

تأثیر جنگل‌کاری گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ بر برخی ویژگی‌های خاک جنگل‌کاری ریمله-لرستان

زهرا جمشیدنیا، کامبیز ابراری و اجاری¹، اکبر سهرابی و غلام حسن ویس کرمی

دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه لرستان؛ z.jamshidnia90@yahoo.com

استادیار دانشگاه لرستان؛ kambiz_abrari2003@yahoo.com

استادیار دانشگاه لرستان؛ Akbarsohrabi.as@gmail.com

دانشجوی دکتری دانشگاه تهران؛ astragalus.veiskaramii@gmail.com

دریافت: 94/5/10 و پذیرش: 95/6/8

چکیده

جنگل‌کاری نه تنها پوشش گیاهی را تغییر می‌دهد، بلکه باعث تغییرات مهم در ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک می‌شود. جنگلداران همیشه به دانش حاصل از بررسی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک برای حمایت از جنگل‌های تولیدی وابسته هستند. تحقیق حاضر به منظور بررسی برخی ویژگی‌های خاک در یک منطقه جنگل‌کاری انجام گرفت. برای انجام این تحقیق منطقه جنگل‌کاری شده 20 ساله ریمله خرم آباد (لرستان) با دو توده سوزنی‌برگ کاج-بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) و سرونقره‌ای (*Cupressus arizonica* Green.) و یک توده پهن‌برگ بادام‌کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach.) انتخاب شدند. در هر توده 10 قطعه نمونه 100 مترمربعی و در مجموع 30 قطعه نمونه به صورت تصادفی پیاده شدند و سپس در مرکز و چهار گوشه آنها قطعه نمونه $2/5 \times 2/5$ مترمربعی مستقر گردید و نمونه‌برداری از عمق 0-30 سانتی متری خاک به کمک روش نمونه‌های ترکیبی انجام شد ($n=150$). نتایج نشان داد که از بین پارامترهای مورد مطالعه خاک منطقه از نظر مقدار کربن آلی و پتاسیم قابل جذب در توده‌های مورد نظر اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p=0/01$) و همچنین از نظر مقدار نیتروژن کل نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($0/05$). در این سه توده از نظر سایر پارامترهای خاک (pH، فسفر و وزن مخصوص ظاهری) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. توده بادام‌کوهی از نظر کربن آلی و پتاسیم قابل‌جذب بیشترین مقدار را داشته و بیشترین مقدار نیتروژن کل مربوط به توده سرونقره‌ای می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پوشش گیاهی، زاگرس، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، بادام‌کوهی، سرونقره‌ای

¹ نویسنده مسئول، آدرس: خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده کشاورزی، گروه جنگل‌داری

مقدمه

رطوبت و درصد آهک در توده زبان‌گنجشک، بیشترین مقدار C/N، درصد رس، سیلت در توده کاج سیاه مشاهده شد. شعبانیان و همکاران (1388) به منظور بررسی تأثیر جنگل‌های دست کاشت بر روی تنوع گونه‌ها گیاهی و خصوصیات خاک دو منطقه جنگل کاری شده با سوزنی-برگان و پهن‌برگان و یک منطقه مرتعی به عنوان شاهد در اطراف شهر سنندج نتایج نشان دادند که از نظر خصوصیات فیزیکی خاک اختلاف وزن مخصوص حقیقی در بین مناطق مورد مطالعه معنی‌دار بوده و از نظر خصوصیات شیمیایی خاک نیز بیشتر مشخصه‌های مورد نظر در توده‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. فارلی و کلی (2004) در بررسی اثر جنگل کاری *Pinus radiata* و مقایسه آن با علفزارهای مجاور آن در اکوادور اعلام کردند که بیشترین تغییرات در 10 سانتی-متری اول سطح خاک روی داده است. پولیاکاو و بیلور (2007) با مطالعه بر روی لاشبرگ گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در ایالات الاباما در آمریکا اعلام کردند که پهن‌برگان در مقایسه با سوزنی‌برگان دارای غلظت نیتروژن بیشتر و نسبت C/N کمتر می‌باشند. فارلی و همکاران (2008) با مطالعه میزان اسیدیته خاک از عمق 0-10 سانتی‌متر جنگل‌کاری‌های کاج و اکالیپتوس در آرژانتین اعلام کردند که اکالیپتوس در اسیدی کردن خاک قدرت بیشتری نسبت به کاج دارد.

