مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دوره ششم، شماره بیستم و سوم، بهار ۱۳۹۵

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۳۱ تأیید نهایی: ۱۳۹۴/۱۱/۲۵

صص ۱۰۸-۹۶

مدل‌سازی کیفیت خاک مناطق بیابانی رشتخوار تحت تأثیر تاغکاری با استفاده از تحلیل‌های آماری چندمتغیره

کاظم نصرتی*، دانشیار آبخیزداری، دانشکده‌ی علوم زمین - دانشگاه شهید بهشتی

محمد مهدی حسین‌زاده، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده‌ی علوم زمین - دانشگاه شهید بهشتی

سلمان زارع، استادیار بیابانزدایی، دانشکده منابع طبیعی - دانشگاه تهران

رویا ذوالفقاری، دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده‌ی علوم زمین - دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

مناطق خشک محیط‌های اکولوژیک حساس و شکننده و مستعد بیابان‌زایی هستند. این مناطق بحرانی که در آن‌ها بیابان‌زایی رخ می‌دهد، پایداری اکولوژیک بیابان‌ها را تعیین می‌نماید. به‌منظور مقابله با گسترش بیابان و خطرات ناشی از آن، طرح‌های احیای بیابان با کاشت گونه‌های مختلف اجرا می‌گردد که می‌توانند ویژگی‌های خاک را تحت تأثیر قرار دهند. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر گیاه سیاه‌تاغ بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تعیین شاخص‌های کیفیت خاک در روستای آهنگران واقع در جنوب غربی شهرستان رشتخوار می‌باشد. به این منظور، ۴۵ نمونه از سه منطقه شاهد، بین دو تاج و زیر تاج پوشش گیاهی جمع‌آوری گردید و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار pH، آهک، هدایت الکتریکی، رطوبت اشباع، رس، ماسه، کربنات و ازت کل بین سه منطقه نمونه‌برداری می‌باشد. با استفاده از تکنیک‌های آماری چندمتغیره مانند تحلیل عاملی، تحلیل مازاد داده و تحلیل کانونیک توابع تشخیص مدل کیفیت خاک بر اساس سه منطقه تعیین گردید که نتایج نشان داد pH و آهک با بیش‌ترین ضرایب از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین کیفیت خاک تحت تأثیر تاغکاری در منطقه‌ی مطالعاتی می‌باشند و در مجموع شاخص کیفیت خاک در مناطق بین تاج پوشش و زیر تاج پوشش دارای اختلاف معنی‌داری با منطقه شاهد (بدون پوشش تاغ) است.

واژگان کلیدی: فرسایش بادی، بیابان‌زایی، خصوصیات خاک، مدل کیفیت خاک.

نویسنده‌ی مسئول: * Email: k_nosrati@sbu.ac.ir

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی هیدروژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی تحت عنوان بررسی اثرات پوشش گیاهی و کارآیی مالچ شیمیایی در کنترل بیابان‌زایی در منطقه آهنگران، استان خراسان رضوی، می‌باشد.

۱- مقدمه

معضل بیابان‌زایی که در نتیجه‌ی توسعه یا افزایش اراضی کشاورزی و هم‌چنین فرسایش بادی ایجاد و تشدید می‌گردد، به‌عنوان یک چالش اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح می‌باشد. فرسایش تشدیدی به‌وسیله‌ی آب و باد در مناطق خشک، یکی از دلایل اصلی بیابان‌زایی قلمداد می‌شود. فرسایش بادی یکی از جنبه‌های مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود، به‌طوری‌که حدود یک ششم مساحت اراضی دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده است. باد به علت نیروی قوی و عملکرد در سطح وسیع و نیز نامساعد بودن شرایط مناطق خشک و بیابانی از نظر پوشش گیاهی، موجب افزایش میزان فرسایش در این مناطق می‌گردد (سعدالدین، ۱۳۸۹: ۶۴). با توجه به این‌که سطح کویرها و ماسه‌زارهای کشور ۳۴ میلیون هکتار و مراتع فقیر بیابانی ۱۶ میلیون هکتار برآورد گردیده است (جعفری و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۵۳) و بیش‌ترین فرسایش خاک در این مناطق صورت می‌گیرد، طبق آمار موجود هر ساله حدود یک هزار میلیارد ریال خسارت در اثر فرسایش بادی بر منابع طبیعی کشور وارد می‌شود (ملکی، ۱۳۸۹: ۱). به دنبال فرسایش بادی اراضی، منطقه بیابانی شده و خسارات زیادی به جای می‌گذارد. می‌توان گفت که مسئله‌ی فرسایش در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت فراوانی برخوردار است، چرا که جبران خاک فرسایش یافته به دلیل نامساعد بودن شرایط و شکننده بودن اکوسیستم، سخت و دشوار است (احمدی، ۱۳۹۱: ۶۵).

به‌منظور کنترل بیابانی شدن اراضی یا کاهش سرعت آن، راهکارهای مختلف مدیریتی-اجرایی وجود دارد اما انتخاب مناسب‌ترین راهکار بستگی به شناسایی عوامل، ارزیابی وضعیت و شدت بیابان‌زایی در هر منطقه دارد (اختصاصی و سپهر، ۱۳۹۰: ۱۵). مدیریت صحیح و منطبق بر اصول، بر پایه‌ی مطالعات ارتباطات بین خاک و گیاه و بررسی ویژگی‌های آن صورت می‌پذیرد. پوشش گیاهی می‌تواند نقش مهمی در حفاظت خاک در برابر فرسایش و هدر رفت عناصر غذایی آن ایفا کند (Reberg-Horton و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین هی و همکاران (۱۹۹۷)، طی مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که مناسب‌ترین روش برای کاهش سرعت باد و جلوگیری از فرسایش و حرکت ماسه‌های روان، ایجاد پوشش گیاهی بر روی تپه‌های ماسه‌ای می‌باشد. عاری بودن تپه‌های ماسه‌ای از گیاه و پوشش زنده باعث می‌شود که این تپه‌ها نتوانند در مقابل اثر فرسایشی بادهای شدید ثابت بمانند، در نتیجه با وزش باد جابه‌جا می‌شوند. بنابراین لازم است که اقدامات اساسی و مؤثر برای مهار کردن ماسه‌های روان و تثبیت دائمی آن‌ها صورت گیرد، مشروط به این‌که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

یکی از راه‌های تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش بیش‌تر، گیاه‌کاری با استفاده از گیاهان سازگار با محیط در منطقه‌ی تحت فرسایش می‌باشد. کشت گونه‌های تاغ در ایران از حدود ۴۰ سال پیش شروع شده که در ابتدا به منظور تثبیت ماسه‌های روان (نیک‌نهاد، ۱۳۸۱: ۸) و در ادامه، جهت اصلاح بسیاری از مراتع خشک و نیمه‌خشک به‌منظور احیا و اصلاح آن‌ها صورت گرفت (رحیمی‌زاده، ۱۳۸۹: ۲).

