اثر گونه درختی بر برخی ویژگی های شیمیایی خاک در جنگلکاری های حاشیه رودخانه دز

احسان صیاد[۱*]، سید محسن حسینی[۲]، وحید حسینی[۳]، محمد حسن صالحه شوشتری[۴]

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۶

چکیده

این مطالعه به منظور آگاهی از میزان تاثیر متفاوت جنگلکاری گونه‌های مختلف بر خاک صورت گرفت. برای این منظور یک جنگلکاری ۱۳ ساله با ۵ گونه درختی تثبیت کننده ازت - و ۳ گونه فاقد ویژگی تثبیت ازت(سه گونه) انتخاب شد که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در حاشیه رودخانه دز شده بودند. در مجموع تعداد ۲۴ نمونه ترکیبی خاک با آرایش سیستماتیک (یکی در وسط و چهار نمونه در چهار گوشه هر قطعه جنگلکاری) توسط اوگر از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. سپس برخی از ویژگی-های شیمیایی خاک شامل: کربن آلی، ازت کل، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب و PH اندازه‌گیری شد. همه ویژگی‌های خاک بجز PH، در خاک زیر گونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان دادند. مقایسه ویژگی‌های خاک در دو گروه نشان داد که میزان کربن آلی، نسبت C/N، پتاسیم و کلسیم در خاک زیر گونه-های غیر تثبیت کننده ازت به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک زیر گونه‌های تثبیت کننده ازت می‌باشد. تجزیه به مولفه اصلی (PCA) گونه‌های جنگلکاری شده بر اساس ویژگی‌های خاک نشان نیز داد که گونه‌های تثبیت کننده ازت *A.salicina*، *A.stenophylla*، *A.farnesiana*، *A.saligna* و *D.sissoo* در یک گروه و سایر گونه‌ها یعنی *E.camaldulensis*، *E.microtheca* و *P.euphratheca* در یک گروه دیگر قرار می‌گیرند. عامل تمایز دو گروه نسبت کربن به ازت ، پتاسیم و کلسیم قابل جذب می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: جنگلکاری، گونه تثبیت کننده ازت، ویژگی‌های خاک

۱-عضو هیات علمی، دانشگاه رازی، گروه منابع طبیعی، کرمانشاه، ایران
* نویسنده مسئول: Email: ehsansaiad@yahoo.com
۲-عضو هیات علمی، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جنگلداری، نور، ایران
۳-عضو هیات علمی، گروه جنگلداری دانشگاه کردستان،سنندج، ایران
۴-کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، اهواز، ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بسیاری از جنگلکاری‌های انجام شده در کشور به دلیل انتخاب گونه نامناسب با عدم موفقیت روبرو بوده‌اند (۱۹) درک ویژگی‌های اکولوژیک اکوسیستم‌های جنگلکاری شده برای اجتناب از شکست‌ها، به حداقل رساندن خسارات اکولوژیک و مناسب نمودن استفاده از خاک، آب و منابع انرژی ضروری است(۱۲).

گونه‌های درختی تاثیر متفاوتی روی خاک می-گذارند(۱، ۳ ، ۴، ۵، ۶، ۱۵، ۱۸ و ۲۴) و شرایط بیولوژیک، فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر می‌دهند(۱و ۵). Lemenih (2004) در اتیوپی مشاهده نمودند که *Cupressus lustitarica* در طی ۱۵ سال جنگلکاری روی اراضی کشاورزی رها شده، تاثیر مثبتی روی ویژگی‌های خاک داشته در حالی که *Eucalyptus saligna* ویژگی‌های خاک را به طور منفی تحت تاثیر قرار داده‌اند. از این رو آنها رویکرد انتخاب گونه برای احیای اراضی تخریب یافته را بسیار مهم دانستند. Binkley و Giardina (1998) حداقل به ۱۰ مطالعه اشاره می‌کنند که میزان کربن خاک بیشتر و چرخه عناصر غذایی سریع‌تر را در لاشریزه زیر گونه‌های تثبیت کننده ازت در مقایسه با گونه‌های غیر تثبیت کننده ازت نشان می‌دهند. Garcia-Montel و Binkley (2000) ازت و کربن کل بیشتری را زیر *Albizia* در مقایسه با اکالیپتوس بعد از گذشت ۱۳ سال از جنگلکاری در هاوایی مشاهده نمودند. آنها با اشاره به مطالعات زیادی که تاثیر مثبت جنگلکاری‌ها را در بهبود ویژگی‌های خاک در مناطق گرمسیری نشان می‌دهد این موضوع را مطرح می‌سازند که چون برخی تحقیقات نیز بهبود کمتری را در ویژگی-های خاک گزارش نموده‌اند و در نتیجه باید تحقیقات بیشتری در رویشگاه‌ها و خاک‌های مختلف انجام گیرد. تثبیت ازت نیز از جمله مکانیسم‌هایی است که گونه توسط آن خاک را تغییر می‌دهد. گونه‌های تثبیت کننده ازت، محتوای ازت (۱۵) و کربن خاک (۵ و۷ و ۱۵) و همچنین سرعت چرخه عناصر غذایی را افزایش می‌دهند و باعث رشد سریع‌تر و احتمالا کاهش برخی منابع دیگر می‌گردند (۵). از طرفی رشد سریع جنگلکاری‌ها ممکن است به تغییرات سریع در ویژگی‌های خاک منجر گردد. این تغییرات از این لحاظ اهمیت دارند که ممکن است در سرعت رشد درختان تاثیر داشته باشند(۹). تاثیر گونه درختی روی خاک جنگل بیش از یک قرن است که مورد بحث می‌باشد(۳) با این حال نقش گیاهان روی فرایندهای خاک درک نشده است. برای مثال هنوز هم تاثیر گونه‌های تثبیت کننده ازت روی کاتیون‌ها آشکار نیست بطوری که برخی محققین افزایش، برخی کاهش و برخی هم عدم تغییر را مشاهده کرده‌اند(۸).

