مجله علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال پنجم- شماره ۱۵- تابستان ۱۳۹۰ Vol. 5, No. 15, Summer 2011

مطالعه تاثیر تغییر کاربری اراضی بر تخریب خاک در شمال ایران (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کسیلیان)

عطاله کاویان[۱]، مریم رضایی پاشا[۲]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۶/۱۳

چکیده:

تغییر کاربری اراضی به طور عام ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه کیفیت آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. لذا در این پژوهش تاثیر تغییر کاربری اراضی بر تخریب خاک در بخشی از شمال ایران با استفاده از شاخص‌های پایداری خاکدانه، فرسایش‌پذیری خاک، تخریب خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک بررسی گردید. برای این منظور ۱۲۰ نمونه خاک از سه کاربری اراضی مجاور هم شامل جنگل، مرتع و کشاورزی در دو عمق ۰-۱۰ و۱۰-۲۰ سانتی متری از حوزه آبخیز کسیلیان جمع‌آوری گردید. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که شاخص فرسایش‌پذیری خاک، وزن مخصوص ظاهری و شاخص پایداری خاکدانه‌ها در هر دو عمق بین کاربری‌های مختلف در سطح ۹۹ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند. شاخص فرسایش‌پذیری خاک در عمق سطحی به ترتیب در کاربری کشاورزی و مرتع ۸۵/۷ و ۱۱٤/۳٪ و در عمق ۱۰-۲۰ سانتی متر نیز ۹/۰۹و ۷۲/۷۲٪ نسبت به کاربری جنگل افزایش داشته است. پایداری خاکدانه‌ها در کاربری مرتع ۵۲/۱۷٪ و کاربری کشاورزی ۱۹/۵٦٪ در عمق سطحی و به ترتیب ۲٤/۱۷ و ۵۵/٤۸٪ در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر نسبت به کاربری جنگل کاهش داشته است. نتایج حاصل از شاخص تخریب خاک نیز مقادیر منفی در کاربری مرتع و کشاورزی نسبت به کاربری جنگل را نشان داده است که بیانگر نزول کیفیت خاک در اثر تغییر کاربری اراضی می‌باشد.

کلمات کلیدی: پایداری خاکدانه، فرسایش پذیری خاک، شاخص تخریب خاک، حوزه آبخیز کسیلیان

۱- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری- نویسنده مسئول a.kavian@sanru.ac.ir آدرس: ساری، صندوق پستی ۷۳۷
۲-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

مقدمه

تغییر در کاربری اراضی مرتع و جنگل سبب هدر رفت کربن آلی، تخریب ساختمان خاک، کاهش هدایت هیدرولیکی و افزایش چگالی ظاهری خاک می‌گردد [۳۳] و به طور عام ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه کیفیت آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۲۳]. کیفیت خاک را به طور مستقیم نمی‌توان اندازه‌گیری کرد، بلکه با اندازه‌گیری چند شاخص می‌توان اقدام به ارزیابی آن نمود که نوع شاخص‌های مورد استفاده به مقیاس و اهداف پژوهش بستگی دارد [۱۲]. پژوهشگران مختلف از قبیل مارتینز- منا و همکاران[۲۱]، کیانی و همکاران[۱۷]، یوسفی فرد و همکاران[۳۰] و گاجیک و همکاران [۱۹] در بررسی‌های خود به تاثیر سوء تغییر کاربری اراضی بر ماده آلی خاک اشاره نموده‌اند. همچنین اندازه و پایداری خاکدانه‌ها می‌تواند شاخصی از تغییرات کیفیت خاک ناشی از مدیریت‌های متفاوت در شرایط مشخص محسوب گردد [۲٦]. پایداری خاکدانه‌ها همبستگی بالایی با میزان ماده آلی خاک دارد [۵]. بنابراین ماده آلی به عنوان یک شاخص غالب در پایداری خاکدانه‌ها است. پایداری خاکدانه به عنوان یک ویژگی اصلی خاک، فرسایش‌پذیری خاک را کنترل می‌کند [۳]. اکو و مایدوگوری [۷] و کاویان و همکاران [۱٤] بیان نمودند که جدایش خاک بطور معنی‌داری با افزایش ماده آلی خاک و اندازه خاکدانه، کاهش می‌یابد.

شاخص فرسایش‌پذیری خاک نیز بیان کمی وکیفی حساسیت ذاتی ذرات خاک به جدا شدن و انتقال توسط عوامل فرسایشی بوده و در واقع مبین تاثیر بسیاری از ویژگی‌های خاک و اثرات متقابل آنها می‌باشد. این شاخص نیز تحت تاثیر تغییر کاربری اراضی قرار می‌گیرد [۲۸]، [۲۹] و [۳۱]. فرسایش‌پذیری خاک یکی از عوامل ٦ گانه موثر در فرسایش آبی در رابطه جهانی فرسایش خاک است. این عامل نشان‌دهنده سهولت جدا شدن ذرات خاک در اثر قطرات باران و نیروی رواناب است [۲۷].

واعظی و همکاران [۲۷] بیان نمودند که تفاوت در ویژگی‌های خاک بر روی فرسایش‌پذیری تاثیر می‌گذارد. فرسایش‌پذیری در یک خاک معین ارتباط نزدیکی با توزیع اندازه ذرات آن، نفوذپذیری، محتوای ماده آلی و ساختار خاک دارد. پژوهشگران اعتقاد دارند عملیات کشاورزی بدون رعایت موارد حفاظتی در کوتاه مدت محتوای کربن خاک را کاهش می‌دهد[۹] و [۳۲]. در داخل و خارج از کشور پژوهشگران مختلفی از جمله حاج عباسی و همکاران[۱۲]، واعظی و

همکاران[۲۷]، یوسفی‌فرد و همکاران[۳۰]، اورندیلک و همکاران[۸]، سلیک [٤]، عمادی و همکاران[٦]، خرمالی و همکاران[١٦] به مطالعه اثر تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های پایداری و فرسایش‌پذیری خاک پرداختند. نتایج نشان داد در نتیجه تخریب جنگل و تبدیل آن به اراضی کشاورزی، میانگین وزنی قطر (MWD) از ۱/٤۹ به ۰/۸۸ میلی‌متر کاهش یافت. همچنین وزن مخصوص ظاهری خاک حدود ۵۰ درصد افزایش یافت.

