تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌ها تحت تأثیر ریزوسفر و تاج پوشش درختچه‌های بادام وحشی وامچک (*Amygdalus arabica* Olive.) با سنین مختلف

رضوان رضایی‌نژاد[۱] ، حسین خادمی[۱*]، شمس‌الله ایوبی[۱] و حسن جهانبازی گوجانی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۸/۱۳)

چکیده

در اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک، تک درختان تأثیر مهمی بر ویژگی‌های خاک داشته و از طریق سیستم ریزوسفر و تاج پوشش‌های خود، تأثیر بسزایی در حاصلخیزی، حفاظت و بهبود کیفیت خاک دارند. به‌منظور مطالعه تأثیرات توالی زمانی سن درختچه‌های بادام وحشی وامچک روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌های خاک از اعماق ۲۰-۰، ۶۰-۴۰، ۱۰۰-۸۰ و ۱۴۰-۱۲۰ سانتی‌متری از دو فاصله یقه درخت (ریزوسفر) و لبه تاج پوشش درختان با سنین ۳۰، ۵۰ و ۱۳۰ ساله و یک موقعیت شاهد (فاقد درخت) از منطقه انجرک واقع در جنوب شرقی شهرستان بافت، استان کرمان با سه تکرار برداشت شد. ویژگی‌های پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی، ماده آلی، آهک، پتاسیم قابل استفاده و غیرتبادلی و بافت خاک اندازه‌گیری شد. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شده از اعماق مختلف در منطقه مورد مطالعه، تحت تأثیر سن و تاج پوشش درختچه‌های جنگلی بادام وحشی وامچک قرار گرفته‌اند. بیشترین و کمترین مقدار پ‌هاش به‌ترتیب درخاک‌های شاهد و تحت پوشش درختچه‌های ۱۳۰ ساله مشاهده می‌شود و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک در زیر تاج درختچه‌ها بیشتر از انتهای تاج است. تجمع کربن، نیتروژن و مواد مغذی در زیر تاج پوشش درختچه‌ها، جزایر حاصلخیزی اطراف هر درختچه را ایجاد کرده و به‌طور کلی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با افزایش سن درختچه‌های بادام وحشی وامچک بهبود یافته است. در مجموع حضور این درختچه‌ها در مجموع، آثار مثبتی بر ویژگی‌های خاک داشته و لذا از بین رفتن آنها منجر به کاهش چشمگیر کیفیت ویژگی‌های خاک و مستعد شدن آنها به فرسایش خاک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ریزوسفر، جزایر حاصلخیزی، ویژگی‌های خاک، سن درخت، بادام وحشی وامچک

۱. گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: hkhademi@cc.iut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تشکیل خاک در سطح زمین، نتیجه برهم‌کنش عوامل پنج‌گانه خاکساز (اقلیم، پوشش گیاهی، ماده مادری، پستی‌وبلندی و زمان) است که شدت و ضعف هر یک از این عوامل، سبب تشکیل خاک‌هایی با ویژگی‌ها و افق‌های مختلف می‌شود (۱۲). تغییرات برخی از ویژگی‌های خاک در طول زمان، قابل پیش بینی است که می‌تواند باعث افزایش توانایی ما نسبت به کشف و درک روابط میان تغییر ویژگی‌های مورد نظر و مطالعات تشکیل خاک از جنبه‌های گوناگون شود (۷).

پژوهش‌های انجام شده پیرامون تأثیر زمان به‌عنوان یکی از عوامل خاکساز بر نقش فرایند هوادیدگی بیولوژیکی در تحولات خاک نشان می‌دهد که ترشحات گیاهان منطقه ریزوسفر با سنین مختلف آثار متفاوتی بر ویژگی‌های خاک دارند. از طرفی نقش گونه‌های گیاهی مجزا در هوادیدگی کانی‌ها در خاک تحت شرایط طبیعی را به‌ندرت می‌توان نشان داد، زیرا خاک‌ها تقریباً همیشه تحت تأثیر جوامع گیاهی با گونه‌های متنوع به‌جای گونه‌های گیاهی مجزا، تکامل یافته‌اند. حتی در موارد نادر که گونه‌های گیاهی خاصی غالب هستند، هوادیدگی کانی‌ها نه تنها تحت تأثیر رسوب ترشحات ریشه این گونه‌ها بلکه به‌علت وجود میکروفون‌ها و مزوفون‌های گوناگون رخ می‌دهد (۲۶). نتایج ارزیابی تأثیر توالی سنی ۰، ۵، ۱۳، ۲۱ و ۲۸ ساله درختچه نخود درختی (*Carraana microphylla*) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک نشان داد که استقرار و توسعه درختچه‌ها موجب بهبود ظرفیت نگهداری آب، افزایش کربن آلی، تجمع ازت کل، کاهش پ‌هاش و جرم مخصوص ظاهری می‌شود. در این میان غلظت‌های کربن و نیتروژن با افزایش سن به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۲۷). افزایش غلظت این عناصر در کشت ۴۰ ساله درختان سیاه تاغ (*Haloxylon ammodendron*) نیز توسط کی و همکاران گزارش شده است (۱۶)، روند افزایشی غلظت عناصر مذکور در زیر تاج پوشش درختچه‌ها نسبت به خارج تاج به اثرات غنی‌سازی معنی‌دار، کمک می‌کند (۱۶ و ۲۷). یافته‌های شاهرخ و همکاران نشان داد که خاک‌های تحت پوشش گیاهان لیموترش در منطقه داراب استان فارس در سنین مختلف (۵، ۲۰ و ۵۰ سال) پتاسیم قابل دسترس متفاوتی دارند و به‌علاوه ممکن است در نتیجه کشت طولانی‌مدت، با وجود استفاده از کودهای پتاسیم‌دار، ورمیکولیتی‌شدن کانی‌های ایلیت به‌علت جذب پتاسیم و فعالیت‌های ریشه در ریزوسفر این درختان صورت گیرد (۲۴). تأمین نیاز پتاسیم در شرایط کمبود پتاسیم در توده خاک، توسط ریزوسفر غنی از پتاسیم درختان زیتون ۵۵ ساله نیز گزارش شده است (۲).

