Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد پنجم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://ejsms.gau.ac.ir

تأثیر فرسایش خندقی بر رطوبت خاک در دو کاربری مرتع و زراعت دیم رها شده در زمین‌های لسی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کال‌شور استان گلستان)

علیرضا تجری[۱] و *فاطمه کاردل[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه علوم محیطی، دانشگاه مازندران، بابلسر

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱

چکیده

سابقه و هدف: افزایش خشکی خاک دامنه‌ها و زمین‌های اطراف خندق سبب تشدید فرسایش خندقی می‌شود که در نهایت محیط را به‌سمت بیابانی‌شدن سوق می‌دهد. مقدار رطوبت خاک در عمق‌ها و موقعیت‌های گوناگون زمین‌های اطراف خندق و در کاربری‌های گوناگون متأثر از فرسایش خندقی متفاوت است. این امر برای پایداری اکوسیستم در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت به‌سزایی دارد. بنابراین درک رفتار رطوبتی خاک در مواقع خشک و بحرانی سال جهت ارائه پیشنهادهای مدیریتی بر پایه حفاظت زیستی و احیای پوشش گیاهی زمین‌های اطراف خندق، ضروری است. هدف این پژوهش، تجزیه و تحلیل تغییرات رطوبت خاک زمین‌های لسی اطراف خندق با افزایش فاصله از خندق طی فصل خشک و بحرانی سال و مقایسه آن در کاربری‌های زمین غالب موجود در منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش یک خندق شاخص در کاربری زراعت دیم رها شده و یک خندق شاخص دیگر در کاربری مرتع انتخاب شدند. در تعیین خندق شاخص، خندق‌هایی با ویژگی‌های عمومی مشابه با سایر خندق‌های موجود در حوزه (از نظر عمق، عرض، طول، شیب محل تشکیل، مساحت حوزه آبخیز بالادست، پوشش گیاهی اطراف و شکل عمومی) انتخاب گردید. برای هر خندق، نمونه‌های خاک از قسمت‌های پیشانی خندق، ۵۰ درصد طول خندق و انتهای خندق، در محل‌های دیواره و به فاصله‌های ۲۰۰ و ۵۰۰ سانتی‌متری از لبه خندق و از دو عمق سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متر) و زیرسطحی خاک (۱۰۰-۳۰ سانتی‌متر) در فصل تابستان (از تیرماه تا شهریورماه ۱۳۹۱ در فواصل زمانی ۱۵ روزه) با ۳ تکرار برداشته شدند و مقدار رطوبت آن‌ها تعیین گردیدند.

نتایج: نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان دادند که مقدار رطوبت خاک سطحی با فاصله از لبه خندق (فاصله حدود ۲ متر از خندق) واقع در کاربری مرتع افزایش می‌یابد. همچنین در فواصل دورتر مقدار رطوبت خاک سطحی تغییرات چندانی ندارد و تقریباً ثابت است. به‌عبارت دیگر مقدار تبخیر رطوبت خاک تحت‌تأثیر دیواره و سطوح ریزشی خندق در فواصل کم‌تر از ۲ متر از خندق رخ داده است. در کاربری زراعت دیم رها شده نیز مقدار رطوبت خاک سطحی اطراف خندق با فاصله از خندق افزایش یافته است. اما شیب این تغییر نسبت به کاربری مرتع کم‌تر است. مقدار رطوبت خاک زیرسطحی اطراف خندق واقع در کاربری زراعت دیم رها شده در فواصل نزدیک دیواره خندق نسبت به فواصل دورتر کم‌تر مشاهده شده است. این روند کاهشی رطوبت در مقایسه با کاربری مرتع چندان چشم‌گیر نبود.

* مسئول مکاتبه: f.kardel@umz.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد که خندق‌ها به‌صورت جدی موجب تشدید هدررفت رطوبت خاک دامنه‌های اطراف خود می‌شوند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پوشش مرتعی اراضی لسی نقش مؤثری در جلوگیری از تبخیر رطوبت خاک ناشی از فرسایش خندقی دارد.

واژه‌های کلیدی: فرسایش خندق، کاربری زمین، پایداری اکوسیستم، بیابانی شدن

مقدمه

خندق‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، زمانی که بهره‌برداری از منابع آب و خاک بر پایه اصول صحیح و متناسب با توان‌های طبیعی و شرایط محیطی نباشد، ایجاد می‌شوند (۱۹). این نوع فرسایش از اشکال عمده و متداول در زمین‌های لسی بوده و سهم قابل‌توجهی در افزایش تولید رسوب دارد (۵، ۲۱). همچنین در رسوبات لسی، فرسایش‌های انحلالی زیرزمینی چهار تا پنج برابر شدیدتر از فرسایش‌های سطحی است که خود می‌تواند منجر به رخداد فرسایش خندقی شود (۱۸). یکی از مشکل‌های اساسی حوزه‌های آبخیز استان گلستان، نرخ بالای فرسایش و تخریب خاک می‌باشد به‌گونه‌ای که توازن بین خاک‌سازی و فرسایش خاک بهم خورده و میزان آن از غرب به شرق استان افزایش می‌یابد. در این میان فرسایش خندقی و تونلی بیش‌ترین نقش را به خود اختصاص داده است (۵). گسترش خندق‌ها موجب تخریب سیمای طبیعت، هدررفت خاک زمین‌های کشاورزی مرغوب، تحمیل هزینه اصلاح زمین، تغییر بازده آبیاری و کاهش پتانسیل کشاورزی و افزایش زهکشی و کاهش رطوبت خاک می‌شوند (۲٤). همچنین تخریب پوشش‌گیاهی، تشدید فرآیندهای بیابان‌زایی، افت آب‌های زیرزمینی و سرانجام افزایش فرسایش دامنه‌ای در یک چرخه بازخوردی از دیگر اثرات مخرب توسعه خندق‌ها است (۲۵). نواحی اطراف خندق بخش مهمی از زمین‌های کم‌شیب و مساعد یک آبخیز را تشکیل می‌دهد. این زمین‌ها یکی از مهم‌ترین قسمت‌های فرسایش‌پذیر خندق بوده و به آسانی توسط رواناب قابل فرسایش است (۳۰). بنابراین تنها مدیریت صحیح و اصولی می‌تواند در جلوگیری از فرسایش خندقی و کنترل رواناب‌ها مفید واقع شود. به‌عنوان مثال، احیای پوشش‌گیاهی زمین‌های اطراف خندق به‌منظور منحرف و ذخیره‌کردن رواناب، فرسایش‌پذیری خاک را کاهش می‌دهد (٦، ۲۹). بنابراین احیای پوشش گیاهی زمین‌های اطراف خندق به‌منظور کنترل فرسایش خندقی یک راهکار اساسی است (۲۰، ۲۱). در این راستا مدیریت پوشش‌گیاهی اولین گام در جهت کاهش پتانسیل فرسایش خاک عنوان شده است (۲۸)، به‌طوری‌که درصد تراکم پوشش‌گیاهی به‌عنوان اصلی‌ترین فاکتور محدودکننده میزان فرسایش خاک محسوب می‌شود (۲، ۲٦). از سویی به‌دلیل وجود اقلیم خشک و نیمه‌خشک و فرسایش شدید خاک، رطوبت خاک به‌عنوان یک عامل محدودکننده و کلیدی در کاربرد روش زیستی حفاظت خاک همواره مورد توجه بوده است (۸، ۱۵). بدیهی است که رطوبت خاک نقش مهمی بر رشد گیاهان و بهبود وضع پوشش گیاهی دارد (٤، ۱٦). بنابراین یکی از محدودیت‌های اصلی در کنترل فرسایش و احیای خاک، کمبود رطوبت خاک برای رشد گیاهان طی دوره‌های بحرانی است (۱۰، ۱۱). از سویی پژوهش‌های دیگر بیانگر نقش اساسی خندق‌ها در

