ارزیابی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی (منطقهٔ مورد مطالعه: حوضه آبخیز رودخانهٔ شور)

عقیل مددی*: *استاد ژئومورفولوژی گروه جغرافیا، دانشکدهٔ علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی*

صیاد اصغری‌سراسکانرود: *دانشیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیا، دانشکدهٔ علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی*

سعید نگهبان: *دانشیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیا، دانشکدهٔ اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز*

مهری مرحمت: *دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی*

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱)

چکیده

یکی از فرایندهای فرسایندهٔ سطح زمین که به تغییر شکل این سطح و خسارت‌های شدید محیطی و اقتصادی منجر می‌شود، فرسایش خندقی است. بخش جنوب و جنوب شرقی حوضهٔ شور مُهر تحت‌تأثیر فرسایش خندقی قرار گرفته‌است، از پیامدهای این نوع فرسایش می‌توان به بهم خوردن تعادل اکولوژیک منطقه و به خطر افتادن منابع زیستی اشاره کرد؛ به همین دلیل، مطالعه در مورد این پدیده در منطقه ضروری است. هدف از این پژوهش، ارزیابی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر ایجاد و گسترش خندق در منطقه است. در این بررسی با بازدیدهای میدانی، ابتدا ۴۲ خندق در منطقه شناسایی و با دستگاه (GPS) موقعیت آنها ثبت شد. سپس به صورت تصادفی، پانزده نمونه خاک در مناطق خندقی و پنج نمونه در مناطق غیر خندقی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تهیه و در آزمایشگاه بررسی شد. از آزمون مقایسهٔ میانگین دو جامعهٔ آماری (t) در زبان برنامه‌نویسی R، برای بررسی نقش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در ایجاد و گسترش فرسایش خندقی استفاده شد. نتایج نشان داد که در بین خصوصیات فیزیکی خاک، درصد شن (۰/۰۰۱) اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد در دو منطقهٔ مورد بررسی داشت. همچنین در بین خصوصیات شیمیایی خاک، متغیرهای (۰/۰۰۱۷۷۹) PH، نسبت جذب سدیم (۰/۰۰۹۹۵)، مواد خنثی‌شونده (۰/۰۱۵۷۱)، سدیم محلول (۰/۰۲۳۷۸)، منیزیم (۰/۰۳۴۵۶) و پتاسیم (۰/۰۴۵۹۳) توانستند اثر معنی‌داری در بین دو منطقه از خود نشان دهند و در نتیجه، در ایجاد فرسایش خندقی نقش مؤثرتری داشت.

واژگان کلیدی: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، فرسایش خندقی، آزمون مقایسهٔ میانگین، زبان برنامه‌نویسی R.

* نویسنده مسئول: *aghil48 madadi@yahoo.com

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

۱ـ مقدمه

فرسایش خاک توسط آب یکی از دلایل اصلی تخریب خاک و زمین در سراسر جهان است (IPCC, 2019). امروزه این نوع فرسایش با فعالیت انسان تشدید می‌شود که این امر رفاه و حیات انسان را به خطر می‌اندازد. پژوهشگران حفاظت خاک از گذشته تا امروز، به فرسایش خاک توسط آب و پیامدهای ناشی از آن توجه داشته‌اند. فرسایش خندقی یکی از شکل‌های بسیار آشکار فرسایش خاک است که یکی از عوامل مهم و تهدیدکنندهٔ تعادل منابع زیست محیطی و پایداری آن به شمار می‌رود؛ بدین صورت، خاکی که در منطقهٔ خندق دچار فرسایش می‌شود، می‌تواند به تشکیل گل و لای در حصارها، راه‌های آبی، آب‌گذر جاده‌ها، سدها و آبگیرها منجر شود (Shahrivar et al, ۲۰۱۷). فرسایش خندقی، کناره‌های با شیب تند و پیشانی فرسایشی پرشیب و فعالی دارد که به وسیلهٔ فرسایش ناشی از جریان سطحی متناوب (معمولاً در زمان یا پس از وقوع باران‌های ناگهانی و شدید) و جریان‌های زیر قشری و انحلالی ایجاد می‌شود (Poesen et al, 2003) و یکی از مشکلات زیست محیطی مهم در مناطق خشک و نیمه خشک است (Azareh et al, ۲۰۱۹). به عبارت دیگر، فرسایش خندقی یکی از اشکال تخریب زمین است که موجب از بین رفتن سطح وسیعی از خاک‌های فوقانی می‌شود و با گذشت زمان به از بین رفتن پوشش گیاهی و غیر قابل استفاده شدن زمین‌های کشاورزی منجر می‌شود؛ در نتیجه بیابان‌زایی در منطقه رخ می‌دهد (Danaeian, ۲۰۰۵). از جمله عوامل محیطی که بر میزان پتانسیل فرسایش خندقی تأثیر می‌گذارد؛ عوامل هیدرولوژیکی، اقلیمی، توپوگرافی، اکولوژیک، زمین‌شناسی و انسانی است که پیامدهای مختلفی را در پی دارد (Kariminejad et al, ۲۰۱۹). از جمله پیامدهای این نوع فرسایش می‌توان به ایجاد انواع خسارت در جاده‌ها، منابع طبیعی، مناطق مسکونی، کشاورزی و زیرساخت‌ها اشاره کرد (Zakernejad and Mearker, 2014). به دلیل پیچیده بودن مکانسیم تشکیل و گسترش این نوع فرسایش در واحدهای مختلف ژئومورفولوژی، ضروری است در نقاط مختلف در زمینهٔ این نوع فرسایش بررسی شود (Mohammad Ebrahimi, ۲۰۱۷).

از روش‌های مختلفی برای مطالعهٔ فرسایش خندقی ــ که هر کدام نتایج متفاوتی دارد ــ در داخل و خارج از کشور استفاده شده و نتایج پژوهش‌های انجام شده بیانگر این است که رشد خندق‌ها از گذشته تا به امروز، به تخریب خاک در مناطق منجر می‌شود که در ادامه، به برخی از آنها اشاره خواهد شد. اصغری سراسکانرود (۱۳۹۶) به تحلیل عوامل مؤثر در شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی در حاشیهٔ شرقی سواحل دریاچهٔ ارومیه در استان آذربایجان غربی پرداخت. این پژوهش با استفاده از اندازه‌گیری مورفومتری و آزمایشگاهی، با هدف بررسی تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ویژگی‌های اقلیمی منطقه بر ایجاد خندق‌زایی صورت گرفت و نتایج نشان داد که شکل‌گیری فرسایش خندقی تحت‌تأثیر عوامل اقلیمی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه است. فریدگیگلو و قضاوی (۱۳۹۶)، نقش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک خندق و عوامل زمین محیطی حوضهٔ بالادست آن را برگسترش فرسایش خندقی در حوضه آبخیز قوری چای در شمال استان اردبیل (دشت مغان) بررسی کردند. این پژوهش با هدف تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر گسترش طولی خندق با استفاده از رگرسیون چند متغییره صورت گرفت و به این نتیجه رسید که گسترش طولی خندق‌ها بیشتر تحت‌تأثیر مساحت پیرامون هر خندق و درصد ماده آلی است. صفاری و همکاران (۱۳۹۸)، تأثیر ویژگی‌های خاک بر مورفولوژی و گسترش فرسایش خندقی را در حوضهٔ

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

رودخانهٔ مهران لامرد در استان فارس بررسی کردند. این پژوهش با هدف بررسی ارتباط بین متغیرهای مؤثر در فرسایش خندقی با مورفولوژی خندق‌ها با استفاده از ArcGIS و داده‌های سنجش از دور انجام شد و به این نتیجه رسید که خندق‌های U شکل با خندق‌های حد واسط U و V شکل از نظر ویژگی‌های SAR، OC، EC و TNV متفاوت است. Imeson and Bouma (2000) با هدف بررسی جزئیات مکانیزم‌های تولید رواناب و رسوب در منطقه، به بررسی روابط بین شاخص‌های میدانی اندازه‌گیری شده و فرایندهای فرسایش در سطوح خندق در منطقهٔ پترر در کشور اسپانیا پرداختند. این پژوهش با استفاده از آزمایش شبیه‌سازی بارندگی صورت گرفت و به این نتیجه رسید که عواملی چون هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم، ارتباط زیادی با فرسایش‌پذیری خندق‌ها دارد. Xu و همکاران (2016)، تخریب کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک با فرسایش زودگذر خندقی در زمین‌های زراعی شیب‌دار را در فلات تپه‌ای لوس در کشور چین بررسی کردند. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر فرسایش خندقی زودگذر بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ــ که کیفیت خاک را تعیین می‌کند ــ و با استفاده از نمونه‌گیری زوجی در سه سطح ۲-۰، ۵-۲ و ۱۰-۵ سانتی‌متر کف خندق‌های زودگذرتا مناطق بین خندقی صورت گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش فرسایش خندقی زودگذر، شاخص کیفیت خاک نیز به تدریج کاهش می‌یابد. Wei و همکاران (2022) با هدف بررسی مکانیسم تشکیل خندق در خاک‌های گرانیتی، به بررسی رابطه بین پایداری خاک‌های گرانیتی و فرسایش خندقی دائمی در نیمهٔ گرمسیری کشور چین پرداختند. این پژوهش با استفاده از نمونه‌برداری (مناطق خندقی و فاقد خندق) و با استفاده از روش Yoder صورت گرفت و به این نتیجه رسید که آب و هوای مرطوب با شرایط بارندگی بالا و وجود خاک رس، به کاهش کیفیت خاک و ایجاد فرسایش خندقی منجر می‌شود.