به‌منظور احیای مناطق بیابانی، طرح‌های بسیاری تحت عنوان طرح‌های بیابان‌زدایی اجرا می‌گردد که برخی از آن‌ها به دلیل عدم ارزیابی و مطالعه‌ی دقیق از منطقه‌ی مورد اجرا با شکست مواجه می‌شوند، بنابراین بررسی طرح‌های مورد اجرا در کشور با توجه به ضرورت و فوریت جلوگیری از گسترش و تسریع بیابان‌زایی لازم می‌باشد.

با توجه به این‌که گیاهان میکروکلیمای اطراف خود را تغییر داده (جعفری و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۵۴) و باعث تغییر نفوذپذیری آب و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک شده، چرخه‌ی عناصر غذایی را دستخوش تغییر کرده و بر درجه حرارت خاک و محیط و سرعت باد تأثیر می‌گذارند (Bailey, 1970: 250)، ضرورت بررسی تأثیر آن‌ها بر روی خصوصیات و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انکارناپذیر می‌باشد. هرچند تأثیر آن بر شاخص‌های کیفیت خاک کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. کاربرد تکنیک‌های آماری چندمتغیره مانند تحلیل عاملی و تحلیل تشخیص می‌تواند در تعیین شاخص‌های کیفیت خاک مفید باشد (نصرتی، ۲۰۱۳: ۱۰۴). بدین ترتیب با توجه به برهم‌کنش خاک و پوشش گیاهی، اثرات پوشش گیاهی در خاک‌های مختلف متفاوت می‌باشد، لذا در این تحقیق اثرات تاغ‌کاری در یکی

از کانون‌های فرسایش بادی شهرستان رشتخوار که مورد اجرای طرح ملی تاغ‌کاری بوده است، بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تعیین شاخص‌های کیفیت خاک در سه منطقه زیر تاج‌پوشش تاغ، بین دو تاج‌پوشش و منطقه‌ی فاقد تاغ مورد بررسی قرار گرفت تا بدین‌طریق اثرگذاری کاشت گونه سیاه‌تاغ در منطقه مشخص گردد.

جهت ارزیابی و مطالعه‌ی کیفیت خاک در مناطق بیابانی، مطالعات متعددی در ایران و خارج از ایران صورت گرفته است. در این مطالعات، سعی شده با استفاده از مدل‌ها و روش‌های متعدد الگویی منطقه‌ای برای آن ارائه کنند. کمیسیون اروپا به دنبال یک برنامه‌ی بین المللی برای تحقیق پیرامون بیابان‌زایی و تخریب اراضی و منابع آب بوده است.

یوسفی و کرتولی‌نژاد در مطالعه‌ی خود با عنوان اثرات تراکم و تنوع پوشش گیاهی بر کیفیت خاک به این نتیجه رسیده‌اند که آگاهی از چگونگی کیفیت خاک در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی برای مدیریت بهینه‌ی زمین‌ها و رسیدن به حداکثر بهره‌وری اقتصادی ضروری است. بنابراین در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از گونه‌های متنوع و نیز غیربومی در کنار گونه‌های بومی و تراکم بالای پوشش گیاهی جهت حفظ خاک و کارایی جنگل و مرتع قابل توصیه می‌باشد.

مهدوی اردکانی و همکاران (۱۳۸۹)، در تحقیقی ضمن بررسی تأثیر کشت گونه‌های تاغ، گز و اشنان بر خصوصیات خاک در منطقه‌ی چاه افضل یزد نتیجه گرفتند که کشت تاغ سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم و کاهش هدایت الکتریکی خاک شده است. هم‌چنین در اراضی زیرکشت گونه‌ی گز افزایش معنی‌داری در مقدار کربن، نسبت کربن به نیتروژن، پتاسیم، ماده آلی و واکنش خاک مشاهده شد. در این اراضی، تمام خصوصیات اندازه‌گیری شده در خاک زیر گیاه، مقادیر بیش‌تری را نسبت به خاک منطقه‌ی شاهد نشان داد. در مناطق تحت پوشش گیاه اشنان کاهش معنی‌دار در مقدار ماده‌ی آلی مشاهده شد.

رحیمی زاده و همکاران (۱۳۸۹) در مقایسه تأثیر کاشت گونه‌های تاغ و آتریپلکس، بر خصوصیات پوشش گیاهی و خاک مراتع دشت سلم‌آباد سر بیشه به این نتیجه رسیدند که حضور گونه‌های تاغ و آتریپلکس در مناطق مورد مطالعه باعث افزایش تاج پوشش تولید و درصد لاشبرگ و بهبود ترکیب گیاهی گردیده است. هم‌چنین نتایج تجزیه و تحلیل پارامترهای شیمیایی خاک نشان داد، کشت آتریپلکس به‌طور معنی‌داری سبب افزایش اسیدیته و کاهش کلسیم و کشت تاغ نیز سبب افزایش معنی‌دار اسیدیته و کاهش معنی‌دار سدیم، کلسیم، ماده آلی، فسفر و نیتروژن شده است.

