



## تعیین عوامل موثر در ژئومتری فرسایش خندقی (مطالعه موردی: شهرستان دره‌شهر)

۱. قباد رستمی‌زاد\*  
نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران،  
[gh\\_rostamizad@ut.ac.ir](mailto:gh_rostamizad@ut.ac.ir)
۲. علی سلاجقه  
دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳. علی‌اکبر نظری سامانی  
استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴. جمال قدوسی  
عضو هیات علمی مرکز حفاظت آب و خاک

### چکیده

یکی از انواع فرسایش‌های آبی که موجب تخریب اراضی و برهم خوردن تعادل در پهنه‌های منابع طبیعی و اراضی کشاورزی می‌شود و خسارات سنگینی به بار می‌آورد، پدیده فرسایش خندقی است. برای کنترل این پدیده، شناخت عوامل موثر بر خصوصیات ژئومتری آن اهمیت ویژه‌ای دارد. تخریب اراضی، برهم خوردن منظر زمین و تعادل اکولوژیک و به مخاطره افتادن منابع زیستی در این مناطق، از جمله موارد دیگری است که پژوهش در مورد فرسایش خندقی به ویژه در شهرستان دره‌شهر را گریزناپذیر و الزامی می‌کند. در همین راستا تعداد ۳۶ خندق در پهنه خندقی دره‌شهر در استان ایلام انتخاب شدند. برای این منظور عوامل محیطی، خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک، پوشش و هیدرولوژیکی خندق‌های مورد آزمون با استفاده از عکسهای هوایی، نقشه‌های رقومی مربوطه و عملیات‌های میدانی مشخص شدند. نتایج بررسی‌های آماری با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره (روش گام‌به‌گام) نشان داد که طول خندق با مساحت بالادست خندق، عرض بالا و پایین و سطح مقطع خندق با ضریب گردی حوضه، عمق خندق با ضریب گردی حوضه و انحنای دامنه، ارتفاع پیشانی خندق با شیب محلی سر خندق و شیب جداره خندق با درصد تاج پوشش رابطه معنی‌داری دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مشخصات ژئومتری خندق در منطقه مورد مطالعه تابعی از سطح بالادست، ضریب گردی حوضه، انحنای دامنه، شیب محلی سر خندق و درصد تاج پوشش حوزه آبخیز خندق خواهد بود.

تاریخ دریافت:

تاریخ پذیرش:

واژه‌های کلیدی: فرسایش خندقی، خصوصیات ژئومتری، روش گام‌به‌گام، رگرسیون چندمتغیره، حوزه آبخیز

## ۱- مقدمه

فرسایش خندقی به دلیل تخریب اراضی و غیر قابل استفاده کردن آنها یکی از خطرناکترین نوع فرسایش‌های آبی می‌باشد. به طوریکه در صورت رخداد و گسترش فرسایش خندقی مبارزه با آن افزون بر هزینه بر بودن در بسیاری از موارد با مشکل روبرو می‌شود. یکی از نکاتی که وجود دارد و حداقل در ایران به آن کمتر پرداخته شده است، مشخص کردن خصوصیات ژئومتری فرسایش خندقی از دو جهت شامل (۱) تهیه نقشه خطر فرسایش خندقی از نظر تخریب اراضی و تولید رسوب از یک طرف و (۲) پیش‌بینی مشخصاتی مانند تراکم و ابعاد خندق‌ها در قالب مشخصات ژئومتری از طرف دیگر، جهت برنامه‌ریزی پیش‌گیری از رخداد فرسایش خندقی و یا مبارزه با آن در قالب طرح‌های آب‌خیزداری، با توجه به پیچیدگی فرآیند فرسایش از نظر زمانی و مکانی تعیین میزان هدر رفت خاک در مقیاس حوضه پیچیده می‌باشد. به طوری که در یک حوضه معمولاً انواع کاربری‌ها، فرسایش و خصوصیات ژئومورفولوژیک مختلفی وجود دارد، که باعث می‌شود مقدار فرسایش در نقاط مختلف حوضه متغیر باشد. از سوی دیگر از نظر زمانی نیز در طول یک سال انواع مدیریت کاربری و نوع بارش که باعث ایجاد فرسایش می‌شود متغیر است. حتی در طول بارش نیز تغییراتی در نرخ فرسایش ایجاد می‌شود (فاکس و پاپانیکلو، ۲۰۰۸). با توجه به اینکه فرسایش خندقی غالباً در شیب‌های زیر ۱۵٪ اتفاق می‌افتد و اراضی واقع در این شیب معمولاً از نظر اقتصادی و اجتماعی برای انسان‌ها بسیار با اهمیت می‌باشند و چون محل گسترش مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی هستند، مطالعه پیرامون این نوع از فرسایش و تعیین میزان هدر رفت خاک ناشی از آن از اهمیت زیادی برخوردار خواهد بود.

