

## اثر جنگلکاری با گونه های سوزنی برگ و پهن برگ بر برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک (مطالعه موردی: پارک جنگلی شهرستان دورود)

معصومه متین کیا<sup>۱\*</sup>، بابک پیله ور<sup>۲</sup>، حمید متین فر<sup>۳</sup>  
تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

### چکیده:

جنگلکاری ها می توانند در طول زمان تاثیرات عمده ای بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک داشته باشند. به منظور بررسی اثر جنگلکاری با گونه های غیر بومی سوزنی برگ و پهن برگ بر برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در منطقه پارک جنگلی گهر دورود، سه تیپ جنگلکاری شده (اقاقیا خالص، تیپ خالص کاج بروسیا و تیپ جنگلکاری آمیخته بروسیا - اقاقیا) در پارک جنگلی گهر دورود و یک توده طبیعی بلوط به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در هر تیپ در واحدهای شکل زمین یکسان در توده های جنگلکاری شده و منطقه شاهد از هر واحد چهار نمونه مرکب از سه عمق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ برداشت گردید. نتایج نشان می دهد برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تاثیر نوع گونه تغییر کرده است، به طوری که گونه سوزنی برگ کاج بروسیا باعث افزایش میزان فسفر قابل جذب، شوری و درصد لوم خاک و کاهش میزان کربن آلی، ازت و PH نسبت به خاک منطقه شاهد شده است. گونه اقاقیا نیز باعث افزایش میزان ازت، کربن آلی و پتاسیم خاک شده است. نتایج بیانگر آن است که پس از ۳۶ سال، جنگلکاری تاثیر مشخصی بر برخی خصوصیات خاک همراه با تغییر در جامعه گیاهی و حیاتی داشته است.

**واژه های کلیدی:** جنگلکاری، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک، کاج بروسیا، اقاقیا

<sup>۱</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، matinkya2009@yahoo.com

<sup>۲</sup> - استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

<sup>۳</sup> - استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

## مقدمه:

منجر به افزایش میزان قابل توجه ازت خاک شده‌است (10).

بررسی تأثیر جنگل‌کاری نه ساله با گونه‌هایی از خانواده لگومینوزه (*Leguminosae*) بر روی خاک در هند بیان‌گر این موضوع بود که جنگل‌کاری با گونه‌هایی از خانواده لگومینوزه (*Leguminosae*) باعث کاهش معنی‌داری در میزان اسیدیته، شوری و میزان جرم مخصوص ظاهری خاک می‌گردد (۱۲). در کالیفرنیا بررسی تأثیر گونه بلوط در مقایسه با چمن-زارهای اطراف آن بر خاک منطقه نشان داد که خاک زیر تاج از لحاظ مواد آلی و معدنی از کیفیت بهتری نسبت به چمن‌زارها برخوردار است. بعد از گذشت ۲۰ سال از قطع درختان مجدداً نمونه‌گیری‌هایی در زیر تاج درختان قبلی صورت گرفت که مشخص کرد کیفیت خاک منطقه مورد نظر به مراتب پایین‌تر از سال‌های حضور تاج بر روی آن بوده‌است (۷). در سپیری تأثیر جنگل‌کاری بر معدنی شدن مواد آلی خاک مورد بررسی قرار داده شد. نتایج نشان داد که جنگل‌کاری با میزان نیتروژن خالص و عمل نیتروفيکاسیون رابطه دارد؛ در حالیکه معدنی شدن کربن به نوع اکوسیستم و جنگل‌کاری بودن یا نبودن ربطی ندارد (۱۳). بررسی حاصلخیزی خاک و پوشش گیاهی کف مناطق جنگل‌کاری شده با گونه *Pinus halapensis* در بازه‌های زمانی صفر تا پنج، پنج تا نه و ۱۳ سال به بالا در نواحی خشک و نیمه خشک مدیترانه‌ای نشان داد که توسعه جنگل‌کاری باعث افزایش کربن-آلی، N، کل، فسفر قابل جذب و بهبود رطوبت خاک گردیده است. در کل نتایج تحقیق