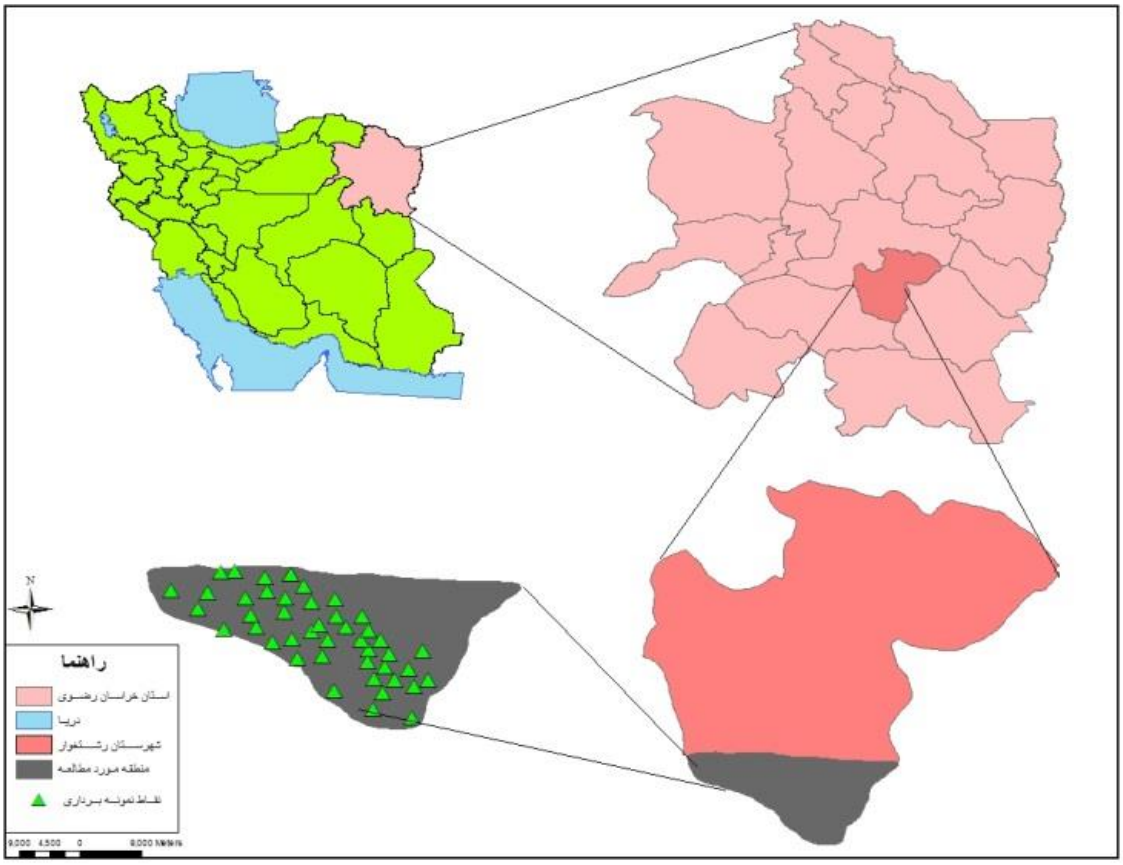
بذرافشان (۱۳۹۰) به بررسی اثرات عملیات احیا و اصلاح بیابان بر خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک و پوشش زیر اشکوب پرداخته و بیان می‌کند، آتریپلکس کانسنس و سیاه تاغ موجب موجب افزایش درصد پوشش و تراکم گیاهی زیر اشکوب شده و گیاه قره‌داغ تنها باعث افزایش درصد لاشبرگ سطحی خاک شده است. هم‌چنین مشاهده شده که آتریپلکس و تاغ، باعث افزایش EC، K، P، ماده‌ی آلی و کاهش وزن مخصوص و اسیدیته خاک شده است. هم‌چنین بیان می‌کند که کشت این گونه‌ها هیچ تأثیری بر بافت خاک در جهت بهبود یا تخریب نداشته است.

Li وهمکاران (۲۰۰۷) به مطالعه‌ی بیابان‌زایی از طریق چرای مفرط، در چهارده شهرستان در شمال مرکزی Ningxia در چین در سالهای ۱۹۹۳، ۲۰۰۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ممنوعیت چرا در این مناطق به همراه اقدامات مهندسی محیط زیست به بیابان‌زایی معکوس و ترویج بازسازی پوشش گیاهی کمک می‌کند.

۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه از لحاظ تقسیمات سیاسی، از توابع بخش جنگل شهرستان رشتخوار در استان خراسان رضوی بوده که بر روی پلایا مستقر گردیده و پس از آن ارتفاعات خواف قرار گرفته است. منطقه‌ی آهنگران یکی از کانون‌های فرسایش بادی در شهرستان رشتخوار است که به منظور جلوگیری از فرسایش بیشتر و خسارتهای ناشی از آن از سال ۱۳۸۵ طرح تاغ‌کاری در آن منطقه اجرا گردیده است (منابع طبیعی شهرستان رشتخوار، ۱۳۹۳).

منطقه در محدوده‌ی جغرافیایی ″۵۸ ′۲۴ °۳۴ و ″۵۱ ′۵۲ °۳۴ عرض شمالی و ″۲۳ ′۰۰ °۵۹ و ″۰۵ ′۳۷ °۵۹ طول شرقی، با مساحت ۵۸۳۹۷ هکتار، در فاصله تقریبی ۶۵ کیلومتری جنوب شهرستان رشتخوار قرار گرفته که جنوبی‌ترین قسمت جنت‌آباد و یکی از زیر حوضه‌های کال شور محسوب می‌گردد (شکل ۱). کم‌ترین ارتفاع این منطقه ۸۲۷ و بیش‌ترین ارتفاع آن ۱۲۲۰متر از سطح دریا بوده و دارای اختلاف ارتفاع ۳۹۳ متر می‌باشد که از نظر توپوگرافی تقریباً مسطح بوده و تنها دو منطقه‌ی نسبتاً مرتفع در شمال و جنوب منطقه وجود دارد. متوسط بارندگی سالانه در منطقه برابر با ۱۳۹/۵ میلیمتر است که میزان بیش‌ترین بارندگی در ماه‌های دی تا اردیبهشت می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷/۵ درجه‌ی سانتیگراد، و میانگین حداقل دما در دی‌ماه ۱۰/۱- درجه‌ی سانتیگراد و میانگین حداکثر دما در تیرماه ۳۱/۷ درجه‌ی سانتیگراد می‌باشد .همچنین جهت وزش باد غالب در ایستگاه شمال شرقی و در صد باد غالب ۱۸/۱ درصد نسبت به کل بادها می‌باشد، حداکثر درصد باد غالب در ماه مرداد بوده و برابر ۲۳ درصد می باشد.



شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه و موقعیت نقاط نمونه‌برداری

۳-مواد و روش‌ها

۳-۱- نمونه برداری و تجزیه‌ی آزمایشگاهی

ابتدا منطقه‌ی مورد مطالعه بر روی نقشه ۱/۵۰۰۰۰مشخص شده و نواحی تاغ‌کاری شده از نواحی بدون تاغ جدا گردید. برای نمونه‌برداری از روش تصادفی- سیستماتیک استفاده شد و نمونه‌برداری در سه منطقه‌ی زیر تاج‌پوشش تاغ و بین دو تاج‌پوشش تاغ و منطقه‌ی بدون تاج‌پوشش که منطقه‌ی شاهد می‌باشد در عمق ۰-۲۰ سانتیمتری از سطح خاک انجام گرفت. از هر منطقه تعداد ۱۵ نمونه و در مجموع ۴۵ نمونه برداشت شد (شکل ۱). خصوصیات خاک از قبیل میزان هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۱ با استفاده از EC متر، اسیدیته در عصاره۱:۱ با استفاده از دستگاه pH متر، درصد نسبی ذرات خاک شامل رس، سیلت و ماسه به روش هیدرومتری، درصد آهک به روش کلسیمتری، درصد ازت کل با استفاده از دستگاه کجلدال، درصد کربن آلی و درصد مواد آلی با استفاده از روش والکی و بلاک، درصد رطوبت اشباع، درصد کربنات، بیکربنات اندازه‌گیری شد.

