دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه بوم شناسی جنگل های ایران

اثر زمین‌نمای پیت و ماند بر تغییرپذیری ظرفیت تبادل‌کاتیونی و عناصر غذایی خاک

یحیی کوچ[۱]، سید محسن حسینی[۲] و جهانگرد محمدی[۳]

۱- استادیار دانشگاه تربیت مدرس، (نویسنده مسوول: yahya.kooch@yahoo.com)
۲- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار دانشگاه شهر کرد

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۱

چکیده

ریشه‌کن شدن درختان منجر به تشکیل میکروسایت‌های متعددی می‌شود که می‌تواند در ایجاد تغییرات و ناهمگنی مشخصه‌های خاک مؤثر واقع گردد. با هدف بررسی مشخصه‌های خاک در محل پیت و ماند، مساحت ۲۰ هکتار از جنگل آموزشی- پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس واقع در استان مازندران پیمایش شده و تعداد ۳۴ درخت ریشه‌کن شده از گونه‌های درختی مختلف شناسایی گردید. نمونه‌های خاک از پنج میکروسایت بالای ماند، دیواره ماند، دیواره پیت، ته پیت و زیر تاج پوشش بسته به کمک استوانه‌ای مدور با سطح مقطع ۸۱ سانتی‌متر مربع و از سه عمق ۱۵ - ۰، ۳۰ - ۱۵ و ۴۵ - ۳۰ سانتی‌متری گرفته شد. نتایج حاکی از آنست که بیشترین مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی، فسفر، پتاسیم و کلسیم به زیر تاج پوشش بسته اختصاص داشته در حالی که بیشترین مقدار ازت در ته پیت مشاهده گردید. مقادیر مشخصه‌های ظرفیت تبادل کاتیونی، ازت، فسفر و پتاسیم از لایه‌های بالاتر خاک به سمت لایه‌های پایینی دارای روند کاهشی و مقادیر کلسیم دارای روند افزایشی بوده است. نتایج این تحقیق حاکی از آنست که حضور درختان ریشه‌کن شده و تشکیل پیت و ماندها منجر به ایجاد تنوع عملکردی خاک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: درختان ریشه‌کن شده، میکروتوپوگرافی، میکروسایت، بافت خاک

مقدمه

در یک توده جنگلی، درختان همراه با سایر گیاهان و جانوران، اقلیم و خاک مشترکاً یک بوم‌سازگان جنگلی را تشکیل می‌دهند (۳۳). میزان تولید جنگل بستگی به تعدادی از فاکتورهای محیطی نظیر تابش نور خورشید، درجه حرارت، آب و در دسترس بودن مواد غذایی دارد. دسترسی به مواد مغذی نیز تحت تأثیر این عوامل محیطی قرار داشته و در اکثر جنگل‌ها، میزان بهره‌وری مستقیماً با جذب و

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

در دسترس بودن عناصر غذایی در ارتباط است (۱). ظرفیت تبادل کاتیونی[1] از مهمترین خصوصیات شیمیایی خاک بوده و توانایی خاک را برای نگهداری آب و مواد غذایی نشان می‌دهد و شاخص خوبی برای کیفیت و بهره‌وری خاک[2] می‌باشد (۱۷). نیتروژن از عناصر ضروری گیاه است که نقش بسیار مهمی در تغذیه گیاه دارد. این عنصر جزء ساختمان کلروفیل، جزء ترکیب ساختمانی نوکلئیک اسیدها و در ساختمان پروتئین نقش‌های عمده‌ای دارد. هم چنین افزایش دهنده فعالیت و توسعه ریشه بوده و در جذب سایر عناصر غذایی و برای مصرف کربوهیدرات‌ها مورد نیاز است (۳۲).

فسفر در بافت‌های گیاه و خاک کمتر از نیتروژن و پتاسیم وجود دارد و مقدار این عنصر در پوسته زمین ۰/۱۱ درصد است. مقادیر معمولاً کم فسفر در خاک و گرایش آن به واکنش با اجزای تشکیل دهنده خاک و تولید ترکیباتی نسبتاً حل‌ناپذیر و در نتیجه غیر قابل جذب برای گیاه، فسفر را در زمینه حاصل‌خیزی خاک بسیار مهم می‌سازد (۲۸). پتاسیم برخلاف فسفر، در اکثر خاک‌ها به مقدار نسبتاً زیادی وجود دارد و مقدار پتاسیم پوسته زمین ۲/۴ درصد است و در خاک به فرم‌های غیرمحلول، ثابت شده و تبادلی یافت می‌شود. مقدار کل پتاسیم در خاک کمتر از ۰/۱ تا بیش از ۴ درصد با حداکثر فراوانی بین ۰/۳ تا ۲ درصد متغیر است (۲). کلسیم بصورت یون Ca^{++} جذب گیاه می‌شود. منشأ کلسیم خاک‌ها، به استثنای کلسیمی که بصورت آهک یا مواد کودی افزوده می‌شود در سنگ‌ها و کانی‌های تشکیل دهنده خاک است (۲۸). این عنصر نه تنها در تغذیه گیاهان نقش اساسی داشته بلکه در پدوژنز خاک نیز دخالت دارد. کلسیم در تکامل ماده آلی، تشکیل رس‌ها، تشکیل کمپلکس رس- هوموس و در نتیجه تشکیل و پایداری ساختمان خاک مداخله می‌نماید (۶).