شناخت ویژگی‌های خاک یکی از نیازهای اساسی مدیریت اصولی جنگل است که بسیاری از گزینه‌های جنگلشناسی از جمله انتخاب گونه، نرخ رویش توده و پیش‌بینی درصد زنده مانی نهال تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند (۸). به طور کلی خاک به عنوان یکی از ارکان اکوسیستم نقش عمده‌ای در ایجاد تغییر و تنوع پوشش گیاهی ایفا می‌کند و از طرف دیگر پوشش گیاهی نیز نقش قابل توجهی در تغییر و تحول خصوصیات خاک‌ها دارد (۴). بنابراین نباید تغییرات پوشش گیاهی و عناصر شیمیایی و فیزیکی خاک را از یکدیگر منفک دانست بلکه همواره اثر متقابل این دو را باید مدنظر قرار داد. تاکنون دانشمندان بسیاری تأثیر گونه‌های درختی بر خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک مورد مطالعه قرار داده‌اند. در یونان بررسی تأثیر دو توده جنگل-کاری شده کاج سیاه و افاقیا بر روی خاکها نشان داد که هر دو توده جنگل‌کاری باعث ایجاد افق جدیدی در خاک و کاهش هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک منطقه شده بودند و جنگل‌کاری باعث افزایش مواد آلی نسبت به منطقه شاهد شده است، اما در این زمینه بین دو توده جنگل‌کاری تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. در عین حال جنگل‌کاری با گونه افاقیا باعث افزایش در میزان منیزیم خاک گردیده است. ولی تفاوتی در میزان کلسیم به وجود نیآورده است (۱۴). بررسی اثر جنگل‌کاری آمیخته صنوبر و افاقیا روی خاک عرصه و تأثیر متقابل بین گونه‌های درختی در چین نیز نشان داد که جنگل‌کاری آمیخته این دو گونه

خاکشناسی جنگل مورد توجه بوده است. هدف از این تحقیق نیز بررسی اثر و رابطه متقابل بین نوع گونه جنگلکاری شده و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک می باشد.

### مواد و روشها

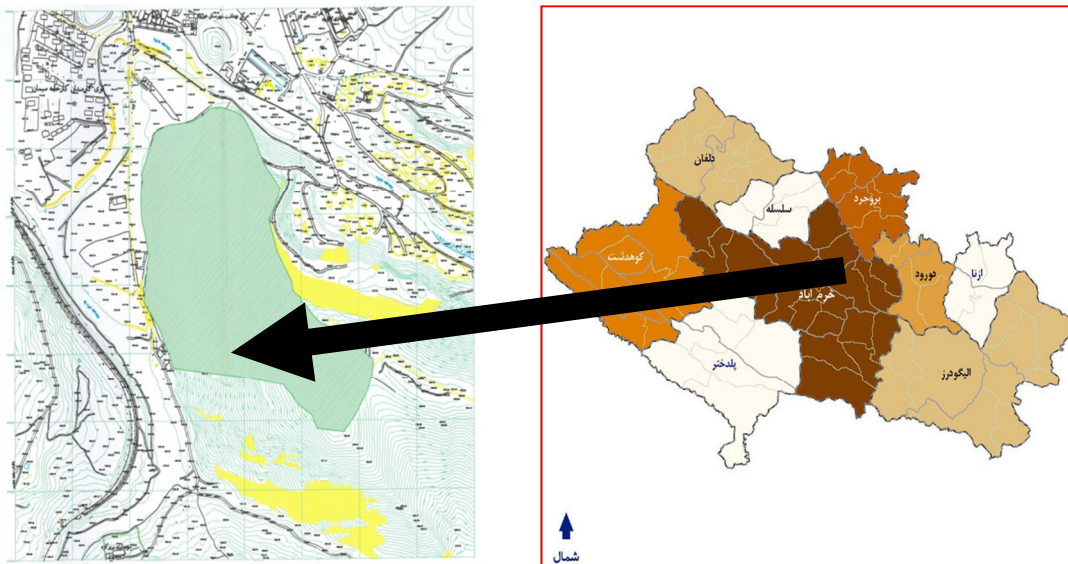
#### منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق پارک جنگلی گهر شهرستان دورود در استان لرستان با مساحت ۳۵ هکتار و یک منطقه جنگلی طبیعی در فاصله یک کیلومتری جنوب پارک با مساحتی حدود ۹ هکتار، واقع در مدار ۴° ۴۹° طول شرقی، ۲۸، ۳۲° عرض شمالی در جنوب شهرستان دورود با حداقل ارتفاع ۱۴۰۲ متر و حداکثر ارتفاع ۱۷۰۲ متر از سطح دریا بوده است. این منطقه بر اساس طبقه بندی دومارتن دارای اقلیم مدیترانه ای و بر اساس روش کوپن جزء اقلیم نیمه خشک سرد و بر اساس تقسیم بندی آمبرژه جزء "اقلیم نیم مرطوب سرد" محسوب می گردد. متوسط بارش سالیانه این شهرستان ۶۳۰ میلی متر، متوسط دمای سالیانه آن معادل ۱۵ درجه است. درختان افاقیا، کاج بروسیا و کاج تهران گونه های درختی غالب منطقه را تشکیل می دهند. البته گونه های دیگری مانند عرعر (*Ailanthus altissima*)، انجیر (*Ficus carica*)، افرا سیاه (*Acer negundo*)، سرو نقره ای (*Cupressus arizonica*) و زبان گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) نیز در پارک مشاهده می شود. (۱). جنگل طبیعی نیز با شرایط مشابه پوشیده از گونه ی بلوط

