فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۱ شمارهٔ ٤، صفحهٔ ٦٥٣-٦٤٣، (۱۳۹۲)

بررسی نقش داغداغان "*Celtis caucasica*" به‌عنوان درخت تثبیت‌کننده نیتروژن بر خصوصیات خاک زیراشکوب در ذخیره‌گاه جنگلی اردسته دهاقان- اصفهان

سمیه دهنوی[1*]، سیدحمید متین‌خواه[2] و فرشید نوربخش[3]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، گروه مرتع و آبخیزداری و بیابان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان. پست‌الکترونیک: somayehdehnavi12@gmail.com

۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری و بیابان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- دانشیار، گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱٤ تاریخ پذیرش: ۹۲/٤/۱۵

چکیده

درختان تثبیت‌کننده نیتروژن یا درختانی که دارای توانایی ترسیب نیتروژن هوا در خاک می‌باشند، موجب افزایش میزان مواد آلی در خاک تحت اشکوب خود می‌شوند. این درختان با افزودن مقادیر بالایی از نیتروژن به خاک، موجب حاصلخیزی آن شده و نیاز گیاهان متأثر از درختان مذکور و بخصوص خود درخت تثبیت‌کننده به این عنصر را تا حد زیادی مرتفع می‌سازد. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات حضور درخت داغداغان با نام فارسی " تادار" و نام علمی "*Celtis caucasica*"بر حاصلخیزی خاک و گیاهان تحت اشکوب، در ذخیره‌گاه جنگلی اردسته واقع در شهرستان دهاقان از توابع استان اصفهان، به اجرا درآمد. برای انجام این مطالعه، نمونه‌برداری خاک تحت تسلط تاج پوشش داغداغان و نمونه‌ی شاهد، در سه عمق ۰-۲۰، ۲۰-٤۰ و ٤۰-٦۰ سانتی‌متری در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. سپس پارامترهای آهک، *pH*، *EC*، کربن آلی، نیتروژن معدنی و نیتروژن کل خاک تحت اشکوب اندازه‌گیری شد. همچنین آنالیز گیاه محک به لحاظ بررسی اثرات درخت مورد مطالعه بر میزان نیتروژن کل، پروتئین و تولید گیاهان زیراشکوب در مقیاس آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمایش‌ها نشان داد که مقادیر آهک، نیتروژن معدنی، درصد نیتروژن کل در خاک و درصد کربن آلی بعلاوه نیتروژن کل، پروتئین و تولید گیاه محک در عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری خاک تحت اشکوب داغداغان، بیشترین مقدار را داشته و با افزایش عمق، از میزان آنها کاسته شد.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، آهک، کربن آلی، گیاه محک

مقدمه

نیتروژن بعد از کربن یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز گیاهان و جانوران است. مقدار نیتروژن در گیاهان مختلف بین ۱ تا ۱۰ درصد متغیر است. بنابراین می‌توان کمبود نیتروژن را محدودیت عمده برای عملیات اصلاح و احیای طبیعی در مناطق آسیب‌دیده محسوب کرد. فرم قابل جذب نیتروژن برای گیاهان نیتروژن معدنی یا نیترات می‌باشد که به صورت شیمیایی و طبیعی تهیه می‌شود. از آنجا که در مناطق جنگلی و مرتعی استفاده از کودهای شیمیایی علاوه بر مضرات شناخته شده‌ی آنها، از نظر اقتصادی توجیهی ندارد، استفاده از کودهای نیتروژنی طبیعی توجه دست‌اندرکاران امر احیای مناطق جنگلی و مرتعی آسیب‌دیده را به خود جلب کرده‌است. کودهای نیتروژنی طبیعی از طریق مدفون‌کردن اندامهای گیاهی (کود سبز) و یا کشت گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن، به خاک افزوده می‌شوند. استفاده از درختان، درختچه‌ها و بوته‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، نیترات مورد نیاز گیاهان را در بازه زمانی طولانی‌تری نسبت به کودهای شیمیایی اما با حذف

مضرات آنها تولید می‌کند.

کشت درختان تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن در مناطقی که شرایط خاص رویشگاهی آنها را داشته باشد، با توجه به چندمنظوره بودن این درختان، علاوه بر برطرف‌کردن نیازهای بومیان ساکن در منطقه از لحاظ چوب، الوار، موادغذایی، بادشکن، سایه برای محصولات سایه‌پسند و بسیاری منافع دیگر، میزان قابل توجهی نیتروژن رایگان را در سطوح قابل دسترس خاک ذخیره می‌نماید که خود موجب توسعه‌ی پایدار در منطقه خواهد شد. کشت این درختان در میان درختان غیر تثبیت‌کننده موجب رشد سریع‌تر درختان همراه و گیاهان تحت اشکوب آنها می‌شود. دلیل اصلی استفاده از ترکیب مخلوط گونه‌های تثبیت‌کننده و گونه‌های غیر تثبیت‌کننده نیتروژن، افزایش میزان نیتروژن در دسترس برای محصول اصلی یا گونه‌های همراه می‌باشد. البته چرخه نیتروژن از طریق تجزیه لاشبرگ و پس از آن از طریق معدنی‌شدن نیتروژن امکان‌پذیر می‌گردد.