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش رطوبت خاک و افزایش خشکی محیط است (۸، ۳۰). بنابراین مطالعه تغییرات رطوبت خاک و پویایی آن در زمین‌های کناری خندق و توجه به آن هنگام کاربرد و احیای پوشش‌گیاهی جهت کاهش فرسایش خاک ضروری است. فرسایش خاک یکی از عوامل مهم بیابان‌زایی در شمال مدیترانه معرفی شده است که نقش کانال‌های حاصل از فرسایش، در ایجاد و حمل رسوب و افزایش خشکی منطقه تأیید شده است (۳۱). ژنگ و همکاران (۲۰۰۶)، به مطالعه نقش فرسایش خندقی بر رطوبت خاک پرداختند (۳۰). نتایج آن‌ها نشان دادند که در دوره‌های زمانی مختلف با افزایش فاصله از دیواره خندق محتوای رطوبت خاک افزایش می‌یابد. همچنین در نواحی کناری خندق با افزایش عمق خاک، قدرت تبخیر رطوبت خاک کاهش می‌یابد. هو ژو و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی اثر فرسایش خندقی بر رطوبت خاک بوته‌زارها در اراضی فرسایشی آبی- بادی فلات لسی چین پرداختند (۱۰). آن‌ها بیان نمودند که با افزایش فاصله از دیواره خندق‌ها، مقدار ذخیره آب خاک به‌صورت خطی افزایش می‌یابد. همچنین مقدار رطوبت خاک تحت‌تأثیر ویژگی‌های بارش، محل نمونه‌برداری و زمان نمونه‌برداری خاک متفاوت است. لس‌چن و همکاران (۲۰۰۷)، به تعیین مناطق آسیب‌پذیر فرسایش خندقی مناطق نیمه‌خشک جنوب شرق اسپانیا پرداختند (۱۳). آن‌ها به این نتیجه رسیدند که میزان فرسایش خندقی در زمین‌های دیم رها شده نسبت به زمین‌های کشاورزی بیش‌تر است. همچنین در پژوهش آن‌ها، زمین‌های اطراف پیشانی خندق، آسیب‌پذیری مناطق فرسایشی معرفی شده‌اند. مقصودی و همکاران (۲۰۱۲)، با هدف پهنه‌بندی حساسیت خاک به فرسایش خندقی، پژوهشی را در حوزه زواریان استان قم انجام دادند (۱٤). آن‌ها بیان نمودند که بیش‌تر خندق‌ها در زمین‌های مرتعی و کشاورزی ایجاد و گسترش یافته‌اند. برعکس زمین‌هایی با کاربری باغی و مسکونی کم‌ترین میزان حجم خندق‌ها را داشتند.

به‌طورکلی، مرور منابع بیانگر آن است که اطلاعات اندکی در مورد اثر فرسایش خندقی بر رطوبت خاک و تغییرات آن با فاصله از دیواره خندق وجود دارد. از سوی دیگر رطوبت خاک یک فاکتور کلیدی محدودکننده توسعه محیط زیست در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (۱۰). طبق اظهارات پژوهشگران از آن‌جایی که رطوبت خاک در فواصل نزدیک دیواره خندق در مکان و زمان یکسان تغییرات آشکاری را نشان می‌دهد، پیش‌گویی آن در هر نوع خاک کمی مشکل به‌نظر می‌رسد (۳). لازم به ذکر است که تغییر رطوبت خاک و آب قابل دسترس برای گیاهان در زمینه‌های متعدد مانند کشاورزی، جنگلداری، هیدرولوژی و مهندسی آب بسیار مهم است. بنابراین بررسی رطوبت خاک و میزان قابل استفاده آن برای گیاه از مهم‌ترین موضوعات در روابط آب، خاک و گیاه به‌شمار می‌روند.

از طرفی نتایج پژوهش‌های انجام شده در زمینه عوامل مؤثر بر ایجاد فرسایش خندقی و رسوب نشان داده که در بیش‌تر آبخیزها، نوع کاربری زمین‌ها نقش مهمی در ایجاد و توسعه فرسایش خندقی دارد (۱۷). همچنین کاربری زمین، یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر میزان رطوبت خاک است (۷، ۹). این پژوهش به تجزیه و تحلیل تغییرات رطوبت خاک زمین‌های لسی اطراف خندق با افزایش فاصله از خندق طی فصل خشک و بحرانی سال و مقایسه آن در کاربری‌های زمین غالب موجود در منطقه می‌پردازد. این مطالعه بر مبنای نمونه‌برداری و پایش رطوبت خاک دامنه‌های اطراف خندق و بررسی رابطه آن با فاصله از خندق انجام شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

