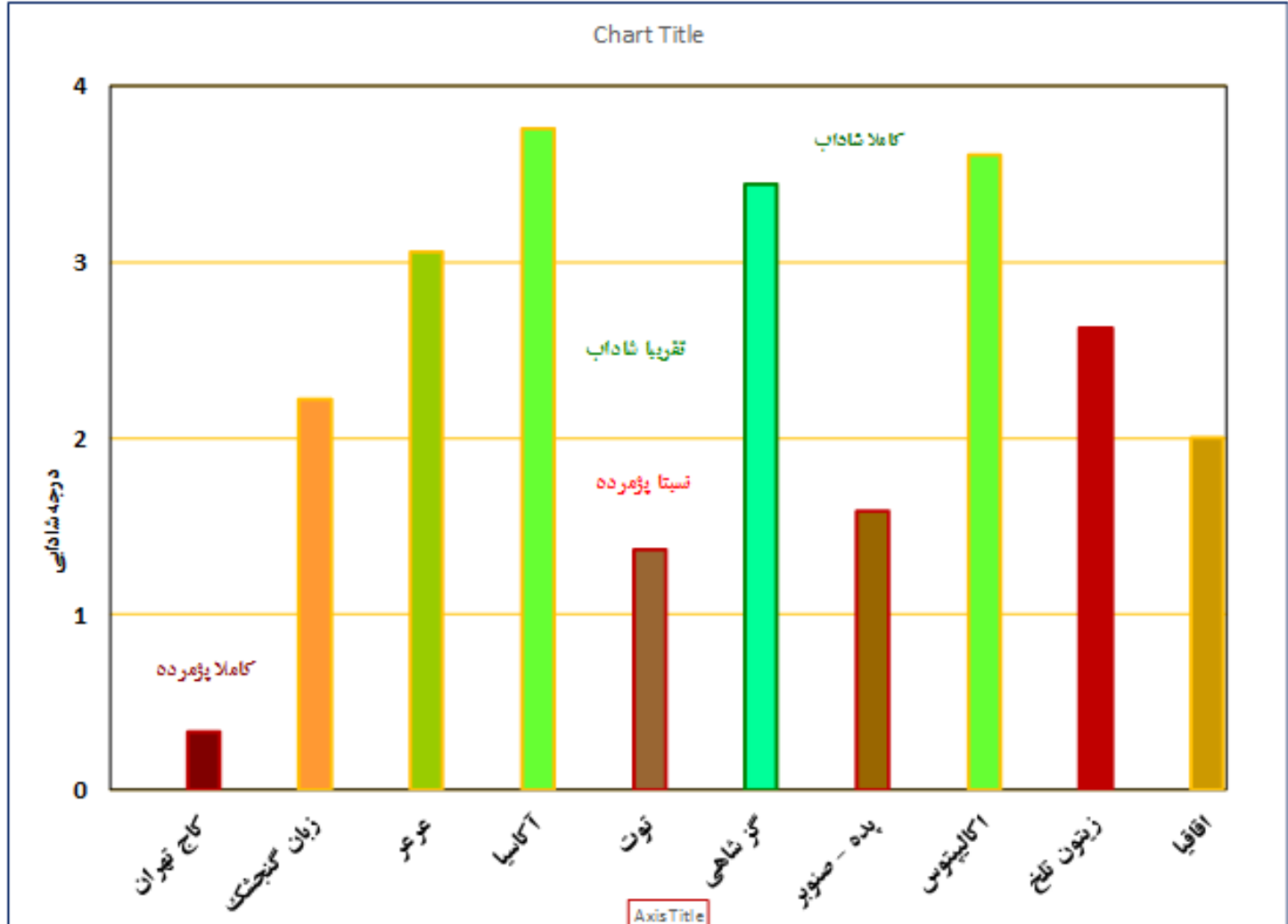
نتایج ارزیابی عملکرد



نتایج:

شادابی (قم): بین گونه ها از نظر شادابی تفاوت معنی داری وجود دارد بطوریکه می توان

آنها را در ۴ کلاس شادابی دسته بندی نمود. گونه های آکاسیا، اکالیپتوس و گزشاهی کاملاً شاداب بوده و در دسته اول با درجه شادابی بالا قرار دارند. گونه عرعر در مرز بین کاملاً شاداب و تقریباً شاداب قرار گرفت. دو گونه زیتون تلخ و زبان گنجشک در دسته تقریباً شاداب قرار گرفتند. گونه های افاقیا، هیبرید پده - سپیدار و توت چندان شاداب نبوده و در دسته نسبتاً پژمرده قرار گرفتند. کاج تهران بعنوان ناموفق ترین و غیرشاداب ترین گونه در این تحقیق شناخته شده که در سال چهارم تقریباً تمامی سوزنهای گیاه خشک شدند.