۳-۲- تحلیل‌های آماری چندمتغیره

پس از اندازه‌گیری خصوصیات خاک و پردازش داده‌ها، آزمون واریانس یکطرفه (ANOVA) با طرح کاملاً تصادفی به‌منظور بررسی تأثیر تاغکاری بر ویژگی‌های مختلف خاک انجام گرفت و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن مقایسه گردید.

به‌منظور ارزیابی و ارائه‌ی مدل و یا شاخص مناسب کیفیت خاک (SQI) از روش Brejda و همکاران (۲۰۰۰) و نصرتی (۲۰۱۳) استفاده شد. در این روش با استفاده از آزمون‌های تحلیل عامل‌ها و تجزیه‌ی مؤلفه‌های اصلی، تحلیل تشخیص توابع و آنالیز مازاد داده، شاخص کیفیت خاک را محاسبه می‌نماید. ابتدا همبستگی متغیرها مورد بررسی قرار گرفته و بر اساس تحلیل عامل‌ها و تجزیه‌ی مؤلفه‌های اصلی فاکتورهای مختلف بر اساس مقادیر ویژه تعیین گردید. امتیازات هر یک از عامل‌ها بر اساس سه منطقه زیر تاج‌پوشش تاغ، بین دو تاج‌پوشش و منطقه‌ی فاقد تاغ تعیین شد و با آزمون تجزیه‌ی واریانس مورد تحلیل قرار گرفت. در مرحله بعد با استفاده از آزمون‌های تحلیل تشخیص توابع و آنالیز مازاد داده مهم‌ترین عامل و ضرایب آن‌ها تعیین شد. هم‌چنین با تکرار این آزمون‌ها مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر کیفیت خاک و ضرایب آن شناخته شد و در نهایت مدل کیفیت خاک تعیین شد. تمامی روش‌های آماری چندمتغیره با استفاده از نرم افزار SPSS IBM 19 صورت گرفت.

۴-بحث و نتایج

۴-۱- تأثیر تاغکاری بر ویژگی‌های مختلف خاک

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه مناطق تحت پوشش گیاه تاغ در سه منطقه‌ی شاهد، زیر تاج‌پوشش و بین دو تاج پوشش در منطقه‌ی آهنگران در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس یک طرفه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه‌ی آهنگران رشتخوار

خصوصیات خاک	منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
هدایت الکتریکی (ds/m)	بین گروهی	۲	۱۸۸۹۷۱۱/۹۳۸	۷/۵۴۱	۰/۰۰۲**
	درون گروهی	۴۲	۲۵۰۵۹۶/۲۱۲		
	کل	۴۴			
pH	بین گروهی	۲	۳/۸۶۴	۴۴/۱۲۷	<۰/۰۰۱**
	درون گروهی	۴۲	۰/۰۸۸		
	کل	۴۴			
مواد آلی (درصد)	بین گروهی	۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱۷	۰/۹۸۸ns
	درون گروهی	۴۲	۰/۰۹۲		
	کل	۴۴			
آهک (درصد)	بین گروهی	۲	۲۳/۸۸۶	۴/۵۸۹	۰/۰۱۶*
	درون گروهی	۴۲	۵/۲۰۵		
	کل	۴۴			
رطوبت اشباع (درصد)	بین گروهی	۲	۷۳/۸۴۹	۴/۹۰۸	۰/۰۱۲*
	درون گروهی	۴۲	۱۵/۰۴۸		
	کل	۴۴			
سیلت (درصد)	بین گروهی	۲	۰/۳	۰/۰۸	۰/۹ns
	درون گروهی	۴۲	۴/۱		
	کل	۴۴			
رس (درصد)	بین گروهی	۲	۰/۴۲۶	۶/۷۱	۰/۰۰۳**
	درون گروهی	۴۲	۰/۵۷		
	کل	۴۴			
ماسه (درصد)	بین گروهی	۲	۲۴/۰۹۴	۵/۹۴۵	<۰/۰۰۱**
	درون گروهی	۴۲	۴/۰۵۳		
	کل	۴۴			
کربنات (درصد)	بین گروهی	۲	۳/۰۴۳	۰/۸۶۱	<۰/۰۰۱**
	درون گروهی	۴۲	۳/۵۳۴		
	کل	۴۴			
بیکربنات (درصد)	بین گروهی	۲	۰/۶۴۲	۰/۲۰۱	۰/۱۶۰ns
	درون گروهی	۴۲	۳/۱۸۶		
	کل	۴۴			
ازت کل (درصد)	بین گروهی	۲	۰/۰۰۰۰۱۹	۲۴/۵۹۴	<۰/۰۰۱**
	درون گروهی	۴۲	۰/۰۰۰۰۴۶		
	کل	۴۴			

