نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 30 / شماره 3 / 1395
DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijsr.2016.107374

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

زهراجمشیدنیا، کامبیز ابراری واجاری[1]، اکبرسهرابی 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 پوشش‌گیاهی را تغییر می‌دهد، بلکه باعث تغییرات مهم در ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک می-شود. جنگلداران همیشه به دانش حاصل از بررسی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک برای حمایت ازجنگل‌های تولیدی وابسته هستند. تحقیق‌حاضر 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.) ویک توده‌پهن‌برگ 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 چهارگوشه آنها قطعه نمونه 2/5×2/5 مترمربعی مستقر گردید و نمونه‌برداری از عمق 30-0 سانتی متری خاک به کمک روش نمونه‌های‌ترکیبی انجام شد(n= 150). نتایج نشان داد که از بین پارامترهای مورد مطالعه خاک منطقه از نظر مقدارکربن آلی و پتاسیم قابل جذب در توده های مورد نظر اختلاف معنی‌دار وجود دارد (p= 0/01) و همچنین از نظر مقدار نیتروژن کل نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد(p= 0/05). در این سه توده از نظر سایر پارامترهای خاک (pH، فسفر و وزن‌مخصوص ظاهری) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. توده بادام‌کوهی از نظر کربن‌آلی 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

با توجه به افزایش میزان تخریب جنگل‌ها، اهتمام در انجام جنگل‌کاری 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 (فنینگ و گرشنزن،2002). جنگل‌کاری‌ها قادر به انجام برخی خدمات بوم‌سازگان جنگل با توجه به مدیریت آنها هستند (فراز و همکاران،2013) و با توجه به گسترش مناطق جنگل‌کاری در جهان، آنها نقش مهمی را در شکل‌گیری سیاست‌های حفاظت تنوع‌زیستی ایفا می‌نمایند (لیما و ویرا،2013). براساس شواهدعلمی، جنگل‌کاری نه تنها پوشش‌گیاهی 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 پوشش‌گیاهی 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 هولتز، 2000).

مراقبی و همکاران (1380) با بررسی در خاک قطعه نمونه‌های اکالیپتوس،سرو نقره‌ای و صنوبر گزارش کردند که مقدار پتاسیم در خاک قطعه‌نمونه اکالیپتوس بیشتر از سرونقره‌ای و کمتر از منطقه کاشت صنوبر است. مقدار موادآلی در قطعه‌نمونه اکالیپتوس بیشتر از قطعه-نمونه سرو نقره‌ای و کمتر از صنوبر است و به طورکلی خاک‌ها در مناطق کاشت اکالیپتوس اسیدی‌تر از خاک قطعه‌نمونه‌های مجاور آن می‌باشد. در تحقیق صیاد و همکاران (1384) در خاک جنگل‌کاری‌های خالص و آمیخته صنوبر و توسکای‌ییلاقی در نزدیکی چمستان در شمال ایران پس از گذشت 7 سال از زمان کاشت (1375) مشخص شد که در این سن این جنگل‌کاری‌ها تأثیر چندانی را روی خاک نداشته‌اند. در مطالعه‌ای که توسط صیاد و همکاران (1386) بر روی جنگل‌کاری خالص و آمیخته *Alnus subcordata* و *Popolus deltoides* انجام شد نتایج آن حاکی از دیر تأثیربودن جنگل‌کاری بر روی بافت‌خاک بود. نتایج مطالعه اسدیان و همکاران (1391) در جنگل‌کاری منطقه الندان – ساری نشان داد که در عمق 10-0 سانتی‌متری خاک، بیشترین مقدار ازت، درصد 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 منظو بررسی تأثیر جنگل‌های دست کاشت بر روی تنوع گونه‌ها گیاهی و خصوصیات خاک دو منطقه جنگل‌کاری 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 مشخصه های مورد نظر در توده‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. فارلی و کلی(2004) در بررسی اثر جنگل‌کاری *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. پولیاکاوا و بیلور(2007) با مطالعه برروی 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 10-0 سانتی‌متر جنگل‌کاری‌های کاج و اکالیپتوس در آرژانتین اعلام کردند که اکالیپتوس در اسیدی‌کردن خاک قدرت بیشتری نسبت به کاج دارد.