در سال‌های اخیر کاهش اندازه نزولات جوی موجب ایجاد نگرانی به‌ویژه از بابت زوال گونه‌های جنگلی و مرتعی شده است، رشد و بقای درختان در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه خشک وابسته به انتخاب گونه مناسب و بهره‌گیری از جمعیت‌هایی با دامنه تحمل به خشکی است. از طرفی برای اجرای طرح‌های تثبیت بیولوژیکی خاک‌ها، شناخت عوامل توسعه دهنده و یا محدود کننده گونه‌های گیاهی اهمیت بسزایی دارد. بادام کوهی به‌عنوان یکی از گونه‌های درختچه‌ای مناسب برای غنی‌سازی و احیای جنگل‌کاری و همچنین تثبیت بیولوژیکی خاک‌ها برای بسیاری از مناطق اکولوژیک کشور مورد توجه بوده و سال‌هاست که در برنامه‌های توسعه و احیای جنگل‌ها و مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک و همچنین در اراضی شیب‌داری که در معرض خطر فرسایش آبی هستند، کشت می‌شود. بادام وحشی بی‌برگ (*Amygdalus arabica* Olivier) با نام‌های دیگری مانند بادام طاووسی، وامچک و وایم، درختچه‌ای به ارتفاع ۲/۵ متر، متعلق به خانواده گل‌سرخیان (Rosaceae) است (۱۸). این درختچه در برابر شرایط نامساعد محیطی به ویژه کم‌آبی و نوسانات شدید دمایی و انواع اقلیم مقاوم است، تحمل سرمای شدید را دارد و در خاک‌های فقیر بردبار است و همچنین سازگاری زیست محیطی بالایی هم در شیب‌های تند و هم در اراضی هموار دارد (۸). پژوهش‌هایی مبنی بر سازگاری این گونه گیاهی در کشور ما صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های زیر

www.SID.ir

Archive of SID

اشاره کرد. جهانبازی گوجانی و همکاران (۱۰) بیان کردند از میان گونه‌های بادام وحشی مورد تحقیق خود شامل بادام کرمانی یا برگ سنجدی (*A. elaeagnifolia*)، بادام کوهی یا ارژن (*A. scoparia*)، بادام بی‌برگ یا بادام طاووسی یا وامچک (*A. arabica*) و بادام زاگرسی یا ارجنک (*A. haussknechtii*) گونه‌ی بادام وامچک مقاوم‌ترین گونه به شرایط خشکی است. حسین‌زاده و صائب (۸) در جنگل‌های طبیعی استان ایلام به بررسی تنوع مورفولوژیکی بادام وامچک پرداخته و به این نتیجه رسیدند که تنوع در این گیاه می‌تواند به‌عنوان یک بانک ژن اصلاح شده برای گروه‌های تغییر یافته باشد و با توجه به عوامل مؤثر بر توزیع و تنوع زیست‌محیطی بادام برای برنامه‌های توسعه ممکن است منجر به احیای منابع طبیعی شود. این درختچه یا درخت بادام با قدرت و سازگاریش می‌تواند در مناطق خشک گرمسیری تا سرد نیمه‌مرطوب رشد کند، اما در اقلیم گرمسیری نیمه‌خشک بیشترین تراکم، تاج پوشش و احیا را دارد. پس از آن، به‌ترتیب اقلیم‌های حرارتی سرد نیمه‌خشک ، سرد نیمه‌مرطوب و خشک دارای اهمیت هستند. باتوجه به پژوهش‌های انجام شده در مورد کاربرد و اهمیت این گونه گیاهی، اهداف از این مطالعه بررسی اثر اعماق مختلف محیط ریزوسفر درختان بادام وحشی وامچک با سنین مختلف بر ویژگی‌های خاک، بررسی دسترسی به عناصر غذایی موجود در ساختار کانی‌های خاک توسط این گونه و همچنین بررسی روابط بین تاج پوشش این درختان و ویژگی‌های خاک در منطقه مورد مطالعه است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در جنگل‌های بادام وحشی واقع در روستای انجرک در ۱۶ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بافت، استان کرمان انجام شد (شکل ۱). در منطقه مورد مطالعه درختچه‌هایی با قطرهای تنه مختلف (۱۰،۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر) از روی شیب یکسان و ماده مادری یکنواخت با سه تکرار انتخاب شدند. در مجاورت هر درخت یک خاکرخ حفر و خاکرخ‌های شاهد در مجاور این منطقه که بکر و دست‌نخورده مانده بود، حفر شد. نمونه‌برداری عمقی در چهار عمق ۲۰-۰، ۶۰-۴۰، ۱۰۰-۸۰ و ۱۴۰-۱۲۰ سانتی‌متری با توجه به عمق پراکنش ریشه‌ها و همچنین نمونه‌برداری افقی (نزدیک تنه درخت یا منطقه ریزوسفر و انتهای تاج پوشش) با توجه به توسعه تاج پوشش درختچه‌ها انجام گرفت و در مجموع ۸۴ نمونه خاک تهیه شد. سن درختان مورد مطالعه با شمارش تعداد دوایر رشد سالیانه از مقاطع تهیه شده زیر بینوکولر با روش ماتوس و همکاران (۱۷) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری تعیین شد. رشد هر سال درخت معادل افزایش قطر ۳/۸ میلی‌متر تخمین زده شد و سن درختان انتخابی با قطرهای ۱۰، ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۳۰، ۸۰ و ۱۳۰ سال تخمین زده شد.

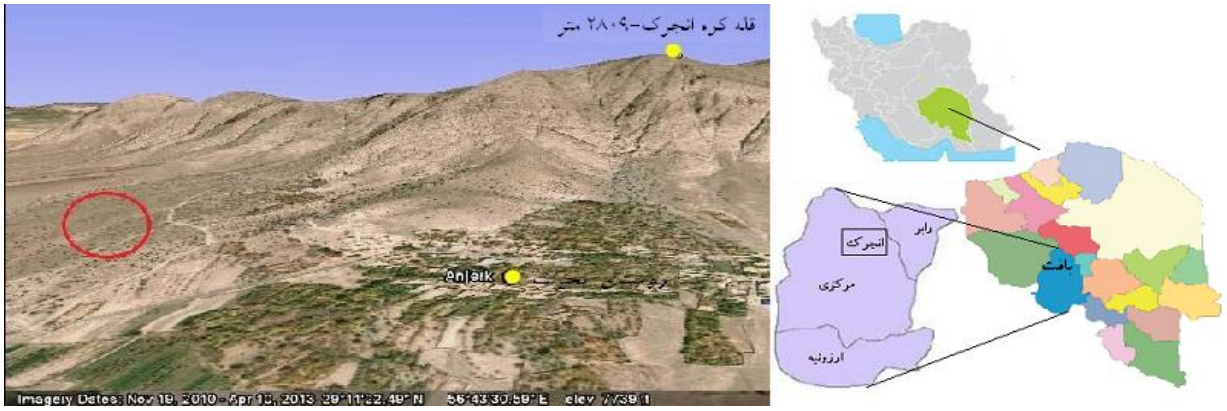
بافت خاک به روش پیپت (۴)، کربن آلی به‌روش اکسیداسیون تر (۱۹)، کربنات کلسیم معادل به‌روش خنثی‌سازی با اسید (۴)، مقادیر هدایت الکتریکی و pH در عصاره ۱:۲/۵ خاک به آب مقطر به‌ترتیب با pH متر و هدایت‌سنج الکتریکی (۴) و نیتروژن کل به روش کلدال (۳) اندازه‌گیری شد. میزان پتاسیم تبادلی خاک‌ها با استات آمونیوم یک نرمال (۲۸) و پتاسیم غیرتبادلی به‌روش اسید نیتریک جوشان عصاره‌گیری شد (۱۵) و با استفاده از دستگاه شعله‌سنج قرائت شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌های این پژوهش در یک طرح اسپلیت اسپلیت پلات (سن درخت به‌عنوان عامل اصلی و فاصله از تنه درخت به‌عنوان عامل فرعی اول و عمق نمونه‌برداری به‌عنوان عامل فرعی دوم) در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل چهار سن، دو فاصله و چهار عمق در سه تکرار با نرم افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ آنالیز واریانس اثر سن ، فاصله نمونه‌برداری و عمق نمونه‌برداری و برهم‌کنش اثر آنها بر ویژگی‌های خاک‌های منطقه نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج سن و عمق روی پ‌هاش خاک تأثیر معنی‌داری داشته است که این

