

## مقایسه خواص خاک جنگلکاری های خالص و آمیخته صنوبر دلتویدس و توسکای بیلاقی

احسان صیاد، سید محسن حسینی، جمشید مختاری و رضا مهدوی<sup>۱\*</sup>

### چکیده

جنگلکاری های آمیخته با گونه های تثبیت کننده ازت یکی از راه هایی است که برای جبران کاهش حاصلخیزی خاک (میزان ازت و نسبت کربن به ازت) در نتیجه برداشت های مکرر جنگلکاری های خالص گونه های تند رشد مانند صنوبرها و اکالیپتوس ها پیشنهاد می شود. بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، ماده آلی، کربن آلی، ازت کل، نسبت کربن به ازت، فسفر، پتاسیم قابل جذب، کلسیم قابل جذب و منیزیم قابل جذب در خاک جنگلکاری های خالص و آمیخته صنوبر دلتویدس و توسکای بیلاقی در نزدیکی چمستان در شمال ایران پس از گذشت ۷ سال از زمان کاشت (در سال ۱۳۷۵) مورد بررسی قرار گرفت. ازت کل در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتر تفاوت معنی داری را در تیمار توسکای خالص با دو تیمار صنوبر ۶۷٪: توسکا ۳۳٪ و صنوبر ۵۰٪: توسکا ۵۰٪ و در تیمار صنوبر ۳۳٪: توسکا ۶۷٪ با تیمار صنوبر ۵۰٪: توسکا ۵۰٪ نشان داد. در مورد سایر ویژگی های مورد بررسی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در کل می توان اینگونه نتیجه گیری نمود که در این سن این جنگلکاری ها تأثیر چندانی را روی خاک نداشته اند.

**واژه های کلیدی:** جنگلکاری آمیخته، گونه تثبیت کننده ازت، صنوبر دلتویدس، توسکای بیلاقی

۱- به ترتیب، دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس، استادیار گروه جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس، کارمند مرکز تحقیقات جنگل ها و مراتع استان مازندران، کارمند مرکز تحقیقات جنگل ها و مراتع استان مازندران

\*- وصول: ۸۳/۲/۵ و تصویب: ۸۳/۱۰/۲۴

به دلیل کاهش سطح جنگل های شمال کشور و عدم توانایی آن در تأمین چوب و سیاست های اخیر کشور در کاهش بهره برداری از جنگل های شمال و به دلیل توان سازش پذیری و سرعت رشد بالای صنوبرها (کیادلیری، ۱۳۸۱) و نقش آنها در توسعه اقتصادی اجتماعی مناطق روستایی و ایجاد اشتغال (اسدی، ۱۳۸۰، کیادلیری، ۱۳۸۱) گسترش صنوبرکاری ها می تواند یک راهکار علمی در تولید و تأمین چوب انبوه برای خود کفایی کشور باشد (مختاری، ۱۳۷۹). با توجه به اینکه در سه ده اخیر نیز در جلگه های شمال کشور ۲۰۰۰۰ هکتار صنوبرکاری شده است (هدایتی، ۱۳۷۹). باید به منظور افزایش و استمرار تولید آنها مطالعه و بررسی بیشتر صورت گیرد.

اکثر جنگلکاری ها، از جمله صنوبرها، به صورت خالص کاشته می شوند که این موضوع پایداری رشد آنها را با مشکل مواجه می کند و باعث کاهش مواد غذایی رویشگاه در نتیجه برداشت های مکرر می شود (Khanna, ۱۹۹۷). به دلیل اینکه تولید جنگلکاری به مواد غذایی خاک وابسته است و این مواد غذایی نیز بر اثر فعالیت های مدیریتی و گونه ها تغییر می کنند (Binkley, ۲۰۰۰) نیاز است که از یک سیستم جدید مدیریت جنگلکاری استفاده شود (Khanna, ۱۹۹۷). استفاده از درختان تثبیت کننده ازت در جنگلکاری های آمیخته یکی از این راه حل ها است (Rhoades and Binkley, ۱۹۹۶). گونه های تثبیت کننده ازت به دلیل تولید ازت زیاد (Parrotta, ۱۹۹۹) و جبران کاهش ازت خاک در اثر برداشت های مکرر (Khanna, ۱۹۹۷) و همچنین بالا بودن سرعت تجزیه لاشبرگ (Parrotta, ۱۹۹۹) سودمند می باشد. گونه توسکای بیلاقی یکی از گونه های تثبیت کننده ازت است (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱) که از رشد سریعی نیز برخوردار می باشد و می توان جهت افزایش تولید و جبران کاهش ازت خاک از کاشت آمیخته آن با گونه های

