

تأثیر گونه اسپرس همدانی (*Hedysarum criniferum* Boiss.) به‌عنوان گیاه همزیست با تثبیت‌کننده‌های نیتروژن بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک

فهیمة محمدقاسمی^{1*}، سیدحمید متین‌خواه²، عاطفه شهبازی³

تاریخ دریافت: 94/01/24 تاریخ پذیرش: 94/11/12

1- کارشناس ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

2- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

3- دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: fahime.ghasemi69@yahoo.com

چکیده

گیاهان تأثیر عمیقی بر توزیع منابع خاک و فرآیندهای زیست‌شیمی آن داشته و مواد آلی خاک به‌طور طبیعی در زیر تاج پوشش گیاهان بیشتر از مناطق خارج از تاج پوشش آن‌ها است. پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از فاکتورهای خاک‌سازی همیشه متغیر مستقل نیست، بلکه خاک و پوشش گیاهی می‌توانند اثر متقابل داشته باشند. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر حضور *Hedysarum criniferum* بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک انجام شد. به این منظور نمونه‌برداری از خاک تحت تسلط تاج پوشش *Hedysarum criniferum* و گونه *Bromus tomentellus* به‌عنوان گیاه شاهد (گیاه غیرلگوم) و همچنین خاک شاهد (فاقد گیاه) در دو عمق 0-30 و 30-60 سانتی‌متر در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. خصوصیات شیمیایی خاک از جمله درصد کربنات کلسیم معادل، EC، pH، درصد کربن آلی، نیتروژن معدنی و نیتروژن کل خاک اندازه‌گیری شد. همچنین تحلیل گیاه محک به‌منظور بررسی اثر گیاه مورد مطالعه بر میزان نیتروژن کل و تولید گیاهان زیر اشکوب در مقیاس آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر نیتروژن معدنی، درصد نیتروژن کل، درصد کربن آلی خاک و نیز درصد نیتروژن کل و تولید گیاه محک در عمق 0-30 سانتی‌متری خاک تحت تاج پوشش *Hedysarum criniferum* تفاوت معنی‌داری با خاک شاهد و *Bromus tomentellus* دارد ($p < 0/05$) و با افزایش عمق از مقدار این پارامترها کاسته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: *Hedysarum criniferum*، *Bromus tomentellus*، درصد کربن آلی، درصد نیتروژن کل، نیتروژن معدنی

Effects of *Hedysarum criniferum* Boiss. as a Plant Symbiotic With Nitrogen Fixers on Some Chemical Properties of the Soil

F Mohammadghasemi^{1*}, H Matinkhah², A Shahbazi³

Received: 13 April 2015

Accepted: 01 February 2016

1- M. Sc. Graduate of Range Management, Faculty of Natural Resources., Isfahan Industrial University, Iran

2- Assist. Prof., Dept. of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources., Isfahan Industrial University, Iran

3- Ph.D. Student of Range Sciences, Faculty of Natural Resources., Isfahan Industrial University, Iran

*Corresponding Author, Email: fahime.ghasemi69@yahoo.com

Abstract

Plants have noticeable effects on soil resources distribution and its biochemical processes, and organic materials are naturally much more in the understory soil as compared to open areas. Vegetation as one of the soil formation factors is not always an independent variable, so that the soil and vegetation can have interaction. The present study was conducted to investigate the effects of *Hedysarum criniferum* on some chemical properties of the soil. For this purpose, sampling of soil under the canopy of *Hedysarum criniferum* and *Bromus tomentellus* (non-legume plants as control) as well as the control soil (no plant) at 0-30 and 30-60 cm depths was conducted in a completely randomized design. The chemical properties of the soils, including CaCO₃, EC, pH, organic carbon, inorganic nitrogen and total nitrogen percent in soil were measured. Furthermore, the criterion plant analysis was studied at laboratory scale to test the effect of the plants on the amount of total nitrogen, protein and plant production. Results showed that the amounts of inorganic nitrogen, total nitrogen content and organic carbon as well as the criterion plant's total nitrogen content and plant production at 0-30 cm soil depth were significantly different from the control soil and *Bromus tomentellus* ($p < 0/05$) and were decreased with increasing depth.

Keywords: *Bromus tomentellus*, *Hedysarum criniferum*, mineral nitrogen, organic carbon percent, total nitrogen percent

مقدمه

پوشش گیاهی می‌تواند اثر متقابل داشته باشند. بنابراین اختلاف در نوع پوشش گیاهی سبب بروز تغییراتی در خاک می‌شود که آثار آن‌ها در حاصلخیزی، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکرومرفولوژیک خاک مشاهده می‌شود (بابوردی و کوهستانی 1363). بر اثر فعالیت ریشه زنده گیاه تغییرات مختلف شیمیایی، زیستی و فیزیکی در ناحیه‌ی پیرامون ریشه گیاه (ریزوسفر) ایجاد می‌شود (مارشور 1995، هینسینگر و همکاران 2003 و روم هلد

خاک یکی از منابع طبیعی تقریباً غیرقابل برگشت بوده و به‌عنوان مهم‌ترین بستر حیات دارای جایگاه ویژه‌ای در اکوسیستم هر منطقه هست. خاک‌ها بر اثر فاکتورها و فرآیندهای مختلف پیوسته در حال تغییر بوده و با گذر زمان در یک چرخه مشخص تحول پیدا می‌کنند (محمودی و حکیمیان 1382). گیاهان به‌عنوان یکی از فاکتورهای خاک‌سازی همیشه متغیر مستقل نیستند، بلکه خاک و