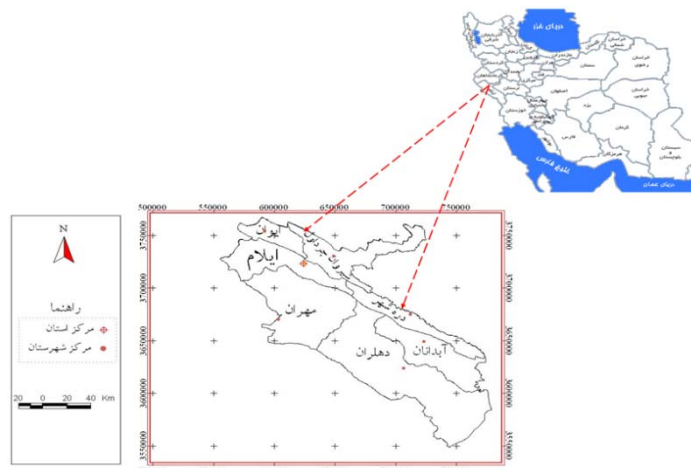
به طور کلی فرسایش خندقی از دو نظر در بین انواع فرسایش آبی اهمیت دارد. اول اینکه تحقیقات کمی درباره آن صورت گرفته و کمبود اطلاعات درباره آن احساس می‌شود و دوم اینکه فرسایش خندقی چندین برابر فرسایش سطحی و شیاری تولید رسوب دارد (قدوسی، ۱۳۸۲). آنچه توسط اکثریت قریب به اتفاق پژوهشگران فرسایش خاک درباره فرسایش خندقی مهم قلمداد شده است، پیچیده بودن چگونگی شکل‌گیری و روند رشد و گسترش خندق‌ها در شرایط مختلف محیطی و کاربری‌های مختلف می‌باشد. این پیچیدگی خود مانعی برای ارائه یک مدل جهانی برای بررسی چگونگی شکل‌گیری و نحوه گسترش آن شده است. از این رو لازم است برای هر منطقه و تحت شرایط محیطی خاص عوامل موثر به همراه آستانه‌ها تعیین و پس از حصول اطمینان از نتایج آنها نسبت به استفاده برای سایر مکان‌ها در آن منطقه و یا مناطق کاملاً مشابه اقدام کرد. پدیده فرسایش خندق‌ها معمولاً در مدل‌سازی فرسایش نادیده گرفته شده است. دلیل آن توسعه مدل‌های فرسایش که بیشتر بر روی مناطق کشاورزی متمرکز شده از یک سو، و ناهمگونی مکانی و زمانی فرآیندهای فرسایش خندق‌ها از سوی دیگر می‌باشد (Sidorchok et al., 2003). نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین مورفولوژی و عوامل موثر در ایجاد فرسایش خندقی در استان زنجان حاکی از آن است که شش عامل سنگ‌شناسی، شیب، مقدار بارش، خاک، پوشش گیاهی و نحوه استفاده از اراضی به عنوان عوامل موثر در پیش‌بینی ایجاد این پدیده و نوع مورفولوژی آن به شمار می‌آید (احمدی ۱۳۷۸ و قدوسی ۱۳۸۲). همچنین در زمینه نحوه اثر شرایط فوق در مورد خندقی شدن پاتون و شیوم (۱۹۷۵) آنرا به عنوان پدیده آستانه‌ای معرفی کرده‌اند. در این نظریه شکل‌گیری خندق مستلزم رسیدن شرایط طبیعی به یک حد آستانه می‌باشد. با دخالت دادن بحث زمان در فرآیندهای موثر در خندقی شدن توسط محققینی همچون سیدورچک (۱۹۹۹) نشان دهنده این است که توسعه خندق طی دو مرحله انجام می‌شود و این دو مرحله کاملاً تحت شرایط ژئومورفیک می‌باشند. در مرحله اول یا شروع خندقی شدن فرآیندهای مربوط به هیدرولیک فرسایش در بستر خندق و حرکات‌های توده‌ای در دیواره‌های کناری آن فعال می‌باشند. در این زمان که تنها ۵ درصد از کل زمان طول عمر خندق را به خود اختصاص می‌دهد، بیش از ۹۰٪ طول خندق، ۶۰٪ مساحت و ۳۵٪ از حجم خندق تشکیل می‌گردد. در مرحله دوم که بیشترین زمان طول عمر خندق را به خود اختصاص می‌دهد ویژگی‌های مورفومتری حالت پایدارتری دارد و حرکات توده‌ای در دیواره‌های جانبی آن غالب می‌باشد. اکثر مدل‌های فرسایش خاک روی فرسایش شیاری و بین‌شیاری در مقیاس دامنه تمرکز دارند و نمی‌توان برای فرسایش خندقی به کار برده شوند. تعداد کمی از آنها که برای فرسایش خندقی توسعه یافته‌اند (creams: knicel, 1980; egem: markel et al., 1988; gleams: knicel, 1993; wepp: flanagan & nearing, 1995; sidorchuk, 1999) با برآورد میزان فرسایش یا با پیش‌بینی رشد خندق سروکار دارند (Poesen et al., 1998). Casasnovas و همکاران (۲۰۰۳) برای ارزیابی فرسایش کناری خندق در خندق‌های بزرگ از مدل رگرسیون لجستیک استفاده کردند. Nazari Samani et al., (2010) میزان توسعه طولی خندق در حوزه آبخیز حبله رود را از طریق مشاهده توسعه طولی خندق بین سال‌های ۱۹۵۷ و ۲۰۰۵ با استفاده از مطالعات صحرائی، عکس‌های هوایی و تجزیه و تحلیل GIS و بکار بردن و ارزیابی مدل‌های

تجربی شامل مدل‌های تامپسون، SCS (I) و SCS (II)، برای محاسبه میزان عقب‌نشینی راس خندق، مورد آزمایش قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که بیشترین میانگین پیشرفت راس خندق (۰/۲۶ متر در سال) در طول دوره ۱۹۶۷-۱۹۵۶ رخ داده است. در حالیکه این مقدار در اکثر خندق‌های دیگر بین سال‌های ۱۹۶۷-۲۰۰۰ (۰/۲۱ متر در سال) و ۲۰۰۵-۲۰۰۰ (۰/۱۵ متر در سال) بوده است. کاربرد تجزیه و تحلیل خطای آماری برای ارزیابی چهار مدل توسعه خندق در مقایسه با دیگر مدل‌ها نشان داد که مدل SCS(II) نتایج واقعی‌تری برای پیش‌بینی توسعه طولی خندق در منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه دیگر ارائه داد. با توجه به اهمیت و نقش فرسایش خندقی در میزان هدر رفت خاک و تخریب اراضی افزون بر تولید رسوب هدف از انجام تحقیق مشخص نمودن عوامل محیطی موثر در پیش‌بینی خصوصیات ژئومتری فرسایش خندقی می‌باشد.

## ۲- مواد و روش

### ۲-۱ منطقه مورد مطالعه

استان ایلام با مساحتی در حدود ۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع، ۱/۲ درصد وسعت کشور را شامل شده و در جنوب غربی ایران واقع شده است. این استان بین عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه و طول شرقی ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲ دقیقه گسترده شده است. پهنه‌های خندقی متعددی در استان وجود دارد که در تحقیق حاضر پهنه دره شهر مورد بررسی قرار می‌گیرد. پهنه دره شهر در شهرستان دره شهر و در شرق استان ایلام واقع گردیده است. محدوده جغرافیایی منطقه بین طول ۴۷ درجه و ۹ دقیقه و ۵۳ ثانیه و عرض ۳۲ درجه و ۲ دقیقه و ۳۲ ثانیه و ۳۳ درجه و ۱۶ دقیقه و ۵۴ ثانیه واقع گردیده است. سازند زمین‌شناسی از رسوبات دریاچه‌ای تشکیل شده که ناشی از زمین لغزش بزرگ سیمره است. اقلیم پهنه نیمه خشک سرد است که براساس ایستگاه سینوپتیک دره شهر دمای متوسط منطقه ۲۱ درجه سلسیوس و میانگین بارش ۴۹۷ میلی‌متر است. مساحت پهنه خندقی ۱۹۵۹۰ هکتار، ارتفاع متوسط پهنه از سطح دریا ۴۲۷ متر و شیب متوسط ۱۲ درصد است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان ایلام و ایران

با توجه به مطالعات انجام شده در سال ۱۳۹۱ در استان ایلام، اراضی خندقی شده محدوده‌ای در حدود ۵۰۰ هکتار را تحت پوشش دارد که از جمله معضلات و عوامل محدود و تهدیدکننده در بهره‌برداری از منابع طبیعی، کشاورزی و زیست محیطی در این استان می‌باشد (اعظمی و همکاران، ۱۳۹۱). در این تحقیق که از نوع تحقیقات کاربردی و در راستای تعیین عوامل موثر بر مشخصات ژئومتری خندق می‌باشد، در سه مرحله کتابخانه‌ای، میدانی و تجزیه و تحلیل و استخراج نتایج به شرح زیر انجام گرفت.