ریشه‌کن شدن درختان اثرات متفاوتی را بر خاک بوم‌سازگان‌های جنگلی ایجاد می‌نماید (۴). درهم آمیختن اجزای خاک، وارونه کردن پروفیل‌های خاک، پراکنش منطقه‌ای ذرات خاک و ایجاد ساختار پیت و ماند (میکروتوپوگرافی حادث شده در اثر ریشه‌کن شدن درختان جنگلی) اثرات مستقیم ریشه‌کن شدن درختان و در معرض فرسایش قرار گرفتن سطوح لخت و بدون پوشش، پویایی مواد آلی خاک و ایجاد ریز اقلیم‌های مختلف در ساختار پیت و ماند به عنوان اثرات غیر مستقیم آن به حساب می‌آید (۲۲). نمایی از میکروتوپوگرافی پیت و ماند حاصل از ریشه‌کن شدن درخت در شکل ۱ نمایش داده شده است. در این تحقیق میزان تغییرپذیری ظرفیت تبادل کاتیونی و همچنین برخی عناصر غذایی خاک در محل درختان ریشه‌کن شده (میکروسایت‌های پیت و ماند) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

1- Cation Exchange Capacity (CEC)

2- Soil quality and productivity

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]



شکل ۱- میکروتوپوگرافی پیت و ماند حاصل از ریشه‌کن شدن درخت

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

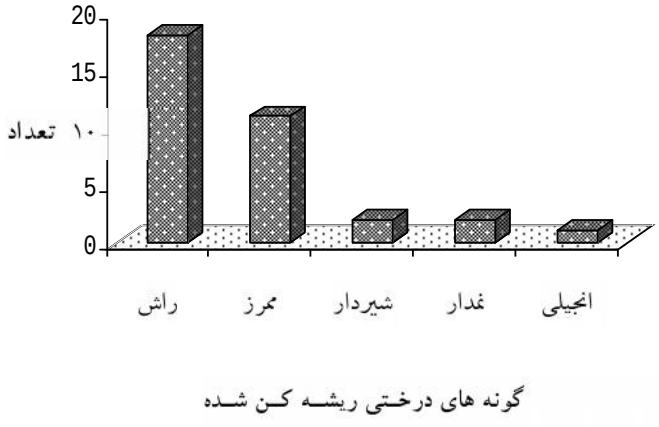
این تحقیق در جنگل آموزشی - پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس واقع در صلاح الدین کلا از توابع شهرستان نوشهر (طول جغرافیایی ″۳۹ ′۴۷ °۵۱ تا ″۲۰ ′۴۳ °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ″۵۶ ′۳۲ °۳۶ تا ″۲۳ ′۲۹ °۳۶ شمالی) انجام شد. بیشینه و کمینه متوسط بارندگی ماهیانه به ترتیب در مهرماه و تیرماه با ۲۸۰/۴ و ۳۷/۴ میلی‌متر رخ می‌دهد و بیشینه و کمینه میانگین دمای ماهیانه به ترتیب در تیر و مرداد ۲۵ و در بهمن ۶/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. به منظور انجام این پژوهش، پارسل شماره ۳۰۱ واقع در جنگل مذکور مد نظر قرار گرفت. این پارسل با مساحت ۷۸ هکتار، عرصه حفاظتی بوده و در آن راش با گونه‌های ممرز، انجیلی، نمدار، شیردار، پلت و بارانک همراه می‌باشد. جهت عمومی پارسل، شمال‌شرقی بوده و دارای سنگ مادر آهکی- دولومیتی می‌باشد. خاک محدوده مورد مطالعه، راندزین تکامل یافته تا راندزین شسته شده و بافت خاک، سیلتی- رسی- لومی می‌باشد (۱۱).

نمونه‌گیری و آنالیز خاک

به منظور انجام این پژوهش، یک محدوده ۲۰ هکتاری از پارسل ذکر شده مورد پیمایش صد در صد قرار گرفت. در عرصه مورد نظر، کلیه پیت و ماندها با عمق و ارتفاع حداقل ۰/۳ متر (۱۲) برداشت و ثبت شد. پس از جنگل‌گردشی و پیمایش کل محدوده مورد نظر، تعداد ۳۴ درخت ریشه‌کن شده حاوی پیت و ماندهای با عمق و ارتفاع بالای ۰/۳ متر از گونه‌های درختی مختلف شناسایی شد (شکل ۲). در همه منطقه مورد بررسی پیت و

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

ماندها از افتادن تک درخت حاصل شده بودند. نمونه‌های خاک از پنج میکروسایت بالای ماند، دیواره ماند، دیواره پیت، ته پیت و زیر تاج پوشش بسته به کمک استوانه‌ای مدور با سطح مقطع ۸۱ سانتی‌متر مربع و از سه عمق ۱۵-۰، ۳۰- ۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتی‌متری گرفته شد. نمونه‌های برداشت شده در فضای باز پخش و پس از خشک شدن، خاک حاصله خرد و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. اسیدیته خاک در گل اشباع بوسیله دستگاه pH متر، کربن به روش والکلی‌بلاک، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری، ظرفیت تبادل کاتیونی پس از آماده کردن مواد مورد نیاز و تهیه عصاره، با استفاده از دستگاه فیلم‌فتومتر، نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش اولسن با دستگاه اسپکتوفتومتر، پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با آمونیوم استات و قرائت با دستگاه فلیم‌فتومتر و کلسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با آمونیوم استات و قرائت با دستگاه جذب اتمیک در محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری شد (۵).



شکل ۲ - تعداد درختان ریشه‌کن شده از گونه‌های درختی مختلف در محدوده مورد مطالعه

آنالیز داده‌ها

در اولین مرحله، نرمال بودن داده‌ها بوسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگن بودن داده‌ها با استفاده از آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت مقادیر خصوصیات خاک در میکروسایت‌های پیت و ماند و عمق‌های مختلف خاک تجزیه واریانس دوطرفه بکار رفت. در صورت نرمال نبودن داده‌ها از روش جذری جهت نرمال کردن داده‌ها استفاده شد. آزمون دانکن نیز به منظور مقایسه چندگانه میانگین بکار گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 11.5 صورت گرفت. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تکنیکی آماری در جهت ایجاد الگویی زیربنایی یا مدلی خاص در تعیین ارتباط پیچیده بین متغیرهاست و عمدتاً مواقعی بکار می‌رود که تعداد صفات اندازه‌گیری شده زیاد می‌باشند و

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

به شکل ترکیبی بیشترین میزان اثرگذاری یا ارتباط را تعیین می‌نماید. به همین منظور ارتباط بین ظرفیت تبادلی کاتیونی و عناصر غذایی با مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک در هر میکروسایت با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) با ایجاد ماتریس حاصله در برنامه PC-ORD تحت ویندوز مورد بررسی قرار گرفت (۱۶).