تحقیق هاگن-تورتن (2004) در زمینه جنگل-کاری‌های 30 ساله نشان داد که درختان به طور مشخص بر خصوصیات مختلف خاک اثرگذارند و این اثر در عمق 0-10 سانتی‌متری خاک سطحی مشهودتر است. جویدون (2004) با بررسی اثر کاشت با گونه‌های *Picea marina* نسبت به پهن‌برگان در استان کبک در شرق کانادا گزارش نمود که با افزایش تاج‌پوشش این گونه، نسبت به گونه‌های پهن‌برگ حاصلخیزی خاک کاهش پیدا می‌کند. تحقیق حاضر به بررسی اثرات جنگل کاری (20ساله) گونه‌های سوزنی‌برگ (سرو نقره‌ای، کاج بروسیا) و پهن-برگ (بادام کوهی) بر برخی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک در منطقه ریمله - خرم آباد (لرستان) که در ناحیه رویشی زاگرس واقع شده، پرداخته است. نتایج به دست آمده می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های آینده برای انتخاب گونه مناسب با کمترین تخریب زیست‌محیطی در منطقه زاگرس ایفا نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

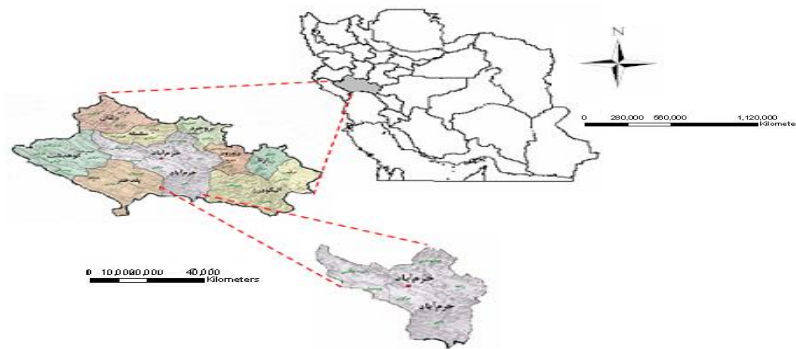
منطقه ریمله در خرم‌آباد (استان لرستان) و بین طول جغرافیایی 22°، 48° و 25°، 48° و عرض جغرافیایی 37°

با توجه به افزایش میزان تخریب جنگل‌ها، اهتمام در انجام جنگل کاری می‌تواند راهبرد مناسب برای غنی‌سازی و حفظ جنگل‌ها مد نظر قرار گیرد. جنگل-کاری‌ها پتانسیل لازم را برای تامین نیازهای بشر در مدت زمان طولانی دارا هستند و از افزایش فشار بهره‌برداری جنگل‌های طبیعی می‌کاهد (فینینگ و گرشنزن، 2002). جنگل کاری‌ها قادر به انجام برخی خدمات بوم‌سازگان جنگل با توجه به مدیریت آنها هستند (فراز و همکاران، 2013) و با توجه به گسترش مناطق جنگل کاری در جهان، آنها نقش مهمی را در شکل‌گیری سیاست‌های حفاظت تنوع‌زیستی ایفا می‌نمایند (لیما و ویرا، 2013). بر اساس شواهد علمی، جنگل کاری نه تنها پوشش گیاهی را تغییر می‌دهد، بلکه باعث تغییرات مهم در ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی و چرخه‌های بیوشیمیایی خاک می‌شود (کوستا و همکاران، 2012). بوم‌شناسان و محققین خاکشناسی به این موضوع پی‌برده‌اند که پوشش گیاهی می‌تواند بر ویژگی‌های خاک مؤثر باشند (رایش و همکاران، 2005). جنگل‌داران همیشه به دانش حاصل از بررسی ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک جهت حمایت از جنگل‌های تولیدی وابسته هستند و امروزه نیاز به ارزیابی ویژگی‌های خاک به منظور بررسی نتایج حاصل از عملیات مدیریت بر کیفیت خاک افزایش یافته است (شون هولتر، 2000).

مراقبی و همکاران (1380) با بررسی در خاک قطعه نمونه‌های اکالیپتوس، سرو نقره‌ای و صنوبر گزارش کردند که مقدار پتاسیم در خاک قطعه نمونه اکالیپتوس بیشتر از سرو نقره‌ای و کمتر از منطقه کاشت صنوبر است. مقدار مواد آلی در قطعه نمونه اکالیپتوس بیشتر از قطعه نمونه سرو نقره‌ای و کمتر از صنوبر است و به طور کلی خاک‌ها در مناطق کاشت اکالیپتوس اسیدی‌تر از خاک قطعه نمونه‌های مجاور آن می‌باشد. در تحقیق صیاد و همکاران (1384) در خاک جنگل کاری‌های خالص و آمیخته صنوبر و توسکای بیلاقی در نزدیکی چمستان در شمال ایران پس از گذشت 7 سال از زمان کاشت (1375) مشخص شد که در این سن این جنگل کاری‌ها تأثیر چندانی را روی خاک نداشته‌اند. در مطالعه‌ای که توسط صیاد و همکاران (1386) بر روی جنگل کاری خالص و آمیخته *Populus deltoides* و *Athrus subcordata* انجام شد نتایج آن حاکی از دیر تأثیر بودن جنگل کاری بر روی بافت خاک بود. نتایج مطالعه اسدیان و همکاران (1391) در جنگل کاری منطقه الندان - ساری نشان داد که در عمق 0-10 سانتی‌متری خاک، بیشترین مقدار ازت، درصد