تغییرات خصوصیات خاک در طول پروژه

نتایج:

منابع تغییرات	عمق خاک (سانتی متر)	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	pH	درصد مواد خنثی شونده	کربن آلی (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	کلر (میلی گرم بر کیلوگرم)	سدیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
t														
قبل از جنگکاری	۰-۳۰	شنی-لومی	۱/۶۵	۷/۹۱	۳۱/۲	۰/۰۹	۰/۰۰۹	۱۵/۶	۱۶/۴	۲	۱۲۱	۶۴/۴	۱۶/۴	۱۹/۴
	۳۰-۶۰	لومی-شنی	۱/۷۱	۷/۸۵	۳۰/۲	۰/۱۷	۰/۰۱۷	۱۹	۹۷/۲	۲/۵	۱۳۸	۷۴/۴	۱۲/۴	۱۳/۴
	۶۰-۹۰	شنی-لومی	۵/۸۱	۷/۴۷	۳۵/۷	۰/۳۱	۰/۳۱	۲۲/۸	۳۰/۲	۵/۹	۲۸۰	۷۴/۴	۱۰/۴	۱۵/۴
۵ سال پس از جنگکاری	۰-۳۰	شنی-لومی	۲/۰۱۵	۸/۱۶	۳۰/۱۷۵	۰/۲۱۳	۰/۰۲۱۳	۲۰	۹۱/۰۵	۲/۸۵	۱۲۱	۷۵/۷	۱۰/۴	۱۳/۴
	۳۰-۶۰	لومی-شنی	۱/۵۲	۷/۹۶۸	۳۲/۵۷۵	۰/۱۵	۰/۰۱۵	۲۲/۸	۱۰/۶۰۵	۳/۱	۱۱۹/۸	۷۰/۷	۱۳/۹	۱۴/۱۵
	۶۰-۹۰	شنی-لومی	۱/۲۳۵	۸/۰۱	۳۱/۵۵	۰/۱۴۳	۰/۰۱۴۳	۱۰/۶۵	۱۴۶/۶	۳/۰۵	۱۰۱/۸	۶۷/۳۵	۱۵/۹	۱۶/۹



تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب در فلزات سنگین خاک

خاک در حالت طبیعی (بدون آبیاری با فاضلاب)

شماره	نام عنصر	مقدار اندازه گیری شده (mg/l)	مقدار استاندارد (mg/l)
۱	Zn	۰/۰۰	۲
۲	Cu	۰/۰۰	۱
۳	Co	۰/۰۰	۱
۴	As	-	۰/۱
۵	Cd	۰/۰۰	۰/۱
۶	Pb	۰/۶۴	۱