سانتیمتری نمونه برداری شد. در هر قطعه به منظور کاهش خطا و افزایش دقت، سه پیش نمونه (هر کدام در سه عمق جداگانه مذکور) در سه نقطه قطعه نمونه به شکل یک مثلث برداشت شد که در پایان از ترکیب پیش نمونه های یک قطعه نمونه در عمق های مجزا نمونه های (Composite sample) بدست آمد (Carter, ۱۹۹۳). نمونه های شاهد در سه منطقه در خارج از جنگلکاری ها و در محیط باز برداشت شدند. نمونه ها بعد از انتقال به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک شدند و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند و نمونه های مرکب برای اندازه گیری های خواص فیزیکی و شیمیایی مورد نظر آماده شدند.

بافت خاک با استفاده از روش دانسیتمتری بایکاس تعیین گردید. pH (اسیدیته) خاک با دستگاه pH متر الکترونیکی در محلول ۲/۵ : ۱، خاک به آب مقطر تعیین گردید. هدایت الکتریکی خاک (EC) در محلول ۵ : ۱ خاک به آب مقطر با دستگاه EC سنج الکترونیکی اندازه گیری شد (میلی موس بر سانتیمتر). ماده آلی و کربن آلی با استفاده از روش سرد (روش واکلی بلک) برحسب درصد اندازه گیری شد. ازت کل با استفاده از روش کجلدال و دستگاه کجلدال تعیین شد (درصد). فسفر قابل جذب با استفاده از روش Olsen (غازان شاهی، ۱۳۷۶) و دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه گیری گردید (میلی گرم در کیلوگرم). پتاسیم قابل جذب، کلسیم قابل جذب و منیزیم قابل جذب با استفاده از روش طیف سنجی اتمی و دستگاه طیف سنج جذب اتمی اندازه گیری شدند (میلی گرم در کیلوگرم).

#### روش تجزیه و تحلیل داده ها

داده ها ابتدا وارد نرم افزار SPSS 10 شدند و در اولین مرحله نرمال بودن آنها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد که داده ها نرمال بود، سپس با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه داده ها مورد مقایسه کلی قرار گرفتند و برای مقایسه چندگانه از آزمون Duncan استفاده شد.

#### نتایج

اسیدیته (pH) خاک در جنگلکاری های صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی خالص و آمیخته و در هیچ کدام از عمق ها تفاوت معنی داری را در مقایسه با هم و با نمونه شاهد نشان نداد (جدول ۱).

هدایت الکتریکی (EC) خاک جنگلکاری های صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی خالص و آمیخته در هیچ کدام از عمق ها تفاوت معنی داری را در مقایسه با هم و با نمونه شاهد نشان نداد (جدول ۱).

درصد کربن آلی و ماده آلی در جنگلکاری های صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی خالص و آمیخته در هیچ

مختلف صنوبر بهره برد.

هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر این دو گونه بر خاک در جنگلکاری های خالص و آمیخته می باشد که بدین ترتیب تأثیر آمیختگی توسکای بیلاقی در خاک جنگلکاری های صنوبر دلتوئیدس ارزیابی شود.

#### مواد و روش ها

##### وضعیت رویشگاه

جنگلکاری ها در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان در ۱۲ کیلومتری چمستان در استان مازندران واقع می باشند. ارتفاع از سطح دریای آزاد منطقه ۱۰۰ متر و در ۲۹° - ۳۶° عرض شمالی و ۵۵° - ۵۱° طول شرقی می باشد. شیب عرصه ۰-۳ درصد و دارای سطحی کاملاً هموار است. متوسط بارندگی سالانه ۸۰۳/۴ میلیمتر است و حداکثر بارندگی ماهانه در مهر و حداقل بارندگی ماهانه در تیر می باشد. فصل خشک طبق منحنی آمبروترمیک از اواخر خرداد تا اواخر مرداد می باشد. از نظر زمین شناسی منطقه به دوران سوم و دوره میوسن فوقانی تعلق دارند. خاک عرصه عمیق بوده و به رنگ قهوه ای تیره و خیلی تیره تا قهوه ای متمایل به خاکستری خیلی تیره با بافت متوسط Loam و ساختمان فشرده بر روی طبقه خاکستری زیتونی با بافت متوسط Loam Silty می باشد.