با توجه به توصیه‌های فراوانی که جهت کاربرد گونه‌های تثبیت کننده ازت به منظور بهبود وضعیت عناصر غذایی خاک و افزایش تولید بایومس در جنگلکاری‌های آمیخته می‌شود، همچنین ارایه نظریه‌های غیر مستدل در مورد گونه‌های غیر بومی به‌ویژه اکالیپتوس در مورد اینکه این گونه بسیار سریع عناصر غذایی و آب خاک را کاهش می‌دهد، یک درک بهتر از تاثیر گونه‌های درختی روی جنبه‌های مختلف حاصلخیزی خاک و فرایندهای چرخه عناصر

Archive of SID

www.SID.ir

غـذایی ضـروری مـی‌باشـد (۲۳). بنـابراین بـه منظور انتخاب گونه برای جنگلکـاری بـا هـدف احیای جنگل های حاشـیه رودخانـه دز بایـد از وضعیت تاثیر گونه‌ها(تثبیت کننـده ازت و غیـر تثبیت کننده ازت) بـر خـاک آگـاه بـود. بـدین منظـور تـاثیر هشـت گونـه درختـی *Acacia saligna*، *A.salicina*، *A.farnesiana*، *A. stenophylla*، *Eucalyptus microtheca*، *E.camaldulensis*، *Dalbergia sissoo* و *Populus euphratica* روی عناصر غذایی خاک بررسی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در حاشیه رودخانه دز واقع در ۱۵ کیلومتری جنوب غرب شهرستان دزفول در اسـتان خوزسـتان قـرار دارد. مشخصـات جغرافیایی منطقه ′۲۴ °۳۲ عرض شمالی و ′۲۵ °۴۸ طول شـرقی مـی‌باشـد. ارتفـاع از سـطح دریای منطقه ۱۴۳ متر است. شیب عرصـه ۳-۰ درصد و دارای سـطحی نسـبتا همـوار اسـت. جنگلکاری‌های موجود در منطقه توسـط مرکـز تحقیقـات کشـاورزی و منـابع طبیعـی اسـتان خوزسـتان در سـال ۱۳۷۲ صـورت گرفتـه‌انـد. اقلیم منطقه بر اساس اقلیم نمای آمبرژه نیمـه خشک گرم و بر اساس ضریب خشکی دومارتون نیمه خشک می‌باشد. متوسط بارندگی سـالانه ۳۲۵/۸ میلیمتر و متوسط دمـای سـالانه ۲۳/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بـر اسـاس منحنـی آمبروترمیک، فصل خشک منطقـه ۷ تـا ۸ مـاه است که از اوایل فروردین آغاز شده و تا اواسـط آبان ادامه دارد (شکل ۳-۲). سردترین ماه سال دی‌ماه و گرم‌ترین ماه تیر و مرداد می‌باشند.

جنگلکاری‌ها با هشت گونه که عبارتند از گونه-هـای تثبیـت کننـده ازت *Dalbergia sissoo* Roxb.، *Acacia saligna* (Labill.) H. Wendl.، *A. salicina* Lindl.، *A. farnesiana* (L.) Willd. و *A. stenophylla* Benth. و گونه‌های فاقد ویژگی تثبیت ازت *Eucalyptus microthec* F. Muell.، *E. camaldulensis* Dehnh. و *Populus euphratica* Oliv. در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۷۲ در حاشـیه رودخانـه دز توسـط نهال‌های یکساله مستقر شـده‌انـد. قطعـه‌هـای جنگلکاری ۳۰ متر× ۲۷ متر بوده و درختان با فاصـله کاشـت ۳ متـر× ۳ متـر در هـر قطعـه کاشته شده‌اند. باید توجه داشت که بلوک‌ها به مـوازات رودخانـه جهـت کـاهش اثـر آن قـرار گرفته‌اند.

