اثر گونه‌های سفیدپلت، توسکای قشلاقی و دارتالاب بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در اراضی جنگلی آستانه اشرفیه

شیرین صیقلانی، حسن رمضانپور[1] و احسان کهنه

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان؛ sh.seyghalani@gmail.com

عضو هیئت علمی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان؛ hasramezanpour@yahoo.com

دانشجوی دکترای تخصصی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد؛ kahneh_ehsan@yahoo.com

دریافت: 91/12/12 و پذیرش: 94/1/26

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر گونه غیر بومی دارتالاب در مقایسه با گونه‌های بومی سفیدپلت و توسکای قشلاقی بر خصوصیات شیمیایی خاک درمنطقه صفرابسته آستانه اشرفیه انجام گردید. طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی با دو فاکتور (1) نوع پوشش درختی با سه سطح (2) عمق نمونه‌برداری در دو سطح و در سه تکرار بود. برای نمونه‌برداری خاک در هر تکرار پلات‌های 100 متر مربعی انتخاب شده و از چهارگوشه و مرکز هر پلات در هر عمق، نمونه خاک برداشته شد. نمونه‌های هر عمق با یکدیگر مخلوط شده و یک نمونه مرکب جهت آنالیزهای شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. تعدادی ازویژگی‌های خاک نظیر pH، هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل، اسید هومیک و فولویک، آهک معادل و نسبت کربن به نیتروژن اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که خاک هر سه پوشش گیاهی از نظر pH اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی بین سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. کم بودن میزان هدایت الکتریکی خاک را می‌توان به وجود سنگ مادر آبرفتی و هم‌چنین بالا بودن میزان بارندگی در منطقه و نزدیکی آن به رودخانه سفیدرود و در نتیجه آبشویی فراوان در خاک نسبت داد. پوشش جنگلی دارتالاب نسبت به دو توده جنگلی بومی توسکا و سفیدپلت باعث افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی، نیتروژن، اسیدهومیک و فولویک در خاک شده بود. از آنجایی که تفاوت میان اثر ترکیب گونه‌های جنگل‌کاری شده بر خواص خاک در هر دو عمق خاک دیده می‌شود، می‌توان علت این اختلاف‌ها را بیشتر به خاطر وجود تفاوت‌ها در خواص شاخ و برگ، کمیت و کیفیت لاشبرگ، فرایندهایی که در کف جنگل روی می‌دهد و هم‌چنین تفاوت در عملکرد ریشه‌ای و بازگشت عناصر غذایی دانست. به علاوه نسبت کربن به نیتروژن در خاک تحت پوشش توسکای قشلاقی کمترین مقدار بود که بیانگر افزایش فعالیت بیولوژیکی و تثبیت نیتروژن در خاک این توده است. بنابر این می‌توان نتیجه‌گیری کرد که درخت دارتالاب در مدت زمان بیش از 3 دهه اثرات ثانویه‌ای در خاک ایجاد کرده و بررسی‌های دقیق‌تری در سال های آتی نیاز است. یا با استفاده از شاخص‌های بیولوژیکی و بیوشیمی که پاسخ سریع‌تری به تغییرات محیطی می‌دهند اثر گونه‌های مختلف درختی بر کیفیت خاک مطالعه شود.

واژه‌های کلیدی: پوشش‌های جنگلی، کربن آلی، نیتروژن کل

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گیلان، مجتمع دانشگاه گیلان، دانشکده علوم کشاورزی، صندوق پستی: 41889-58643

مقدمه

آثار و شواهد نشان می‌دهد که در گذشته قسمت عمده‌ای از کشورمان پوشیده از جنگل بوده ولی امروزه به دلایل متعددی مانند چرای بی‌رویه دام، قطع درختان، بی‌توجهی به پوشش نباتی و...نشانه‌ای از آن باقی نمانده است. بنابر این در چنین شرایطی باید نسبت به حفظ گونه‌های موجود و هم‌چنین وارد کردن گونه‌های جدید (از جمله سوزنی‌برگ) برای جنگل‌کاری در عرصه-های عاری از درخت اقدام نمود (مصدق، 1999). پژوهش‌ها نشان می‌دهد فعالیت بیولوژیک در لاشبرگ سوزنی‌برگانی مانند ساپن، دارتالاب، نوئل و کاج جنگلی خیلی ضعیف‌تر از پهن‌برگان می‌باشد. به طور معمول سرعت تجزیه لاشبرگ در این درختان متفاوت است به طوری که لاشبرگ درختانی نظیر دارتالاب، دوگلاس و ساپن آسان‌تر از لاشبرگ نوئل و کاج جنگلی تجزیه می‌شوند، در نتیجه انباشتگی لاشبرگ کمتر بوده و تأثیرات سوء آن‌ها روی حاصل‌خیزی و pH خاک نیز کمتر است (کونر، 1994).