مذکور نشان داد که جنگلکاری می تواند مقدمه ای برای احیای مناطق خشک و نیمه خشک مدیترانه ای باشد (۱۱). مطالعه اثر جنگل کاری در نیوزلند با گونه های کاج (*Pinus radiate*)، اکالیپتوس (*Eucalyptus nitens*) و سرو (*Cupressus macrocarpa*) بر خصوصیات شیمیایی خاک در اراضی که قبلا علفزار بوده است نیز نشان داد که در عمق صفر تا پنج سانتی متری خاک این مناطق ازت کل و کربن کاهش و منیزیم و کلسیم محدود شده بود. میزان فسفر قابل جذب و آلی در کلیه جنگلکاری های مورد بررسی نیز افزایش یافته بود. نتایج بر این موضوع تأکید داشت که، در کوتاه مدت، جنگل کاری بیشتر از علفزارها می تواند خصوصیات خاک را تغییر دهد (۹) بررسی اثر گونه افاقیا (*Robinia pseudacacia*) و کاج تهران (*Pinus eldarica*) بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد که گونه افاقیا بیشتر از کاج تهران در افزایش ضخامت خاک مؤثر بوده است، اما نتوانسته در میزان نیتروژن کل تغییری ایجاد نماید. از سوی دیگر گونه کاج باعث افزایش فسفر قابل جذب و اسیدیته و درصد لوم خاک شده بود (۵). مطالعه اثر جنگل کاری خالص و آمیخته صنوبر و توسکای ییلاقی بر خصوصیات خاک نیز بیانگر این موضوع بود که با گذشت هفت سال از زمان جنگل کاری تغییر قابل توجهی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک صورت نگرفته است (۳). بنابر این بحث در مورد روابط بین خاک و پوشش گیاهی همواره از موضوعاتی بوده که در علم مدیریت جنگل و علوم مربوط به

گونه *Quercus brantii var.persica* که گونه

بومی این منطقه بود انتخاب گردید.