##### طرح کاشت جنگلکاری ها

جنگلکاری های خالص و آمیخته *Alnus* سال ۱۳۷۵ توسط نهال های یک ساله جنگلکاری شده اند. این جنگلکاری ها بر اساس بلوک های کامل تصادفی که دارای پنج تیمار و چهار تکرار با قطعه های ۴۰ × ۴۰ متر مربعی بود طراحی شد، که فاصله کاشت درختان در آن ۴ × ۴ متر بود. تیمارها عبارتند از: ۱) تیمار خالص *P. deltooides* (۱۰۰٪)، ۲) تیمار خالص *A. subcordata* (۱۰۰٪)، ۳) تیمار آمیخته *A. subcordata* ۵۰٪: ۵۰٪، *P. deltooides* (۵۰٪: ۵۰٪)، ۴) تیمار آمیخته *A. subcordata* ۶۷٪: ۳۳٪، ۵) تیمار آمیخته *P. deltooides* ۳۳٪: ۶۷٪، ۶) تیمار آمیخته *A. subcordata* ۶۷٪: ۳۳٪. در این جنگلکاری ها از آمیختگی تک اشکوبه پایه ای استفاده شده است.

در مرکز هر قطعه جنگلکاری یک قطعه ۲۴ × ۲۴ متری به منظور کاهش اثر جانبی معین شده و نمونه برداری خاک در درون این قطعه ها صورت گرفت. لازم به توضیح است که نمونه برداری در شهریور سال ۱۳۸۲ صورت گرفته است. خاک در هر قطعه جنگلکاری و قطعه نمونه های شاهد تا عمق ۶۰ سانتیمتری و با استفاده از اوگر استوانه ای به قطر ۷/۶ و در سه عمق جدا گانه ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۶۰

نسبت کربن به نیتروژن در هیچ کدام از عمق‌های مورد بررسی در بین تیمارهای جنگلکاری‌های صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی خالص و آمیخته و در مقایسه با هم و با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول ۱). فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب هیچ گونه روند خاصی و تفاوت معنی‌داری را در عمق‌های مورد بررسی در بین تیمارهای جنگلکاری‌های صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی خالص و آمیخته با هم و با نمونه شاهد نمایان نمی‌سازد (جدول ۱).  
شن، سیلت و رس که نمایانگر بافت خاک می‌باشند در مورد هیچ کدام از عمق‌های مورد بررسی در جنگلکاری‌های صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی خالص و آمیخته در مقایسه با هم و با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول ۱).

کدام از عمق‌ها تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با هم و با نمونه شاهد نشان نداد (جدول ۱).  
درصد ازت کل در عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری تیمار توسکای خالص بیشترین مقدار است و پس از آن تیمار ۳۳٪ صنوبر: ۶۷٪ توسکا دارای بالاترین میزان ازت کل است. درصد ازت کل در دو عمق ۰-۱۵ و ۳۰-۶۰ سانتیمتر خاک جنگلکاری‌های صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی خالص و آمیخته تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ولی در عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتر خاک این جنگلکاری‌ها تفاوت معنی‌داری بین تیمار توسکای خالص با دو تیمار ۵۰٪ صنوبر: ۵۰٪ توسکا و ۶۷٪ صنوبر: ۳۳٪ توسکا و همچنین بین تیمار ۳۳٪ صنوبر: ۶۷٪ توسکا و ۵۰٪ صنوبر: ۵۰٪ توسکا وجود دارد (جدول ۱). تفاوتی بین خاک جنگلکاری‌ها با نمونه‌های قطعه شاهد مشاهده نمی‌شود.

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های خاک در تیمارهای جنگلکاری‌های خالص و آمیخته صنوبر دلتوئیدس (ص) و توسکای بیلاقی (ت). حروف انگلیسی یکسان در کنار میانگین‌ها عدم تفاوت را نشان می‌دهد. در زیر اعداد میانگین انحراف از معیار آمده است. م: ن: معنی‌دار نیست. م: معنی‌دار است (در سطح احتمال ۹۵٪ با آزمون دانکن).