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان کرمان

جدول ۱. تجزیه واریانس ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک‌های مورد مطالعه

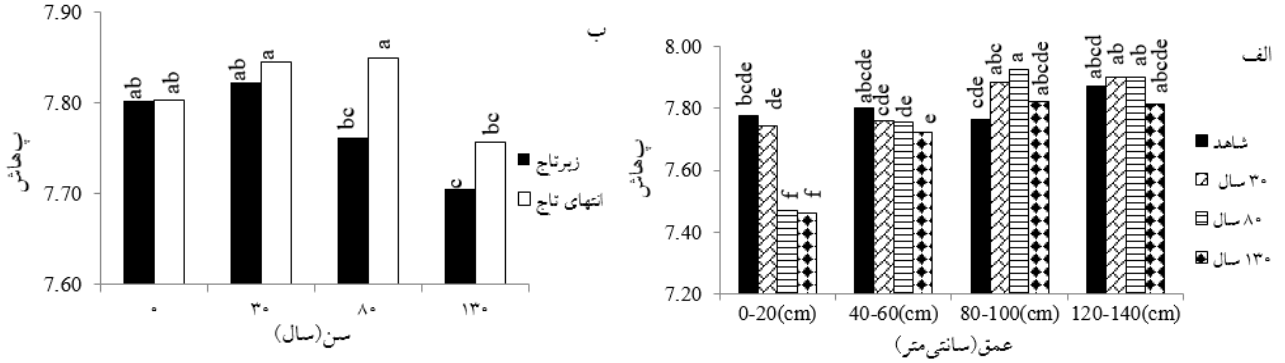
منبع تغییرات	درجه آزادی	ویژگی‌های مورد مطالعه میانگین مربعات							
		پ‌هاش	هدایت الکتریکی	ماده آلی	آهک	پتاسیم قابل استفاده	پتاسیم غیرتبادلی	شن	سیلت	رس
سن	۳	۰/۰۱۴	۰/۰۵*	۰/۰۱	۲۸/۹*	۲۱۵۰/۲	۱۵۳۷۳۱/۶	۵۵/۹۱**	۹۰/۵۱**	۸/۳۴**
فاصله	۱	۰/۰۲۱	۰/۰۰۴	۰/۰۳	۵/۳	۴۳۶۱/۸	۱۹۸	۶/۵۲	۰/۰۲	۵/۸۷*
سن× فاصله	۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۲/۲	۱۶۸۰/۲	۱۴۵۳۴/۱	۱۶/۳۴	۱۲/۹	۰/۹۶
عمق	۳	۰/۲۲**	۰/۰۲	۰/۹**	۱۰۲۱**	۱۹۳۸۸۵**	۲۷۳۰۹۵۶/۶**	۲۴۲/۳۵**	۱۱۱/۴**	۹۴/۴۸**
سن × عمق	۹	۰/۰۲۴**	۰/۰۳*	۰/۱۳**	۲۰/۱*	۱۳۱۶۱/۲*	۳۱۷۸۲۰/۳**	۱۱۹/۷۹**	۷۵/۲**	۴۳/۸۷**
فاصله × عمق	۳	۰/۰۱۴	۰/۰۴	۰/۲۲**	۹/۲	۲۶۲۶۷/۶**	۴۴۸۶۳/۳	۳۵/۸۹*	۲۷/۸*	۳/۲۸*
سن× فاصله× عمق	۹	۰/۰۲۰**	۰/۰۳	۰/۰۳	۱۰/۹	۱۱۴۳۰/۹	۶۱۹۱۷/۷	۹۳/۵۴	۳۵/۹	۲۲/۳۲
خطا	۵۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۷/۷	۶۱۳۲/۶	۷۸۳۸۶/۳	۹/۳۹	۷/۸	۰/۹۴
ضریب تغییرات (٪)		۰/۹۶	۲۶/۵۸	۲۷/۹۸	۲۲/۴۲	۲۳/۴۲	۲۴/۲۴	۴/۴۸	۱۲/۳۵	۱۰/۸۲

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد آماری بر اساس آزمون LSD.

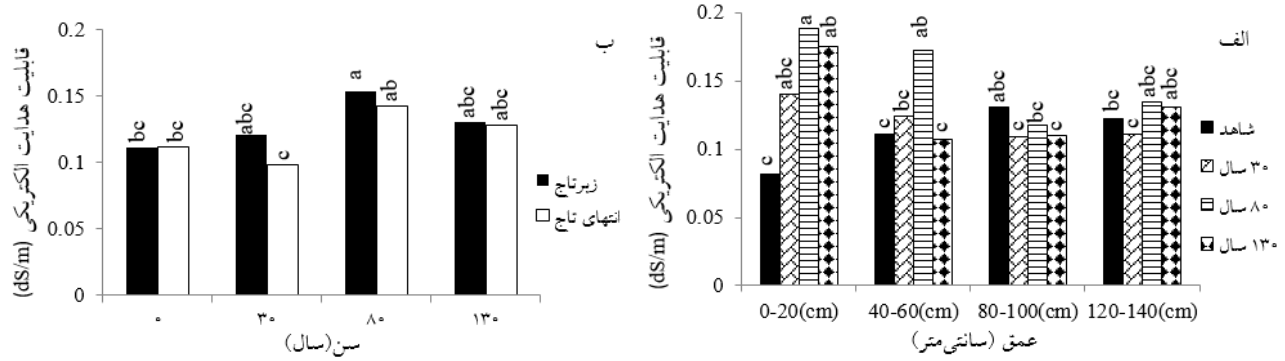
تأثیر در عمق اول نمونه‌برداری بیشتر مشاهده می‌شود و بیشترین و کمترین مقدار پ‌هاش به‌ترتیب در نمونه شاهد و خاک‌های عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری تحت پوشش درختچه‌های بادام وحشی ۱۳۰ ساله مشاهده می‌شود. با افزایش سن درخت در دو عمق ۲۰-۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متری مقدار پ‌هاش کاهش معنی‌داری نسبت به خاک شاهد داشته است. در تمام سنین با افزایش عمق نمونه‌برداری روند کلی افزایش مقدار پ‌هاش مشاهده می‌شود (شکل ۲- الف). مقدار پ‌هاش خاک‌ها در زیر تاج درختان کمتر از انتهای تاج درختان است. این روند کاهشی در زیر تاج درخت با افزایش سن درخت به‌وضوح مشاهده می‌شود (شکل۲- ب). شارما (۲۵) دلیل کاهش پ‌هاش را تجزیه بقایای گیاهی و ترشح اسیدهای آلی در خاک زیر سایه‌انداز گیاهان بیان کرد. همچنین اولیایی و همکاران (۲۱) گزارش کردند که جنگل درخت بلوط در مناطق جنگلی یاسوج باعث کاهش پ‌هاش خاک در زیر سایه‌انداز نسبت به خارج آن و همچنین کاهش بیشتر پ‌هاش افق سطحی،

