دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

بررسی ارتباط خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک و گسترش فرسایش خندقی در حوزه آبخیز تمر قره قوزی، استان گلستان

ن. خوجه[۱]، ج. قدوسی[۲] و ر. اسماعیلی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
نویسنده مسئول: Esmailirohollah598@gmail.com

چکیده:

پیچیده بودن فرآیند شکل گیری فرسایش خندقی و ناشناخته بودن عملکرد خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک بر فرسایش از مهمترین چالش ها در پیشگیری آن است. با توجه به اهمیت سازندهای لسی در استان گلستان که سطح وسیعی از منطقه را در بر گرفته و نقش بسزایی در تولید رسوب رودخانه گرگان رود دارد، شناخت دقیق اشکال فرسایش در لس ها جهت ارائه راهکار مناسب برای کنترل فرسایش و رسوب، بویژه فرسایش خندقی ضروری به نظر می رسد. بنابراین در تحقیق حاضر به منظور شناخت مکانیزم شکل گیری و گسترش خندق ها در سازند لسی به بررسی تاثیرات عوامل فیزیکی- شیمیایی خاک بر رخداد فرسایش خندقی، اقدام به بررسی عکسهای هوایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک خندق های مورد مطالعه در منطقه تمر قره قوزی گردید. پس از تعیین موقعیت خندق ها روی نقشه واحد های کاری در محیط GIS، از طریق بازدیدهای میدانی تعداد ۱۰ خندق جهت مطالعه مشخص، نقشه برداری و مرفومتری شد. سپس جهت تعیین خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک، اقدام به نمونه برداری از سطح خاک هر خندق در مقاطع ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد طول خندق شده است. در نهایت با استفاده از نرم افزار SPSS، ارتباط عوامل فیزیکی- شیمیایی خاک را با توسعه و گسترش فرسایش خندقی به صورت مدل رگرسیونی ارائه شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده ها حاکی از نقش موثر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک بویژه میزان سیلت، املاح محلول و درجه اشباع خاک در شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی در سازند لسی می باشد.

واژه های کلیدی: فرسایش خندقی، لس، مکانیسم شکل گیری خندق عوامل زمین محیطی، مدل رگرسیونی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

مقدمه

فرسایش خاک توسط آب پدیده ای است که به قدمت پیدایش خشکی ها در کره زمین است. پیامدهای فرسایش خاک توسط برخی از پژوهشگران به حدی خطرناک قلمداد شده است که شکوفائی و نابودی تمدن های پیشین را به این پدیده نسبت داده اند (۱). مطالعه و بررسی در زمینه عوامل موثر در شکل گیری و گسترش این نوع فرسایش در سال های پیش از دهه ۱۹۳۰ میلادی، تاکنون منجر به طبقه بندی اشکال مختلف فرسایش آبی در نقاط مختلف جهان شده است (۱۲). آنچه توسط اکثریت قریب به اتفاق پژوهشگران فرسایش خندقی مهم قلمداد می شود، پیچیده بودن چگونگی شکل گیری و روند رشد و گسترش خندق ها در شرایط مختلف محیطی و اقدامات متفاوت عامل انسانی در بهره برداری از منابع خاک، آب و گیاهان است. این نوع فرسایش خاک را نمی توان تنها محدود به نوع معینی از سازندهای زمین شناسی، وضعیت توپوگرافی، خصوصیات خاک، استفاده از اراضی، شرایط اقلیمی و ویژگیهای آب و هوایی در کلیه مناطق نمود. نظر به اینکه جنبه های مختلف فرسایش خندقی در جهان، هنوز بدرستی شناسائی و معرفی نشده است و نمی توان با اطمینان زیاد، شکل گیری و رشد و گسترش فرسایش خندقی را به طور مثال محدود به رابطه ساده بین شیب و سطح حوزه آبخیز واقع در سر خندق ها و خصوصیات فیزیولوژیکی و یا ارتباط بین مرفولوژی جداره ها، سطح مقطع و شیب خندق ها با سایر خصوصیات فیزیکی حوزه های آبخیز هر یک از خندق های ایجاد شده و نظیر آن را نمود (۱۳). تحقیقات پیمنتال و همکاران (۱۱) نشان دهنده این است که حدود ۳۵٪ از سطح خشکی های کره ی زمین به نوعی تحت تأثیر فرسایش خاک می باشد. در ایران این مقدار به حدود ۵۰٪ از پهنه ی کشور می رسد که میزان هدر رفت خاک در آن حدود ۱۵ تن در هکتار در سال برآورد شده است (۱۵). به رغم تلاش های قابل ملاحظه در زمینه فرسایش خاک و ابعاد مختلف مربوط به آن در جهان و ایران، هنوز نکات ناشناخته و مبهم در مورد این پدیده وجود دارد (۱۳). به طور مثال بول و کرکبای (۳) گزارش نمودند که عوامل موثر در شکل گیری خندق ها در همه مناطق مشابه نبوده و از منطقه ای به منطقه دیگر تغییر می کند. بررسی انجام شده توسط قدوسی (۶)، نیز به متفاوت بودن عوامل مختلف و میزان تأثیر آنها در ایجاد و گسترش فرسایش خندقی دلالت دارد. از طرفی فرسایش خندقی براساس مطالعات انجام شده یکی از اصلی ترین علل تخریب اراضی ایران شناخته شده است (۲ و ۶). از آنجا که در اراضی لسی این عملکرد تشدید می شود، موجب خسارت و محدودیت های زیادی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی شده و رسوبات ناشی از رخداد این فرسایش نیز قابل ملاحظه است (۷ و ۱۴). از این رو بر لزوم شناسایی عوامل موثر بر ایجاد فرسایش خندقی در اراضی لسی در جهان و ایران برای دستیابی راهکارهای مهار و مبارزه با آن تأکید ویژه شده است. با توجه به گستره مناطق لسی در ایران، خصوصا در استان های گلستان، خراسان شمالی و گیلان و اهمیت آنها به دلیل تاثیر در حاصلخیزی اراضی کشاورزی و وجود