صیاد و همکاران (2007) با مطالعه خواص خاک جنگل‌کاری‌های صنوبر اورامریکن خالص و آمیخته با توسکای ییلاقی در طرح جنگل‌داری سوردار- انارستان به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن، ماده آلی و هدایت الکتریکی در عمق-های 0 تا 15 و 15 تا 30 سانتی‌متری خاک جنگل‌کاری صنوبر اورامریکن آمیخته با توسکای ییلاقی بوده است. اگوستو و همکاران (2002) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که نوع و ترکیب گونه‌های موجود در آشکوب فوقانی جنگل با توجه به نوع سنگ مادری، اقلیم و مدیریت جنگل می‌تواند اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های خاک داشته باشد. در ایتالیا چیتی و همکاران (2007) در مطالعه خود نشان دادند که مقدار کربن آلی و نیتروژن خاک رویین در جنگل‌کاری آمیخته بلوط (*Q.robur*[1]) با توسکا (*Alnus cordata*) بیشتر از جنگل‌کاری‌های خالص بلوط بوده است. آنها دریافتند که توسکا به عنوان گونه همراه، نقش مؤثری در فرایندهای تحول خاک و چرخه کربن داشته است.

به کرات اظهار شده که جنگل‌ها اثر مفیدی روی خاک‌ها دارند و درختان در غنی‌سازی خاک‌ها از نظر عناصر غذایی در بعضی مناطق معتدله که تبدیل به جنگل-کاری شده‌اند، تأثیر دارند. برای مثال تحقیقات صورت گرفته در جنگل‌کاری‌های سوزنی‌برگان در مناطق معتدله، نشان از بروز تغییرات در بعضی خواص شیمیایی خاک از جمله کاهش pH و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی دارد (فارلی و کلی، 2004).

شناخت بهتر تأثیر گونه‌های درختی بر خاک و علل ایجاد تغییرات در خاک، موجب پیش‌بینی دقیق‌تر اثر گونه‌ها بر اکوسیستم و مدیریت بهینه آنها برای مدیران و برنامه‌ریزان می‌شود. روند پر شتاب توسعه‌ای و اقتصادی کشور، ضرورت توجه جدی به حفاظت از منابع طبیعی و در عین حال تأمین چوب و فراورده‌های مورد نیاز کشور، برای حال حاضر و دهه‌های آینده پیش از پیش محسوس است. بر این اساس سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در اراضی برداشت یا تخریب شده نسبت به جنگل‌کاری توسط گونه‌های درختی بومی و غیر بومی اقدام نموده است. دارتالاب با نام علمی *Taxodium distichum* از جمله درختان سوزنی‌برگ سریع‌الرشد غیر بومی ایران است که در سال‌های گذشته وارد کشور شده و جهت بررسی سازگاری در برخی نقاط شمال کشور کاشته شده است. لذا هدف از این پژوهش بررسی اثرات دارتالاب بر خصوصیات شیمیایی خاک در مقایسه با گونه‌های بومی سفیدپلت و توسکای قشلاقی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته در 5 کیلومتری شمال غرب شهرستان آستانه اشرفیه در نزدیکی رودخانه سفیدرود با ارتفاع 15 متر بالاتر از سطح دریای خزر و 10 متر پایین‌تر از سطح آب‌های آزاد (خلیج فارس) با طول جغرافیایی ´57 °49 شرقی و عرض جغرافیایی ´19 °37 واقع شده است. از نظر پستی و بلندی فاقد هرگونه عارضه بوده و کاملاً مسطح می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه 1186/6 میلی‌متر و میانگین درجه حرارت 17/7 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. (سالنامه هواشناسی، 1385)

روش تحقیق

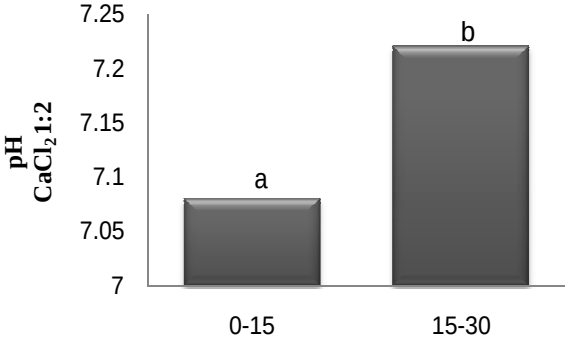
پس از مشاهدات صحرایی، محدوده مورد مطالعه در اراضی جنگلی صفرابسته آستانه اشرفیه انتخاب شد. طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار بود. فاکتور اول نوع پوشش درختی با سه سطح 1- بومی منطقه شامل سفیدپلت (*Populus caspica*) و توسکای قشلاقی (*Alnus glutinosa*) و 2- غیر بومی منطقه، دارتالاب (*Taxodium distichum*) انتخاب گردید. فاکتور دوم عمق نمونه‌برداری و در دو سطح 1- صفر تا 15 و 2- 15 تا 30 سانتی‌متری خاک بود. برای نمونه‌برداری خاک در هر تکرار پلات‌های

1. Querqus robur

100 متر مربعی انتخاب شده و از چهار گوشه و مرکز هر پلات در هر عمق، نمونه خاک برداشته شد. نمونه‌های هر عمق با یکدیگر مخلوط شده و یک نمونه مرکب جهت آنالیزهای شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد.