به‌منظور بررسی تأثیرات حضور درختان تثبیت‌کننده نیتروژن، مطالعات بسیاری انجام شده که مبیّن همین مطلب می‌باشند. در مطالعه ای که توسط Singh *et al.* (2010) بر روی کشت مخلوط درختان تثبیت‌کننده و غیر تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن انجام شد، به این نتیجه رسیدند که بالاترین تولید زی‌توده خالص و مواد غذایی ضروری، بوسیله درختان تثبیت‌کننده نیتروژن ایجاد و در واقع مواد مغذی شامل پتاسیم، فسفر، نیتروژن، کلسیم و منیزیم، از طریق این درختان به خاک منطقه افزوده شده است. همچنین David *et al.* (2006) نیز گزارش کردند که کشت آمیخته گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و اکالیپتوس، باعث بهبود در چرخه مواد مغذی، حاصلخیزی خاک، تولید بیومس، افزایش سرعت تجزیه مواد، تولید محصولات فرعی و جلوگیری از آفات و بیماری‌ها خواهد شد.

در مقایسه‌ی انجام شده توسط Hosseini & Sayyad (2005)، از نظر عناصر غذایی موجود در برگ‌های مرده و زنده توسکای ییلاقی (به‌عنوان درخت تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن) با صنوبر دلتوییدس در جنگلکاری‌های خالص و آمیخته، مشاهده شد که نیتروژن موجود در برگ‌های توسکا بیشتر از صنوبر بوده و برگ‌های صنوبر در تیمارهای آمیخته با توسکای ییلاقی، نیتروژن بیشتری را در مقایسه با کشت خالص صنوبر نشان دادند. به علاوه، Naiminia *et al.* (2011) نیز بر روی دو گونه درختی تثبیت‌کننده نیتروژن با نام‌های کرت و کهور پاکستانی مطالعه‌ای انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که کشت این درختان در زمین‌های تخریب‌شده می‌تواند باعث بهبود قابل‌توجهی در میزان نگهداشت کربن و نیتروژن در خاک و در نتیجه سبب احیاء اکوسیستم‌ها شود. آنها میزان نیتروژن معدنی انتقال یافته از درختان کرت و کهور پاکستانی به خاک را حدود ۳ تا ۷ برابر خاک عاری از این درختان تخمین زدند.

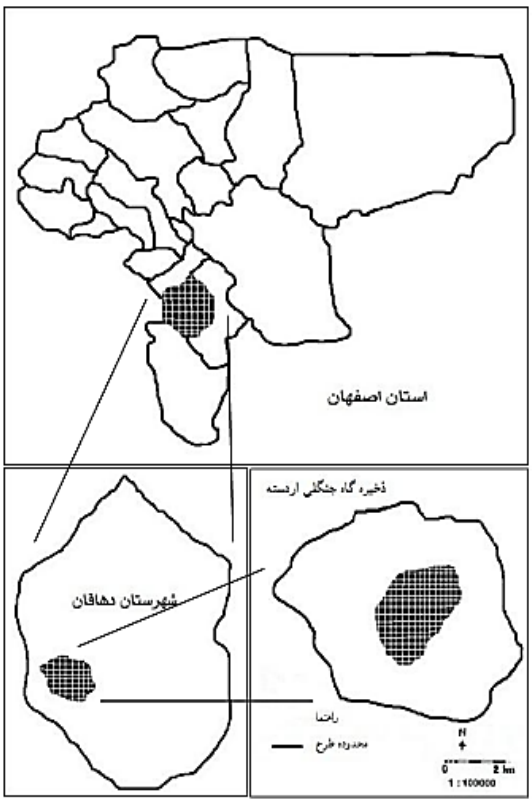
کشت گونه‌های درختی، درختچه‌ای و مرتعی تثبیت‌کننده نیتروژن موجود در کشور و معرفی آنها به مناطق مناسب رویشگاهی تا حد بسیار زیادی در بهبود شرایط مراتع و جنگلها مثمر ثمر واقع خواهد شد. تحقیقات انجام شده در این زمینه مهر تأییدی بر این ادعا بوده و شالوده‌ی تحقیق حاضر را تشکیل داده است. این مطالعه به بررسی اثرات داغداغان به‌عنوان درخت تثبیت‌کننده نیتروژن بر خصوصیات مختلف شیمیایی و فیزیکی خاک متأثر از درخت و همچنین بررسی‌های آزمایشگاهی میزان انتقال نیتروژن تثبیت‌شده در خاک به گیاهان رشدیافته بر روی آن اختصاص یافته است.