## جمع‌آوری و تهیه آمار و اطلاعات

آمار و اطلاعات پایه مورد نیاز شامل نقشه‌های پایه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ سازمان‌های جغرافیایی ارتش جمهوری اسلامی ایران و سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه منابع اراضی و خاک‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ موسسه تحقیقات آب و خاک کشور، کلیه نقشه‌های موجود در گزارشات مربوط به مطالعات آبخیزداری و طرح پژوهشی طبقه بندی مورفوکلیماتیک پژوهشکده خاک و آبخیزداری کشور همراه با آمار و اطلاعات توصیفی در زمینه خصوصیات منطقه تحقیق مشتمل بر توپوگرافی، فیزیوگرافی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، ژئومرفولوژی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و هوا و اقلیم. از اطلاعات یادشده به عنوان تامین بانک اطلاعاتی به عنوان اطلاعات پایه برای بررسی مناطق خندقی شده و ورود داده های اولیه در محیط GIS استفاده شد. داده‌های هواشناسی شامل کلیه ایستگاه‌های باران‌نگاری، باران سنجی، دما و تبخیر سنجی در منطقه تحقیق به منظور مشخص نمودن خصوصیات تفصیلی پارامترهای بارش، دما و تبخیر در منطقه و استفاده از آنها در تجزیه و تحلیل هیدرولوژی و هیدرولیک مناطق خندقی شده. پردازش نقشه‌های پایه جهت نهایی نمودن نقشه‌های نظارت نشده به منظور آماده سازی آنها برای تهیه نقشه‌های نظارت شده در محیط GIS از طریق انتخاب کاملاً تصادفی نقاط آموزشی (تعلیمی) بر اساس روش استاندارد تبدیل نقشه‌های نظارت نشده به نقشه‌های نظارت شده در محیط GIS و با استفاده از دستگاه GPS. خصوصیات مربوط به هریک از نقشه‌های پایه در نقاط آموزشی با استفاده از دستگاه GPS در کل منطقه تحقیق شامل سنگ‌شناسی، نوع تراکم پوشش با استفاده از پلات‌های استاندارد ارزیابی مراتع (۱\*۱) متر و ترانسکت، کاربری اراضی، حفر و تشریح پروفیل‌های شاهد و نقاط آموزشی به روش استاندارد شده موسسه تحقیقات آب و خاک کشور و همچنین اندازه‌گیری شیب در محل نقاط تعلیمی با استفاده از شیب سنج انجام گرفت. به این ترتیب در هر یک از نقاط آموزشی (تعلیمی) موارد مذکور مستقیماً از طریق اندازه‌گیری میدانی مشخص شده و در مرحله تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنها جهت تعیین خصوصیات مکانی مناطق خندقی شده استفاده شد. محدوده آبخیز هر خندق از طریق عملیات میدانی (با استفاده از GPS) و همچنین با استفاده از نقشه توپوگرافی و عکس‌های هوایی به منظور تعیین مساحت بالادست هر خندق مشخص شد.

### اندازه‌گیری خصوصیات ژئومتری خندق‌ها

اندازه‌گیری خصوصیات ژئومتری خندق‌ها شامل عمق، طول، عرض بالا و پایین، سطح مقطع، شیب‌جانبی، از طریق نقشه‌برداری در عرصه و محل تشکیل خندق‌ها با استفاده دوربین نقشه‌برداری توتال در سه مقطع (راس خندق، میانه و دهانه خروجی خندق) انجام گرفت. سپس به کمک نرم‌افزار AutoCad و AutoCad Land Civil3D مدل ابعادی هریک از خندق‌ها در محیط نرم‌افزار طراحی گردید و بعد از آن مشخصات ژئومتری خندق‌ها استخراج شد.

### تعیین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک

جهت مشخص کردن فاکتورهای خاک‌شناسی در سه مقطع (راس، وسط و خروجی) در طول هر یک از خندق‌ها و در هر مقطع سه نمونه خاک در بخش سطحی (۵۰-۰ سانتی‌متر)، بخش عمقی (۵۰ تا کف) و کف تهیه گردید که هر نمونه پس از برداشت خاک و همگن سازی آن استخراج شد. نمونه‌های خاک پس از برداشت از صحرا در سایه خشک گردیده و سپس با یک چکش چوبی کوبیده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل گردید. با انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، آنالیزهای مختلف بر روی آنها انجام گرفت و به ترتیب بافت خاک به روش هیدرومتری بویکس و هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع با دستگاه هدایت سنج الکتریکی EC Meter Genwey مدل ۳۳۱۰ تعیین گردید. اندازه‌گیری مقدار یون سدیم در عصاره اشباع خاک به روش فلاپم فتومتری و اندازه‌گیری مقدار یون کلسیم و منیزیم در عصاره اشباع به روش تیتراسیون برگشتی با ور سین و سپس محاسبه نسبت جذب سدیم (SAR) از طریق فرمول صورت گرفت. همچنین تعیین اسیدیته خاک در گل اشباع به وسیله الکتروود شیشه به کمک دستگاه pH سنج مدل ۷۴۴ تعیین گردید. مقدار آهک نمونه‌های خاک به روش کلسی‌متری انجام گرفت و جهت اندازه‌گیری مقدار

گچ نمونه‌های خاک از روش حذف آب کریستالی استفاده شد. همچنین مقادیر مواد آلی نمونه‌های خاک از روش اکسیداسیون تر تعیین گردید.