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. الف) اثر سن درختان بر پ‌هاش خاک در اعماق مختلف و ب) اثر فاصله از درخت بر پ‌هاش خاک در سنین مختلف (بر اساس آزمون LSD میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ هستند.)



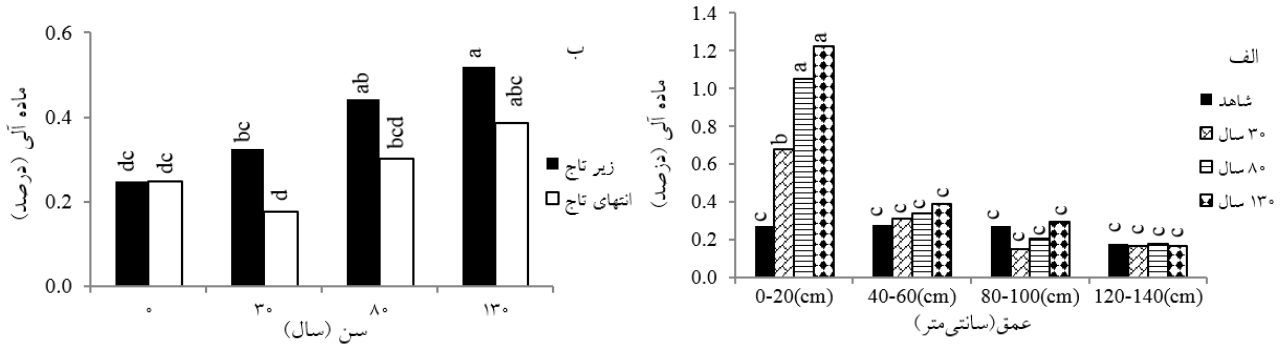
شکل ۳. الف) اثر سن درختان بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک در اعماق مختلف و ب) اثر فاصله از درخت بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک در سنین مختلف (بر اساس آزمون LSD میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ هستند.)

نسبت به پایین‌ترین لایه نمونه‌برداری شده است. تورپولت و همکاران (۲۹) عوامل مهم کاهش پ‌هاش ریزوسفر درختان صنوبر داگلاس(*Douglas fir*) ۴۸ ساله نسبت به توده خاک را: ۱) تولید دی‌اکسید کربن حاصل تنفس، ۲) تولید اسیدهای آلی توسط ریشه و میکروارگانیسم‌ها و ۳) جذب یون توسط گیاه برای حفظ خنثی بودن بار بیان کردند. اسیدی شدن ریزوسفر گیاه بولاکس گامیفرا (*Bolax gummifera*) به‌عنوان نتیجه عوامل مذکور به‌همراه آزادسازی اسیدهای آلی (به‌عنوان مثال اگزالات، مالات، سیترات) توسط ریشه و جذب مواد مغذی توسط گیاه گزارش شده است (۲۰).

مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک‌ها کمتر از ۰/۵ دسی زیمنس بر متر اندازه‌گیری شده است. با وجود شوری خیلی پایین خاک‌ها، در هر چهار عمق با افزایش سن درخت (به‌جز سن ۱۳۰ سال)، مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک افزایش می‌یابد. با افزایش عمق در سنین مورد مطالعه (به‌جز خاک شاهد) روند کاهشی مقدار قابلیت هدایت الکتریکی مشاهده می‌شود (شکل ۳- الف)، که دلیل آن را می‌توان استخراج عناصر از اعماق پایینی توسط گیاه و تجمع آن به‌ویژه در قسمت‌های بالایی خاک دانست. مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در زیر تاج درختان بیشتر از انتهای تاج درخت است (شکل۳- ب). بر اساس پژوهش انجام شده توسط کی و همکاران (۱۶) کشت درختان سیاه تاغ قابلیت هدایت الکتریکی را نسبت به تپه‌های شنی بدون درخت افزایش داده، همچنین با افزایش سن درختان سیاه تاغ از ۲ سال به ۳۹ سال و افزایش عمق، مقدار قابلیت

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. الف) اثر سن درختان بر ماده آلی خاک در اعماق مختلف و ب) اثر فاصله از درخت بر ماده آلی خاک در سنین مختلف (بر اساس آزمون LSD میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ هستند.)

هدایت الکتریکی به‌ترتیب افزایش و کاهش یافت، که محققین دلیل آن را عدم آبیاری زمین‌های تحت کشت و درنتیجه تجمع قابل توجه نمک به‌ویژه در سطح خاک عنوان کرده‌اند. سو و ژائو (۲۷) نیز در توالی سنی ۰، ۵، ۱۳، ۲۱ و ۲۸ ساله نخود درختی، افزایش قابلیت هدایت الکتریکی با افزایش سن را گزارش کردند و همبستگی مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی با محتوای کربن آلی را احتمالاً منعکس کننده افزایش غلظت مواد مغذی خاک آزاد شده توسط تجزیه بستر دانستند.