دهنده توپوگرافی زمین شامل حرکات تکتونیک، باد، آب، هوازدگی و حرکت مواد بر روی دامنه‌ها می‌باشد. از نظر خاکشناسی جنس خاک حوزه آهکی و دولومیتی و دارای بافت لیموئی و خاک‌های دامنه شمال کلویار گچی می‌باشد. جهت عمومی منطقه مورد مطالعه جنوبی با شیب متوسط 30 درصد بوده و در ارتفاع 2000 متر از سطح دریا قرار گرفته و از این لحاظ، شرایط همگنی در منطقه برای سه توده جنگل‌کاری وجود دارد (بی‌نام، 1375). خاک منطقه در رده اتی سول که در نقاط مرتفع آن مشاهده می‌شود، قرار دارد. تیپ‌گیاهی غالب منطقه از گونه درختی بلوط غرب (*Quercus brantii* var. *Persica*) به شکل شاخه‌زاد می‌باشد و در نقاط مخروطی در سال 1372، جنگل‌کاری با گونه‌های کاج بروسیا، سرو نقره‌ای و بادام‌کوهی انجام شد.

33⁰، 40⁰، 32⁰ واقع گردیده است (شکل 1). از نظر مطالعات هوا و اقلیم شناسی منطقه مورد مطالعه فاقد ایستگاه هواشناسی بوده و جهت مطالعه این بخش از داده‌های ایستگاه سینوپتیک خرم‌آباد استفاده گردید. میانگین درجه حرارت سالیانه محدوده طرح برابر با 17/3 درجه سانتی‌گراد و میانگین درجه حرارت حداکثر و حداقل منطقه به ترتیب 25/2 و 9/1 درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی 500 میلی‌متر می‌باشد. با توجه به روش - دمارتن ضریب خشکی منطقه برابر با 19/75 محاسبه شده که منطقه دارای اقلیم نیمه خشک تا مدیترانه‌ای می‌باشد. از نظر زمین‌شناسی ژئومورفولوژی زیر حوزه ریمله جز زون زاگرس چین‌خورده می‌باشد. زیر حوزه ریمله دارای مناظری از قبیل قله‌ها، دره‌ها، دامنه‌ها، تپه‌ها، شیارها و گالی‌ها می‌باشد که این مناظر حاصل فرآیندهای تغییر



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه

کلوخه، کربن آلی به روش والکی بلاک، ازت کل به روش کج‌جلال، پتاسیم به روش فلیم فتومتری و فسفر به روش اولسن در آزمایشگاه خاک تعیین شد (جعفری حقیقی، 1382). میزان ترسیب کربن خاک نیز از رابطه $OC = OC\% \times BD \times E$ محاسبه شد که OC مقدار ترسیب- کربن خاک (گیلوگرم/هکتار)، $OC\%$ درصد کربن آلی، BD وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) و E عمق خاک (سانتی‌متر) می‌باشد (محمودی طالقانی و همکاران، 1386).

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) برای بررسی متغیر-های خاک در سه توده جنگل‌کاری و نیز برای مقایسه

روش تحقیق

در منطقه مورد مطالعه قطعات نمونه به منظور نمونه‌برداری خاک، در هر توده جنگل‌کاری بادام‌کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach.) کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten. و سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonia* Green) در سال 1391 تعداد 10 پلات به ابعاد 10×10 متر (اولکز و کولز، 2008) به طور تصادفی انتخاب و در چهار گوشه و مرکز قطعات مزبور، پنج میکروپلات 2/5 × 2/5 متر (کانل و همکاران، 1992) مستقر (تعداد 50 میکروپلات) و نمونه‌برداری از عمق 0-30 سانتی‌متری خاک (بان و همکاران، 2007) به کمک روش نمونه‌های- ترکیبی (موسکولو، 2006; آمر و همکاران، 2007; ترنر و لامبرت، 2000) انجام شد. آزمایش‌های فیزیکو- شیمیایی خاک شامل اسیدیته خاک به روش تعلیق آب مقطر و به کمک دستگاه pH متر، وزن مخصوص ظاهری به روش

وجود ندارند. همچنین از جدول مقادیر میانگین (2، 6) ملاحظه می‌شود که توده بادام‌کوهی از نظر کربن‌آلی و پتاسیم قابل جذب بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. در جدول میانگین‌ها (4، 7) مشاهده می‌شود که از نظر مقدار ازت کل و وزن مخصوص ظاهری بین توده‌های جنگل کاری اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. جدول (3، 5) که مربوط به مقایسه میانگین سایر پارامترها است عدم اختلاف معنی‌دار در سه توده را از لحاظ فسفر قابل جذب و pH را نشان می‌دهد. نتایج ضرایب همبستگی پیرسون نشان داد که فقط بین میزان ترسیب کربن خاک و شاخص غنای گونه‌های علفی در توده جنگل کاری کاج بروسیا همبستگی منفی معنی‌دار وجود دارد (جدول 8) به طوری که با افزایش غنا گیاهان علفی در این توده، میزان ترسیب کربن کاهش روند کاهش را نشان داد.