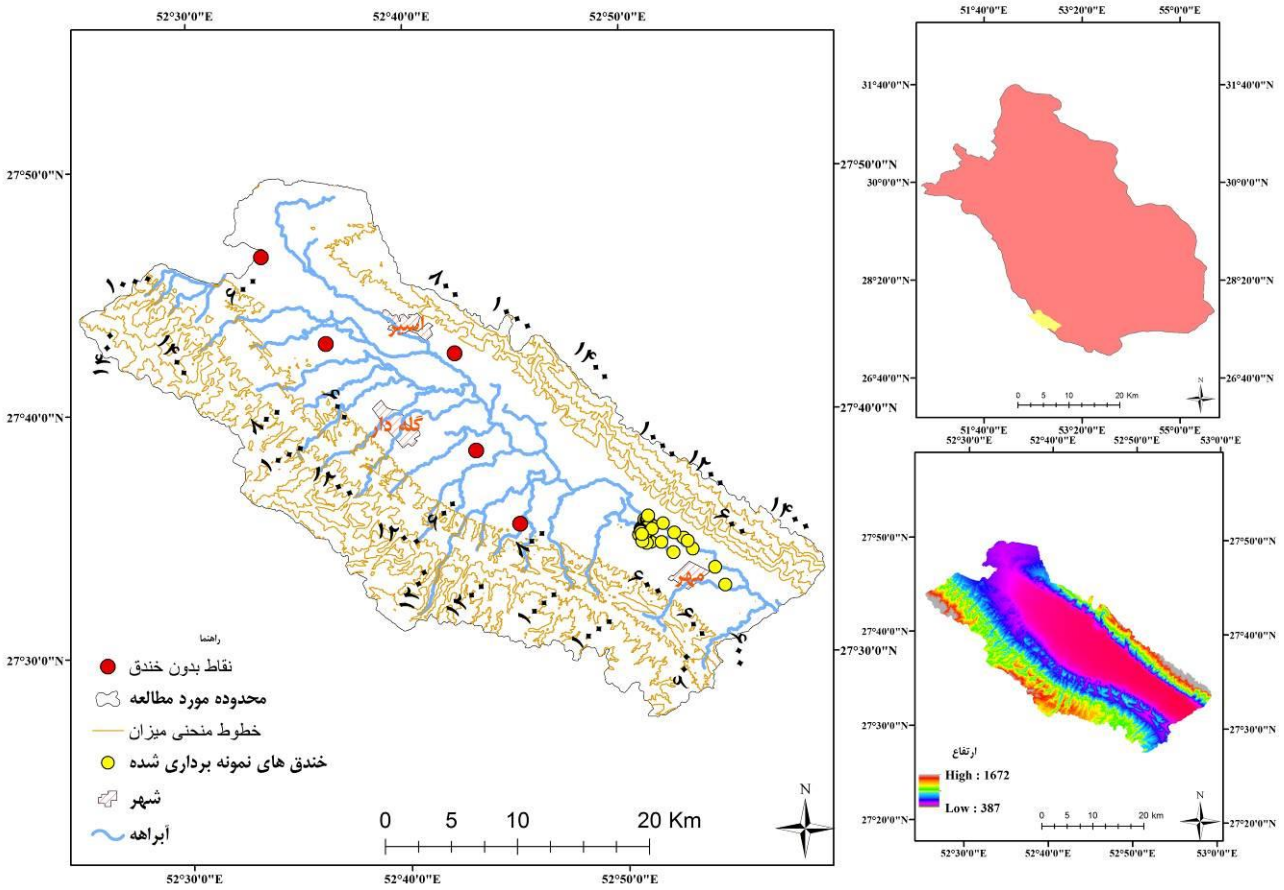
حوضه آبخیز رودخانهٔ شور در شهرستان مُهر (استان فارس) به‌خصوص دشت‌های دامنهٔ واقع در شرق حوضه تا روستای چاهو، به علت نوسان زیاد بارش در دوره‌های مختلف، ضعف یا فقدان پوشش گیاهی سطح زمین و به سبب دخالت‌های انسانی مانند چرای مفرط، شخم زدن زمین‌ها در جهت شیب، حرکت وسایل نقلیه و ماشین‌آلات کشاورزی در زمین‌ها و مراتع و غیره به شدت تحت‌تأثیر فرسایش خندقی است (شکل ۲). هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر ایجاد و گسترش فرسایش خندقی در منطقه و ارائه راهکارهایی مناسب برای جلوگیری از گسترش این نوع فرسایش در منطقه است.

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

حوضه آبخیز رودخانهٔ شور با مساحت ۱۰۱۳۵۰ هکتار و میانگین ارتفاعی ۱۰۵۰/۵ متر، در جنوب استان فارس واقع است. این حوضه بین ″ ۲۲′ ۲۷ ° ۲۷ تا ″ ۴۱ ′ ۴۹° ۲۷ عرض شمالی و ″۵۸ ′ ۲۴° ۵۲ تا ″۱۴ ′ ۵۹° ۵۲ طول شرقی قرار دارد. شکل ۱، موقعیت محدودهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