مرور سوابق پژوهش موید اهمیت تاثیر تغییر کاربری اراضی بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. ارزیابی برخی شاخص‌های نشان‌دهنده کیفیت خاک تحت تغییر کاربری از جنگل به کاربری‌های دیگر در شمال کشور کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر مطالعه تاثیر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی و از کشاورزی به مرتع بر روی تخریب کیفیت خاک می‌باشد لذا برای رسیدن به این هدف از برخی شاخص‌های کیفی خاک از جمله: شاخص پایداری خاکدانه، شاخص فرسایش‌پذیری خاک، وزن مخصوص ظاهری و شاخص تخریب خاک (DI) استفاده گردید. که با استفاده از این شاخص‌ها براحتی می‌توان میزان بهبود یا تخریب کیفیت خاک در اثر تغییر کاربری اراضی را کمی و مقایسه نمود.

مواد وروش:

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز کسیلیان یکی از زیرحوزه‌های آبخیز تالار بوده و در ارتفاعات زون مرکزی البرز، با وسعت ۳٤۲/۸٦ کیلومترمربع دراستان مازندران واقع شده است. در منطقه مورد مطالعه، خاک‌های با بافت متوسط تا سبک و قدرت نفوذپذیری متوسط وجود دارد. تاریخچه مطالعاتی که در گذشته در مورد روند تغییر کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه انجام شده نشان داده‌اند که تغییر کاربری منطقه به طور معمول از جنگل به کشاورزی بوده و با گذشت چند سال از این تغییر کاربری، به دلیل از دست رفتن حاصلخیزی خاک و کم بازده شدن، اراضی کشاورزی رها شده و از این اراضی به عنوان مرتع برای چرای دام استفاده گردیده است [۱۵]. محل‌های نمونه‌برداری در محدوده جغرافیایی ١٤ َ٥٣ °٥ تا ٧ َ٥٣ °٥ طول شرقی و ٢ ٍ٣٦ °٥تا ٦ َ٣٦ °٥ عرض شمالی در مجاورت روستاهای سنگده، ولیک بن و وزملا قرار گرفته‌اند.

نمونه‌برداری خاک

مناطق تحت تغییر کاربری اراضی بر اساس عملیات میدانی در بخشی از حوزه آبخیز کسیلیان انتخاب شدند. در انتخاب مناطق نمونه‌برداری دقت گردید تا شرایط توپوگرافی، اقلیمی، مواد مادری سه کاربری مشابه یکدیگر باشند. بدین منظور نمونه‌برداری خاک در ۳ کاربری جنگل، مرتع و کشاورزی مجاور هم انجام شدند. در هر کاربری ٤ محل [٤] مشخص شده و نمونه‌ها به روش تصادفی در ۵ نقطه [٦]، [٤] و در ۲ عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متر [۲۵]، [۲٦] برداشت گردیدند. در مجموع طی عملیات صحرایی که در پاییز ۱۳۸۸ انجام گرفت، ۱۲۰ نمونه خاک جهت اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی خاک برداشت و در زمان مناسب به آزمایشگاه منتقل گردید.

تجزیه ویژگی‌های خاک

برای آماده‌سازی نمونه‌ها، خاک‌ها از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل درصد رس، سیلت و شن با استفاده از روش هیدرومتری [۱] و [۱۱] اندازه‌گیری شد. همچنین اندازه‌گیری ماده آلی خاک نیز با روش والکی و بلک [۲۲] و [۲٤] انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک[1] از استوانه ۱۰ سانتی‌متری جهت نمونه‌برداری در ۲ عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری استفاده گردید[۲۰].

.اندازه‌گیری آزمایشگاهی شاخص پایداری خاکدانه‌ها

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)[2] به روش الک‌تر [٤]، [۲۵]، [۱۹] و[٦] تعیین شد. برای این منظور ابتدا هر یک از نمونه‌های خاک دست نخورده از الک ٤/۷۵ میلی‌متر عبور داده شدند. سپس ۵۰گرم از آن توزین شدند و بر روی سری الک‌های ۱،۲ ،۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۱، ۰/۰٦۳ و ۰/۰۵۳ میلی‌متر پخش شدند و به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه الک تر قرار داده شدند. سرعت چرخش دستگاه ۱٤۲۵ دور در هر دقیقه در۵۰ HZ و ۱۱۳۰دور در هر دقیقه در ٦۰ HZ بود. سپس نمونه‌های باقیمانده روی هر الک جمع‌آوری شده و به مدت ۲٤ ساعت در آون با حرارت ۱۰۵ درجه خشک شده و وزن گردیدند[٤] و در نهایت میانگین قطر خاکدانه‌ها با استفاده از رابطه ۱ تعیین گردید.

$$MWD = \sum x_i w_i$$ رابطه۱

که X_i میانگین قطر خاکدانه ها

w_i نسبت وزن خاکدانه ها در هر الک به وزن کل است[۱۲].

برآورد شاخص فرسایش پذیری خاک

شاخص فرسایش پدیری خاک (K) بر اساس رابطه ویشمایر و همکاران (رابطه۲) [٤] برآورد گردید.