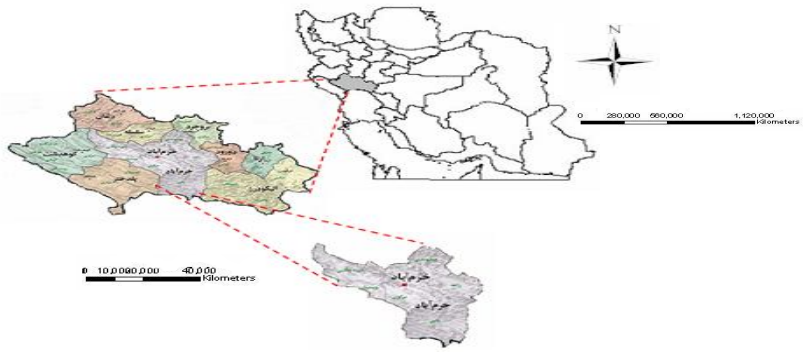
تحقیق هاگن-تورتن (2004) در زمینه جنگل-کاری‌های 30 ساله نشان داد که درختان به طور مشخص بر خصوصیات مختلف خاک اثرگذارند و این اثر در عمق10-0 سانتی‌متری خاک‌سطحی مشهودتر است. جوبیدون (2004) با بررسی اثر کاشت با گونه‌های *Picea marina* نسبت به پهن‌برگان در استان کبک در شرق کانادا گزارش نمود که با افزایش تاج‌پوشش این گونه، نسبت به گونه‌های پهن‌برگ حاصلخیزی خاک کاهش پیدا می‌کند. تحقیق حاضر به بررسی اثرات جنگل‌کاری (20ساله) گونه‌های سوزنی‌برگ (سرونقره‌ای، کاج بروسیا) و پهن-برگ (بادام‌کوهی) بر برخی ویژگی‌های فیزیکو- 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 طول‌جغرافیایی 48^{0} ،$22^{/}$ و48^{0}،$25^{/}$ وعرض‌جغرافیایی $37^{/}$

،$^{0}33$و،$^{/}40$ ،$^{0}32$ واقع گردیده است (شکل1). ازنظر 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 2/ 25 و9/1 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 زون‌زاگرس چین‌خورده می‌باشد. زیر حوزه ریمله دارای مناظری از قبیل قله‌ها، دره‌ها، دامنه‌ها، تپه ها، شیارها و گالی‌ها می‌باشد که این مناظر حاصل فرآیندهای تغییر دهنده توپوگرافی زمین شامل حرکات تکتونیک، باد، آب، هوازدگی و حرکت مواد برروی دامنه‌ها می‌باشد. از نظر خاکشناسی جنس خاک حوزه آهکی و دولومیتی و دارای بافت لیموئی و خاک‌های دامنه شمال کلوپار 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 انتی 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 مخروبه در سال 1372، جنگل‌کاری با گونه‌های کاج بروسیا، سرو نقره‌ای و بادام‌کوهی انجام شد.



شکل1- موقعیت منطقه مورد مطالعه

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 ابعاد10×10متر (اولکرز 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 30-0 سانتی‌متری خاک (یان 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 آب‌مقطر و به کمک دستگاه pH متر، وزن مخصوص‌ظاهری به روش کلوخه، کربن‌آلی به روش والکی‌بلاک، ازت‌کل به روش کجلدال، پتاسیم به روش فلیم فتومتری و فسفر به روش اولسن در آزمایشگاه خاک تعیین شد (جعفری حقیقی،1382). میزان ترسیب‌کربن خاک نیز از رابطه OC=OC%×BD×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 تحلیل‌آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. با توجه به نرمال‌بودن داده‌ها از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) برای بررسی متغیر-های خاک در سه توده جنگل‌کاری و نیز برای مقایسه

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

نتایج

با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه‌واریانس یک‌طرفه در منطقه مورد مطالعه (جدول 1) مشخص گردید که از بین پارامترهای مورد مطالعه خاک منطقه از نظر مقدار کربن‌آلی و پتاسیم قابل‌جذب 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 وجود ندارند. همچنین از جدول مقادیر میانگین (2، 6) ملاحظه می‌شود که توده بادام‌کوهی از نظر کربن‌آلی و پتاسیم‌قابل جذب بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص داده است. در جدول میانگین‌ها (4 ،7) مشاهده می‌شود که از نظر مقدار ازت‌کل و وزن مخصوص ظاهری بین توده‌های جنگل‌کاری اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. جدول (۳،۵) 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 ترسیب‌کربن خاک و شاخص غنای گونه‌های علفی در توده جنگل‌کاری 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.