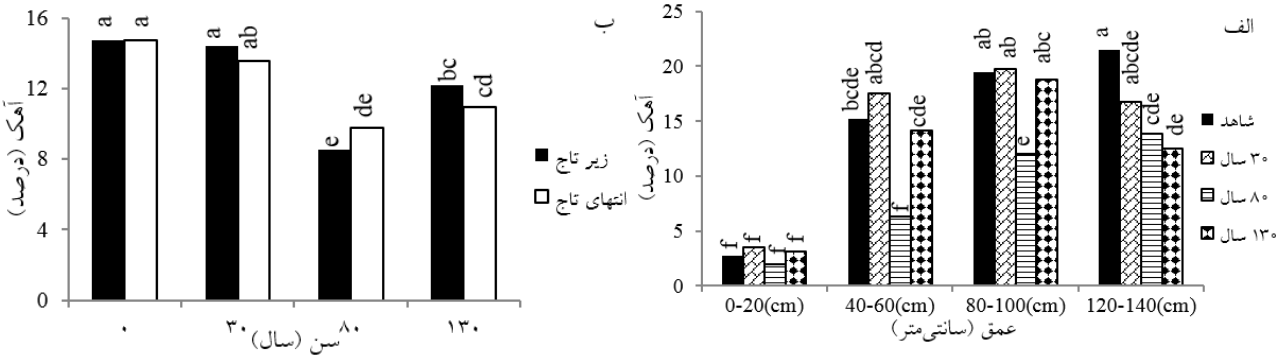
مقدار ماده آلی و ازت کل در خاک‌های مورد مطالعه به‌ترتیب در گستره‌ای بین ۰/۱۵ تا ۱/۲۳ و ۰/۰۰۶ تا ۰/۰۷ درصد متغیر است و روندی مشابه یکدیگر را نشان می‌دهند و با افزایش سن درخت در تمامی اعماق افزایش یافته‌اند، اما این افزایش فقط در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری معنی‌دار است. با افزایش عمق در هر سن مقادیر ماده آلی و ازت کل کاهش یافته است و این کاهش فقط در عمق اول نسبت به سایر اعماق معنی‌دار است (شکل۴- الف). با افزایش سن درخت مقدار ماده آلی و ازت کل خاک در زیر تاج درخت افزایش یافته است که این افزایش از درخت ۳۰ ساله به ۱۳۰ ساله معنی‌دار است (شکل ۴- ب). همبستگی معنی‌دار (۰/۸۸) بالای بین مقادیر ازت کل و کربن آلی کل، نشان‌دهنده این است که ازت کل اساساً منشا آلی دارد. افزایش معنی‌دار مقادیر ازت کل و کربن آلی کل در ریزوسفر گیاه بولاکس گامیفرا نسبت به توده خاک گزارش شده است (۲۰). تورپولت و همکاران (۲۹) دلیل افزایش مقادیر این عناصر در ریزوسفر نسبت به توده خاک را به ترشحات ریشه و بقایای ریشه‌های تخریب شده، و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در ریزوسفر ربط دادند. تثبیت کربن از طریق فتوسنتز و انتقال آن از طریق لاشبرگ و برگشت ریشه گیاهان به خاک و تجزیه آنها به تجمع کربن و درنهایت به ازت خاک و مواد مغذی کمک می‌کند (۱۱ و ۲۷). مواد آلی و نیتروژن بیشتر در زیر تاج بوته‌ها، می‌تواند به زیست‌توده، لاشبرگ، رطوبت بیشتر و تراکم روشنایی کمتر در نتیجه تشکیل جزایر حاصلخیزی نسبت داده شود که به‌طور کلی میکروکلیما و شرایط خاک را بهبود می‌بخشند (۱۶، ۲۳ و ۲۷).

میانگین مقدار آهک در کل پروفیل خاک در درختان با سنین مختلف نسبت به خاک شاهد کاهش نشان می‌دهد. مقدار آهک در دو عمق سطحی کمتر از دو عمق انتهایی خاک است و عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری کمترین میزان آهک را داشته است، ینی (۱۲) دلیل افزایش کربنات کلسیم با افزایش عمق، را افزایش میزان آب به‌دلیل بارندگی یا انجام آبیاری در اعماق سطحی گزارش کرده است. اگر چه مقدار آهک در زیر تاج درختان بیشتر از انتهای تاج درختان بوده است اما تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (شکل ۵).

بافت خاک تمامی نمونه‌ها لومی شنی تعیین شد و تفاوتی بین بافت خاک‌ها در سنین مختلف درختان و همچنین فاصله از

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. الف) اثر سن درختان بر مقدار آهک خاک در اعماق مختلف و ب) اثر فاصله از درخت بر مقدار آهک خاک در سنین مختلف (بر اساس آزمون LSD میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ هستند.)

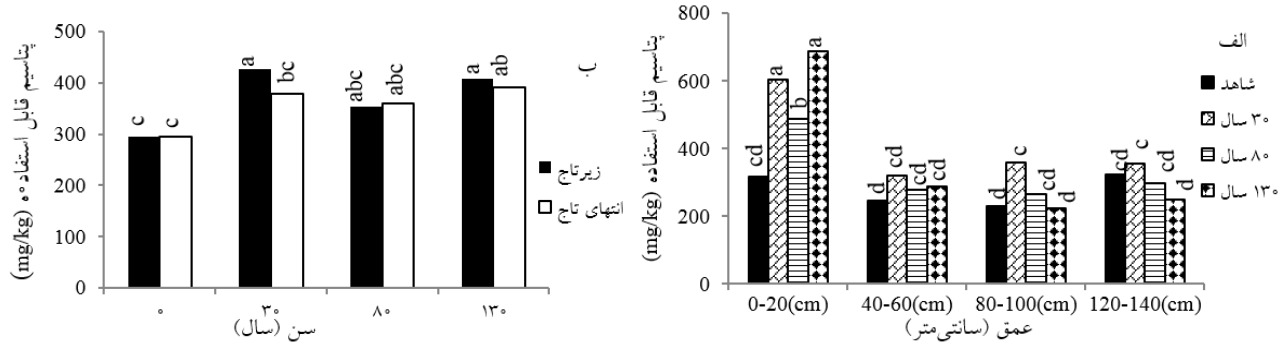
یقه درخت وجود ندارد، به‌دلیل عدم تأثیر پوشش گیاهی جنگلی درختچه‌های بادام وحشی وامچک بر بافت خاک از آوردن اشکال مربوط به درصدهای مختلف ذرات شن، سیلت و رس خودداری شده است. بافت خاک از صفات پایای خاک محسوب می‌شود که به‌طور معمول تغییرات آن در کوتاه‌مدت اندک است، جز آنکه نیروهای خارجی مانند جریان‌های آب، باد و نیروی ثقل و یا دخالت‌های انسانی موجب تغییر آن شود. اولیایی و همکاران (۲۱) عدم تأثیر درخت بلوط بر تغییر بافت خاک را ناشی از کندی سرعت باد در سطح زمین در نتیجه پوشش جنگلی و ناهمواری طبیعی دانستند. افزایش فاصله از درخت بادام وحشی وامچک، کاهش غیرمعنی‌دار مقدار شن، افزایش غیرمعنی‌دار مقادیر رس و سیلت را با افزایش سن به همراه داشته است، پرکینز و همکاران (۲۲) نیز افزایش میزان سیلت و رس با افزایش فاصله از یقه گیاه مرتعی لاریا تریدنتاتا (*Larrea tridentata*) و کاهش میزان شن را گزارش کردند. بین زیر سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز گیاهان مرتعی مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در میانگین درصدهای رس، سیلت و شن مشاهده نشد (۲۳).

مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک‌های جنگلی بادام بیشتر از خاک شاهد است. این شکل از پتاسیم با افزایش سن درختان، در عمق سطحی افزایش معنی‌دار دارد، هر چند افزایش سن درخت کاهش معنی‌داری در مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک‌های اعماق دیگر درخت را نشان نمی‌دهد. در تمام سنین بیشترین مقدار پتاسیم قابل استفاده در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک وجود دارد و خاک تحت پوشش درختان ۱۳۰ ساله بیشترین مقدار را در این عمق دارد. با افزایش عمق کاهش معنی‌دار مقدار پتاسیم قابل استفاده نسبت به عمق سطحی خاک مشاهده می‌شود (شکل ۶- الف).

در خاک جزایر حاصلخیز زیر گیاهان درختچه‌ای معمولاً محتوای مواد مغذی بیشتر است (۱۶، ۲۳ و ۲۷)، که بر اساس گزارش وزل و همکاران (۳۰) اثر این جزایر تا شعاع ۵۰ سانتی‌متری اطراف بوته مهم بوده و از آن به بعد تا شعاع ۱۵۰ سانتی‌متری از تأثیر آن کاسته می‌شود، تجمع زیاد مقدار پتاسیم تبادلی در خاک عامل مهمی در ذخیره مواد غذایی به‌ویژه در خاک‌های شنی گزارش شده است. کاهش مقدار پتاسیم تبادلی خاک با افزایش سن درختان لیمو ترش (۲۴) و پسته (۹) گزارش شده است. شاهرخ و همکاران (۲۴) دلیل کمترین غلظت پتاسیم تبادلی باغ‌های ۵۰ ساله لیمو ترش را وجود کمترین میزان رس، بیشترین جذب ریشه‌ای و آبشویی در طول ۵۰ سال دانستند. همان‌طور که در بالا گفته شد غلظت پتاسیم قابل استفاده با افزایش عمق روند کاهشی نشان می‌دهد و بیشترین مقدار پتاسیم قابل استفاده درخاک تحت پوشش درختان ۱۳۰ ساله و عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری مشاهده می‌شود. جابجی و جکسون (۱۴) گزارش کردند که پلات‌های

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. الف) اثر سن درختان بر پتاسیم قابل استفاده خاک در اعماق مختلف و ب) اثر فاصله از درخت بر پتاسیم قابل استفاده خاک در سنین مختلف (بر اساس آزمون LSD میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ هستند.)

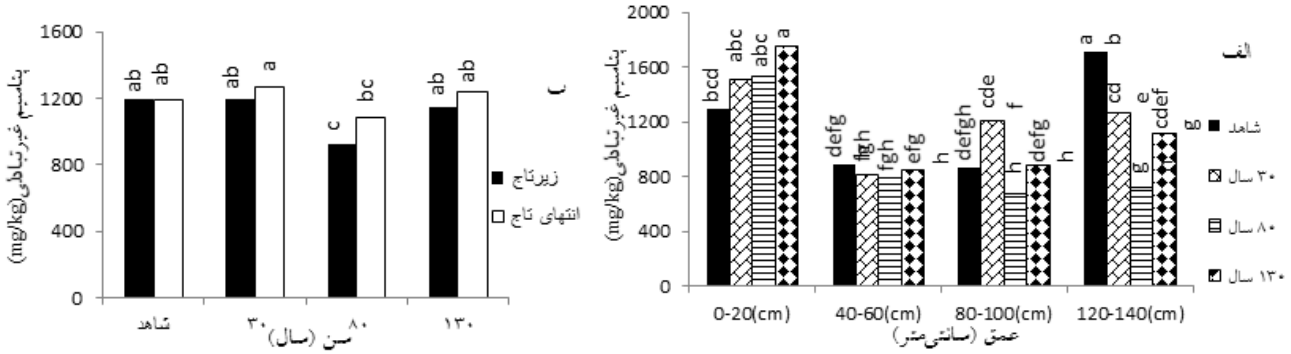
جنگل‌کاری ۱۵ ساله نسبت به پلات‌های لخت غلظت بیشتری از پتاسیم تبادلی در خاک سطحی داشتند و ایستگاه‌های مسن‌تر حتی غلظت‌های بیشتر پتاسیم در خاک سطحی را نشان دادند. حدود ۹۰ درصد افزایش ذخیره پتاسیم در خاک سطحی مربوط به پوشش گیاهی، بقایا و لاشبرگ‌های آن است (۱۳). به‌نظر می‌رسد جذب عناصر غذایی از خاک‌های عمقی و افزایش آنها در سطح خاک از طریق ریزش بقایای گیاهی باعث افزایش مقدار پتاسیم تبادلی در سطح خاک نسبت به اعماق خاک شده است. این فرضیه بیان می‌کند که پتاسیم از طریق گیاهان به بالا منتقل می‌شود و با کانی‌های رسی مختلط ایلیت/ اسمکتیت در بخش سطحی خاک واکنش می‌دهد که باعث تشکیل ایلیت می‌شود (۱۳). همچنین مقدار مواد آلی بیشتر در سطح خاک نسبت به دو عمق دیگر، مانع تشکیل هیدروکسیدهای بین لایه‌ای به‌دلیل تشکیل کمپلکس‌های یونی آلومینیوم می‌شود، درنتیجه مواد آلی باعث افزایش دسترسی موقعیت‌های بین لایه‌ای برای پتاسیم شده و به‌طور غیرمستقیم تشکیل میکا را افزایش می‌دهند (۱ و ۵). بررسی‌های کانی شناسی رسی خاک‌ها (داده‌های منتشر نشده) به‌خوبی این مطلب را تأیید می‌کند.

با افزایش فاصله از درخت روند کلی کاهش میزان پتاسیم قابل استفاده خاک با افزایش سن مشاهده می‌شود (شکل ۶-ب). کالواروسو و همکاران (۶) دلایل افزایش پتاسیم قابل استفاده در سه عمق خاک در منطقه ریزوسفر درختان مورد مطالعه نسبت به توده خاک را، تجمع مواد آلی بیشتر در ریزوسفر و انتقال سریع عناصر از توده خاک به ریزوسفر توسط جریان توده‌ای، به‌دنبال جذب آب بیان کردند که نشان‌دهنده برهم‌کنش بین ریشه‌ها، میکروارگانیزم‌ها و خاک است. شاهرخ و همکاران (۲۴) اختلاف در غلظت‌های پتاسیم تبادلی بین دو فاصله از تنه درخت لیمو ترش ۵۰ ساله را به اندازه بزرگ‌تر این درختان و فاصله بیشتر بین ریزوسفر و توده خاک نسبت دادند.