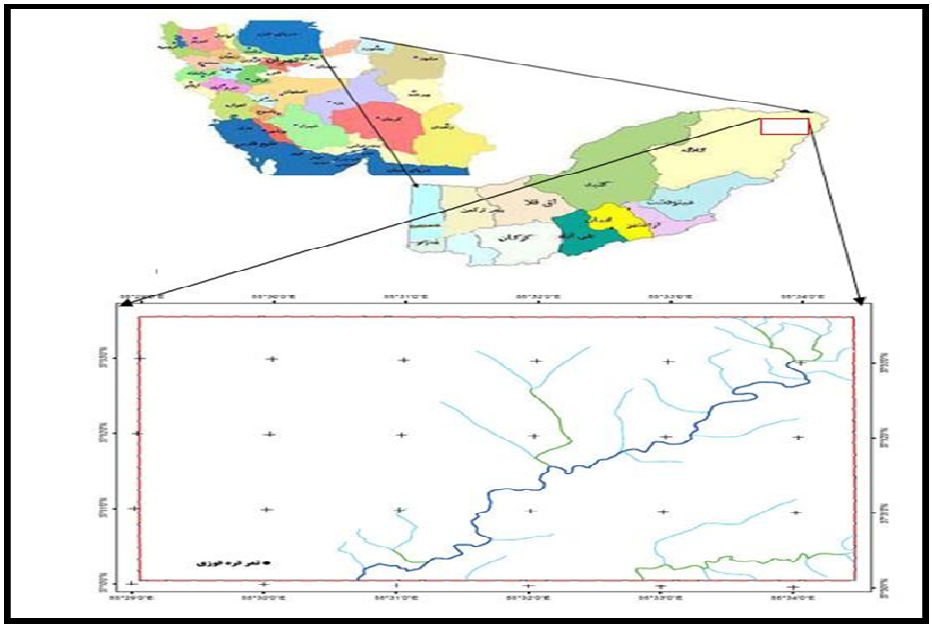
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

کانی های رسی مانند ایلیت، کائولینیت، کلرید و اسمکتیت در لس ها (۱۲) و این که ۷۰٪ از وسعت استان گلستان و بیش از ۹۵٪ از اراضی کشاورزی آن تحت پوشش اراضی لس می باشد از یک سو، شدت و میزان فرسایش در اراضی لسی (۲۲ تن در هکتار در سال)، که در مقایسه با متوسط فرسایش ویژه در ایران (معادل۱۰ تن در هکتار در سال)، بیش از دو برابر است (۴ و ۶). لذا با توجه به موارد اشاره شده در فوق ضرورت دارد برای دستیابی به روش های کاربردی مهار و مبارزه با فرسایش خندقی در اراضی لسی از طریق شناسایی عوامل موثر در شکل گیری آن اقدام به پژوهش های مناسبی گردد. بر این اساس جنبه های مجهول و مبهم در زمینه چگونگی شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس ها با توجه به تأثیر خصوصیات سازندهای زمین شناسی، لیتولوژی و نوع خاکهای لسی در روند شکل گیری و نوع خندق های حاصل از رخداد فرسایش خندقی و شدت گسترش این نوع فرسایش مربوط به عوامل تأثیر گذار می باشد که لازم است شناسایی گردند (۲، ۷ و ۱۱). از آنجا که لس ها و خاک های لسی دارای خصوصیات ویژه و منحصر به فرد می باشد (۵). از این رو متغیر های مبتنی بر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاکهای لسی نیز صرف نظر از تأثیر ثانویه شیب زمین، جهت دامنه، نوع و تراکم پوشش گیاهی، کاربری اراضی و خصوصیات بارندگی نقش اساسی را می توانند در رخداد پیدایش فرسایش خندقی داشته باشند. بنابراین به منظور مشخص کردن مهم ترین خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک های لسی در شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی اقدام به انجام مطالعه ای در منطقه تمر قره قوزی در کلاله استان گلستان گردیده است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد تحقیق که به نام منطقه تمر قره قوزی می باشد، که یکی از زیر حوزه های حوزه آبریز گرگانرود است و در طول جغرافیایی ´۳۴ °۵۵ الی ´۴۶ °۵۵ و عرض جغرافیایی ´۲۹ °۳۷ الی ´۴۵ °۳۷ و به مساحت ۵۱۷۰ هکتار در شمال شرق شهرستان کلاله در بخشی از گسترده ی پهنه های لسی استان گلستان واقع شده است (شکل ۱).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]



شکل ۱- موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه.

به طور کلی منطقه مورد مطالعه با وسعتی معادل ۵۱/۷ کیلومتر مربع با شیب متوسط ۵/۹۵ درصد و جهت عمومی و غالب جنوبی با میزان متوسط تراکم شبکه آبراهه ۱/۵۱ کیلومتر بر کیلومتر مربع در شمال شرقی شهرستان کلاله در منطقه ای به نام تمر قره قوزی قرار دارد. این منطقه یکی از زیر حوزه های جنوبی رودخانه گرگان رود است که در محل تلاقی دو واحد بزرگ زمینی ساختی یعنی گرگان- رشت و زون کپه داغ- هزار مسجد واقع شده و براساس تقسیمات زمین شناسی ایران، این منطقه جزیی از واحد کپه داغ می باشد. از نظر تنوع لیتولوژی این حوزه دارای تنوع محدود بوده و تنها از رسوبات آهکی و لسی تشکیل شده است (۸، ۹ و ۱۳). عدم وجود چین خوردگی یا گسل خوردگی لایه ها حاکی از عدم رخداد فعالیتهای تکتونیکی در این منطقه می باشد (جدول ۱). این منطقه از نظر نوع خاک دارای دو نوع بافت متفاوت، سیلتی- لومی و سیلت لومی بوده و به طور کلی خاک این منطقه از لس بسیار ضخیم تشکیل شده است و تیپ های گیاهی در قسمت اعظم این مناطق تقریبا یکنواخت بوده و تعدادی از گیاهان خانواده گرامینه و گونه ای از جنس درمنه[1]، گونه غالب منطقه را تشکیل می دهد. همچنین پوشش قسمتهای جنوب شرق و مسیر آبراهه های اصلی، از گیاهان زراعی است.