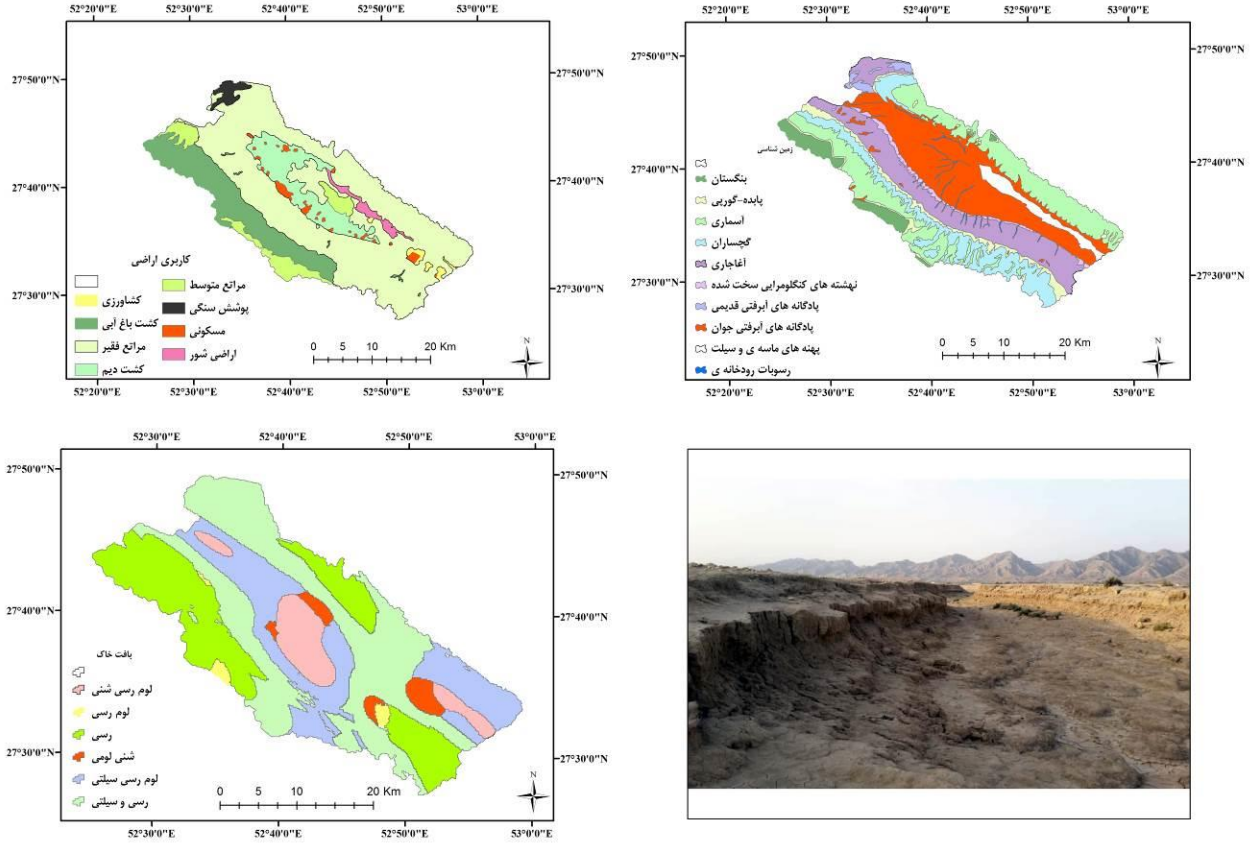


شکل ۱: موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

حوضه آبخیز رودخانهٔ شور، تابستان خیلی گرم و طولانی و زمستان معتدل و کوتاهی دارد. میانگین بارندگی سالانه بین ۲۰۰-۲۵۰ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالانه ۲۳ درجهٔ سانتیگراد و متوسط تبخیر سالانه ۲۵۰۰ میلی‌متر است و در تعیین اقلیم به روش دومارتن اصلاح شده، در اقلیم خشک بیابانی معتدل قرار دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این منطقه در هشت ماه از سال، خشک و تنها در چهار ماه (آذر تا اسفند) مرطوب است (اداره کل هواشناسی استان فارس، ۱۳۹۹).

این حوضه دارای واحدهای زمین‌شناسی متنوعی شامل سازند آغاجاری (Aj)، آسماری (As)، بنگستان (Bgp)، گچساران (Gs)، پابده گورپی (Pd-Gu)، رسوبات رودخانه‌ی (Qal)، نهشته‌های کنگلومرایی سخت‌شده (Qc)، پهنه-های رسی و سیلتی (Qcf)، پادگانه‌های آبرفتی قدیمی (Qt۱) و پادگانه‌های آبرفتی جدید (Qt۲) است. همچنین دارای هشت نوع کاربری متفاوت شامل کشاورزی، باغ‌ها، مراتع فقیر، کشت دیم، مراتع متوسط، پوشش سنگی، مسکونی و اراضی شور است (شکل ۲). درصد و الگوی توسعهٔ خندق به شدت توسط خواص خاک کنترل می‌شود (Brayan, 2004). فرسایش‌پذیری خاک، تحت‌تأثیر بافت خاک و سایر خصوصیات فیزیکی آن است (Auerwwald et al, 2014). ایجاد و گسترش خندق نیز به شدت توسط خاک کنترل می‌شود. بر اساس این نقشه، منطقه شش نوع کلاس بافت خاک دارد. بیشتر خندق‌های ایجاد شده نیز در بافت شنی لومی قرار می‌گیرد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]



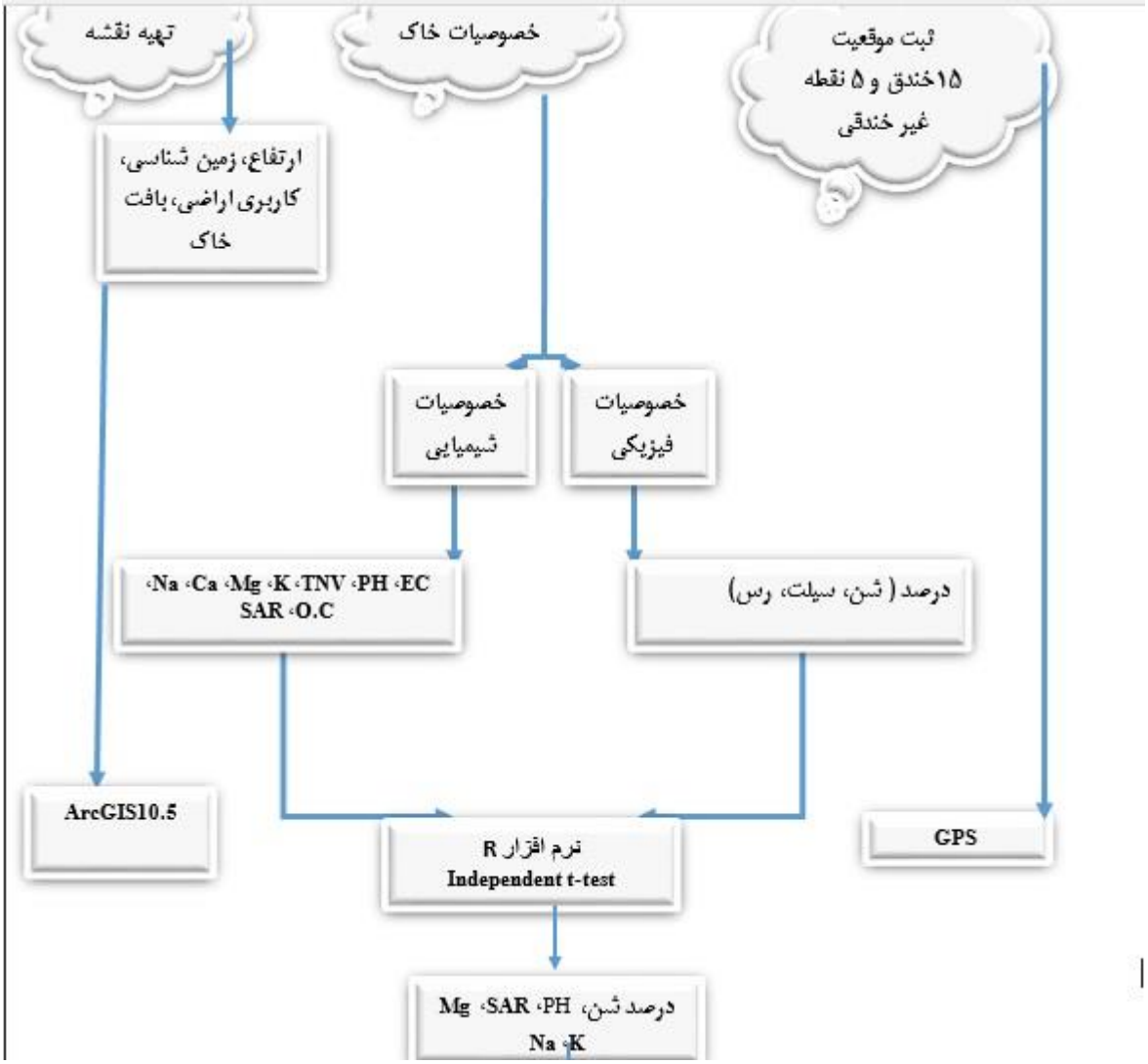
شکل ۲: نقشهٔ زمین‌شناسی کاربری اراضی، بافت خاک و نمونه‌ای از خندق‌های تشکیل شده در منطقه

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

۳ـ مواد و روش

فرایند پژوهش به صورت شماتیک در شکل ۳ نشان داده شده‌است.



شکل ۳: فرایند پژوهش

۳ـ۱ـ مواد تحقیق

به منظور شناسایی ویژگی‌های طبیعی حوضه و گردآوری مباحث نظری، از نقشه‌های پایه توپوگرافی (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) سازمان نقشه‌برداری کشور و نقشهٔ زمین‌شناسی (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰) سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور استفاده شد. مدل رقومی ارتفاعی (DEM) از تصاویر لندست ۸ در ابعاد ۳۰ در ۳۰ استخراج شد. برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی، ابتدا تصاویر ماهواره‌ی Landsat8 از سایت زمین‌شناسی ایالات متحده دانلود شد. سپس مرحلهٔ پیش-پردازش ــ که شامل تصحیح رادیومتریکی است ــ در محیط نرم‌افزاری ENVI 5.3 انجام شد. پس از آن تصحیح اتمسفری با استفاده از روش Flash Atmospheric Correction انجام شد. بعد از اجرای روش‌های فوق، منطقهٔ مورد مطالعه از کل تصویر جدا شد. برای اینکه پدیده‌ها وضوح بالاتری داشته باشد، با استفاده از دستور Gram Schmidt Pan Sharpening قدرت تفکیک سی متری لندست ۸ با به‌کارگیری باند پانکروماتیک ۱۵، همهٔ باندهای مالتی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

اسپکترال به پانزده متری تبدیل شد. پس از اجرای پیش‌پردازش‌ها، برای نمونه‌برداری بهتر و دقیق‌تر از نرم‌افزار Google Earth استفاده شد. ازتصویرآماده شده برای استخراج نقشهٔ کاربری اراضی با استفاده از روش حداکثر شباهت به کار برده شد. نقشهٔ بافت خاک منطقه از ادارهٔ مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و در محیط ArcGIS10.5 تهیه شد.