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

بیشترین مقدار اسیدیته خاک در میکروسایت‌های دیواره و بالای ماند و کمترین مقدار این مشخصه در ته پیت مشاهده شد. عمق‌های مختلف خاک تفاوت آماری معنی‌داری را از نظر این مشخصه نشان نداد (جدول ۱). میکروسایت ته پیت بیشترین مقادیر کربن و ماده آلی خاک را به خود اختصاص داد. در حالی که کمترین مقادیر این مشخصه‌ها در دیواره ماند مشاهده شد. بررسی عمق‌های مختلف خاک نیز بیانگر تجمع بیشتر مقادیر کربن و مواد آلی در قسمت‌های سطحی خاک می‌باشد (جدول ۱). بیشترین مقدار درصد شن به بالای ماند و عمق اول خاک و کمترین مقدار آن به زیر تاج پوشش بسته و عمق سوم خاک تعلق داشته است (جدول ۱). سطح جنگل و عمق سوم خاک بیشترین، بالای ماند و عمق اول خاک کمترین مقدار درصد سیلت را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۱). در حالی که بیشترین مقدار درصد رس در میکروسایت زیر تاج پوشش بسته و عمق سوم خاک و کمترین مقدار این مشخصه در دیواره ماند و عمق اول خاک مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین (اشتباه معیار) خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در میکروسایت‌های مختلف پیت و ماند و در عمق های مختلف خاک

عوامل خاک/ متغیرها		اسیدیته	کربن آلی (٪)	ماده آلی (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
میکروسایت‌ها	بالای ماند	۶/۹۱ (۰/۰۵) a	۲/۰۰ (۰/۰۰)d	۳/۴۷ (۰/۰۱)d	۴۴/۱۶ (۰/۱۵)a	۳۴/۹۴ (۰/۳۳)e	۲۰/۸۸ (۰/۱۶)d
	دیواره ماند	۶/۹۶ (۰/۰۴)a	۱/۹۶ (۰/۰۰)e	۳/۳۸ (۰/۰۱)e	۴۳/۰۸ (۰/۳۶)b	۳۶/۸۰ (۰/۳۱)d	۲۰/۱۱ (۰/۴۰)e
	دیواره پیت	۶/۵۱ (۰/۰۴)bc	۲/۳۵ (۰/۰۱)b	۳/۹۶ (۰/۰۳)b	۲۷/۱۲ (۰/۶۰)c	۴۱/۱۰ (۰/۲۳)c	۳۱/۷۶ (۰/۳۷)c
	ته پیت	۶/۳۸ (۰/۰۴)c	۳/۲۰ (۰/۰۰)a	۵/۵۱ (۰/۰۱)a	۲۲/۴۷ (۰/۵۶)d	۴۳/۰۶ (۰/۲۲)b	۳۴/۴۶ (۰/۳۴) b
	زیر تاج پوشش بسته	۶/۶۲ (۰/۰۴)b	۲/۱۴ (۰/۰۱)c	۳/۶۸ (۰/۰۲)c	۱۲/۹۸ (۰/۵۲)e	۵۰/۴۰ (۰/۲۲)a	۳۶/۶۱ (۰/۲۹)a
	F-Value	۲۶/۷۴**	۸۲۵۵/۴۶**	۵۱۳۹/۵۷**	۴۱۰۸/۴۲**	۳۴۴۳/۲۱**	۳۱۲۵/۲۸**
عمق خاک (سانتی‌متر)	۰ -۱۵	۶/۶۶ (۰/۰۴)	۲/۳۹ (۰/۰۴)a	۴/۱۱ (۰/۰۶)a	۳۵/۳۶ (۰/۸۴)a	۳۸/۱۶ (۰/۴۷)c	۲۶/۴۶ (۰/۳۸)c
	۱۵ -۳۰	۶/۷۰ (۰/۰۴)	۲/۳۱ (۰/۰۳)b	۳/۹۴ (۰/۰۵)b	۲۸/۹۸ (۰/۸۹)b	۴۱/۵۵ (۰/۴۰)b	۲۹/۴۶ (۰/۵۲)b
	۳۰ -۴۵	۶/۶۸ (۰/۰۳)	۲/۲۹ (۰/۰۳)c	۳/۹۴ (۰/۰۵)b	۲۵/۵۴ (۱/۱۰)c	۴۴/۰۸ (۰/۳۹)a	۳۰/۳۷ (۰/۷۶)a
	F-Value	۰/۲۷ns	۱۵۰/۰۱**	۱۰۵/۷۰**	۹۳۷/۵۰**	۱۳۸۲/۶۲**	۳۶۲/۱۵**
	میکروسایت × عمق خاک	۰/۲۵ns	۱۹۸/۸۹**	۱۳۱/۵۴**	۷۲/۴۲**	۲۱/۸۱**	۲۰۲/۸۶**

**: در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ معنی‌دار است. حروف متفاوت در هر ستون وجود تفاوت را در سطح ۹۹ درصد (P<۰/۰۱) نشان می‌دهد.
ns: عدم معنی‌داری می‌باشد.

ظرفیت تبادل کاتیونی و عناصر غذایی خاک

بیشترین و کمترین مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی بترتیب در زیر تاج پوشش بسته و بالای ماند مشاهده گردید و عمق‌های مختلف خاک نیز تفاوت آماری معنی‌داری را نشان داده‌اند بطوری که بیشترین مقادیر این