### وضعیت هیدرولوژیکی خندق‌ها

وضعیت هیدرولوژیکی هریک از خندق‌ها با استفاده از روش استدلالی در اراضی خندقی شده با در نظر گرفتن دوره‌های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت. چنانچه بارانی با شدت  $A$  روی حوضه بیبارد و مساحت حوضه معادل  $A$  باشد اگر شدت بارندگی ثابت و مدت بارندگی برابر زمان تمرکز حوضه یا بیشتر از آن باشد با فرض اینکه بارندگی تمام سطح  $A$  را در بر گرفته باشد حداکثر دبی رواناب با توجه به ضریب رواناب  $C$  برابر خواهد بود (مهدوی، ۱۳۸۴) با:

$$Q = 1/360CiA$$

در این معادله:  $A$ : شدت بارندگی بر حسب سانتی متر بر ساعت،  $A$ : سطح حوضه (هکتار)،  $C$ : ضریب رواناب،  $Q$ : حداکثر دبی رواناب (مترمکعب در ثانیه)

برای به دست آوردن شدت‌های بارش با دوره بازگشت‌های مختلف نیز از رابطه بل (۱۹۶۹) استفاده شد (علیزاده، ۱۳۸۹).

$$P_T^t = (0.21 \ln(T_{yr}) + 0.52) (0.54 t_{min}^{0.25} - 0.5) P_{10}^{60}$$

در این فرمول  $t$  مدت بارندگی بر حسب دقیقه،  $T$  دوره بازگشت بر حسب سال،  $P_{1060}$  مقدار باران یک ساعته با دوره برگشت ده سال بر حسب میلیمتر و  $PTt$  مقدار باران  $t$  دقیقه ای مورد نظر بر حسب میلیمتر با دوره برگشت  $T$  (سال) می باشد. به طوری که مشاهده می شود در فرمول فوق ابتدا لازم است که  $P_{1060}$  در منطقه محاسبه شود که برای این منظور از روابط همبستگی استفاده می شود. روی داده‌های باران نگارهای ایستگاه‌های ایران مطالعه و مقدار  $P_{1060}$  بصورت زیر برای نقاط مختلف ایران محاسبه شده است (علیزاده، ۱۳۸۹).

$$P_{10}^{60} = 2.26 (P_{24hr})^{1.1374} (P_{year})^{-0.3072}$$

که در آن  $(P_{24h})$  متوسط حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته و  $(P_{year})$  متوسط بارندگی سالانه منطقه بر حسب میلیمتر می باشد. با استفاده از روابط فوق بارش با شدت و دوره بازگشت‌های مختلف و همچنین دبی با دوره بازگشت‌های مختلف به دست آمد.

### تجزیه و تحلیل آماری

رابطه خصوصیات زمین محیطی خندق‌ها با خصوصیات ژئومتری شامل عمق، طول، عرض بالا و پایین، سطح مقطع، ارتفاع پیشانی و شیب جانبی، با خصوصیات زمین محیطی در شرح فوق بر اساس روش‌های تجزیه و تحلیل همبستگی ساده و چندگانه و مدل‌های رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی همبستگی بین متغیرهای وابسته و مستقل با استفاده از نرم افزار SPSS، از ضریب همبستگی پیرسون (چون داده‌ها پیوسته بوده) استفاده شد. لازم به ذکر است که برای این منظور نرمال بودن داده‌ها با استفاده از تست کلموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت که داده‌ها نرمال بوده (حدود اعتماد آنها بیشتر از ۰/۰۵) و سپس ماتریکس همبستگی آنها به دست آمد. بعد از اینکه همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته مورد بررسی قرار گرفت، می توان متغیرهای مستقلی که بیشترین ضریب همبستگی با متغیرهای وابسته داشته، مشخص کرد. از این طریق می توان پارامترهای موثر در خصوصیات ژئومتری خندق را شناخته و رابطه بین آنها را به دست آورد. برای این منظور از روش‌های رگرسیون چندگانه جهت به دست آوردن روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته استفاده شد. در رگرسیون چندگانه از روش‌های توام، گام به گام، حذف پیشرو و حذف پسرو استفاده شد که در

نهایت از روش گام‌به‌گام به دلیل اینکه ضریب همبستگی بالایی داشته و مطالعات مشابه نیز این امر را تایید می‌کنند مورد استفاده قرار گرفت.