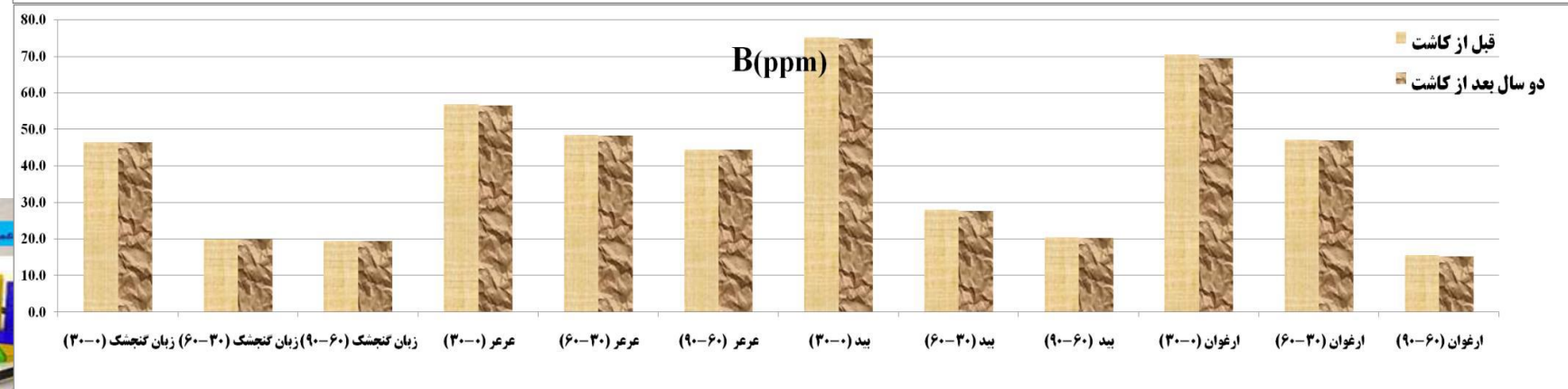
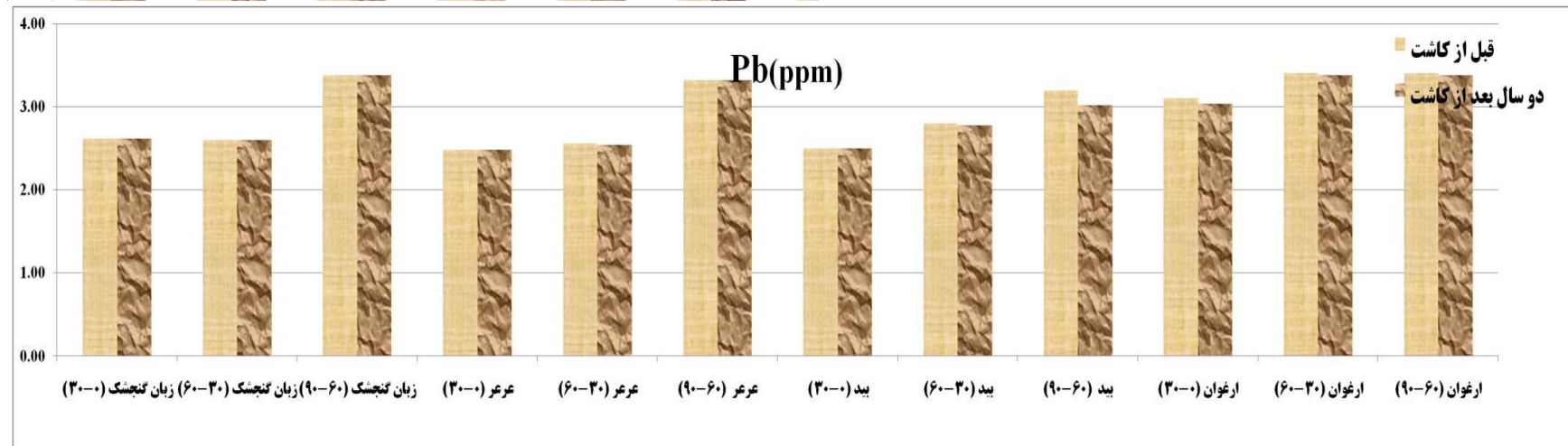
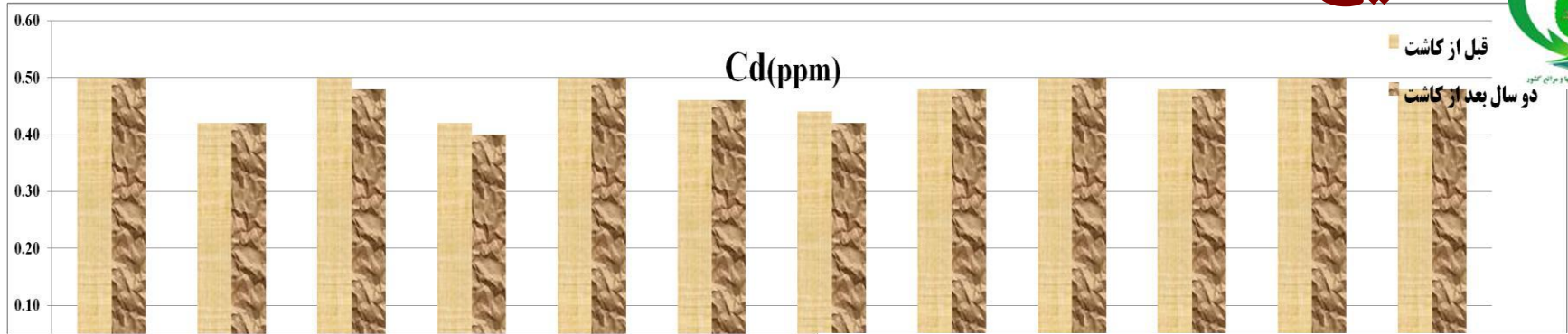
خاک در حالت آبیاری شده با فاضلاب بدون درخت