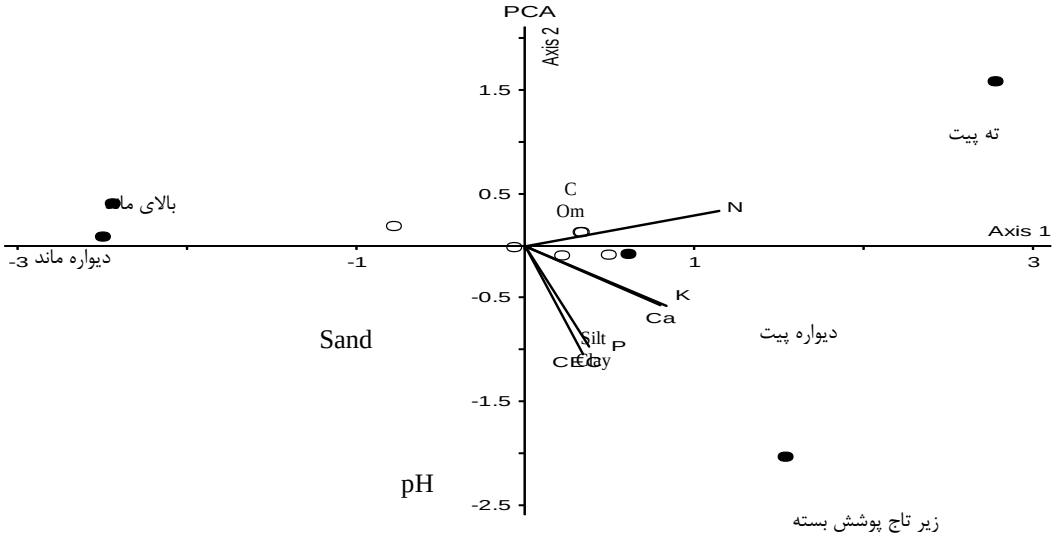
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

مشخصه در عمق‌های پایین‌تر خاک تجمع پیدا کرده‌اند (جدول ۲). میکروسایت ته پیت و عمق اول خاک دارای بیشترین مقدار درصد ازت بوده و کمترین مقدار آن در دیواره ماند و عمق سوم خاک مشاهده گردید (جدول ۲). مقادیر فسفر، پتاسیم و کلسیم قابل جذب در زیر تاج پوشش بسته دارای بیشترین مقادیر بوده و کمترین مقدار آن‌ها بترتیب به میکروسایت‌های بالا، دیواره و بالای ماند اختصاص داشته است. مقادیر مشخصه‌های فسفر و پتاسیم قابل جذب از لایه‌های بالاتر خاک به سمت لایه‌های پایینی دارای روند کاهشی و مقادیر کلسیم قابل جذب دارای روند افزایشی بوده است (جدول ۲). تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) نیز مؤید آنست که بیشترین مقادیر مشخصه‌های ظرفیت تبادل کاتیونی، فسفر، پتاسیم و کلسیم قابل جذب به زیر تاج پوشش بسته تعلق داشته در حالی که بیشترین مقدار نیتروژن خاک در میکروسایت ته پیت قابل مشاهده است (شکل ۳).

جدول ۲- میانگین (اشتباه معیار) ظرفیت تبادل کاتیونی و عناصر غذایی خاک در میکروسایت‌های مختلف پیت و ماند و در عمق های مختلف خاک

عوامل خاک / متغیرها		ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_{(+)}\ kg^{-1}$)	ازت کل (٪)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	کلسیم قابل جذب (meq/lit)
میکروسایت‌ها	بالای ماند	۲/۱۹ (۰/۰۱)e	۰/۱۱ (۰/۰۰)d	۵/۱۹ (۰/۰۲)e	۷۰/۷۸ (۰/۰۴)d	۵/۶۱ (۰/۰۳)d
	دیواره ماند	۲/۲۲ (۰/۰۱)d	۰/۱۰ (۰/۰۰)e	۵/۸۷ (۰/۰۲)d	۷۰/۱۰ (۰/۰۰)e	۵/۱۲ (۰/۰۰)e
	دیواره پیت	۳/۰۶ (۰/۰۰)c	۰/۱۵ (۰/۰۰)b	۷/۳۳ (۰/۰۰)c	۸۳/۴۶ (۰/۰۴)c	۷/۲۰ (۰/۰۰)c
	ته پیت	۳/۱۲ (۰/۰۰)b	۰/۲۰ (۰/۰۰)a	۹/۱۴ (۰/۰۰)b	۹۸/۱۰ (۰/۰۰)b	۸/۱۸ (۰/۰۰)b
	زیر تاج پوشش بسته	۱۰/۱۳ (۰/۰۰)a	۰/۱۳ (۰/۰۰)c	۲۸/۱۴ (۰/۱۶)a	۱۳۳/۱۴ (۰/۱۵)a	۱۱/۸۰ (۰/۰۲)a
	F-Value	۶۱۶۵۹۹/۱**	۳۰۲۵/۹۶**	۵۴۶۹۱۲/۷**	۱/۰E+۰۸**	۷۵۲۳۱/۰۸**
عمق خاک (سانتی‌متر)	۰ -۱۵	۴/۰۸ (۰/۲۳)c	۰/۱۵ (۰/۰۰)a	۱۱/۵۷ (۰/۷۲)a	۹۱/۵۲ (۱/۸۵)a	۷/۴۶ (۰/۱۸)c
	۱۵ -۳۰	۴/۱۶ (۰/۲۳)b	۰/۱۴ (۰/۰۰)b	۱۱/۱۴ (۰/۶۶)b	۹۱/۱۱ (۱/۷۹)b	۷/۶۳ (۰/۱۸)b
	۳۰ -۴۵	۴/۲۰ (۰/۲۳)a	۰/۱۳ (۰/۰۰)c	۱۰/۷۰ (۰/۶۰)c	۹۰/۷۲ (۱/۷۴)c	۷/۶۶ (۰/۱۷)a
	F-Value	۳۳۰/۴۸**	۱۳۳/۹۴**	۱۸۳۷/۸۸**	۳۹۴۶۶/۹۰**	۲۱۰/۹۵**
میکروسایت × عمق خاک		۴۷/۰۴**	۵۹/۷۱**	۱۶۰۹/۱۱**	۴۵۷۱۶/۸۳**	۱۲۱/۹۳**

**: در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ معنی‌دار است. حروف متفاوت در هر ستون وجود تفاوت را در سطح ۹۹ درصد (P<۰/۰۱) نشان می‌دهد.