لگومینوز می‌توانند باعث افزایش نیتروژن خاک شوند. هررا_ آرولا و همکاران (2007) بیان کردند میزان نیتروژن و کربن تحت تاج پوشش گیاهان لگوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از نواحی خارج از تاج پوشش آن‌ها هست. نیتروژن اصلی‌ترین عامل محدودکننده در تولید گیاهان است. 78 درصد جو را نیتروژن گازی تشکیل می‌دهد، اما گیاهان به‌طور مستقیم قادر به مصرف این منبع سرشار نیستند (کوچکی و همکاران 1376). برخی از باکتری‌ها، اکتنومیست‌ها و جلبک‌های سبزآبی می‌توانند نیتروژن گازی را به شکل‌های قابل جذب برای گیاهان درآورد (کوچکی و سرمدنیا 1384) به این فرآیند تثبیت بیولوژیک نیتروژن می‌گویند که باکتری‌ها، خصوصاً باکتری‌های همزیست با بقولات نقش مهمی در آن دارند (کافی و همکاران 1384). مهم‌ترین و رایج‌ترین انواع تثبیت‌کننده نیتروژن را سیستم‌های همزیستی ریزوبیوم- لگومینوز تشکیل می‌دهد (صالح راستین 1371). غده‌های کوچک، یا گره‌ها که بر روی سیستم ریشه لگوم قرار دارند محل جذب نیتروژن اتمسفر می‌باشند و باکتری‌های همزیست در گره‌ها عامل اصلی تثبیت نیتروژن اتمسفری هستند (شامخی 1385). قرن‌ها است که وجود لگوم‌ها در حفظ و حاصلخیزی خاک شناسایی شده است (صالح راستین 1371). در چند دهه اخیر کشاورزان به‌منظور حفظ بازده زمین و افزایش میزان تولیدات خود، سعی در پی استفاده از کودهای شیمیایی هستند، این روند علاوه بر بروز مشکلات اقتصادی و زیست‌محیطی، به‌مرورزمان باعث از بین رفتن کارآیی لازم زمین‌های تحت کشت خود می‌شود

(2004). شرایط موجود در ریزوسفر در بسیاری موارد با غیرریزوسفر متفاوت است (روم هلد 1990). از مهم‌ترین ویژگی‌های ریزوسفر، که بر جذب عناصر غذایی، فعالیت نسبی ریزجانداران، رشد گیاه و کیفیت محصول تأثیر دارد pH هست (سیلبر و همکاران 1998). جهت و میزان تغییر pH به عوامل مختلفی از قبیل گاز کربنیک حاصل از تنفس ریشه‌ها و ریزجانداران، ترشح اسیدهای آلی و اسیدهای آمینه به‌وسیله ریشه‌ها و ریزجانداران و غیره بستگی دارد (مارس سنر 1995 و هینسینگر و همکاران 2003). نجفی و توفیقی (2008) گزارش کردند که با کشت یک رقم برنج در چند نوع خاک، EC خاک اطراف ریشه برنج نسبت به خاک شاهد (بدون گیاه) در طی دوره رشد به‌طور کاملاً متفاوت تغییر می‌کند. به عبارت دیگر گیاه EC بستر رشد را به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌دهد. بوجوید و تایمر (1996) با بررسی تأثیر چند گونه گیاهی بر خصوصیات خاک بیان کردند که گونه‌های مورد مطالعه به‌وسیله کاهش EC و pH و افزایش ظرفیت نفوذ، کربن آلی و نیتروژن کل خصوصیات خاک را بهبود می‌بخشند. عموماً درصد کربن آلی در منطقه ریزوسفر گیاه به‌طور معنی‌داری بیش از خاک شاهد (بدون گیاه) است که می‌تواند در نتیجه ترشحات ریشه در این ناحیه باشد (متقیان و همکاران 1391). جنیدی و زارع چاهوکی (1390) با بررسی تغییرات ذخایر کربن آلی و نیتروژن خاک توسط تعدادی از گیاهان نتیجه گرفتند که درصد نیتروژن کل و کربن آلی در خاک تحت تاج پوشش گونه‌های گیاهی مورد مطالعه بسیار بیشتر از منطقه شاهد است. علاوه بر این گیاهان خانواده

استفاده می‌شوند. برخی از گونه‌های این جنس با داشتن گرھک، اهمیت زیادی در تثبیت نیتروژن و غنی‌سازی خاک دارند (بیونگ 2002). گونه *Hedysarum criniferum* از جمله گیاهان بومی با ارزش مراتع ایران محسوب می‌شود که در سال‌های اخیر به علت چرای مفرط دام، بقای آن مورد تهدید قرار گرفته است. از آنجایی که شناخت قابلیت‌های این گونه گیاهان در جهت حفظ و توسعه آن‌ها امری ضروری است، لذا شالوده این مقاله بررسی کارآیی گونه اسپرس همدانی *Hedysarum criniferum* در میزان تثبیت نیتروژن و تأثیر این گونه بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک هست. همچنین در مقیاس آزمایشگاهی میزان انتقال نیتروژن از خاک تحت تاج پوشش گونه اسپرس همدانی به گیاهان غیر لگوم رشد یافته بر روی آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مطالعه حاضر در ایستگاه تحقیقاتی سد زاینده‌رود انجام شد. ایستگاه تحقیقاتی سد زاینده‌رود با مساحتی بالغ بر 340 هکتار در کرانه جنوبی دریاچه سد زاینده‌رود در فاصله 150 کیلومتری غرب اصفهان واقع شده است. مختصات جغرافیایی آن 50 درجه و 46 دقیقه طول شرقی و 32 درجه و 43 دقیقه عرض شمالی است. ارتفاع متوسط ایستگاه از سطح دریا 2100 متر هست. اقلیم منطقه جزء مناطق استپی سرد (روش گوسن)، معتدل سرد با تابستان‌های گرم و خشک (روش کوپن) و نیمه‌مرطوب معتدل با زمستان‌های سرد (روش پیشنهادی دکتر کریمی) طبقه‌بندی می‌شود. میانگین دمای سالیانه 11/35 درجه