ویژگی‌های خاک	تیمارها	۱۰۰٪ صنوبر	۶۷٪ صنوبر: ۳۳٪ توسکا	۵۰٪ صنوبر: ۵۰٪ توسکا	۳۳٪ صنوبر: ۶۷٪ توسکا	۱۰۰٪ توسکا	شاهد	آنالیز واریانس
ماده آلی (درصد)	۰-۱۵	a ۴/۷۷	a ۴/۲۷	a ۴/۱۳	a ۴/۱۷	a ۴/۴۲	a ۴/۶۹	م:ن
	۱۵-۳۰	a ۲/۰۵	a ۱/۹۳	a ۱/۸۶	a ۲/۰۴	a ۲/۲۷	a ۲/۰۴	م:ن
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۰-۶۰	a ۱/۸۷	a ۱/۵۷	a ۱/۵۹	a ۱/۶۳	a ۱/۷۵	a ۱/۶۳	م:ن
	۰-۱۵	a ۲۲/۷۹	a ۲۰/۸۹	a ۲۰/۲۷	a ۱۶/۳۸	a ۲۴/۲۶	a ۱۵/۲۳	م:ن
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۵-۳۰	a ۲۶/۰۲	a ۱۶/۶۷	a ۲۲/۴۱	a ۱۵/۷۰	a ۲۱/۷۰	a ۲۵/۷۶	م:ن
	۳۰-۶۰	a ۱۳/۴۶	a ۱۱/۹۸	a ۱۶/۶۷	a ۱۲/۰۱	a ۲۱/۹۵	a ۱۴/۲۸	م:ن
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰-۱۵	a ۵۳/۷۵	a ۴۱/۲۵	a ۵۵/۰۰	a ۵۸/۷۵	a ۵۵/۰۰	a ۴۶/۶۶	م:ن
	۱۵-۳۰	a ۶۱/۲۵	a ۳۰/۰۰	a ۴۶/۲۵	a ۴۳/۷۵	a ۴۵/۰۰	a ۳۸/۳۳	م:ن
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۰-۶۰	a ۲۵/۰۰	a ۲۵/۰۰	a ۲۳/۷۵	a ۲۴/۲۸	a ۲۲/۵۰	a ۲۸/۳۳	م:ن
	۰-۱۵	a ۱۱/۹۱	a ۱۲/۹۱	a ۸/۵۴	a ۵/۰۰	a ۱۱/۹۰	a ۱۶/۰۷	م:ن

ویژگیهای خاک	تیمارها	%۱۰۰	%۶۷ صنوبر:	%۵۰ صنوبر:	%۳۳ صنوبر:	%۱۰۰	شاهد	آنالیز
	عمق (cm)	صنوبر	%۳۳ توسکا	%۵۰ توسکا	%۶۷ توسکا	صنوبر	شاهد	واریانس
اسیدیتته (pH)	۰-۱۵	a ۶/۶۳	a ۵/۷۸	a ۶/۶۹	a ۶/۰۵	a ۶/۳۶	a ۶/۳۹	م.ن
	۱۵-۳۰	a ۷/۱۲	a ۵/۸۵	a ۶/۱۹	a ۶/۲۲	a ۶/۳۷	a ۶/۴۳	م.ن
	۳۰-۶۰	a ۶/۹۶	a ۶/۰۰	a ۵/۹۴	a ۶/۱۳	a ۶/۳۶	a ۶/۷۴	م.ن
هدایت الکتریکی (EC) (dS.m <sup>-1</sup> )	۰-۱۵	a ۰/۰۹	a ۰/۱۲	a ۰/۰۸	a ۰/۱۲	a ۰/۱۱	a ۰/۰۶	م.ن
	۱۵-۳۰	a ۰/۰۸	a ۰/۱۰	a ۰/۰۷	a ۰/۱۲	a ۰/۰۹۶	a ۰/۰۴	م.ن
	۳۰-۶۰	a ۰/۰۵	a ۰/۱۰	a ۰/۰۶	a ۰/۰۸	a ۰/۰۹	a ۰/۰۵	م.ن