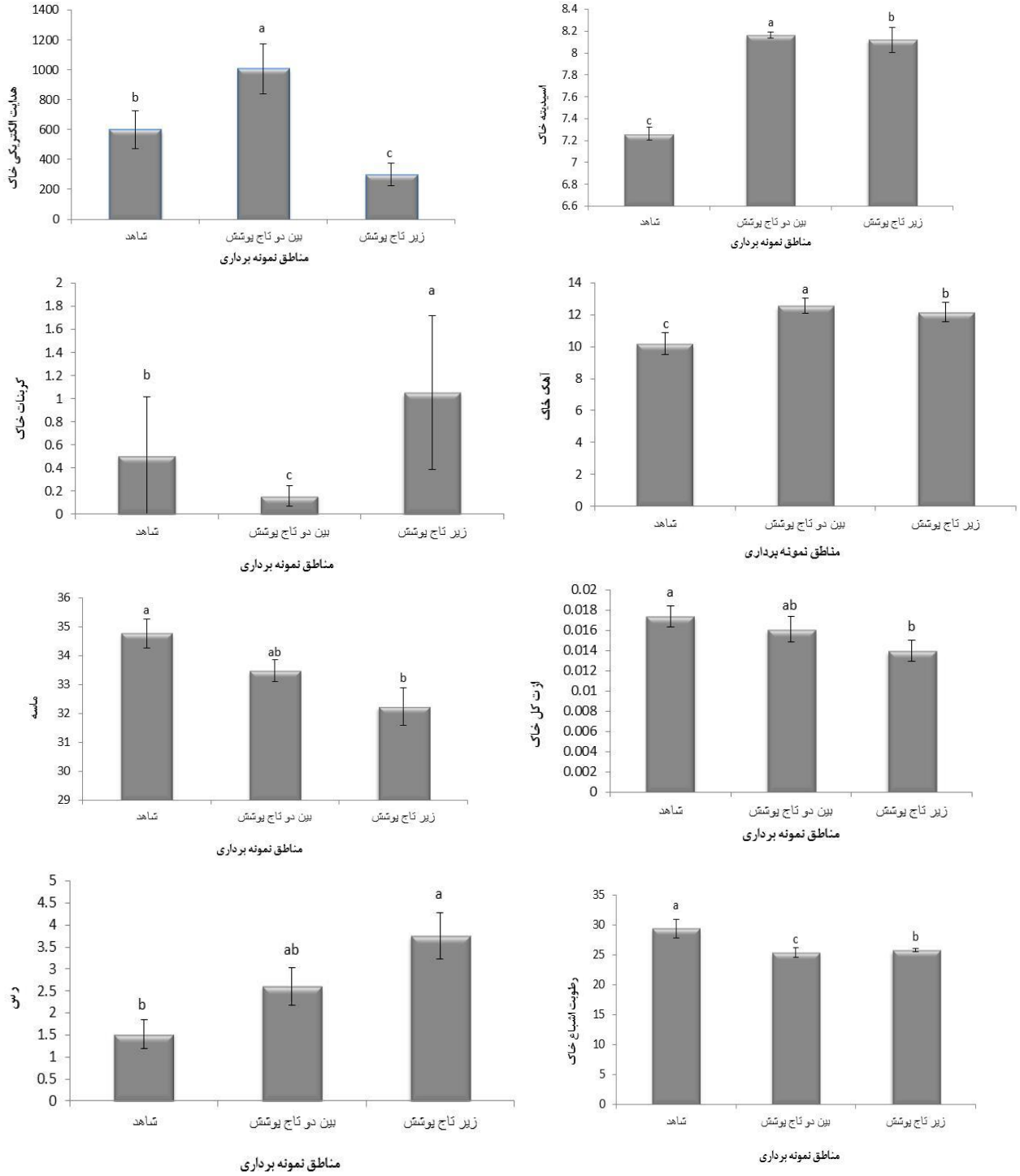
ns و * و ** به ترتیب نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که مقادیر هدایت الکتریکی،pH ، آهک، رطوبت اشباع، رس، ماسه، کربنات و ازت کل در سه منطقه‌ی شاهد، زیر تاج‌پوشش و بین دو تاج‌پوشش، دارای اختلاف معنی‌دار بوده اما مقادیر

بی‌کربنات، سیلت و مواد آلی دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند. نتایج به‌دست آمده، بیانگر آن است که مقادیر pH و هدایت الکتریکی بین سه گروه بین دو تاج، زیر تاج و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بوده و میزان هدایت الکتریکی در قسمت بین دو تاج از دو منطقه‌ی شاهد و زیر تاج بیشتر می‌باشد. نتایج حاصله از آزمایشات نشان می‌دهد که میزان کربنات در سه منطقه‌ی زیر تاج‌پوشش، بین دوتاج و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بوده و مقادیر آن در زیر تاج‌پوشش بیش‌تر از دو منطقه‌ی دیگر است و مقادیر بی‌کربنات در سه منطقه‌ی فوق معنی‌دار نمی‌باشد و میانگین آن در زیر تاج بیش‌تر از دو منطقه‌ی دیگر می‌باشد. با توجه به نتیجه‌ی آزمایشات انجام شده، میزان ماده‌ی آلی در سه منطقه‌ی نمونه‌برداری شده، دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد. در آزمایشات انجام شده، میزان آهک موجود در خاک‌های نمونه‌برداری شده از بین سه منطقه‌ی زیر تاج‌پوشش، بین دوتاج و شاهد در سطح ۵٪ دارای اختلاف معنی-دار می‌باشد. نتایج آماری بدست آمده از آزمایشات انجام شده، میزان ازت کل در سه منطقه‌ی نمونه‌برداری شده دارای اختلاف معنادار می‌باشد. با توجه به نتایج آزمایشات صورت گرفته شده میزان رطوبت اشباع در سه منطقه‌ی مورد مطالعه در سطح ۵٪ دارای اختلاف معنادار می‌باشد و مقادیر آن در منطقه‌ی شاهد بیش از دو منطقه‌ی زیر تاج‌پوشش و بین دو تاج است. در نتایج حاصله از بافت خاک در خاک نمونه‌برداری شده از سه منطقه‌ی زیر تاج‌پوشش، بین دو تاج و شاهد مشاهده گردید که میزان رس و ماسه موجود در خاک در این سه منطقه دارای تفاوت معنادار می‌باشد. میزان رس در زیر تاج‌پوشش و مقادیر ماسه در منطقه‌ی شاهد بیش‌تر می‌باشد (شکل ۲).

۲-۴- شاخص کیفیت خاک

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه بر اساس سه گروه شاهد، بین دو تاج و زیر تاج‌پوشش گیاهی نشان داد که مواد آلی، بی‌کربنات و سیلت به دلیل عدم معنی‌داری، از مجموعه‌ی داده‌ها برای تحلیل آماری چندمتغیره حذف شدند و در تعیین مدل کیفیت خاک نقشی نخواهند داشت. انجام تحلیل عاملی بر داده‌های ویژگی‌های خاک، باعث ایجاد ۳ عامل با مقادیر ویژه‌ای بیش از یک شد. این ۳ عامل در مجموع ۷۲/۴ درصد واریانس بین داده‌ها را را توجیه می‌نمایند. بنابراین در تحلیل عامل‌ها از خصوصیات این ۳ عامل استفاده می‌شود (جدول۲). در نهایت، مقدار بار یا وزن ویژه‌ی عامل‌ها با استفاده از روش تجزیه‌ی مؤلفه‌های اصلی تعیین گردید. بار عامل‌های قوی براساس مقادیر عددی بیش از ۰/۷۵تعیین شد. در جدول ۲ میزان بار هر عامل قابل مشاهده است. عامل اول که پارامترهای pH، کربنات و آهک را شامل می‌گردد، بیش‌ترین میزان واریانس توجیه شده به میزان ۳۸/۵٪ را دارا می‌باشد، این عامل هم-چنین در نتایج حاصل از آزمون تحلیل تشخیص بیش‌ترین ضریب را به دست آورد (جدول ۲). عامل‌های بعدی نیز به ترتیب، ۱۷/۶و ۱۶/۲ درصد واریانس را توجیه می‌نمایند. در عامل دوم هدایت الکتریکی و درصد رطوبت اشباع و در عامل سوم درصد رس و شن به عنوان پارامترهای مؤثر شناخته شدند.