۳ـ۲ـ مطالعات میدانی

در این پژوهش با بازدید میدانی گسترده از قسمت جنوب و جنوب شرق حوضه ــ که دچار فرسایش خندقی است ــ پانزده خندق انتخاب و موقعیت آنها به وسیلهٔ (GPS) ثبت شد. سپس نمونه‌برداری خاک از هر خندق، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری انجام شد. در ادامه، از مناطق غیر خندقی به عنوان مناطقی که تحت‌تأثیر فرسایش خندقی نبودند، پنج نقطه انتخاب و موقعیت آنها ثبت شد. سپس نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر برداشت شد. نمونه‌ها قبل از ارسال به آزمایشگاه، در هوای آزاد خشک و به وسیلهٔ الک دو میلی‌متری الک شد.

۳ـ۳ـ مطالعات آزمایشگاهی

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های جمع‌آوری‌شده از حوضه نیز در آزمایشگاه بررسی شد. برای تعیین بافت خاک (روش هیدرومتری)، PH (PH meter)، EC (EC meter)، ماده آلی (واکلکی ــ بلاک)، کلسیم، منیزیم و پتاسیم (تیتراسیون)، مواد خنثی‌شونده (کلسیمتری)، سدیم (فلایم فتومتری)، نسبت جذب سدیم (نسبت بین کلسیم و منیزیم با سدیم) استفاده شد.

۳ـ۴ـ تجزیه و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار R

R یک زبان برنامه‌نویسی و نرم‌افزاری برای محاسبات آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها است. در این پژوهش، از پکیج‌ها و توابع مربوط به استنباط آماری استفاده شد (جدول ۱).

۳ـ۴ـ۱ــ فراخوانی داده

۳ـ۴ـ۲ــ بررسی داده‌های پرت

دادهٔ پرت داده‌ای است که تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای با بقیهٔ اعضای نمونه داشته باشد.

۳ـ۴ـ۳ــ آمار توصیفی

در آمار توصیفی اطلاعات حاصل از یک گروه مانند میانگین، میانه، مد، انحراف از معیار و غیره محاسبه یا به صورت گرافیکی (نمودارها) ترسیم می‌شود.

۳ـ۴ـ۴ــ آزمون مقایسهٔ میانگین دو جامعهٔ آماری (t)

آزمون t یک آمار پارامتریک است که از آن برای اجرای مطالعات مقایسه‌ای استفاده می‌شود؛ به عبارتی دیگر، آزمون t مستقل یک تکنیک آماری است که تفاوت معنادار میان میانگین‌های دو نمونه یا دو مشاهده را مشخص می‌کند (Kim, 2019). اگر مقدار t در سطح ۰/۰۵ (بیش از پنج درصد) معنی‌دار نباشد، تفاوت معنی‌داری رخ نمی‌دهد و فرضیه H_0 (برابری مقدار میانگین دو گروه) تأیید می‌شود. اما اگر مقدار t در سطح ۰/۰۵ (کمتر از پنج درصد) معنی‌دار

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

باشد، در این صورت فرض H_1 (تفاوت بین میانگین دو گروه) وجود دارد. برای اجرای این آزمون از توابع درونی R استفاده شد.

۳ـ۴ـ۴ـ۱ـ پیش‌فرض‌های آزمون (t)

ـ مشاهدات مستقل

متغیرها باید مستقل و از دو جمعیت متفاوت باشند؛ به عبارتی دیگر، هیچ تأثیری بر روی یکدیگر نداشته باشند.

ـ نرمال بودن داده‌ها

قبل از اجرای آزمون t باید از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل شود که این امر با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمینروف[1] (KS) صورت گرفت. این آزمون، ابزاری کلاسیک و مشهور برای آزمایش فرضیهٔ غیرپارامتری و شامل یک نمونه‌ای و دو نمونه‌ای است (Sadhanala, 2019). در آزمون یک نمونه‌ای، داده‌های تجربی را می‌توان در برابر توزیع شناخته شده برازش کرد تا مشخص شود که داده‌ها از این توزیع پیروی می‌کنند یا خیر؟ این در حالی است که در آزمون دو نمونه‌ی، مقایسهٔ دو مجموعه داده بدون پیش بین توزیع انجام می‌شود (Kolmogorov, 1933). در این پژوهش از آزمون تک نمونه‌ای استفاده شد. برای آزمون نیکویی برازش به وسیلهٔ آزمون یک نمونه‌ای، ابتدا باید فرض صفر (بین توزیع تئوری و توزیع داده‌های تجربی اختلاف معنی‌داری نیست) را در نظر گرفت. گام دوم، انتخاب یک سطح اعتماد (a) برای آزمون است؛ به طور مثال، سطح اعتماد (a=۰/۰۵) به این معنی است که آزمون در پنج درصد موارد، اشتباه و در ۹۵ درصد موارد، درست است (Alijani and AfsharManesh, ۲۰۱۵).

ـ همگنی واریانس

تست‌های متعددی برای مقایسهٔ واریانس‌ها برای دو نمونهٔ مستقل ثبت شده‌است (Conover et al, 1981). لون[2] در سال ۱۹۶۰، یک آزمون اکتشافی مبتنی بر ارزیابی برابری واریانس‌های بین گروه‌هایی که نمونه‌های مختلف از آنها گرفته شده‌است، پیشنهاد کرد. برای آزمون نیکویی برازش آزمون لون، ابتدا باید فرض صفر (واریانس گروه برابر است) را در نظر گرفت. قدم بعدی، انتخاب یک سطح اعتماد (a) برای آزمون است که معمولاً پنج درصد را انتخاب می‌کنند. اگر مقدار واریانس کمتر از پنج درصد باشد، فرض صفر رد می‌شود؛ یعنی دو گروه واریانس متفاوتی دارند.

۳ـ۴ـ۴ـ۲ـ نمودار Boxplot

Boxplot یک ابزار گرافیکی بسیار محبوب برای تجسم توزیع داده‌های پیوستهٔ تک وجهی است. همچنین می‌توان از آن به عنوان یک ابزار تشخیص سریع و خودکار بدون ایجاد فرض پارامتریک در مورد توزیع عمدهٔ داده‌ها استفاده کرد (Vandervieren and Hubert, 2008). از این نمودار برای نمایش فاصلهٔ بین چارک اول و سوم استفاده می‌شود و خطی در داخل جعبهٔ میانه (چارک دوم) را مشخص می‌کند. خارج از جعبه، حداقل و حداکثر مقدار داده را نیز مشخص می‌کنند.

[1] Kolmogorov-Smirnov
[2] Leven

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

جدول ۱: مراحل اجرای کار در نرم‌افزار **R**

	پکیج‌ها و توابع
فراخوانی داده‌ها	library(rio) Data <- import (choose .files())
بررسی داده‌های پرت	library(rstatix) Data %>% group_by(Group)%>% identify_outliers()
نرمال بودن داده‌ها	library(nortest) by(Data$...,Data$Group, lillie.test)
همگنی واریانس	library(car) levenTest (…~Group, data=Data)
نمودار boxplot	boxplot(…,Group,data=Data) Library(export) graph2ppt(file="boxplot.pptx")
آمار توصیفی داده‌ها	library(rstatix) Data %>% group_by(Group)%>% get_summary_stats()
آزمون t مستقل	t.test (…~Group, data=Data, enqual=T)

۴ـ یافته‌ها (نتایج)

نتایج نشان داد که در بین متغیرهای مورد بررسی در دو گروه (A: مناطق خندقی و B: مناطق غیر خندقی)، هیچ دادهٔ پرتی وجود ندارد.