(شامخی 1385). در سال‌های اخیر با تشدید روند رو به تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، ضرورت برنامه‌ریزی برای برقراری تعادلی پایدار مورد تأکید قرار گرفته است. در سال‌های اخیر سیستم‌های بیولوژیک تثبیت‌کننده نیتروژن به‌عنوان مناسب‌ترین راه حل محسوب می‌شوند. مقدار کل تثبیت بیولوژیک نیتروژن توسط سیستم‌های همزیستی ریزوبیوم- لگومینوز به‌طور سالانه و در مقیاس جهانی حدود 70 تا 85 میلیون تن برآورد شده است. این مقدار معادل میزان تولید مجموعه کارخانه‌های کود شیمیایی است (صالح راستین 1371). در مطالعاتی که تحت عنوان کاهش مصرف کودهای نیتروژن از طریق افزایش پتانسیل تثبیت بیولوژیک نیتروژن در سیستم‌های همزیستی ریزوبیوم- لگومینوز انجام می‌شود، هدف این است که در ایران نیز مانند سایر کشورهای پیشرفته، رفع کمبود نیتروژن خاک، بر مبنای استفاده کامل از تثبیت بیولوژیک نیتروژن استوار باشد و کودهای شیمیایی فقط در حد مکمل تثبیت بیولوژیک و به کم‌ترین مقدار ممکن مصرف شود (ملکوتی 1375). اهمیت گیاهان خانواده بقولات در حاصلخیزی خاک، از 6000 هزار سال قبل که مصریان آن‌ها را در تناوب قرار می‌دادند، روشن بوده است (سالار دینی 1371). 700 گونه از بقولات یعنی حدود 20 درصد از آن‌ها توانایی تثبیت نیتروژن را دارند (شامخی 1385). جنس *Hedysarum* متعلق به خانواده بقولات است که حدود 18 گونه چندساله علوفه‌ای از آن در ایران وجود دارد (باتوت 1996). اغلب گونه‌های این جنس دارای مصرف علوفه‌ای هستند و برخی از آن‌ها به‌منظور تثبیت شن

1393 مصادف با فصل گلدهی گونه موردنظر در عرصه مورد مطالعه انجام گرفت.

به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی خاک منطقه بافت خاک به روش هیدرومتری در منطقه مورد مطالعه شناسایی گردید (غازان‌شاهی 1385).

به منظور بررسی تأثیر اسپرس همدانی بر خصوصیات شیمیایی خاک، نیمی از نمونه‌های خاک برداشت شده پس از عبور از الک دو میلی‌متری برای آزمایش‌های تجزیه خاک به آزمایشگاه منتقل گردید و پارامترهای زیر در آن‌ها اندازه‌گیری شد. پارامتر EC توسط دستگاه هدایت سنج اهم‌متر و pH به روش پتانسیومتری مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (زرین کفش 1372). درصد کربنات کلسیم معادل نمونه‌ها با استفاده از روش تیتراسیون (پیچ و همکاران 1982)، درصد کربن آلی به روش واکلی بلک (نانز و همکاران 2002) و میزان نیتروژن معدنی به وسیله عصاره‌گیری با KCl بر حسب mg N تعیین شد (لوکوی و همکاران 2004). همچنین درصد نیتروژن کل از روش کلدال یا اکسیداسیون تر تعیین گردید (کالینز و همکاران 1992).

پس از انجام آزمایش‌های مربوط به خاک به منظور بررسی آزمایشگاهی میزان انتقال نیتروژن از گونه تثبیت‌کننده نیتروژن به گیاهان متأثر از این گونه از کاشت گیاه محک استفاده شد. به این منظور نیمی از نمونه‌های خاک بدون الک شدن به گلخانه منتقل شد. به منظور یکسان‌سازی شرایط آزمایش گیاه محک شاهی یا ترتیزک با نام علمی *Lepidium sativum* از خانواده چیلپاییان (Cruciferae) که دارای رشد سریع هست انتخاب و در نمونه‌های خاک برداشت شده از محدوده تحت تاج پوشش اسپرس همدانی و خاک تحت تسلط بروموس (گیاه شاهد) و نمونه خاک شاهد کاشته شد. در مطالعه حاضر، نمونه‌های خاک برداشت شده از خاک تحت تسلط تاج پوشش اسپرس همدانی و بروموس و نمونه خاک شاهد از

سلسیوس هست و میانگین بارندگی سالیانه ایستگاه 236/6 میلی‌متر هست (آذر نیوند و همکاران 1389).

گونه مورد مطالعه

H. criniferum با نام فارسی اسپرس همدانی یا ماش معطر از لگوم‌های چندساله متعلق به تیره پروانه‌آسا *Papilionaceae* و بومی ایران است. این گونه معمولاً در استان‌های همدان، اصفهان، اراک، کرمانشاه، لرستان و فارس انتشار دارد. این گونه یکی از گونه‌های علوفه‌ای چندساله و بسیار باارزش مراتع بیلاقی ایران هست که در شدت برداشت متوسط می‌تواند تولید مناسبی داشته باشد و در شدت‌های چرای مختلف نشان داده که از تحمل چرای و رشد مجدد مناسبی برخوردار است (منافیان 1390).

نمونه برداری از خاک

برای بررسی تأثیر اسپرس همدانی بر خصوصیات خاک در منطقه مورد مطالعه، نمونه برداری از خاک تحت تسلط تاج پوشش اسپرس همدانی، خاک تحت تسلط تاج پوشش *Bromus tomentellus* به عنوان گیاه شاهد (گونه گراس که گره تشکیل نمی‌دهد، جهت مقایسه با گونه لگوم) و نمونه خاک شاهد (در فاصله‌ای مناسب از گونه‌های مورد مطالعه به صورتی که هیچ گیاه و لاشبرگ گیاهی در نقطه موردنظر حضور نداشت) در 2 عمق 0-30 و 30-60 سانتی‌متری در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تکرار به اجرا درآمد. شایان‌ذکر است که نمونه برداری از خاک تحت تسلط تاج پوشش *Bromus tomentellus* در محدوده مورد مطالعه به گونه‌ای انجام شد که تحت تأثیر گونه اسپرس همدانی و دیگر گونه‌های لگوم موجود در منطقه مورد مطالعه نباشد. شیب مناطق نمونه برداری بین 12 تا 25 درصد قرار داشت و نمونه برداری در اردیبهشت‌ماه سال

میان انجام شد. پس از رشد کامل گیاه محک بر روی این خاک‌ها، درصد نیتروژن کل گیاه محک از روش کدال یا اکسیداسیون تر (کالینز و همکاران 1992) و میزان تولید گیاه محک تعیین شد.