شکل ۱: موقعیت منطقه مطالعاتی پارک جنگلی گهر دورود در استان لرستان

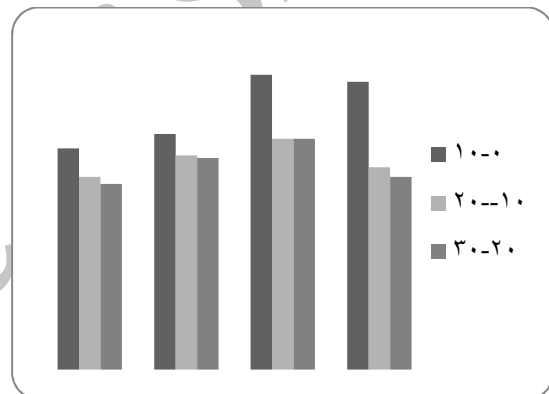
آنها) در چهار نقطه از هر توده، برداشت گردید. در مجاورت پارک جنگلی توده‌ای طبیعی با گونه غالب بلوط با شرایط مشابه، به عنوان منطقه شاهد انتخاب گردید و از سه عمق ۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰، و ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتری نمونه مرکب، متشکل از چهار نمونه در چهار نقطه از این توده، برداشت گردید. سپس نمونه‌های هر افق در هر تیپ جنگلی به آزمایشگاه منتقل تا ویژگیهای خاک کف عرصه بررسی و تغییرات رخ داده در خاک تیپهای مختلف جنگلکاری پس از گذشت ۳۳ سال تعیین گردد. در این مطالعه بافت خاک به روش هیدرومتری، اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه pH متر، شوری خاک توسط دستگاه EC متر، ازت خاک با استفاده از روش کج‌دال، کربن آلی به روش والکی بلاک، فسفر قابل جذب به روش اولسون، و میزان سدیم و پتاسیم خاک با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد.

### روشها:

به منظور بررسی تاثیر نوع گونه (سوزنی‌برگ یا پهن‌برگ) جنگلکاری شده بر برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک (بافت خاک، سدیم، پتاسیم، PH، میزان کربن آلی، فسفر قابل جذب و میزان شوری)، پارک جنگلی گهر دورود را در قالب سه تیپ جنگلکاری خالص با گونه پهن برگ افاقیا، جنگلکاری خالص با گونه سوزنی‌برگ کاج بروسیا و جنگلکاری آمیخته با گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ (اقاقیا- بروسیا) تقسیم‌بندی و در هر تیپ در واحدهای شکل زمین یکسان در زیر درختان جنگلکاری شده از سه عمق ۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰، و ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتری نمونه‌های مرکب (برداشت چهار نمونه با فاصله و به صورت تصادفی و آمیختن

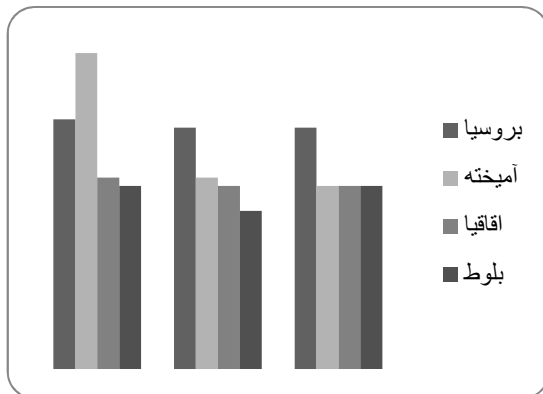
### نتایج:

نتایج آزمایشات خاک چهار تیپ جنگل کاری خالص افاقیا، خالص بروسیا، آمیخته بروسیا - افاقیا و منطقه شاهد بلوط نشان دهنده اختلاف در برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک چهار ناحیه می باشد. در سه عمق مورد بررسی کمترین میزان کربن آلی مربوط به تیپ خالص بروسیا و در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری خاک مشاهده شد و بیشترین میزان کربن آلی در افاقیا و عمق صفر تا ۱۰ سانتی متری خاک دیده شد (شکل ۲).



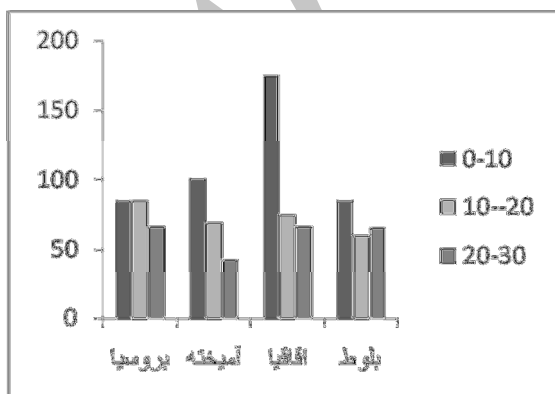
شکل ۲- مقایسه میزان کربن آلی خاک در چهار تیپ

در سه عمق مورد بررسی بیشترین میزان شوری خاک (EC) مربوط به تیپ خالص بروسیا و کمترین شوری مربوط به خاک جنگل طبیعی بلوط می باشد. ولی این تفاوت بسیار اندک و قابل چشم پوشی است، زیرا که شوری در هر چهار تیپ به طور متوسط حدود ۰/۲ دسی زیمنس می باشد (شکل ۳).