جدول 1- تجزیه‌واریانس ویژگی‌های خاک در توده‌های جنگل‌کاری ریمله- لرستان

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

*، **: معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد، ns : غیر معنی‌دار

جدول 2- مقایسه میانگین (اشتباه معیاراز میانگین ± میانگین) کربن آلی در توده‌های جنگل‌کاری

توده جنگل‌کاری	اشتباه معیار از میانگین± میانگین
کاج بروسیا	0/854±0/0116b
سرو نقره‌ای	1/098±0/098b
بادام‌کوهی	1/548±0/107a

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 3- مقایسه میانگین (اشتباه معیاراز میانگین ± میانگین) اسیدیته در توده‌های جنگل‌کاری

توده جنگل‌کاری	اشتباه معیار از میانگین± میانگین
کاج بروسیا	8/01 ±0/039[a]
سرو نقره‌ای	8/14±0/081[a]
بادام‌کوهی	8/13±0/025[a]

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 4- مقایسه میانگین (اشتباه معیاراز میانگین ± میانگین) ازت کل در توده‌های جنگل‌کاری

توده جنگل‌کاری	اشتباه معیار از میانگین± میانگین
کاج بروسیا	0/084±0/011[ab]
سرو نقره‌ای	0/110±0/009[a]
بادام کوهی	0/065±0/012[b]

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 5- مقایسه میانگین (اشتباه معیاراز میانگین ± میانگین) فسفر قابل جذب در توده‌های جنگل‌کاری

توده جنگل‌کاری	اشتباه معیار از میانگین± میانگین
کاج بروسیا	7/17±0/791 [a]
سرو نقره‌ای	5/94±0/644 [a]
بادام کوهی	7/15±0/645 [a]

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد.

جدول 6- مقایسه میانگین (اشتباه معیاراز میانگین ± میانگین) پتاسیم قابل جذب در توده‌های جنگل‌کاری

توده جنگل‌کاری	اشتباه معیار از میانگین± میانگین
کاج بروسیا	272/7±28/88[b]
سرو نقره‌ای	314/60±21/9[b]
بادام‌کوهی	420/10±26/44[a]

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 7- مقایسه میانگین (اشتباه معیاراز میانگین ± میانگین) وزن مخصوص‌ظاهری درتوده‌های جنگل‌کاری

توده جنگل‌کاری	اشتباه معیار از میانگین± میانگین
کاج بروسیا	1/60±0/019 [a]
سرو نقره‌ای	1/57±0/030 [a]
بادام‌کوهی	1/61±0/035 [a]

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 8- ضرایب همبستگی پیرسون میزان ترسیب‌کربن خاک و شاخص های تنوع گونه‌های علفی در توده‌های جنگل‌کاری

	کاج بروسیا		سرو نقره ای		بادام کوهی	
	غنا	تنوع	غنا	تنوع	غنا	تنوع
ترسیب کربن خاک (تن/هکتار)	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 نتیجه‌گیری

عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز توپوگرافی از جمله عوامل هستند که بر حضور و عدم حضور گونه‌ها تأثیر می‌گذارند (میرزایی،1376). در تحقیق حاضر در مورد pH خاک مشاهده شد اسیدیته خاک در توده سرو نقره‌ای کمی بیشتر از دو توده دیگر است، هرچند اختلاف معنی‌دار نیست (جدول3). انباشتگی کاتیون‌ها در زیتوده درختی یکی از مکانیزم‌هایی است که بارها توسط دانشمندان مختلف به عنوان عامل اسیدی-شدن خاک پس از جنگل‌کاری به آن تأکید شده است. این مسأله ظاهراً در مورد جنگل‌کاری با انواع سوزنی‌برگان بیش از هر عامل دیگری اهمیت دارد (بینکلی و همکاران، 1995).