نمونه‌برداری خاک در پاییز سال ۱۳۸۵ صـورت گرفت. در هـر قطعـه جنگلکـاری، ۵ زیرنمونـه خاک با آرایـش سیسـتماتیک(یکی در وسـط و چهـار نمونـه در چهـار گوشـه هـر قطعـه جنگلکاری) توسط اوگر از عمق ۲۵-۰ سـانتی-متـری نمونـه‌بـرداری شـد. جهـت انجـام همـه مطالعه‌ها دو ردیف خارجی درختان در قطعـه-های جنگلکاری جهت کاهش اثـرات جـانبی در نظر گرفته نشد و نمونه‌برداری‌ها در قطعه‌هـای ۲۱ × ۲۴ متر مربعی صورت گرفت. در خارج از منطقـه جنگلکـاری در سـه محـدود جداگانـه نمونه‌هایی به عنوان شاهد برداشت شـدند. ایـن زیر نمونه‌ها بعد از ترکیب با هـم یـک نمونـه را جهت اندازه‌گیری کربن آلـی، ازت کـل، فسـفر،

Archive of SID

www.SID.ir

پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب و pH تشکیل دادند. بدین ترتیب تعداد ۲۴ نمونه خاک(۸ گونه درختی × ۳ تکرار) جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک گردید و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد(۱۰).

اسیدیته (pH) خاک با استفاده از دستگاه pH متر الکترونیکی در مخلوط ۱ : ۱ خاک و آب مقطر تعیین گردید. ازت کل خاک با دستگاه کجلدال تعیین شد. کربن آلی با استفاده از روش Walkley and Black اندازه‌گیری گردید(۲۸). فسفر قابل جذب با استفاده از روش Olsen (2004) و دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد. پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب با استفاده از روش طیف سنجی اتمی و دستگاه طیف سنج اتمی اندازه‌گیری گردید(۱۰).

تجزیه و تحلیل داده‌ها:

تجزیه و تحلیل داده‌های خاک جهت مقایسه گونه‌های تثبیت کننده ازت و غیر تثبیت کننده ازت و همچنین در مورد مقایسه همه گونه‌ها با هم از آنالیز واریانس یک‌طرفه جهت مقایسه کلی و آزمون Duncan جهت مقایسه چندگانه استفاده شد. آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SAS 9 صورت گرفت. آنالیز چند متغیره PCA در نرم افزار PC-ORD version 4.17 انجام شد.

نتایج

همه ویژگی‌های خاک بجز pH، در خاک زیر گونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری (p=۰/۰۱) نشان دادند. درصد ماده آلی در خاک زیر *P.euphratica* بیشترین مقدار و در خاک زیر *A.saligna*، *A.stenophylla* و *D.sissoo* کمترین مقدار را در بین گونه‌ها داشتند. خاک زیر دو گونه *A.salicina* و *A.farnesiana* بیشترین و خاک زیر *D.sissoo* کمترین میزان ازت کل را به خود اختصاص دادند. نسبت کربن به ازت در خاک زیر *A.farnesiana*، *A.salicina*، *A.stenophylla* و *A.saligna* کمترین میزان و در خاک زیر *P.euphratica* بیشترین میزان را داشت. بیشترین میزان فسفر قابل جذب در *E.camaldulensis* و کمترین میزان آن در *A.salicina*، *A.stenophylla* و *A.saligna* مشاهده شده است. پتاسیم قابل جذب در خاک زیر *E.microtheca* بیشترین و در خاک زیر *A.farnesiana* و *D.sissoo* کمترین مقدار را داشت. بیشترین مقدار کلسیم و منیزیم قابل جذب به ترتیب در خاک زیر گونه‌های *E.camaldulensis* و *A.salicina* در حالی که کمترین مقدار آنها در خاک زیر *A.saligna* مشاهده شد(جدول ۱).

مقایسه ویژگی‌های خاک در دو گروه نشان می‌دهد که میزان کربن آلی، نسبت C/N، پتاسیم و کلسیم در خاک زیر گونه‌های غیرتثبیت کننده ازت به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک زیر گونه‌های تثبیت کننده ازت می‌باشد (جدول۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱– میانگین (اشتباه معیار) ویژگی‌های خاک جنگلکاری‌ها