۴ـ۱ـ آمار توصیفی داده‌ها

مقدار میانگین، حداقل، حداکثر و انحراف از معیار هر کدام از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک، با استفاده از روش‌های ذکر شده در هر دو منطقه ـ درون خندق و خارج از خندق ـ اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

جدول ۲: شاخص‌های پراکندگی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

		Sand	Silt	Clay	EC	ph	TNV	K	Mg	Ca	Na	OC	SAR
درون خندق	میانگین	۴۰/۴	۳۳/۲	۲۶/۲	۱۶۸	۷/۵۲	۶۶/۳	۱۷۶	۲۲۸	۱۹۹/۳۳	۴۲۹	۰/۳۱۵	۲۹/۳
خارج خندق		۲۰	۴۰/۸	۳۹/۴	۱۸۴	۷/۷۰	۶۳/۹	۲۵۶/۴۰	۱۹۷	۱۷۵	۳۵۷	۰/۲۲۲	۱۱/۸
داخل خندق	حداقل	۱۱	۲۵	۱۲	۱۲۰	۷/۲۲	۵۹	۱۵۶	۱۹۰	۱۶۳	۳۴۵	۰/۲۱۰	۲۳/۳
خارج خندق		۱۸	۴۰	۳۵	۱۷۶	۷/۱۲	۵۷/۵	۱۷۹	۱۷۷	۱۵۵	۳۱۱	۰/۲۱۰	۶/۹۲
داخل خندق	حداکثر	۵۷	۴۵	۴۹	۲۶۰	۸/۰۱	۷۸	۱۹۰	۲۸۳	۲۳۸	۴۹۹	۰/۴۵۰	۳۳/۶
خارج خندق		۲۳	۴۳	۴۲	۱۹۵	۸/۳۲	۶۸/۵	۳۹۵	۲۲۱	۱۹۹	۳۸۹	۰/۲۴۰	۲۲/۴
داخل خندق	انحراف از معیار	۲۰/۴	۶/۱۴	۱۴/۹	۴۶/۲	/۲۵۶	۵/۳۸	۱۴/۹	۲۹/۶	۲۲/۸	۵۴/۴	۰/۰۸۱	۳/۳۹
خارج خندق		۱/۸۷	۱/۳۰	۲/۶۱	۷/۹۵	/۵۲۶	۴/۲۶	۶۷/۵	۱۸/۳	۱۹/۶	۳۴/۱	۰/۰۱۲	۶/۳۵

توضیح عبارات جدول ۲: **Sand**: درصد شن، **Silt**: درصد سیلت، **Clay**: درصد رس، **EC**: هدایت الکتریکی، **PH**: اسیدیتهٔ خاک، **TNV**: مواد خنثی‌شونده (درصد)، **K**: پتاسیم (میلی اکی والانت بر کیلوگرم)، **Mg**: منیزیم (میلی اکی والانت بر لیتر)، **Ca**:کلسیم (میلی اکی والانت بر لیتر)، **Na**: سدیم محلول (میلی اکی والانت بر لیتر)، **OC**: مواد آلی (درصد) و **SAR**: نسبت جذب سدیم

۴ـ۲ـ نتایج حاصل از مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی خاک

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان می‌دهد که نرمال بودن داده‌های شن در مناطق خندقی و غیر خندقی به ترتیب (۰/۸۸۰) و (۰/۴۸۴) تأیید می‌شود. همچنین مقدار آزمون لون (۰/۴۹۹)، همگنی واریانس بین دادهٔ دو گروه را بیان می‌کند. در نهایت، شن اختلاف معنی‌داری در بین دو منطقه دارد (۰/۰۰۱).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

جدول ۳: نتایج عملکرد مقادیر خصوصیات فیزیکی خاک در داخل و خارج خندق‌ها

متغییر		آزمون کلموگروف ـ اسمیرنوف	آزمون لون	سطح معنی‌داری
رس	داخل خندق	۰/۲۵۵	۰/۴۰۳	۰/۳۸۶
	خارج خندق	۰/۵۶۵		
سیلت	داخل خندق	۰/۱۶۳	۰/۳۹۵	۰/۲۷۹
	خارج خندق	۰/۶۳۸		
شن	داخل خندق	۰/۸۸۰	۰/۴۹۹	۰/۰۰۱
	خارج خندق	۰/۴۸۴		

۴ـ۳ـ نتایج حاصل از خصوصیات شیمیایی خاک

نتایج حاصل از جدول ۴ نشان داد که به ترتیب متغیرهای (۰/۰۰۱۷۷۹) PH، نسبت جذب سدیم (۰/۰۰۹۹۵)، مواد خنثی‌شونده (۰/۰۱۵۷۱)، سدیم محلول (۰/۰۲۳۷۸)، منیزیم (۰/۰۳۴۵۶) و پتاسیم (۰/۰۴۵۹۳) توانسته‌اند اثر معنی‌داری را در بین دو منطقه از خود نشان دهند؛ این در حالی است که درکربن آلی (۰/۴۶۶۶) و هدایت الکتریکی (۰/۲۶۷۱) تفاوت معنی‌داری بین دو منطقه وجود ندارد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

جدول ۴: نتایج عملکرد مقادیر خصوصیات شیمیایی خاک در داخل و خارج خندق‌ها

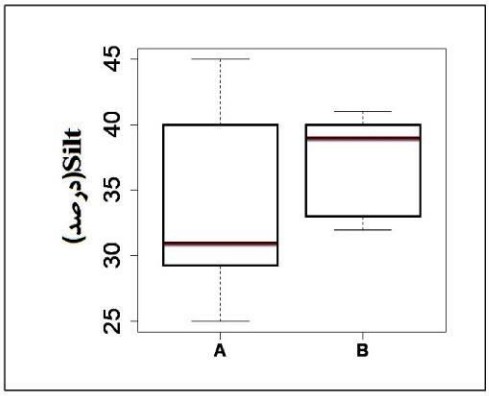
متغییر		آزمون کلموگروف ـ اسمیرنوف	آزمون لون	سطح معنی‌داری
هدایت الکتریکی	داخل خندق	۰/۴۶۸	۰/۷۶۹	۰/۲۶۷۱
	خارج خندق	۰/۱۴۱		
کربن آلی	داخل خندق	۰/۰۷۳	۰/۱۷۸	۰/۴۶۶۶
	خارج خندق	۰/۰۸۱		
PH	داخل خندق	۰/۸۸۰	۰/۶۷۹	۰.۰۰۰۱۷۷۹
	خارج خندق	۰/۴۸۴		
مواد خنثی‌شونده	داخل خندق	/۱۰۴	۰/۰۶۹۵	۰/۰۱۵۷۱
	خارج خندق	۰/۶۱۷		
نسبت جذب سدیم	داخل خندق	۰/۳۴۲	۰/۷۶۹	۰/۰۰۹۹۵
	خارج خندق	۰/۵۷۳		
سدیم محلول	داخل خندق	۰/۱۱۴	۰/۱۲۱	۰/۰۲۳۷۸
	خارج خندق	۰/۲۱۷		
پتاسیم	داخل خندق	۰/۳۲۱	۰/۳۴۵	۰/۰۴۵۹۳
	خارج خندق	۰/۲۱۰		
منیزیم	داخل خندق	۰/۴۳۳	۰/۲۹۸	۰/۰۳۴۵۶
	خارج خندق	۰/۳۳۳		

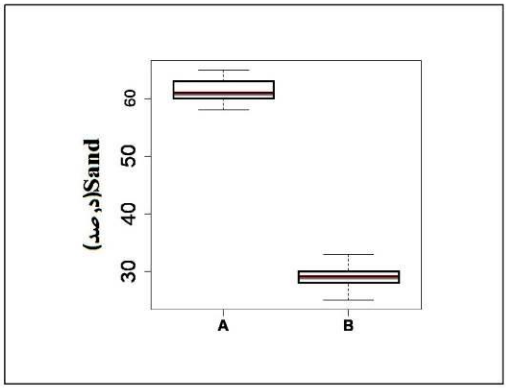
۴ـ۴ـ نمودار Boxplot

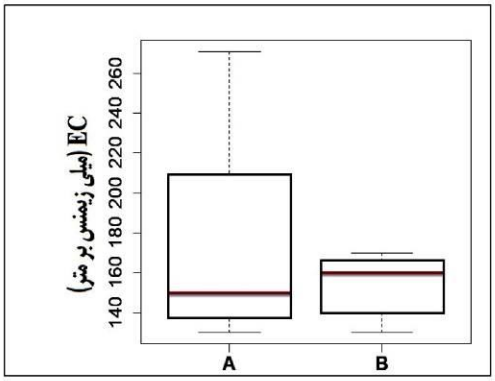
برای بررسی پراکندگی داده‌ها علاوه بر روش‌های آماری می‌توان از روش گرافیکی نیز استفاده کرد که یکی از مهم‌ترین و بهترین روش‌ها، نموار boxplot است (شکل ۴).