استان گلستان با مساحتی بیش از ۲۲ هزار کیلومترمربع دارای تشکیلات گسترده لسی است که عمده آن در حوزه‌های اترک و گرگانرود قرار گرفته است. سطح لس‌های منطقه ۳۲۰ هزار هکتار برآورد شده است و اگر شبه‌لس‌ها را هم به آن اضافه کنیم سطح وسیعی را در بر می‌گیرد (۱). درک رفتار رطوبتی خاک‌ها متأثر از فرسایش خندقی در مواقع خشک و بحرانی سال، به‌دلیل امکان بسط نتایج آزمایش‌های حاصله از یک منطقه به منطقه دیگر که دارای خاک‌های مشابه است، جهت ارائه پیشنهادات مدیریتی بر پایه حفاظت زیستی زمین‌های اطراف خندق، دارای اهمیت است. از سوی دیگر مرور منابع و مطالعات کتابخانه‌ای بیانگر این است که در استان گلستان و حتی ایران، تاکنون پژوهشی در مورد نقش فرسایش خندقی بر رطوبت خاک دامنه‌های لسی اطراف خندق انجام نشده است. این امر تا حدی به‌علت عدم وجود اطلاعات کافی در مورد مقدار رطوبت خاک اطراف خندق و تغییرات آن در دامنه زمان می‌باشد. نتایج این پژوهش می‌تواند گام بلندی در رسیدن به این اهداف مهم باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: آبخیز کال‌شور واقع در شمال‌شرق ایران با مساحتی معادل ۱۵۰٤۷/۱ هکتار از سرشاخه‌های رودخانه قرناوه، از آبریز بزرگ گرگان‌رود است که در محدوده شهرستان کلاله قرار دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی بین عرض‌های جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه و ۱۳ ثانیه و ۳۷ درجه و ٤۷ دقیقه و ٤۲ ثانیه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه و ٤٦ ثانیه و ۵۵ درجه و ۳۹ دقیقه و ٤۰ ثانیه شرقی قرار دارد. ارتفاع این حوزه از ۱٦۰ متر واقع در خروجی (جنوب) حوزه تا حدود ۹۰۰ متر از سطح دریا در بالاترین قسمت (شمال) حوزه متغیر است. آبخیز کال‌شور از نظر چینه‌شناسی ساده بوده و تنوع و پیچیدگی خاصی ندارد. قسمت اعظم حوزه (حدود ۹۰٪) از رسوبات کواترنر یعنی رسوبات بادرفتی لس تشکیل شده است. لس‌های منطقه کال‌شور از نظر سنی مربوط به فعالیت‌های متناوب فازهای یخچالی کواترنر است. رسوبات لس بدون سیمان و لایه‌بندی بوده و بررسی‌های کانی‌شناسی انجام شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور نشان داد که بافت کلی رسوبات لس شامل ۵٪ ماسه، ۹۰٪ سیلت و ۲ تا ۵٪ رس می‌باشد. این رسوبات با پوشش مرتعی و کاه و کلش دارای کاربری زراعی و مرتعی بوده و در هر دو حالت دارای فرسایش است. در آبخیز مورد مطالعه زمین‌های مرتعی ۵۲/۵ درصد و دیم رها شده ٤۵/۹۳ درصد مساحت کل حوزه را در برگرفته است (۲٤). از نظر ژئومورفولوژی حوزه آبخیز کال‌شور به سه تیپ کوهستان، تپه‌ای و تراست بالایی قابل تشخیص می‌باشد. منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش اقلیم نمای دومارتن، دارای آب و هوای نیمه‌خشک است و در مجموع مقادیر پارامترهای اقلیمی حوزه به‌دلیل عدم وجود اختلاف ارتفاع زیاد در منطقه دارای نوسانات کمی است و در تمام سطح حوزه به‌صورت یکنواخت عمل می‌نماید (۱۲). به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که پارامترهای اقلیمی و زمینی در آبخیز کال شور یکنواخت بوده و تغییرات چندانی ندارد.

با توجه به شرایط خاص، شکل و وضعیت زمین‌شناسی و خاک‌شناسی، این آبخیز مقاومت ناچیزی در مقابل فرسایش دارد و کنترل و جلوگیری از سیر قهقرایی خاک بسیار ضروری است. با توجه به موارد گفته شده، این آبخیز یکی از شاخص‌ترین مناطق از نظر فرسایش خندقی در استان گلستان می‌باشد. براساس مشاهدات میدانی و اندازه‌گیری شیب دامنه‌های اطراف خندق و محل تشکیل خندق

www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از شیب‌سنج دستی، می‌توان بیان نمود که تمام خندق‌های موجود در حوزه در زمین‌هایی با شیب کم‌تر از ۲۰ درصد ایجاد و گسترش یافته‌اند. همچنین اکوسیستم منطقه بسیار ضعیف و شکننده و آب یک فاکتور کلیدی محدودکننده برای توسعه این منطقه محسوب می‌شود. به‌دلیل فعالیت‌های درازمدت انسان، وضعیت پوشش‌گیاهی منطقه ضعیف و پوشش‌گیاهی باقی‌مانده نیز به‌صورت جدی در معرض تخریب قرار دارد. نظر به این‌که این آبخیز از نظر اقتصادی- اجتماعی (به‌خصوص کشاورزی و دامداری) از مهم‌ترین مناطق استان گلستان محسوب می‌شود، برنامه‌ریزی صحیح و جامع به‌منظور مدیریت و توسعه منابع آب و خاک را به‌صورت جدی ایجاب می‌نماید.

روش کار: پس از پیمایش میدانی و بازدید از خندق‌های منطقه، تعداد ۹ خندق در کاربری مرتع و ۱۳ خندق در کاربری زراعت دیم رها شده مشاهده گردید. یک خندق شاخص در کاربری مرتع (طول ۷۰ متر، عرض ۱۱ متر و ارتفاع ۲/۸ متر) و یک خندق شاخص در کاربری کشاورزی دیم رها شده (طول ۷۳ متر، عرض ۱۳ متر و ارتفاع ۳ متر) انتخاب شدند (۱۰، ۳۰) (شکل ۱). در تعیین خندق شاخص سعی شد خندق‌هایی با ویژگی‌های عمومی مشابه با سایر خندق‌های موجود در حوزه انتخاب شوند. به‌طوری‌که این خندق‌ها، از نظر عمق، عرض، طول، شیب محل تشکیل، مساحت حوزه آبخیز بالادست، پوشش گیاهی اطراف و شکل عمومی، مانند بیش‌تر خندق‌های موجود در حوزه توسعه یافته‌اند. در نواحی اطراف و امتداد طول هر خندق، سه قسمت بالایی (زمین‌های اطراف پیشانی خندق)، میانی (زمین‌های اطراف ۵۰٪ دیواره خندق) و پایینی (زمین‌های اطراف قاعده خندق) در نظر گرفته شدند. سپس نمونه‌های خاک در فصل تابستان (از تاریخ ۱۳۹۱/٤/۳ تا ۱۳۹۱/٦/۱٦) هر ۱۵ روز یکبار در قسمت محل دیواره و به فاصله‌های ۲۰۰ و ۵۰۰ سانتی‌متری از دیواره خندق و از دو عمق خاک، سطحی (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) و زیرسطحی (۳۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر) در ۳ تکرار برداشت شدند. با توجه به پژوهش‌های انجام شده در زمینه مطالعه تغییرات رطوبت خاک در عمق‌های مختلف می‌توان چنین استنباط کرد که تغییرات رطوبت خاک بیش‌تر در دو عمق، سطحی (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) و زیرسطحی (۳۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر) صورت می‌گیرد (۲۰، ۲٤). نمونه‌برداری با استفاده از سیلندرهای نمونه‌برداری خاک به‌صورت استاندارد و بر مبنای دستورالعمل‌های آزمایشگاهی انجام گرفت.

(ب) (الف)

شکل ۱- خندق‌های نمونه واقع در کاربری مرتع (الف) و زراعت دیم رها شده (ب) آبخیز کال‌شور، استان گلستان.

Figure 1. Gullies located in the rangeland (a) and in the abandoned dry farming land (b) Kale-Shour watershed, Golestan.

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌ها با استفاده از پاکت‌های پلاستیکی در بسته بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شدند. سپس مقادیر رطوبت آن‌ها با استفاده از دستگاه آون و روش توزین قبل و بعد از خشک کردن نمونه‌ها تعیین گردید.