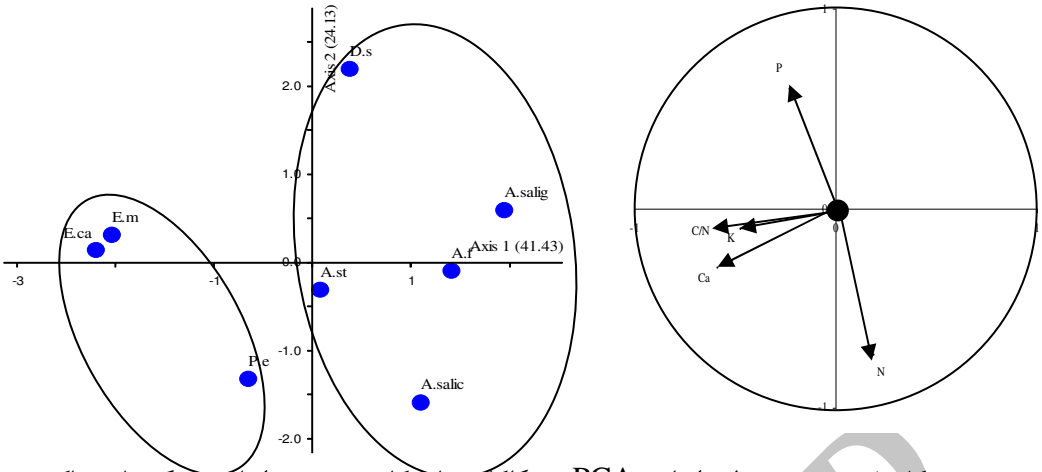
جنگلکاری‌ها / ویژگی‌های خاک	*P.e*	*E. ca*	*E. m*	*A. f*	*A. salig*	*A. st*	*A. salic*	*D.s*	شاهد	ANOVA	Non-NFT	NFT	ANOVA
pH خاک	۷/۹۷ (۰/۰۱)	۷/۸۵ (۰/۰۱)	۷/۹۴ (۰/۰۶)	۷/۹۶ (۰/۰۱)	۸/۲۱ (۰/۱۵)	۷/۸۷ (۰/۰۳)	۷/۹۹ (۰/۰۲)	۷/۹۷ (۰/۰۳)	۸/۱۱ (۰/۰۶)	ns	۷/۹۲ (۰/۰۳)	۸/۰۰ (۰/۰۵)	ns
کربن آلی(%)	۲/۹۷a (۰/۲۰)	۲/۵۳ab (۰/۰۹)	۲/۰۰cd (۰/۱۶)	۲/۴۳bc (۰/۱۱)	۱/۵۴d (۰/۱۷)	۱/۸۷d (۰/۰۹)	۲/۵۱ab (۰/۱۰)	۱/۵۲d (۰/۱۶)	۱/۴۱e (۰/۰۸)	**	۲/۵۰ (۰/۱۶)	۱/۹۷ (۰/۱۲)	*
ازت کل(%)	۰/۰۹۰۷ab (۰/۰۰۸)	۰/۰۸۵۰ab (۰/۰۰۵)	۰/۰۶۷۰bc (۰/۰۰۷)	۰/۱۰۵۷a (۰/۰۰۷)	۰/۰۷۳۱bc (۰/۰۱۱)	۰/۰۷۹۵bc (۰/۰۱۰)	۰/۱۰۷۶a (۰/۰۰۵)	۰/۰۵۶۸c (۰/۰۰۴)	۰/۰۴۴۸d (۰/۰۰۴)	**	۰/۰۸۰۹ (۰/۰۰۴)	۰/۰۸۴۵ (۰/۰۰۶)	ns
نسبت C/N	۳۲/۸۷a (۱/۲۳)	۲۹/۹۴ab (۱/۵۲)	۳۰/۰۷ab (۳/۱۳)	۲۳/۰۹c (۰/۵۶)	۲۱/۳۵c (۱/۱۴)	۲۴/۲۴c (۲/۷۷)	۲۳/۳۵c (۰/۲۶)	۲۶/۷۰bc (۱/۰۹)	۳۲/۷۰a (۱/۰۲)	**	۳۰/۹۶ (۱/۱۴)	۲۳/۷۰ (۰/۷۲)	**
فسفر (mg/kg)	۱/۵۲c (۰/۲۱)	۶/۴۵a (۰/۸۸)	۳/۸۱bc (۱/۴۲)	۵/۲۳ab (۱/۴۶)	۲/۳۲c (۰/۴۵)	۲/۷۰c (۰/۶۰)	۱/۸۰c (۰/۱۶)	۵/۸۲ab (۰/۳۹)	۲/۰۸c (۰/۴۹)	**	۳/۹۳ (۰/۸۶)	۳/۵۸ (۰/۵۲)	ns
پتاسیم (mg/kg)	۹۸/۶cd (۵/۵۵)	۱۴۹/۰b (۱۴/۵)	۲۲۹/۶a (۱۵/۳۷)	۹۱/۳۳d (۶/۳۹)	۱۰۶/۰cd (۶/۴۳)	۱۲۲/۶bc (۶/۷۴)	۱۲۷/۶bc (۵/۰۴)	۷۸/۰d (۹/۰۸)	۷۲/۰d (۸/۰۸)	**	۱۵۹/۱ (۲۰/۰۹)	۱۰۵/۱ (۵/۶۲)	**
کلسیم (mg/kg)	۱۳۳۷/۳b (۶۶/۷۸)	۱۸۲۸/۰a (۱۱/۵۵)	۱۲۵۸/۶b (۴۴/۸۶)	۸۴۰/۰d (۴۶/۱۹)	۵۶۶/۶e (۱۹/۹۱)	۱۳۷۳/۳b (۷۶/۵۰)	۱۰۵۸/۶c (۲۲/۷۸)	۸۳۲/۰d (۳۲/۵۸)	۷۹۲/۰d (۴۴/۵۸)	**	۱۴۷۴/۷ (۹۲/۱۰)	۹۳۴/۱ (۷۳/۹۰)	**
منیزیم (mg/kg)	۶۱۶/۰bc (۱۰/۵۸)	۷۱۲/۰b (۷۴/۰۰)	۳۴۰/۰d (۶/۹۳)	۵۲۴/۰c (۱۳/۸۶)	۱۷۷/۳e (۱۸/۵۲)	۷۲۰/۰b (۸/۰۰)	۱۰۴۴/۰a (۳۹/۴۰)	۲۵۳/۳de (۴۸/۰۷)	۳۲۰/۲de (۵۸/۰۷)	**	۵۵۶/۰ (۵۹/۸۱)	۵۴۳/۷ (۸۵/۲۹)	ns