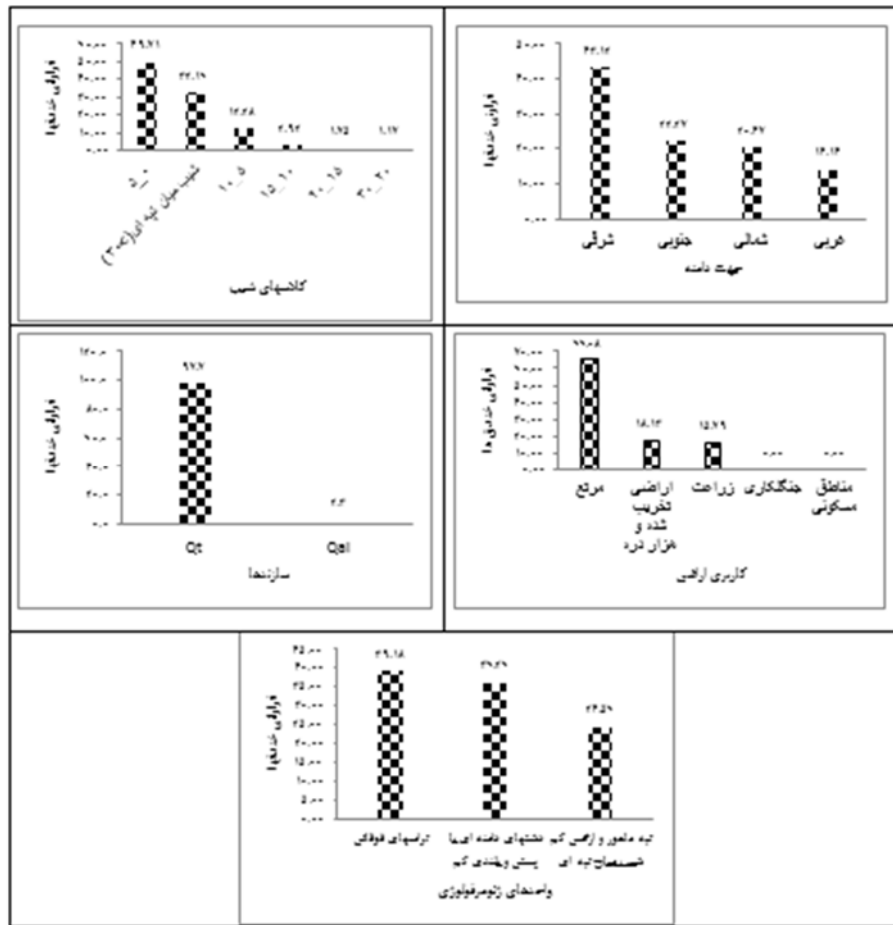
### ۳- نتایج

نتایج بدست آمده از قطع‌دادن نقشه مناطق خندقی شده با نقشه شیب و تجزیه و تحلیل‌های به عمل آمده درباره مقایسه فراوانی رخداد فرسایش خندقی در هریک از طبقات شیب، نشان دهنده افزایش فراوانی رخداد فرسایش خندقی با کاهش شیب است. کلاس شیب (۵-۰) درصد حدود ۷۷/۶ درصد مساحت حوضه آبخیز را تحت پوشش دارد، و همچنین بیشترین رخداد فرسایش خندقی نیز در این کلاس رخ داده است (شکل ۲). نتیجه حاصل از قطع دادن نقشه جهت دامنه‌ها با نقشه فراوانی رخداد فرسایش خندقی حاکی از این است که بیشترین درصد فراوانی رخداد فرسایش خندقی مربوط به اراضی با جهت شرقی ۴۳/۱۲ و جهت جنوبی ۲۲/۲۷ درصد است. این در حالی است که فراوانی رخداد فرسایش خندقی در جهت‌های شمالی و غربی به ترتیب ۲۰/۴۷ و ۱۴/۱۴ درصد می‌باشد (شکل ۲). نتیجه به دست آمده از تجزیه و تحلیل فراوانی رخداد فرسایش خندقی در واحدهای سنگ‌شناسی منطقه نشان دهنده این است که فراوانی اراضی خندقی شده به ترتیب در سازندهای Qal و Qt، ۷/۹۷ و ۲/۳ درصد است (شکل ۲). اراضی زراعی و مرتعی به ترتیب ۸۰ و ۱۵/۷ درصد از منطقه تحقیق را شامل می‌شوند. این در حالی است که سایر کاربری‌ها (هزارده‌ها و اراضی تخریب شده و مناطق شهری، روستایی و تاسیسات) ۴/۳۱ درصد منطقه را شامل می‌شوند. نتیجه حاصل از بررسی انجام شده نشان دهنده این است که اراضی مرتعی دارای بیشترین رخداد فرسایشی (۶۶٪) و اراضی مسکونی و جنگل‌کاری دارای کمترین فراوانی رخداد فرسایش خندقی (۰/۰٪) هستند (شکل ۲). نتایج حاصل از بررسی خصوصیات تپ‌ها و واحدهای اراضی حاکی از این است که فراوانی اراضی خندقی شده در تپ‌تراس‌های فوقانی زیاد (۳۹/۱۸ درصد) که به‌طور عمده دارای خندق‌های فعال بوده و تپ تپه ماهور و اراضی کم شیب میان تپ‌های کمتر (۲۴/۵۶ درصد) می‌باشد (شکل ۲).

اندازه‌گیری خصوصیات ژئومتری خندق‌ها از طریق عملیات‌های میدانی و با استفاده از متدهای عنوان شده در مواد و روش‌ها انجام شد که متوسط ۳۶ خندق به تفکیک هر سطح مقطع در (جدول ۱) آورده شده است.

جدول ۱: میانگین مشخصات ژئومتری خندق‌ها در هریک از مقطع‌های اندازه‌گیری شده

مقطع	پارامتر	طول	عرض بالا	عرض پایین	عمق	شیب جداره	سطح مقطع
سطح مقطع ۱	۷/۲۲	۲/۳۵	۱/۰۷	۱/۳۰	۱۹۵/۴۳	۲/۱۲	
سطح مقطع ۲	۱۶/۷۶	۲/۷۷	۰/۹۸	۱/۴۷	۱۸۳/۲۲	۲/۴۱	
سطح مقطع ۳	۲۷/۱۲	۲/۴۹	۰/۸۷	۱/۲۷	۱۵۲/۶۷	۲/۰۰	
متوسط خندق	۲۷/۱۲	۲/۵۴	۰/۹۸	۱/۳۵	۱۷۷/۱۰	۲/۱۸	



شکل ۲: رابطه بین عوامل محیطی با رخداد فرسایش خندقی

مشخصات توپوگرافی خندق‌ها شامل مساحت بالادست و مساحت کل (از طریق پیمایش صحرایی و با استفاده از GPS)، شیب سر خندق، متوسط شیب بالادست (با استفاده از شیب سنج و GIS)، انحنای دامنه و ضریب گردی حوزه آبخیز بالادست خندق (با استفاده از GIS و فرمول‌های مربوطه) اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: میانگین مشخصات توپوگرافی خندق‌ها در هریک از مقطع‌های اندازه‌گیری شده

پارامتر مقطع	مساحت بالادست	مساحت کل	شیب سر خندق	شیب سطح بالادست	انحنای دامنه	ضریب گردی
متوسط	۰/۹۸	۱/۰۸	۹/۴۱	۱۳/۵۸	-۰/۱۴	۰/۳۴

جهت شناخت فاکتورهای خاک‌شناسی در سه مقطع (راس، وسط و خروجی) در طول هر یک از خندق‌ها و در هر مقطع سه نمونه خاک در بخش سطحی (۵۰-۵ سانتی‌متر)، بخش عمقی (۵۰ تا کف) و کف تهیه گردید. نتایج آزمایشگاهی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک ۳۶ خندق به تفکیک هر سطح مقطع در (جدول ۳) آورده شده است.

جدول ۳: متوسط پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک در هریک از مقطع های اندازه گیری شده در خندق ها

پارامتر مقطع	SAR	Na	Ca+M گرم	PH Ppm	EC ds.cm	Lim درصد	Gyps درصد	O.M درصد	Clay درصد	Silt درصد	Sand درصد
۱	۰/۹۷	۱/۴۳	۵/۱۸	۷/۴۹	۰/۶۰	۳۲/۷۰	۰/۰۴	۰/۷۷	۴۶/۳۵	۳۵/۰۷	۱۸/۵۸
۲	۱/۳۱	۱/۹۷	۵/۹۶	۷/۸۲	۰/۸۷	۳۳/۰۳	۰/۰۴	۰/۸۱	۴۸/۸۸	۳۵/۱۳	۱۶/۲۹
۲	۰/۹۵	۱/۴۹	۵/۵۸	۷/۸۸	۰/۸۴	۳۳/۵۰	۰/۰۴	۰/۸۷	۴۷/۷۸	۳۵/۰۵	۱۷/۱۵
متوسط	۱/۳۱	۱/۹۷	۵/۹۶	۷/۸۲	۰/۸۷	۳۳/۰۳	۰/۰۴	۰/۸۱	۴۸/۸۸	۳۵/۱۳	۱۶/۲۹

وضعیت هیدرولوژیکی هریک از خندق ها با استفاده از روش استدلالی در اراضی خندقی شده با در نظر گرفتن دوره-های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت. برای به دست آوردن شدت های بارش با دوره بازگشت های مختلف نیز از رابطه بل (۱۹۶۹) استفاده شد. مقدار P1060 نیز با استفاده از رابطه پیشنهادی علیزاده و همکاران (۱۳۸۹) برای ایران، محاسبه شد (جدول ۴).