در نهایت داده‌های رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی اطراف خندق‌های نمونه از تیرماه تا شهریورماه ۱۳۹۱ در فواصل زمانی ۱۵ روزه به‌دست آمدند. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل‌های واریانس با طرح کاملاً تصادفی از نوع آشیانه‌ای با در نظر گرفتن تیمارهای زمان (ماه و فواصل ۱۵ روزه هر ماه)، ناحیه کناره خندق (بالایی، میانی و پایینی)، فاصله از دیواره خندق (محل‌های دیواره، ۲۰۰ و ۵۰۰ سانتی‌متری فاصله از دیواره)، عمق خاک و کاربری (مرتع و زراعت دیم رها شده) انجام شد. در نهایت تغییرات رطوبت خاک در ماه‌های نمونه‌برداری به‌صورت منحنی نمایش داده شد. لازم به ذکر است که در پیمایش میدانی با استفاده از شیب‌سنج دستی مشخص گردید که به‌طورکلی تمامی خندق‌های موجود در حوزه در زمین‌های با شیب زیر ۲۰ درصد و حتی مسطح ایجاد و توسعه یافته‌اند.

نتایج

نتایج تحلیل واریانس که در قالب طرح کاملاً تصادفی از نوع آشیانه‌ای انجام شد، اختلاف معنی‌داری را بین میانگین رطوبت خاک (سطحی و زیرسطحی) اطراف خندق‌ها در موقعیت‌های دیواره (۰، ۲۰۰، و ۵۰۰ سانتی متر فاصله از دیواره خندق) و زمان‌های مختلف (٦ زمان) و در کاربری‌های موجود (مرتع و زراعت دیم رها شده) در حوزه را نشان می‌دهد. به‌طور مشخص، نتایج تحلیل واریانس (جدول ۱) نشان دادند که مقدار رطوبت خاک در ماه‌های فصل تابستان، همچنین در نیمه اول و دوم هر ماه و در دو کاربری مرتع و زراعت دیم رها شده، دارای تفاوت معنی‌دار است. این تفاوت معنی‌داری مقدار رطوبت خاک، در فواصل گفته شده از خندق در دو عمق خاک سطحی و زیرسطحی نیز مشاهده شدند. علاوه بر این تغییرات رطوبت خاک اطراف خندق واقع در کاربری مرتع نسبت به کاربری زراعت دیم رها شده بیش‌تر است. به‌عبارت دیگر نمونه‌های خاک کاربری مرتع نسبت به زراعت دیم رها شده با فاصله از خندق مقدار رطوبت بیش‌تری دارد. همچنین در محل‌ها و عمق خاک مشابه، رطوبت خاک کاربری مرتع نسبت به کاربری زراعت دیم رها شده بیش‌تر است.

در هر دو کاربری، مقدار رطوبت خاک سطحی کم‌تر از رطوبت خاک زیرسطحی است. با این تفاوت که نتایج حاصل از اختلاف میانگین رطوبت خاک نشان می‌دهد که در دوره‌های زمانی مشابه، رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی کاربری مرتع نسبت به زراعت دیم رها شده بیش‌تر است (شکل ۲).

در ادامه اثر متقابل کاربری و عمق خاک بر مقادیر میانگین رطوبت خاک و معنی‌داری آن‌ها مورد آزمون قرار گرفت و نتایج در جدول ۲ آمده است. براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان نمود که مقدار میانگین رطوبت خاک اطراف خندق متأثر از دو کاربری زمین، دارای اختلاف معنی‌دار قوی هستند، طوری‌که خندق موجود در مرتع، رطوبت خاک زمین‌های اطراف خود را کم‌تر دست‌خوش تبخیر قرار داده است.

www.SID.ir

Archive of SID

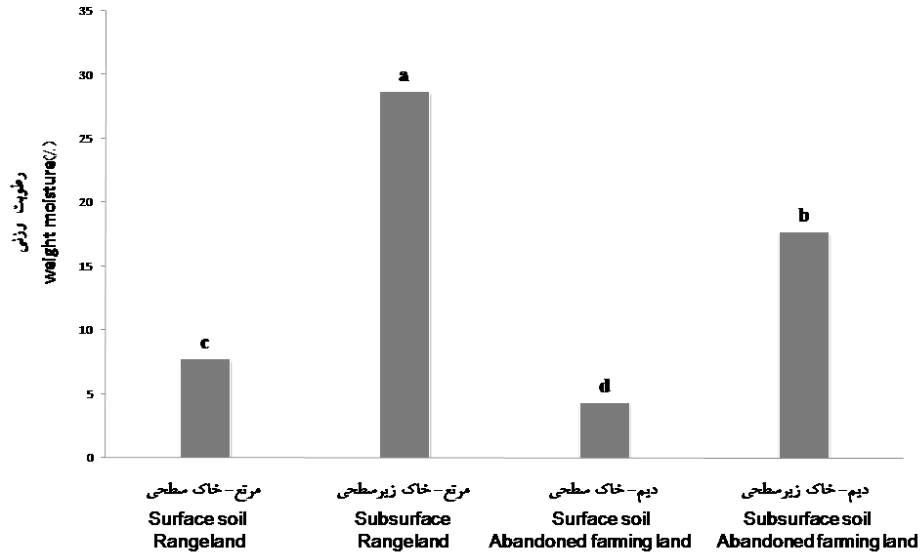
جدول ۱- تحلیل واریانس درصد رطوبت خاک تیمارهای مختلف خندق در قالب طرح کاملاً تصادفی از نوع آشیانه‌ای.

Table 1. Analysis of variance of soil moisture content treatments in a completely randomized design of nesting.

سطح معنی‌داری Significance level	مقدار F F-value	درجه آزادی Degrees of freedom	منابع تغییر Variation sources
<0.0001**	40.76	2	ماه‌های مختلف Months
0.02*	5.68	1	نیمه اول ودوم ماه‌ها The first half and second months
<0.0001**	49.43	1	کاربری‌های مختلف Land uses
<0.0001**	52.33	2	فاصله از خندق Distance from gully
0.001**	276.93	1	عمق Depth
0.094*	2.39	2	فاصله از خندق – کاربری Distance from gully- Land use
0.003**	13.53	1	عمق – کاربری Depth- Land use
0.0001**	9.44	4	فاصله از خندق – عمق – کاربری Distance from gully- Depth- Land use

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

* Significant at the 5% level; ** Significant at the 1% level.



شکل ۲- میانگین رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی در کاربری‌های مرتع و زراعت دیم رها شده.

Figure 2. Average of surface and subsurface soil moisture in the rangeland and in the abandoned dry farming land.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی در کاربری‌های مرتع و زراعت دیم رها شده.

Table 2. Summary results of analysis of variance for surface and subsurface soil moisture in the rangeland and in abandoned dry farming land.

سطح معنی‌داری Significance level	مقدار F F-value	درجه آزادی Degree of freedom	کاربری Land use
0.0001**	206.38	1	مرتع Rangeland
0.0001**	84.05	1	زراعت Dry farming land

** معنی‌داری در سطح ۱٪.

** Significant at the 1% level.

با توجه به معنی‌داری اثر فاصله از خندق بر مقادیر میانگین رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی می‌توان بیان نمود که مقدار رطوبت خاک با فاصله از دیواره خندق در دو قسمت سطحی و زیرسطحی خاک دارای اختلاف معنی‌دار قوی می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر فاصله از دیواره خندق بر مقادیر میانگین رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی.