میانگین‌ها از آزمون S.N.K در سطح احتمال 1 و 5 درصد استفاده شد. ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین همبستگی بین میزان ترسیب کربن خاک و شاخص غنا و تنوع گونه‌های علفی در توده‌های جنگل کاری بکارگرفته شد. نرم‌افزار آماری SPSS16 جهت تجزیه آماری داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه‌وارینانس یک‌طرفه در منطقه مورد مطالعه (جدول 1) مشخص گردید که از بین پارامترهای مورد مطالعه خاک منطقه از نظر مقدار کربن‌آلی و پتاسیم قابل جذب در توده‌های مورد نظر اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P = 0/01$) و همچنین از نظر مقدار نیتروژن کل نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P = 0/05$). جدول مذکور نشان می‌دهد که سایر پارامترهای خاک اختلاف معنی‌داری در این سه توده

جدول 1- تجزیه‌وارینانس ویژگی‌های خاک در توده‌های جنگل کاری ریمله-لرستان

خاک	منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
کربن آلی (%)	بین گروه‌ها	2	1/239	10/664	0/000**
	داخل گروه‌ها	27	0/116		
	کل	29			
اسیدیته	بین گروه‌ها	2	0/055	1/877	0/173 ^{ns}
	داخل گروه‌ها	27	0/029		
	کل	29			
ازت کل (%)	بین گروه‌ها	2	0/005	4/009	0/030*
	داخل گروه‌ها	27	0/001		
	کل	29			
فسفر قابل جذب (mgkg^{-1})	بین گروه‌ها	2	4/962	1/022	0/373 ^{ns}
	داخل گروه‌ها	27	4/857		
	کل	29			
پتاسیم قابل جذب (mgkg^{-1})	بین گروه‌ها	2	5768/700	8/590	0/001**
	داخل گروه‌ها	27	6715/385		
	کل	29			
وزن مخصوص ظاهری (gcm^{-3})	بین گروه‌ها	2	0/004	0/513	0/604 ^{ns}
	داخل گروه‌ها	27	0/009		
	کل	29			

*, **, * : معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد، ^{ns} : غیر معنی‌دار

جدول 2- مقایسه میانگین (اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین) کربن آلی در توده‌های جنگل کاری

توده جنگل کاری	اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین
کاج بروسیا	0/854 \pm 0/0116 ^b
سرو نقره‌ای	1/098 \pm 0/098 ^b
بادام‌کوهی	1/548 \pm 0/107 ^a

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 3- مقایسه میانگین (اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین) اسیدیته در توده‌های جنگل کاری

توده جنگل کاری	اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین
کاج بروسیا	8/01 \pm 0/039 ^a
سرو نقره‌ای	8/14 \pm 0/081 ^a
بادام کوهی	8/13 \pm 0/025 ^a

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 4- مقایسه میانگین (اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین) ازت کل در توده‌های جنگل کاری

توده جنگل کاری	اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین
کاج بروسیا	0/084 \pm 0/011 ^{ab}
سرو نقره‌ای	0/110 \pm 0/009 ^a
بادام کوهی	0/065 \pm 0/012 ^b

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 5- مقایسه میانگین (اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین) فسفر قابل جذب در توده‌های جنگل کاری

توده جنگل کاری	اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین
کاج بروسیا	7/17 \pm 0/791 ^a
سرو نقره‌ای	5/94 \pm 0/644 ^a
بادام کوهی	7/15 \pm 0/645 ^a

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد.