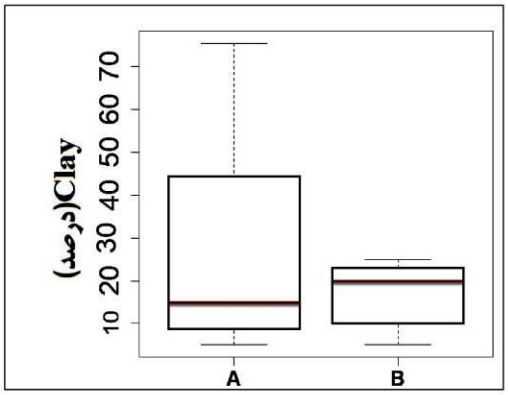
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

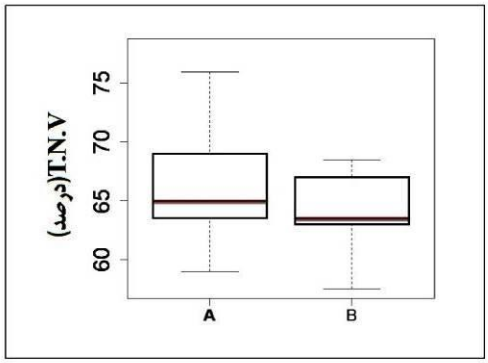
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

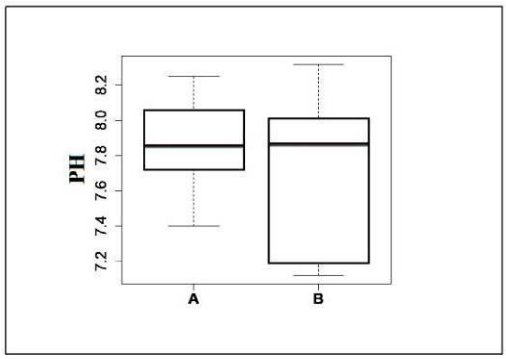


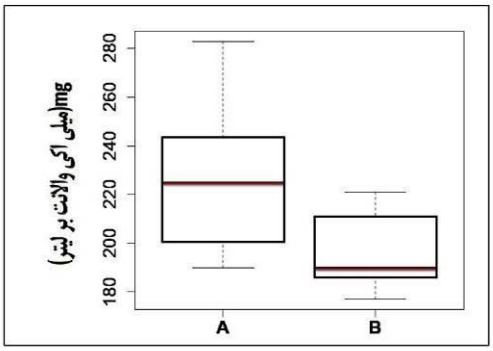


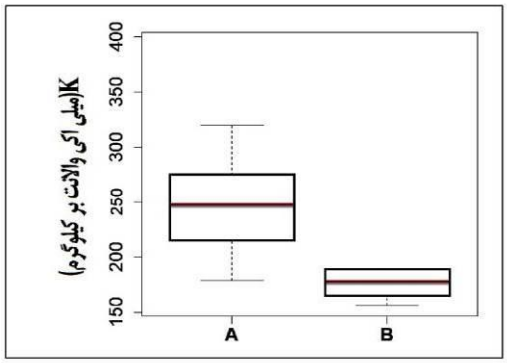






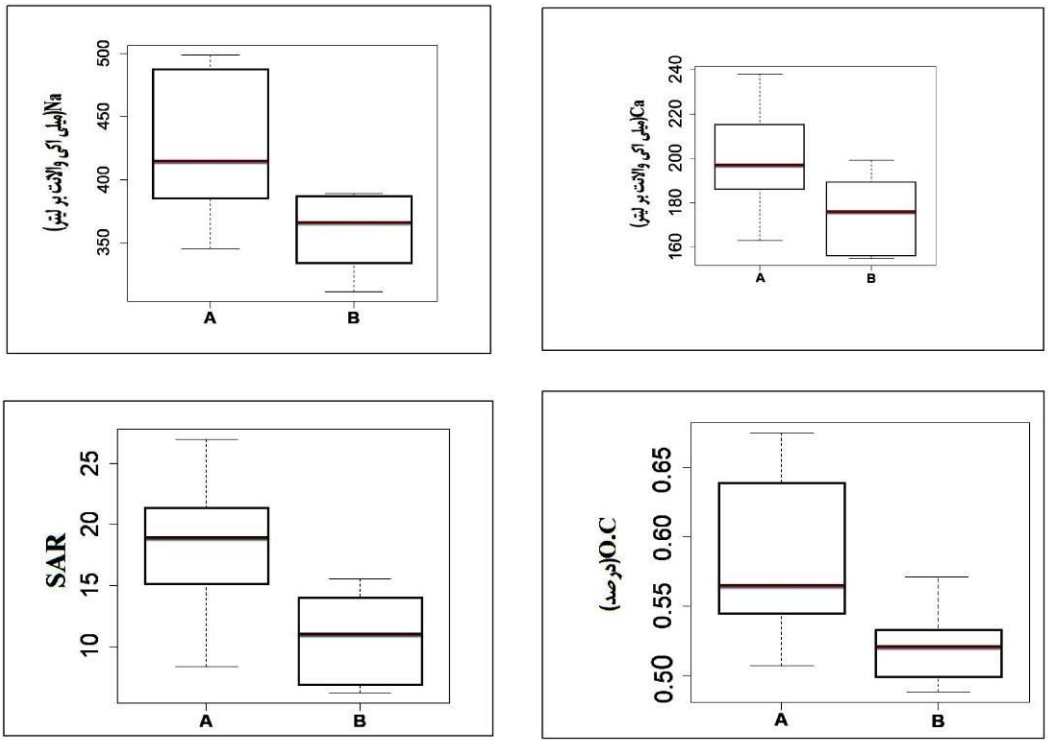






[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]



شکل ۴: نمودار جعبهٔ متغیرها

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

شرایط زمین‌شناسی منطقه نشان داد که بیشتر خندق‌ها، در رسوبات کواترنر (پادگانه‌های آبرفتی جوان و پهنه‌های رسی و سیلتی) رخ داده و این امر به دلیل وجود رسوبات ریزدانه ــ که ساختمانی ضعیف و تحکیم‌نیافته دارد ــ است. وجود املاح محلول (گچ، کلسیم و منیزیم) در سازندهای زمین‌شناسی، به تشکیل فرسایش خندقی منجر شده‌است. در منطقهٔ مورد مطالعه با کاهش ارتفاع و در بخش خروجی حوضه (جنوب و جنوب شرقی)، فرسایش خندقی شکل گرفته‌است. بیشتر خندق‌ها در بافت شنی لومی و لوم رسی شنی ایجاد و گسترش یافته‌است.

بررسی‌ها نشان داد که بین میزان شن در مناطق خندقی و غیر خندقی اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ به عبارتی دیگر، نقش میزان شن در ایجاد و گسترش فرسایش خندقی قابل ملاحظه است. وجود ذرات شن به علت چسبندگی کمتر در مقابل بارش‌های رگباری، مقاومت زیادی در برابر فرسایش ندارد. این عمل به واگرایی خاک منجر می‌شود و شن در مجاورت با آب انسجام خود را از دست می‌دهد و امکان توسعهٔ فرسایش خندقی فراهم می‌شود. این نتایج با نتایج Ocheli و همکاران (2021) همخوانی دارد و با نتایج ثروتی و همکاران (۱۳۸۷) فاقد تطابق است؛ به این صورت که شن بر ایجاد فرسایش خندقی تأثیر چندانی ندارد. نتایج نشان داد که بین میزان سیلت در مناطق خندقی و غیر خندقی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد؛ به این علت که مقدار سیلت در کل حوضه زیاد است. هنگامی که مقدار سیلت در خاک بالا باشد، به محض دریافت رطوبت به راحتی تخریب و ذرات به راحتی فرسایش می‌یابد. این نتایج با نتایج Zhung و همکاران (2020) مطابقت دارد. بررسی‌ها نشان داد که بین رس‌های مناطق خندقی و غیر خندقی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. عموماً با ریز بودن بافت خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک افزایش می‌یابد که در نتیجه