Table 3. Summary results of analysis of variance for the effect of distance from the gully wall on the average values of surface and subsurface soil moisture.

سطح معنی‌داری Significance level	مقدار F F-value	درجه آزادی Degree of freedom	عمق Depth
0.0001**	4.79	2	سطحی Surface
0.0001**	64.70	2	زیرسطحی Subsurface

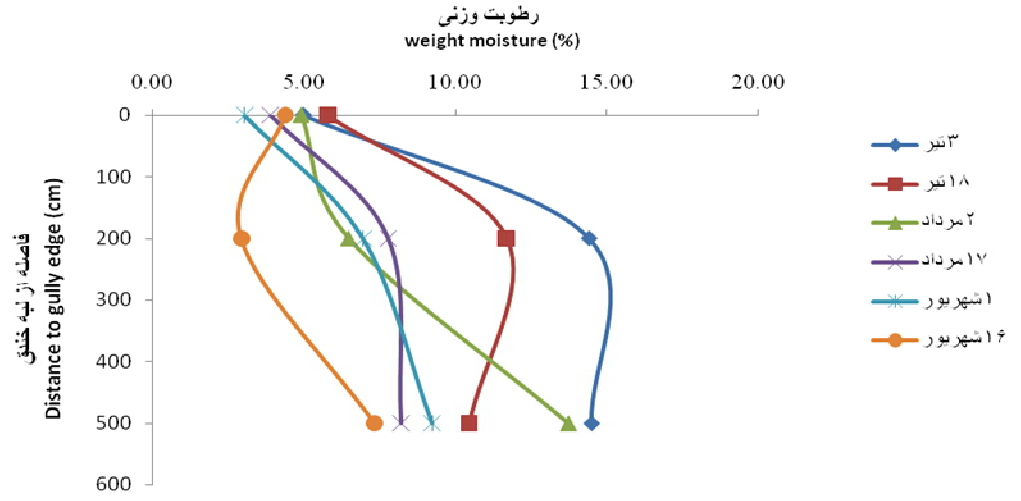
** معنی‌داری در سطح ۱٪.

** Significant at the 1% level.

الگوی تغییرات رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی با تغییرات فاصله از دیواره خندق در کاربری مرتع در شکل‌های ۳ و ٤ نشان داده شده‌اند. بیش‌ترین مقدار رطوبت خاک سطحی کاربری مرتع در نیمه اول تیر و کم‌ترین آن در نیمه دوم شهریور مشاهده شده است. همچنین به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که در تمام زمان‌های نمونه‌برداری، مقدار رطوبت خاک سطحی با فاصله از لبه خندق (فاصله حدود ۲ متر از خندق) واقع در کاربری مرتع افزایش می‌یابد. در فواصل دورتر مقدار رطوبت خاک سطحی تغییرات چندانی ندارد و تقریباً ثابت است. به‌عبارت دیگر مقدار تبخیر رطوبت خاک تحت‌تأثیر دیواره و سطوح ریزشی خندق در فواصل کم‌تر از ۲ متر از خندق رخ داده است (شکل ۳).

www.SID.ir

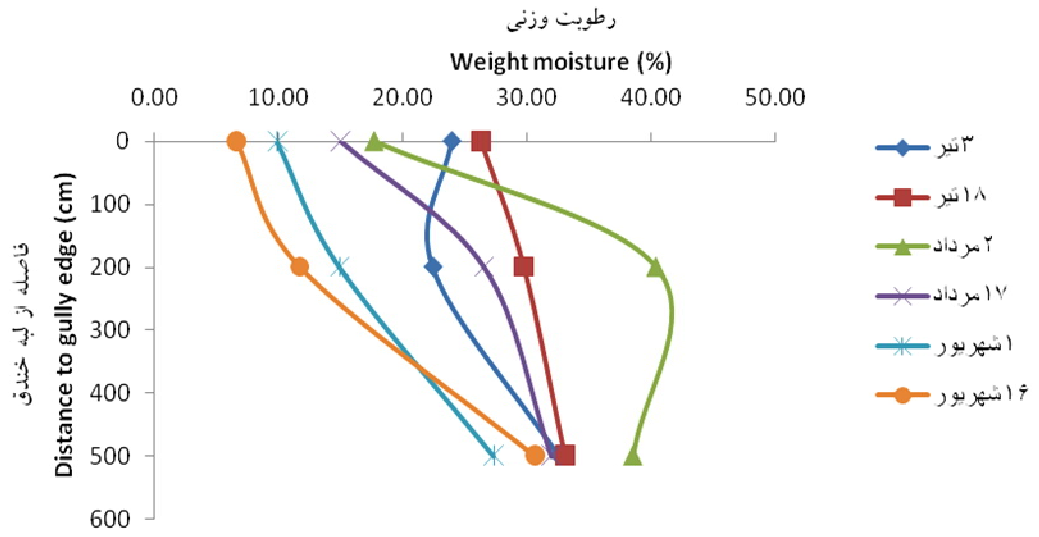
Archive of SID



شکل ۳- تغییرات رطوبت خاک سطحی با فاصله از خندق در کاربری مرتع.

Figure 3. Surface soil moisture variation with distance from the gully in the rangeland.

نتایج پژوهش در بررسی تغییرات مقدار رطوبت خاک زیرسطحی اطراف خندق واقع در کاربری مرتع، بیانگر این است که بیش‌ترین مقدار رطوبت خاک زیرسطحی در نیمه اول مرداد و کم‌ترین آن در نیمه دوم شهریور مشاهده شده است. همچنین روند کاهش مقدار رطوبت خاک زیرسطحی با فاصله از خندق در مقایسه با خاک سطحی کم‌تر است. در فواصل نزدیک دیواره خندق، رطوبت خاک زیرسطحی بیش‌تر از رطوبت خاک سطحی است. شایان ذکر است که تأثیر فاصله از دیواره خندق بر رطوبت زیرسطحی نیز مشابه خاک سطحی، حدود ۲ متر می‌باشد (شکل ٤).



شکل ٤- تغییرات رطوبت خاک زیرسطحی با فاصله از خندق در کاربری مرتع.