جدول 6- مقایسه میانگین (اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین) پتاسیم قابل جذب در توده‌های جنگل کاری

توده جنگل کاری	اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین
کاج بروسیا	272/7 \pm 28/88 ^b
سرو نقره‌ای	314/60 \pm 21/9 ^b
بادام کوهی	420/10 \pm 26/44 ^a

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 7- مقایسه میانگین (اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین) وزن مخصوص ظاهری در توده‌های جنگل کاری

توده جنگل کاری	اشتباه معیار از میانگین \pm میانگین
کاج بروسیا	1/60 \pm 0/019 ^a
سرو نقره‌ای	1/57 \pm 0/030 ^a
بادام کوهی	1/61 \pm 0/035 ^a

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 8- ضرایب همبستگی پیرسون میزان ترسیب کربن خاک و شاخص‌های تنوع گونه‌های علفی در توده‌های جنگل کاری

ترسیب کربن خاک (تن/هکتار)	کاج بروسیا		سرو نقره‌ای		بادام کوهی	
	غنا	تنوع	غنا	تنوع	غنا	تنوع
	r=-0/707	r=-0/445	r=0/164	r=-0/055	r=-0/542	r=-0/314
	P=0/033	P=0/231	P=0/674	P=0/889	P=0/132	P=0/411

*، معنی‌داری در سطح 5 درصد

بحث و نتیجه گیری

عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز توپوگرافی از جمله عوامل هستند که بر حضور و عدم حضور گونه ها تأثیر می گذارند (میرزایی، 1376). در تحقیق حاضر در مورد pH خاک مشاهده شد اسیدیته خاک در توده سرو نقره ای کمی بیشتر از دو توده دیگر است، هرچند اختلاف معنی دار نیست (جدول 3). انباشتگی کاتیون ها در زیتوده درختی یکی از مکانیزم هایی است که بارها توسط دانشمندان مختلف به عنوان عامل اسیدی- شدن خاک پس از جنگل کاری به آن تأکید شده است. این مسأله ظاهراً در مورد جنگل کاری با انواع سوزنی برگان بیش از هر عامل دیگری اهمیت دارد (بینکلی و همکاران، 1995).

از نظر فیزی و همکاران (1998) اختلاف گونه-ها در تولید اسیدهای آلی مختلف حاصل از تجزیه لاشبرگ هایی که نسبت بازهای تبادل (مثل کلسیم و منیزیم) و کاتیون های اسیدی (مثل آهن و آلومینیوم) را در خاک تغییر می دهد، می تواند یکی از مهمترین اثرات پوشش گیاهی در pH خاک باشد. همچنین تفاوت گونه- های مختلف درختی در جذب و تخصیص کاتیون های خاک به ذخیره زیتوده خود به همراه مدت زمان های متفاوت تجزیه و تخریب لاشبرگ های آن ها، از دیگر عوامل مؤثر می باشد. مراقبی و همکاران (1380) هم نقش گونه سرو نقره ای را در اسیدی کردن خاک بیش از درخت اکالیپتوس گزارش نموده اند. بنابراین با توجه به این تحقیق در مورد pH خاک و موارد ذکر شده فوق می توان این چنین اظهار نظر کرد که با توجه به اینکه جنگل کاری با پهن برگان باعث افزایش pH خاک و جنگل کاری با سوزنی برگان (کاج بروسیا) باعث کاهش pH خاک می شود. نوع گونه می تواند بر روی pH خاک تأثیر بگذارد. دلیل بالا بودن اسیدیته در خاک توده پهن برگ را می توان به حضور گونه بادام کوهی که دارای C/N کمتر و قدرت تجزیه بیشتری هستند و عدم تجمع لاشبرگ در زیر این گونه ها نسبت داد و دلیل کاهش pH سوزنی- برگان می تواند در رابطه با تجمع لاشبرگ در زیر این گونه ها باشد. با وجود موارد فوق گزارش ها در برخی کشورها حاکی از آن است که گاهی در مواردی گونه های پهن برگ بیش از سوزنی برگان pH خاک را افزایش می دهد (فالی و کلی، 2004). در رابطه با کربن آلی با توجه به نتایج به دست آمده توده جنگل کاری شده بادام کوهی بیشترین مقدار کربن آلی را نشان داد (جدول 2). جنگل- کاری با گونه های پهن برگ موجب افزایش ماده آلی در این منطقه شده است. مراقبی و همکاران (1380) مقدار مواد-

آلی را در خاک جنگل کاری سوزنی برگ سرو نقره ای کمتر از خاک تحت پوشش اکالیپتوس اعلام کرده اند. جنسون (1995) نشان داد که مقدار کربن آلی در خاک پهن برگان تثبیت کننده ازت بیشتر از خاک توده کاج بود که این مسأله به تثبیت بیشتر و سریعتر مواد آلی نسبت داده شده است. سباستین و همکاران (2008) با بررسی میزان مواد آلی در علفزارهای توگو در غرب آفریقا مقدار مواد آلی را در جنگل های اطراف بیشتر از اراضی مرتعی اعلام کردند و دریافتند که غنای گونه های گیاهی همبستگی با مواد آلی در مناطق مورد مطالعه داشت. در جدول (4) مشاهده می شود خاک جنگل کاری توده بادام کوهی دارای بیشترین مقدار نیتروژن کل در بین سه توده مورد مطالعه بوده است و نتایج تحقیق نشان می دهد که جنگل کاری با گونه های پهن برگ باعث افزایش نیتروژن کل شده است. ایناگاکي و همکاران (2004) نشان دادند که معدنی شدن نیتروژن در توده های پهن برگ بیشتر از سوزنی برگان بوده است و این کاهش را به مقدار لیگنین سوزنی برگان دانستند که مقدار بیشتر آن باعث کاهش سرعت معدنی شدن ازت می شود. در جنگل های معتدله، مقدار نیتروژن و فسفر تجمع یافته در زیر پوشش پهن برگان 10 تا 50 درصد بیشتر از سوزنی- برگان بوده است (آگوستو و همکاران، 2002).