در آزمایشگاه، پس از آماده سازی نمونه‌ها (خشک نمودن در مجاورت هوای آزاد و گذراندن از الک دو میلی‌متری) اقدام به تعیین pH خاک با محلول $CaCl_2$ 0/01 مولار با نسبت 1:2 خاک به آب مقطر، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، کربن آلی به روش والکی بلک، نیتروژن کل به روش کجلدال، اسید هومیک و فولویک به روش وزنی و آهک معادل به روش تیتراسیون گردید (اسپارکس، 1996)

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از آزمون نرمالیتی Kolmogorov – Smirnov از نرم افزار SAS و برای کشیدن نمودارها از برنامه Excel، و از آزمون مقایسه میانگین توکی برای گروه‌بندی استفاده شد.

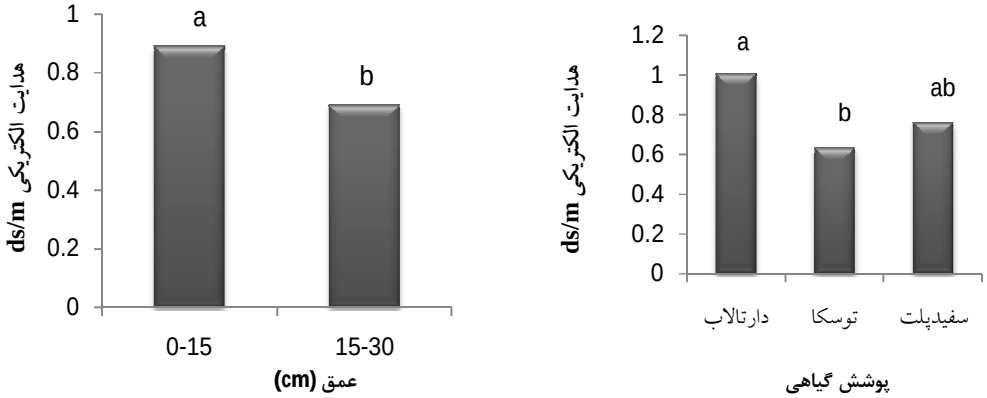


شکل 1- مقایسه میانگین pH خاک در عمق گیاهی مورد مطالعه

نتایج

خاک تحت پوشش‌های دارتالاب، توسکای قشلاقی و سفیدپلت از نظر pH اندازه‌گیری شده با محلول CaCl2 در نسبت 1:2 اختلاف معنی‌داری ندارند. خاک-های مورد مطالعه همگی خنثی و کمی قلیایی بوده و به رغم وجود برخی تفاوت‌های ظاهری، گونه‌های مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر pH خاک نداشته‌اند. البته با توجه به کم بودن سن جنگل‌کاری‌ها و خاصیت بافری خاک، این پدیده چندان دور از انتظار نیست و نتایج تحقیق مجد طاهری و جلیلی در سال 1375 در تهران نیز تأیید کننده این مطلب است.

اما همان طور که در شکل (1) نشان داده شده است، دو عمق اول و دوم اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد در pH دارند. به عبارتی pH خاک‌های تحت پوشش دارتالاب، توسکای قشلاقی و سفیدپلت در عمق دوم یعنی (30 – 15) سانتی‌متری بیشتر از عمق اول یعنی (15- 0) سانتی‌متری است.



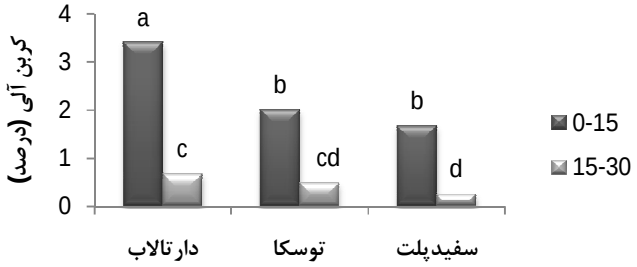
شکل 2- الف و ب مقایسه میانگین هدایت الکتریکی در پوشش‌های گیاهی و عمق‌های مورد مطالعه

همان طور که در شکل‌های 2، دیده می‌شود خاک تحت پوشش گیاهی دارتالاب دارای بیشترین مقدار هدایت الکتریکی و پوشش گیاهی توسکای قشلاقی دارای کمترین مقدار و پوشش گیاهی سفیدپلت مقدار

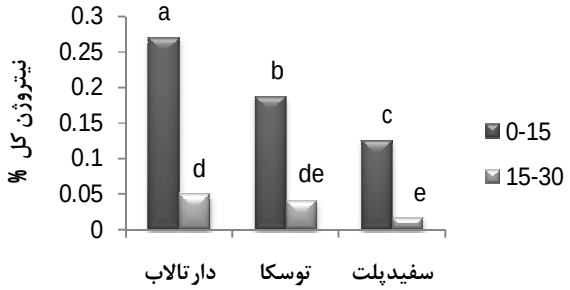
حدوسط را دارد. مقدار هدایت الکتریکی در عمق اول در خاک تحت پوشش همه‌ی گونه‌ها بیشتر است که به دلیل افزایش مقدار مواد آلی در عمق اول است.