شماره	نام عنصر	مقدار اندازه گیری شده (mg/l)	مقدار استاندارد (mg/l)
۱	Zn	۰/۰۰	۲
۲	Cu	۰/۰۰	۱
۳	Co	۰/۰۰	۱
۴	As	-	۰/۱
۵	Cd	۰/۰۰	۰/۱
۶	Pb	۱/۰۴	۱



تغییرات فلزات سنگین در خاک

نتایج:



بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان دادند که در تمامی سایتهای تحقیق، گونه های پهن برگ نسبت به سوزنی برگان از نظر خصوصیات کمی و کیفی برتر دارند. به دلیل متفاوت بودن شرایط تحقیق در سایتهای مختلف (اقلیم، پساب، خاک و فیزیوگرافی) نمی توان یک استنتاج کلی از تحقیق گرفت. آنچه بدیهی است شرایط نامناسب خاک (شوری، بافت سنگین، هیدرومورفی بودن خاک) از عوامل عمده تاثیرگذار بوده بطوریکه در هیچ یک از عرصه ها، سوزنی برگان موفقیت چندانی نداشتند. متقابلاً گونه های گزشاهی و اکالیپتوس از موفق ترین گونه ها بودند و گونه های آیلان، زیتون تلخ، زبان گنجشک، سنجد و توت در رتبه دوم قرار دارند.

علی رغم استقرار بسیار خوب هیبرید پده - صنوبر در سالهای اول و دوم، متأسفانه در پی وقفه در برنامه آبیاری و بروز تنش خشکی و حمله لارو سوسک چوبخوار صنوبر بسیاری از پایه ها دچار آسیب گردیده و با ترشح صمغ از شاخه ها و تنه، موجب خشک شدن و از بین رفت آنها گردید. جدا از این تجربه تلخ که در سایتهای دیگر نظیر گرمسار نیز تکرار گردید چنانچه این هیبرید بطور منظم مورد آبیاری قرار گیرد می تواند در زمره گونه های مناسب در شرایط آبیاری با فاضلاب جهت توسعه فضای سبز، ترسیب کربن و تولید چوب مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج دیگر محققین که گونه های همانند: پده (Adler *et al.*, 2008)، توت (Ashfag *et al.*, 2009)، زیتون تلخ (Sarvar *et al.*, 2013)، زیتون تلخ و اکالیپتوس (Pandey *et al.*, 2011)، برای گونه های مختلف اکالیپتوس (Minhas *et al.*, 2015) را به عنوان گونه های مناسب برای کاشت در شرایط آبیاری با فاضلاب و پساب معرفی کرده اند همسو می باشد.



فاکتورهای شیمیایی و میکروبی موجود در پساب خروجی برای آبیاری درختان نسبت به استانداردهای موجود WHO در محدوده نسبتا مناسبی قرار دارند. بنابراین از نظر شیمیایی کاربرد پساب برای آبیاری درختان محدودیت خاصی ندارد. اگرچه از نظر اسیدیته و پارامتر اکسیژن خواهی بیولوژیکی (BOD) در مقایسه با حدود توصیه‌ای، فراتر از حداکثر مقدار مجاز برای آبیاری بوده و دارای محدودیت می باشد که بایستی در خصوص کاهش مقدار BOD5 اقدامات لازم برای تصفیه آب آبیاری انجام گیرد.