رابطه۲

$$k = \frac{0.00021.M^{1.14}.(12-OM)+3.25.(C_{soilstr}-2)+2.25.(C_{perm}-3)}{100}$$

که:

$$M = (m_{silt}+m_{vfs}).(100-m_c)$$ M =فاکتور بافت؛

1 - Bulk Density
2 - Mean Weight Diameter

m_{silt}- درصد سیلت (۰/۰۰۲- ۰/۰۵ میلیمتر)
m_{vfs}= درصد شن ریز (۰/۰۵-۰/۱میلیمتر)
mc= درصد رس (۰/۰۰۲ >میلیمتر)
Csoilstr= کد ساختمان خاک
Cperm= کلاس نفوذپذیری پروفیل
OM =درصد ماده آلی

ساختمان خاک با کدهای ۱تا٤ نشان داده می شود که نشان‌دهنده ساختمان دانه‌ای خیلی ریز (کد ۱) تا ساختمان متراکم (کد ٤) است و با استفاده از اطلاعات ساختمان نیمرخ‌های حفر شده موجود در منطقه تعیین گردید. کلاس نفوذپذیری با اعداد ۱تا ٦ در رابطه فوق نشان داده شده است که از نفوذپذیری زیاد تا خیلی زیاد (کد ۱) تا نفوذپذیری خیلی کم (کد ٦) می‌باشد. جهت تعیین کلاس نفوذپذیری به دلیل اینکه اطلاعات نفوذپذیری برای هر نمونه در دسترس نبوده است، با استفاده از بافت خاک در هر کاربری اراضی، گروه هیدرولوژیکی خاک و نفوذپذیری متناسب با آن مشخص گردید.

محاسبه شاخص تخریب خاک[1]

با توجه به اینکه در گذشته کل منطقه دارای کاربری جنگل بوده و از نظر زمین‌شناسی به جز برخی از نواحی حاشیه رودخانه که از رسوبات کف دره تشکیل شده است بقیه نواحی دارای سازندهای زمین‌شناسی یکنواختی بودند(سازند شمشک) و با در نظر گرفتن شرایط مشابه توپوگرافی و اقلیمی، خاک دارای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یکسانی می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات مشاهده شده در حال حاضر در اثر تغییر کاربری اراضی حاصل شده است.

با توجه به این روند که تغییر کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه از جنگل به کشاورزی و سپس به مرتع می‌باشد[۱۵]، برای بدست آوردن شاخص تخریب خاک فرض می‌شود که خاک اراضی کشاورزی و مرتع تغییر یافته از جنگل دارای شرایط فیزیکی و شیمیایی مشابه با کاربری جنگل می‌باشد که تحت تاثیر تغییر کاربری اراضی این خصوصیات تغییر یافته‌اند. تفاوت بین میانگین هر ویژگی خاک در هر یک از کاربری‌های مرتع و کشاورزی با مقدار همان ویژگی خاک در جنگل مقایسه می‌شود و به عنوان درصد میانگین هر ویژگی خاک بیان می‌گردد و سپس مجموع درصدهای همه ویژگی‌های خاک به عنوان شاخص کلی تخریب خاک محاسبه می‌گردد. تنها ویژگی‌هایی از خاک لحاظ می شود که تغییر کاربری سبب کاهش مقادیر آنها شده است. لذا مقادیر PH,C/N و BR، سیلت و رس در این محاسبه وارد نگردید [۱۳]. در این مطالعه شاخص تخریب خاک بر مبنای میانگین درصد شن، وزن مخصوص ظاهری و ماده آلی [۱۳]، [۱۸] بدست آمده است.

شاخص تخریب میزان بهبود یا تخریب در کیفیت خاک را در مقایسه با یک کاربری مبنا که همان جنگل بوده بیان می‌کند لذا اگر مقادیر شاخص تخریب در اثر تغییر کاربری از جنگل به سایر کاربری‌ها مثبت باشد بیانگر بهبود کیفیت خاک بوده و در صورت بدست آمدن مقادیر منفی نشانگر نزول کیفیت خاک می‌باشد که به معنی تخریب خاک است.

تجزیه و تحلیل آماری:

کلیه داده‌های بدست آمده وارد محیط نرم‌افزار Excel گردید. آزمون نرمال بودن داده‌های شاخص پایداری خاکدانه‌ها، ماده آلی، شاخص فرسایش‌پذیری خاک و وزن مخصوص ظاهری به روش کلوموگروف- اسمیرنوف [۱۰] و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفت. مولفه‌های آماری نظیر میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر، چولگی، کشیدگی استخراج گردید. از تحلیل واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین‌های چندگانه[۱۹] به روش LSD^{2} در سطح معنی‌داری ۰/۰۵[۲] جهت مقایسه شاخص پایداری خاکدانه، وزن مخصوص ظاهری و شاخص فرسایش‌پذیری خاک بین کاربری‌های مختلف استفاده گردید. همچنین وجود یا عدم همبستگی بین شاخص پایداری خاکدانه و فرسایش‌پذیری خاک با ویژگی‌های فیزیکی خاک به روش همبستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفت. کلیه تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SPSS.۱٦ انجام گرفت.

نتایج:

آزمون نرمال بودن داده‌ها به روش کلوموگروف – اسمیرنوف نشان داد داده‌های شاخص پایداری خاکدانه، ماده آلی و شاخص فرسایش‌پذیری خاک دارای توزیع نرمال در سطح ۹۵٪ می‌باشد. هم چنین وزن مخصوص ظاهری در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر در کاربری کشاورزی در سطح ۹۵٪ دارای توزیع نرمال نبوده ولی در سایر کاربری‌ها در هر دو عمق دارای توزیع نرمال می‌باشند.

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که شاخص فرسایش‌پذیری خاک در هر دو عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی متر در سطح ۹۹٪ دارای اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌های مختلف می‌باشد. نتایج LSD نیز نشان داد که شاخص فرسایش‌پذیری خاک در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر بین کاربری کشاورزی و جنگل (سطح ۹۹٪) و جنگل و مرتع (سطح ۹۹٪) دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر نیز اختلاف معنی‌داری بین کاربری کشاورزی و مرتع (سطح ۹۹٪) و کاربری جنگل با مرتع (سطح ۹۹٪) مشاهده شده است (شکل ۱-ح، خ). همچنین وزن مخصوص ظاهری در هر دو عمق دارای اختلاف معنی دار در سطح ۹۹٪ است و نتایج آزمونLSD نشان داد که در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر بین کشاورزی با جنگل(سطح ۹۹٪) وکشاورزی با مرتع(سطح ۹۹٪) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اما اختلاف معنی‌داری

1- Deterioration Index(DI)

2- Least significant differences test

جدول۱- خلاصه آماره‌های توصیفی وزن مخصوص ظاهری، شاخص پایداری خاکدانه و شاخص فرسایش‌پذیری خاک در کاربری‌های مختلف