کربن آلی خاک (OC)

همان طور که در شکل3 دیده می‌شود خاک تحت پوشش گیاهی دارتالاب در عمق اول دارای بالاترین درصد کربن آلی است و کمترین درصد کربن آلی مربوط به عمق دوم خاک تحت پوشش گیاهی سفیدپلت می‌باشد. خاک تحت پوشش‌های توسکای قشلاقی و سفیدپلت اختلاف آماری معنی‌داری با هم نشان ندادند.



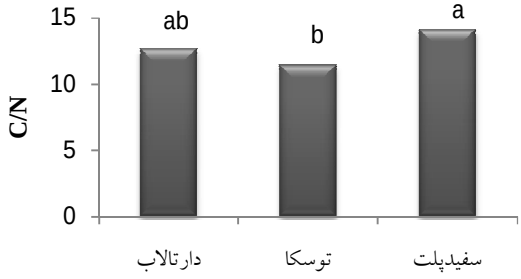
شکل3 - مقایسه اثرات متقابل پوشش گیاهی و عمق بر کربن آلی در خاک



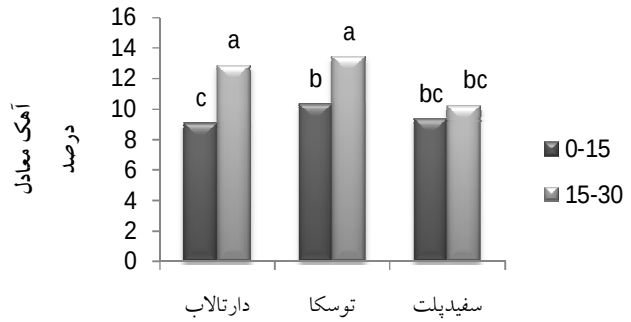
شکل 4 - مقایسه اثرات متقابل پوشش گیاهی و عمق برنیتروژن کل در خاک

همان طور که در شکل 4- دیده می‌شود خاک تحت پوشش گیاهی دارتالاب درعمق اول (15 – 0) سانتی‌متری دارای بیشترین نیتروژن کل در خاک بوده و سپس خاک تحت پوشش توسکای قشلاقی نسبت به سفیدپلت دارای نیتروژن کل بیشتری بوده است. با توجه به شکل، خاک تحت پوشش جنگلی سفیدپلت در 15 تا 30 سانتی‌متری دارای کمترین مقدار نیتروژن کل است.

همان طور که در شکل 5 دیده می‌شود خاک تحت پوشش گیاهی توسکای قشلاقی کمترین نسبت کربن به نیتروژن و خاک تحت پوشش گیاهی سفیدپلت بیشترین و خاک تحت پوشش گیاهی دارتالاب مقدار حدواسط نسبت کربن به نیتروژن را دارد.

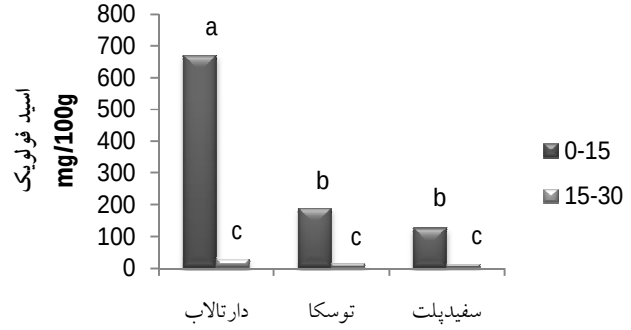


شکل 5- مقایسه میانگین نسبت کربن به نیتروژن در خاک تحت پوشش‌های گیاهی مورد مطالعه

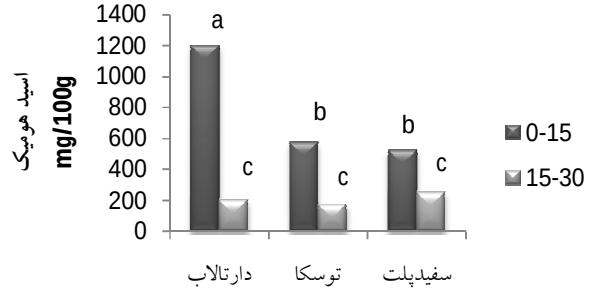


شکل 6 - مقایسه اثرات متقابل پوشش و عمق بر آهک معادل در خاک

همان طور که در شکل 6 دیده می‌شود عمق‌های دوم خاک تحت پوشش دارتالاب و توسکای قشلاقی بالاترین مقدار آهک را دارند و اختلاف معنی-داری با هم ندارند. عمق اول و دوم خاک تحت پوشش سفیدپلت نیز اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارد. و از نظر مقدار آهک در حد متوسط هستند. کمترین مقدار آهک مربوط به عمق اول یعنی 0 تا 15 سانتی‌متری خاک تحت پوشش دارتالاب است.