مقدار بیشتر نیتروژن در جنگل کاری پهن برگ به سوزنی برگ به این نکته اشاره می کند گونه بادام کوهی دارای نیتروژن بیشتری نسبت به دو توده سوزنی برگ کاج بروسیا و سرو نقره ای می باشد. جنگل های آمیخته با گونه- های تثبیت کننده نیتروژن یکی از راه هایی است که برای جبران کاهش حاصلخیزی خاک (میزان نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن) در نتیجه برداشت های مکرر جنگل- کاری های خالص گونه های تندرشد مانند صنوبر و اکالیپتوس پیشنهاد می شود (صیاد و همکاران، 1386). در نتایج این تحقیق مشاهده شد که مقدار فسفر در توده سوزنی برگ سرو نقره ای بیشتر از دو توده کاج بروسیا و بادام کوهی بوده است، هرچند اختلاف معنی دار نیست (جدول 5). به نظر می رسد که این اختلاف مشاهده شده می تواند به نوع گونه سوزنی برگ یا پهن برگ نسبت داده شود. بر خلاف نتایج به دست آمده در این تحقیق، مجد طاهری و جلیلی (1375) مقدار فسفر خاک توده سوزنی- برگ کاج را 2/5 برابر توده پهن برگ افاقیا به دست آوردند. هاگن - نون (2004) نیز نتایجی مخالف با نتایج به دست آمده در این تحقیق، گزارش نموده اند. با وجود نتایج متفاوت که در تحقیقات مختلف به دست آمده است در مورد میزان فسفر در این سه توده می توان اظهار نمود که فسفر به صورت آلی قابل جذب برای گیاه نبوده و فرم

ظاهر جذب و انباشتگی فسفر توسط پهن‌برگان با روند کمتر و آهسته‌تری انجام شده و مقدار این عنصر در خاک‌های تحت پوشش پهن‌برگان بیشتر است. پتاسیم قابل جذب هم در توده بادام کوهی بیشتر بوده و تفاوت معنی‌دار نشان داده است (جدول 6) و تغییرات آن در طول زمان ثابت نبوده است، نتایج به‌دست‌آمده عکس نتایجی است که (بینکلی، 2002؛ لوکابی، 1986) در بررسی‌های خود به آن‌ها دست یافته‌اند. از دلایل مهم عدم تغییر در میزان پتاسیم در سطح خاک در توده‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ پویایی و فعال بودن این عنصر در چرخه خود است. این عنصر به سرعت در چرخه مربوطه بازسازی و احیاء شده و بنابراین حجم نهایی آن در خاک سطحی تقریباً پایدارتر از سایر عناصر باقی می‌ماند (زیشر و همکاران، 2004). با توجه مقدار بیشتر پتاسیم در توده بادام کوهی و بنا به نظر تریپلر و همکاران (2006) می‌توان اظهار داشت که این مقدار بیشتر، موجب واکنش رشد بیشتر این گونه نسبت به دو گونه سوزنی‌برگ در منطقه می‌گردد که به نوبه خود وجود عناصر غذایی در خاک تحت تأثیر کمیت و کیفیت لاشبرگ گونه گیاهی می‌باشد. در مورد اثر جنگل‌کاری بر روی برخی خصوصیات شیمیایی خاک می‌توان اظهار نمود که گونه‌های درختی سوزنی‌برگ و پهن‌برگ بر برخی ویژگی‌های خاک منطقه جنگل‌کاری دارای تفاوت محسوس و معنی‌دار بوده است.