مواد و روش‌ها

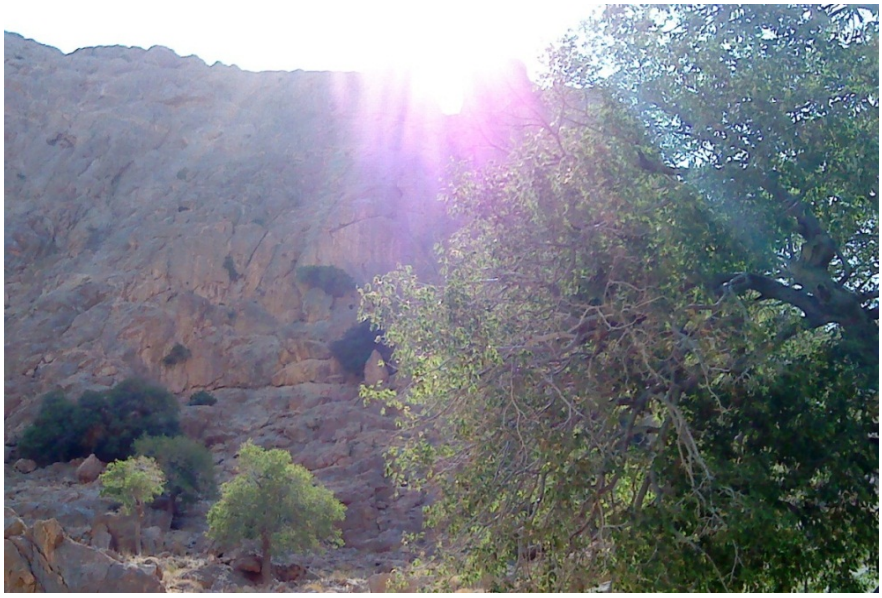
منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در تنها ذخیره‌گاه جنگلی استان اصفهان واقع در ۱۰ کیلومتری شهرستان دهاقان در مکانی به نام اردسته انجام شده است. این ذخیره‌گاه جنگلی به مساحت ۲۶۲ هکتار (۱۲ هکتار محدوده هسته مرکزی و ۲۵۰ هکتار محدوده ضربه‌گیر) و گونه اصلی آن داغداغان و گونه همراه زرشک و زالزالک می‌باشد. طول جغرافیایی منطقه در مقیاس *UTM* از ۵۵۶۷۰۰ تا ۵۶۰۳۰۰ و عرض جغرافیایی *UTM* از ۳۵۳۰۱۰۰ تا ۳۵۳۲۸۰۰ و ارتفاع از سطح دریا ۲۰۰۰ متر می‌باشد. این منطقه براساس روشهای

دومارتن و گوسن، جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور به حساب می‌آید و متوسط بارندگی سالانه محدوده طرح ۲۷۷/٦۷ میلی‌متر می‌باشد. منطقه حفاظت شده در فواصل مابین رشته‌کوه‌های زاگرس قرار گرفته و از مزیت تجمع آب در میان سنگها بهره برده است. در این شرایط نهالها با شکستن سنگها راه خود را به بیرون پیدا کرده‌اند. محدوده مورد نظر دارای تیپ‌های کوه، دشت‌های دامنه‌ای و واریزه‌ها است که برای طرح‌های دیم‌کاری و نیز حفظ ذخایر جنگلی مناسب است. در حال حاضر تراکم داغداغان در هسته مرکزی حدود ۲۵ درصد تخمین زده شده است.