جدول ۴: متوسط شدت بارندگی و دبی با دوره بازگشت های مختلف در هر یک از خندق ها

مقدار	Q100	Q50	Q25	Q10	Q5	Q2	P100	P50	P25	P10	P5	P2	P10 <sup>60</sup>
	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۲	۱۳۶/۲	۱۲۲/۹	۱۰۹/۶	۹۱/۹	۷۸/۶	۶۱/۰	۱۳۰/۹

رابطه خصوصیات زمین محیطی خندق ها با خصوصیات ژئومتری شامل عمق، طول، عرض بالا و پایین، سطح مقطع، ارتفاع پیشانی و شیب جانبی، با خصوصیات زمین محیطی در شرح فوق بر اساس روش های تجزیه و تحلیل همبستگی ساده و چندگانه و مدل های رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفت. در جدول همبستگی (\*\*\*) نشان دهنده ضریب همبستگی در سطح ۹۹ درصد و (\*) نشان دهنده ضریب همبستگی در سطح ۹۵ درصد معنی داری است (جدول ۵). با توجه به جدول فوق عوامل محیطی تاثیر گذار در مشخصات ژئومتری خندق (طول، عرض بالا، عرض پایین، عمق، ارتفاع پیشانی، نسبت عرض متوسط به عمق، شیب جداره و سطح مقطع) به صورت زیر مشخص شده اند.

طول خندق: مساحت حوضه بالادست پیشانی و مساحت کل خندق

عرض بالا: ضریب گردی حوضه بالادست و مقدار سیلت خاک

عرض پایین: ضریب گردی حوضه بالادست و مقدار سیلت خاک

عمق خندق: درصد خاک بدون پوشش، ضریب گردی حوضه بالادست، مقدار سیلت خاک و انحنای دامنه

ارتفاع پیشانی خندق: شیب متوسط حوضه بالادست خندق و شیب محلی خندق

شیب جداره خندق: درصد پوشش گیاهی و در خاک بدون پوشش

سطح مقطع: ضریب گردی حوضه بالادست و مقدار سیلت خاک

بعد از اینکه همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته مورد بررسی قرار گرفت، می توان پارامترهای موثر در خصوصیات ژئومتری خندق را شناخته و رابطه بین آنها را به دست آورد. برای این منظور با استفاده از روش های رگرسیون چند متغیره (روش گام به گام) جهت به دست آوردن روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته استفاده شد (جدول ۶).

جدول ۶: نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون چند متغیره خصوصیات ژئومتری خندق با متغیرهای مستقل زمین محیطی

متغیر وابسته	متغیر مستقل	R	حدود اعتماد	مدل رگرسیونی
طول (m)	Ap (ha)	۰/۵۵۵	۰/۰۰۲	$L=6/46(Ap)+20/81$
عرض بالا (m)	BE	۰/۵۹۵	۰/۰۰۲	$Wu=1/52(BE)+2/0.16$



$Wd = 0.704(BE) + 0.735$	0.003	0.480	BE	عرض پایین (m)
$H = 1.046(BE) - 0.744(Cu) + 0.882$	< 0.001	0.669	BE, Cu	عمق (m)
$Hh = 0.027(Sh) + 0.786$	0.006	0.448	Sh	ارتفاع پیشانی خندق (m)
$Ss = 1.129(C) + 1.04427$	0.003	0.481	C	شیب جداره (درصد)
$CS = 2.099(BE) + 1.458$	0.003	0.497	BE	سطح مقطع ( $m^2$ )

Ap: مساحت حوضه آبخیز بالادست، BE: ضریب گردی حوضه، Cu: انحنای دامنه، Sh: شیب محلی سر خندق، C: تاج پوشش

جدول ۵: نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی متغیرهای وابسته و مستقل در خندق‌های مورد مطالعه (۳۶ خندق)

Lim	Silt	Agri	Rang	BS	C	BE	Cu	Sh	S <sub>Ap</sub>	Ao	Ap	CS	Ss	Hh	H
0.15	-0.74	0.20	-0.20	0.271	-0.236	0.079	0.059	0.271	0.82	0.385	0.337	0.13	-0.46	-0.054	0.62
-0.46	-0.393	-0.14	0.14	0.318	-0.310	0.495	-0.075	0.126	0.249	-0.271	-0.272	0.866	-0.44	0.541	0.92
-0.92	-0.449	0.30	-0.30	0.136	-0.173	0.481	0.133	-0.322	-0.052	-0.101	-0.081	0.815	0.98	0.354	0.667
-0.12	-0.384	-0.242	0.242	0.340	-0.304	0.453	-0.419	0.109	0.224	-0.191	-0.191	0.850	0.128	0.675	1
-0.71	-0.41	-0.214	0.214	0.076	-0.30	0.161	-0.224	0.448	0.443	-0.174	-0.180	0.424	0.163	1	1
-0.77	-0.137	0.157	-0.157	-0.447	0.481	-0.270	-0.92	-0.201	-0.259	-0.13	0.19	0.67	1		
-0.44	-0.397	-0.160	0.160	0.219	-0.194	0.479	-0.166	0.114	0.182	-0.152	-0.151	1			
-0.161	-0.63	0.236	-0.236	0.147	-0.141	-0.184	0.93	0.95	-0.166	0.99	1				
-0.147	-0.38	0.218	-0.218	0.162	-0.154	-0.185	0.95	0.127	-0.161	1					
-0.27	0.225	-0.318	0.318	0.264	-0.273	0.108	-0.225	0.616	1						
0.27	0.17	-0.267	0.267	0.191	-0.194	0.18	-0.65	1							
0.61	0.130	0.173	-0.173	-0.159	0.90	0.147	1								
-0.122	-0.369	-0.247	0.247	0.283	-0.327	1									
0.91	0.106	0.304	-0.304	-0.942	1										
-0.129	-0.166	-0.357	0.357	1											
-0.205	0.071	-0.100	1												
0.205	-0.071	1													
0.200	1														