معدنی آن با مداخله میکروارگانیسم‌ها می‌تواند به صورت قابل جذب درآمده و در اختیار گیاه قرار گیرد. معدنی شدن فسفر آلی به فعالیت‌های بیولوژیکی خاک بستگی دارد. در خاک‌هایی با فعالیت‌های بیولوژیکی ضعیف مثل خاک‌های هوموس مور که معمولاً با حضور سوزنی‌برگان و لاشبرگ‌های آن‌ها تشکیل می‌گردد (حبیبی کاسب 1371؛ زرین کفش، 1380). معدنی شدن به کندی صورت گرفته و برعکس در خاک‌هایی با فعالیت قوی بیولوژیکی و هوموس مول، این تثبیت و معدنی شدن سریعتر است شاید بتوان کمبود فسفر در خاک تحت پوشش درختان سرو را به فعالیت‌های بیولوژیکی ضعیف-تر میکروارگانیسم‌ها در لایه‌های آلی سطح خاک در مقایسه با خاک جنگل‌کاری پهن‌برگ نسبت داد که البته به مطالعات بیولوژیک بیشتری برای اثبات آن نیاز است. فخاری راد (1384) بیان می‌کند که افزایش pH خاک (قلیایی شدن) می‌تواند باعث افزایش فسفر آلی خاک شود. وی همچنین بیان می‌کند که بهینه جذب فسفر در محیط اسیدی صورت می‌گیرد بدین ترتیب به نظر می‌رسد که با توجه به کاهش pH خاک در توده سرو نقره‌ای نزدیک بودن آن به مقدار pH ایتیمم برای جذب فسفر، مقدار و شدت جذب فسفر توسط سوزنی‌برگان بیشتر از مقدار جذب این عنصر توسط پهن‌برگان بوده است. در کل مقدار فسفر قابل جذب خاک در توده‌های کاج به دلیل جذب شدیدتر کمتر از سرو نقره‌ای و بادام‌کوهی است. به

فهرست منابع:

- اسدیان، م.، حجتی، س.م.، پورمجیدیان، م.ر. و فلاح، ا. 1391. بررسی تنوع زیستی گیاهی و خصوصیات خاک در جنگل کاری های گاج سیاه و زبان گنجشک در منطقه الندان - ساری. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. 20(2): 199-312.
- بی نام، 1375. کتابچه مربوط به طرح جنگل‌کاری منطقه ی ریمله. اداره کل منابع طبیعی استان لرستان.
- جعفری حقیقی، م. 1382. روش‌های تجزیه خاک (نمونه برداری و تجزیه های مهم فیزیکی و شیمیایی)، انتشارات ندای ضحی، 236 ص.
- حبیبی کاسب، ح. 1371. مبانی خاکشناسی جنگل، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره 2118. 424 صفحه.
- زرین کفش، م. 1380. خاکشناسی جنگل، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، شماره 428، 292 صفحه.
- شعبانیان، ن.، حیدری، م.، و زینی وند، م. 1388. اثر جنگل‌کاری با گونه های سوزنی برگ و پهن برگ بر تنوع گونه‌های گیاهی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: جنگل‌کاری دوشان سنندج).
- صیادآباد، ح. حسینی، س.م.، مختاری، ج. و مهدوی، ر. 1384. مقایسه خواص خاک جنگلهای خالص و آمیخته صنوبر دلتوییدس و توسکای بیلاقی. علوم خاک و آب 9(1): 107-114.

8. صیاد، حسین، س.م.، اکبری نیا، م. و غلامی، ش. 1386. مقایسه تنوع زیستی توده آمیخته سوزنی برگ با توده آمیخته پهن برگ در منطقه کلاردشت. محیط شناسی 33 (42): 103-108.
9. فخاری راد، م. 1384. بررسی تأثیر جنگل کاری کاج تدا بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در استان گیلان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان. 101 صفحه.
10. محمودی طالقانی، ع.، زاهدی امیری، ق.، عادل، ا. و ثاقب طالبی، خ. 1386. برآورد میزان ترسیب کربن خاک در جنگل های تحت مدیریت (مطالعه موردی جنگل گلبن در شمال کشور)، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، 15: 241-252.
11. مجد طاهری، ح. و جلیلی، ع. 1375. بررسی مقایسه ای اثرات جنگل کاری با کاج الداریکا و افاقیا روی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و پوشش گیاهی زیر اشکوب (منطقه مورد مطالعه: پارک جنگلی چیتگر) مجله پژوهش و سازندگی 32: 6-16.
12. مراقبی، ف.، علی احمدی کروی، س.، خانجانی شیراز، ب.، تیموری، م. و همتی، ا. 1380. بررسی اثرات دگرآسیبی، اکالپیتوس، صنوبر، سرو نقره ای بر زیر اشکوب و برخی از خواص خاک در ایستگاه های شیخ نشین و سراوان استان گیلان. مجله پژوهش و سازندگی 34: 26-53.
13. میرزایی، ح. 1376. بررسی تأثیر تاج پوشش جنگلی بر زیر اشکوب مرتعی در جنگلهای بلوط غرب مجله پژوهش و سازندگی (35): 55-63.
14. Augusto, L., Ranger, T., Binkley, D. and A. Roth. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest science* 59:233-254.
15. Ammer, S., Weber, K., Abs, C., Ammer, C. and J. Prietzel. 2006. Factors influencing the distribution and abundance of earthworm communities in pure and converted Scots pine stands. *Applied Soil Ecology* 33:10-21.
16. Binkley, D. 1995. The influence of tree species on forest soil-processes and patterns, pp.1-33: proceedings of the Trees and soil workshop (dj. Mead and I.s. cornforth, eds).
17. Binkley, D. 2002. The-year decomposition a loblolly pine forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 32:2231-2235.
18. Cannell, M. G. R., Dewar, R. C. and J. H. M. Thornley. 1992. Responses of Forest Ecosystem to Environmental Changes. Springer Netherlands, PP:256-271.
19. Cuesta, B., Rey Benayas J.M., Gallardob, A., Villar-Salvadora, P. and M, González-Espinosa. 2012. Soil chemical properties in abandoned Mediterranean cropland after succession and oak reforestation. *Acta Oecologica* 38 : 58-65.
20. Farley, K.A. and E.F. Kelly. 2004. Effect of afforestation of a paramo grassland on soil nutrient status. *Forest Ecology and Management* 195:281-290.
21. Farley, K. A., G. Pineiro, S. M. Palmer, E. G. Jobba'gy, and R. B. Jackson. 2008. Stream acidification and base cation losses with grassland afforestation. *Water Resources Research* 44:W00A03.
22. Fenning, T.M. and Gershenson, J. 2002. Where will the wood come from? Plantation forests and the role of biotechnology. *Trends in Biotechnology* 20(7):291-236.
23. Ferraz, S. F.B., de Paula Lima P. and C.B. Rodrigues. 2013. Managing forest plantation landscapes for water conservation. *Forest Ecology and Management* 301: 58-66.
24. Finzi, A.D., Canham, C.D. and N.V. Breemen. 1998. Canopy tree-soil interaction within temperate forests: species effect on PH and cations. *Ecological Application* 8(2):447-454.