شکل ۳- موقعیت مکانی میکروسایت‌های پیت و ماند، مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی، ظرفیت تبادل کاتیونی و عناصر غذایی خاک در آنالیز PCA (مؤلفه اول: مقدار ویژه=۴/۵۲، درصد واریانس متناظر با عامل=۷۵/۳۷، درصد واریانس تجمعی=۷۵/۳۷ و مؤلفه دوم: مقدار ویژه=۱/۳۶، درصد واریانس متناظر با عامل=۲۲/۷۰، درصد واریانس تجمعی=۹۸/۰۷).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

ظرفیت تبادل کاتیونی

بیشترین و کمترین مقادیر مشخصه ظرفیت تبادلی کاتیونی بترتیب در زیر تاج پوشش بسته و بالای ماند مشاهده گردید و عمق‌های مختلف خاک نیز تفاوت آماری معنی‌داری را نشان دادند. بافت سنگین‌تر خاک در سطح جنگل باعث حفظ بیشتر ذخایر آلی خاک در مقایسه با خاک سبک‌تر میکروسایت‌های ماند شده است. با توجه به فزونی توأم درصد رس و کربن آلی در زیر تاج پوشش بسته در مقایسه با خاک زمین‌نماهای ماند، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک زیر تاج پوشش بسته بیش از چهار برابر خاک میکروسایت‌های ماند است. بطور کلی چنین استنباط می‌شود که تفاوت اصلی این دو خاک در درصد اجزای تشکیل دهنده بافت آن‌ها بوده و تفاوت مقادیر کربن آلی دو خاک نیز ناشی از تفاوت همین اجزاست. زیرا ایجاد کمپلکس‌های آلی- معدنی در خاک‌های با بافت سنگین‌تر باعث افزایش نگهداری هوموس در خاک می‌شود (۲۱). از طرفی وود (۳۰) عنوان نمود که رس‌ها دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی می‌باشند. حضور درصد بالاتر رس در اجزای شرکت کننده بافت خاک در زیر تاج پوشش بسته می‌تواند از جمله عوامل مؤثر در افزایش مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی در این میکروسایت نسبت به دیگر میکروسایت‌ها باشد. نوابزاده (۱۹) نیز بیان نمود که ظرفیت تبادل کاتیونی یک خاک بستگی به نوع کلوئیدهای خاک، درصد هوموس و مقدار رس خاک (بافت خاک) دارد و هر چه بافت خاک سبک‌تر باشد ظرفیت تبادلی کاتیونی آن کمتر است. جعفری‌حقیقی (۸) و نوابزاده (۱۹) عنوان نمودند که مواد آلی خاک به علت خواص الکترونگاتیویته زیاد، سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌شود. لذا تصور بر اینست که با کاهش مواد آلی خاک از لایه‌های بالایی به عمق‌های پایین‌تر از مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی کاسته شود. نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر حاکی از آنست که از عمق‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر، مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی اندکی بیشتر شده است. از آنجایی که میکروتوپوگرافی‌های ایجاد شده (پیت و ماندها) منجر به ایجاد شرایط ویژه‌ای در سطح جنگل شده‌اند به طوری که خصوصیات خاک نیز دارای شرایط غیر طبیعی نسبت به حالت‌های طبیعی گردیده لذا آبشویی از سطح بالایی ماند به بخش‌های پایین‌تر و همچنین تجمع آب در بخش‌های مختلف پیت منجر به تغییرات نامنظم و روند افزایشی مقادیر ظرفیت تبادلی در لایه‌های مختلف خاک شده است. از طرفی تجمع ذرات رس در لایه‌های پایین‌تر خاک می‌تواند از جمله عوامل تأثیرگذار بر روند افزایشی مقادیر ظرفیت تبادل خاک قلمداد شود.

نوربخش و همکاران (۲۰) به بررسی تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک پرداختند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که همبستگی ظرفیت تبادل کاتیونی با درصد مواد آلی، رس، سیلت و شن در سطح ۰/۰۰۱

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

درصد معنی‌دار است. در این میان این ویژگی‌ها همبستگی CEC با شن منفی ولی با مواد آلی، رس و سیلت مثبت است. در تحقیق حاضر نیز همبستگی ظرفیت تبادل کاتیونی با شن ($r = -۰/۷۳^{**}$) منفی و با رس ($r = ۰/۶۰^{**}$) و سیلت ($r = ۰/۸۱^{**}$) مثبت است. اما مقادیر CEC همبستگی منفی ضعیفی را با مواد آلی ($r = -۰/۰۹^{*}$) نشان داده است که تصور می‌شود بدلیل شستشوی خاک‌ها در میکروسایت‌های ایجاد شده در سطح جنگل باشد. همبستگی مثبت CEC با رس به دلیل مشارکت آن‌ها در ایجاد بارهای منفی و پدیده تبادل کاتیونی است و همبستگی منفی CEC با درصد شن از آن رو است که با افزایش شن اولاً از مقدار ذرات دیگر مانند رس کاسته می‌شود. به سخن دیگر، با افزایش شن ذراتی که دارای توانایی ایجاد بار منفی و ایجاد گنجایش تبادل کاتیونی هستند کاهش می‌یابد. این پدیده بصورت یک رابطه منفی معنی‌دار بین درصد شن و درصد رس خاک‌ها به چشم می‌خورد ($r = -۰/۹۶^{**}$). ثانیاً بین درصد شن و درصد مواد آلی خاک‌ها نیز یک رابطه منفی معنی‌دار وجود دارد ($r = -۰/۳۶^{**}$). بنابراین تأثیرکاهنده درصد شن بر CEC ناشی از ارتباط منفی درصد شن با درصد رس و مواد آلی خاک‌هاست (۳، ۲۹).

کاهش درصد مواد آلی خاک با افزایش درصد شن را می‌توان به سرعت افزون‌تر فرآیندهای تجزیه در خاک‌های شنی نسبت داد که تهویه بیشتری دارند (۲۷). تغییرات CEC بین لایه‌های مختلف خاک گویای آنست که علیرغم کاهش مواد آلی نسبت به عمق، افزایش رس در فرآیند انتقال باعث تغییرات توزیع CEC شده است بطوری که بین لایه‌های مختلف خاک مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در مقدار CEC مشاهده شد. چنین حالتی در تحقیق نوربخش و همکاران (۲۰) نیز گزارش شده است. میرخانی و همکاران (۱۷) عنوان نمودند که رس‌ها و مواد آلی خاک به علت سطح ویژه زیاد و باردار بودن نقش مهمی درCEC دارند و با افزایش مقدار رس و مواد آلی خاک مقدار CEC افزایش می‌یابد. این افزایش بسته به نوع رس نیز متفاوت بوده و به عنوان مثال خاک‌هایی با رس گروه اسمکتایت دارای CEC بیشتری نسبت به خاک‌هایی با رس گروه کائولینیت می‌باشند. همچنین آن‌ها گزارش دادند که افزایش pH خاک نیز با تأثیر بر تفکیک گروههای عامل در خاک‌های دارای بار وابسته به pH باعث افزایش CEC می شود. در تحقیق حاضر، خاک میکروسایت‌های مختلف دارای شرایط اسیدی بوده و ماندها دارای شرایط قلیایی‌تری بوده‌اند. اگرچه بیشترین مقادیر pH خاک به میکروسایت ماند تعلق داشته، اما بالاترین مقادیر CEC در زیر تاج پوشش بسته مشاهده گردید که تصور می‌شود کاهش مقادیر CEC روی میکروسایت‌های ماند بدلیل مقادیر کمتر سوبسترای مواد آلی و آبشویی بالا روی این زمین‌نما می‌باشد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