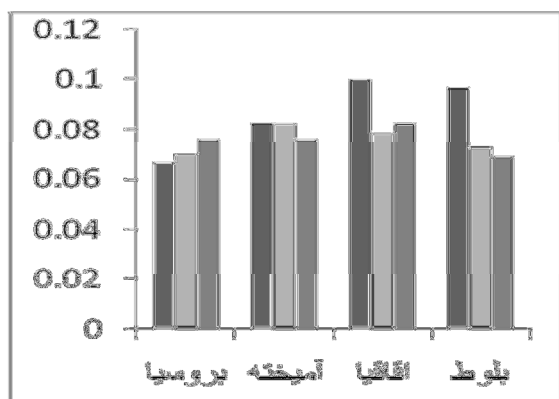


شکل ۳- مقایسه میزان شوری خاک در چهار تیپ

از نظر پتاسیم قابل جذب در عمق صفر تا ۱۰ سانتی متری خاک جنگل کاری افاقیا (۱۷۵ ppm) و تیپ آمیخته افاقیا- بروسیا (۱۰۰ ppm) بیشترین میزان و بروسیا و بلوط هر دو با (۸۵ ppm) کمترین میزان پتاسیم قابل جذب را داشتند. در عمق ۱۰-۲۰ سانتی متری خاک کمترین پتاسیم قابل جذب در خاک بلوط و بیشترین میزان در خاک جنگل کاری خالص بروسیا مشاهده شد. همچنین تیپ بروسیا در عمق ۲۰-۳۰ سانتی نیز بیشترین میزان پتاسیم و جنگل کاری آمیخته کمترین میزان پتاسیم قابل جذب را نشان داد (شکل ۴).

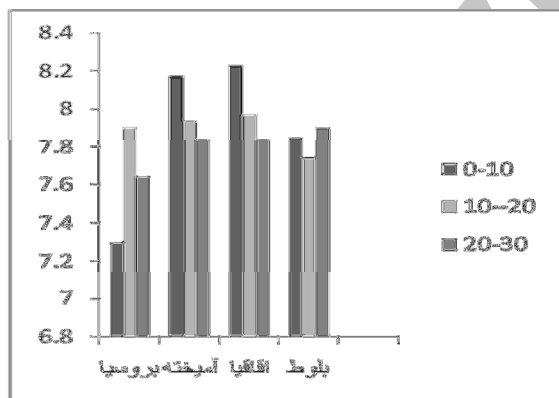


شکل ۴- مقایسه میزان پتاسیم خاک در چهار تیپ



شکل ۵- مقایسه میزان ازت خاک در چهار تیپ

در دو عمق صفر تا ۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متری بیش‌ترین میزان PH خاک در جنگل کاری خالص افاقیا و در عمق ۲۰-۳۰ سانتی متری در تیپ بلوط و کم‌ترین میزان آن در دو عمق صفر تا ۱۰ و ۲۰-۳۰ سانتی متری در جنگل کاری خالص بروسیا و کم‌ترین میزان PH خاک در عمق ۱۰-۲۰ سانتی متری در تیپ بلوط مشاهده شد (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه میزان PH خاک در چهار تیپ

از نظر میزان فسفر نیز جنگل کاری خالص بروسیا در سه عمق مورد بررسی بیش‌ترین میزان فسفر قابل جذب و توده بلوط کم‌ترین میزان فسفر قابل جذب را داشت (شکل ۷).