دو عمق 0-30 و 30-60 سانتی‌متر به مدت یک هفته در هوای آزاد خشک شدند و سپس برای کشت گیاه محک بر روی این خاک‌ها (هر کدام با سه تکرار) از گلدان‌هایی به قطر 18 سانتی‌متر در محیط گلخانه استفاده شد. شایان‌نکر است آبیاری گلدان‌ها به صورت یک روز در

جدول 1- میانگین درصد ذرات خاک در تیمارهای مختلف.

خاک شاهد	زیر تاج پوشش بروموس		زیر تاج پوشش اسپرس		عمق خاک (cm)
	0-30	30-60	0-30	30-60	
30-60	11/15±0/60	20/12±/30	8/15±0/90	20/7±/30	ذرات رس %
10/19±0/30	15/84±0/30	13/43±0/78	21/85±1/12	16/11±0/8	ذرات سیلت %
69/76±0/20	73±0/50	66/45±1/70	70±1/38	63/41±0/40	ذرات شن %

جدول 2- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد کربنات کلسیم معادل، pH، EC، درصد کربن آلی، نیتروژن معدنی و درصد نیتروژن کل خاک و درصد نیتروژن و تولید گیاه محک در عمق 0-30 سانتی‌متر (نتایج آزمون LSD در سطح اطمینان 95 درصد).

تیمار	درصد کربنات کلسیم معادل	pH	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن معدنی (mgN kg ⁻¹)	درصد نیتروژن کل	درصد نیتروژن گیاه محک	تولید گیاه محک (gcm ⁻²)
خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی	38/33 ^a ±1/7	7/47 ^b ±0/08	0/67 ^b ±0/02	0/46 ^a ±0/01	29/41 ^a ±1/9	0/09 ^a ±0/01	1/92 ^a ±0/04	7/06 ^a ±0/14
خاک شاهد	40 ^a ±0/66	7/94 ^a ±0/06	0/86 ^a ±0/02	0/26 ^c ±0/01	10/2 ^b ±0/15	0/04 ^b ±0/002	1/43 ^b ±0/02	4/97 ^b ±0/03
خاک تحت تاج پوشش بروموس	38/4 ^a ±1/04	7/53 ^b ±0/04	0/68 ^b ±0/01	0/36 ^b ±0/02	13/1 ^b ±0/23	0/059 ^b ±0/002	1/53 ^b ±0/04	5/3 ^b ±0/17

حروف مشترک در جدول نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار هست.

برای تعیین تفاوت بین تیمارهای مورد مطالعه از نظر پارامترهای اندازه‌گیری شده، آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال 95 درصد انجام شد. به منظور بررسی اختلاف بین دو عمق نمونه برداری از نظر پارامترهای اندازه‌گیری شده از آزمون T-paired شده

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، پس از بررسی نرمالیت (آزمون اندرسون دارلینگ) و همگن بودن واریانس داده‌ها، در هر یک از دو عمق نمونه برداری از آزمون تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. همچنین

تغییرات pH ریزوسفر گیاه به عوامل مختلفی از قبیل دی اکسید کربن حاصل از تنفس ریشه ها و ریزجانداران، ترشح یون های پروتون و هیدروکسیل یا بیکربنات برای خنثی نمودن بار الکتریکی حاصل از جذب کاتیون ها و آنیون ها (نی 1981، هاینس 1990، مارس شمر 1995، جیلارد و همکاران 2003 و هینسینگر و همکاران 2003) ترشح اسیدهای آلی و اسیدهای آمینه به وسیله ریشه ها و ریزجانداران (مارس شمر 1995 و هینسینگر و همکاران 2003)، تغییرات پتانسیل ریداکس، pH اولیه خاک، قدرت بافری خاک (هینسینگر و همکاران 2003)، کمبودهای عناصر غذایی در بستر رشد بستگی دارد؛ بسیاری از گیاهان دارای یک تلمبه پروتونی هستند و می توانند در پاسخ به کمبود عناصر غذایی، ریزوسفر خود را با تلمبه نمودن پروتون به آن اسیدی نمایند (کرولی و رنگل 1999). همچنین گزارش شده است که با افزایش میزان آمونیوم در محیط ریزوسفر pH ریزوسفر نسبت به غیر ریزوسفر کاهش و با افزایش نیترات، pH ریزوسفر افزایش می یابد (نی 1981، ون بیوزیکم و همکاران 1988، جونز 2004 و هاملین و بارکر 2006). نتایج مربوط به EC نشان داد که این پارامتر در خاک تحت تاج اسپرس همدانی و بروموس کمتر از خاک شاهد است و اختلاف معنی داری بین خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی و بروموس با خاک شاهد در دو عمق 0-30 و 30-60 سانتی متری وجود دارد ($p < 0/05$) (جدول 3 و 2). اگر چه با افزایش عمق میزان EC کاهش می یابد اما این اختلاف از نظر آماری معنی دار نیست ($p > 0/05$) (جدول 4). نتایج حاصل از تحقیقات بوجوید و تایمر (1996) نشان داد میزان EC در خاک تحت تاج پوشش گیاهان تثبیت کننده نیتروژن کمتر از خاک شاهد بوده است. نجفی و توفیقی (2008) گزارش کردند که با کشت یک رقم برنج در چند نوع خاک EC خاک اطراف ریشه برنج نسبت به خاک شاهد (بدون گیاه) در طی دوره رشد به طور کاملاً متفاوت تغییر می کند. به عبارت دیگر گیاه

استفاده شد. آزمون های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از نمونه های خاک برداشت شده در عمق های مختلف 0-30 و 30-60 سانتی متری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور بررسی بافت خاک منطقه مورد مطالعه در هر 2 عمق مورد مطالعه درصد ذرات موجود در خاک و کلاس بافت خاک منطقه تعیین گردید (جدول 1).

نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه در تمامی تیمارها بافت خاک در عمق 0-30 سانتی متری لوم شنی و در عمق 30-60 سانتی متری لوم رسی شنی بوده است. بررسی تأثیر حضور و عدم حضور اسپرس همدانی بر خصوصیات خاک که به مقایسه خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی، بروموس و خاک شاهد پرداخته، نشان داد که پارامتر pH در خاک تحت تاج اسپرس همدانی و بروموس کمتر از خاک شاهد است و اختلاف معنی داری بین خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی و بروموس با خاک شاهد در عمق 0-30 سانتی متری وجود دارد ($p < 0/05$) (جدول 2). در عمق 30-60 سانتی متری نیز اختلاف معنی داری بین خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی و بروموس با خاک شاهد مشاهده شد ($p < 0/05$) (جدول 3). همچنین در اکثر تیمارها با افزایش عمق مقدار pH افزایش می یابد (جدول 4). نتایج نشان داد مقدار pH با افزایش عمق و با فاصله گرفتن از گیاه در حال افزایش است. نتایج حاصل از تحقیقات پندی و همکاران (2000) نیز نشان داد که میزان pH در خاک تحت تاج پوشش گیاهان تثبیت کننده نیتروژن کمتر از خاک شاهد است. pH یکی از مهم ترین ویژگی های ریزوسفر است که بر جذب عناصر غذایی، فعالیت نسبی ریزجانداران، رشد گیاه و کیفیت محصول تأثیر دارد (سیلبر و همکاران 1998).

دارد. همچنین اختلاف معنی‌داری بین بروموس و خاک شاهد در عمق 0-30 سانتی‌متری از نظر درصد کربن آلی خاک وجود دارد ($p < 0/05$) (جدول 2). در عمق 30-60 سانتی‌متری نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($p < 0/05$) (جدول 3).

قابلیت تغییر EC بستر رشد را دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که درصد کربن آلی در خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی بیشتر از خاک تحت تاج پوشش بروموس و خاک شاهد است و اختلاف معنی‌داری بین خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی با خاک تحت تاج پوشش بروموس و خاک شاهد در عمق 0-30 سانتی‌متری وجود

جدول 3- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد کربنات کلسیم معادل، pH، EC، درصد کربن آلی، نیتروژن معدنی و درصد نیتروژن کل خاک و درصد نیتروژن و تولید گیاه محک در عمق 30-60 سانتی‌متر (نتایج آزمون LSD در سطح اطمینان 95 درصد).

تولید گیاه محک (gcm^{-2})	درصد نیتروژن گیاه محک	درصد نیتروژن کل	نیتروژن معدنی (mgN kg^{-1})	درصد کربن آلی	هدایت الکتریکی (dS m^{-1})	pH	درصد کربنات کلسیم معادل	تیمار
4/63 ^a ±0/12	1/36 ^a ±0/03	0/05 ^a ±0/01	9/16 ^a ±0/4	0/23 ^a ±0/01	0/60 ^b ±0/01	7/76 ^b ±0/06	39/33 ^a ±1/4	خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی
4/23 ^a ±0/14	1/29 ^a ±0/03	0/04 ^a ±0/01	7/80 ^a ±0/6	0/1 ^c ±0/01	0/81 ^a ±0/01	8/19 ^a ±0/1	41/33 ^a ±0/6	خاک شاهد
4/26 ^a ±0/17	1/3 ^a ±0/03	0/04 ^a ±0/01	8/03 ^a ±0/3	0/18 ^b ±0/01	0/64 ^b ±0/01	7/86 ^b ±0/08	39/4 ^a ±1	خاک تحت تاج پوشش بروموس

حروف مشترک در جدول نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است.

جدول 4- مقایسه میانگین تأثیر عمق بر درصد کربنات کلسیم معادل، pH، EC، درصد کربن آلی، نیتروژن معدنی و درصد نیتروژن کل خاک و درصد نیتروژن و تولید گیاه محک (نتایج آزمون T-paired).

تولید گیاه محک (gcm^{-2})	درصد نیتروژن گیاه محک	درصد نیتروژن کل	نیتروژن معدنی (mgN kg^{-1})	درصد کربن آلی	هدایت الکتریکی (dS m^{-1})	pH	درصد کربنات کلسیم معادل	عمق (cm)
7/06 ^a ±0/14	1/92 ^a ±0/04	0/09 ^a ±0/01	29/41 ^a ±1/9	0/46 ^a ±0/01	0/67 ^a ±0/02	7/47 ^b ±0/08	38/33 ^a ±1/7	0-30 ¹
4/63 ^b ±0/12	1/36 ^b ±0/03	0/05 ^b ±0/01	9/16 ^b ±0/4	0/23 ^b ±0/01	0/6 ^a ±0/01	7/76 ^a ±0/06	39/33 ^a ±1/4	30-60 ¹
4/97 ^a ±0/03	1/43 ^a ±0/02	0/04 ^a ±0/01	10/2 ^a ±0/15	0/26 ^a ±0/01	0/86 ^a ±0/02	7/94 ^a ±0/06	40 ^a ±0/66	0-30 ²
4/23 ^a ±0/14	1/29 ^a ±0/03	0/04 ^a ±0/01	7/8 ^a ±0/6	0/1 ^b ±0/01	0/81 ^a ±0/01	8/19 ^a ±0/1	41/33 ^a ±0/6	30-60 ²
5/3 ^a ±0/17	1/53 ^a ±0/04	0/059 ^a ±0/01	13/1 ^a ±0/23	0/36 ^a ±0/02	0/68 ^a ±0/01	7/53 ^b ±0/04	38/4 ^a ±1/04	0-30 ³
4/26 ^b ±0/17	1/3 ^b ±0/03	0/04 ^b ±0/01	8/03 ^b ±0/3	0/18 ^b ±0/01	0/64 ^a ±0/008	7/86 ^a ±0/08	39/40 ^a ±1	30-60 ³

1- خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی 2- خاک شاهد 3- خاک تحت تاج پوشش بروموس
حروف مشترک در جدول نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است.