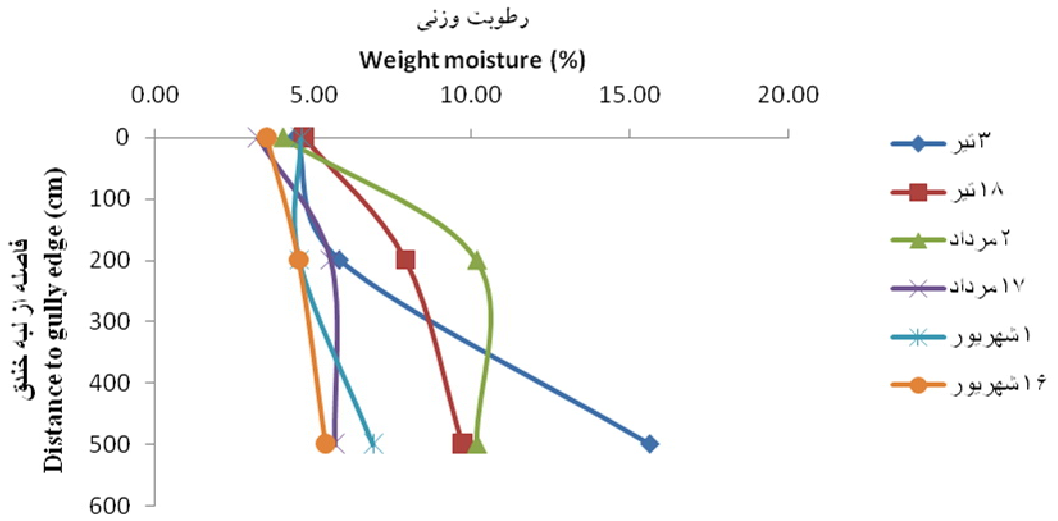
Figure 4. Subsurface soil moisture variation with distance from the gully in the rangeland.

www.SID.ir

Archive of SID

الگـوی تغییـرات رطوبـت خـاک سـطحی و زیرسطحی با فاصله از خندق در کـاربری زراعـت دیم رها شده نیز در شـکل‌هـای ۵ و ٦ نـشان داده شده‌اند. در کاربری زراعت دیم رها شده نیز مقدار رطوبت خاک سطحی اطراف خنـدق بـا فاصـله از خندق افزایش یافته است. اما شیب این تغییر نسبت به کاربری مرتع کم‌تر است. این امر به‌دلیـل پـایین بودن رطوبت عمومی خاک در زمین‌های با کاربری زراعت دیم رها شده نسبت به کاربری مرتع اسـت.

به‌عبارت دیگر در فواصل دور از خندق و بدون در نظر گرفتن اثر فرسایش خندقی بر خـشکی خـاک، رطوبت خاک در کـاربری زراعـت دیـم رهـا شـده کم‌تـر از کـاربری مرتـع اسـت. بـیش‌تـرین مقـدار رطوبت خاک سطحی کاربری زراعت دیم رها شده (مشابه خاک سطحی کاربری مرتع) در نیمه اول تیر و کم‌ترین آن در نیمه دوم شـهریور مـشاهده شـده است (شکل ۵).



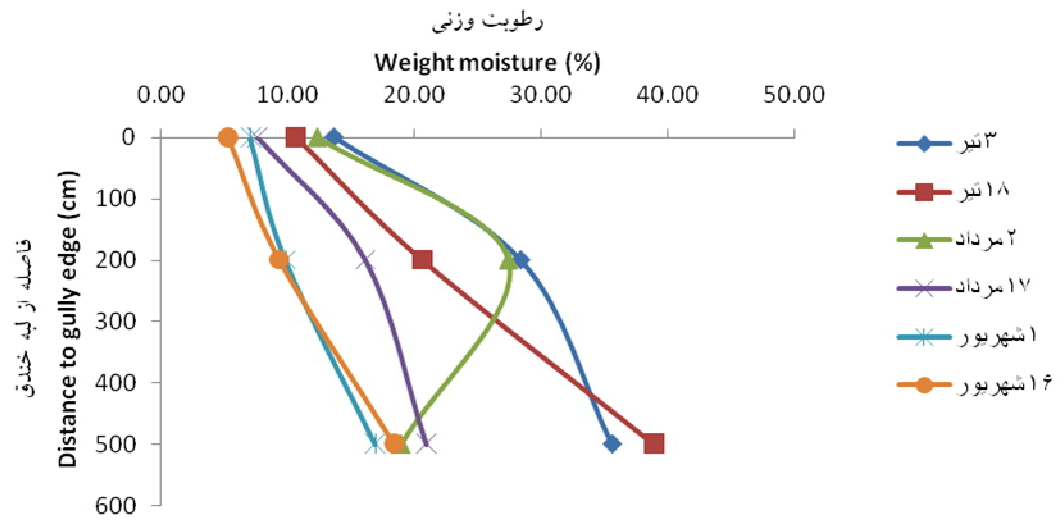
شکل ۵- تغییرات رطوبت خاک سطحی با فاصله از خندق در کاربری زراعت دیم رها شده.

Figure 5. Surface soil moisture variation with distance from the gully in the abandoned dry farming land.

در مـورد رطوبـت خـاک زیرسـطحی کـاربری زراعت دیم رها شده، بیش‌تـرین مقـدار در نیمـه دوم تیر و کم‌ترین آن در نیمه دوم شهریور مـشاهده شـده اسـت. همچنـین مقـدار رطوبـت خـاک زیرسـطحی اطراف خندق واقع در کاربری زراعت دیم رهـا شـده در فواصل نزدیک دیـواره خنـدق نـسبت بـه فواصـل دورتر کم‌تـر اسـت. ایـن رونـد کاهـشی رطوبـت در مقایسه بـا کـاربری مرتـع چنـدان چـشم‌گیـر نیـست (شکل ٦).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- تغییرات رطوبت خاک زیرسطحی با فاصله از خندق در کاربری زراعت دیم رها شده.

Figure 6. Subsurface soil moisture variation with distance from the gully in the abandoned dry farming land.

بحث

در این مطالعه به بررسی میزان تغییرات رطوبت خاک نواحی کناری خندق پرداخته شد. نتایج پژوهش نشان دادند که محتوای رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی در کاربری مرتع با افزایش فاصله از دیواره خندق بیش‌تر می‌شود. همچنین در بیش‌تر زمان‌های نمونه‌برداری، خشک‌ترین خاک در محل دیواره و مرطوب‌ترین خاک در فاصله ۲۰۰ و ۵۰۰ سانتی‌متری از دیواره خندق مشاهده می‌شود. به‌گونه‌ای که تمام نمونه‌های برداشت شده از محل دیواره، دارای حداقل میزان رطوبت بودند. نتایج پژوهش در مورد رطوبت خاک سطحی و زیرسطحی زمین‌های اطراف خندق واقع در کاربری زراعت دیم رها شده نیز روندی مشابه با کاربری مرتع دارد. با این تفاوت که نتایج آماری، بیانگر میانگین بیش‌تر رطوبت خاک زمین‌های اطراف خندق واقع در کاربری مرتع نسبت به دیم رها شده است. می‌توان بیان نمود که پوشش گیاهی مرتع نسبت به زراعت دیم رها شده، موجب افزایش مقاومت خاک اطراف خندق در برابر هدررفت رطوبت خاک ناشی از رخداد این نوع فرسایش می‌شود. همچنین پوشش مرتعی موجب حفظ حالت عمومی رطوبت خاک حتی در فواصل خیلی دور از خندق می‌شود. به‌عبارت دیگر تخریب طبیعت و ساختمان خاک در اثر عملیات خاکورزی زراعت و سپس رهاسازی آن به‌صورت متروکه و تراکم ضعیف پوشش گیاهی موجب سهولت و افزایش تبخیر رطوبت خاک شده است. از طرف دیگر در کاربری مرتع، پوشش گیاهی مراتع موجب کاهش تبخیر رطوبت خاک از سطوح و دیواره خندق‌ها شده است. به‌عبارت دیگر خندق‌های موجود در کاربری مرتع، کم‌تر توانسته‌اند خاک دامنه‌های اطراف خود را تحت‌تأثیر تبخیر قرار دهند. این امر خود موجب بالا بودن حالت عمومی رطوبت خاک و بهبود وضع استقرار پوشش گیاهی در اطرف خندق‌های واقع در کاربری مرتع نسبت به زراعت دیم رها شده می‌شود. با توجه به وضع نسبتاً بهتر رطوبت خاک زمین‌های اطراف خندق در کاربری مرتع نسبت به زراعت دیم رها شده، تثبیت خندق‌ها و کنترل پیشروی آن‌ها در