کاربری اراضی		جنگل		مرتع		کشاورزی	
	عمق(سانتی متر)	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	۱۰-۲۰
وزن مخصوص ظاهری خاک (کیلوگرم بر مترمکعب)	میانگین	۲۱۵۷/۱	۲۴۲۳/۱	۲۲۶۳/۱	۲۱۶۳/۸	۱۴۴۸/۳	۱۵۷۸/۹
	انحراف معیار	۵۸۳/۴۵	۶۱۰/۰۵	۷۵۴/۷	۷۶۷۷/۵	۶۷۰/۱	۶۶۳/۸۴
	حداقل	۱۰۷۲/۴۹	۱۰۱۸/۷۹	۶۹۳/۳۷	۱۰۸۷/۵	۸۶۲/۹۵	۳۱۴/۵۱
	حداکثر	۳۲۲۴/۳۱	۳۳۹۲/۷۷	۳۲۸۳/۴	۳۵۸۰/۵	۲۹۷۲/۰۵	۲۷۰۵/۱۲
	چولگی	-۰/۳۲	-۰/۷۰	-۰/۶۸	۰/۳۰	۱/۴۱	۰/۱۷
	کشیدگی	-۰/۶۸	۰/۲۱	-۰/۷۱	-۱/۱۸	۰/۹۳	-۰/۶۵
MWD پایداری خاکدانه‌ها (میلی متر)	میانگین	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۲۹	۰/۳۳
	انحراف معیار	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۰۹
	حداقل	۰/۲۶	۰/۲	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۱۹
	حداکثر	۱/۲۲	۱/۲۲	۱/۲۵	۰/۹۳	۰/۶۲	۰/۴۸
	چولگی	۰/۶۸	۰/۰۳	۱/۵۹	-۰/۴۶	۱/۴۰	۰/۰۵
	کشیدگی	-۰/۳۴	-۰/۵۵	۳/۸۷	-۰/۲۰	۱/۹۷	-۰/۹۲
شاخص فرسایش‌پذیری خاک (بدون واحد)	میانگین	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۲
	انحراف معیار	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۵
	حداقل	-۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۱
	حداکثر	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۲۶
	چولگی	۰/۵۲	۰/۴۳	۰/۲۶	۰/۹۱۶	۰/۶۶	۰/۲۸
	کشیدگی	-۰/۵۲	۰/۱۳	-۱/۰۴۱	-۰/۲۲	۰/۰۵۱	۰/۳۶

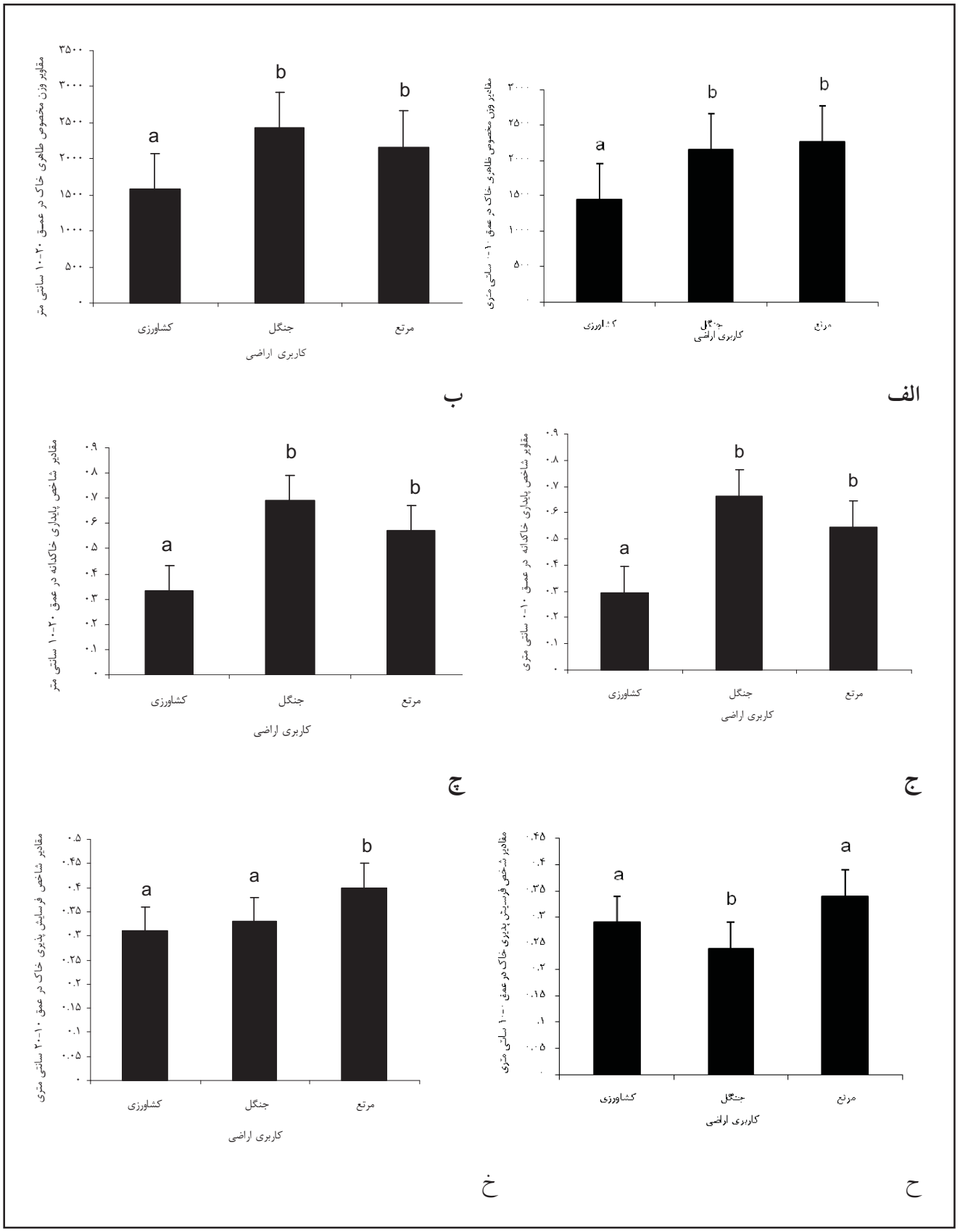
بین جنگل با مرتع در عمق ۰-۱۰ و۱۰-۲۰ سانتی‌متر مشاهده نشد. هم چنین در عمق ۱۰-۲۰ اختلاف معنی‌داری درسطح ۹۹٪ بین کشاورزی با جنگل و همچنین کشاورزی با مرتع وجود دارد (شکل ۱- الف، ب). نتایج تحلیل واریانس یک طرفه شاخص پایداری خاکدانه‌ها نشان داد که مقدار این شاخص در کاربری‌های مختلف در سطح ۹۹٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. نتایج LSD نشان داد که در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متراختلاف معنی‌داری بین کشاورزی با جنگل(سطح ۹۹٪) و کشاورزی با مرتع (سطح ۹۹٪) وجود دارد. هم چنین اختلاف معنی‌داری بین مرتع با جنگل در عمق ۰-۱۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری مشاهده نشد. هم چنین اختلاف معنی‌داری بین کشاورزی با جنگل(سطح ۹۹٪) و کشاورزی با مرتع (سطح ۹۹٪)در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر مشاهده شد(شکل ۱- ج، چ). روند تغییرات وزن مخصوص ظاهری و شاخص پایداری خاکدانه در هر سه کاربری و هر دو عمق کاملا مشابه با هم می باشد. خلاصه آماری مرتبط با پارامترهای بررسی در جدول ۱ آمده است.