1- Artemisia Compestries

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

جدول ۱- خصوصیات زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

ردیف	سازند زمین شناسی	زمان	علامت	لیتولوژی	مساحت (هکتار)	فراوانی نسبی (درصد)
۱	آبرفت عهد حاضر	عهد حاضر	Qal	سلیت- ماسه، شن	۵۷۹	۱۱/۱۹
۲	لس	کواترنر	QL	لس شامل سلیت، ماسه و مقداری شن	۴۴۸۸	۸۶/۸۱
۳	سنگانه	کرتاسه زیرین	KS	شیل سیاه رنگ حاوی کنگرسیون رسی آهن دار	۱۰۳	۱/۹۹

داده های مورد استفاده:

در انجام این تحقیق به ترتیب از مواد زیر استفاده شده است:

۱- عکس هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ به ترتیب تهیه شده توسط سازمان جغرافیای ارتش جمهوری اسلامی ایران و سازمان نقشه برداری کشور مربوط به سال های ۱۳۳۵ و ۱۳۴۶ و تصویر ماهواره ای IRS سال ۱۳۸۶، جهت بررسی های لازم درباره وضعیت فرسایش خندق در مقاطع زمانی ۱۳۳۵، ۱۳۴۶ و ۱۳۸۶ به عنوان ابزار اطلاعاتی، مورد نیاز جهت بررسی رابطه بین پراکنش و رشد گسترش فرسایش خندقی.

۲- دستگاه استریوسکوپ، موقعیت یاب جهانی، شاخص یا اشل نقشه برداری، ژالون، وسایل و ابزار حفر زمینی و تشریح خاک و کوادرات ۱×۱ متر به ترتیب جهت تفسیر چشمی نظارت نشده عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای.

۳- مشخص کردن مناطق یا پهنه های تحت فرسایش خندقی جهت تهیه نقشه موقعیت مکانی و گستره فرسایش خندقی درمحدوده حوزه آبخیز مورد مطالعه در تطبیق با وضعیت فعلی فرسایش خندقی از طریق تعیین موقعیت مکانی مناطق یا اراضی خندقی شده در پهنه آبخیز با استفاده از موقعیت یاب جهانی، اندازه گیری مشخصات موفومتری، حفر و تشریح پروفیل های خاک دفترچه مانسل برای تشخیص رنگ، افق های خاک و تهیه نمونه های خاک با استفاده از دستگاه اوگر.

۴- نرم افزار ILWIS قابل اجرا در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت ایجاد بانک اطلاعاتی مربوط به مشخصات خاک، پردازش داده های خاک شناسی و تجزیه و تحلیل آنها در رابطه با شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی در محیط سیستم های اطلاعات جغرافیایی و نرم افزارهای SPSS و EXCEL، بررسی و تجزیه و تحلیل آماری به ویژه تجزیه و تحلیل همبستگی بین ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک، با شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی و ارائه روابط آماری براساس معادلات و مدل های ساده و چند متغیره رگرسیون علاوه بر موارد فوق برای بررسی و ارزیابی منابع و انجام آزمایشات خاکشناسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک در محل تشکیل خندق ها در آزمایشگاه خاک شناسی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

از دستورالعمل های مربوط به موسسه تحقیقات خاک و آب وابسته به وزارت جهاد سازندگی استفاده شده است.

روش کار: به منظور بررسی تاثیر خصوصیات خاک بر شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی، ابتدا با استفاده از نقشه های پایه توپوگرافی به بررسی موقعیت مکانی خندق ها در منطقه مورد مطالعه اقدام شد. سپس براساس بازدید میدانی با انتخاب ۱۰ خندق به طور کاملا تصادفی از بین خندق های موجود در منطقه و تعیین موقعیت آنها با استفاده از سیتم موقعیت یاب جهانی، اساس کار برای بررسی، پایه ریزی شد. سپس طول هر یک از خندق ها و ویژگی های مرفومتری هر کدام در محل های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد طول اندازه گیری شد. در ادامه با حفر ۳۰ پروفیل استاندارد، نمونه های خاک تهیه و برای تجزیه و تحلیل نهایی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تعیین شد. به منظور تعیین ارتباط بین میزان فرسایش و ویژگی های فیزیکی- شیمیای خاک از روش های تجزیه و تحلیل همبستگی و ایجاد روابط رگرسیون ساده و چند متغیره در قالب مدل های مختلف رگرسیونی استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به انتخاب ۱۰ خندق نمونه و اندازه گیری ویژگی های مرفومتریک آنها (جدول ۳) و تهیه نمونه های خاک از اراضی خندقی شده و بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نتایج بدست آمده براساس تجزیه و تحلیل همبستگی از طریق ایجاد روابط رگرسیونی به لحاظ معنی دار بودن ضریب تبیین به شرح زیر است:

نتایج حاصله از تهیه نمونه های خاک در فواصل ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد طول هر یک از خندق ها از راس آنها و انجام تجزیه آزمایشگاهی برای مشخص نمودن خصوصیات و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل تشکیل خندق در اراضی خندقی شده مورد مطالعه ارائه شده است (جدول ۲). همان طور که در جدول مذکور آمده است اسیدیته یا pH خاک بین ۸-۷/۸ در محل خندق ها تغییر داشته و هدایت الکتریکی در آنها بین حداکثر ۳۴/۳ تا حداقل ۱۴/۲ میلی موس بر سانتی متر نوسان دارد. وجود سدیم قابل تبادل به میزان حداکثر ۳۵۱/۱ تا ۱۸۶/۴ میلی اکی والانت متغیر بوده که حاکی از زیاد بودن خاصیت انتشار پذیری خاک در محل تشکیل خندق ها و شکل گیری فرسایش خندقی در منطقه مورد مطالعه می باشد. درصد املاح محلول موجود در خاکهای محل تشکیل خندقها نیز بین حداکثر ۳۹/۳ تا حداقل ۲۶/۸ تغییر داشته که تا حدودی نشانگر تأثیر عمل انحلال املاح خاک در شکل گیری و گسترش خندق ها در منطقه باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

جدول ۲- مشخصالت مرفومتری خندقهای اندازه گیری شده

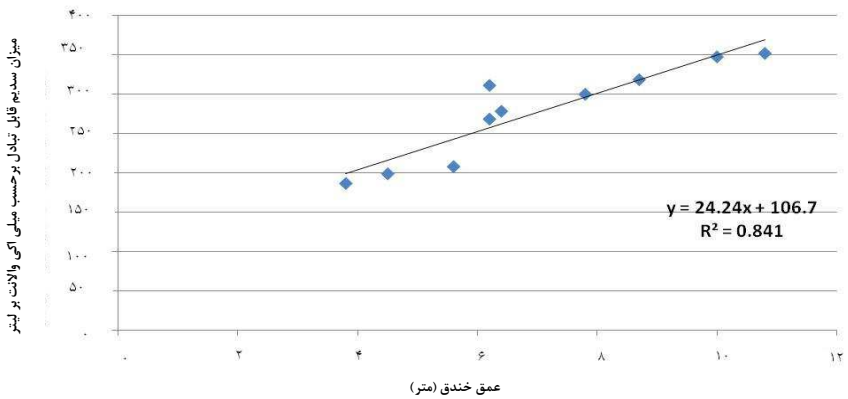
شماره خندق	مختصات جغرافیایی	شکل خندق	طول خندق (متر)	سطح مقطع (متر مربع)	مشخصات مقطع عرضی به ترتیب در فواصل ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد طول خندق (متر)		
					عرض بالا	عرض پایین	عمق
۱	۵۵° ۳۳´ ۲۷˝ ۳۷° ۳۳ ۶	ذوزنقه	۷۶	۱۸/۹	۱۰	۵	۷/۸
۲	۵۵° ۳۲´ ۸˝ ۳۷ ۳۲´ ۴۷˝	ذوزنقه	۱۱۵	۳۰	۱۸	۷	۱۰
۳	۵۵° ۳۲´ ۳۹˝ ۳۷ ۳۲´ ۳۰˝	ذوزنقه	۲۸	۱۷/۶	۱۰	۴/۵	۶/۲
۴	۵۵ ۳۱´ ۳۸˝ ۳۷° ۵۵ ۳۲´	ذوزنقه	۱۵	۲۳/۸۷	۱۳	۶/۵	۸/۷۴
۵	۵۵° ۳۱´ ۵۵˝ ۳۷° ۳۱´ ۵۵˝	ذوزنقه	۶۷	۶/۹	۴	۱	۳/۸
۶	۵۵° ۳۱´ ۵۶˝ ۳۷° ۳۱´ ۴۳˝	ذوزنقه	۵۶/۵	۳۱/۴	۲۰	۶	۱۰/۸
۷	۵۵° ۳۱´ ۶˝ ۳۷° ۳۰´ ۴۶˝	ذوزنقه	۱۰۲	۲۰/۲	۱۲	۵	۶/۴
۸	۵۵° ۳۰´ ۴۵˝ ۳۷° ۳۰´ ۳۳˝	ذوزنقه	۱۱	۱۰/۲۵	۵	۳	۴/۵
۹	۵۵° ۳۰´ ۳۱˝ ۳۷° ۳۰´ ۳۱˝	ذوزنقه	۲۹	۲۰/۱	۱۱	۶	۶/۲
۱۰	۵۵° ۳۰´ ۳۴˝ ۳۷° ۳۰´ ۲۱˝	ذوزنقه	۳۵/۵	۱۳/۸	۷	۴	۵/۶

جدول ۳- مشخصات فیزیکی و خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک در محل تشکیل خندق ها