www.SID.ir

Archive of SID

کاربری مرتع می‌تواند آسان‌تر صورت گیرد. بررسی آماری داده‌های رطوبت خاک در دو کاربری نشانگر این واقعیت مهم است که به موازات تخریب اکوسیستم طبیعی و افزایش سطوح بدون پوشش گیاهی در حوزه آبخیز، تخریب خاک و توسعه فرسایش خندقی و به دنبال آن تبخیر رطوبت، سریع‌تر صورت می‌گیرد. این یافته‌ها با نتایج سلیمان‌پور و همکاران (۲۰۰۸ و ۲۰۰۹) مبنی بر نقش پوشش گیاهی و ماده آلی مرتع نسبت به زراعت دیم رها شده در کنترل فرسایش خندقی و کاهش تخریب خاک و تبخیر مطابقت دارد (۲۲ و ۲۳). همچنین مقدار رطوبت خاک نمونه‌ها در سه دوره انتهایی نمونه‌برداری، کاهش چشم‌گیری را نسبت به سه دوره ابتدایی زمان نمونه‌برداری نشان می‌دهد. بنابراین انتهای فصل تابستان، خندق‌ها تحت‌تأثیر افزایش خشکی هوا و از بین رفتن رطوبت خاک ناشی از نزولات فصل بارش بیش‌ترین تأثیر را بر هدررفت رطوبت خاک زمین‌های اطراف خود دارند. این امر همواره در برنامه‌های احیای خاک باید مد نظر قرار گیرد. به‌طورکلی می‌توان بیان نمود، محتوای رطوبت خاک با افزایش فاصله از دیواره خندق بیش‌تر می‌شود. ضمن این‌که طی زمان‌های نمونه‌برداری مشابه، غالباً نقاط نزدیک‌تر به خندق (محل دیواره و ۲۰۰ سانتی‌متری دیواره) هدررفت آب خاک بیش‌تری را داشتند. رطوبت خاک دیواره برای هر دو خندق در سه ناحیه پیشانی، ۵۰٪ دیواره و قاعده خندق در تمام زمان‌های نمونه‌برداری، کم‌تر از رطوبت خاک فواصل دورتر بود. با فرض یکسان بودن تبخیر سطحی، اثر تبخیر کناری از سطوح ریزشی و بدون پوشش دیواره خندق، را می‌توان از دلایل اصلی هدررفت رطوبت خاک در دیواره و فواصل نزدیک خندق به‌شمار آورد، به‌طوری‌که در فواصل نزدیک خندق تبخیر سطحی و کناری به‌صورت توأم موجب افزایش هدررفت خاک می‌شود. همچنین با توجه به نقش خندق‌ها در تخریب خاک، در ناحیه دیواره و اطراف نزدیک خندق وضعیت فرسایشی شدیدتری ایجاد می‌شود که شرایط برای استقرار پوشش گیاهی نامناسب می‌شود. به این صورت خاک در برابر نور خورشید بی‌حفاظ و تبخیر سطحی و کناری تشدید می‌شود. این اثر سوء فرسایش خندقی در بخش زیرین خاک و فواصل دورتر کم‌تر است. نتایج به‌دست آمده در این بخش با نتایج هوژو و همکاران (۲۰۰۸)، ژنگ و همکاران (۲۰۰٦) مطابقت دارد و با یافته‌های هوانگ و همکاران (۲۰۰۵) و یانگ و همکاران (۲۰۰۱) نیز قابل مقایسه است (۹، ۱۰، ۲۷، ۳۰).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد که خندق‌ها به‌صورت جدی موجب تشدید هدررفت رطوبت خاک دامنه‌های اطراف خود می‌شوند. رشد و گسترش فرسایش خندقی و تشکیل سیستم خندق‌ها در یک منطقه موجب هدررفت عمومی رطوبت خاک، ایجاد شرایط نامطلوب برای استقرار پوشش گیاهی و سیر محیط به‌سمت بیابانی شدن می‌شوند. بنابراین مدیران و متولیان حفاظت آب و خاک کشور همواره باید به اقدامات پیشگیرانه و مبارزه با فرسایش خندقی به‌عنوان یک راهکار مهم در سیاست‌های کلان جلوگیری از بیابانی شدن مناطق نیمه‌خشک و برنامه‌های بیابان‌زدایی توجه ویژه داشته باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Ajami, M. 2006. The impact of land use change and geomorphic condition of water quality parameters, micromorphological and mineralogical in Loss lands in east Golestan provience. Aghso basin. Master dissertation, Dep. of Soil Sci., Gorgan University of Agricultural sciences and Natural Resources Gorgan, Iran. 191p. (In Persian)

2.Battany, M.C., and Grismer, M.E. 2000. Rainfall runoff and erosion in Napa valley vineyards: effects of slope, cover and surface roughness. Hydrological Processes. 14: 1289-1304.

3.Cantón, Y., Domingo, F., and Solé-Benet, A. 2004. Temporal and spatial patterns of soil moisture in semiarid badlands of SE Spain. J. Hydrol. 285: 199-214.

4.Coronato, F.R., and Bertiller, M.B. 1996. Precipitation and landscape related effects on soil moisture in semi-arid rangelands of Patagonia. J. Arid Environ. 34: 1-9.

5.Damavandi, M.Z. 2006. Assessing geomorphological events of deposited loess at the western part of the Gorgan city. Research Project Report, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 45p. (In Persian)

6.Durean, Z.V.H., Francia, M.J.R., and Martinez, R.A. 2004. Ipact of vegetation cover on runoff and soil erosion at hillslope scale in Lanjaron, spain. The Environmentalist. 24: 1. 39-48.

7.Fu, B.J., Chen, L.D., Ma, K.M., Zhou, H.F., and Wang, J. 2000. The relationships between land use and soil conditions in the hilly area of the Loess Plateau in northern Shaanxi, China. Catena. 36: 69-78.

8.Hu., L.J., and Shao, M.A. 2002. Review on water eco-environment in vegetation restoration in Loess Plateau. Chin. J. Appl. Ecol. 13: 8. 1045-1048.

9.Huang, Y.L., Chen, L.D., Fu, B.J., Zhang, L.P., and Wang, Y.L. 2005. Evapotranspiration and soil moisture balance for vegetative restoration in a gully catchment on the Loess Plateau, China. Pedosphere. 15: 4. 509-517.