ویژگیهای خاک	تیمارها	%۱۰۰	%۶۷ صنوبر:	%۵۰ صنوبر:	%۳۳ صنوبر:	%۱۰۰	شاهد	آنالیز
	عمق (cm)	صنوبر	%۶۷ توسکا	%۵۰ توسکا	%۳۳ توسکا	صنوبر	شاهد	واریانس
کلسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۰-۱۵	a ۱۸/۷۵	a ۱۳/۷۵	a ۲۰/۰۰	a ۱۷/۵۰	a ۲۳/۷۵	a ۳۰/۰۰	م.ن
	۱۵-۳۰	a ۲۳/۷۵	a ۱۶/۲۵	a ۱۵/۰۰	a ۲۷/۵۰	a ۱۷/۵۰	a ۱۳/۳۳	م.ن
	۳۰-۶۰	a ۱۶/۲۵	a ۱۳/۷۵	a ۱۲/۵۰	a ۱۳/۷۵	a ۲۳/۷۵	a ۱۳/۳۳	م.ن
منیزیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۰-۱۵	a ۱۲/۵۰	a ۱۲/۵۰	a ۱۲/۵۰	a ۱۵/۰۰	a ۱۳/۷۵	a ۱۵/۰۰	م.ن
	۱۵-۳۰	a ۱۵/۰۰	a ۱۱/۲۵	a ۱۰/۰۰	a ۱۶/۲۵	a ۱۱/۲۵	a ۱۰/۰۰	م.ن
	۳۰-۶۰	a ۱۲/۲۵	a ۱۱/۲۵	a ۱۰/۰۰	a ۱۱/۲۵	a ۱۱/۲۵	a ۱۰/۰۰	م.ن
درصد شن	۰-۱۵	a ۲۸/۷۷	a ۲۵/۸۷	a ۲۷/۸۷	a ۲۸/۲۳	a ۲۵/۸۷	a ۲۹/۰۱	م.ن
	۱۵-۳۰	a ۳۸/۶۲	a ۲۱/۲۴	a ۲۷/۲۰	a ۲۰/۲۱	a ۲۶/۲۱	a ۲۹/۶۸	م.ن
	۳۰-۶۰	a ۳۴/۷۷	a ۲۹/۲۹	a ۳۰/۴۰	a ۳۰/۰۵	a ۲۹/۷۷	a ۳۱/۶۸	م.ن

ویژگیهای خاک	تیمارها	۱۰۰٪ صنوبر	۶۷٪ صنوبر	۵۰٪ صنوبر: ۵۰٪ توسکا	۳۳٪ صنوبر: ۶۷٪ توسکا	۱۰۰٪ توسکا	شاهد	آنالیز واریانس
عمق (cm)								
۰-۱۵		a ۴۰/۰۲	a ۳۷/۶۵	a ۳۵/۸۱	a ۳۸/۲۰	a ۳۷/۱۸	a ۳۴/۶۷	م.ن
		۲/۰۰	۲/۰۴	۳/۸۷	۲/۶۲	۴/۳۹	۷/۰۲	
۱۵-۳۰	درصد سیلت	a ۲۶/۷۷	a ۳۸/۷۵	a ۳۷/۱۵	a ۳۹/۸۰	a ۳۹/۲۵	a ۳۹/۸۵	م.ن
		۷/۷۲	۵/۰۲	۱/۲۵	۱/۷۵	۲/۶۷	۴/۲۳	
۳۰-۶۰		a ۳۵/۳۵	a ۳۵/۲۷	a ۳۵/۹۵	a ۳۴/۲۵	a ۳۸/۶۰	a ۳۵/۱۲	م.ن
		۱/۶۴	۸/۰۳	۳/۶۶	۳/۲۵	۳/۸۸	۵/۳۶	
۰-۱۵		a ۳۲/۳۱	a ۳۶/۴۸	a ۳۶/۳۲	a ۳۲/۹۷	a ۳۶/۹۵	a ۳۶/۳۳	م.ن
		۵/۰۳	۱۰/۰۸	۸/۰۰	۴/۸۴	۱۱/۰۲	۲/۱۳	
۱۵-۳۰	درصد رس	a ۳۳/۶۱	a ۳۶/۹۹	a ۳۵/۶۵	a ۳۹/۹۹	a ۳۴/۵۴	a ۳۰/۴۷	م.ن
		۱۲/۶۱	۱۶/۱۷	۹/۹۰	۱۲/۲۲	۱۴/۰۹	۹/۰۲	
۳۰-۶۰		a ۲۶/۸۸	a ۳۵/۳۵	a ۳۳/۶۵	a ۳۵/۷۰	a ۳۰/۶۳	a ۳۳/۲۰	م.ن
		۱۱/۴۶	۹/۸۷	۷/۵۷	۱۴/۰۵	۹/۴۵	۱۶/۱۷	