نیتروژن معدنی کاهش می یابد (جدول 4). این مطلب نشان دهنده تأثیر لاشبرگها بر خاک تحت تاج پوشش است و با افزایش عمق تأثیر لاشبرگها کمتر می شود به طوری که در عمق 30-60 سانتی متری اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نمی شود. درخشان (1386) بیان کرد، لگومها به خاطر رشد ریشه ای زیادی که دارند می توانند مواد غذایی شسته شده که عمدتاً کلسیم و نیتروژن است را در لایه های پایین تر خاک جذب کرده و در خود نگهداری کنند و بعد از بازگشت لاشبرگ آنها به خاک این عناصر را در لایه های سطحی رها می سازند و در نتیجه باعث افزایش غلظت این عناصر در افق سطحی می شوند. پندی (2000) در مطالعه ای بررسی نیتروژن معدنی و نیتروژن کل در خاک تحت تسلط گونه های تثبیت کننده نیتروژن نتایج مشابهی را در عمق 0-10 سانتی متری به دست آوردند. تالگر و همکاران (2009) و شارما و میترا (1988) اظهار داشتند برگشت لاشبرگ گیاهان لگوم به خاک باعث افزایش نیتروژن کل و حاصلخیزی خاک شده که این پدیده در نتیجه فرایندهای میکروبیولوژیکی اتفاق افتاده و باعث آزادسازی عناصر غذایی برای گیاهان می شود. عبدی و تاج بخش (1390) گزارش کردند که بقایای گیاهان لگوم بیشتر از گیاهان گرامینه باعث افزایش نیتروژن معدنی خاک می شوند. ماتوس و همکاران (2008) نشان دادند که گیاهان لگوم باعث افزایش میزان عناصر غذایی خاک و نیتروژن معدنی خاک می گردد. کوچکی و همکاران (1376) اظهار داشتند در گیاهان لگوم غیر از عامل بالا بودن نیتروژن در اندام های گیاهی، بالا بودن تثبیت نیتروژن آنها نیز در افزایش میزان نیتروژن کل خاک مؤثر هست. نتایج نشان داد که میزان تولید و درصد نیتروژن کل گیاه محک در خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی بیشتر از خاک تحت تاج پوشش بروموس و خاک شاهد است و

همچنین نتایج نشان داد در تمامی تیمارها با افزایش عمق درصد کربن آلی کاهش می یابد (جدول 4). یافته های ویرجینیا و همکاران (1983)، ریباسکی (1988) و پاسیسکنیک و همکاران (2004) نشان داد که درصد کربن آلی در خاک تحت تاج پوشش گیاهان لگوم زیاد است و با فاصله گرفتن از خاک تحت تسلط تاج پوشش و افزایش عمق کاهش می یابد. این مطلب نشان دهنده تأثیر لاشبرگها بر خاک تحت تاج پوشش است. تالگر و همکاران (2009) اظهار داشتند برگشت لاشبرگ گیاهان لگوم به خاک باعث افزایش کربن آلی و حاصلخیزی خاک شده که این پدیده در نتیجه فرایندهای میکروبیولوژیکی اتفاق افتاده و باعث آزادسازی عناصر غذایی برای گیاهان می شود. خدری غریبوند و همکاران (1392) کاهش کربن آلی خاک را ناشی از کاهش بقایای گیاهی دانستند. گیاهانی که لاشبرگ بیشتری به خاک اضافه می کنند سهم بیشتری در افزایش کربن آلی خاک دارند. در طی بازدید صحرایی مشاهده شد که میزان بیوماس اسپرس همدانی بیش از بروموس است و در نتیجه لاشبرگ بیشتری را به خاک برمی گرداند که شاید دلیل بالاتر بودن میزان کربن آلی در خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی نسبت به گراس بروموس را توجیه کند. نتایج نشان داد که درصد نیتروژن کل خاک و نیتروژن معدنی در خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی بیشتر از خاک تحت تاج پوشش بروموس و خاک شاهد است و اختلاف معنی داری بین خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی با خاک تحت تاج پوشش بروموس و خاک شاهد در عمق 0-30 سانتی متری وجود دارد ($p < 0/05$) (جدول 2). اما در عمق 30-60 سانتی متری اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p > 0/05$) (جدول 3). همچنین نتایج نشان داد در تیمارهای اسپرس همدانی و بروموس با افزایش عمق درصد نیتروژن کل و

طریق فرآیندهای تجزیه به تدریج آزاد شده و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. در این شرایط کارایی استفاده از نیتروژن توسط گیاهان همراه افزایش می‌یابد. همچنین سیمونز و همکاران (2008) اظهار داشتند که نیتروژن در دسترس و تولید گیاهان تحت اشکوب لگوم‌ها به ترتیب 36 درصد و 200 درصد بیشتر از زمین‌های باز و بدون گیاه بوده است. عطری و همکاران (2000) و مینارد و همکاران (2001) گزارش کردند که لگوم‌ها باعث افزایش تولید گیاهان همراهشان می‌شوند. در پژوهشی که توسط میکس‌تینین و آراسکین (2004) در مورد انتخاب بهترین کود سبز انجام شد، با در نظر گرفتن کل نیتروژن افزوده شده به خاک به منظور انتخاب گیاه به عنوان کود سبز مشخص شد که نیتروژن حاصل از گیاهان لگوم بیشترین مقدار را داشته و در نتیجه گیاه کاشته شده بعد از آن نیز دارای عملکرد دانه و محتوای پروتئین و تولید بالاتری بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع با توجه به تأثیر اسپرس همدانی بر افزایش درصد کربن آلی، مقدار نیتروژن معدنی و درصد نیتروژن کل خاک و تأثیر مفید آن بر گیاهان همراه و نیز کیفیت خوب علوفه‌ی آن، کشت و تکثیر آن علاوه بر تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز دام سبب افزایش حاصلخیزی خاک خواهد شد.