عناصر غذایی خاک

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میکروسایت ته پیت و عمق اول خاک دارای بیشترین مقدار درصد ازت بوده و کمترین مقدار آن در دیواره ماند و عمق سوم خاک مشاهده شد. میزان نیتروژن کل رابطه مستقیم با درصد مواد آلی دارد که با نتایج بدست آمده در تحقیقات سانچز- مارانون و همکاران (۲۴) مطابقت دارد. ناچترگال و همکاران (۱۸) بیان می‌کنند که ماندها با توجه به اینکه نسبت به سطح زمین ارتفاع بیشتری را ایجاد می‌کنند لذا به دلیل آبشویی و زهکشی، محتوی کربن و نیتروژن روی ماند تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. چنین پدیده‌ای در تحقیق حاضر نیز قابل مشاهده است. جعفری‌حقیقی (۸) بیان می‌کند که خاک‌های اشباع از آب از نظر ازت غنی‌تر از سایر خاک‌ها می‌باشند و مقدار آن در طبقات زیرین کمتر از لایه‌های سطحی می‌باشد. موقعیت پیت با دارا بودن شرایط ویژه‌اش (گودی در زمین) فضای مناسبی را برای تجمع آب و لاش ریزی برگ فراهم می‌آورد، لذا درصد رطوبت در این موقعیت بیش از سایر میکروسایت‌ها می‌باشد. در موقعیت ماند نیز، تشکیل برآمدگی روی زمین منجر به زهکشی بیشتر خاک در این موقعیت شده و آب خاک در این برآمدگی‌ها به بخش‌های پایین‌تر خاک منتقل می‌شود (۱۳). مقادیر فسفر در زیر تاج پوشش بسته دارای بیشترین مقادیر بوده و کمترین مقدار آن به میکروسایت‌های ماند اختصاص داشته است. زیونگون و بای- لاین (۳۱) عقیده دارند که پروسه‌های شیمیایی و زیستی روی پراکنش فسفر خاک تأثیر می‌گذارند.

سیستم گسترش ریشه، مقدار و کیفیت مواد اضافه شده به خاک، فعالیت‌های آنزیمی برون سلولی، کلات‌های آلی تولید شده در خاک و فعالیت موجودات زنده خاک از جمله عواملی هستند که روی پراکنش فسفر مؤثرند (۱۰). سطح جنگل به دلیل تماس مستقیم با لاش برگ درختان حاوی مقادیر بسیار بالایی از عناصر غذایی است که از طریق تجزیه لاش برگ‌ها به خاک بر می‌گردد، لذا این میکروسایت دارای مقادیر بالاتری از عناصر غذایی نسبت به دیگر میکروسایت‌ها بوده است.

در حالی که میکروسایت ماند با توجه به ساختار ظاهری‌اش، لاش برگ‌های کمتری را بصورت ثابت روی خود نگه می‌دارد و به همین دلیل از عناصر غذایی ضعیف می‌باشد. از طرفی به دلیل قابلیت زهکشی بالا در میکروسایت ماند، مقادیر کمی از عناصر غذایی موجود در این زمین‌نماها نیز که در اثر تجزیه بقایای گیاهی واقع روی آن‌ها ایجاد می‌شوند به لایه‌های پایین‌تر خاک منتقل گردیده لذا بخش‌های بالایی خاک از این عناصر فقیرند. همچنین کوچکی و همکاران (۱۵) عنوان نمودند رس‌ها نقش بسیار مهمی در عرضه عناصر غذایی دارند زیرا مکان‌هایی را برای جذب سطحی تولید می‌کنند. کانی‌های رس با داشتن بار منفی کاتیون‌های غذایی را جذب می‌کنند. میکروسایت سطح جنگل دارای درصد بالاتری از رس در بافت خود بوده است لذا توانایی بالاتری را برای جذب عناصر

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

غـذایی موجـود در خـاک (فسـفر، پتاسـیم و کلسیم) داشته است. مقادیر پتاسیم نیز همانند فسفر در سطح جنگـل دارای بیشـترین مقـدار بوده و کمترین مقدار آن به میکروسـایت‌هـای ماند اختصاص داشته است. درصد بالای مقادیر پتاسیم در سطح جنگل نیز می‌تواند در ارتباط مستقیم با منـابع غـذایی فـراوان (لاشـبرگ و بقایای گیـاهی) در کـف جنگـل قابـل توجیـه باشد. همچنـین لایـه‌هـای بـالایی خـاک نیـز محتـوی ذخـایر بیشـتری از عناصـر غـذایی (بواسطه نزدیکی به منـابع غـذایی) نسـبت بـه لایه‌های پایین‌تر خـاک مـی‌باشـند. جعفـری-حقیقی (۸) بیان می‌کند که مواد آلی خاک به عنوان منبع اصلی عناصر غذایی ازت، فسـفر و همچنین پتاسیم در خاک می‌باشد و از آنجایی که سطح خاک دارای بالاترین مقادیر مواد آلی است لذا بیشترین مقادیر عناصر غذایی نیـز در لایه‌های سطحی خاک قابل مشاهده است.