25. Hagen-thorn, A. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantation on former agricultural land. *Forest Ecology and Management* 195 :373-384.
26. Inagaki, Y., Miura, S. and A. Kohzo. 2004. Effects of forest type and stand age on litter fall quality and soil N dynamics in Shikoka district, southern Japan. *Forest ecology and management* 202:107-117.
27. Jobidon, P., Cry, G. and N. Thiffault 2004. Plant species diversity and composition along an experimental gradient of northern hardwood abundance in *Picea mariana* plantation. *Forest Ecology and management* 198:209-221.
28. Johnson, D.W. 1995. Soil properties beneath and Pine stands in the Eastern Sierra Nevada. *soil science society of America Journal* 59:918-924.
29. Lima, T.A and G. Vieira. 2013. High plant species richness in monospecific tree plantations in the Central Amazon. *Forest Ecology and Management*. 295: 77–86.
30. Lockaby, B.G. and J.E. Taylor-Boyd. 1986. Nutrient dynamic in the litter fall and forest floor of an 18-year-old loblolly Pine plantation. *Canadian Journal of forest research* 16:1109-1112.
31. Muscolo, A., Sidiri, M. and R. Mercurio, 2007. Influence of gap size on organic matter decomposition, microbial biomass and nutrient cycle in Calabrian pine (*Pinus laricio*, poivet) stands. *Forest Ecology Management* 242: 412-418.
32. Oelkers, E.H. and D. R. Cole. 2008. Carbon Dioxide Sequestration A Solution to a Global Problem. *ELEMENTS* (4) : 305-310 .
33. Polyakova, O. and N. Billor. 2007. Impact of deciduous tree species on litter fall quality, decomposition rates and nutrient circulation in Pine stands. *Forest Ecology and Management* 253:11-18.
34. Reich, P.B., Oleksyn, J., Modrzynski, J. and P. Mrozinski. 2005. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: a common garden test with 14 tree species. *Ecology Letters* 8: 811–818.
35. Richter, D.D. and D. Markewitz. 1994. Soil chemical change during three decades in an old-field loblolly pine (*Pinus taeda*) ecosystem. *Ecology* 75:1463-1473.
36. Schoenholtz, S.H. , Van Miegroet, H. and J.A. Burger. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management* 138 : 335-356.
37. Sebastia, M.T., Marks, E. and R.M. Poch. 2008. Soil carbon and plant diversity distribution at the form level in the savannah region of Northern Togo (West Africa). *Biogeosciences Discuss* 5:4107-4127.
38. Tripler, C.E., Kaushal, S.S., Likens, G.E. and M. T. Walter. 2006. Patterns in potassium dynamics in forest ecosystems. *Ecology Letters* 9:451-466.
39. Turner, J. and M. Lambert. 2000. Change in organic carbon in forest plantation soils in eastern Australia. *Forest Ecology and Management* 133(3):2312-247.
40. Yan, H., Cao, M., Liu, J. and B. To. 2007. Potential and sustainability for carbon sequestration with improved soil management in agricultural soil of China. *Agriculture, ecosystems and agriculture* 121:325-335.