شکل۱- موقعیت منطقه مورد بررسی در استان اصفهان و شهرستان دهاقان



شکل۲- ذخیره‌گاه جنگلی اردسته در شهرستان دهاقان استان اصفهان

گونه درختی مورد مطالعه

داغداغان از نظر تاکسونومی دارای ۱۰۰ گونه و متعلق به خانواده (*Ulmaceae*) یا (*Elm Family*) می‌باشد. مطالعه حاضر بر روی داغداغان با نام علمی (*Celtis caucasica Willd.*)، نام انگلیسی(*Caucasian Nettle Tree*) و نام فارسی "تادار" یا "درخت تا" که در سال ۱۸۰٦ توسط *Carl Ludwig von Willdeno*) شرح داده شده، انجام شده است. ارتفاع درخت حداکثر تا ۱۵ متر، پوست تنه خاکستری همراه با لکه‌های سفید، شاخه‌های جوان دارای کرکهای اندک و یا تقریبا بدون کرک و میزان جوانه‌زنی آن معمولا خوب است. چوب درخت خیلی سخت، ارتجاعی، بادوام و با کیفیت بالاست و سوختی عالی به حساب می‌آید. این گیاه برگریز است و مناطق آفتابی تا نیمه سایه‌دار را ترجیح می‌دهد و دماهای پایین‌تر از ۲۳/۳ درجه سانتی‌گراد را می‌تواند تحمل کند. در خاکهای اسیدی، بازی، مرطوب، خشک و شنی یا لومی که به طور متوسط یا کاملا مرطوبند، رشد می‌کند. این گیاه متعلق به بخش کوهستانی منطقه ایران- تورانی و منطقه زاگرسی (گرگان، مازندران، گیلان، آذربایجان، کرمانشاه، لرستان، اصفهان، کهکیلویه و بویراحمد، بختیاری، فارس، خراسان، سمنان و تهران) می‌باشد.

گیاهان این جنس برای استقرار کندوهای عسل بطور قابل توجهی مقاوم هستند، تثبیت نیتروژن را به روش همیاری انجام می‌دهند و علوفه مناسبی برای فصول خشک تولید می‌کنند. درخت داغداغان روی خاک‌های واریزه‌ای و صخره‌ای رشد کرده و ریشه‌های عمیق آن، در شکاف سنگ‌ها نفوذ و آنها را متلاشی می‌کند، ازاین‌رو در آبخیزداری و ایجاد پوشش گیاهی در نقاط سنگلاخی کاربرد دارد. دیر بازده بودن آن را می‌توان به‌عنوان تنها محدودیت کشت محسوب نمود.

نمونه‌برداری از خاک

داغداغان در این منطقه صرف‌نظر از نهالهای رشدیافته در چند سال اخیر، دارای بیش از ٦۰ پایه همسن می‌باشد که تعداد ۵ پایه را انتخاب و از خاک تحت اشکوب آنها در سه عمق ۰-۲۰، ۲۰-٤۰ و ٤۰-٦۰ سانتی‌متری نمونه-برداری انجام شد. نمونه‌برداری از طریق حفر پروفیل در خاک تحت اشکوب درخت و با فاصله‌ای مناسب از درخت (تقریباً۱۰۰ متر) که هرگز تحت تأثیر برگهای درخت قرار نگرفته، به‌عنوان خاک شاهد یا کنترل انجام گردید. از آنجا که نمونه‌برداری در فصل زمستان و دی ماه انجام شد، مورد فوق به خوبی مدنظر قرار گرفته است.

بنابراین در نهایت با ۵ پروفیل با سه عمق نمونه‌برداری در پای هر درخت و ۵ پروفیل با سه عمق نمونه‌برداری معادل در خاک شاهد، در نهایت ۳۰ نمونه خاک به آزمایشگاه منتقل گردید.

شکل۳- داغداغان (تادار)

انجام آزمایش‌ها

در راستای بررسی خصوصیات فیزیکی خاک منطقه، ابتدا بافت خاک شناسایی گردید و بعد فاکتورهای *EC* توسط دستگاه هدایت‌سنج‌اهم‌متر و *pH* به روش پتانسیومتری مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

درصد آهک از رابطه ۱ محاسبه گردید:

(۱)

$$\%CaCo_3 = \left(\frac{N_A * V_A - N_B * V_B}{1000}\right) * \frac{100}{W} * eq$$

N_a و V_a: نرمالیته و حجم اسید مصرفی (*cc*)

V_A و V_B: نرمالیته و حجم سود مصرفی (*cc*)

eq: اکی والان گرم آهک

W: وزن خاک خشک (*g*)

سپس درصد کربن آلی به روش واکلی بلک و توسط رابطه ۲ محاسبه شد:

(۲)

$$\%oc = \left(1 - \frac{V_A}{V_B}\right) * \frac{N_a * V_a * eq\ c}{0.77 * 1000 * W} * 100$$

N_a و V_a: نرمالیته و حجم بی کرومات پتاسیم مصرفی (*cc*)

V_A و V_B: حجم فروسولفات مصرفی برای نمونه و شاهد (*cc*)

eq c: اکی والان گرم کربن

میزان نیتروژن معدنی بوسیله عصاره‌گیری با *KCL* و بر حسب $mg\ N\ kg^{-1}$ از طریق رابطه۳ محاسبه گردید:

(۳)

$$IN = \frac{(N_a * V_a) * 14 * 50 * 1000}{S * V}$$

N_a و V_a: نرمالیته و حجم اسید مصرفی برای نمونه (*cc*)

S: وزن نمونه (*g*)

V: حجم عصاره (*cc*)