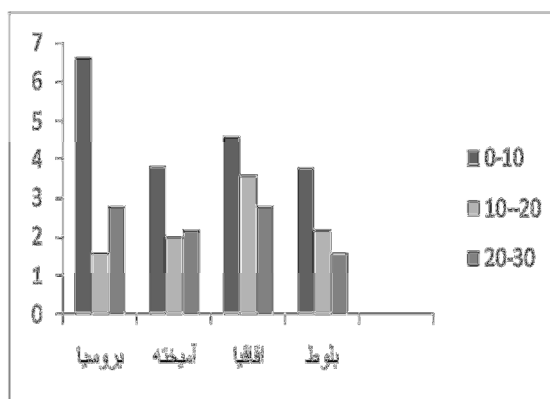
بافت خاک در منطقه جنگل کاری شده بروسیا در هر سه عمق لومی است. بافت جنگل بلوط در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک سیلت لومی، در عمق ۱۰-۲۰ سانتی-متری لومی و در عمق ۲۰-۳۰ سانتی‌متری سیلته رسی تعیین گردید. بافت خاک در تیپ افاقای خالص در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک لومی، عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری رسی و در عمق ۲۰-۳۰ سانتی‌متری شنی لومی و در تیپ بروسیا خالص در هر سه عمق بافت خاک لومی بود. همچنین بافت خاک در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری جنگل کاری آمیخته شنی لومی و در دو عمق ۲۰-۳۰ و ۱۰-۲۰ سانتی-متری لومی تشخیص داده شد (جدول ۱).

جدول ۱- بافت خاک سه عمق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰

در چهار تیپ

تیپ	عمق خاک		
	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰
بلوط	سیلت لومی	لومی	سیلته لومی
خالص بروسیا	لومی	لومی	لومی
خالص افاقیا	لومی	رسی	شنی لومی
آمیخته	شنی لومی	لومی	لومی

در سه عمق مورد بررسی بیش‌ترین میزان ازت خاک در منطقه جنگل کاری خالص افاقیا و کمترین میزان ازت در جنگل کاری بروسیا ثبت گردید (شکل ۵).



شکل ۷- مقایسه میزان فسفر خاک در چهار تیپ

جدول ۲- نتایج آزمایش نمونه‌های خاک در چهار تیپ مورد بررسی

تیپ جنگلی	عمق خاک	شوری ds/m	پتاسیم قابل جذب ppm	سدیم pmm	بافت خاک	ازت درصد N%	درصد کربن آلی %OC	نسبت کربن آلی به نیتروژن	میزان اسیدیته	میزان فسفر قابل جذب ppm
بلوط	۰-۱۰	۰/۲۲	۸۵	۹	Silt Loam	۰/۰۹۷	۲۱/۱	۱۲/۴۷	۷/۸۵	۳/۸
	۱۰-۲۰	۰/۱۹	۶۰	۷	Loam	۰/۰۷۳	۰/۸۵	۱۱/۶۴	۷/۷۴	۲/۲
	۲۰-۳۰	۰/۲۲	۶۵	۹	Silty Clay	۰/۰۶۹	۰/۸۱	۱۱/۷۴	۷/۹	۱/۶
کاج بروسیا	۰-۱۰	۰/۳۰	۸۵	۸	Loam	۰/۰۶۷	۰/۹۳	۱۱/۷۷	۷/۳	۶/۶۲
	۱۰-۲۰	۰/۲۹	۸۵	۸	Loam	۰/۰۰۷	۰/۸۱	۱۱/۷۷	۷/۹	۱/۶
	۲۰-۳۰	۰/۲۹	۶۶	۹	Loam	۰/۰۷۶	۰/۷۸	۱۱/۷	۷/۶۴	۲/۸
اقاقیا	۰-۱۰	۰/۲۳	۱۷۵	۹	Loam	۰/۱	۱/۲۴	۱۲/۴	۸/۲۳	۴/۶
	۱۰-۲۰	۰/۲۳	۷۵	۶	Clay	۰/۰۷۹	۰/۹۷	۱۱/۷۳	۷/۹۷	۳/۶
	۲۰-۳۰	۰/۲۲	۶۶	۹	Sand Loam	۰/۰۸۳	۰/۹۷	۱۱/۶۸	۷/۸۴	۲/۸
آمیخته	۰-۱۰	۰/۳۸	۱۰۰	۹	Sand Loam	۰/۰۸۳	۰/۹۹	۱۱/۹	۸/۱۷	۳/۸۴
	۱۰-۲۰	۰/۲۳	۶۹	۱۱	Loam	۰/۰۸۳	۰/۹	۱۱/۶۸	۷/۹۴	۲
	۲۰-۳۰	۰/۲۲	۴۲/۵	۷	Loam	۰/۰۷۶	۰/۸۹	۱۱/۶۴	۷/۸۴	۲/۲