نتایج همبستگی بین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی با شاخص فرسایش‌پذیری خاک و شاخص پایداری خاکدانه نشان داد بین شاخص پایداری خاکدانه با وزن مخصوص ظاهری (۰/۲۵۹ =r ,sig=۰/۰۴۶) در سطح ۹۵٪ و بین شاخص پایداری خاکدانه و ماده آلی (r=۰/۴۳۳ و sig/۰۰۱=۰)در سطح ۹۹٪ همبستگی معنی‌دار وجود دارد (جدول۳).

هم چنین ارتباط بین وزن مخصوص ظاهری با ماده آلی، رس و سیلت رابطه مثبت و با شن رابطه منفی است. علاوه بر این ارتباط بین شاخص پایداری خاکدانه و شن منفی و شاخص پایداری خاکدانه با رس و سیلت مثبت است.

شاخص تخریب خاک

شاخص تخریب (DI)محاسبه شده در این بررسی منعکس‌کننده درصد تغییرات ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مختلف نسبت به مقادیر پایه آن در کاربری جنگل می‌باشد(شکل۲ و جدول٤).



شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین ها به روش LSD در سطح ۹۵٪و ۹۹٪

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه وزن مخصوص ظاهری، شاخص پایداری خاکدانه و فرسایش‌پذیری خاک در کاربری‌های مختلف

فاکتور خاک		تعداد نمونه	میانگین± انحراف معیار	F	P
وزن مخصوص خاک (کیلوگرم بر مترمکعب)	۰-۱۰	٦۰	۱/۹۵±۷٦۰/۵	۸/٦٦	۰/۰۰۱**
	۱۰-۲۰	٦۰	۲/۰۵±۰/۲۵	۸/۰۰	۰/۰۰۱**
شاخص پایداری خاکدانه (میلی متر)	۰-۱۰	٦۰	۰/۵۰ ±۰/۲۵	۱۵/۸۱	۰/۰۰۰**
	۱۰-۲۰	٦۰	۰/۵۳ ±۰/۲۵	۱٤/۸۳	۰/۰۰۰**
شاخص فرسایش پذیری خاک (بدون واحد)	۰-۱۰	٦۰	۰/۰۷ ±۰/۱۲	۹/۷۸	۰/۰۰۰**
	۱۰-۲۰	٦۰	۰/۰۷ ±۰/۱٤	۷/۷۷	۰/۰۰۱**

**. اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۹ درصد
*. اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد
n.s. اختلاف معنی‌دار وجود ندارد

جدول ۳- نتایج همبستگی بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با شاخص‌های فرسایش‌پذیری و پایداری خاکدانه در عمق ۰-۲۰

		وزن مخصوص ظاهری (کیلوگرم بر مترمکعب)	شاخص پایداری خاکدانه (mm)	درصد ماده آلی	درصد رس	درصد شن	درصد سیلت
شاخص فرسایش‌پذیری خاک	ضریب همبستگی پیرسون	۰/۱۸	-۰/۱۹	-۰/٤۹**	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰/۰۹
	سطح معنی‌داری	۰/۱٤	۰/۱٤	۰	۰/٦٦	۰/۸٦	۰/٤٦
وزن مخصوص ظاهری (کیلوگرم بر مترمکعب)	ضریب همبستگی پیرسون	۱	۰/۲۵*	۰/۲۰	۰/۱٤	-۰/۱۸	۰/۱۵
	سطح معنی‌داری		۰/۰٤	۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۲۲
شاخص پایداری خاکدانه (میلی‌متر)	ضریب همبستگی پیرسون		۱	۰/٤۳**	۰/۱٦	-۰/۲۰	۰/۱٦
	سطح معنی‌داری			۰/۰۰	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۲۰
درصد ماده آلی	ضریب همبستگی پیرسون			۱	۰/۲۰	-۰/۲٦*	۰/۲۳
	سطح معنی‌داری				۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۷
درصد رس	ضریب همبستگی پیرسون					-۰/۸۱**	۰/۲۹*
	سطح معنی‌داری					۰	۰/۰۲
درصد شن	ضریب همبستگی پیرسون						-۰/۷۹**
	سطح معنی‌داری						۰

جدول٤- شاخص تخریب خاک (DI) در عمق های ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی متری