آنالیز واریانس‌ها به ترتیب مقایسه همه گونه ها و دو دسته گونه را نشان می‌دهد. ns معنی‌دار نیست، * در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد معنی‌دار است و ** در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ معنی‌دار است. حروف مشابه در هر ردیف عدم تفاوت و حروف متفاوت وجود تفاوت در را نشان می‌دهند. NFT درخت تثبیت کننده ازت و non-NFT درخت غیر تثبیت کننده ازت.

تجزیه به مولفه اصلی (PCA) گونه‌های جنگلکاری شده بر اساس ویژگی‌های خاک نشان می‌دهد که گونه‌های *A.salicina*، *A.stenophylla*، *A.farnesiana*، *A.saligna* و *D.sissoo* در یک گروه و سایر گونه‌ها یعنی *E.camaldulensis*، *E.microtheca* و *P.euphratheca* در یک گروه دیگر قرار می‌گیرند. عامل تمایز دو گروه نسبت کربن به ازت ، پتاسیم و کلسیم می‌باشند(شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تجزیه به مولفه اصلی (PCA) جنگلکاری‌های کاشته شده بر اساس ویژگی‌های خاک
A.salig (A.saligna)، *A.st(A.stenophylla)*، *A.salic(A.salicina)*، *D.s(D.sissoo)*،
A.f(A.farnesiana)، *E.m(E.microtheca)*، *P.e(P.euphratheca)* و *E.ca(E.camaldulensis)*

بحث و نتیجه‌گیری

pH خاک زیر گونه‌های مختلف تفاوت‌هایی داشت اما از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بیشتر تحقیقات حداقل تفاوت ۰/۲ تا ۰/۳ واحدی pH را در افق A تحت تاثیر گونه‌های متفاوت نشان دادند(۵). درحالی که در نیمی از تحقیقات صورت گرفته نیز کاهش در اسیدیته خاک زیر گونه‌های تثبیت کننده ازت در مقایسه با گونه-های غیر تثبیت کننده ازت مشاهده شده است(۱۳). Garay et al (2004) نیز pH بیشتری را در زیر *Eucalyptus grandis* در مقایسه با *Acacia mangium* مشاهده کردند. Mboukou-Kimbatsa et al (2007) نیز چنین تفاوتی را گزارش کردند. Parrotta (1999) با مشاهده pH خاک بیشتر در زیر *E.saligna* در مقایسه با *Casuarina lusitanica* اینگونه بیان کرد که استفاده و غیر متحرک شدن مقادیر زیاد کاتیون‌های بازی بویژه Ca، در بایومس چوبی *E.saligna* ممکن است کمبود pH زیر این گونه در مقایسه با *C.lusitanica* را به خوبی تشریح می‌سازد. اما Sayyad et al (2006)، Montagnini (2000) و Giardina et al (1995) به ترتیب در جنگلکاری‌های ۷، ۵ و ۱۷ ساله همانند تحقیق حاضر تفاوتی را در اسیدیته خاک زیر گونه‌های متفاوت مشاهده نکردند. در حالی که در جنگلکاری‌های ۷ ساله *A. falcataria* و *E.saligna* در هاوایی pH خاک به دلیل تجمع عناصر غذایی کاتیونی در بایومس گیاه کاهش یافته است (۲۵). بنابراین در تحقیق حاضر می‌توان عدم تفاوت در کاتیون‌های خاک در زیر گونه‌های مختلف در حدی که باعث تمایز در اسیدیته خاک شود را علت دانست.

درصد کربن آلی در زیر گونه‌های مختلف متفاوت بوده و در خاک زیر *P.euphratica*، *E.camaldulensis* و *A.salicina* بیشترین مقدار و در خاک زیر *E.microtheca*، *A.saligna*، *A.stenophylla* و *D.sissoo* کمترین مقدار را در بین گونه‌های جنگلکاری شده