با افزایش درصد شن بدلیل عواملی ماننـد کم بودن مواضع تبادلی در ایـن جـزء معـدنی، بزرگ بودن منافـذ و زهکشـی خـوب آبشـویی پتاسیم زیاد و از غلظت پتاسیم محلول کاسـته می‌شود (۹). چنین حـالتی در تحقیـق حاضـر نیز نمایانگر است به طوری که میکروسایت‌های ماند دارای بالاترین مقادیر درصد شـن بـوده و کمترین مقادیر پتاسیم را نیز به خود اختصاص داده‌اند. از طرف دیگر خـاک‌هـای بـا ظرفیـت تبادل کاتیونی بالا توانایی زیادی در نگهـداری پتاسیم در مواضع تبادلی خواهنـد داشـت. بـه عبارت دیگر خاک‌هایی که بار الکتریکی منفـی سطحی بیشتری نسـبت بـه واحـد وزن دارنـد (ماننـد خـاک‌هـای بـا رس غالـب اسـمکتیت) قابلیت جذب بیشتری بـرای پتاسـیم خواهنـد داشـت (۲۶). بـالا بـودن مقـادیر پتاسـیم در میکروسایت سطح جنگل مؤید همـین مطلـب است. از طرفی، دوات‌گر و همکاران (۲) عنـوان نمودند که خاک‌های با پتاسیم قابل جذب بـالا عمدتاً در خاک‌های با رس بیشـتر وجـود دارد. در تحقیق حاضر نیز بیشـترین مقـادیر درصـد رس در زیر تاج پوشـش بسـته قابـل مشـاهده می‌باشد. کلسیم نیز همانند عناصر غذایی قبلی دارای مقادیر بالاتری در زیر تاج پوشش بسـته (بواسطه حضور منـابع غـذایی فـراوان در کـف جنگـل) بـوده و کمتـرین مقـدار آن بـه میکروسایت‌های ماند اختصـاص داشـته اسـت. بررسی عمق‌های مختلف خاک نیز بیانگر روند نزولی مقادیر کلسیم خاک در اعماق پـایین‌تـر خاک می‌باشد. روند کاهشی مقـادیر مشخصـه کلسیم می‌تواند بواسطه روند افزایشـی مقـادیر مشخصه‌های پتاسیم و فسـفر در خـاک باشـد بـدلیل اینکـه بـین عناصـر ذکـر شـده پدیـده ناسـازگاری وجـود دارد (۷). همچنـین بـالاتر بودن مقادیر کلسیم در لایه‌های پایینی خـاک را می‌توان به فعالیت بیشتر کرم‌های خاکی در این لایه‌ها نسبت داد بطوری که در اثر فعالیت کرم‌های خـاکی مقـادیر کلسـیم قابـل جـذب خاک افزایش می‌یابد (۲۳). از طرفی قابل ذکر اسـت کـه لاشـه کـرم‌هـای خـاکی سرشـار از پـروتئین‌هـا (۵۴ تـا ۷۲ درصـد وزن خشـک) خصوصاً کلسیم می‌باشد (۲۵). کوچ و همکاران (۱۴) در تحقیق خود بیان نمودند که در فصل تابستان (زمان نمونه‌برداری در تحقیق حاضـر)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

اکثر کرم‌های خاکی به لایه‌های پایین‌تر خاک مهاجرت می‌کنند (برای دوری از درجه حرارت بالای لایه‌های بالایی خاک) و دوره‌های گرما را در اعماق پایین‌تر خاک سپری می‌کنند. لذا حضور کرم‌های خاکی در اعماق پایین‌تر خاک می‌تواند روی مقادیر کلسیم خاک تأثیرگذار باشد.

فرآیند خاک‌سازی تحت تأثیر عوامل مختلفی در بوم‌سازگان‌های جنگلی قرار دارد. با توجه به طولانی بودن فرآیند پیدایش خاک، برهم خوردن خاک می‌تواند نقش بسزایی در پدیده تشکیل خاک داشته باشد. لذا ریشه‌کن شدن درختان و تشکیل میکروسایت‌های متعدد (پیت و ماندها) می‌تواند باعث ایجاد شرایط ناهمگن و غیریکنواخت در بوم‌سازگان خاکی شود که در نهایت منجر به افزایش تنوع گونه‌های گیاهی، افزایش تنوع زیستی و پایداری بوم‌سازه می‌شود. مدیریت درختان ریشه‌کن شده از جمله ضروریات اساسی در بحث مدیریت بوم‌سازگان‌های جنگلی هیرکانی ایران است که بایستی مورد توجه خاص قرار گیرد.

منابع

1. Binkley, D. 1996. Forest nutrition management. U.S.A., A Wiley-Inter Science Publication, New York, 289 pp.
2. Davatgar, N., M. Kavoosi, M.H. Alinia and M. Peikan. 2005. Investigation of Pottasium status in relation to soil physico-chemical characers in agriculture lands of Guilan, Agriculture and Natural Resources Journal, 4: 71-88. (In Persian)
3. Foladmand, H.R. 2008. Determination of Cation Exchange Capacity using some of physico-chemical properties, Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences Journal, 15(1): 11-18. (In Persian)
4. Gabet, E.J., O.J. Reichmann and E.W. Seabloom. 2003. The effects of bioturbation on soil processes and sediment transport. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 31: 249-273.
5. Ghazanshahi, J. 1997. Soil and plant analysis. Homa Publications, 311 pp. (In Persian)
6. Habibi Kaseb, H. 1992. Forest soils. Tehran University Publications, 424 pp. (In Persian)
7. Habibi Kaseb, H. and M.R. Lesani. 1985. Studying soil conditions and the quality of yew forest stands in Iran, Natural Resources of Iran Journaland 39: 13-26. (In Persian)
8. Jafari Haghighi, M. 2003. Soil analysis methods, Nedaye Zohi Publications, 236 pp. (In Persian)
9. Jalali, M. and D.L. Rowell. 1999. The effect of cation exchange capacity, source of calcium and rate of potassium application on the leaching of K in a sandy soil. In: A. E. Johneston and W. Maibaum (Eds.), Balanced Fertilization and Crop Response to Potasium. 307 pp. IPI, Basel, Switzerland.
10. Kiani, F., A. Jalalian, A. Pashayee and H. Khademi. 2007. The role of forest utilization, conservation and degradation of rangelands on soil quality indicators in