### بحث و نتیجه گیری:

شده برای خصوصیات فسفر قابل جذب، سدیم و پتاسیم قابل جذب در تیپ بلوط مشاهده شد (میزان سدیم و پتاسیم در هر دو تیپ بلوط و بروسیا به یک اندازه بود). خاکهای محدوده جنگل اقاچیا بیشترین میزان ازت، PH در عمق‌های صفر تا ۱۰ و ۱۰-۲۰، سدیم و پتاسیم قابل جذب و بیشترین کربن آلی در دو عمق ۲۰-۳۰ (در این افق میزان کربن آلی در دو تیپ خالص اقاچیا و آمیخته اقاچیا بروسیا یکسان بود) و ۱۰-۲۰ را نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد نوع گونه‌های جنگلکاری می‌تواند برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک را تحت تاثیر قرار دهد. بیشترین میزان شوری، فسفر قابل جذب، کمترین میزان کربن آلی، ازت و PH خاک در تیپ جنگلکاری بروسیا مشاهده شد. بافت خاک نیز در هر سه عمق مورد بررسی در تیپ بروسیا لومی بود. بیشترین میزان PH در عمق ۲۰-۳۰ سانتیمتر و کمترین مقدار ثبت

اسیدیته خاک در این تیپ مشاهده نشد و فقط کاهش بسیار اندکی مشاهده می‌شود که قابل چشم‌پوشی است. دلیل آن قطر کم لاشبرگ به دلیل جمع‌آوری سالیانه آن برای جلوگیری از آتش‌سوزی در پارک اشاره کرد، Augusto و همکارانش نیز به این نتیجه رسیدند که علاوه بر نوع گونه، سنگ مادری نیز بر خصوصیات خاک موثر است. نتایج همچنین نشان داد که جنگل‌کاری با گونه سوزنی‌برگ بروسیا باعث افزایش میزان فسفر قابل جذب و کاهش ازت شده است (۶)، که با نتایج تحقیقات مجد طاهری و همکاران (Chirino, et al (۲۰۱۰)، (۱۳۷۹)، همخوانی دارد. بیشترین میزان فسفر قابل جذب در عمق صفر تا ۱۰ سانتیمتری تیپ بروسیا مشاهده گردید. سه تیپ دیگر از این نظر با هم تفاوتی نداشتند اما در هر چهار تیپ یک روند کاهش از سطح به عمق وجود داشت. تیپ افاقیا بیش‌ترین میزان ازت را داشت. این موضوع که گونه افاقیا از خانواده بقولات (ثابتی، ۱۳۷۳) است و خاصیت همزیستی زیادی با باکتری‌های ریزوبیومی تثبیت کننده نیتروژن دارد، تایید کننده نتایج حاصله است. بنابراین با توجه به نتایج پیشنهاد می‌گردد چنانچه ملزم به جنگلکاری با گونه‌های غیربومی می‌باشیم، بهتر است از جنگلکاری‌های آمیخته استفاده کنیم تا تغییرات عمده و ناخواسته را در خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک شاهد نباشیم.

نتایج بیانگر آن است که نوع گونه، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در میزان کربن‌آلی و ازت خاک داشته است. این نتایج با تحقیقات Augusto و همکارانش مطابقت دارد (۶) همچنین نتایج نشان داد که در تیپ بلوط با افزایش عمق میزان کربن‌آلی کاهش تدریجی داشته است که این نشان از عدم آمیختگی خاک سطحی و خاک عمقی دارد. جنگل‌کاری خالص افاقیا نیز از نظر میزان کربن‌آلی و روند کاهش آن از سطح به عمق تقریباً مشابه تیپ بلوط بود. اما روند کاهش کربن‌آلی از سطح به عمق در تیپ بروسیا و آمیخته بروسیا - افاقیا که کم‌ترین میزان کربن‌آلی خاک را داشتند یک روند کاهشی شدید بود، که این مبین آمیختگی خاک سطحی و عمقی می‌باشد. از نظر میزان سدیم و پتاسیم فرق چندانی بین چهار تیپ وجود ندارد فقط در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری تیپ خالص افاقیا پتاسیم قابل جذب افزایش نشان می‌دهد. علت آن احتمالاً این باشد که در تیپ افاقیا به دلیل میزان تاج پوشش کمتر، هوادیدگی کانی‌های اولیه در افق سطحی بیشتر صورت می‌گیرد بنابراین پتاسیم بیشتری در سطح خاک آزاد می‌شود. میزان پتاسیم نیز از سطح به عمق یک روند کاهش تدریجی داشت، که دلیل آن را می‌توان به کاهش هوادیدگی کانی‌ها در عمق‌های پایین نسبت داد. از نظر میزان PH، با وجود گذشت بیشتر از ۳۵ سال از کشت گونه سوزنی‌برگ بروسیا کاهش معنی‌داری در میزان