آنالیز خاک قبل و بعد از ۵ سال، نشان داد هدایت الکتریکی در افق سطحی افزایش داشته که می تواند ناشی از جذب املاح از افق زیرین و ذخیره آنها در برگ و نهایتا تجزیه آنها و افزایش در سطح خاک باشد (فراهی و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش اسیدیته در تمام افقها و افزایش کربن آلی و ازت کل فقط در افق سطحی مشاهده شد. نتایج محققین نشان می دهد که با افزایش عمق میزان اسیدیته خاک نیز افزایش می یابد. Magesan و همکاران (۲۰۰۰) گزارش نمودند که مقدار مواد آلی در پساب تأثیر مهمی بر نفوذپذیری خاک دارد به طوری که افزایش مواد آلی با مسدود نمودن منافذ خاک، نفوذ را به اعماق خاک کاهش می دهد. با تجمع مواد آلی در سطح خاک و عدم فرصت کافی برای تجزیه مواد آلی، میزان سدیم در سطح خاک افزایش می یابد که در تحقیق حاضر نیز مقدار سدیم، کربن آلی و نیتروژن در افق سطحی بیشتر است.

افزایش غلظت فسفر، پتاسیم و کلر نشان از تهویه مناسب خاک، افزایش لاشبرگ و تجزیه آن به وسیله میکرو ارگانیسم ها می باشد که منجر به افزایش کربن آلی خاک شده که از عوامل مؤثر بر افزایش فسفر قابل جذب در خاک محسوب می شوند (فراهی و همکاران، ۱۳۹۳). از طرف دیگر به دلیل تحرک بسیار کم فسفر در خاک، در لایه های سطحی مقدار آن بیشتر است. می توان افزایش پتاسیم در افق سطحی و کاهش آن در افق زیرین را ناشی از جذب پتاسیم از اعماق خاک توسط گیاه، تجمع آن در برگ و در نهایت تجزیه لاشبرگ دانست (فراهی و همکاران، ۱۳۹۳).



نتایج این تحقیق ثابت کرد که جنگل کاری در اراضی بایر تأثیر بسیار زیادی در ترسیب کربن خاک دارد. با توجه به اینکه بخش بزرگی از کربن خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی متری ذخیره می شود، این فرایند در افزایش حاصلخیزی و بهبود سیستم هیدرولوژی خاک و نیز جلوگیری از فرسایش بسیار مؤثر است (متین کیا و همکاران، ۱۳۹۰). در تحقیق حاضر میزان ترسیب کربن خاک در منطقه جنگل کاری شده و آبیاری با پساب نسبت به قبل از کاشت درختان افزایش یافته ولیکن این افزایش در افق ۰-۳۰ سانتی متر دارای بیشترین مقدار است. Shi و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی پتانسیل ترسیب کربن خاک مناطق فرسایش یافته چین، بیان کردند که با افزایش عمق خاک، پتانسیل ترسیب کربن در خاک کاهش می یابد. محمودی طالقانی و همکاران (۱۳۸۶) و ورامش و همکاران (۱۳۸۹)، لایه اول خاک تا عمق ۳۰ سانتی متری را به عنوان لایه ای که بیشترین ظرفیت قابلیت ترسیب کربن را دارد، معرفی کردند.

• نتایج آنالیز فلزات سنگین خاک در افقهای مختلف عرصه جنگلکاری نشان داد که گونه های زبان گنجشک و آیلان در کاهش عنصر کادمیم و گونه بید در کاهش عنصر سرب نقش مهمی دارند. این قابلیت به میزان سازگاری گونه ها با شرایط اکولوژیکی و همچنین سرشت گیاهان از جمله خانواده بید دارد که قادرند این گیاهان عنصر سرب را از خاک جذب و در اندام خود ذخیره نمایند.. این نتیجه با نتایج کنشلو و اقتصادی (۱۳۹۰) در خوزستان که گونه سازگار و بومی پده و شیشم را که موفق ترین گونه ها در کاهش آلودگی سرب بیان نمودند همسو می باشد.