از نظر فینزی و همکاران(1998) اختلاف گونه-ها در تولید اسیدهای آلی مختلف حاصل از تجزیه لاشبرگ‌هایی که نسبت بازهای تبادلی (مثل کلسیم و منیزیم) و کاتیون‌های اسیدی (مثل آهن و آلومینیوم) را در خاک تغییر می‌دهد، می‌تواند یکی از مهمترین اثرات پوشش‌گیاهی در pH خاک باشد. همچنین تفاوت گونه-های مختلف درختی در جذب و تخصیص کاتیون‌های خاک به ذخیره زیتوده خود به همراه مدت زمان‌های متفاوت تجزیه و تخریب لاشبرگ‌های آن‌ها، از دیگر عوامل مؤثر می‌باشد. مراقبی و همکاران (1380) هم نقش گونه سرو نقره‌ای را در اسیدی کردن خاک بیش از درخت اکالیپتوس گزارش نموده‌اند. بنابراین با توجه به این تحقیق درمورد pH خاک و موارد ذکر شده فوق می‌توان این چنین اظهار نظر کرد که با توجه به اینکه جنگل‌کاری با پهن‌برگان باعث افزایش pH خاک و جنگل‌کاری با سوزنی‌برگان (کاج بروسیا) باعث کاهش pH خاک می‌شود. نوع گونه می‌تواند بر روی pH خاک تأثیر بگذارد. دلیل بالا بودن اسیدیته در خاک توده پهن-برگ را می‌توان به حضور گونه بادام‌کوهی که دارای C/N کمتر و قدرت تجزیه بیشتری هستند وعدم تجمع لاشبرگ در زیر این گونه‌ها نسبت داد و دلیل کاهش pH سوزنی-برگان می‌تواند در رابطه با تجمع لاشبرگ در زیر این گونه‌ها باشد. با وجود موارد فوق گزارش‌ها در برخی کشورها حاکی از آن است که گاهی در مواردی گونه‌های پهن‌برگ بیش از سوزنی‌برگانpH خاک را افزایش می‌دهد (فالی و کلی ،2004). در رابطه با کربن آلی با توجه به نتایج به دست‌آمده توده جنگل‌کاری شده بادام‌کوهی بیشترین مقدار کربن آلی را نشان داد(جدول2). جنگل-کاری با گونه‌های پهن‌برگ موجب افزایش ماده‌آلی در این منطقه شده است. مراقبی و همکاران (1380) مقدار مواد-آلی را در خاک جنگل‌کاری سوزنی‌برگ سرونقره‌ای کمتر از خاک تحت پوشش اکالیپتوس اعلام کرده‌اند. جنسون (1995) نشان داد که مقدار کربن آلی در خاک پهن‌برگان 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 جنگل‌های اطراف بیشتر از اراضی مرتعی اعلام کردند و دریافتند که غنای گونه‌های گیاهی همبستگی با مواد آلی در مناطق مورد مطالعه داشت. در جدول (4) مشاهده می‌شود خاک جنگل‌کاری توده بادام کوهی دارای بیشترین مقدار نیتروژن کل در بین سه توده مورد مطالعه بوده است و نتایج تحقیق نشان می‌دهد که جنگل‌کاری با گونه‌های پهن‌برگ باعث افزایش نیتروژن کل شده است. ایناگاکی و همکاران (2004) نشان دادند که معدنی‌شدن نیتروژن در توده‌های پهن‌برگ بیشتر از سوزنی‌برگان بوده است و این کاهش را به مقدار لیگنین سوزنی‌برگان دانستند که مقدار بیشتر آن باعث کاهش سرعت معدنی شدن ازت می‌شود. در جنگل‌های معتدله، مقدار نیتروژن و فسفر تجمع یافته در زیر پوشش پهن‌برگان10 تا50 درصد بیشتر از سوزنی-برگان بوده است (آگوستو و همکاران، 2002).

مقدار بیشتر نیتروژن در جنگل‌کاری پهن‌برگ به سوزنی‌برگ به این نکته اشاره می‌کند گونه بادام کوهی دارای نیتروژن بیشتری نسبت به دو توده سوزنی‌برگ کاج بروسیا و سرو نقره‌ای می‌باشد. جنگل‌های آمیخته با گونه-های تثبیت کننده نیتروژن یکی از راه‌هایی است که برای جبران کاهش حاصلخیزی خاک (میزان نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن) در نتیجه برداشت‌های مکرر جنگل-کاری‌های خالص گونه‌های تندرشد مانند صنوبر و اکالیپتوس پیشنهاد می‌شود (صیاد و همکاران، 1386). در نتایج این تحقیق مشاهده شد که مقدار فسفر در توده سوزنی‌برگ سرو نقره‌ای بیشر از دو توده کاج بروسیا و بادام کوهی بوده است، هرچند اختلاف معنی‌دار نیست (جدول 5). به نظر می‌رسد که این اختلاف مشاهده شده می‌تواند به نوع گونه سوزنی‌برگ یا پهن‌برگ 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 پهن‌برگ اقاقیا به‌دست‌آوردند. هاگن – نورن (2004) نیز نتایجی مخالف با نتایج به دست آمده در این تحقیق، گزارش نموده‌اند. با وجود نتایج متفاوت که در تحقیقات مختلف به دست آمده است در مورد میزان فسفر در این سه توده می‌توان اظهار نمود که فسفر به صورت آلی قابل جذب برای گیاه نبوده و فرم

معدنی آن با مداخله میکروارگانیسم‌ها می‌تواند به صورت قابل جذب درآمده و در اختیار گیاه قرار گیرد. معدنی شدن فسفر آلی به فعالیت‌های بیولوژیکی‌خاک بستگی دارد. در خاک‌هایی با فعالیت‌های بیولوژیکی ضعیف مثل خاک‌های هوموس مور که معمولاً با حضور سوزنی‌برگان و لاشبرگ‌های آن‌ها تشکیل می‌گردد (حبیبی کاسب1371؛زرین کفش،1380). معدنی‌شدن 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 مقدارpH اپتیمم برای جذب فسفر، مقدار و شدت جذب فسفر توسط سوزنی برگان بیشتر از مقدار جذب این عنصر توسط پهن‌برگان بوده است. در کل مقدار فسفرقابل جذب خاک در توده‌های کاج به دلیل جذب شدیدتر کمتر از سرو نقره‌ای و بادام‌کوهی است. به 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 (جدول6) 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 می‌مانند (ریشتر 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 سوزنی برگ 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.