محاسبه درصد نیتروژن کل خاک از روش کلدال یا اکسیداسیون تر و از رابطه۵ انجام شد. پس از انجام آزمایش‌های مربوط به خاک، به منظور بررسی آزمایشگاهی میزان انتقال نیتروژن از درختان تثبیت‌کننده نیتروژن به گیاهان متأثر از آنها، گیاه "شاهی یا ترتیزک" با نام علمی *"Lepidium sativum"* که دارای رشد سریع می‌باشد به‌عنوان گیاه محک انتخاب و در گلخانه بر روی خاک برداشت شده از تحت اشکوب درخت داغداغان و خاک شاهد کاشته شد. در نهایت به‌منظور برآورد میزان نیتروژن انتقال یافته و میزان تأثیر آن بر تولید گیاه مورد نظر در مقایسه با گیاه محک کشت‌شده بر خاک شاهد، درصد پروتئین موجود در گیاه محک تعیین و بعد میزان تولید گیاه محک از طریق رابطه٤ محاسبه گردید:

(٤)

$$DM = \frac{WD}{WL}$$

DM: درصد ماده خشک گونه گیاهی

WD: وزن خشک گونه (*g*)

WL: وزن تر گونه (*g*)

درصد نیتروژن کل در گیاه محک همانند نمونه خاک به روش کلدال یا اکسیداسیون تر و از طریق رابطه۵ محاسبه شد:

(۵)

$$\%Total\ N = \frac{T - B}{S} * N * \frac{14}{1000} * 100$$

T و *B*: حجم اسید سولفوریک مصرفی برای نمونه و شاهد (cc)

N: نرمالیته اسید سولفوریک

$\frac{14}{1000}$: وزن یک الی والان گرم نیتروژن

تجزیه و تحلیل آماری

اعداد و ارقام حاصل از مراحل مختلف آزمایش، در نرم افزار *SAS* وارد و از طریق طرح فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی با بکارگیری آزمون دانکن، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. عمق‌های متناظر در زیراشکوب و شاهد نیز توسط آزمون *T-test* به‌منظور بررسی اختلافات موجود بین پارامترهای اندازه‌گیری شده، دو به دو مقایسه شدند.

نتایج

نتایج بدست‌آمده از نمونه‌های خاک برداشت شده، در دو شرایط حضور درخت و عدم حضور درخت (خاک شاهد) و همچنین در عمق‌های مختلف ۰–۲۰، ۲۰–٤۰ و ٤۰–٦۰ سانتی‌متری مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به‌منظور بررسی بافت خاک منطقه مورد مطالعه در هر سه عمق نمونه‌برداری درصد ذرات موجود در خاک و کلاس بافت خاک منطقه تعیین گردید (جدول۱) و بعد در مثلث بافت خاک قرار گرفت. نتایج نشان داد که بافت خاک در عمق‌های ۰–۲۰ و ۲۰–٤۰ سانتی‌متری *loam* و در عمق ٤۰–٦۰ سانتی‌متری *clay loam* بوده است.

جدول۱- درصد ذرات موجود در بافت خاک منطقه مورد مطالعه

		ذرات رس٪		ذرات سیلت٪		ذرات شن٪	
		زیراشکوب	شاهد	زیراشکوب	شاهد	زیراشکوب	شاهد
عمق‌های نمونه‌برداری	۰-۲۰	۲٤/۲۲	۱۳/۹۹	۳۷/۲۳	۳۹/۷٤	۵۲/٤۱	٤٦/۲۳
	۲۰-٤۰	۲٦/۸۱	۲۳/۸۵	۲۱/۹	۳۵/٦	۵۱/۲۹	٤۵/۵٦
	٤۰-٦۰	۳۰/۳	۲۸/۰۲	۱۹/۹۱	۳۵/۱۳	٤۹/۷۹	۳٤/۸۵

بررسی تأثیر حضور و عدم حضور پوشش گیاهی داغداغان بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک که به مقایسه خاک تحت اشکوب داغداغان و خاک شاهد پرداخته، نشان داد که تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک تحت اشکوب بیشتر از خاک شاهد بوده‌اند و در سطح اطمینان ۰/۱ درصد معنی‌داری مشاهده شد (جدول۲). در بررسی تأثیر افزایش عمق بر میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده، تمام پارامترها نسبت به عمق دارای تغییرات بسیاری بوده‌اند که تقریباً در تمامی پارامترها (بجز آهک و *EC*) تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۰/۱ درصد مشاهده شد (جدول۳).

در بررسی اعماق متناظر به لحاظ بررسی میزان تغییرات در اعماق مختلف نمونه‌برداری بین خاک شاهد و خاک تحت اشکوب داغداغان، تنها دو پارامتر آهک در عمق٤۰-٦۰ سانتی‌متری و *pH* در هر سه عمق نمونه‌برداری، میانگین بدست آمده در خاک تحت اشکوب از خاک شاهد کمتر بوده و در دیگر پارامترها این میزان بیشتر می‌باشد (جدول٤). از طریق آزمون دانکن میزان تأثیر عمق بر پارامترهای اندازه‌گیری شده مورد مقایسه قرار گرفت که در همه پارامترها بجز درصد نیتروژن موجود در گیاه محک و آهک، در هر سه عمق نمونه-برداری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول۵).