اختلاف معنی‌داری بین خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی با خاک تحت تاج پوشش بروموس و خاک شاهد در عمق 0-30 سانتی‌متری وجود دارد ($p < 0/05$) (جدول 2). اما در عمق 30-60 سانتی‌متری اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p > 0/05$) (جدول 3). همچنین نتایج نشان داد در تیمارهای اسپرس همدانی و بروموس با افزایش عمق میزان تولید و درصد نیتروژن کل گیاه محک کاهش می‌یابد (جدول 4). در عمق 0-30 سانتی‌متر تأثیر اسپرس همدانی در افزایش نیتروژن خاک بیشتر از عمق 30-60 سانتی‌متر بود و از نظر نیتروژن خاک در عمق 0-30 سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری بین اسپرس همدانی با دیگر تیمارها وجود داشت در صورتی‌که این اختلاف در عمق 30-60 سانتی‌متر دیده نشد در نتیجه درصد نیتروژن و تولید گیاه محک در عمق 0-30 سانتی‌متری خاک تحت تاج پوشش اسپرس همدانی بیشترین مقدار را داشته اما در عمق 30-60 سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداده است. بیلاچو و ابرا (2011) گزارش کردند که لگوم‌ها از طریق افزایش میزان عناصر غذایی قابل‌دسترس و میزان مواد آلی خاک در افق سطحی باعث افزایش تولید گیاه همراهشان می‌شوند. شاه و همکاران (2003) گزارش کردند که گیاهان لگوم از طریق آزادسازی نیتروژن در خاک باعث افزایش جذب نیتروژن توسط گیاهان همراهشان می‌شود. کلین و همکاران (2002) گزارش کردند نیتروژن موجود در بقایای گیاهان لگوم از

منابع مورد استفاده

- آذرنیوند ح، ترکش م، سعیدفر م و زارع مع، 1389. تعیین فنولوژی گونه *Bromus tomentellus* با استفاده از روش درجه- روز رشد. مجله پژوهش و سازندگی، شماره 89، صفحه‌های 1 تا 6.
- بایبوردی م و کوهستانی ا، 1363. خاک: تشکیل و طبقه بندی (چاپ چهارم). انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- جنیدی ح، زارع چاهوکی م، آذرنیوند ح و صادقی‌پور ا، 1390. اثر تاغ کاری و پسته کاری بر تغییرات نخیل کربن و ازت درمنه زارهای استان سمنان. فصلنامه علمی- پژوهشی خشک بوم. جلد 1، شماره 4، صفحه‌های 1 تا 11.

خدری غریب و ندح، دیانتی تیلکی ق، طهماسبی پ، مصداقی م و سرداری م، 1392. تأثیر گونه *Camphorosma monspeliaca* بر متغیرهای خاکی در استان چهارمحال بختیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 64، صفحه های 55 تا 67.

درخشان م، 1386. کود سبز و اثرات آن بر مواد غذایی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بین المللی امام خمینی. زرین کفش م، 1372. خاکشناسی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

سالار دینی، ع، 1371. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

شامخی ت، 1385. پیشه زراعی (آگروفارستری) (چاپ اول). انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

صالح راستین ن، 1371. بررسی پتانسیل ازت، انتشارات دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

عبدی س و تاج بخش م، 1390. تأثیر بقایای گیاهی به عنوان کود سبز بر معدنی شدن نیتروژن خاک در شرایط تنش خشکی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 64، صفحه های 1 تا 17.

غازان شاهی ج، 1385. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات آبیژ، تهران.

کافی م، زند ا، کامکار ب، شریفی ح و گلدانی م، 1384. فیزیولوژی گیاهی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

کوچکی ع، نخ فروش ع و ظریف کتابی ح، 1376. کشاورزی ارگانیک، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

کوچکی ع و سرمدنیاغ، 1384. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

متقیان ح، حسین پورع، رئیسی ف و محمدی ج، 1391. اثر ریزوسفر گندم (*Triticum aestivum* L.) بر قابلیت استفاده و شکل های روی در تعدادی از خاک های آهکی. مجله علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، شماره 67، صفحه های 128 تا 139.

محمودی ش و حکیمیان م، 1382. مبانی خاکشناسی (ترجمه - چاپ پنجم). انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

ملکوتی م، 1375. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران، انتشارات آموزش کشاورزی.

منافیان م، 1390. بررسی وضعیت تحمل چرای و رشد مجدد در چهار گونه ای علوفه ای *Astragalus Hedysarum cirinigrum* و *Bromus tomentellus* در یک چرای شبیه سازی شده. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد.