فهرست منابع:

1. 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.
2. بی نام،1375.کتابچه مربوط به طرح جنگلکاری منطقه ی ریمله.اداره کل منابع طبیعی استان لرستان.
3. جعفری حقیقی ، م .1382.روش‌های تجزیه خاک (نمونه برداری و تجزیه های مهم فیزیکی و شیمیایی)، انتشارات ندای ضحی، 236 ص.
4. حبیبی کاسب،ح. 1371.مبانی خاکشناسی جنگل،انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،شماره 2118. 424صفحه.
5. زرین کفش،م. 1380.خاکشناسی جنگل،انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع،شماره۴۲۸،۲۹۲ صفحه.
6. شعبانیان،ن.، حیدری، م.، و زینی وند، م.1388. اثرجنگلکاری با گونه های سوزنی برگ و پهن برگ بر تنوع گونه‌های گیاهی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی:جنگلکاری دوشان سنندج).
7. صیاد،ا. ،حسینی،س.م.،مختاری،ج.و مهدوی،ر.1384.مقایسه خواص خاک جنگلهای خالص و آمیخته صنوبر دلتوییدس و توسکای ییلاقی.علوم خاک و آب 9(1): 114-107.

8. صیاد،ا.،حسینی،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 شناسی33 (42): 108-103.
9. فخاری راد،م. 1384.بررسی تأثیر جنگلکاری 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.،ا عادلی،ا. و ثاقب‌طالبی،خ.1386. برآورد میزان ترسیب‌کربن خاک در جنگل های تحت مدیریت (مطالعه موردی جنگل گلبند در شمال کشور)، فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، 15: 252-241.
11. مجد طاهری،ح. و جلیلی،ع. 1375.بررسی مقایسه‌ای اثرات جنگلکاری با کاج الداریکا و اقاقیا روی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و پوشش گیاهی زیر اشکوب (منطقه مورد مطالعه:پارک جنگلی چیتگر) مجله پژوهش و سازندگی 32: 16-6.
12. مراقبی،ف.، علی احمدی کروی،س.،خانجانی شیراز ،ب.، تیموری،م. و همتی ، ا. 1380. بررسی اثرات دگرآسیبی، اکالیپتوس،صنوبر، سرونقره‌ای بر زیر اشکوب و برخی از خواص خاک در ایستگاه‌های شیخ نشین و سراوان استان گیلان. مجله پژوهش و سازندگی34:53-26.
13. میرزایی،ح.1376.بررسی تأثیر تاج پوشش جنگلی بر زیر اشکوب مرتعی در جنگلهای بلوط غرب مجله پژوهش و سازندگی (35): 63-55.
14. Augusto,L., Ranger,T., Binkley, D. and A. Roth. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Anuals 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 Treesand soil workshop(dj.Mead and I.s.cornforth,eds).
17. Binkley, D. 2002.The-year decomposition a loblolly pine forest.conadian. 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 Gershenzon,J.2002.Where will the wood come from? Plantation forests and the role of biotechnology.Trends in Biotechnolpogy 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.,Canhom,C.D.and N.V. Breemen. 1998. Canopy tree-soil intraction within temperate foreests:species effect on PH and cations.Ecologycal Applicaition8(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 an litter fall quality and soil Ndynamics in Shikoka district,southem Japon.Forest ecology and management 202:107-117.
27. Jobidon,P.,Cry,G. and N. Thiffault 2004.Plant species diversity and composition along an experimentalgradient of northern hardwood abundonce in picea mariana plantation.Forest Ecology and management 198:209-221.
28. Johnson,D.W.1995.soil properties beneathus 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.Tay lor-Boyd. 1986.Nutrient dynamic in the litter fall and forest floor af an 18-year-old loblolly Pine phantation.Canadian Journal of forest research16:1109-1112.
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. Polyakava,O. and N. Billor. 2007.Impacte 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 soilproperties: 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-fild loblloly pine(pinus taedal)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 thesavannah regian of Northern Togo(WestAfrica). 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. Foreest 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.