سایت های تحقیق



روش تحقیق
Research Methodology



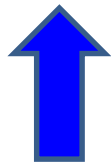
گونه های مورد تحقیق

ردیف	نام علمی گونه	نام فارسی	زابل	سبزوار	قم	مرکزی	یزد
۱	<i>Robinia pseudoacacia</i> L	اقاقیا			*	*	
۲	<i>Fraxinus rotundifolia</i> Mill.	زبان گنجشک	*	*	*	*	
۳	<i>Acer negundo</i> L.	افرا سیاه				*	
۴	<i>Melia azedarach</i> L.	زیتون تلخ			*	*	*
۵	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	سنجد				*	*
۶	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	آیلان	*	*	*	*	
۷	<i>Celtis australis</i> L.	داغداغان				*	
۸	<i>Pinus brutia</i>	کاج بروسیا				*	
۹	<i>Pinus eldarica</i> Medw.	کاج تهران			*	*	*
۱۰	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	سرو خمره‌ای				*	
۱۱	<i>Cup. sempervirens var. horizontalis</i>	سرو زرین				*	
۱۲	<i>Cupressus arizonica</i> Green.	سرو نقره‌ای				*	



ادامه جدول گونه های مورد تحقیق

ردیف	نام علمی گونه	نام فارسی	زابل	سبزوار	قم	مرکزی	یزد
۱۳	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	اکالیپتوس			*		*
۱۴	<i>Eucalyptus microtheca</i>	اکالیپتوس					*
۱۵	<i>Tamarix aphylla</i>	گز شاهی	*		*		
۱۶	<i>Populus euphratica</i> Olivier	پده					*
۱۷	<i>Populus euphratica</i> * <i>Populus alba</i>	هیبرید پده - صنوبر	*		*		*
۱۸	<i>Morus alba</i>	توت			*		*
۱۹	<i>Cup. sempervirens</i> var. <i>Fastigiata</i>	سرو شیراز					*
۲۰	<i>Populus nigra</i>	صنوبر					*
۲۱	<i>Salix alba</i>	بید					*
۲۲	<i>Cercis siliquastrum</i>	ارغوان					*
۲۳	<i>Acacia salicina</i>	آکاسیا برگ بیدی			*		
۲۴	<i>Olea europaea</i>	زیتون	*				





نتایج ارزیابی عملکرد



سایت سیستان



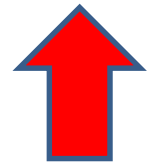
سایت یزد



سایت سبزوار



سایت قم



نتایج تجزیه شیمیایی پساب فاضلاب

(سایت دلیجان)

پارامترها	واحد	پساب	استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)
اسیدیته	—	۸/۰۳	۶/۸-۵/۵
نسبت جذب سدیم	—	۱/۵	۹
هدایت الکتریکی	dS/m	۱/۷۳	۷-۰/۳
کل جامدات محلول	mg/L	۷۷۶/۵۴	۲۰۰۰-۵۰۰
کل جامدات معلق	mg/L	۸۶/۴۵	۱۰۰
کلسیم	mg/L	۱۰۷/۷۶	۲۵۰
منیزیم	mg/L	۳۲/۲۵	۵۰
نیتريت	mg/L	۲/۸۱	۱۰
آمونیاک	mg/L	۴۲/۵	۵۰
سختی کل	mg/L	۴۰۲/۰۸	۵۰۰
کلرور	mg/L	۸۲/۲۷	۴۰۰
فسفات	mg/L	۱۰/۴۳	۲۰
سولفات	mg/L	۷۶/۶۳	۱۰۰
فلوراید	mg/L	۰/۵۲	۱/۵
قلیائیت	mg/L	۵۴۱/۶۵	۶۰۰
کل COD	mg/L	۲۰۲/۵	۲۰۰
BOD5 کل	mg/L	۱۳۰	۱۰۰
کلیفرم مدفوعی	MPN/100ml	۱۱۷/۸۲	۴۰۰
کلیفرم کل	MPN/100ml	۱۴۷/۲۹	۱۰۰۰

(اکسیژن مورد نیاز شیمیایی)

Biochemical Oxygen Demand



استان مرکزی





۴

کاشت نهال در کف فارو برای مقابله با شوری



شادابی گونه توت در سال دوم تحقیق در سایت یزد



برتری هیبرید پده-صنوبر در سال دوم



موفقیت گونه سنجد در سایت یزد



زیتون تلخ یکی از گونه های موفق در سایت یزد



حمله چوبخوارها

Melanophila picta Pall.