شکل 7 - مقایسه اثرات متقابل پوشش گیاهی و عمق بر اسید فولویک در خاک



شکل 8- مقایسه اثرات متقابل پوشش گیاهی و عمق بر اسید هومیک در خاک

همان طور که در شکل‌های 7 و 8 دیده می‌شود خاک تحت پوشش دارتالاب با خاک تحت پوشش دو گونه دیگر در هر دو اسید فولویک و هومیک اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد و خاک تحت پوشش دو گونه دیگر یعنی توسکای قشلاقی و سفیدپلت از لحاظ آماری اختلاف معنی داری ندارند. خاک تحت پوشش‌های گیاهی مورد مطالعه در عمق دوم اختلاف معنی‌داری ندارند. لازم به ذکر است که مقدار اسید هومیک و

فولویک در خاک تمام پوشش‌های ذکر شده در عمق اول یعنی در (15 – 0) سانتی‌متری بیشتر است و همان طور که از شکل پیداست خاک تحت پوشش گونه دارتالاب دارای بیشترین اسید فولویک وهومیک در بین پوشش‌های مورد مطالعه است.

رده بندی خاک (کلید تاکسونومی خاک ، 2014)

بر اساس کلید تاکسونومی (soil Taxonomy, 2014) هر سه پروفیل خاک شاهد در پوشش‌های مورد مطالعه در رده این‌سپتی‌سول طبقه بندی شدند ولی تا حد زیر گروه تغییر نموده اند که در جدول شماره 2 امده است.

جدول 1- تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک

		میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه ازادی	pH $CaCl_2$ 1:2	EC ds/m	کربن آلی %	نیتروژن کل %	C/N	کربنات کلسیم %	اسید هومیک mg/100g	اسید فولویک mg/100g
بلوک	2	0/0042^{ns}	0/029^{ns}	0/0241^{ns}	0/00031^{ns}	0/568^{ns}	0/115^{ns}	1666/66^{ns}	1290/61^{ns}
نوع پوشش	2	0/00317^{ns}	0/215**	1/875**	0/0122**	10/734*	6/68**	203437/5**	141583/77**
عمق	1	0/0868*	0/180*	16/112**	0/1118**	4/784^{ns}	30/472*	1402812/5**	436212/24**
پوشش در عمق	2	0/0065^{ns}	0/064^{ns}	0/812**	0/0045**	1/303^{ns}	3/45*	225312/5**	124173/46**
خطا	10	0/00365	0/0249	0/046	0/00024	1/153	0/534	4041/667	1379/26
کل	17								
ضریب تغییرات		0/84	19/77	15/36	13/54	8/45	6/72	13/04	21/54

* معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد ** معنی‌دار در سطح احتمال 1 درصد

جدول شماره 2- [Soil Taxonomy, 2014]

رده‌بندی خاک	پروفیل
Aquic Eutrudepts	تحت پوشش دارتالاب
Oxyaquic Eutrudepts	تحت پوشش توسکا
Typic Eutrudepts	تحت پوشش سفیدپلت

بحث و نتیجه‌گیری

تغییر (pH) خاک توسط گونه‌های درختی از جمله پهن‌برگ یا سوزنی‌برگ نیاز به زمان طولانی دارد (زرین کفش، 2002). به عبارت دیگر زمان برای ایجاد تغییر و تحول pH خاک در توده‌های جنگل‌کاری شده احتمالاً کافی نبوده است. این بررسی با نتایج زرین کفش در سال 2002 در جنگل‌های شمال ایران، مبنی بر این که کاشت کاج و نراد بر روی pH خاک تأثیر چندانی نداشته است و نیز با مطالعه گیاردینا (گیاردینا، 1995) که در جنگل‌کاری (Alnus rubra) و (Pseudutsuga menzisii) تفاوت معنی‌داری را در pH خاک مشاهده نمی‌کند هم سو بوده و تأکیدی بر آن است. لازم به ذکر است که منطقه مورد مطالعه در لایه‌های زیرین دارای آهک بوده و این امر بر مقدار pH خاک مؤثر می‌باشد. هرچه به سمت عمق خاک می‌رویم pH خاک روند افزایشی دارد که به وضعیت آهک منطقه ربط دارد، چون در خاک تمام پوشش‌ها هرچه به سمت عمق می‌رویم به مقدار آهک آن اضافه می‌شود که با تحقیق (محمدی سمانی، 1384) در منطقه دویسه مریوان مطابقت دارد.