- Atri A, Javanshir Moghadam A and Shakiba MR, 2000. Study of competition in maize and bean intercropping by reciprocal yield model. *Journal of Agricultural Science* 9: 97-100.
- Baatout H, 1996. Comparison of phenotypic variation in self-fertilizing and outcrossing subspecies of *Hedysarum spinosissimum* a Mediterranean herb, plant. *Plant Genetic Resources Newsletter* 105: 23-28.
- Belachew T and Abera Y, 2011. Effect of green manuring in combination with nitrogen on soil fertility and yield of bread wheat (*Triticum aestivum*) under double cropping system of Sinana-dinsho, Southeast Ethiopia, *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 1(1): 1-11.
- Bhojvaid P. and Timmer V, 1996. Reclaiming sodic soils for wheat production by *Prosopis juliflora* (Swartz) DC afforestation in India. *Agroforestry System* 34(2): 139-150.
- Byoung T. H, 2002. Anatomy of nodal region and leaves in *Hedysarum* and related genera. *Journal of Japanese Botany* 74: 236-250.
- Cline GR and Silvernail AF, 2002. Effects of cover crops, nitrogen, and tillage on sweet corn. *Horticulture Technology* 12: 118-125.
- Collins H, Rasmussen P and Douglas C, 1992. Crop rotation and residue management effects on soil carbon and microbial dynamics. *Soil Science Society of America Journal* 56(3): 783-788.
- Crowley D and Rengel Z, 1999. *Biology and Chemistry of Nutrient Availability in the Rhizosphere*, Food Products Press, USA.
- Hamlin R and Barker, 2006. Influence of ammonium and nitrate nutrition on plant growth and zinc accumulation by Indian mustard. *Journal of Plant Nutrition* 29(8): 1523-1541.
- Haynes R, 1990. Active ion uptake and maintenance of cation-anion balance: A critical examination of their role in regulating rhizosphere pH. *Plant and Soil* 126(2): 247-264.

- Herrera-Arreola G, Herrera Y, Reyes-Reyes B and Dendooven L, 2007. Mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.), huisache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) and catclaw (*Mimosa biuncifera* Benth.) and their effect on dynamics of carbon and nitrogen in soils of the semi-arid highlands of Durango Mexico. *Journal of Arid Environments* 69(4): 583-598.
- Hinsinger P, Plassard C, Tang C and Jaillard B, 2003. Origins of root-mediated pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: a review. *Plant and Soil* 248(1-2): 43-59.
- Jaillard, B., Plassard, C. and Hinsinger, P., 2003. *Measurements of H⁺ Fluxes and Concentrations in the Rhizosphere*. Dekker, New York.
- Jones Jr, J. B, 2004. *Hydroponics: a Practical Guide for the Soilless Grower*. CRC Press, Amazon.
- Luxhøi J, Deboos K, Elsgard L and Jensen L, 2004. Mineralization of nitrogen in Danish soils, as affected by short-, medium- and long-term annual inputs of animal slurries. *Biology and Fertility of Soils* 39(5): 352-359.
- Maiksteniene S and Arlauskienė A, 2004. Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil. *Agronomy Research* 2(1): 87-97.
- Marschner H, 1995. Functions of mineral nutrients: macronutrients. *Mineral Nutrition of Higher Plants* 2(1): 379-396.
- Matos E, Mendonça E, Lima P, Coelho M, Mateus R and Cardoso I, 2008. Green manure in coffee systems in the region of Zona da Mata, Minas Gerais: characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32(5): 2027-2035.
- Mainard SD and Jeuffroy MH, 2001. Partitioning of dry matter and nitrogen to the spike throughout the spike growth period in wheat crops subjected to nitrogen deficiency. *Field Crops Research* 70: 153-16.
- Najafi N and Towfighi H, 2008. Changes in pH, EC and concentration of phosphorus in soil solution during submergence and rice growth period in some paddy soils of north of Iran. *International Meeting on Soil Fertility. Land Management and Agroclimatology*. 29 Oct.-1 Nov, Kusadasi, Turkey.
- Nunez-Delgado A, López-Periágo E and Díaz-Fierros Viqueira F, 2002. Chloride, sodium, potassium and faecal bacteria levels in surface runoff and subsurface percolates from grassland plots amended with cattle slurry. *Bioresource Technology* 82(3): 261-271.
- Nye P, 1981. Changes of pH across the rhizosphere induced by roots. *Plant and Soil* 61(1-2): 7-26.
- Page A L, Miller R H and Keeney D R, 1982. Carbonates. Pp. 1379- 1396. *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy.
- Pandey C, Singh A and Sharma D, 2000. Soil properties under *Acacia nilotica* trees in a traditional agroforestry system in central India. *Agroforestry Systems* 49(1): 53-61.
- Pasiecznik NM, Harris P and Smith SJ, 2004. *Identifying Tropical Prosopis juliflora (Sw.) D C Species, A Field Guide*, HDRA Publishing, UK 30P.
- Ribaski J, 1988. Agroforestry system combining *Prosopis juliflora* and buffel grass in the Brazilian semi-arid region. Pp. 471-477. *International Conference on Prosopis*. 25- 29 February, Rome.
- Romheld V, 1990. The soil-root interface in relation to mineral nutrition. *Symbiosis* 9: 19-27.
- Romheld V, 2004. The rhizosphere: Definition and perspectives. *Rhizosphere International Congress*, 12-17 Sept, Munich, Germany.
- Shah Z, Shah S, Peoples M, Schwenke G and Herridge D, 2003. Crop residue and fertiliser N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility. *Field Crops Research* 83(1): 1-11.
- Sharma A and Mittra B, 1988. Effect of green manuring and mineral fertilizer on growth and yield of crops in rice-based cropping on acid lateritic soil. *Journal of Agricultural Science* 110(3): 605-608.
- Silber A, Ganmore-Neumann R and Ben-Jaacov J, 1998. Effects of nutrient addition on growth and rhizosphere pH of *Leucadendron* 'Safari Sunset'. *Plant and Soil* 199(2): 205-211.
- Simmons M, Archer S, Teague W. and Ansley R, 2008. Tree (*Prosopis glandulosa*) effects on grass growth: an experimental assessment of above-and belowground interactions in a temperate savanna. *Journal of Arid Environments* 72(4): 314-325.
- Talgre L, Lauringson E, Roostalu H and Astover A, 2009. The effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat. *Agronomy Research* 7(1): 125-132.
- Van Beusichem M L, Kirkby E A and Baas R, 1988. Influence of nitrate and ammonium nutrition on the uptake, assimilation, and distribution of nutrients in *Ricinus communis*. *Plant Physiology* 86(3): 914-921.
- Virginia R A and Jarrel WM, 1983. Soil properties in a Mesquite dominant Sonoran desert ecosystem. *Soil Science Society of America Journal* 47: 138-144.