شکل ۲: نمودار مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سه گروه شاهد، بین دو تاج و زیر تاج پوشش گیاهی

جدول ۲: نتایج تحلیل عاملی با استفاده از واریماکس متعامد چرخشی

متغیرها	عامل‌ها		
	۱	۲	۳
EC	-۰/۲۰	-۰/۸۰	۰/۱۴
pH	۰/۸۵	-۰/۰۹	-۰/۳۴
کربنات	۰/۷۶	۰/۰۰	-۰/۳۳
درصد رطوبت اشباع	-۰/۲۳	۰/۷۶	۰/۱۸
درصد رس	۰/۱۰	۰/۰۸	-۰/۹۰
درصد شن	-۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۷۷
آهک	۰/۸۴	-۰/۰۵	۰/۲۴
نیتروژن کل	-۰/۴۶	۰/۵۵	۰/۳۵
مقادیر ویژه	۳/۱	۱/۴	۱/۳
واریانس	۳۸/۵	۱۷/۶	۱۶/۲
واریانس تجمعی	۳۸/۵	۵۶/۱	۷۲/۴
ضرایب عامل‌ها	۱/۳	-۰/۶	-۱/۱

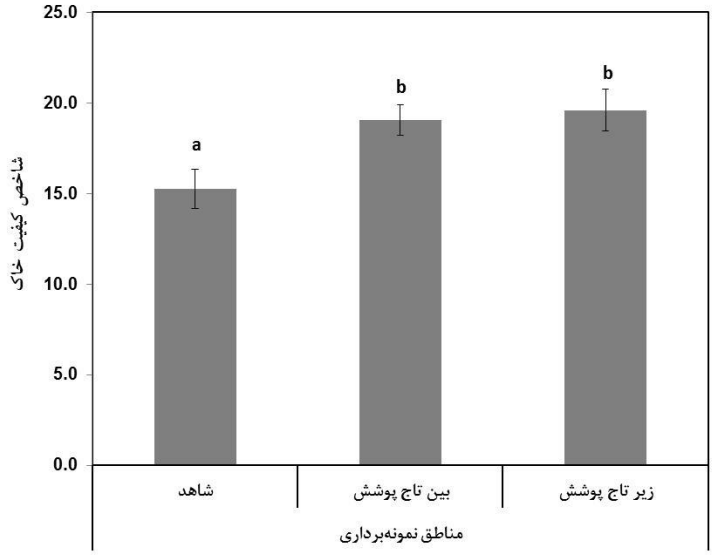
پس از مشخص شدن عامل‌ها و پارامترهای آن‌ها آزمون تجزیه واریانس به منظور مشخص شدن معنی‌داری امتیازهای هر عامل بر اساس سه گروه شاهد، بین دو تاج و زیر تاج پوشش گیاهی، انجام گرفت. نتایج آزمون تجزیه واریانس بر اساس سه گروه شاهد، بین دو تاج و زیر تاج پوشش گیاهی روی ۳ عامل فوق نشان داد که عامل‌های یک و سه دارای تفاوت معنا داری در سطح ۰/۰۵ هستند. بنابراین پارامترهای این عامل‌ها برای تحلیل‌های بعدی حفظ و پارامترهای عامل دوم حذف شدند.

نتایج تحلیل مازاد داده و تحلیل کانونیک توابع تشخیص روی عامل‌های یک و سه نشان داد که ضرایب کانونیک توابع تشخیص بیش از ۸۵ درصد واریانس ار توجیه می‌نمایند. ضرایب حاصل از این تحلیل‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به این ضرایب مدل اولیه کیفیت خاک بر اساس عامل‌های حاصل از تحلیل عاملی به صورت رابطه ۱ می‌باشد.

رابطه‌ی ۱ $Y1= ۱/۳ (\text{عامل ۱}) - ۰/۶ (\text{عامل ۲}) - ۱/۱ (\text{عامل ۳})$

آنالیز مازاد داده و تحلیل کانونیک توابع تشخیص بر خصوصیات خاک که در عامل‌های یک و سه مشارکت دارند انجام گردید و نشان داد که کربنات و pH دارای بیش‌ترین ضرایب کانونیک بوده و مهم‌ترین خصوصیات خاک در تفکیک سه گروه شاهد، بین دو تاج و زیر تاج‌پوشش گیاهی می‌باشند (رابطه ۲). در نهایت، مدل کیفیت خاک به صورت رابطه‌ی ۲ ارائه گردید و بر اساس این رابطه شاخص کیفیت خاک در هر سه منطقه شاهد، بین دو تاج و زیر تاج‌پوشش گیاهی محاسبه شد (شکل ۳). نتایج نشان داد شاخص کیفیت خاک در هر سه منطقه دارای تفاوت معنی‌داری است ($F=۷۸$ و $p<۰/۰۰۱$).

رابطه‌ی ۲ $Y2 = -(\text{آهک} \times ۰/۱۲) + (\text{pH} \times ۲/۵) - (\text{رس} \times ۰/۰۳) - (\text{شن} \times ۰/۱۹) + (\text{کربنات} \times ۳/۷)$



شکل ۳: مقایسه میانگین شاخص کیفیت خاک در سه منطقه شاهد، بین دو تاج و زیر تاج پوشش گیاهی (حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین مناطق نمونه‌برداری است).