کم بودن میزان هدایت الکتریکی خاک منطقه را می‌توان به وجود سنگ مادر آبرفتی و هم چنین بالا بودن میزان بارندگی در منطقه و نزدیکی آن به رودخانه سفیدرود و در نتیجه آبشویی فراوان در خاک نسبت داد. از طرفی به رغم افزایش آماری میزان هدایت الکتریکی خاک تحت پوشش گونه دارتالاب، باز هم این خاک‌ها در طبقه‌بندی کلی (زرین کفش، 1368) در گروه خاک‌های با شوری خیلی کم قرار می‌گیرند، به این دلیل نمی‌توان اثر جنگل‌کاری‌ها را بر افزایش هدایت الکتریکی خاک زیاد با اهمیت دانست (علی‌عرب، 1384).

در ضمن همان طوری که در شکل (2) دیده می‌شود مقدار هدایت الکتریکی در عمق اول در خاک تحت پوشش همه گونه‌ها بیشتر است که به دلیل افزایش مقدار مواد آلی در عمق اول است. احتمالاً از آن جهت که مقدار مواد آلی در خاک تحت پوشش گیاهی دارتالاب نسبت به خاک تحت پوشش دو گونه دیگر بیشتر است و در نتیجه با معدنی شدن مواد آلی و هم چنین نگهداشت بیشتر عناصر با کمک مواد آلی، هدایت الکتریکی نیز افزایش می‌یابد. این نتایج با نتایج گریگوریچ و دوان مطابقت دارد (گریگوریچ، 1994).

در مورد کربن آلی مشاهده می‌شود که از سطح خاک به طرف عمق کاهش معنی‌دار وجود دارد که این به بقایای گیاهی موجود در سطح خاک مربوط می‌شود. بقایای مواد آلی باعث افزایش کربن آلی می‌شوند چون در سطح خاک بیشتر از عمق خاک تجمع می‌یابند، بنابر این مقدار مواد آلی در سطح خاک بیشتر است . افزایش میزان کربن آلی را می‌توان به بقایای گیاهی و برگ‌های این گیاهان نسبت داد که باعث اصلاح و بهبود خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک می‌شوند (سینگ و سینگ، 1993).

در تحقیقی که صداقتی و همکاران در سال 2012 روی گونه‌های دارتالاب و توسکای ییلاقی و سفیدپلت در شمال ایران انجام دادند بالاترین مقدار کربن آلی را در خاک تحت پوشش دارتالاب گزارش کرده اند که با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی دارد (صداقتی و همکاران، 2012).

همان طور که بیان شد خاک تحت پوشش دارتالاب دارای بیشترین کربن آلی بوده است و به همین دلیل نیتروژن آن هم بالاتر از خاک تحت پوشش توسکای قشلاقی است. با توجه به این که قسمت بیشتر ذخیره نیتروژن خاک در بخش آلی خاک وجود دارد (عمق اول) و به طورکلی 99 درصد نیتروژن خاک را تشکیل می‌دهد (حبیبی‌کاسب، 1371) و اینکه مقدار ماده آلی در عمق اول به مراتب بیشتر از عمق دوم است بنابر این بیشتر بودن نیتروژن در عمق اول نسبت به عمق دوم کاملا طبیعی است و تحقیق جانسون و ایورسون (جانسون و ایورسون، 2001) مؤید این مطلب است.

صیاد و همکاران در سال 2007 با مطالعه خواص خاک جنگل‌کاری‌های صنوبرامریکایی خالص و آمیخته با توسکای ییلاقی در طرح جنگل‌داری سوردار-انارستان به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار نیتروژن در عمق‌های 0 تا 15 و 15 تا 30 سانتی‌متری خاک جنگل‌کاری با توسکای ییلاقی بوده است. ضمن این که حضور توسکای ییلاقی در جنگل‌کاری صنوبر امریکایی در افزایش حاصل‌خیزی خاک مؤثر بوده و عامل مهمی در استمرار تولید در این جنگل‌کاری‌ها به شمار می‌رود. این گونه با میکروارگانیزم‌های تثبیت کننده نیتروژن هم‌زیستی دارد و قادر به افزایش نیتروژن خاک می‌باشد (حبیبی-کاسب، 1371؛ زرین کفش، 1380).