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

Loss lands of Golestan province, Agriculture and Natural Resources Sciences Journal of Esfahan, 41: 453-463. (In Persian)
11. Kooch, Y., S.M. Hosseini, J. Mohammadi and S.M. Hojjati. 2011. Analysis of earthworms patchy distribution and variability of soil biochemical properties under single-tree influences. International Journal of Environmental Research, 1 (7): 1813-1829.
12. Kooch, Y., S.M. Hosseini, J. Mohammadi and S.M. Hojjati. 2012. Effects of uprooting tree on herbaceous species diversity, woody species regeneration status and soil physical characteristics in a temperate mixed forest of Iran. Journal of Forestry Research, 23(1): 81-86.
13. Kooch, Y., S.M. Hosseini and M. Akbarinia. 2008. The ecological effects of pit and mounds created by a windthrow on understory of hyrcanian forests. Journal of Silva Balcanica, 9(1): 13-28.
14. Kooch, Y., H. Jalilvand, M.A. Bahmaniar and M.R. Pormajidian. 2009. Distribution of earthworms and theirs relation with some soil properties, Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 83: 18-27. (In Persian)
15. Koochaki, A., M. Hosseini and H. Khazayee. 1997. Soil Ecology, Ferdoosi University Publications, 258 pp. (In Persian)
16. Mc Cune, B. and M. Mefford. 1999. Multivariate analysis of ecological data Version 4.17, MJM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA, 233 pp.
17. Mirkhani, R., M. Shabanpoor and S. Saadat. 2005. Estimation of cation exchange capacity using components relative abundance and organic carbon in the soil of Lorestan province. Soil and Water Sciences Journal, 19(2): 235-242 (In Persian).
18. Nachtergale, L., K. Ghekiere, A.D. Schrijver, B. Muys, S. Lussaert and N. Lust. 2002. Earthworm biomass and species diversity in windthrow sites of a temperate lowland forest. Pedobiologia, 46: 440-451.
19. Navab Zadeh, M. 2007. Pedology, Agriculture Education Publications, 173 pp. (In Persian).
20. Nourbakhsh, F., A. Jalalian and H. Shariatmadary. 2003. Estimating of soil CEC using of soil physico-chemical characteristics, Agriculture and Natural Resources Sciences Journal of Esfahan. 3: 107-117. (In Persian)
21. Pare, T. and E.G. Gregorich. 1999. Soil texture effects on mineralization of nitrogen from crop residues and the added nitrogen interaction. Communicateions in Soil Sciences and Plants Analysis. 30: 145-147.
22. Phillips, J., D.A. Marion and A.V. Tukington. 2008. Pedologic and geomorphic impacts of a tornado blowdown event in a mixed pine - hardwood forest. Catena, 75: 278-287.
23. Rahmani, R. 1998. Investigation of soil invertebrate population and theirs relation with forest types in Neka. PhD Thesis of Forestry, Tarbiat Modares University, 117 pp. (In Persian)
24. Sanchez-Maranon, M., M. Soriano, G. Delgado and R. Delgado. 2002. Soil quality in Mediteranean mountain environment: effect of land use change. Soil Sciences Society of America Journal, 66: 948-958.
25. Sanjabi, A.A. 2003. Soil biology and biochemistry. Bo Ali Sina University Publications, 383 pp (In Persian).
26. Sharpley, A.N. 1989. Relationship between soil potasium forms and mineralogy. Soil Sciences Society of America Journal, 52: 1023-1028.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

27. Thuries, L., M. Pansu, C. Feller, P. Herrmann and J.C. Remy. 2001. Kinetics of added organic matter decomposition in a Meditaeranean sandy soil. Soil Biology and Biochemistry, 33: 997-1010.
28. Malakoti, M.J. and S.A. Riazi Hamedani.1991. Soil fertility University Center Publications, 801 pp.
29. Toth, T. and G. Jozefaciuk. 2002. Physicochemical properties of a solonetic toposequence. Geoderma, 106: 137-159.
30. Wood, M. 1995. Environmental soil biology. 2nd ed., Blackie Academic and Professional, Glasgow, 150 pp.
31. Xiongwen, Ch. and Li. Bai-Lain. 2003. Change in soil carbon and nutrient storage after human disturbance of primary Korean pine forest in Northern China. Forest Ecology and Management, 186: 197-206.
32. Yasrebi, J., N.A. Karimian, M. Mafton, A. Abtahi, A. Ronaghi and M.T. Asad. 2003. Distribution of nitrogen status in lime soils planted in Fars province and theirs with soil characteristics. Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences. 7: 39-51. (In Persian)
33. Zarin Kafsh, M. 2001. Forest soils. Institute of Forests and Rangelands Researches of Iran, 361 pp. (In Persian)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]

The Effect of Pit and Mound Landscape on Variability of Cation Exchange Capacity and Soil Nutrients

Yahya Kooch[1], Seyed Mohsen Hosseini[2] and Jahangard Mohammadi[3]

1- Assistant Professor, Tarbiat Modares University
(Corresponding Author: yahya.kooch@yahoo.com)
2- Associate Professor, Tarbiat Modares University
3- Associate Professor, University of Shahrekord
Received: February 28, 2013 Accepted: July 2, 2013

Abstract

Tree uprooting creates multiple microsites that can be effective on soil heterogeneity. In order to investigate the soil features in pit and mound location, twenty hectare areas of Tarbiat Modares University Experimental Forest Station studied that is located in Mazandaran province, in the north of Iran. Numbers of thirty four uprooted trees were found in study areas. Five microsites were considered including mound top, mound wall, pit bottom, pit wall and closed canopy. Soil samples were taken at 0-15, 15-30 and 30 - 45cm depths from all microsites using core soil sampler (81cm^2 cross section). Results indicated the most CEC, phosphorus, potassium and calcium were recorded in closed canopy. A greater amount of nitrogen was found in pit bottom. CEC, nitrogen, Phosphorus and potassium values had descending trend and calcium showed ascending trend with increasing soil depth. Our findings suggested that the presence of uprooted trees and pit - mound cause soil diversity.

Keywords: Uprooted trees, Microtopography, Microsite, Soil texture

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.4.0]