### بحث و نتیجه گیری

اسیدیته خاک در تیمارهای صنوبر دلتویدس خالص و آمیخته با توسکای بیلاقی در مقایسه با هم و نمونه شاهد تفاوت معنی داری را در هیچ کدام از عمق های مورد بررسی نشان نداده است. با توجه به اینکه حدود نیمی از مطالعات در زمینه گونه های تثبیت کننده ازت تفاوت معنی داری را در مورد کاهش اسیدیته گزارش داده اند و این در حالی است که نیمی دیگر چنین تفاوتی را نیافته اند (Fisher and Binkley, ۱۹۹۹). ممکن است عدم تغییر اسیدیته خاک به علت عدم تغییر ماده آلی در تیمارها و در مقایسه با نمونه شاهد باشد، اگر چه شرایطی نیز گزارش شده است که حتی با وجود دو برابر شدن ماده آلی خاک، اسیدیته خاک تغییر نکرده است (Fisher and Binkley, ۱۹۹۹). Montagnini (۲۰۰۰) در اسیدیته خاک جنگلکاری های خالص و آمیخته گونه های غیر تثبیت کننده ازت و یک گونه تثبیت کننده ازت در دو رویشگاه در مقایسه با نمونه شاهد تفاوتی را مشاهده نکرد. Parrotta (۱۹۹۹) در مقایسه اسیدیته خاک جنگلکاری خالص و آمیخته اکالیپتوس با دو گونه تثبیت کننده ازت نتیجه گرفت که فقط آمیختگی یکی از دو گونه باعث کاهش اسیدیته خاک شده است. Rhoades و Binkley (۱۹۹۶) در جنگلکاری های خالص و آمیخته اکالیپتوس و شب حسب در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت معنی داری را در مورد اسیدیته خاک عمق ۰-۱۵ سانتیمتر مشاهده نمودند ولی بین اسیدیته خاک تیمارهای خالص و آمیخته تفاوتی را مشاهده نکردند. Giardina و همکاران (۱۹۹۵) در مورد جنگلکاری های *Alnus rubra* و

*Pesudotsuga menziesii* تفاوت معنی داری را در pH خاک

(عمق ۰-۱۵ سانتیمتر) مشاهده نکردند.

این مطلب را که هدایت الکتریکی خاک جنگلکاری های صنوبر دلتویدس خالص و آمیخته با توسکای بیلاقی تفاوت معنی داری را در هیچکدام از تیمارها نشان نداده است شاید بتوان به فاصله کاشت باز درختان در جنگلکاری ها و شستشوی عناصر نسبت داد.

عدم وجود تفاوت در درصد کربن و ماده آلی در خاک جنگلکاری های خالص و آمیخته صنوبر دلتویدس و توسکا را شاید بتوان همانند Parrotta (۱۹۹۹) که او نیز تفاوتی را در مورد درصد کربن و ماده آلی جنگلکاری های خالص و آمیخته اکالیپتوس با دو گونه تثبیت کننده ازت نیافت و علت را افزایش فعالیت بیولوژیکی در خاک دانست، توجیه نمود. Garsia-Montiel و Binkley (۱۹۹۸) نتیجه گرفتند که درصد کربن در خاک (۲۰-۰ سانتیمتر) زیر شب حسب بیشتر از اکالیپتوس است.

وجود تفاوت در درصد ازت کل در عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری خاک تیمار توسکای خالص با تیمار ۵۰٪ صنوبر: ۵۰٪ توسکا و تیمار ۶۷٪ صنوبر: ۳۳٪ توسکا و تفاوت در تیمار ۳۳٪ صنوبر: ۶۷٪ توسکا با تیمار ۵۰٪ صنوبر: ۵۰٪ توسکا در جنگلکاری های صنوبر دلتویدس و توسکای بیلاقی را می توان به فعالیت تثبیت کنندگی توسط گره های توسکا و گسترش ریشه های صنوبر در این عمق نسبت داد. میزان کمتر ازت در تیمارهای آمیخته با صنوبر بیشتر، را می توان به رقابت بین ریشه های صنوبر دلتویدس و ریشه های توسکای بیلاقی برای جذب ازت نسبت داد (Binkley, ۱۹۹۲). عدم تفاوت در تیمارهای خالص دو گونه را می توان به علت فاصله کاشت زیاد در این جنگلکاری ها

آمیخته با دو گونه تثبیت کننده ازت در مقایسه با هم و نمونه شاهد مشاهده نکرد.