L: طول خندق، Wu: عرض بالایی خندق، Wd: عرض پایین، H: عمق خندق، Hh: ارتفاع پیشانی خندق، W/H: نسبت عرض به عمق خندق، Ss: شیب جداره، CS: سطح مقطع، Ap: مساحت بالادست پیشانی، Ao: کل مساحت حوضه آبخیز خندق، S<sub>Ap</sub>: شیب متوسط مساحت بالادست پیشانی، Sh: شیب محلی سر خندق، Cu: انحنای دامنه، Lim: درصد آهک، BE: ضریب گردی حوضه آبخیز خندق، C: درصد تاج پوشش، BS: درصد خاک لخت حوضه آبخیز خندق، Rang: درصد اراضی مرتعی حوضه بالادست خندق، Agri: درصد اراضی کشاورزی حوضه بالادست خندق، Silt: درصد سیلت خاک کناره خندق، Lim: درصد آهک خاک

#### ۴- بحث و نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از مقایسه فراوانی رخداد فرسایش خندقی در هریک از طبقات شیب، نشان دهنده افزایش فراوانی رخداد فرسایش خندقی با کاهش شیب است. به طوری که با ثابت فرض کردن سایر عوامل، می توان نتیجه گرفت که به دلیل رخداد فرسایش خندقی در کلاس شیب (۵-۰) درصد که حدود ۷۷/۶ درصد مساحت حوضه آبخیز را تحت پوشش دارد، اراضی با شیب (۵-۰) به عنوان کلاس شیب بحرانی از نظر آستانه توپوگرافی در مقایسه با سایر کلاس های شیب برای رخداد فرسایش خندقی در نظر گرفته می شود. نتیجه حاصل از قطع دادن نقشه جهت دامنه ها با نقشه فراوانی رخداد فرسایش خندقی حاکی از رخداد بیشترین میزان فرسایش خندقی در اراضی دارای جهت شرقی و جنوبی است که در مجموع ۶۵/۳ درصد از اراضی خندقی در اراضی با جهت های یاد شده قرار داشته و بیشترین درصد فراوانی رخداد فرسایش خندقی مربوط به اراضی با جهت شرقی ۴۳/۱۲ و جهت جنوبی ۲۲/۲۷ درصد است چون در این جهت ها به دلیل آفتاب گیر بودن رطوبت کم بوده و در نتیجه درصد پوشش گیاهی نسبت به جهت های دیگر کمتر خواهد بود. این نتایج با نتایج محققان دیگر (قدوسی، ۱۳۸۲؛ مهدوی، ۱۳۹۰) مطابقت دارد. نتیجه به دست آمده از تجزیه و تحلیل فراوانی رخداد فرسایش خندقی در واحدهای سنگ شناسی منطقه نشان دهنده این است که فراوانی اراضی خندقی شده به ترتیب در سازندهای Qal و Qt

۷/۹۷ و ۲/۳ درصد است. براساس بررسی‌های انجام شده اراضی زراعی و مرتعی به ترتیب ۸۰ و ۱۵/۷ درصد از منطقه تحقیق را شامل می‌شوند. این در حالی است که سایر کاربری‌ها (هزاردره‌ها و اراضی تخریب شده و مناطق شهری، روستایی و تاسیسات) ۴/۳۱ درصد منطقه را شامل می‌شوند. نتیجه حاصل از بررسی انجام شده نشان دهنده این است که اراضی مرتعی دارای بیشترین رخدادهای فرسایشی (۶۶٪) و اراضی مسکونی و جنگل کاری دارای کمترین فراوانی رخدادهای فرسایش خندقی (۰/۰٪) هستند (شکل ۲). نتایج حاصل از بررسی خصوصیات تپ‌ها و واحدهای اراضی حاکی از این است که فراوانی اراضی خندقی شده در تپ‌های فوقانی زیاد (۳۹/۱۸ در صد) که به‌طور عمده دارای خندق‌های فعال بوده و تپ‌ها و تپ‌های کم شیب میان تپ‌های کمتر (۲۴/۵۶ در صد) می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل رخدادهای فرسایش خندقی با عوامل محیطی با نتایج محققان دیگر (نظری سامانی، ۱۳۸۷؛ قدوسی، ۱۳۸۲؛ عباسی، ۱۳۹۰) مطابقت دارد. براساس مدل مفهومی رابطه بین خصوصیات ژئومتری خندق با عوامل زمین محیطی مشخص شد که خصوصیات ژئومتری خندق به ترتیب بیشترین مقدار ضریب همبستگی تابعی است از ضریب گردی حوضه آبخیز خندق، انحناى دامنه، مساحت بالادست خندق، درصد تاج پوشش و شیب محلی سر خندق. از بین عوامل فوق نوع رابطه مشخصات ژئومتری با انحناى دامنه معکوس و با بقیه عوامل به صورت مستقیم (مثبت) به دست آمد. به عبارت دیگر هر چه ضریب گردی حوضه بیشتر (به یک نزدیکتر باشد) باعث می‌شود که ارتفاع و سرعت رواناب بیشتر شده و در نتیجه افزایش حجم دبی عبوری از خندق و همچنین جاری شدن رواناب حاصل از سطح حوضه بالادست به سمت خندق در یک زمان می‌شود و به این ترتیب باعث تغییرات بیشتری در مشخصات ژئومتری خندق نسبت به حوضه‌های کشیده می‌شود. در مورد سطح بالادست که رابطه مثبت با طول خندق داشته نشان می‌دهد که هرچه سطح بالادست خندق بیشتر باشد سطح جمع‌آوری رواناب بیشتر شده و در نتیجه باعث افزایش حجم و سرعت رواناب و انرژی حاصل از آن شده و قدرت کنش آن بیشتر می‌شود در نتیجه طول نیز افزایش می‌یابد. عرض بالا، عرض پایین، عمق و سطح مقطع خندق نیز رابطه مثبتی با ضریب گردی حوضه دارند و افزایش این ضریب (هرچه به ۱ نزدیکتر باشد حوضه گردتر خواهد بود) باعث افزایش مشخصات ژئومتری خندق می‌شوند. شیب جداره خندق نیز رابطه مثبتی با درصد تاج پوشش محدوده خندق دارد. چون پوشش گیاهی باعث جذب رطوبت خاک، به هم چسبیدن ذرات خاک و در نتیجه جلوگیری از ریزش بیشتر کناره‌های خندق می‌شود. بنابراین هرچه پوشش گیاهی بیشتر باشد شیب جداره خندق بیشتر و عمودتر خواهد بود. ارتفاع پیشانی خندق نیز رابطه مثبت با شیب محلی سر خندق دارد. شیب محلی سر خندق معمولاً در فاصله ۲ تا ۳ متری از پیشانی خندق به سمت مرز حوضه بالادست تا فاصله حدود ۳ متری اندازه‌گیری می‌شود. هرچه این شیب بیشتر باشد باعث افزایش انرژی رواناب ریزشی از سر خندق که به صورت آبشار ریزش می‌کند، می‌شود. در نتیجه باعث کنش بیشتر و افزایش ارتفاع پیشانی خندق می‌شود. انحناى دامنه رابطه منفی با عمق خندق دارد. این می‌تواند به این دلیل باشد که چون هرچه دامنه محدبتر باشد (انحنا منفی باشد) شیب بیشتر می‌شود و در شیب‌های تند معمولاً عمق خاک کمتر بوده، در نتیجه هر چه دامنه محدبتر باشد عمق خندق کمتر خواهد بود.