شماره خندق	عمق خندق (متر)	طول خندق (متر)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (میکرو موس بر سانتی متر)	درصد اشباع	املاح محلول (درصد)	سدیم قابل تبادل (میلی اکی والانت بر لیتر)
۱	۴/۵	۱۱	۲۲/۱	۶۵/۳	۱۲/۶	۷/۹	۱۸/۲	۴۰/۸	۳۱/۷	۱۹۸/۶
۲	۸/۷	۱۵	۱۳	۷۵	۱۲	۷/۸	۳۴/۳	۴۶/۶	۳۵/۷	۳۱۷/۸
۳	۶/۲	۲۸	۱۸/۱	۶۹/۳	۱۲/۶	۷/۹	۲۳/۵	۴۹/۶	۳۲/۷	۳۱۰/۶
۴	۶/۲	۲۹	۱۷/۴	۷۰/۳	۱۲/۳	۷/۹	۲۰/۸	۴۴/۳	۳۱/۳	۲۶۷/۹
۵	۵/۶	۳۵/۵	۲۰/۷	۶۷/۷	۱۲/۱	۷/۸	۱۹/۴	۴۲/۴	۲۶/۸	۲۰۷/۷
۶	۱۰/۸	۵۶/۵	۱۸/۸	۶۹/۶	۱۱/۶	۷/۸	۳۳/۸	۴۷	۳۹/۳	۳۵۱/۱
۷	۳/۸	۶۷	۲۵/۶	۶۱/۳	۱۳/۱	۸	۱۴/۲	۴۸/۲	۳۰/۱	۱۸۶/۴
۸	۷/۸	۷۶	۲۲/۸	۶۴/۶	۱۲/۶	۷/۹	۲۷/۱	۷۸/۹	۳۳/۱	۲۲۹/۳
۹	۱۰	۱۰۰	۱۸/۳	۷۰/۳	۱۱/۴	۷/۹	۱۳/۹	۴۸/۷	۳۸/۹	۳۴۶/۷
۱۰	۶/۴	۱۰۲	۱۷/۳	۷۰/۶	۱۲/۱	۷/۸	۲۰/۱	۴۱/۲	۳۲/۳	۲۲۷/۸

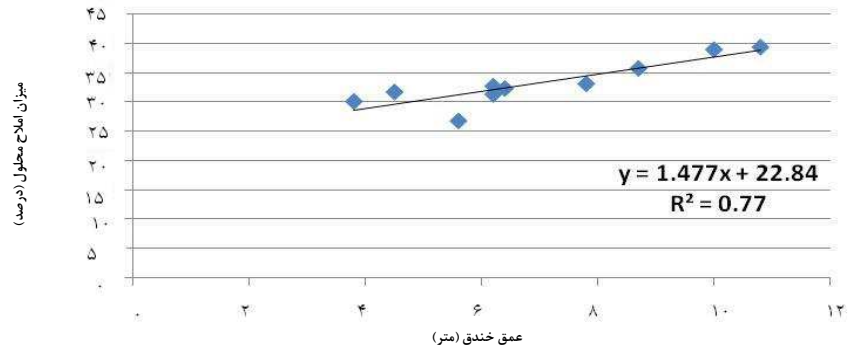
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

رابطه بین عمق خندق ها با سدیم قابل تبادل در خاک: با توجه به نتایج حاصله از ایجاد روابط رگرسیونی بین عمق خندق ها با سدیم قابل تبادل در خاک، ملاحظه می شود که با ضریب تبیین (R^2) معادل ۰/۵۳۷، همبستگی معنی داری در سطح ۹۵ درصد وجود دارد که حاکی از زیاد بودن خاصیت انتشار پذیری خاک در محل تشکیل خندق ها و شکل گیری فرسایش خندقی در منطقه مورد مطالعه می باشد (شکل ۲).



شکل ۲- رابطه بین عمق خندق با مقدار سدیم قابل تبادل.

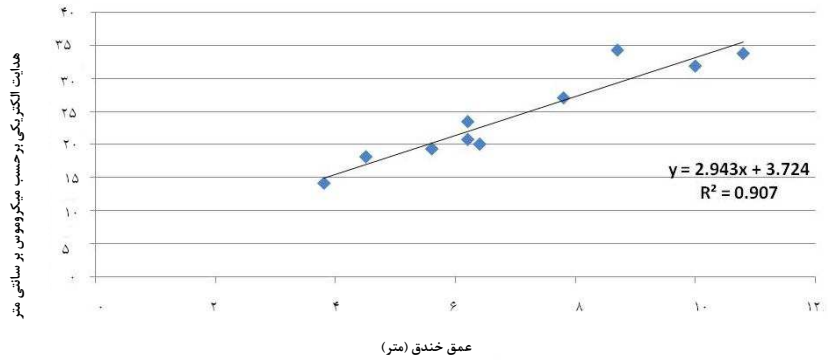
رابطه بین عمق خندق ها با مقدار املاح محلول در خاک: با ایجاد روابط رگرسیونی و تجزیه و تحلیل همبستگی بین عمق خندق ها با مقدار املاح محلول در خاک با ضریب تبیین (R^2) معادل ۰/۷۷ یک همبستگی معنی داری در سطح ۹۵ درصد وجود دارد که نشانگر تأثیر عمل انحلال املاح موجود در خاک در شکل گیری و گسترش خندق ها در منطقه می باشد (شکل ۳).



شکل ۳- رابطه بین عمق خندق با مقدار املاح محلول در خاک.

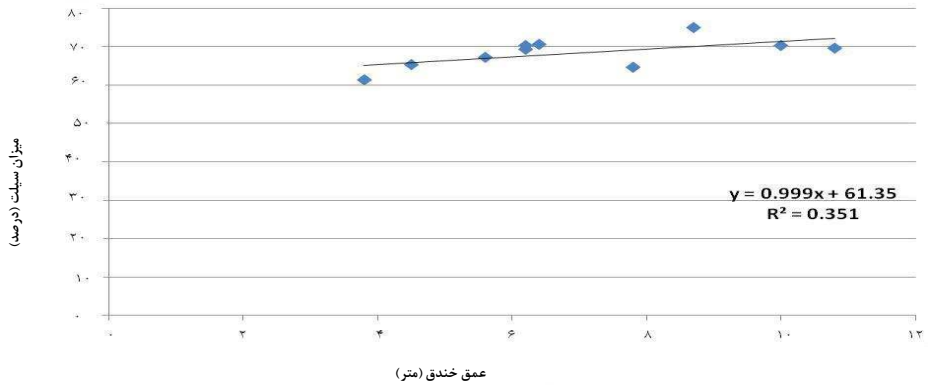
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

رابطه بین عمق خندق ها با هدایت الکتریکی خاک: بین عمق خندق با هدایت الکتریکی خاک با ضریب تبیین (R^2) معادل ۰/۹۰۷ همبستگی معنی دار در سطح ۹۵ درصد وجود دارد. به طوری که عامل مذکور در شکل گیری و ویژگی های مرفومتریک خندق ها موثر بوده به طوری که با افزایش هدایت الکتریکی در خاک رشد و گسترش خندق ها نیز افزایش می یابد (شکل ۴).