میزان هدایت الکتریکی و pH خاک در زیر تاج‌پوشش تاغ نسبت به میزان آن‌ها در بین دو تاج‌پوشش تاغ کم‌تر می‌باشد. به دلیل سایه‌اندازی تاج‌پوشش در ناحیه زیر درخت، تبخیر کم‌تر بوده و انتقال املاح در اثر خاصیت شعریه کاهش می‌یابد، این امر می‌تواند یکی از دلایل کاهش هدایت الکتریکی در زیر تاج‌پوشش سیاه‌تاغ می‌باشد (مهدوی اردکانی)، که با نتایج مطالعات ناصری (۱۳۷۶) و مهدوی اردکانی (۱۳۸۹) مطابقت دارد. میزان هدایت الکتریکی نیز در مطالعات ناصری (۱۳۷۸)، خلخالی (۱۳۷۸)، جعفری (۱۳۸۲) و ساداتی‌نژاد (۱۳۹۱) معنی‌دار می‌باشد. با توجه به این- که انتقال املاح موجود در خاک سطحی در خاک‌های سبک زیاد است (جعفری و همکاران، ۱۳۸۳) و نیز عمق نمونه‌برداری از منطقه‌ی مورد مطالعه ۰-۲۰ سانتیمتری سطح خاک می‌باشد، مقدار کم PH خاک در زیر تاج‌پوشش تاغ توجیه‌پذیر می‌نماید و با نتایج مطالعات جعفری و همکاران (۱۳۸۳)، ذوالفقاری (۱۳۸۹) و Virtanen و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. در نتایج حاصله مشاهده گردید که میزان رس و سیلت در زیر تاج‌پوشش سیاه‌تاغ دارای اختلاف بوده و معنی داری بالایی دارند، باید توجه داشت که بافت خاک خصوصیتی نیست که بتوان در کوتاه‌مدت یا در نتیجه کشت آن را تغییر داد، می‌توان این امر را ناشی از بادبردگی ذرات سبک و سبک متمایل به متوسط همانند رس و سیلت دانست که به وسیله تاج‌پوشش سیاه‌تاغ به دام افتاده و در زیر تاج‌پوشش تجمع نموده‌اند و در نهایت میزان ماسه در منطقه‌ی شاهد با معنی‌داری بالایی افزایش می‌یابد. با توجه به مطالعات انجام شده در مناطق بیابانی، ذرات ریز و کربنات‌ها توسط تاج‌پوشش‌های موجود در منطقه به دام افتاده و باعث افزایش این مواد در زیر تاج‌پوشش می‌گردند (Li و همکاران، ۲۰۰۷؛ Xu و همکاران، ۲۰۰۶). در این مطالعه میزان کربنات در زیر تاج‌پوشش سیاه‌تاغ با معنی‌داری زیادی افزایش یافته است. میزان آهک موجود در خاک نشان‌دهنده‌ی حضور یا عدم حضور کربنات‌ها در خاک می‌باشد. بیش‌تر گیاهان می‌توانند ۰-۳ درصد آهک موجود در خاک را تحمل کنند. در این‌جا مقدار آهک در سه منطقه‌ی زیر تاج‌پوشش سیاه‌تاغ، بین دو تاج‌پوشش و منطقه‌ی شاهد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد، که با مطالعات شبانکاره (۱۳۸۹) مشابهت دارد. درصد رطوبت اشباع در منطقه شاهد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد که با مطالعات مهدی‌زاده (۱۳۹۲) مطابقت دارد. معمولاً در مناطق بیابانی میانگین کربن و ماده آلی به ندرت به بیش از ۰/۰۱ می‌رسد (کریمی، ۱۳۹۴)، در این تحقیق نیز میانگین آن‌ها بسیار پایین بوده و با توجه به اینکه اختلاف معنی داری ندارند، بیش‌ترین مقدار آن‌ها در زیر تاج‌پوشش سیاه‌تاغ مشاهده می‌گردد. عبدی (۱۳۸۴) و طویلی (۱۳۸۶) در مطالعات خود

به اختلاف معنی‌دار در میزان کربن و مواد آلی دست یافتند. Li و همکاران (۲۰۰۷) و Xu و همکاران (۲۰۰۶) معتقد می‌باشند که میزان کربن و ماده آلی در زیر درختان در اثر تجزیه لاشبرگ افزایش می‌یابد. در این مطالعه ازت جزء عناصری است که اختلاف معنی‌دار دارد و میزان آن در منطقه‌ی شاهد بیش‌تر از مناطق دیگر می‌باشد و با مطالعات جعفری (۱۳۸۳، ۱۳۸۶) و طویلی (۱۳۸۶) مطابقت دارد. نتایج به دست آمده شاخص کیفیت خاک با نتایج Brejda و همکاران (۲۰۰۰) که به بررسی منطقه‌ای کیفیت خاک پرداختند مشابهت دارد. نتایج مشابه هم‌چنین در مشاهدات Shukla و همکاران (۲۰۰۶) نیز حاصل شده است. نصرتی (۲۰۱۳) و نصرتی و مجدی (۱۳۹۴) نیز چنین نتایجی را گزارش کرده اند.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در بررسی تأثیر گونه‌ی سیاه‌تاغ بر خواص خاک در سه منطقه‌ی زیر تاج‌پوشش، بررسی خواص خاک در سه منطقه‌ی زیر تاج‌پوشش تاغ، بین دو تاج‌پوشش تاغ و منطقه‌ی شاهد صورت گرفت، میزان هدایت الکتریکی، pH، کربنات، رس، و ماسه در سطح یک درصد و مقادیر رطوبت اشباع و آهک در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد، در حالی که مقادیر سیلت، ماده آلی و بی‌کربنات فاقد اختلاف معنی‌دار هستند. . با توجه به نتایج به‌دست آمده و مقایسه‌ی آن‌ها و نیز معناداری عناصر و افزایش میانگین این عناصر مؤثر در حاصلخیزی خاک منطقه یتاغ‌کاری شده، مشاهده گردید که گونه‌ی سیاه‌تاغ در منطقه‌ی مورد مطالعه، در تثبیت تپه‌های ماسه‌ای و در نتیجه‌ی افزایش شاخص‌های کیفیت خاک مؤثر بوده و در اجرای طولانی مدت طرح و حفظ منابع سیاه‌تاغ در منطقه‌ی شاهد بهبود ساختار خاک نیز خواهیم بود، که در نهایت موجبات استقرار گیاهان بومی را در منطقه فراهم می‌آورد، که این امر مستلزم مطالعات بیش‌تر می‌باشد.

۶- منابع

۱. احمدی، حسن، نظری سامانی، علی‌اکبر، اختصاصی، محمدرضا، مقیمی‌نژاد، فیروزه، حسین آبادی، مصطفی (۱۳۹۱). بررسی تأثیر توسعه‌ی شهری و صنعتی (بیابان‌زایی تکنوژنیکی) در بیابان‌زایی (مطالعه موردی: شرق اصفهان). فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره‌ی ۲، صص ۷۷-۶۳.

۲. اختصاصی، محمدرضا، سپهر، عادل (۱۳۹۰). روش‌ها و مدل‌های ارزیابی و تهیه نقشه‌ی بیابان‌زایی. یزد: انتشارات دانشگاه یزد.

۳. بذرافشان، مسعود (۱۳۹۰). ارزیابی اثر عملیات احیا بیابان بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و پوشش گیاهی زیر اشکوب (مطالعه‌ی موردی: نجم آباد)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، بیابان‌زدایی، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۴. جعفری، محمد، آذرنیوند، حسین، توکلی، حسین، زهتابیان، غلام‌رضا، اسمعیل‌زاده، حمید (۱۳۸۳). بررسی تأثیر گونه‌های گیاهی تاغ و اسکنبیل بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تپه‌های ماسه‌ای در منطقه ریگ بلند کاشان، فصلنامه پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره‌ی ۶۴، صص ۲۱-۱۶.

۵. جعفری، محمد، نیک‌نهاد، حمید، عرفانزاده، رضا (۱۳۸۲). بررسی اثرات تاغ‌کاری بر برخی خصوصیات خاک و پوشش گیاهی، بیابان، دوره‌ی ۸، شماره‌ی ۱، صص ۱۶۲-۱۵۲.