عدم تفاوت در عناصر غذایی همچون فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب در جنگلکاری‌های خالص و آمیخته صنوبر دلتوییدس و توسکا در سایر بررسی‌ها نیز مشاهده شده است. Parrotta (۱۹۹۹) در خاک جنگلکاری‌های خالص و آمیخته اکالیپتوس با دو گونه تثبیت کننده ازت در مقایسه با هم و با نمونه شاهد در مورد فسفر قابل جذب تفاوتی را مشاهده نکرد و در مورد پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب تفاوت‌های کمی را مشاهده نمود که آنها را به شرایط قبلی جنگلکاری‌ها نسبت داد. البته در مواردی گزارش شده که حضور گونه تثبیت کننده ازت باعث افزایش فسفر قابل جذب می‌شود (Binkley, ۱۹۹۲). Montagnini (۲۰۰۰) نیز در مقایسه این عناصر غذایی در خاک جنگلکاری خالص یک گونه تثبیت کننده ازت با خاک جنگلکاری آمیخته آن با سه گونه غیر تثبیت کننده ازت تنها تفاوتی را در فسفر قابل جذب در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتر مشاهده نمود و در مورد سایر عناصر تفاوتی را نیافت او همچنین در مورد بررسی این عناصر در جنگلکاری‌هایی دیگر نیز تنها تفاوت در فسفر قابل جذب در عمق ۱۵-۵ سانتیمتری را گزارش داد. عدم مشاهده تفاوت در بافت خاک جنگلکاری‌های خالص و آمیخته صنوبر دلتوییدس و توسکا بیانگر این مطلب می‌باشد که تغییرات در بافت خاک در طول ۷ سال قابل اندازه‌گیری نبوده و نیاز به زمان بیشتری دارد.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که حضور توسکای بیلاقی در جنگلکاری‌های صنوبر دلتوییدس ممکن است سودمند باشد اما آنچه مسلم است از تحقیق حاضر که فقط تأثیر کمی در مورد ازت در جنگلکاری‌ها مشاهده شده نمی‌توان نتیجه قطعی گرفت و نیاز به بررسی‌های بیشتر و طولانی مدت می‌باشد.

#### سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات آقای مهندس علی‌رضا علی‌عرب و آقای مهندس صادق پور به دلیل کمک‌هایشان در انجام این تحقیق تشکر می‌شود.

نسبت داد که به نظر می‌رسد زمان طولانی‌تر بین این دو نیز تفاوت معنی‌دار شود. Binkley (۱۹۹۷) دریافت که شب‌خسب (گونه تثبیت کننده ازت) ازت خاک را تا عمق ۲۰ سانتیمتر افزایش می‌دهد (در سن ۳۳ ماهگی). Garsia-Montiel و Binkley (۱۹۹۸) دریافتند که ازت کل خاک (۲۰-۰ سانتیمتر) جنگلکاری‌های شب‌خسب خالص بیشتر از جنگلکاری‌های اکالیپتوس خالص است. Parrotta (۱۹۹۹) در مورد ازت کل خاک (۲۰-۰ سانتیمتر) جنگلکاری‌های اکالیپتوس آمیخته با دو گونه تثبیت کننده ازت در مقایسه با جنگلکاری خالص اکالیپتوس تفاوتی را گزارش نمود، البته او نیز (همانطور که در جنگلکاری‌های صنوبر دلتوییدس مشاهده شده بود) تفاوتی را در ازت کل جنگلکاری‌های خالص و آمیخته با نمونه شاهد مشاهده نکرد (در سن حدود ۷ سالگی). Montagnini (۲۰۰۰) در مقایسه جنگلکاری‌های خالص سه گونه غیر تثبیت کننده ازت و یک گونه تثبیت کننده ازت و جنگلکاری آمیخته آنها در یک رویشگاه و همچنین در مقایسه نیتروژن خاک جنگلکاری‌های خالص سه گونه غیر تثبیت کننده ازت دیگر و یک گونه تثبیت کننده ازت دیگر و جنگلکاری آمیخته آنها در رویشگاهی دیگر حتی در عمق ۵-۰ سانتیمتری تفاوتی را مشاهده نکرد. Dawson و Hansan (۱۹۸۲) و Dawson و همکاران (۱۹۸۳) افزایش ازت در خاک جنگلکاری آمیخته صنوبر با توسکای قشلاقی را گزارش دادند (FAO, ۱۹۹۲). همچنین Giodano (۱۹۸۴) تأثیر توسکا و افاقیا در افزایش ازت خاک جنگلکاری‌های صنوبر را مثبت ارزیابی نمود. Binkley و Husted (۱۹۸۳) نیز تأثیر گونه تثبیت کننده ازت *Ceanthus sangunas* را در افزایش ازت خاک جنگلکاری *Pesudotsuga menziesii* مثبت ارزیابی نمودند.