نتایج تجزیه تحلیل رگرسیون پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک و مشخصات ژئومتری خندق در منطقه مورد مطالعه حاکی از این است که رابطه معنی‌داری بین این پارامترها با مشخصات ژئومتری خندق وجود نداشت. به عبارت دیگر پارامترهای شیمیایی و فیزیکی خاک تاثیر معنی‌داری بر تغییرات ژئومتری خندق ندارند.

## ۵- مراجع

۱. احمدی، حسن، ۱۳۷۸، ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش آبی)، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. اعظمی، ایاد، ۱۳۹۱، طبقه بندی مورفوکلیماتیک خندق‌های استان ایلام، ۱۲۲ صفحه.
۳. بی‌همتا، محمدرضا. زارع چاهوکی، محمدعلی. ۱۳۸۹. اصول امار در علوم منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۳۰۰ صفحه
۴. زارع چاهوکی، محمدعلی. ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل داده‌ها در پژوهش‌های منابع طبیعی نرم افزار SPSS. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ۳۱۰ صفحه
۵. عباسی، محمد. مقصودی، مهران. شادفر، صمد. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی حساسیت اراضی به فرسایش خندقی در حوضه زواریان استان قم. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی. شماره ۲. ۳۵-۵۲ صفحه.
۶. علیزاده، امین. ۱۳۸۹. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ سی‌ام. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ۹۱۱ صفحه

۷. قدوسی، جمال، ۱۳۸۲، مدل سازی مرفولوژی فرسایش خندقی و پهنه بندی خطر آن (مطالعه موردی در آبخیز زنجان رود)، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۳۱۸ صفحه.
۸. مهدوی، محمد. ۱۳۸۴. هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران
۹. مهدوی، یدالله و همکاران. ۱۳۹۰. بررسی روابط آستانه شیب- مساحت و موافه های مهم بارندگی با حجم فرسایش آبکندی با استفاده از GIS (مطالعه موردی حوزهایخیز بدره-یلام). مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی. ۳(۳). ۵۱-۳۹ صفحه.
۱۰. نظری سامانی، علی اکبر. ۱۳۸۷. بررسی سازوکارهای موثر در فرسایش خندقی به منظور تعیین آستانه های توپوگرافی، رواناب و سهم رسوب حاصل از آن (مطالعه موردی: استان بوشهر). رساله دکتری. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران. ۱۸۱ صفحه.
11. Flanagan, D.C., Nearing, M., 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project Hillslope Profile and watershed Model Documentation. National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana Report No. 10.
12. Geissen, V., Kampichler, C., Lopez-de Llergo-Juarez, J.J., Galindo-Acuntara, A., 2007. Superficial and subterranean soil erosion in Tabasco, tropical Mexico: development of a decision tree modeling approach. *Geoderma* 139, 277-287.
13. Knisel, W.G., 1980. CREAMS: A Field-scale Model for Chemicals Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems. U.S. Department of Agriculture.
14. Knisel, W.G., 1993. GLEAMS: Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems, University of Georgia Coastal Plains Experiment Station. Biological and Agricultural Engineering Department Publication.
15. Martinez-Casasnovas, J.A., Ramos, M.C., Poesen, J., 2003. Assessment of sidewall erosion in large gullies using multi-temporal DEMs and logistic regression analysis. *Geomorphology* 58, 305-321.
16. Merkel, W.H., Woodward, D.E., Clarke, C.D., 1988. Ephemeral gully erosion model (EGEM). *Modelling Agricultural, Forest, and Rangeland Hydrology*. American Society of Agricultural Engineers Publication 7, 315-323.
17. Nazari Samani, A., H. Ahmadi, et al. (2010). "Factors Controlling Gully Advancement and Models Evaluation (Hableh Rood Basin, Iran)." *Water Resources Management* 24(8): 1531-1549.
18. Sidorchuk, A., 1999. Dynamic and static models of gully erosion. *Catena* 37, 401-414.
19. Sidorchuk, A., M. Märker, et al. (2003). "Gully erosion modelling and landscape response in the Mbuluzi River catchment of Swaziland." *CATENA* 50(2-4): 507-525.

Scientific - Research Quarterly On

**Environmental Erosion Researches**  
No. 13, spring 2014, pp: 50-61

## Determining the Factors affecting on the geometry of Gully Erosion (Case study: Darrehshahr, Ilam)

- 1 Rostamizad, GH.\* Corresponding Author, PhD student Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, [gh\\_rostamizad@ut.ac.ir](mailto:gh_rostamizad@ut.ac.ir)
- 2 Salajegheh, A. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
- 3 Nazari Samani A.A. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
- 4 Ghodousi, J. Member of the Scientific Board of Soil and Water Conservation Center

### Abstract

One of the types of water erosion and land degradation which causes imbalance in the area of natural resources and agricultural land and gives heavy losses, is the gully erosion phenomenon. To control this phenomenon, It is important to understand the influence factors on the geometry specification. Land degradation, a broken ecological balance of the land and landscape and risk of falling at biological resources in these areas, among other things, the study of the gully, is inevitable and necessary especially in the Darrehshahr township. In this regard, Gully 36 number were selected in Darrehshahr area in the Ilam province. To this end, were identified environmental factors, Physical - Chemical Soil properties, cover and hydrological properties of gullies tested using aerial photography, the digital maps and field operations. Results of statistical analysis using multiple regression (stepwise method) revealed that length of gully with upstream area of the gully, top and bottom width and cross section of the Gully with basin elongation, deep gully with basin elongation and slope curvature, high of head Gully with local slope of the gully and steep walls of gully with percentage cover have a significant relationship. So could be concluded that characteristics of geometry gully in the study area would be a function of the upstream, basin elongation, curvature slope, and local slope of the gully head and the percentage of canopy cover catchment area of gully.

**Keywords: Gully Erosion, Geometric Properties, Stepwise Method, Multivariate Regression, Watershed**