جدول۲- تجزیه واریانس تأثیر حضور و عدم حضور پوشش گیاهی بر پارامترهای مورد اندازه‌گیری

پارامترها	میانگین مربعات	F value	p
درصد آهک	۲۸۵/۹٤۹***	۳۷/۹٦	۰/۰۰۰۱
pH	۱/۵۵۲۲۳***	۳۰۷۹/۳٤	۰/۰۰۰۱
EC دسی زیمنس بر متر	۰/۰۰٦۸٤***	۱۹/۷۸	۰/۰۰۰۲
درصد کربن آلی	۱/۳۲۸۸۹***	۱۹۳۲/۰٤	۰/۰۰۰۱
نیتروژن معدنی (*mg N/kg*)	۲۹۹۳/۸۸***	۷۲۹/۸۳	۰/۰۰۰۱
درصد نیتروژن کل	۰/۳۸۱٤۹***	۱۸۰۷/۳۸	۰/۰۰۰۱
درصد نیتروژن گیاه محک	۰/٤۵۱۹***	۹۲۱/۷٤	۰/۰۰۰۱
درصد پروتئین گیاه محک	۱۹۷/٦۱۳***	۱۵۲۵۹/۵	۰/۰۰۰۱
تولید گیاه محک (*g/cm²*)	٦۹٤۵/۵۹***	۵۸۱٤/۸۲	۰/۰۰۰۱

*** نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح اطمینان ۰/۱ درصد می‌باشد.

جدول۳- تجزیه واریانس تأثیر عمق‌های نمونه‌برداری بر پارامترهای مورد اندازه‌گیری

پارامترها	میانگین مربعات	F value	p
درصد آهک	۷/۴۰۸ ns	۰/۹۸	۰/۳۹۱۴
pH	۰/۰۹۹۴۲ ***	۱۹۷/۲۳	۰/۰۰۰۱
EC دسی زیمنس بر متر	۰/۰۰۰۴۴ ns	۱/۲۷	۰/۳۰۲۴
درصد کربن آلی	۱/۰۸۴۸۳ ***	۱۵۷۷/۲۱	۰/۰۰۰۱
نیتروژن معدنی *(mg N/kg)*	۲۲۷۷/۶۶ ***	۵۵۵/۲۳	۰/۰۰۰۱
درصد نیتروژن کل	۰/۲۳۱۲۱ ***	۱۰۹۵/۴	۰/۰۰۰۲
درصد نیتروژن گیاه محک	۰/۰۹۹۰۳ ***	۲۰۱/۹۹	۰/۰۰۰۱
درصد پروتئین گیاه محک	۱/۱۲۱ ***	۸۶/۶	۰/۰۰۰۱
تولید گیاه محک *(g/cm^2)*	۱۲۶۸/۳۳ ***	۱۰۶۱/۸۴	۰/۰۰۰۱

*** نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح اطمینان ۰/۱ درصد می‌باشد.

جدول۴- کمیت پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطوح مورد بررسی

	۲۰-۰		۴۰-۲۰		۶۰-۴۰	
	زیراشکوب	شاهد	زیراشکوب	شاهد	زیراشکوب	شاهد
درصد آهک	۴۶/۹ a	۳۱ b	۴۰/۲ a	۳۵/۶۸ b	۳۸/۲ b	۴۰/۶ a
pH	۷/۲۴ b	۷/۸۷ a	۷/۵۲ b	۷/۹۲ a	۷/۴۸ b	۷/۸۹ a
EC دسی زیمنس بر متر	۰/۷۳ a	۰/۵ b	۰/۷۲ a	۰/۴۹ b	۰/۷۸ a	۰/۴۴ b
درصد کربن آلی	۱/۹۳ a	۰/۳۴ b	۱/۴۶ a	۰/۱ b	۱/۱۵ a	۰/۱ b
نیتروژن معدنی *(mg N/kg)*	۱۱۰/۹۷ a	۱۴/۳۷ b	۹۳/۸۹ a	۱۴/۷ b	۴۶/۸۵ a	۱۶/۷ b
درصد نیتروژن کل	۰/۶۴ a	۰/۲۶ b	۰/۴۸ a	۰/۲۳ b	۰/۳۳ a	۰/۱۳ b
درصد نیتروژن گیاه محک	۱/۶۷ a	۰/۳۵ b	۱/۶ a	۰/۳۷ b	۱/۲۷ a	۰/۳۴ b
درصد پروتئین گیاه محک	۱۶/۵۱ a	۲/۰۷ b	۱۲/۵۸ a	۲/۱۷ b	۶/۱۷ a	۱/۹۸ b
تولید گیاه محک *(g/cm^2)*	۷۶/۳۳ a	۲۱/۶۴ b	۵۹/۵۱ a	۱۶/۹۷ b	۴۴/۵ a	۱۵/۴۲ b