عدم تفاوت نسبت کربن به ازت در تیمارهای صنوبر دلتوییدس خالص و آمیخته با توسکا با هم و با قطعه نمونه‌های شاهد را می‌توان به کم بودن تعداد درختان در هکتار در مقایسه با سایر بررسی‌های صورت گرفته در مورد گونه تثبیت کننده ازت نسبت داد. Parrotta (۱۹۹۹) نیز تفاوت معنی‌داری را بین جنگلکاری‌های خالص اکالیپتوس و

#### فهرست منابع:

۱. اسدی، ف. ۱۳۸۰. تنوع ژنتیکی و ساختار آن در درون و بین جوامع گیاهی از گونه‌های مختلف صنوبر. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۵۸ص.
۲. حبیبی کاسب، ح. ۱۳۷۱. مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول، ۴۲۴ ص.
۳. غازان شاهی، ج. ۱۳۷۶. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات هما، ۳۱۱ ص.

۴. کیادلیری، ش. ۱۳۸۱. بررسی جنگلکای های صنوبر در خاک های متفاوت مناطق غربی مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۹۴ ص.
۵. مختاری، ج. ۱۳۷۹. زراعت چوب صنوبر یک راهکار عملی در تولید چوب. چکیده مقالات اولین گرد همایی جنگلکاری با گونه های سریع الرشد در شمال کشور، ۷۲ ص.
۶. هدایتی، م. ۱۳۷۹. بررسی جنگل شناسی صنوبرکاری های شمال ایران. گونه های سریع الرشد، ۷۴ ص.
7. Binkley, D. 1992. Mixture of nitrogen- fixing and non- nitrogen- fixing tree species. In: Cannel, M.G.R., Malcom D.C., Robertson P.A. (Eds), The Ecology of Mixed Species Stands of Trees. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 99-123.
8. Binkley, D. 1997. Bioassays of the influence of *Eucalyptus saligna* and *Albizia falcataria* on soil nutrient supply and limitation. For. Ecol. and Manage. 91:229-234pp.
9. Binkley, D., Giardian, Ch. and Bashkin, M. A. 2000. Soil phosphorus pools and supply under the influence of *Eucalyptus saligna* and nitrogen-fixing *Albizia falcataria*. For. Ecol. and Manage. 128: 241-247pp.
10. Binkley, D., and Husted. 1983. Nitrogen accretion, soil fertility, and Douglas-fir nutrition in association with redstem ceanothus. Can.J. For. 13:122-125pp.
11. Carter, M. R. 1993. Soil sampling and methods of analysis, Lewis Publishers, pp.823.
12. FAO. 1992. Mixed and pure forest plantation in the tropics and subtropics. FAO Forestry Paper 103. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pp. 152.
13. Fernandez, R., Montagnini, F., Hamilton, H. 1999. The Influence of Five Native Tree Species on Soil Chemistry in Subtropical Humid Forest Region of Argentina, Journal of Tropical Forest-Science(Malaysia),10:2, 188- 196.
14. Fisher, R., Binkley, D. 1999. Ecology and Management of Forest Soil. JohnWiley&Sons, Inc., third edithion, pp. 489.
15. Garsia-Montiel, D. C., Binkley, D. 1998. Effect of *Eucalyptus saligna* and *Albizia falcataria* on soil processes and nitrogen supply in Hawaii. Ecology, 113:547-556pp.
16. Giardina, C. P., Huffman, S., Binkley, D., Caldwell, B. A. 1995. Alder increase soil phosphorus availability in a Douglas-fir plantation. Can.J. For. Res.25:1652-1657.
17. Giordano, E. 1984. Poplar and Willows , Cultivation and Silviculture, International Poplar Commission, Canada, 12pp.
18. Khanna, P. K. 1997. Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stands of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. For. Ecol. and Manage. 94:105-113.
19. Montagnini, F. 2000. Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. For. Ecol. and Manage. 134: 257-270.
20. Parrotta, J. A. 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta* and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. For. Ecol. and Manage. 124:45-77.
21. Rhoades, C. and Binkley, D. 1996. Factors influencing decline in soil pH in Hawaiian *Eucalyptus* and *Albizia* plantations. For. Ecol. and Manage. 80: 47-56 .