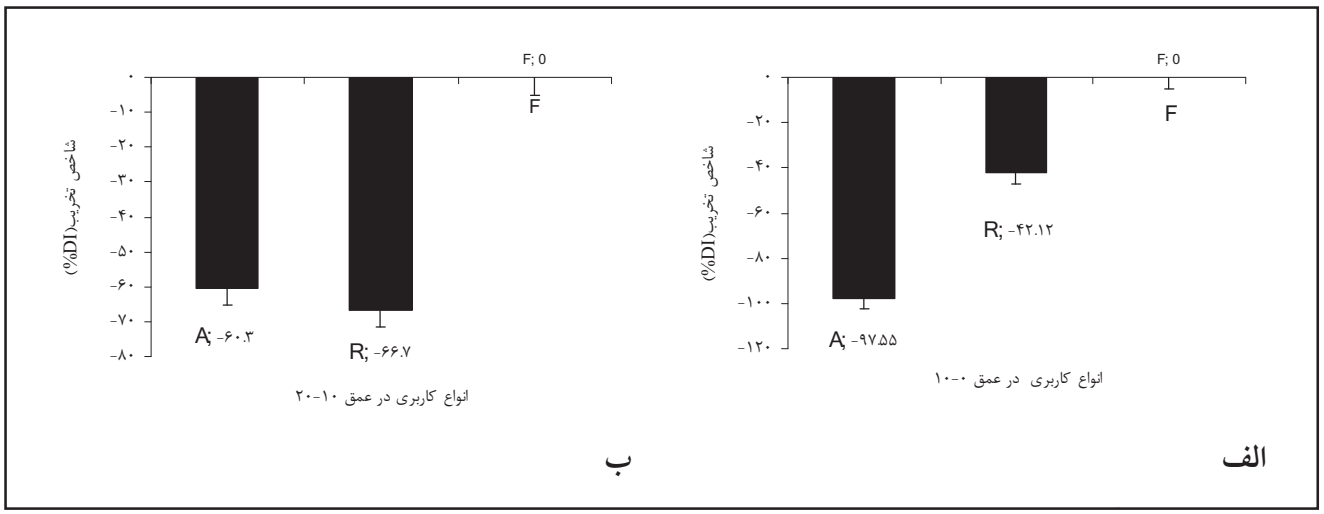
ویژگی خاک(٪)	۰-۱۰ سانتی متر		۱۰-۲۰ سانتی متر	
	کشاورزی	مرتع	کشاورزی	مرتع
وزن مخصوص ظاهری (کیلوگرم بر مترمکعب)	-۳۲/۸۵	٤/۹	-۳٤/۸۳	-۳٤/۸۳
درصد شن	-٤/۸	-۱۳/٤۷	۷/۹۵	-۵/۹۱
درصد ماده آلی	-۵۹/۸۷	-۳۳/۵٦	-۳۳/٤۲	-۲۵/۹٦
شاخص تخریب کلی	-۹۷/۵۵	-٤۲/۱۲	-٦۰/۳	-٦٦/۷

بحث و نتیجه گیری:

در این بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی بر روی تخریب خاک در شمال ایران مورد بررسی قرار گرفت. لذا تغییرات شاخص فرسایش‌پذیری خاک(k)، شاخص پایداری خاکدانه‌ها، وزن مخصوص ظاهری خاک و شاخص تخریب خاک در کاربری‌های جنگل، مرتع و کشاورزی مطالعه شده و ارتباط آن با برخی خصوصیات خاک شامل درصد سیلت، رس، شن و ماده آلی در سه کاربری اراضی مجاور هم مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که فرسایش‌پذیری خاک در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر در کاربری جنگل، مرتع و کشاورزی به ترتیب برابر با۰/۰۷، ۰/۱۵و ۰/۱۳است که به ترتیب در کاربری کشاورزی و مرتع نسبت به جنگل ۸۵/۷ و ۱۱٤/۳درصد افزایش داشته است همچنین این افزایش در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری به ترتیب ۹/۰۹و ۷۲/۷۲٪ درصد می‌باشد. سلیک[٤] با مطالعه شاخص فرسایش‌پذیری خاک در کاربری‌های مختلف بیان نمود خاک‌های کشت شده آسیب‌پذیری بیشتری به فرسایش آبی نسبت به خاک جنگل و مرتع دارند. همچنین اورندیلک و همکاران[۸]، عمادی و همکارن[٦] و خرمالی و همکاران[۱٦] نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند. نتایج پژوهش حاضر نیز بر اثر عملیات کشاورزی بر بالا بردن میزان فرسایش‌پذیری خاک تاکید می‌کند. در پژوهش حاضر مقدار فرسایش‌پذیری خاک کاربری مرتع بیشتر از کاربری کشاورزی بوده که دلیل آن می‌تواند این مسئله باشد که کاربری مرتعی مورد مطالعه حاصل از تبدیل جنگل به کشاورزی و سپس از کشاورزی به مرتع می‌باشد. در واقع هم اثرات مخرب کشت و کار ناصحیح کشاورزی و هم فشار چرای دام تاثیر مضاعفی بر تخریب این زیست‌بوم مرتعی گذاشته است بطوری که مطالعات کلارستاقی و همکاران [۱۵] نشان داد که سطح کاربری جنگل در منطقه مورد مطالعه بین سالهای ۱۹٦۷ و ۲۰۰۲، ۳/۲٪ کاهش یافته. اراضی زراعی نیز حدود ۳٦/۹٪ افزایش داشته است.

وزن مخصوص ظاهری در عمق ۰-۱۰سانتی‌متر در کاربری مرتع ٤/۹ درصد افزایش و در کشاورزی۳۲/۸۵ درصد کاهش و در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر در مرتع و کشاورزی به ترتیب۱۰/۷ درصد و۳٤/۸۳ درصد نسبت به کاربری جنگل کاهش یافته است که افزایش وزن مخصوص ظاهری در مرتع می‌تواند بدلیل فشردگی خاک فوقانی به دلیل چرای بیش از حد مرتع نسبت داده شود[٤]. این در حالی است که کاهش وزن مخصوص ظاهری در عمق سطحی در کاربری کشاورزی با نتایج سلیک[٤] و اورندیلک و همکاران[۸] و عمادی و همکاران[٦] مغایرت دارد. که علت مغایرت را می‌توان در این امر دانست که در منطقه مورد مطالعه نمونه‌های وزن مخصوص ظاهری از اراضی کشاورزی بعد از شخم اراضی برداشت شده که این سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری در آن شده است.