10.Huo, Zh., Shao, M.A., and Horton, R. 2008. Impact of gully on shrubland in wind-water erosion criss cross region of the loess plateau. Pedospher, 18: 5. 674-680.

11.Ingmar, M., Chen, L.D., and Rudi, H. 2003. Soil conditions in a small catchment on the Loess Plateau in China. Catena. 54: 45-58.

12.Kale-Shour watershed research project. 2004. Engineering Service company of Nahrsazan rostagh. (In Persian)

13.Lesschen, J.P., Kok, K., Verburg, P.H., and Cammeraa, L.H. 2007. Identification of vulnerable areas for gully erosion under different scenarios of land abandonment in southeast Spain, Catena, 71: 1. 110-121.

14.Maghsodi, M., Shadfar, S., and Abasi, M. 2012. Zonation of land sensitivity Zavarian basin to gully erosion. J. Quan. Geomorphol. Res. 2: 35-52. (In Persian)

15.Mu, X.M., Xu, X.X., Wang, W.L., Wen, Z.M., and Du, F. 2003. Impact of artificial forest on soil moisture of the deep soil layer on the loess plateau. Acta Pedology Sinica. 40: 2. 210-217.

16.Nash, M.S., Wierenga, P.J., and Gutjahr, A. 1991. Time series analysis of soil moisture and rainfall along a line transect in arid rangeland. Soil Sci. 152: 189-198.

17.Qodousi, J., Feyznia, S., Ahmadi, H., Shabani, M., and Sarreshtedari, A. 2006. A Study on relation between changing land use type and soil erosion and sediment. J. Res. Dev. 73: 123-130. (In Persian)

18.Sanaei Ardakani, S. 2004. Investigation on sedimentology and stratigraphy of loess deposits in the part of north east of Iran case study: Ghapan and Nahar-khoran districts, Golestan Province. Master thesis: watershed management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources 135p. (In Persian)

19.Sarvati, M.R., Ghoddousi, J., and Dadkhah, M. 2008. Factors effecting initiation and advancement of gully erosion in loesses. Pajouhesh and Sazandegi. 78: 20-33. (In Persian)

20.Sayadi, M.J. 2006. Assessing factors affecting on gully erosion on the loess Plateau in the Agh Emam-Kochik Basin. Master dissertation of wetland, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 95p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

21. Shahini, Gh. 2005. The role of vegetation in gully erosion control. Proceeding of the Third National Conference on Erosion and Sediment, Pp: 341-346. (In Persian)
22. Soleimanpour, S.M., Soufi, M., and Ahmadi, H. 2008. Effect of Different Land Uses on Initiation of Gully Erosion in Fars Province. Iran-Watershed Management Science and Engineering. 3: 2. 66-68. (In Persian)
23. Soleimanpour, S.M., Soufi, M., and Ahmad, H. 2009. Determining Effective Factors on Gully Development in Konartakhte Region, Fars Province. J. Water Soil. 23: 1. 131-141. (In Persian)
24. Tajari, A. 2012. Effect of soil physical and chemical characteristics in the gully erosion and gully morphology (Case study: wetland Kaule-shour, Golestan province). Master dissertation of wetland, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 123p. (In Persian)
25. Valentine, C., Poesen, J., and Yong, L. 2005. Gully erosion: impact, factors and control. 2005. Catena. 63: 132-153.
26. Wainwright, J., Parsons, A.J., and Abrahams, A.D. 2000. Plot-scale studies of vegetation, overland flow and erosion interactions: case studies from Arizona and New Mexico. Hydrological Processes. 14: 2921-2943.
27. Yang, Q., Fu, B.J., Wang, J., and Chen, L.D. 2001. Soil moisture variation in relation to topography and land use in a hillslope catchment of the Loess Plateau, China. J. Hydrol. 240: 243-263.
28. Zangiabadi, M., Rangavar, A., Refahi, H., Sharfa, M., and Bihamta, M.R. 2010. Investigation of important effects on soil erosion process in the semi-arid pastures of kallat. J. Soil Water. 24: 737-744. (In Persian)
29. Zhang, X.C., Liu, G.B., and Fu, H.F. 2000. Soil nitrojen losses of catchment by water erosion as affected by vegetation coverage. Chine. J. Environ. Sci. 21: 6. 16-19.
30. Zheng, J.Y., Wang, L.M., Shao, M.A., Wang, Q.J., and Li, S.Q. 2006. Gully impact on soil moisture in the gully bank. Pedospher. 16: 3. 339-334.
31. Zucca, C., Canu, A., and Della Peruta, R. 2006. Effects of landuse and landscape on spatial distribution and morphological features of gullies in an agropastoral area in Sardinia (Italy), in Sardinia. Italy, Catena, 68: 2-3. 87-95.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 5(2), 2015
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Influence of gully erosion on soil moisture of abandoned farming dry land and rangeland in loess land (Case study: Kale-Shour watershed, Golestan Province)

A.R. Tajari[1] and *F. Kardel[2]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Environmental Science, University of Mazandaran, Babolsar

Received: 03/05/2014; Accepted: 11/22/2014

Abstract

Background and Objectives: Increased soil dryness of hillsides and lands around the gully causes the aggravation of the gully erosion which leads to the desertion of the environment. Soil moisture contents are various in different soil depths, gully positions and in various land uses. These are fundamental for ecosystem sustainability in arid and semi-arid area. Therefore, understanding the behavior of soil moisture in dry and critical periods is necessary for gully erosion management based on biological conservation and restoration of vegetation around the gully. The aim of this study is to analyze the variations in the loess soil moisture around the gully with increasing distance from the gully during the dry season in the dominant land uses.

Materials and Methods: In this research two typical gullies were chosen, one in abandoned dry farming land and another in the rangeland. Gullies with general characteristics (depth, width, length, land slope, watershed area and vegetation cover) similar to other gullies in the area were selected for determining the index gully. Soil samples were taken from the land around the headcuts, 50% of the length and the end of the gully at the wall locations and 200 and 500 cm away from the edge of the gully and from two different depths; surface (0-30 cm) and subsurface soil (30-100 cm) in summer (from July to September 2012; once every fifteen days) and soil moisture of samples were determined.

Results: The statistical results showed that the soil moisture content increased with distance from the edge of the gully (a distance of about 2 meters from the gully) in the rangeland. In other words, the evaporation of soil moisture is influenced by the gully wall and its surface soil at less than 2 meters distance from the gully. Also, in the abandoned farming dry land the surface soil moisture increased with distance from the edge of the gully, but the slope of this change was not as high as in the rangeland. The subsurface soil moisture content is higher near the gully wall than a distance further away in the abandoned farming dry land, but this decreasing trend was not as remarkable as in the rangeland.

Conclusion: The results of this study revealed that gullies seriously exacerbate loss of soil moisture content around their domains. Therefore, it can be concluded that rangeland of loess land plays an effective role to prevent soil moisture evaporation which is the result of the gully erosion.

Keywords: Gully erosion, Land use, Ecosystem sustainability, Desertification

* Corresponding Authors; Email: f.kardel@umz.ac.ir

www.SID.ir