مقدار پتاسیم غیرتبادلی در عمق سطحی خاک درختان با سنین مختلف بر خلاف اعماق دیگر نسبت به شاهد افزایش غیرمعنی‌داری را نشان می‌دهد. میانگین مقادیر پتاسیم غیرتبادلی در کل پروفیل در تمام سنین نسبت به خاک بکر کاهش یافته است، که این نشان‌دهنده آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی در نمونه‌های خاک تحت پوشش درختان بادام است. در بین گروه‌های عمقی مورد مطالعه کمترین مقدار پتاسیم غیرتبادلی در عمق ۶۰-۴۰ سانتی‌متری مشاهده می‌شود (شکل ۷- الف). کاهش پتاسیم غیرتبادلی در گروهای سنی مختلف درختان پسته گزارش شده است (۹). شاهرخ و همکاران (۲۴) دلیل کاهش پتاسیم غیرتبادلی در سنین بالا نسبت به خاک شاهد را، نیاز بیشتر آن درختان به پتاسیم عنوان کردند که منجر به آزاد شدن این شکل از پتاسیم می‌شود. آزادسازی متفاوت پتاسیم غیرتبادلی در سنین مختلف ممکن است به انواع یا مقادیر مختلف ترشحات ریشه‌ای مرتبط باشد، آنها گزارش کردند که کمترین میزان در

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. الف) اثر سن درختان بر پتاسیم غیرتبادلی خاک در اعماق مختلف و ب) اثر فاصله از درخت بر پتاسیم غیرتبادلی خاک در سنین مختلف (بر اساس آزمون LSD میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ هستند.)

عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری وجود دارد که دلیل آن محل تجمع ریشه‌های فعال درخت است و همچنین بیان داشتند که در شرایط کشت‌وکار طولانی، پتاسیم تبادلی به حداقل غلظت خود می‌رسد و بنابراین پتاسیم غیرتبادلی از فاز جامد خاک آزاد شده و به‌وسیله ریشه‌ها جذب می‌شود. لازم به ذکر است وجود بیشترین مقدار پتاسیم قابل استفاده در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری در تمام سنین درخت بادام مانع از آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی می‌شود. بوربیا و همکاران (۲) مقدار پتاسیم غیرتبادلی ریزوسفر درختان ۵۵ ساله زیتون کود نخورده در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری شمال الجزایر را بیشتر از توده خاک گزارش کردند. بر اساس گزارش حسینی‌فرد و همکاران (۹) میزان بالای پتاسیم غیرتبادلی در نمونه‌های خاک درختان پسته در منطقه انار، احتمالاً ناشی از مقدار زیاد ایلیت باشد (۹). مقدار پتاسیم غیرتبادلی در زیر تاج درختان بادام کمتر از انتهای تاج درختان است (شکل ۷- ب)، که با نتیجه شاهرخ و همکاران (۲۴) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌توان اظهار کرد که ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شده از اعماق مختلف در منطقه مورد مطالعه، تحت تأثیر سن و تاج پوشش درختچه‌های جنگلی بادام وحشی وامچک قرار گرفته‌اند. با افزایش سن درختچه‌ها کاهش میزان پ‌هاش و افزایش مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی خاک، درصد ماده آلی و ازت کل خاک مشاهده می‌شود. افزایش عمق نمونه‌برداری خاک و افزایش فاصله از یقه درخت روندی مشابه یکدیگر دارند و با افزایش عمق و فاصله از یقه درخت مقادیر پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی خاک، درصد ماده آلی و ازت کل خاک به‌ترتیب افزایش، کاهش، کاهش و کاهش یافتند. خاک‌های تحت پوشش درختان بادام وحشی وامچک در مقایسه با خاک شاهد مقادیر آهک و پتاسیم غیرتبادلی کمتر و پتاسیم قابل استفاده بیشتری را دارند. به‌طور کلی تجمع کربن، نیتروژن و مواد مغذی در زیر تاج پوشش درختچه‌ها، جزایر حاصلخیزی اطراف هر درختچه را ایجاد می‌کند و به‌طور کلی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، با افزایش سن درختچه‌های بادام وحشی وامچک بهبود یافته است. در واقع تاج پوشش این درختچه‌ها از طریق عواملی چون ساقاب، لاشریزی و افزودن مواد آلی به خاک موجب حفظ عناصر غذایی در زیر تاج پوشش شده است. با توجه به ارزش سازگاری با شرایط محیطی دشوار، حفاظت خاک، کاربرد در طرح‌های تثبیت بیولوژیکی خاک‌ها، توسعه و احیای جنگل‌ها حضور این درختچه‌ها در مجموع، آثار مثبتی بر ویژگی‌های خاک داشته و از بین رفتن آنها منجر به کاهش چشمگیر کیفیت ویژگی‌های خاک، مستعد شدن آنها به فرسایش خاک می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