پایداری خاکدانه‌ها نیز در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر در کاربری مرتع و کشاورزی به ترتیب۵۲/۱۷ درصد و۱۹/۵٦ درصد کاهش و در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر نیز۲٤/۱۷و۵۵/٤۸٪ نسبت به کاربری جنگل کاهش داشته است. پایداری خاکدانه‌ها به طور معنی‌داری درجنگل و مرتع نسبت به خاک کشاورزی بزرگتر است که با یافته



شکل۲- شاخص تخریب برای کاربری‌ها و عمق‌های مختلف در حوزه معرف کسیلیان

اورندیلک و همکاران[۸] مطابقت دارد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار شاخص پایداری خاکدانه‌ها بین کاربری جنگل و مرتع برای هر دو عمق با یافته‌های سلیک [٤]، عمادی و همکاران[٦] تطابق دارد. در فرایندهای تبدیل جنگل و مرتع به اراضی کشت شده با حذف پوشش دائمی سطح زمین، تلفات ماده آلی (SOM) و کاهش پایداری خاکدانه‌ها، فرسایش‌پذیری افزایش می‌یابد (سلیک[٤] به نقل از لوچ و پوکنی۱۹۹۵و میس ۱۹۹٦و بویکس-فایوس و همکاران۲۰۰۱). خرمالی و همکاران[١٦] نیز اعتقاد دارند که تلفات شدید ماده آلی، افزایش محتوای سیلت، کاهش فعالیت میکروبی و کاربرد ماشین‌آلات سنگین فاکتور اصلی برای کاهش پایداری خاکدانه‌ها بدنبال جنگل‌زدایی می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که خاک‌های با پایداری بالاتر خاکدانه‌ها احتمالاً پایداری بالاتری برای تخریب و فرسایش خاک دارند[٤]. در پژوهش حاضر نیز ضریب همبستگی بین شاخص پایداری خاکدانه و شاخص فرسایش‌پذیری خاک منفی(۰/۱۹۱-) بوده و با این نتایج تطابق دارد. شاخص پایداری خاکدانه در جنگل بالاترین مقدار و در کشاورزی کمترین میزان خود را دارد. علاوه بر این وجود همبستگی‌های معنی‌دار با ضریب مثبت بین وزن مخصوص ظاهری و پایداری خاکدانه‌ها که با یافته لی و شائو[۱۹] تضاد دارد و ضریب مثبت معنی‌دار بین ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها که مطابق با یافته‌های لی و شائو[۱۹] و اورندیلک و همکاران[۸] تطابق دارد نیز موید این امر می‌باشد.

شاخص تخریب در کاربری مرتع و کشاورزی دارای مقادیر منفی می‌باشد که بیانگر تخریب خاک نسبت به کاربری جنگل می‌باشد. با توجه به شکل ۳ و جدول ٤ مشاهده می‌شود که کاربری کشاورزی دارای تخریب بالاتری نسبت به مرتع در مقایسه با جنگل می‌باشد. شاخص تخریب منفی در کاربری کشاورزی با نتایج اسلام و ول [۱۳] و لمنی و همکاران [۱۸] تطابق دارد. اسلام و ول [۱۳] در مطالعه خود مقادیر شاخص تخریب مثبت را برای کاربری مرتع بدست آوردند که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد که دلیل این امر را می‌توان در این موضوع دانست که در منطقه مورد مطالعه اراضی مرتعی در واقع اراضی کشاورزی رها شده هستند که پس از بهره‌برداری‌های مداوم و از دست رفتن حاصلخیزی آن رها شدند و پس از آن به عنوان اراضی مرتعی مورد چرای دام قرار گرفتند و در واقع فشار چرای دام مانع از احیای دوباره ویژگی‌های خاک و پایداری خاکدانه‌ها شده است.

در مجموع نتایج شاخص‌های مورد بررسی نشان داده است که در منطقه مورد مطالعه بالاترین میزان فرسایش‌پذیری در لایه سطحی به ترتیب مربوط به کاربری مرتع، کشاورزی و جنگل است که علت آن چرای بی‌رویه و فشار زیاد دام بر روی خاک اراضی کشاورزی رها شده است که در حال حاضر به صورت مرتع مورد تعلیف قرار می‌گیرد. بالاترین میزان شاخص پایداری خاکدانه در لایه سطحی به ترتیب مربوط به جنگل، مرتع و کشاورزی می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی و از کشاورزی به مرتع سبب تخریب خاک شده و شرایط وخیم‌تری را برای کاربری مرتع به وجود آورده است. نتایج این پژوهش لزوم توجه بیشتر به مسئله احیای پوشش گیاهی و حفاظت خاک در کاربری مرتع و کشاورزی این منطقه را نشان می‌دهد. برای دستیابی به اهداف فوق اعمال برنامه‌های مدیریتی خاص مانند احیای مرتع، تنظیم برنامه چرایی، تنظیم نرخ و زمان ورود دام، برنامه‌های قرق، کودپاشی و همچنین برنامه‌های مدیریت زراعی ضروری می‌باشد. این در حالی است که عدم برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های مدیریتی فوق سلامت منابع آب و خاک پایین دست را به مقدار هر چه بیشتر در معرض خطر قرار خواهند داد.

منابع

1-Bewketa and stroosnijder. 2003. Effect of agri-ecological land use succession on soil properties in chemoga watershed. blue nil basins. Ethiopia. Geoderma. 111:85-95.

2-Bihamta, M. R., Zare Chahoky, M. A., 2008. Principles of Statistics for the Natural Resources Science, University of Tehran Press, 300pp.(in Persian)

3-Cantón, Y., Solé-Benet A., Asensio, C., Chamizo, S. and Puigdefábregas, J. 2009. Aggregate stability in range sandy loam soils Relationships with runoff and erosion. Catena 77: 192–199.

4-Celik. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil & Tillage Reaserch. 83(2): 270-277.

5-De Noni, G., Didier, B., Jean- Yves, L., Yves Le, B. and Jean, A.2002 . Proposal of soil indicators for spatial analysis of carbon stocks evolution. 17th. WCSS. 14-21 August. Thailand. 1-13.