شکل ۴- رابطه بین عمق خندق با مقدار هدایت الکتریکی خاک.

رابطه بین عمق خندق ها با مقدار سلیت در خاک: با توجه به نتایج حاصله از ایجاد روابط دگرسیونی بین عمق خندق با مقدار سیلت موجود در خاک، ملاحظه می شود که با ضریب تبیین (R^2) معادل ۰/۳۵ همبستگی معنی داری در سطح ۹۵ درصد وجود دارد که نشانگر تبعیت عمق خندق ها از میزان سلیت موجود در خاک می باشد (شکل ۵).



شکل ۵- رابطه بین عمق خندق با مقدار سیلت در خاک.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

منطقه مورد مطالعه با وسعتی حدود ۵۱۷۰ هکتار بخشی از دشت واقع در جنوب حوزه آبخیز گرگان رود است که متعلق به واحد کپه داغ در محدوده ی بنام تمر قره قوزی می باشد. این منطقه بخشی از حوزه رسوبی کپه داغ است که در نظر لیتولوژی متشکل از رسوبات آهکی و لسی است.

عدم وجود چین خوردگی و عدم وجود گسل در این منطقه حاکی از عدم فعالیت های تکنونیکی در منطقه مورد مطالعه می باشد. به طوری که انباشت رسوبات لسی با سن کواترنر به طور عمده متشکل از دانه های ریز پودر مانند و بدون لایه بندی است، که در طول زمان تحت تأثیر عملکرد بارندگی ها به ویژه انرژی جنبشی قطرات باران تراکم و فشرده شده است. در مناطق تحت فرسایش، لس های جابجا شده در اثر رخداد انواع فرسایش آبی در پروفیل رسوبات، قطعات سنگ از نوع سنگهای شیلی و آهکی دیده می شود که موجب عدم یکنواختی رسوبات لسی در محل انباشت پروفیل رسوبات ناشی از فرسایش آبی به ویژه در پای تپه ها و روی مخروط افکنه های بسیار جوان در دهانه خروجی آبراهه ها و حتی خندق های بالغ شده است. به همین دلیل منطقه مورد مطالعه عملا دارای ساختار ژئومرفولوژی شامل تپه ماهورهای لسی، پادگانه های آبرفتی غیر یکنواخت شامل لس و سنگ و سنگریزه و تراس های جوان رودخانه ای با پروفیل سنگ و سنگریزه و لس می باشد.

وجود انواع رخساره های فرسایشی شامل فرسایش های پاشمانی، ورقه‌ای، شیاری، خندقی، آبراهه ای و انحلالی بر روی نهشته های لسی حاکی از حساسیت لس های منطقه به انواع مختلف فرسایش آبی می باشد. با توجه به وسعت تحت پوشش خاکهای لسی با بافت های سلیت- لومی با وسعت ۱۵۰/۶۵ هکتار (با فراوانی ۲/۹۱ درصد) و لوم- سلیتی با وسعت ۴۷/۷۳ هکتار (با فراوانی ۰/۹۲ درصد) که مستقیما تحت تأثیر فرسایش خندقی هستند که موید حساسیت زیاد لس ها به فرسایش خندقی است که کاربری آنها اراضی زراعی می باشد.

خصوصیات عمومی منطقه به شرح بیان شده و وضعیت رخساره های فرسایشی به ویژه فرسایش خندقی که در بسیاری از نقاط همراه با فرسایش تونلی می باشد، مشابه خصوصیات اراضی لسی در شمال شرق گنبد کاووس (۷) از یکسو و یافته های مطالعاتی (۳، ۴ و ۶) به ترتیب در خصوص رخساره های فرسایشی آبی در لس ها و توأم بودن فرسایش های انحلالی با فرسایش خندقی در رسوبات لسی و در اراضی زراعی است.

همچنین بررسی رابطه بین خصوصیات ادافیکی با فراوانی اراضی خندقی شده در منطقه مورد مطالعه، نشان دهنده موارد زیر می باشد:

الف- اراضی خندقی شده طی سه دوره زمانی شامل قبل از سال ۱۳۳۵ تا سال مذکور، از سال ۱۳۴۶-۱۳۳۵ و ۱۳۸۶-۱۳۴۶ رشدی معادل

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

۳/۷۴ درصد داشته است.

ب- اگر چه گستره اراضی لسی در منطقه مورد مطالعه غالبیت دارد، اما با توجه به شناسایی دو نوع بافت خاک شامل سلیت- لومی و لوم- سلیتی، نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل فراوانی اراضی خندقی شده در منطقه مورد مطالعه، مبین رخداد و رشد و گسترش فرسایش خندقی در اراضی با بافت سلیت- لومی است که کاربری عمده آنها مرتع با تیپ گیاهی درمنه- پوآ و اراضی زراعی با تیپ گیاهان زراعی به خصوص گندم می باشد. به عبارت دیگر رخداد و رشد و گسترش فرسایش خندقی با رشدی معادل ۲/۸۴ درصد طی سالهای ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۶ مربوط به اراضی زراعی بوده و بعد از آن مراتع متوسط با پوشش گیاهی کم تراکم حدود ۳۵ درصد و تیپ گیاهی درمنه- پوآ با رشدی حدود ۰/۸۶ درصد مساحت کل منطقه مورد مطالعه (۴۴/۵۸ هکتار) طی دوره زمانی یاد شده بوده است.