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

رس‌ها منبسط و منافذ آن بسته می‌شود و این امر به کاهش نفوذپذیری و شکل‌گیری رواناب‌های سطحی منجر می‌شود. افزایش ابعاد این آبراهه‌ها موجب تشکیل خندق می‌شود. این نتایج با نتایج اصغری و همکاران (2017) همخوانی دارد. بررسی EC (شوری خاک) نشان داد که در داخل و خارج از خندق‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. شوری خاک نه تنها باعث از هم پاشیدگی و تخریب ساختمان خاک می‌شود، بلکه به فرسایش‌پذیری خاک‌های زیر سطحی و گسترش مناطق خندقی منجر خواهد شد. این نتایج با نتایج خوجه و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی دارد و با نتایج زمان‌زاده و احمدی (۱۳۹۲) فاقد همخوانی است؛ به این صورت که با افزایش مقدار EC، فرسایش خندقی کمتری رخ می‌دهد. همچنین نتایج اسیدیته نشان داد که بین مناطق خندقی و غیر خندقی اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ به این صورت که در مناطق خندقی عموماً خاک‌ها از نوع بازی است و همین عامل به پراکنده شدن خاک و انتقال آن به وسیله باران و رواناب منجر می‌شود. این نتایج با نتایج بشارتی و همکاران (۱۳۹۷) همخوانی دارد. نتایج مواد خنثی‌شونده (آهک) نیز نشان داد که بین مناطق خندقی و غیر خندقی اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ مواد خنثی‌شونده عموماً به میزان کربنات کلسیم و منیزیم در یک تن خاک آهکی بستگی دارد. بالا بودن این مقدار در خاک، در ایجاد فرسایش انحلالی در منطقه نقش بسیار مهمی داشت. این نتایج با نتایج صفاری و همکاران (۱۳۹۸) همخوانی و با نتایج عوض‌زاده توکلی (۱۳۸۸) فاقد تطابق است؛ به این صورت که با افزایش مواد خنثی‌شونده فرسایش خندقی کمتری رخ می‌دهد. در مقدار پتاسیم موجود در مناطق خندقی و بدون خندق نیز ارتباط معنی‌داری وجود دارد؛ به این صورت که پتاسیم موجود در خاک در مناطق خندقی به وسیلهٔ آب‌شویی از بین می‌رود. در نتیجه، انسجام و پایداری خاک از بین می‌رود و به شکل‌گیری فرسایش خندقی منجر می‌شود. این نتایج با نتایج Deng و همکاران (2017) همخوانی دارد. در مقدار کلسیم و منیزیم در داخل و خارج از خندق نیز اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ به این صورت که بالابودن مقدار این دو متغیر به افزایش شدت انقباض، توسعهٔ بیشتر شکاف‌ها و افزایش قدرت انحلال آب منجر می‌شود. همچنین یکی از عواملی است که به صورت غیرمستقیم بر فرسایش خندقی تأثیر می‌گذارد. این نتایج با نتایج زارع و همکاران (2020) همخوانی دارد؛ در حالی که با نتایج عنایتی و همکاران (۱۳۹۰) فاقد همخوانی است؛ به این صورت که با افزایش این دو پارامتر، فرسایش خندقی کمتری رخ می‌دهد. همچنین نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که بین سدیم درمناطق خندقی و غیر خندقی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در مناطق خندقی با آزاد شدن سدیم و جایگزین شدن آن با کلسیم یا پتاسیم، سرعت تخریب خاک بیشتر و در نتیجه به انحلال خاک و ایجاد و گسترش فرسایش خندقی منجر می‌شود. این نتایج با پژوهش Volker (2011) همخوانی دارد. بین مناطق خندقی و غیر خندقی در در زمینهٔ پارمتر کربن آلی نیز ارتباط معنی‌داری وجود ندارد؛ به این علت که منطقهٔ مورد مطالعه جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود و پوشش گیاهی تنکی دارد. خندق‌های تشکیل شده در منطقه عموماً در کاربری مراتع فقیر تشکیل شده‌اند. کمبود کربن آلی در خاک به حذف فیزیکی و انتقال مواد مغذی خاک توسط رواناب منجر می‌شود و با گذشت زمان، فرسایش خاک را در پی دارد. این نتایج با نتایج Rienks و همکاران (2002) همخوانی دارد. بین نسبت جذب سدیم در مناطق خندقی و غیر خندقی رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد؛ افزایش نسبت جذب سدیم در مناطق خندقی به افزایش نمک‌های محلول در خاک منجر می‌شود و همین امر، افزایش حساسیت خاک به فرسایس خندقی را در پی دارد. این نتایج با نتایج مرتضایی (۱۳۸۴) همخوانی دارد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

رشد و گسترش سریع فرسایش خندقی در منتهی‌الیه شرقی حوضه علاوه بر تخریب سطح وسیعی از زمین‌های کشاورزی و مرتعی، خطری جدی برای چند روستا از جمله روستاهای قلعه سید و چاهو و حتی بخشی از شهر مُهر محسوب می‌شود. عوامل ایجاد و گسترش خندق در منطقهٔ مورد مطالعه، خصوصیات اقلیمی، هیدرولوژیکی، عوامل توپوگرافی، خصوصیات خاک، زمین‌شناسی، عوامل انسانی و غیره است که از بین این عوامل بنا به هدف تحقیق، خصوصیات خاک بررسی شد. نتایج نشان داد که بین خصوصیات فیزیکی خاک در مناطق خندقی و غیرخندقی، تنها درصد شن تفاوت معنی‌داری دارد. دربارهٔ اثر خصوصیات شیمیایی خاک در ایجاد و گسترش فرسایش خندقی نیز می‌توان گفت که به ترتیب متغیرهای PH، نسبت جذب سدیم، مواد خنثی‌شونده، سدیم محلول، منیزیم و پتاسیم نقش مؤثری داشته‌اند. با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود به پوشش گیاهی، اصلاح و بازسازی آن توجه خاصی شود و با توجه به تولید زیاد رواناب‌های سطحی بعد از بارندگی‌های ناگهانی و شدید، می‌توان از بندهای خاکی در انتهای خندق به جمع‌آوری رواناب پرداخت. در نهایت، پیشنهاد می‌شود برای تحقیق و بررسی جامع‌تر خندق‌های شکل گرفته در منطقه، با به کارگیری سایر عوامل تأثیرگذار با استفاده از روش جنگل تصادفی (RF) در نرم‌افزار (R) انجام شود.

منابع

1. Alijani, B., & H. Afshar Manesh., (2015). Statistical analysis of long-term precipitation values to fit the appropriate statistical distribution (Case study: Iran). *Journal of Zagros Landscape Geography and Urban Planning Quarterly*. 7(25), 73-95 (in Persian).
2. Asgharisaraskanroud, S., 2017. Analysis of factors affecting gully on the eastern shore of the shores of Lake Urmia, *Journal of Spatial Geography*, 17, 58, 285-301 (in Persian).
3. Asgharisaraskanroud, S.; Zeinali, B.; & V. Mohammadnejad, 2017. Analysis physical and chemical properties of soil and morphometric impacts on gully erosion, *Desert*, 22-2, 157-166.
4. Awadzadeh Tavakoli, F., 2009. Estimation of gully length using model (Case study: Bushehr province), Master Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran (in Persian).
5. Azareh, A.; Rahmati, O.; Rafiei-Sardooi, E.; Sankey, J. B.; Lee, S.; Shahabi, H.; & B. Ahmad, 2019. Modelling gully-erosion susceptibility in a semi-arid region, Iran: Investigation of applicability of certainty factor and maximum entropy models, *Sci. Total Environ*, 684-696.
6. Besharti, B.; Abedini M.; & S. asaghari, 2018. Study and analysis of factors affecting the creation and development of gully erosion whatershed of shoor chai, *Journal of Geographical Research*, 33(2), 206-222 (in Persian).
7. Conover, W. J.; Johnson, M. E.; & M. M. Johnson, 1981. A comparative study of tests for homogeneity of variances, with applications to the outer continental shelf bidding data, *Technometrics*, 23, 351-361.
8. Danaeian, M. R., 2005. Gali gully erosion "and factors affecting it, first edition, Yazd, Vesal Publications (in Persian).
9. Deng, Y.; Cai, Ch.; Xia, D.; Ding, Sh.; Chen, J.; & T. Wang, 2017. Soil atterbering limits of different weathering profilesof the collapsing gullies in the hilly granitic region of southern China, *Soil earth*, 8, 499-513.
10. Enayati, K.; Rousta, M. J.; & A. Vokili, 2011. Study of separate and combined effects of organic and mineral materials on the size of aggregates in a saline and sodium soil with silt loam texture, *Journal of agricultural sciences and technologies and natural resources, water sciences And Soil*, 15(56), 169-178 (in Persian).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