حروف مشترک در جدول نشان‌دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول۵- آزمون دانکن اثر عمق بر کمیت پارامترهای اندازه‌گیری شده

	عمق‌های نمونه‌برداری (cm)		
	۰-۲۰	۲۰-٤۰	٤۰-٦۰
درصد آهک	۳۸/۹٦ a	۳٤/۳۳ a	۳۸/۷۷ a
pH	۷/۷۲ a	۷/٦۸ b	۷/٥٦ c
EC دسی زیمنس بر متر	۰/٦۳ a	۰/٥۹ b	۰/٦۱ b
درصد کربن آلی	۱/۱۳ a	۰/۷۸ b	۰/٦٤ c
نیتروژن معدنی (*mg N/kg*)	۹۹/۷ a	٦۰/۹٥ b	٥۰/٦٤ c
درصد نیتروژن کل	۰/٥۳ a	۰/٤۲ b	۰/۳۳ c
درصد نیتروژن گیاه محک	۱/۰۱ a	۰/۸٥ a	۰/۸ a
درصد پروتئین گیاه محک	۹/۲۹ a	۷/۳۸ b	٤/۰۷ c
تولید گیاه محک (*g/cm²*)	٤۸/۹۸ a	۳۸/۲٤ b	۲۹/۹۷ c

حروف مشترک در جدول نشان‌دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

بحث

در مطالعه انجام شده، در بیشتر موارد مقادیر پارامترهای اساسی و تأثیرگذار بر رشد گیاه در خاک تحت اشکوب داغداغان بیشتر از خاک شاهد بوده است که نشان‌دهنده تأثیر فوق‌العاده درخت تثبیت‌کننده نیتروژن بر حاصلخیزی خاک می‌باشد. در مقایسه‌ای که بین خاک تحت اشکوب و شاهد از نظر میزان *pH* انجام شد، این پارامتر در خاک تحت اشکوب کمتر از خاک شاهد و با افزایش عمق و با فاصله گرفتن از درخت در حال افزایش بود. نتایج حاصل از تحقیقات Pandey & Singh (2000) نیز این مطلب را تأیید می‌نماید. اندازه‌گیری *EC* در خاک شاهد و تحت اشکوب نشان داد که حضور پوشش گیاهی به‌ویژه درختان با ریشه‌های گسترده عمیق و سطحی همانند داغداغان، در ایجاد تخلخل مناسب در خاک مؤثر بوده و املاح و نمکهای موجود در سطح خاک را به سطوح پایین‌تر هدایت می‌کنند.

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به خصوصیات شیمیایی خاک شامل درصد کربن آلی، درصد نیتروژن کل خاک و میزان نیتروژن معدنی مبین بالاتر بودن مقادیر این پارامترها در خاک تحت اشکوب نسبت به خاک شاهد به‌ویژه در عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری بوده و با افزایش عمق کاهش یافته است که به نوعی نشان‌دهنده تأثیر فوق‌العاده لاشبرگ‌ها بر خاک تحت تاج درخت می‌باشد. در تحقیقی مشابه توسط Parotta (1992)، ضمن تأیید نتایج مطالعه حاضر و بیان این که درختان تثبیت‌کننده نقش بافر را برای جلوگیری از آبشویی ایفا می‌کنند، تأکید کرد که برای حصول چنین نتیجه‌ای، شرایط یکسان از نظر میزان فسفر در دسترس و کاتیون‌های تبادلی بین خاک شاهد و تحت اشکوب باید فراهم باشد. همچنین Pandey & Singh (2000) نیز مطالعه دیگری بر روی نیتروژن معدنی و نیتروژن کل در خاک تحت تسلط تاج پوشش درختان تثبیت‌کننده نیتروژن و فضای باز انجام دادند و نتایج مشابهی را در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری بدست آوردند.

مقایسه میزان تولید، درصد پروتئین و درصد نیتروژن کل گیاه محک کشت شده بر روی خاک تحت اشکوب و خاک شاهد نیز نشان‌دهنده بالاتر بودن میزان این پارامترها در خاک تحت اشکوب داغداغان نسبت به خاک شاهد و کاهش مقادیر این پارامترها با افزایش عمق بود و در واقع با توجه به این که آزمایش‌ها مربوط به گیاه محک، بعد از آزمایش مربوط به خاک انجام شده، قابل پیش‌بینی بود. در

طی مطالعه‌ای توسط Simmons *et al*.(2008) در این زمینه، تأیید کردند که نیتروژن در دسترس و تولید گیاهان تحت اشکوب به‌ترتیب ۳۶ درصد و بیش از ۲۰۰ درصد بیشتر از زمینهای باز و بدون درخت بوده است.