با شرح مجموع مطالب فوق می توان با توجه به تجزیه و تحلیل فراوانی رخداد و رشد و گسترش فرسایش خندقی در منطقه تحقیق نتیجه گیری نمود که از بین عوامل ادافیکی مورد مطالعه در منطقه تحقیق با استناد به میزان اراضی خندقی شده و گسترش آنها طی سه مقطع یا دوره زمانی مورد مطالعه (طی سالهای ۱۳۳۵، ۱۳۴۶ و ۱۳۸۶) عوامل نوع و بافت خاک دارای تأثیر مشهودی در رخداد و رشد و گسترش فرسایش خندقی در اراضی لسی می باشند. به طوری که نتایج و نتیجه گیری به عمل آمده در تطبیق یافته های پژوهشی (۲، ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۶)، می باشد.

عوامل موثر و مشارکت کننده در شکل گیری و رشد و گسترش فرسایش خندقی در لس ها:

افزون بر این نتایج بدست آمده از بررسی رابطه بین عمق و طول خندق های ناشی از رخداد و رشد و گسترش خندق ها نشانگر این است که مقادیر سدیم قابل تبادل، املاح محلول، هدایت الکتریکی و درصد سلیت در خاک به ترتیب با ضرایب تبیین (R^2): ۵۳۷/، ۰/۷۷۰، ۰/۹۰۷ و ۰/۳۵۱ دارای رابطه معنی دار با عمق خندق های ایجاد شده ناشی از فرسایش خندقی است به طوری که با توجه به نتایج بدست آمده جمع بندی و نتیجه گیری به شرح زیر قابل ارائه می باشد:

الف- همبستگی بین عمق خندق های ناشی از فرسایش خندقی با مقدار سدیم قابل تبادل در خاک مثبت بوده به نحوی که با افزایش مقدار سدیم قابل تبادل در خاک، عمق خندق ها افزایش می یابد. این نتیجه با یافته های پژوهشی انجام شده توسط (۷، ۱۲، ۱۳ و ۱۵)، که تحقیقات آنان در اراضی رسی و لسی بوده همخوانی دارد، علت این امر آزاد شدن سدیم در جایگزین شدن آن با کلسیم و یا پتاسیم و افزایش انتشار پذیری ذرات خاک می باشد.

ب- همبستگی بین عمق خندق ها با املاح محلول در خاک در منطقه مورد مطالعه مثبت می باشد به طوری که با افزایش املاح محلول در خاک عمق خندق ها نیز افزایش می یابد. علت

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

این امر فراهم شدن شرایط برای شکل گیری و گسترش فرسایش تونلی (انحلالی) و فروریزی سقف دهلیزها یا دالان های تشکیل شده در اثر رشد افقی فرسایش تونلی و شکل گیری فرسایش خندقی با بریدگی های عمومی در رأس یا پیشانی خندق ها است که در لس ها از جمله پدیده های رایج به حساب می آید. یافته مذکور نیز در تطبیق با یافته های (۳، ۷ و ۱۰) در اراضی لسی است.

ج- همبستگی مثبت بین خندق ها با هدایت الکتریکی که بیان کننده و نماد مقدار املاح محلول موجود در خاک است. همان طور که در بند "ب" بیان گردید مبین اثر این عامل خاک در شکل گیری و رشد و گسترش فرسایش خندقی در اراضی لسی در منطقه تحقیق با ضریب تبیین (R^2) برابر با ۰/۹۰۷ که در سطح ۹۵ درصد معنی دار می باشد، است. به نحوی که این عامل بدلیل شستشو و انتقال املاح در خاک توسط آب به عمق خاک از همبستگی بیشتری در مقایسه با مقدار املاح محلول در خاک دارد که به طور معمول در لایه های سطحی خاک که مقدار آنها کمتر است، به عبارت دیگر عامل هدایت الکتریکی از عوامل اصلی و تعیین کننده در فراهم بودن شرایط و یا حساسیت اراضی لسی به فرسایش خندقی و رشد و گسترش آن در چنین رسوباتی (لس ها) هستند این موضوع با یافته های پژوهشی (۳، ۷ و ۹) که تحقیق مشابهی را در اراضی لسی انجام داده اند همخوانی دارد.

د- با توجه به بررسی رابطه بین درصدهای رس، شن و سلیت با عمق خندق ها و نتیجه بدست آمده مبتنی بر اینکه در اراضی لسی منطقه تنها رابطه معنی داری بین عمق خندق ها با درصد سلیت موجود در خاک در سطح ۹۵ درصد برقرار است (R^2=۰/۳۵۱) این موضوع هرچند در همخوانی با یافته های دیگر تحقیقات انجام شده در اراضی غیرلسی مانند پژوهش های (۱۱، ۱۲ و ۱۳) است. اما در اراضی لسی همبستگی بین سلیت با عمق خندق کمتر از همبستگی آنها در اراضی غیرلسی مانند مارن ها است. علت این امر را می توان به عدم چسبندگی بین ذرات سلیت در لس ها نسبت داد با تحقیقات (۸)، تطبیق می کند. شایان ذکر است که در منطقه تحقیق رابطه معنی داری بین خصوصیات فیزیکی نمود که در مجموع پارامترهای مربوط به خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک موثر در شکل گیری و رشد و گسترش این نوع فرسایش در رابطه با عمق خندق ها در لس های منطقه تحقیق به ترتیب عبارتند از سدیم قابل تبادل، مقادیر املاح محلول، هدایت الکتریکی و سلیت.