۶. خلخالی، علی (۱۳۷۸). بررسی تأثیر متقابل میان خصوصیات خاک و صفات گیاهی در منطقه‌ی کشت آتریپلکس کانسنس، پایان نامه کارشناسی ارشد، منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۷. ذوالفقاری کرباسک، فرهاد، پهلوانروی، احمد، فخیره، اکبر، جباری، میترا (۱۳۸۹). بررسی رابطه‌ی عوامل محیطی با پراکنش پوشش گیاهی در حوضه‌ی آبخیز آقتقه، فصلنامه‌ی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۷، شماره‌ی ۳، صص ۴۴۴-۴۳۱.

۸. رحیمی زاده، ابوالحسن، فرزادمهر، جلیل، رستاقی، علی‌اکبر، رمضانی گسک، مهدی (۱۳۸۹). مقایسه‌ی تأثیر کاشت گونه‌های تاغ و آتریپلکس، بر خصوصیات پوشش گیاهی و خاک مراتع دشت سلم‌آباد سربیشه، مجله‌ی تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، دوره‌ی ۱، شماره‌ی ۲، صص ۱۳-۱.

۹. سعدالدین، امیر، اخضری، داود، نورا، نادر (۱۳۸۹). پیش‌بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر خطر فرسایش بادی (مطالعه‌ی موردی: جنوب دشت ورامین)، مجله‌ی پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، دوره‌ی ۱۷، شماره‌ی ۱، صص ۸۰-۶۳.

۱۰. شبانکاره، کیان، جلیلی، عادل (۱۳۹۱). تأثیر گونه‌ی کهور آمریکایی "Prosopis juliflora (SW) D C" بر برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دوره‌ی۱۹، شماره‌ی ۳، صص ۴۲۰-۴۰۶.

۱۱. طویلی علی، جعفری، محمد (۱۳۸۶). بررسی تأثیر کریپتوگام‌ها بر خصوصیات شیمیایی خاک، مجله‌ی علمی-پژوهشی مرتع، دوره‌ی ۱، شماره‌ی ۲، صص ۲۰۹-۱۹۹.

۱۲. عبدی، نورا... (۱۳۸۴). برآورد ترسیب کربن توسط جنس گون (زیر جنس Trangacantha) در دو استان مرکزی و اصفهان، رساله‌ی دکتری، علوم مرتع، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده‌ی منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران.

۱۳. کریمی، علیرضا، باقریفام، صبا، شایسته‌زراعتی، حسین (۱۳۹۴). قابلیت تاغ در ترسیب کربن آلی خاک در تپه‌های شنی سبزوار، نشریه‌ی مدیریت خاک و تولید پایدار، علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دوره‌ی ۵، شماره‌ی ۱، صص ۲۰۰-۱۷۸.

۱۴. ملکی، صدیقه، کریمی، علیرضا، هاشمی، حسن (۱۳۸۹). فرسایش بادی و کنترل آن در گناباد، دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان گرد و غبار، دانشگاه یزد، ایران.

۱۵. مهدوی اردکانی، سید رضا، جعفری، محمد، ضرغام، نصرتا...، زارع چاهوکی، محمدعلی، باغستانی میبدی، ناصر، طویلی، علی (۱۳۸۹). بررسی تأثیر گونه‌های گز، تاغ و اشنان بر خاک در منطقه‌ی چاه افضل یزد، مجله‌ی جنگل ایران، دوره‌ی ۲، شماره‌ی ۴، صص ۳۶۵-۳۵۷.

۱۶. مهدی زاده، منیژه، گلکاریان، علی، ناصری، کمال‌الدین، طالبانفرد، علی اصغر (۱۳۹۲). اثر برخی از شیوه‌های آماده‌سازی بستر کاشت بر زنده‌مانی تاغ و آتریپلکس، اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، مؤسسه‌ی آموزش عالی مهر اروند، تهران.

۱۷. ناصری، احمد (۱۳۷۶). بررسی برخی اثرات متقابل Atriplex canescens و محیط در استان کرمان، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، مرتع‌داری، دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۸. نصرتی، کاظم، مجدی، مونا (۱۳۹۴). تعیین شاخص‌های کیفیت خاک در غرب شهر تهران با استفاده از تحلیلهای آماری چندمتغیره، پژوهش‌های دانش زمین، دوره‌ی ۵، شماره‌ی ۲۲، صص۱۱۳-۱۰۰.

۱۹. نیک نهاد، حمید (۱۳۸۱). بررسی برخی اثرات تاغ‌کاری بر پوشش گیاهی و خصوصیات خاک در قم، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، مرتع، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

۲۰. یوسفی، سونیا، کرتولی نژاد، داود (۱۳۹۳). اثرات تراکم و تنوع پوشش گیاهی بر کیفیت خاک، دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و کویری، دانشکده‌ی کویرشناسی دانشگاه سمنان، سمنان.گروه جنگلداری دانشکده‌ی کویرشناسی دانشگاه سمنان.

21. Brejda, John J, Karlen, Douglas L, Smith, Jeffrey L, Allan, Deborah L (2000). Identification of Regional Soil Quality Factors and Indicators, Soil Science Society of America Journal, Volume 64, pp 2125-2135.
22. Bailey, Arthur W (1970). Barrier Effect of the Shrub Eleaguns Commutata on Grazing Cattle and Forage Production in Central Albeta, J. Range Manage, Volume 23, pp 248-251.
23. He, Zongying, Li, Shenggong, Harazono, Yoshinoba (1997). Wind-Sandy Environment and the effects of Vegetation on Wind Breaking and Dune Fixation in Horqin Sandy Land, China, Wind Erosion: An International Symposium Procceding, Kansas State University, USA.
24. Li, J, Zhao, C, Zhu, H, Li, Y, Wang, F (2007). Effect of plant species on shrub fertile island at an oasis–desert ecotone in the South Junggar Basin, China, Volume 71, Issue 4, pp 350-361.

25. Nosrati, Kazem (2013). Assessing soil quality indicator under different land use and soil erosion using multivariate statistical techniques: Environmental monitoring and assessment, volume 185, pp 2895-2907.
26. Reberg-Horton, S Chris, Grosman, Julie M, Kornecki, Ted S, Meijer, Alan D, Price Andrew J, Place, George T, Webster Teodore M (2012). Utilizing cover crop mulches to reduce tillage in organic systems in the southeastern USA. Renewable Agriculture and Food Systems, pp 1-8.
27. Shukla, M, Lal, R, Ebinger, M (2006). Determining soil quality indicators by factor analysis, Soil and Tillage Research, Volume 87, pp 1-11.
28. Virtanen, Risto, Oksanen, Jari, Razzhivin, Vladimir Yu (2006). Broad-scale vegetation-environment relationships in Eurasian high-latitude areas, Journal of Vegetation Science, Volume 17, Issue 4, pp 519-528.
29. Xu, Hao, Li, Yan (2006). Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and theirresponses to rain pulse events, Plant Soil, Volume 285, Issue 1, pp 5-17.