## منابع:

- ۱- اکبری، د. صانعی، م. لطف الله زاده، ج. ماکویی، ش. مطلبی، م. هاشمی، م. ۱۳۸۵. طرح مطالعاتی بهره وری پارک جنگلی گهر دو رود.
- ۲- ثابتی، ح. ۱۳۷۳. جنگلها، درختان و درختچه های ایران، انتشارات دانشگاه یزد، ۲۵۸ صفحه.
- ۳- صیاد، ا. م. حسینی. ج. مختاری و ر، مهدوی. ۱۳۸۴. مقایسه اثر جنگل کاری خالص و آمیخته صنوبر و توسکای بیلاقی بر خصوصیات خاک. مجله محیط شناسی، سال سی و سوم، (۴۱): ۷۶-۶۹.
- ۴- صالحی، ع. ۱۳۷۷. بررسی کمی و کیفی جنگلکاری های پهن برگ در منطقه خیرود کنار نوشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد از دانشگاه تربیت مدرس، ۱۹۶.
- ۵- مجدطاهری، ح. جلیلی، ع. ۱۳۷۵. بررسی مقایسه ای آثار جنگلکاری با کاج تهران و اقاچیا بر روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و پوشش گیاهی زیر اشکوب، مجله پژوهش و سازندگی (۳۲)، صفحات ۶-۱۵.
- 6-Agusto,L; Jacqu,R;Binkely,D and Rothe,A.2002. Impact of European temperat forests on soill fertility. Ann.For.Sci,Vol:59:233-253.
- 7-Dahlgren, R. J., W. R. Horwath, K. W. Tate, and T. J. Camping. 2003. Blue oak enhance soil quality in California oak woodlands. California Agriculture 57:42-47.
- 8-Daniel,T.W; Helms, J.A and Bker.FB.1979.Principles of silviculture. Mc Grow.Hill Book company.500p.
- 9-Chirino, I., L. Condrón, R. McLenaghan, and D.Murray.2010. Effects of plantation forest species on soil properties. AFaculty of Agriculture and Life Sciences, 7: 51-49.
- 10-Goufang, S., J. Liming and Z.Mingpu.1998. The soil amelioration effect of poplar-black locust mixed plantation on sand soil and the interaction of mutual supplement of nutrients between the tree species. Scientia- Silvae, 34: 12-20.
- 11-Jeddi,K, and M.Chaieb. 2010. Soil properties and plant community in different aged pinus Halepensis Mill plantation in arid Mediterranean areas: the case of southern Tunisia. Lan degradation and development Land Degrad, 21: 32-39.
- 12-Mishra A, S.D .Sharma and G.H. Khan .2003. Improvement in physical and chemical properties of sodic soil by 3, 6, and 9 years old plantation of *Eucalyptus tereticornis* Biorejuvenation of sodic soil. Forest Ecology and Management, 184: 115-124.
- 13-Menyailo, O.V.2008. The Effect of Afarrestation on Mineralization of Soil organic Matters. Russian Journal of Ecology, 39 (1): 21-27.
- 14-Panagopolous T. and Hatzistathis, A. 1995. Early growth of Pinus nigra and Robinia pseudacacia stands; contributions to soil genesis and landscape improvement on lignite spoils in Ptolemaida. Landscape and Urban Planning, 32:19-29.
- 15-Pyk.D.A and B.A.Zamora,1982.Relatinship between over story styucture and understory production in the grand fireymrtle box wood habit type of north central Idaho, Range manage:35(6)769-773.