این در حالی است که رشد طول خندق ها به دلیل عدم دستیابی به همبستگی بین این خصوصیت با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک، مربوط به عمق رواناب و مساحت بالای رأس یا پیشانی خندق ها باشد که این موضوع به کرات توسط قدوسی (۱۳)، صیادی (۱۱)، تأیید

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

گردیده است. لذا بنا به ضرورت پیشگیری از رشد و گسترش فرسایش خندقی پیشنهاد می گردد با توجه به وجود رابطه معنی دار بین خصوصیات خاک بویژه مقدار سدیم قابل تبادل و درصد سیلت در خاک با افزایش عمق خندق ها، ضرورت دارد با در نظر گرفتن نتایج تحقیقاتی بدست آمده در شرایط مشابه از فسفوچیسم (ترکیب فسفر و گچ) که موجب چسبندگی ذرات سلیت از یکسو و ثبت سدیم آزاد و در نتیجه جلوگیری از انتشار پذیری خاک از سوی دیگر می شود (۱۰)، استفاده شود.

منابع:

1. Ahmadi, H. 1999. Functional Geomorphology. 2nd Vol., Tehran University, 650 pp.
2. Amini, A. 1995. Study about loss sediment primordial and mechanism in watery district of Ghareh Tikan, M.Sc. thesis. Academy of science, Tehran University, 255 pp.
3. Bull, I.J. and M.J. Kirkby. 2002. Channel heads extension. In: L.J. Bull and M.J. Kirkby (Eds). Druland Rivers Hydrology and geomorphology of semiarid channel. Wiley chinchester, UK., 84 pp.
4. Dadkhah, M. 2006. Recognition the effect of some effective factors on gully erosion development in loss land (A case study Arab Ghareh Haji watery district in Golestan province). M.Sc. thesis, Shahid Beheshti University of Tehran, 128 pp.
5. Darvishzadeh, A. 1991. Iran Geology, Nashr-e-Danesh-e-Emrooz, 237 pp.
6. Ghoddosi, J. and H.R.S. Ahmadi. 2004. A collection of articles about the first water and soil resources management conference, 12 pp.
7. Ghoddosi, J. 2003. Modeling gully erosion morphology and its danger expansion (A case study Zanjan-rood watery district). Academy of natural science, Tehran University, 35 pp.
8. Khajeh, M., J. Ghayomian and S. Feyznia. 2005. Recognition of the effect of physical and chemical and climate factors on production of the sediment caused by surface loss soil erosion. (A case study Golestan province). Research and structure serial. 66: 12-24.
9. Manafzadehnia, N. 2007. Accuracy assess in two models of hydrolophysical estimation and EPM (A case study Taleghan watery district). M.Sc. Thesis, Academy of agricultural and natural science of Azad University, a unit of Tehran science and research, 135 pp.
10. Poeson, J. and G. Govers. 1990. Gully erosion in the loam belt at Belgium. Typology and control measures. Seal. John wiley and sons: 513-530.
11. Pimentel, D., J. Allen and A. Beers. 1997 .World agricultural and soil erosion. Broscience. 37: 277-283.
12. Poeson, J. and J. Nachtergaele. 2003. Spatial and temporal variations in resistance OT Loess-Derived soils To emphemeral Gully erosion. Europran Jounrnal ot soil science. 53(3): 449-463.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

13. Refahi, H.Gh. 2003. Water erosion and control of it. Tehran University press.
14. Shahini, Gh. 1996. The role of herbal coverage on control of gully erosion. A collection of the third national conference of erosion and sediment articles, 341-346 pp.
15. Shahrivar, A. 1997. Study about the effective factors on gully erosion and offering a model in Soogh region in Dehdasht Township. M.Sc. thesis. Academy of natural science. Tehran University. 124 pp.
16. Sayyadi, M.G. 2006. Study about the effect of some effective factors on gully erosion development in loss land. (A case study Agh Imam Kachik watery district in Golestan province. M.Sc. thesis. Academy of agricultural and natural source science of Gorgan, 185 pp.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

Investigation of the Relation of Soil Physiochemical Characteristics and Initiation and Expansion of Gully Erosion In Temer Ghareh Ghozi Watershed, Golestan Province

N. Khojeh[1], J. Ghoddosi[2] and R. Esmaili[3]

1- M.Sc. of watershed management, Islamic Azad University, Tehran
2- Associate Professor, Islamic Azad University, Tehran Sciences and Researches Unit
3- Former M.Sc. Student of Sari Agricultures Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: Esmailirohollah598@gmail.com)

Abstract

Complication of initiation process, expansion of gully erosion and unfamiliarity of the function of soil physicochemical characteristics, effective in this type of erosion, is one of the most important challenges to achieve functional approaches in order to prevent it. According to the importance of loss areas in Golestan Province which is embarrassed a wide area and has an important role in production of sediment in Gorganrood river , exact configuration of types of erosion in loss is seemed essential for offering a proper function to control the erosion and sediment, especially gully erosion. So in this research, in order to identify initiation mechanism and gully erosion in loss areas, we are going to recognize airy photos with the scale of 1:20000 and the soil physicochemical characteristics in Temer Ghareh Ghozi region. Through direct revision, 10 gullies were identified, topography and merfometry, after recognizing the gully situation on activity units map in GIS environment. Then the sample from the soil of each gully, in the scale of 25, 50 and 75% of the length of the gully were done, in order to specify the soil physicochemical characteristics. At the end, by using SPSS software, the relationship between the soil physicochemical agents and development and expansion of gully erosion were offered through regression model. The outcome of analysis and corrosion of the data demonstrate the effective role of the soil physicochemical characteristics, specially the scale of silt, dissolvable and the soil saturation degree in initiation and expansion of gully erosion in loss areas.

Keywords: Gully erosion, Loss, Gully initiation mechanism, Environmental earth agents, Regression model

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]