Archive of SID

www.SID.ir

داشته است. مقایسه این ویژگی در خاک دو گروه نیز نشان می‌دهد که کربن آلی در خاک زیر گونه‌های غیر تثبیت کننده ازت به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک زیر گونه‌های تثبیت کننده ازت می‌باشد. Binkley (1996) بیان می‌دارد که در بیشتر تحقیقات ماده آلی خاک در زیر توده‌هایی با گونه‌های تثبیت کننده ازت بیشتر بوده است. Garcia-Montiel و Binkley (1998) نیز ماده‌آلی بیشتری را در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک زیر *Albizia* (گونه تثبیت کننده ازت) در مقایسه با اکالیپتوس (گونه غیر تثبیت کننده ازت) مشاهده کردند. در تحقیق حاضر کربن آلی زیر گونه‌های اکالیپتوس تقریبا زیاد می‌باشد، در حالی که برخی محققین کاهش معنی‌داری را در کربن زیر جنگلکاری-های اکالیپتوس مشاهده نمودند. در مقایسه با نتایج این محققین، سایرین نه تنها کاهشی را مشاهده نکردند بلکه حتی گاهی افزایشی را در کربن خاک زیر گونه‌های این جنس نیز مشاهده نمودند (۲۹). Bernhard-Reversat (1999) که روی خاک ماسه‌ای در کنگو کار می‌کرد تغییری در محتوای کربن زیر اکالیپتوس ۸ ساله مشاهده نکرد درحالی که افزایش در کربن‌آلی خاک در زیر توده ۱۵ ساله مشاهده شده است. البته لازم است اشاره شود که تاثیر جنگلکاری روی کربن‌آلی خاک با نوع خاک و گونه درختی تغییر می‌کند (۲۹). بر خلاف نتیجه تحقیق حاضر، Sayyad et al (2006) و Hagen-Thorn et al (2004) به ترتیب مشاهده کردند که کربن آلی و ذخیره کربن بین گونه‌ها به طور معنی‌داری متفاوت نبود. در مطالعه‌ای در توده‌های کاج مسن در کارولینای شمالی مشاهده شد که ماده‌آلی موجود در خاک سطحی به طور معنی‌داری بین جنگلکاری‌های ۱۳ و ۲۱ ساله افزایش یافته است(۲۶). بیشتر شدن کربن آلی خاک را شاید بتوان به بازگشت بیشتر کربن توسط لاشبرگ گونه‌ها نسبت داد.

ازت کل خاک زیر گونه‌های جنگلکاری شده تفاوت معنی‌داری نشان داده است به‌طوری که خاک زیر گونه‌های *A.salicina*، *P.euphratica*، *E.camaldulensis* و *A.farnesiana* بیشترین و خاک زیر *D.sissoo*، *A.stenophylla*، *A.saligna* و *E.microtheca* کمترین میزان را داشتند. Binkley (2000) بیان می‌دارد که در بیشتر تحقیقات محتوای ازت در زیر توده‌هایی با گونه‌های تثبیت کننده ازت بیشتر بوده است. در حالی که Hagen-Thorn et al (2004) در جنگلکاری‌های ۳۰ تا ۴۰ ساله ازت متفاوت معنی‌داری را بین گونه‌های مختلف مشاهده نکردند. Augusto et al (2002) نیز بیان می-دارند که تاثیر گونه‌های درختی روی ذخیره ازت کل خاک واضح نیست. Garsia-Montiel و Binkley (1998) تفاوت در ازت کل خاک توده‌های اکالیپتوس و *Albizia* را ناشی از تثبیت ازت توسط گونه تثبیت کننده ازت *Albizia* می‌داند. Sayyad et al (2006) نیز مشاهده کردند که توسکا ازت خاک را افزایش می‌دهد. Garcia-Montiel و Binkley (1998) و Binkley (2000) ازت بیشتری در خاک زیر *Albizia* در مقایسه با اکالیپتوس مشاهده کردند. فراهم بودن ازت بیشتر در خاک زیر *Albizia* توسط ارزیابی زیستی ۶ ماهه توسط Binkley (2000) با رشد بیشتر

Archive of SID

www.SID.ir

۴۰ درصدی و محتوای ازت بیشتر نهال‌های اکالیپتوس کاشته شده در خاک زیر *Albizia* تایید شد. نسبت کربن به ازت در خاک زیر *A.farnesiana*، *A.salicina*، *A.stenophylla* و *A.saligna* کمترین میزان و در خاک زیر *P.euphratica*، *E.camaldulensis* و *E.microtheca* بیشترین میزان را داشت. کمتر بودن این نسبت در گونه‌های تثبیت کننده ازت در مقایسه با گونه‌های غیر تثبیت کننده ازت نشان دهنده تثبیت بیشتر ازت توسط این گونه‌ها و همچنین بیشتر شدن کربن آلی خاک در زیر گونه‌های غیر تثبیت کننده ازت می‌باشد. برای برخی عناصر، مثل فسفر نشان دادن تاثیر معنی‌دار و پایدار گونه‌ها بر محتوای عناصر خاک به دلیل نتایج ضد و نقیض دشوار می‌باشد(۱). Binkley (2000) نیز ذکر می‌کند که وضعیت تاثیر گونه بر خاک در مورد فسفر آنچنان واضح نمی‌باشد. در تحقیق حاضر فسفر قابل جذب در جنگلکاری‌های مختلف متفاوت بوده است و بیشترین میزان آن در *E.camaldulensis*، *A.farnesiana* و *D.sissoo* و کمترین میزان آن در *A.salicina*، *P.euphratica*، *E.microtheca*، *A.stenophylla* و *A.saligna* مشاهده شده است. مقایسه فسفر در خاک زیر دو دسته گونه تفاوت معنی‌داری نشان نداده‌اند. Binkley et al (1997) میزان فسفر موجود در خاک زیر اکالیپتوس را حدود دو برابر بیشتر از خاک زیر *Albizia* مشاهده کردند. ما هم در خاک زیر *E.camaldulensis* میزان بیشتری را مشاهده کردیم. مکانیسم‌های این تاثیرات (تاثیر گونه-های درختی) شامل اهمیت تفاوت گونه‌ها در اختصاص کربن به بخش زیر زمینی و تاثیر درختان بر جانداران خاک، که چرخه‌های بیوشیمیایی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، بسیار کم شناخته شده‌اند (۶).

پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب در خاک زیر گونه‌های جنگلکاری شده تفاوت معنی‌دار داشت. پتاسیم قابل جذب در خاک زیر *E.microtheca* بیشترین و در خاک زیر *A.farnesiana* و *D.sissoo* کمترین مقدار را داشت. کلسیم و منیزیم قابل جذب به ترتیب بیشترین مقدار را در خاک زیر گونه‌های *E.camaldulensis* و *A.salicina* داشتند در حالی که هر دو در خاک زیر *A.saligna* کمترین مقدار را داشتند. مقایسه پتاسیم و کلسیم خاک در زیر گونه‌های دو گروه نشان می‌دهد که این عناصر در زیر گونه‌های غیر تثبیت کننده ازت به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک زیر گونه‌های تثبیت کننده ازت می‌باشد. Sayyad et al., (2006)، Montagnini (2000) در مورد این عناصر غذایی خاک تفاوت معنی‌دار در جنگلکاری‌ها مشاهده نکردند. Deans et al., (2003) نشان دادند که تفاوت‌های کمی در عناصر غذایی در زیر گونه‌های تثبیت کننده ازت مورد بررسی آنها وجود داشت. باید اشاره شود که تاثیر گونه‌های تثبیت کننده ازت روی کاتیون‌های خاک متفاوت است. در هاوایی میزان کاتیون‌های خاک توسط اکالیپتوس‌ها و گونه تثبیت کننده ازت *Albizia* در ۸ سال به میزان زیادی کاهش یافت اما تفاوتی بین گونه-ها مشاهده نشد (۳).

تجزیه به مولفه اصلی (PCA) گونه‌های جنگلکاری شده بر اساس ویژگی‌های خاک نشان می‌دهد که گونه‌های *A.salicina*،

Archive of SID

www.SID.ir

A.stenophylla، *A.farnesiana*، *A.saligna* و *D.sissoo* در یک گروه و سایر گونه‌ها یعنی *E.camaldulensis*، *E.microtheca* و *P.euphratheca* در گروه دیگر قرار می‌گیرند. عامل تمایز گروه‌ها نسبت کربن به ازت، پتاسیم و کلسیم می‌باشند. این نتیجه توسط تفاوت‌های مشاهده شده در مقایسه‌های تک متغییره بین گونه‌های به روشنی قابل مشاهده می‌باشد. بطور کلی می‌توان بیان کرد که نه تنها اثر گونه‌های مختلف بر خاک متفاوت بوده بلکه گونه‌های دو دسته تثبیت‌کننده ازت و غیر تثبیت‌کننده ازت نیز اثر متفاوتی را بر خاک داشته‌اند. اما با توجه به اینکه هر دسته دارای برتری‌هایی است نمی‌توان یکی را بر دیگری ترجیح داد.

References:

1-Augusto, L., J. Ranger, D. Binkley, & A., Rothe, 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Forest Science 59: 233-253.

2-Bernhard-Reversat, F., 1999. The leaching of Eucalyptus hybrids and Acacia auriculiformis leaf litter: laboratory experiments on early decomposition and ecological implications in congolese tree plantations. Applied Soil Ecology 12 : 251-261.

3-Binkley, D., 1996. The influence of tree species on forest soils: processes and patterns. In: Mead, D.J., ornforth, I.S. (Eds.), Proceedings of the trees and soils workshop, Agronomy Society of New Zealand, Eds. Spec. Pub. 10, Lincoln University Press, Canterbury, 1-33 pp.

4-Binkley, D., 1997. Bioassays of the influence of *Ecalyptus saligna* and *Albizia falcataria* on soil nutrient supply and limitation. Forest Ecology and Management *91*:229-234pp.

5- Binkley, D., & C. Giardina, 1998. Why do trees affect soils in temperate and tropical forests? The warp and woof of tree-soil interactions. Biogeochemistry 42: 89-106.

6-Binkley, D., Ch. Giardian, & M.A. Bashkin, 2000. Soil phosphorus pools and supply under the influence of *Eucalyptus saligona* and nitrogen- fixing *Albizia falcataria*. Forest Ecology and Management, 128:241-247.