نسبت کربن به نیتروژن شاخصی برای ارزیابی چگونگی فعالیت میکروارگانیزم‌ها و جذب مواد غذایی توسط درختان می‌باشد. به طوری که هر چه میزان نیتروژن بیشتر، یعنی رابطه کربن آلی به نیتروژن (C/N) کمتر باشد بقایای آن سریع‌تر تجزیه می‌گردد. به عنوان مثال برگ درختانی نظیر توسکا، زبان گنجشک، اقاقیا و عرعر در مدت کمتر از یک سال تجزیه شده و معدنی می‌شوند ولی معدنی شدن برگ درختانی نظیر کاج و دارتالاب به چندین سال وقت نیاز است (زرین کفش،1380). در تحقیق انجام شده توسط رضوی بر روی گونه‌های دارتالاب و توسکای ییلاقی در کلوده مازندران نسبت کربن به نیتروژن در خاک تحت پوشش توسکای ییلاقی در عمق 30 تا 50 سانتی‌متری کمترین مقدار بوده و در دو عمق 0 تا 15 و 15 تا 30 سانتی‌متری با شاهد اختلاف معنی داری نداشته است و در تحقیق وی توده دارتالاب در عمق 0 تا 15 سانتی‌متری بیشترین مقدار (C/N) را دارد (رضوی، 1389). که با نتایج ما مبنی بر کمتر بودن مقدار نسبت کربن به نیتروژن در توده توسکای قشلاقی در مقایسه با دارتالاب هم خوانی دارد.

در مورد کربنات کلسیم نیز می‌توان گفت که از آنجا که مواد مادری در منطقه، مواد ابرفتی آهکی است انتظار وجود آهک در این خاک‌ها عادی است با این حال به نظر می‌رسد فرایندهای آبشویی که در خاک صورت گرفته موجب افزایش انحلال خرده سنگ و صدف های آهکی و در نهایت افزایش درصد آهک خاک در منطقه می‌شود. به دلیل شرایط توپوگرافی صاف و شیب ملایم و آبشویی و نفوذ آب از سطح به عمق خاک می‌توان گفت که میزان آهک از سطح به عمق زیاد شده است. با توجه به این که مقدار آهک در 0 تا 15 سانتی‌متری خاک تحت پوشش دارتالاب کمترین مقدار را دارد می‌توان گفت که مواد آلی با کاهش دادن pH و آزاد کردن کاتیون‌های محلول همچون کلسیم و منیزیم و از طریق افزایش میزان دی اکسید کربن، حلالیت کربنات کلسیم را افزایش می‌دهد و باعث می‌شود که کربنات کلسیم در نتیجه آبشویی از خاک خارج گردد. البته نمی‌توان تفاوت‌های موجود در آهک خاک میان پوشش‌های گیاهی مورد

مطالعه را لزوما به خاطر تأثیر گونه‌ها دانست و احتمال دارد به شرایط قبلی خاک مربوط باشد.

در مورد اسید هومیک و فولویک می‌توان گفت که در حقیقت مقدار زیاد لاشبرگ گیاهی و افزایش ماده آلی در خاک تحت پوشش دارتالاب و در نتیجه‌ی آن شرایط مساعد محیطی برای فعالیت میکروبی باعث می‌شود که اسید هومیک و فولویک افزایش یابد. و چون ماده آلی در عمق (15 – 0) سانتی‌متری بیشتر است به همین دلیل افزایش اسید هومیک و فولویک در این عمق در خاک تمام پوشش‌های مورد مطالعه دیده می‌شود. همان طور که در هر دو شکل مشاهده می‌شود روند تغییرات اسید هومیک و فولویک یکسان می‌باشد. در واقع از آنجا که طی مراحل تجزیه مواد آلی، ابتدا اسید فولویک تولید و سپس با ادامه فعالیت میکروبی اسید فولویک به اسید هومیک تبدیل می‌شود، همین عامل باعث ایجاد روند یکسان تغییرات اسید هومیک و فولویک در پوشش-های گیاهی مورد مطالعه می‌شود (میلر و کینی، 1989).

اگرچه مدت زمان طولانی‌تری نیاز است تا یک گونه درختی تأثیری در بهبود خاک معدنی داشته باشد اما نتایج این تحقیق وجود تفاوت‌هایی را میان ترکیب‌های مختلف آمیخته سفیدپلت و توسکا با دارتالاب از نظر تأثیر بر بعضی از ویژگی‌های خاک نشان داده است.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که پوشش جنگلی دارتالاب نسبت به دو توده جنگلی بومی توسکا و سفیدپلت باعث افزایش مقدار کربن آلی، نیتروژن، اسید هومیک و فولویک در خاک شده است. از آن جایی که تفاوت میان اثر ترکیب گونه‌های جنگل‌کاری شده بر خواص خاک در هر دو عمق خاک دیده می‌شود، می‌توان علت این تفاوت‌ها را بیشتر به خاطر وجود تفاوت‌ها در خواص شاخ و برگ، کمیت و کیفیت لاشبرگ، فرایندهایی که در کف جنگل روی می‌دهد و هم‌چنین تفاوت در عملکرد ریشه‌ای و بازگشت عناصر غذایی دانست. در مورد اختلافات ایجاد شده در خصوص عناصر کربن و نیتروژن در منطقه مورد مطالعه، مهم‌ترین مسأله مربوط به درختان است که از یک طرف به واسطه تجمع لاشبرگ در زیر درختان و از طرف دیگر به واسطه ایجاد یک جریان پیوسته چرخه عناصر غذایی در خاک صورت می‌گیرد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین توده درختان سفیدپلت و توسکای قشلاقی در کربن آلی و اسید هومیک و فولویک خاک نشان دهنده این است که به دلایل مختلف، توده دارتالاب در مدت زمان بیش از 3 دهه اثرات ثانویه‌ای در خاک ایجاد کرده است و برای دانستن این‌که این افزایش خصوصیات روندی بر تخریب خاک است یا نه، به بررسی‌های دقیق‌تری در دهه‌های بیشتری از عمر دارتالاب نیاز است. هم‌چنین با استفاده از شاخص‌های بیولوژیکی و بیوشیمی که پاسخ سریع‌تری به تغییرات محیطی می‌دهند اثر گونه‌های مختلف درختی بر کیفیت خاک مطالعه شود.