1. Barre, P., B. Velde and L. Abbadie. 2007. Dynamic role of "illite-like" clay minerals in temperate soils: facts and hypotheses. *Biogeochem* 82: 77-88.
2. Bourbia, M. S., P. Barre, M. B. N. Kaci, A. Derridj and B. Velde. 2013. Potassium status in bulk and rhizospheric soils of olive groves in North Algeria. *Geoderma* 197-198: 161-168.
3. Bremner, J. M. 1996 Nitrogen Total. PP. 1085-1122. *In*: Sparks, D. L., (Eds.), Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
4. Burt, R. 2004. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report. Version 4.0. Natural Resources Conservation Service.
5. Calvaruso, C., L. Mareschal, M. P. Turpault and E. Leclerc. 2009. Rapid clay weathering in the rhizosphere of Norway spruce and oak in an acid forest ecosystem. *Soil Science Society of America Journal* 73: 331-338.
6. Calvaruso, C., V. N'Dira and M. P. Turpault. 2011. Impact of common European tree species and douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) on the physicochemical properties of the rhizosphere. *Plant Soil* 342: 469-480.
7. Harden, J. W. 1982. A quantitative index of soil development from field description, examples from a chronosequence in central California. *Geoderma* 28: 1-28.
8. Hoseinzadeh, J. and K. Saeb. 2011. Morphological diversity of *Amygdalus arabica* Oliv. in natural forests of Ilam province, Iran. *Journal of Biodiversity and Ecological Scienses (JBES)*1: 245-248.
9. Hosseinifard, S. J., H. Khademi and M. Kalbasi. 2010. Different forms of soil potassium as affected by the age of pistachio (*Pistacia vera* L.) trees in Rafsanjan, Iran. *Geoderma* 155: 289-297.
10. Jahanbazy Goujani, H., S. M. H. Nasr, K. Sagheb-Talebi and S. M. Hojjati. 2013. Effect of drought stress induced by altitude,on four wild almond species. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 21(2): 373-386. (In Farsi).
11. Jeddi, K. and M. Chaieb. 2010. Soil properties and plant community in different aged *Pins Halepensis Mill* plantations in arid Mediterranean areas. The Case of southern TunisiaLand Degradation & Development 21: 32-39
12. Jenny, H. 1994. *Factors of Soil Formation*. McGraw-Hill Book Co., New York.
13. Jobbagy, E. G. and R. B. Jackson. 2001. The distribution of soil nutrients with depth: global patterns and the imprint of plants. *Biogeochemistry* 53:51-77.
14. Jobbagy, E. G. and R. B. Jackson. 2004. The uplift of soil nutrients by plants: biogeochemical consequences across scales. *Ecology* 85: 2380-2389.
15. Jones, J. B., B. Wolf and H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide. Macro- Micro Pub. Inc., Athens, GA.
16. Ke, Zh., S. U. Yongzhong, T. Wang and T. Liu. 2016. Soil properties and herbaceous characteristics in an age sequence of *Haloxylon ammodendron* plantations in an oasis-desert ecotone of northwestern China. *Journal of Arid Land* 8(6): 960-972.
17. Mattos, P. D, R. A. Seitz and G. I. Bolzon de Muniz. 1999. Identification of annual growth rings based on periodical shoot growth. PP. 139-145. *In*: Wimmer, R. and R. E. Vetter, (Org.). Tree Ring Analysis. Wallingford: CAB Publ., V. 1.
18. Mozaffarian, V. 2004. Trees and Shrubs of Iran. Contemporary Culture Publishing House (In Farsi).
19. Nelson, D. W and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. PP. 961-1010. *In*: Sparks, D. L., (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
20. Otero, X. L., A. Gonzalez-Guzman, V. S. Souza-Junior, A. Perez-Alberti and F. Macías. 2015. Soil processes and nutrient bioavailability in the rhizosphere of *Bolax gummifera* in a subantarctic environment (Martial Mountains, Ushuaia-Argentina). *Catena* 133: 432-440.
21. Owliaie, H., E. Adhami, H. Faraji and P. Fayyaz. 2011. Influence of Oak (*Quercus brantii* Lindl.) on selected soil properties of Oak forest in Yasouj rejoin. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science* 15(5): 193-206. (In Farsi).
22. Perkins, S. R., K. C. McDaniel and A. L. Ulery. 2006. Vegetation and soil change following creosotebush (*Larrea tridentata*) control in the Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments* 64(1): 152-173.
23. Sadeghi Shahrakht, T., M. Jankju and M. Mesdaghi. 2013. Effects of shrub canopy on the microclimate and soil properties of steppe rangeland. *Journal of Rangeland Science* 3 : 213-222.
24. Shahrokh, V., H. Khademi, A. Faz Cano and J. A. Acosta. 2018. Different forms of soil potassium and clay mineralogy as influenced by the lemon tree rhizospheric environment. *International Journal of Environmental Science and Technology* 1-10.
25. Sharma, A. 2001. Afforestation for reclaiming degraded village common land a case study. *Journal of Biomass Bioenergy* 21: 35-42.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Sokolova, T. A. 2011. The role of soil biota in the weathering of minerals: A review of literature. *Eurasian Soil Science* 44(1): 56-72.
27. Su, Y. Z. and H. L. Zhao. 2003. Soil properties and plant species in an age sequence of *Caragana microphylla* plantations in the Horqin Sandy Land, north China. *Ecological Engineering* 20(3): 223-235.
28. Sumner, M. E and W. P. Miller. 1996. Cation exchange capacity, and exchange coefficients. PP. 1201-1229. *In*: Sparks, D. L. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
29. Turpault, M. P., C. Uterano, J. P. Boudot and J. Ranger. 2005. Influence of mature Douglas fir roots on the solid soil phase of the rhizosphere and its solution chemistry. *Plant Soil* 275: 327-336.
30. Wezel, A., J. L. Rajot and C. Herbrig. 2000. Influence of shrubs on soil characteristics and their function in Sahelian agro-ecosystems in semi-arid Niger. *Journal of Arid Environment* 44: 383-395.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 24, No. 2, Summer 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Changes in Physical and Chemical Soil Properties under the Influence of the Rhizosphere and Canopy of Wild Almond Trees (*Amygdalus arabica* Olive.) with Different Ages

R. Rezaeinejad[1], H. Khademi[1*], Sh. Ayoubi[1] and H. Jahanbazy Goujani[2]

(Received: May 24-2019; Accepted: November 4-2019)

Abstract

In arid and semi-arid ecosystems, isolated trees significantly influence the soil properties and can have a great impact on the soil fertility as well as the conservation and improvement of soil quality. This investigation was conducted to examine the influence of wild almond (*Amygdalus arabica* Olive.) trees having different ages on the physical and chemical soil properties. Soil samples were taken from the depths of 0-20, 40-60, 80-100 and 120-140 cm at two distances from the tree crown including the basal area (referred to as the rhizosphere) and the canopy edge in 3 replications for the 30, 50, and 130 year-old stands and also, in a control site, all in the Anjarak area, southeast of Baft city, Kerman Province. Soil properties including pH, EC, organic matter, calcium carbonate equivalent, available and non-exchangeable potassium and soil texture were measured in all samples. The results indicated that the measured soil properties in different depths in the study area had been influenced by the age and the canopy size of the wild almond trees. The highest and the lowest amount of pH were found in the control soil and the soils covered by 130 year-old trees, respectively. Besides, the electrical conductivity of the soil under the tree crown was more than that of the soil in the canopy edge. The accumulation of C, N, and other nutrients under the tree canopies resulted in the creation of fertility islands surrounding the trees. Furthermore, the soil physical and chemical properties were greatly improved with the increase in the tree age of *Amygdalus arabica* Olive. As the conclusion, wild almond trees could have very positive effects on soil properties. Therefore, it is essential to protect the trees. Otherwise, the risk of soil quality reduction would be increased and soils might become more susceptible to soil erosion.

Keywords: Rhizosphere, Fertility island, Soil properties, Tree age, *Amygdalus arabica* Olive.

1. Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
2. Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Research Division of Natural Resources, Shahrekord, Iran.
*: Corresponding author, Email: hkhademi@cc.iut.ac.ir

www.SID.ir