6-Emadi, M., Baghernejad, M. and Memarian, H. R. 2009. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. Land use Policy. 26.(2): 52-457.

7-Ekwue, E. I. and Maidugury. 1991. The effects of soil organic matter content. Rainfall duration and aggregate size on soil detachment. Soil Technology. 4: 197-207.cremlingen.

8-Evrendilek, F., Celik, I., Kilic, S. 2004.

Srinivasarao, Ch., Wani, S.P. 2009. Role of deforestation and hill slope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran, Agriculture, Ecosystems and Environment. 134: 178–189.

17-Kiany, F., Jalalian, A., Pashaii, A. & Khademi, H. 2007. Effect of Deforestation, Grazing exclusion and Rangeland Degradation on Soil Quality Indices in Loess-Derived Landforms of Golestan Province. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science. 11(41):453-463(in Persian).

18-Lemenih, M., Olsson, M., Karltun, E. 2004. Comparison of soil attributes under Cupressus lusitanica and Eucalyptus saligna established on abandoned farmlands with continuously cropped farmlands and natural forest in Ethiopia. Forest Ecology and Management 195: 57–67.

19-Li, Y.Y., Shao, M.A. 2006. Change of soil physical properties under long-term natural vegetation restoration in the Loess Plateau of China Journal of Arid Environments 64: 77–96.

20-Mahmudy, Sh. & Hakimianm M. F., 2003. Fundamental of soil science. University of Tehran Press, 700pp(in Persian).

21-Martinez-Mena, M., Lopez J., Almagro, M., Boix-Fayos, C. and Albaladejo, J. 2008. Effect of water erosion and cultivation on the soil carbon stock in a semiarid area of South-East Spain. Soil and Tillage Research 99. 119–129.

22-Nelson, D.W. and Sommer, L. E. 1982 . total carbon. organic carbon and organic matter. In: A.L. page(Ed.). Methods of soil analysis. 2nd ed. ASA Monogr. Am. Soc. Agron. Madison. 9(2):539-579.

23-Refahy, H. Q., 2006. Water erosion and its control. University of Tehran Press, 671pp (in Persian).

24-Schnitzer, M. 1982. Total carbon. organic matter. and carbon. In: Page. A.L. Miller. R.H.. Keeney. D.R. (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy Monograph. vol. 9. 2nd ed. American Society of Agronomy. Madison. WI:

Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey, Journal of Arid Environments 59: 743–752

9-Gajic, B., Dugalic G. and Djurovic N. 2006. Comparison of soil organic matter content, aggregate composition and water stability of gleyic fluvisol from adjacent forest and cultivated area. Agronomy Research.4(2): 499- 508.

10-Geissen. V., Sánchez-Hernández R., Kampichler, C., Ramos-Reyes, R., Sepulveda-Lozada, A., Ochoa-Goana, S., de Jong, B.H.J., Huerta-Lwanga, E. and Hernández-Daumas, S. 2009. Effects of land-use change on some properties of tropical soils-An example from Southeast Mexico. Geoderma 151: 87-97.

11-Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. particle size analysis.pp. 383-411. In: Klute. A.(Eds.). Methods of soil analysis. Part1. physical and mineralogical Methods. Soil Sci. Soc. Am.

12-Hajj abbacy, M. A., Bessalat poor, A. A. & Mellaly, A. R. 2007. Impacts of Converting Rangelands to Cultivated Land on Physical and Chemical Properties of Soils in West and Southwest of Isfahan . Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science. 11(42b):525-534(in Persian).

13-Islam, K.R. and Weil, R.R. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. Agriculture, Ecosystems and Environment 79: 9–16.

14-Kavian, A., Azmodeh, A., Soleimany, K., & Vahabzadeh, Q. 2010. Effect of soil properties on runoff and soil erosion in forest lands. Range and watershed management Journal of Range and Management(Iranian journal of natural resources) 63(1):89-104(in Persian).

15-Kelarestaghi, A., Ahmadi, H. and Jafari, M. 2006. Land use changes detection and spatial distribution using digital and satellite data. case study: Farim drainage basin. Northern of Iran. Desert Journal. 11. (2): 33-47.

16-Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S.,

Factor for Selected Polish Soils, Polish Journal of Environmental Studies. 14. (5): 655-658.

30-Yousefi Fard, M. Jalalian, A. Khademi, H. 2007. Estimating Nutrient and Soil Loss from Pasture Land Use Change Using Rainfall Simulator.. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science 11(40a):93-106 (in Persian)

31-Zhanga, K.L., Shub, A.P., Xuc, X.L., Yangd, Q.K., Yue, B. 2008. Soil erodibility and its estimation for agricultural soils in China, Journal of Arid Environments 72: 1002–1011

32-Zhao, H. L., zhang, T.H. and zhao X. Y. 2004. soil properties following cultivation and nongrazing of a semi- arid sandy grassland in northern china. Soil& Tillage Research. 75: 27-36.

33-Zolfaqary, A. A., Hajj abbacy, M. A. 2008. The effects of land use change on physical properties and water repellency of soils in Lordegan forest and Freidunshar pasture. Journal of water and soil of Ferdowsi University of Mashhad. 22(2): 251-262(in Persian).

539–577.

25-Shukla, M.K., Lal, R., Ebinger, M., Meyer, C. 2006. Physical and chemical properties of soils under some pin˜ on-juniper-oak canopies in a semi-arid ecosystem in New Mexico, Journal of Arid Environments 66: 673–685.

26-Tajik, F., 2004. Evaluation of Soil Aggregate Stability in Some Regions of

Iran, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science. 8(1):107-122(in Persian).

27-Vaezi A.R., Bahrami, H.A., Sadeghi, S.H.R., Mahdian, M.H. 2007. Investigation of effective factor on erodibility soil in calcareous soils. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 14(5):55-65 azar-dey (in Persian).

28-Vaezi, A.R., Sadeghi, S.H.R., Bahrami H.A., Mahdian, M.H. 2008. Modeling the USLE K-factor for calcareous soils in northwestern Iran. Geomorphology 97: 414–423.

29-Wawer, R., Nowocie˙, E., Podolski, B. 2005. Real and Calculated K USLE Erodibility