(خانواده سرامبسیدها)

در سال سوم تحقیق

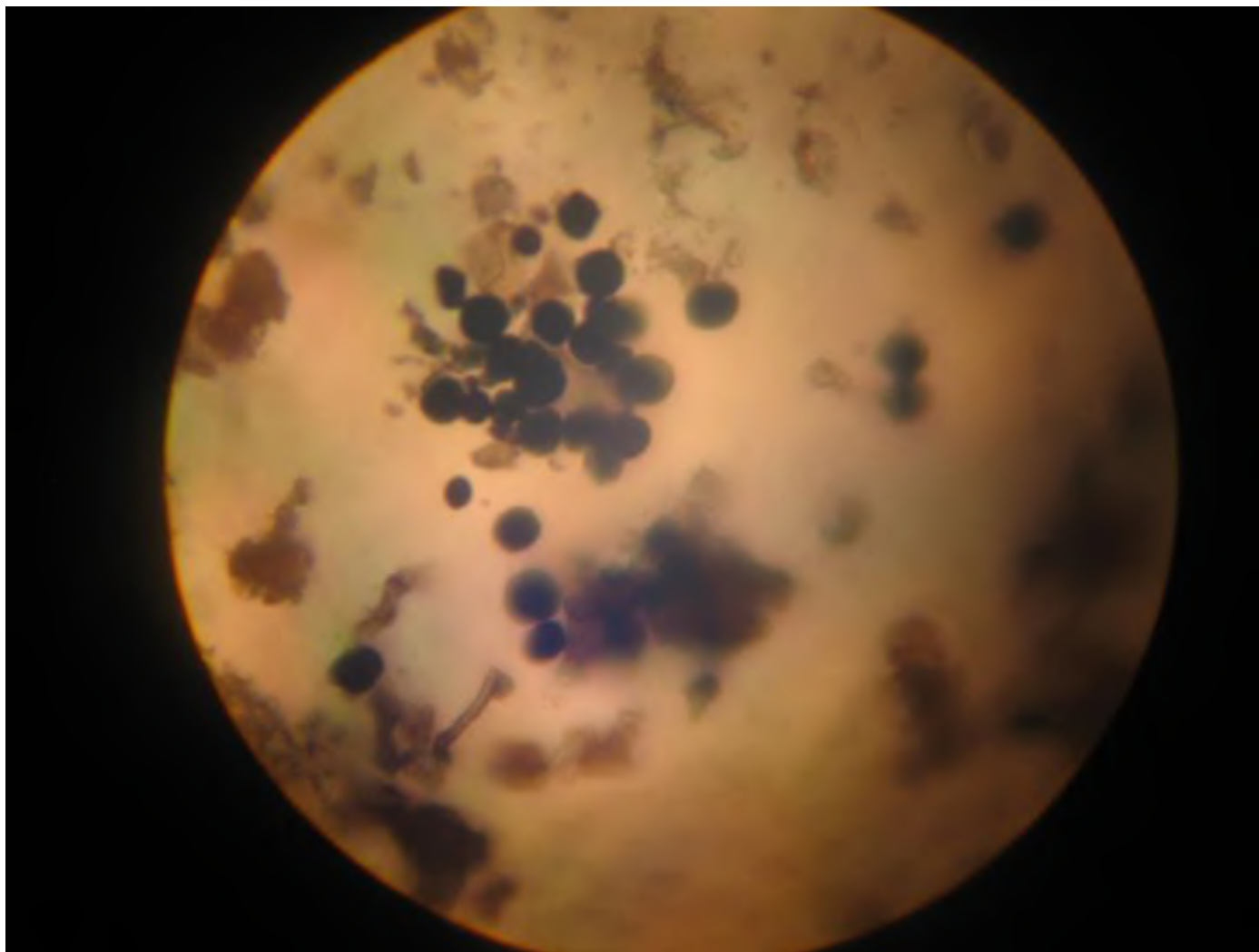
بعد از بروز تنش خشکی



عملیات کاشت علوفه همراه با درختکاری در سایت یزد



نوع قارچ اتم فیلوم و ناتراسیا، به عنوان عوامل خشکیدگی تعدادی از صنوبرهای کشت شده



با تشکر
کنشده