فهرست منابع:

1. حبیبی‌کاسب، ح. 1371. مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، شماره 2118. 425 صفحه.
2. سالنامه آماری هواشناسی، 1385، اداره کل آمار، فناوری اطلاعات و اطلع رسانی، چاپ اول، سازمان هواشناسی کشور.
3. رضوی، ع. 1389. مقایسه خصوصیات خاک و تنوع زیستی جنگل‌کاری‌های دارتالاب و توسکا ییلاقی (مطالعه موردی: کلوده- استان مازندران). پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل. شماره 2. صفحات 56-41.
4. زرین‌کفش، م. 1368. حاصل‌خیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران، 319 صفحه.
5. زرین‌کفش، م. 1380. خاکشناسی جنگل، اثرات متقابل خاک و گیاه در ارتباط با عوامل زیست محیطی اکوسیستم‌های جنگلی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. 361 صفحه.
6. علی‌عرب، ع. 1384. اثر گونه‌های افراپلت، اقاقیا، صنوبر آمریکایی و زربین بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در جنگل‌کاری شرق هراز. علوم خاک و آب. شماره 1. صفحات 112-104.
7. 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 آشکوب. پژوهش و سازندگی، انتشارات جهاد سازندگی، شماره 32، صفحات 15-6.

8. محمدی‌سمانی، ک. 1384. بررسی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در رابطه با پوشش جنگلی منطقه دوویسه مریوان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران. 120 صفحه.

9. مصدق ، الف ، 1999 . جغرافیای جنگل‌های جهان، انتشارات دانشگاه تهران. شماره 2388 . صفحه 404.

10. Agusto, L; Jacques, R.; Binkley, D. and Rothe, A. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Annals of Forest Science. Vol: 59: 233-253.
11. Chiti, T., A., Certini, A., Puglisi, A., sansei, C., Capperucci, and C., Forte. 2007.effects of associating a N-fixer species to monotypic oak plantation on the quantity and quality of organic matter in mine soil. Geoderma. 138: 162-169.
12. Conner, W.H. 1994. The effect of salinity and water logging on growth and survival of bald cypress (*Taxodium distichum* L.). Journal of Coastal Research. 19:4. 1045-1049.
13. Giardina, C.P. 1995. Alder increase soil phosphorus availability in a Douglas-Fir plantation. Canadian Journal of Forest Research. 25: 1652-1657.
14. Gregorich, E.G., M.R. Carter, D.A. Angers, C.M. Monreal and B.H. Ellert. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Soil Science of Canadian Journal. 74: 367-385.
15. Farley, R. A and Kelly, E.F. 2004.Effects of afforestation of a grassland on soil nutrient status. Forest Ecology and Management. 195: 281-290.
16. Johnson, C, M and Iverson, L. 2001. Nutrient storage primary and secondry forest in eastern Amazonia. Forest Ecology and Management. 231: 59-65.
17. Miller, R.H. and D.R. Keeney. 1989. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and properties chief ASA publication 3th edit.
18. Sayyad, E., Hosseini, S.M., Akbarinia, M. and Gholami, Sh. 2007. Comparison of soil properties in pure plantations of *populous euroamericana* Guinier and mixed with *Alnus subcordata* C.A.Meyer. Journal of Environmental Studies. 33:41. 77-85.
19. Singh, G and Singh NT. 1993. Mesquite for revegetation of saltlands. Central Soil Salinity Research Institute. Bulletin No. 18: 20-26.
20. Sedaghati, E.M. Nadi and G. Fuleky. 2012. Evaluation of humus quality of forest soils with to extraction methods. International Journal of Forest, Soil and Erosion 2(3) :124-127.
21. Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy ,(12^{th}), U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service. Washington D.C.
22. Sparks, D. 1996. Method of soil Analysis .part3. Chemical Methods.SSSa book series No.5. Soil Science Society of America.