11. Farid Gigloo, B., & R. Qazavi., (2018). Investigating the role of physical and chemical properties of gully soil and environmental factors of the upstream basin on the development of gully erosion, *Journal of soil and water sciences (agricultural science and technology and natural resources)*, 22(3), 286-273 (in Persian).
12. IPCC., 2019. Climate change and land. Intergovernmental Panel on Climate change.
13. Kariminejad, N.; Hosseinalizadeh, M.; Pourghasemi, H. R.; Bernatek-Jakiel, A.; Campetella, G.; & M. Ownegh, 2019. Evaluation of factors affecting gully headcut location using summary statistics and the maximum entropy model: Golestan Province, NE Iran, *Sci.Total Environ*, 677, 281-298.
14. Khoja, J., Qudusi, J., & R. Ismaili, 2012. Investigating the Relationship between Physical and Chemical Properties of Soil and the Prevalence of gully Erosion in Nemarqareh Ghozi Basin of Golestan Province, *Journal of Watershed Management Research Issue5*, 27-41 (in Persian).
15. Kim, H-Y., 2019. Statistical notes for clinical researchers: the independent sample t-test, *Restor Dent Endod*, 44(3), e26.
16. Kolmogorov, A., 1933. Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione, *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, 4, 83-91.
17. Mohammad Ebrahimi, M., 2017. Identifying the Causes of gully Erosion with Emphasis on Soil Properties (Case Study: Aq Imam Watershed), *Journal of Protection of Water and Soil Resources*, 7(2), 1-13 (in Persian).
18. Mortezaei, A. H., 2005. Evaluation of the quantitative effect of environmental variables on the occurrence of gully erosion. PhD thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch, 185 (in Persian).
19. Ocheli, A.; Ogbe, O. B.; & G. O. Aigbadon, 2021. Geology and geotechnical investigations of the Anambra Basin, Southeastern Nigeria: implication for gully erosion Hazards, *Environmental system reaserch*,10(23), 1-27.
20. Poeson, J.; Nachtergeale, J.; Verstreaten, G.; & C. Valentin, 2003. Gully erosion environmental change: importance and research needs, *Catena*, 50, 91-133.
21. Rienks, S. M.; Botha, G. A.; & J. C. Hughes, 2002. Some physical and chemical properties of sediments exposed in a gully in Northern KwaZulu-Natal, South Africa and their relationship to the erodibility of the colluvial layers, *Catena*, 39, 11-31.
22. Sadhanala V.; Wang Y. X.; Ramdas, A.; & R. J. Tibshirani, 2019. A higher-order kolmogorovsmirnov test. arXiv preprint arXiv:1903.10083.
23. Saffari, A.; Karam, A.; Shadfar, P.; & M. Vahmadi, 2019. The effect of soil characteristics on the morphology and spread of gully erosion (Case study: Mehran Lamerd river basin, Fars), *Journal of Quantitative Geomorphological Research*, 8(1), 130-146 (in Persian).
24. Servati, M.; Qudusi, J.; & M. Dadkgah, 2008. Factors affecting the formation and spread of gully erosion in loesses, *Journal of Research and Construction in Natural Resources*, 78, 21-33 (in Persian).
25. Shahrivar, A. S.; Shadfar, P.; Khazaei, M.; & B. Adeli, 2017. Evaluation of moat erosion zoning methods (Abgandi watershed), *Journal of Echo Hydrology*, 4(1),119-132. (in Persian)
26. Volker, P., 2011. Soil erosion in the Swiss midlands: Results of a 10 year field survey, *Geomorphlogy*, 124(1), 32-41.
27. Wei, Y.; Cai, Ch.; Gua, Zh.; & J. Wang, 2022. Linkage between aggregate stability of granitic soils and the permanent gully erosion in subtropical China, *Soil &Tillage Reseach*..

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

28. Xu, M.; Li, Q.; & G. Wilson, 2016. Degradation of soil physicochemical quality by ephemeral gully erosion 0n sloping cropland of the hilly Loess Plateau,Chaina, *Soil & Tillage Reseach*, 155, 9-18.
29. Zakerinejad, R., & M. Maerker., (2014). Prediction of gully erosion susceptibilities using detailed terrain analysis and Maximum Entropy Modeling: A case study in the Mazayejan plain, Southwest Iran. *Geogr. Fis. E Din. Quat*. 37, 67-76.
30. Zamanzadeh, M., & M. Ahmadi., (2013). The effect of soil physical and chemical properties on the formation and spread of gully erosion (Case study: Fars, Lamerd Dasht Kahour region). *Journal of Quantitative Geomorphological Research*. 2(2), 135-156 (in Persian).
31. Zare, M.; Soufi, M.; Nejabat, M.; & H. R. Pourghasemi, 2020. The topographic threshold of gully erosion contributing factors, *Research square*, 1-30.
32. Zhung, S. Y.; Zhuo, M. N.; Xie, Z. Y.; Yuan, Z. J.; Wang, Y. T.; Hung, B.; liao, Y. S.; Li, D. Q.; & Y. Wang, 2020. Effects of near soil surface components on soil erosion on steep granite red soil colluvial deposits, *Geoderma*, 356.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

Analysis of Soil Properties in the Formation and Spread of Gully Erosion using R Software in the Shoor River (Mehran) Watershed of Mohr City

Aghil Madadi[1]: *Professor, Dep. of Geomorphology, Faculty of Literature and Humanities, University of Mohaghegh Ardabili, Ardebil.*
Sayyad Asgharisaraskanroud: *Associate Prof., Dep. of Geomorphology, Faculty of Literature and Humanities, University of Mohaghegh Ardabili,Adebil.*
Saeed Negahban: *Associate Prof., Dep. of Geomorphology,* Faculty of Economics, Management and Social Sciences, Shiraz University, Shiraz.
Mehri Marhammat: *Ph.D. Candidate in Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardebil.*

Article History (Received: 2022/06/12 **Accepted:** 2022/12/22**)**

Extended abstract

1- Introduction

Gully erosion is considered as a form of land degradation. Occurrence of this type of erosion causes large areas of upper soil to be lost by gully and become potentially unusable, which ultimately leads to desertification of the area. Environmental parameters that affect the potential of gully erosion include hydrological, climatic, topographic, ecological, geological and anthropological factors which have different consequences. Shoor river watershed in Mohr city (Fars province), especially the sloping plains located in the east of the basin to Chaho village, due to high fluctuations in rainfall in different periods, weakness or lack of vegetation and also due to human interventions such as overgrazing, plowing direction slope, movement of vehicles and agricultural machinery in fields and pastures, etc. is severely affected by gully erosion. The purpose of this study was to investigate the effect of physical and chemical properties of soil on the creation and spread of gully erosion in this region and to provide appropriate solutions to prevent the spread of this type of erosion in the region.

2- Methodology

In order to identify the natural features of the basin and collect theoretical issues, the basic topographic maps (scale 1: 25000) of the National Mapping Organization and the geological map (scale 1: 100000) of the Geological Survey of Iran were used. Digital Elevation Model (DEM) and land use map were extracted from Landsat 8 images in 30 by 30 dimensions. The mentioned maps were prepared in ArcGIS10.5 environment. Then, by performing field visits, 15 gullies were selected and their location was recorded by GPS, and then some soil samples were taken from each gully from a depth of 0-30 cm. In the continuation of the work, 5 points were selected from non-gully areas as areas that were not affected by ditch erosion and their location was recorded and soil samples were taken from a depth of 0-30 cm. Soil samples collected from the basin were examined in the laboratory for physical and chemical properties. Then R software was used for statistical analysis.

[1] -Corresponding Author: aghil48 madadi@yahoo.com

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]

3- Results

The results showed that there was no discrepancy between the studied variables in the two groups (A: gully areas, B: non-gully areas). The results of the physical properties showed that the normality of sand data in the gully and non-gully areas is confirmed by 0.880 and 0.484, respectively. Also, the value of Leven test (0.499) expresses the homogeneity of variance between the data of the two groups. Finally, sand analysis was able to show a significant difference between the two areas (i.e., 0.001). The results of chemical properties showed that the variables pH (0.0001779), SAR (0.00995), T.N.V (0.01571), Na (0.02378), Mg (0.0456, c and Kc(0.04593) were able to show significant differences between the two regions. However, there is no significant difference between O.C (0.4666) and EC (0.2671).

4- Discussion & Conclusions

Geological conditions of the region showed that most of the gullies in quaternary sediments (young alluvial barracks and clay and silty zones), due to the presence of fine-grained sediments that have a weak and unstructured shape and the presence of soluble salts (gypsum, calcium and magnesium) in geological formations, have caused the formation of moat erosion. In the outlet part of the basin (south and southeast), a gully has been formed with a decreasing altitude, while in other parts of the basin despite the low height, no gully has been formed due to shallow soil depth or lack of upstream basin less sensitivity to gully erosion. Also, the gully in the area were generally formed in poor pastures. Factors of gully formation and expansion in the study area can be considered as climatic, hydrological, and topographic factors, plus soil characteristics, geological features, human factors, etc. Among these factors, soil properties were investigated according to the purpose of the study. The results showed that among the physical properties of soil, only the percentage of sand has significant differences between gully and non-gully areas. Regarding the effect of soil chemical properties on the formation and spread of gully erosion, it can be said that the variables of pH, SAR, T.N.V, Na, Mg and K have played an effective role in this regard. According to the results of the present research, it is suggested to create and improve the native vegetation of the region, and due to the high production of surface runoff after sudden and heavy rains, it is possible to collect soil from the soil dams at the end of the gullies. Finally, it is suggested to do more comprehensive research to study the gullies formed in the region by investigating the role of other influential factors and using random forest (RF) method in R software.

Key Words: Soil properties, gully erosion, t, R software.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.6.8]