در مجموع با توجه به نتایج حاصل و با علم به اثرات مفید حضور درختان در عرصه‌های مختلف، پیشنهاد می‌شود در مناطقی که در دست احیاء و اصلاح می‌باشند، از درختان چند منظوره به‌ویژه گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن همانند داغداغان استفاده گردد. زمینهایی که در گذشته به‌عنوان جنگل محسوب می‌شده‌اند، بسیار مستعد آبشویی و فرسایش می‌باشند. این درختان در طی فرایندی به نام تثبیت بیولوژیکی نیتروژن یا *Biological Nitrogen Fixation*، موجب افزودن مقادیر فراوان نیتروژن به خاک تحت تسلط تاج پوشش خود شده و عناصر مورد نیاز گیاهان مرتعی و نهالهای نورسته درختان دیگر را در اختیار آنها قرار می‌دهد.

سپاسگزاری

از استادان گرانقدر دکتر سیدحمید متین‌خواه و دکتر فرشید نوربخش به دلیل مساعدت و همراهی آنها در مراحل انجام تحقیق، تقدیر و تشکر می‌گردد. همچنین از زحمات داوران محترم نیز قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

- David, I. F., Annette, L. C. and Jerome, K. V., 2006. Mixed-species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen-fixing trees. Forest Ecology and Management, 233: 211-230.
- Hosseini, M. and Sayyad, A., 2006. Plantations supply and return of nutrients in pure and mixed *Alnus subcordata* and *Populus deltoids*. Environmental Studies, 93: 38-102
- Naiminia, M., Matinkhah, S.H. and Noorbakhsh, F., 2011. The role of present NFTs Species in Preventing of Desertification trends, A Case study in Khuzestan province. MSc thesis of range management, Department of natural resources,Isfahan University of Technology.
- Pandey, C. B. and Singh, A. K., 2000. Soil properties under *Acacia nilotica* trees in a traditional agroforestry system in central India. Agroforestry Systems, 49: 53-61.
- Parrotta, J. A., 1992. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 41: 115-133.
- Simmons, M. T., Archer, S.R., Teague, W.R. and Ansley, R.J., 2008. Tree (*Prosopis glandulosa*) effects on grass growth: An experimental assessment of above- and below ground interactions in a temperate savanna. Journal of Arid Environment, 72: 314-325.
- Singh, Y.P., Singh, G. and Sharma, D.K., 2010. Biomass and bio-energy production of ten multipurpose tree species planted in sodic soils of indo-gangetic plains. Journal of Forestry Research, 21(1): 19-24.

The role of Hackberry *"Celtis caucasica"* as nitrogen-fixing trees on understory's soil properties in reserved area in Ardasteh-Dehaghan in Isfahan

S. Dehnavi, S.H. Matinkhah and F. Nourbakhsh

1***-** Corresponding Author, MSc Graduate, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Isfahan Industrial University, Isfahan, I.R. Iran. Email: somayehdehnavi12@gmail.com

2- Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Isfahan Industrial University, Isfahan, I.R. Iran.

3- Associate professor, Department of Pedology, Faculty of Agriculture, Isfahan Industrial University, Isfahan, I.R. Iran.

Received: 04.03.2013 Accepted: 07.06.2013

Abstract

Nitrogen-fixing trees (NFT) or trees that have the ability to sequestrate nitrogen in soil, could increase organic matter in the understory's soil. These trees can increase fertility of soil by adding large amount of nitrogen to soil and also supply necessity of the understory's plants or NFTs to this element. This study was conducted to investigate the role of *"Celtis caucasica"* as nitrogen-fixing tree on understory's soil fertility and plants in a reserved area called Ardasteh-Dehaghan at Isfahan province of Iran. For this reason, soil sampling was made from two locations (the tree's understory and outside it or control) and three depths from soil surface (0-20, 20-40 and 40-60 cm) under the randomized complete blocks statistical design. The studied soil properties consisted of: pH, EC, $CaCO_3$, organic carbon, mineral nitrogen, total nitrogen and particle density. Furthermore, a criterion plant from the tree's understory was analyzed at laboratory scale to test effects of the trees on amount of total nitrogen, protein and plant production. Results showed that the greatest amounts of soil's lime, mineral nitrogen and total nitrogen as well as the criterion plant's organic carbon, total nitrogen, protein and production was gained at soil depth of 0-20 cm of the hackberry's understory. These amounts were reduced as soil depth increased.

Key words: criterion plant, soil fertility, pH, EC, CaCO3, organic carbon