7-Binkley, D., J. Kaye, M. Barry, & M. G. Ryan, 2004. First Rotation Changes in soil carbon and nitrogen in a *Eucalyptus* plantation in Hawaii. Soil Science Society of America Journal, 68:1713-1719.

8- Binkley, D., and O. Menyailo, 2005. Tree Species Effects on Soils: Implications for Global Change, Springer Publishers, 358 pp.

9-Binkley, D., and S.C. Resh, 1999. Rapid changes in soils falloing Eucalypyus afforestation in Hawaii. Soil Science Society of America Journal. 63:222-225.

10-Burt R., 2004. Soil Survey Laboratory Methods Manual. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, Soil Survey Investigations Report. No: 42, Version 4.0

11-Cuevas, E., & A.E. Lugo, 1998. Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropival tree plantation species. Forest Ecology and Management 112:263-279.

12-Deans, J.D., O. Diagne, J. Nizinski, D.K. Lindley, M. Seck, K. Lngleby, R.C. Munro, 2003. Comparative growth, biomass production, nutrient use and soil amelioration by nitrogen-fixing tree species in semi-arid Senegal. Forest Ecology and Management, 176: 253-264.

Archive of SID

www.SID.ir

13-Fisher, R., D. Binkley, 1999. Ecology and Management of forest soil. JohnWiley&Sons, Inc., third edithion, pp. 489.
14-Garay, I., A. Pellens, Kindel, E. Barros, A.A. Franco, 2004. Evaluation of soil conditions in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mangium* in Brazil: a contribution to the study of sustainable land use. Applied Soil Ecology, 27: 177–187.
15-Garsia-Montiel, D.C., D. Binkley, 1998. Effect of *Eucalyptus saligna* and *Albizia falcataria* on soil processes and nitrogen supply in Hawaii.Oecology, *113*:547-556pp.
16-Ghazanshahi, J., 1997.Soil and Plant Analysis, Homa Publishers, 311 pp.
17-Giardina, C.P., S. Huffman, D. Binkley, B.A. Caldwell, 1995. Alder increase soil phosphorus availability in a *Douglas-fir* plantation. Canadian Juornal Forest Research *25*:1652-1657pp.
18-Hagen-Thorn, A., I. Calleesen, K. Armolaitis, B., Nihlgard, 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. Forest Ecology and Management 195:373-384.
19-Hosseini, S.M., 1998. Iranian Native Conifer Forests decline. Conference of Environmental Interaction in Forest Decline. The Proceeding of International Symposium of IUFRO, Vienna, Austria, 51-59.
20-Lemenih, M., M. Olsson, & E. Karltun, 2004. Comparison of soil attributes under *Cupressus lusitanica* and *Eucalyptus saligna* established on abandoned farmlands with continuously cropped farmlands and natural forest in Ethiopia. Forest Ecology and Management, 195:57-67.
21-Mboukou-Kimbatsa, I., F. Bernhard-Reversat, J. Loumeto, J. Ngao, P. Lavelle, 2007. Understory vegetation, soil structure and soil invertebrates in Congolese eucalypt plantations, with special reference to the invasive plant *Chromolaena odorata* and earthworm populations. European Jurnal of soil Biology, 43:48-56.
22-Montagnini, F., 2000. Accumulation in above – ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. Forest Ecology and Management, 134: 257-270.
23-Parrotta, J.A., 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed- species plantations of *Casuarina equisetifolia, Eucalyptusrobusta* and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. Forest Ecology and Management, 124: 45-77.
24-Reich, P.B., J. Oleksyn, J. Modrzynski, P. Mrozinski, S.E. Hobbie, D.M. Eissenstat, J. Chorover, O.A. Chadwick, C.M. Hale, & M.G. Tjoelker, 2005. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: a common garden test with 14 tree species. Ecology letters, 8: 811-818.
25-Rhoades, C., D. Binkley, 1996. Factors influencing decline in soil pH in Hawaiian *Eucalyptus* and *Albizia* plantations. Forest Ecology and Management, 80: 47-56.
26-Sartz, R.S., 1976. Effect of plantation establishment on soil and soil water in Southwestern Wisconsin. USDA Forest Service, Research paper NC- 127.
27-Sayyad, E., S.M. Hossieni, j. Mokhtari, R. Mahdavi, S.G. Jalali, M. Akbarinia, M. Tabari, 2006. Comparison of growth, Nutrition and Soil properties of pure and mixed stands of Populus deldoides and Alnus subcordata. Silva Fennica, 1: 27-35.
28-Zarinkafsh, M., 1993. Applied Soil Sciences: Assessment and Morphology and Quantitative Analysis of Soil-Water-Plant. Tehran University Publishers, 319 pp.
29-Zinn, Y.L., D.V.S. Resck, J.E. Da Silva, 2002. Soil organic carbon as affected by afforestation with *Eucalyptus* and *Pinus* in the Cerrado region of brazil. Forest Ecology and Management, 166: 285-294.

Archive of SID

www.SID.ir